

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

FBMF-STD-001, NGBF-STD-008/R2

제정일: 2016 년 3 월 30 일

개정일: 2017 년 3 월 31 일

지상파 UHDTV 방송 송수신 정합
- 파트 4. 물리계층

Transmission and Reception for Terrestrial
UHDTV Broadcasting Service
- Part 4. Physical Layer



본 문서에 대한 저작권은 미래방송미디어표준포럼에 있으며, 미래방송미디어표준포럼과 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

Copyright© Next Generation Broadcasting Forum 2017. All Rights Reserved.

Part 4. 물리계층

(Transmission and Reception for Terrestrial UHDTV Broadcasting Service : Part 4. Physical Layer)

1. 개요, 표준의 구성 및 범위

1.1 개 요

본 표준은 지상파 UHDTV 방송 서비스를 제공하는데 필요한 송수신 정합 규격 중 물리계층 규격을 정의하기 위해 제정되었다.

1.1.1 시스템 특징

지상파 UHDTV 물리계층 시스템은 최신 기술 및 다양한 동작 모드를 제공함으로써 서비스에 따라 요구되는 강인함과 효율성을 유연하게 제공할 목적으로 설계되며, 주요 특징은 다음과 같이 요약된다.

- 채널 코딩을 위해 LDPC 를 지원하며 LDPC 는 2 종류의 부호어 길이 (16200 비트, 64800 비트)와 12 종류의 부호율 (2/15~13/15)로 구성
- 채널 용량 증대를 위해 16/64/256/1K/4KQAM 비균일 성상 (NUC: Non-Uniform Constellation) 지원
- SISO, MISO, MIMO 의 프레임 타입에 대해 시분할 다중화 (TDM: Time Division Multiplexing), 주파수 분할 다중화 (FDM: Frequency Division Multiplexing), 계층 분할 다중화 (LDM: Layered Division Multiplexing)를 지원
- 다중 경로 환경에 강인한 OFDM 변조 방식 사용
- 12 종류의 보호 구간 길이를 이용하여 다양한 서비스 커버리지 지원
- 채널 추정 및 동기 수행을 위해 16 종류의 분산 파일럿 (SP: Scattered Pilot)과 연속 파일럿 (CP: Continual Pilot) 지원
- 단말기 사용 환경 (고정 또는 이동)을 고려하여 3 종류의 FFT 크기 (8K, 16K, 32K) 지원

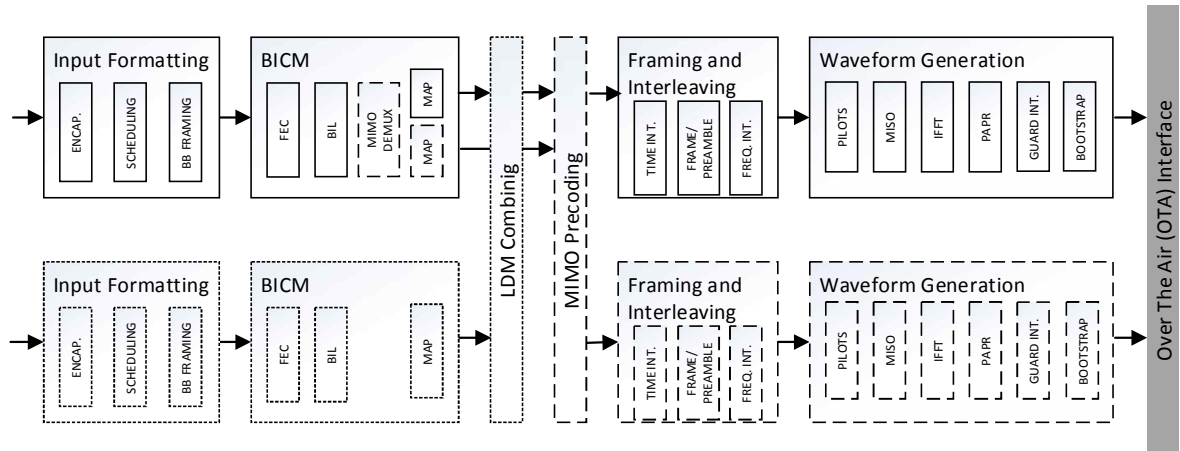
- 시간 영역 군집 오류 채널에 강인성을 위해 사용되는 시간 인터리버 (Time Interleaver)는 최대 200msec 인터리빙 깊이를 가지는 부프레임 내 인터리빙 (Intra-subframe Interleaving)과 강인한 저용량 서비스 전송을 위한 부프레임 간 인터리빙 (Inter-subframe Interleaving) 모드를 지원하며 확장 인터리빙 (Extended Interleaving) 적용 시 인터리빙 깊이는 최대 400msec 까지 확장 가능
- 주파수 영역 군집 오류 채널에 강인하도록 OFDM 심볼 단위로 동작하는 주파수 인터리버 (Frequency Interleaver) 지원

위와 같이 물리계층 설계는 방송 사업자의 요구를 충족시키고 목표로 하는 서비스를 최적으로 제공할 수 있도록 다양한 기술 방식의 적용을 목표로 한다. 뿐만 아니라 향후 새로운 기술로 업데이트 또는 교환이 가능하며, 새로운 기술은 프리앰블 (preamble) 시그널링을 통해 활성화될 수 있다. 또한 방송 사업자는 기존의 지상파 UHDTV 서비스에 영향을 주지 않고 새로운 기술을 운용할 수 있다.

6MHz 채널 내에서 전송할 수 있는 최대 용량은 57Mbps이며 최대 64개의 PLP를 지원할 수 있다. 하나의 전송 서비스를 구성하는 데이터 스트림의 조합은 최대 4개의 PLP로 제한된다. 예를 들어 하나의 서비스를 구성할 수 있는 UHD/강인한 HD/강인한 오디오/부가서비스는 각각 다른 강인성을 가지고 각각의 PLP에서 전송이 가능하며 수신기에서 디코딩이 가능하다.

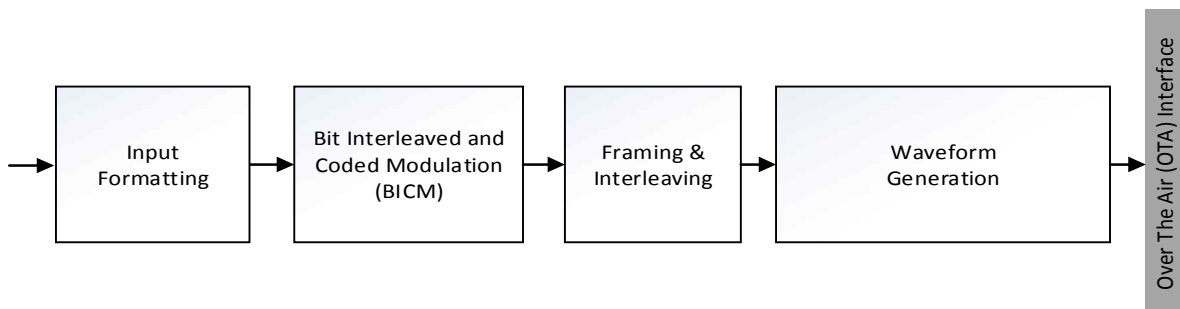
1.1.2 시스템 구조

(그림 1-1)은 물리계층 전송 시스템 블록 구성도를 나타낸다. 시스템 구조는 입력 포매팅 (input formatting), 비트 인터리빙 부호 변조 (BICM), 프레임링/인터리빙 (framing & interleaving), 파형 생성 (waveform generation) 등 4개의 주요 부분으로 구성된다. 그림에는 표시되어 있지 않지만 입력 포매팅의 스케줄러 (scheduler)와 기저대역 포매팅 (baseband formatting) 사이에 SFN/STL 분배 인터페이스가 존재한다. (그림 1-1)에서 실선으로 표시된 구성 요소는 LDM과 MIMO에 공통으로 사용되며, 점선으로 표시된 구성 요소는 MIMO에는 사용되지 않고 LDM에만 사용되며, 파선으로 표시된 구성 요소는 LDM에 사용되지 않고 MIMO에만 사용된다.

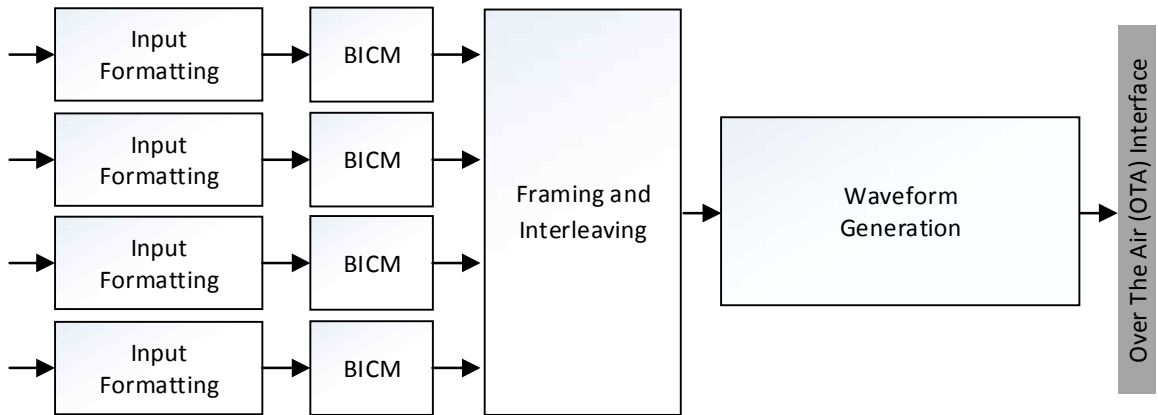


(그림 1-1) 하나의 RF 채널에서 시스템 블록 구성도

(그림 1-2)와 (그림 1-3)은 각각 하나의 PLP와 4개의 PLP를 고려한 시스템 블록 구성도를 간략하게 나타낸다. (그림 1-2)의 시스템 블록 구성도는 주요하게 입력 포매팅, BICM, 프레임링/인터리빙, 파형 생성 등 4개의 블록으로 구성된다. 즉, 시스템 입력 신호는 입력 포맷 블록에서 포맷되고 BICM 블록에서 코딩, 비트 인터리빙, 성상 매핑 과정을 통해 신호처리 된다. 다음으로 프레임링/인터리빙 과정에서는 시간/주파수 인터리빙과 프레임 형성 과정이 수행되며, 마지막으로 파형 생성 과정에서 RF 출력 신호가 생성된다. (그림 1-3)은 4개의 PLP를 갖는 시스템 블록 구성도를 나타내며 각각의 PLP에 대해서 독립된 입력 포매팅과 BICM이 사용된다.

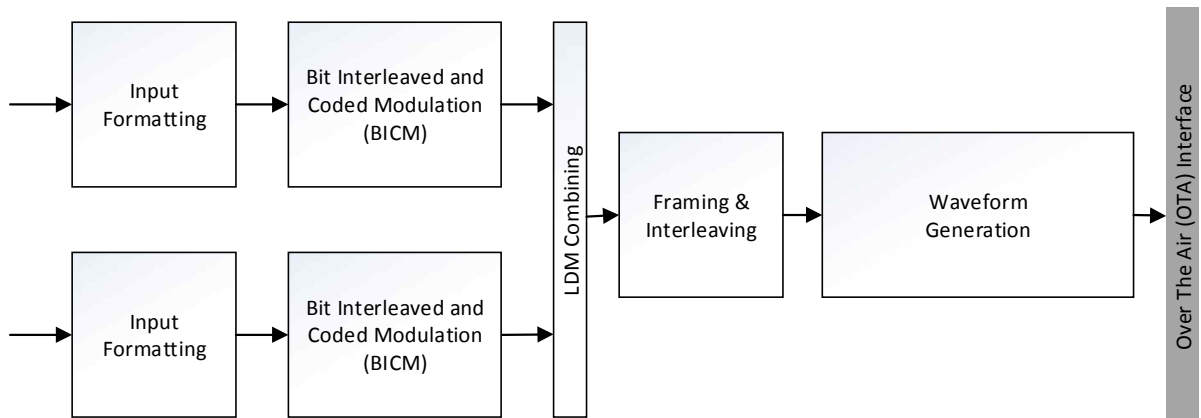


(그림 1-2) 하나의 PLP 를 갖는 시스템 블록 구성도



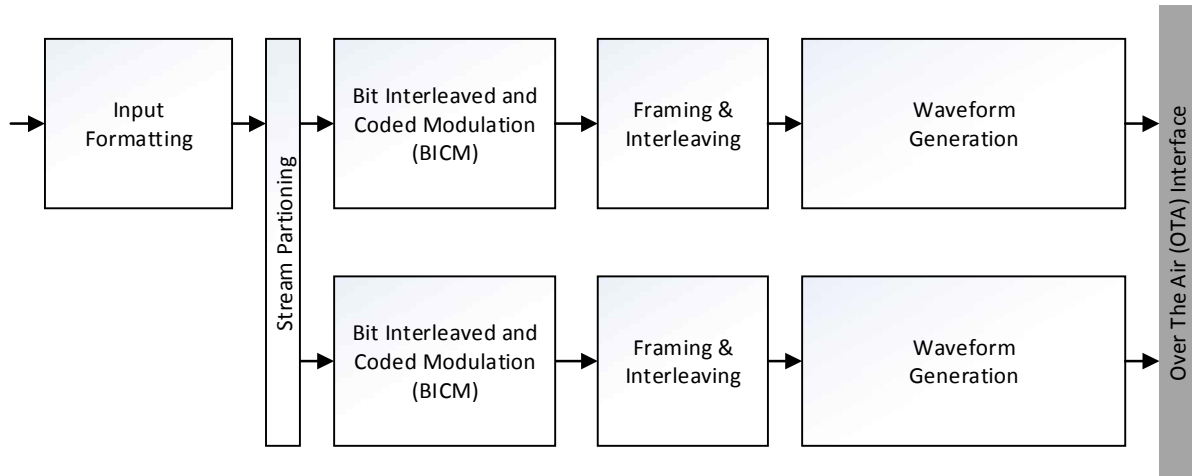
(그림 1-3) 4 개의 PLP 를 갖는 시스템 블록 구성도

(그림 1-4)는 LDM 시스템 블록 구성도를 나타낸다. LDM 시스템은 2개의 계층을 가지고 각 계층은 입력 포매팅과 BICM을 가지며, LDM 삽입 (LDM injection) 블록에서 2개의 계층은 결합된다. 결합된 신호는 프레임링/인터리빙, 파형 생성 블록을 통과한다.



(그림 1-4) LDM 시스템 블록 구성도

(그림 1-5)는 지상파 UHDTV 물리계층 옵션 기술로서 다중 RF 채널을 결합하여 전송 데이터율을 증가시킬 수 있는 채널 본딩 (channel bonding) 시스템 블록 구성도를 나타낸다.



(그림 1-5) 채널 본딩 시스템 블록 구성도

1.2 표준의 구성 및 범위

본 표준은 지상파 UHD TV 방송 서비스 제공을 위한 물리계층 규격에 대해 정의한다. 본 표준은 크게 6장으로 이루어져 있으며, 다음과 같다. “5장. 입력 포맷팅”에서는 입력 데이터의 캡슐화와 압축 및 기저대역 포맷팅과 스케줄링 방법에 대하여 다룬다. “6장. BICM”에서는 비트 인터리버를 포함한 오류정정부호 및 성상 매핑과 계층 변조 다중화 방법에 대해 다룬다. “7장. 프레임링/인터리빙”에서는 성상 매핑된 신호에 대한 시간 인터리빙과 프레임링 및 주파수 인터리빙 방법에 대해 다룬다. “8장. 파형 생성”에서는 파일럿을 포함하여 OFDM 신호 생성을 위한 방법에 대해 다룬다. “9장. L1 시그널링”에서는 물리계층 파라미터 구성을 위해 필요한 정보를 제공하는 시그널링에 대해서 다룬다. 마지막으로 “10장. 부트스트랩”에서는 물리계층 파형 부분의 초기 진입점에 대한 규격을 정의하는 부트스트랩에 대해 다룬다. 또한, 다음과 같은 부록들을 포함한다.

부록 II A: LDPC 부호

부록 II B: 비트 인터리버 수열

부록 II C: 성상도 정의 및 그림

부록 II D: 연속 파일럿 패턴

부록 II E: 부산 파일럿 패턴

부록 II F: 톤 예약 부반송파 색인

- 부록 II G: 부트스트랩을 위한 프리앰블
- 부록 II H: MISO
- 부록 II I: 채널 본딩
- 부록 II J: MIMO
- 부록 II K: PAPR 알고리즘
- 부록 II L: TxID
- 부록 II M: 인지된 오류에 대한 보고 (참고 사항)

2 인용 표준

- [1] ATSC: “Scheduler and Studio–Transmitter Link,” Doc. A/324:2015, Advanced Television System Committee, Washington, D.C.
- [2] ATSC: “Link–Layer Protocol,” Doc. A/330:2015, Advanced Television System Committee, Washington, D.C.
- [3] ATSC: “Signaling, Delivery, Synchronization and Error Protection,” Doc. A/331:2015, Advanced Television System Committee, Washington, D.C.
- [4] ATSC: “Dedicated Return Channel,” Doc. A/323:2015, Advanced Television System Committee, Washington, D.C.

3 용어 정의

3.1.1. 전송 부반송파 개수 (NoC)

OFDM 심볼에서 FFT 크기와 모드에 따라서 전송할 수 있는 전체 부반송파 개수를 나타낸다.

3.1.2. 유효 데이터 부반송파 개수

OFDM 심볼의 전체 부반송파에서 파일럿 및 널 셀, 예약 톤을 제외하고 데이터를 전송할 수 있는 부반송파 개수를 나타낸다.

3.1.3. FEC 프레임

기저대역 패킷에 FEC 패리티 비트가 결합된 형태이며, 각 FEC 프레임은 64800 비트 혹은 16200 비트의 길이를 가진다.

3.1.4. FEC 블록

각 FEC 프레임의 성상 매핑된 출력으로, 그 길이는 FEC 프레임의 길이와 성상 차수에 의해 결정된다.

3.1.5. TI 블록

시간 인터리빙을 수행하기 위한 기본 단위로 한 개 이상의 FEC 블록으로 구성되며, 하나의 인터리빙 프레임은 한 개 이상의 TI 블록을 가질 수 있다.

3.1.6. 내부 부호

연접부호를 구성하는 부호 중 하나로, LDPC 부호가 사용된다.

3.1.7. 외부 부호

연접부호를 구성하는 부호 중 하나로, BCH 혹은 CRC 부호가 사용된다.

3.1.8. 시스테메틱 (systematic)

부호화에 의해 정보 비트열이 변형되지 않고 동일 형태로 그대로 전송되는 부호를 의미한다.

3.1.9. 비균일 성상

성상점들이 비균일하게 분포하고 있는 성상

3.1.10. LDM (계층 분할 다중화)

다수개의 PLP들을 특정 파워 비율로 계층간 결합시키는 다중화 기법

3.1.11. 시간 정렬 프레임

전체 프레임 길이는 부트스트랩, 프리앰블과 프레임 내에 포함된 부프레임의 길이의 합과 같다. 시간 정렬 프레임은 부프레임 내 데이터 OFDM 심볼의 보호 구간에 추가된 초과 샘플을 배치하여 전체 프레임의 길이를 ms 단위로 표현한다.

3.1.12. 심볼 정렬 프레임

전체 프레임 길이는 부트스트랩, 프리앰블과 프레임 내에 포함된 서브프레임의 길이의 합과 같다. 심볼 정렬 프레임은 부프레임 내 데이터 OFDM 심볼의 보호 구간에 대해서 시그널링한 길이 이외에는 어떠한 추가 샘플을 삽입하지 않는다. 전체 프레임의 길이는 심볼의 개수를 사용하여 시그널링한다.

3.1.13. 부프레임 경계 심볼

부프레임 경계 심볼은 수신기의 정확한 채널 추정을 위해서 사용되는 OFDM 심볼로서 부프레임의 첫 번째 또는 마지막 심볼에 위치한다. 부프레임 경계 심볼은 데이터 심볼보다 높은 밀도의 분산 파일럿을 갖도록 D_x 간격으로 분산 파일럿이 배치된다.

3.1.14. 브로드캐스트 스트림 식별자

브로드캐스트 스트림 식별자는 하나의 RF 채널 내에서 방송 신호의 전체 콘텐츠를 구별하는 16비트 값이다. 고유한 각각의 송신 신호는 고유한 BSID를 가지며, 다른 주파수로 변환되더라도 동일한 BSID를 유지한다.

4 약어

ACE Active Constellation Extension

ACS Absolute Cyclic Shift (절대 순환 시프트)

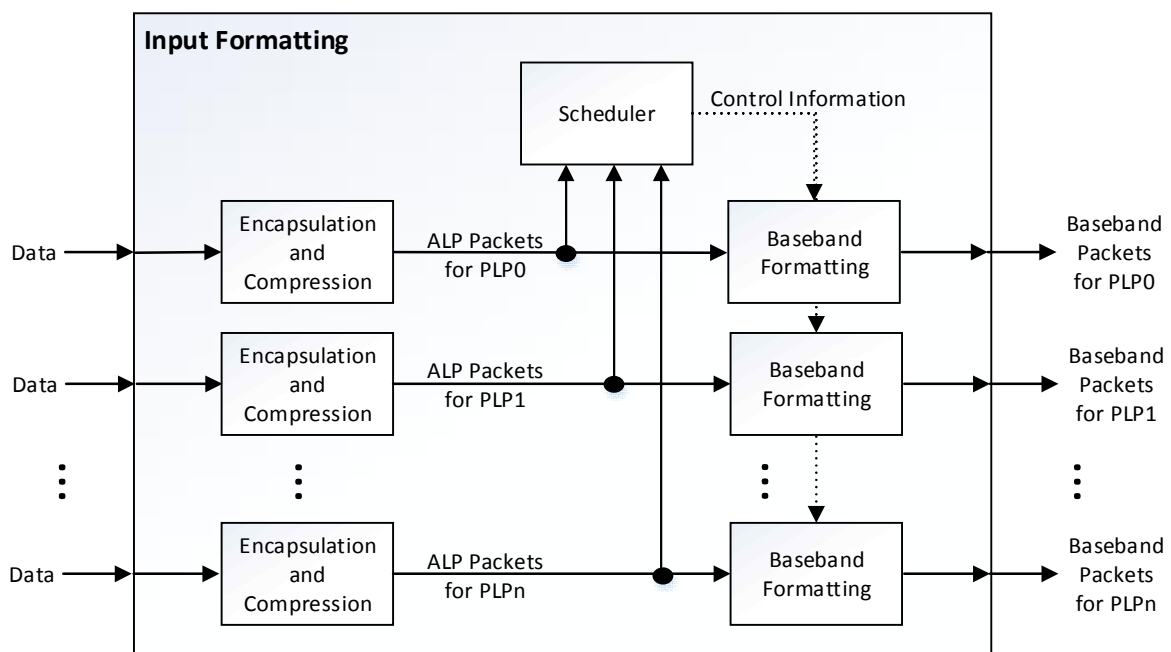
ALP	ATSC3.0 Link Layer Protocol
BCH	Bose, Ray-Chaudhuri and Hocquenghem
BICM	Bit Interleaved and Coded Modulation (비트 인터리빙 부호 변조)
BSID	Broadcast Stream ID (브로드캐스트 스트림 식별자)
CTI	Convolutional Time Interleaver (컨벌루션 시간 인터리버)
CRC	Cyclical Redundancy Check
FDM	Frequency Division Multiplexing (주파수 분할 다중화)
FEC	Forward Error Correction (순방향 에러 정정)
FFT	Fast Fourier Transform
FI	Frequency Interleaver (주파수 인터리버)
HTI	Hybrid Time Interleaver (하이브리드 시간 인터리버)
LDM	Layered Division Multiplexing (계층 분할 다중화)
LDPC	Low Density Parity Check
LFSR	Linear Feedback Shift Register
LLS	Low Level Signaling
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output
MISO	Multiple-Input Single-Output
NUC	Non-Uniform Constellation (비균일 성상)
NoC	Number of Carriers (전송 부반송파 개수)
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (직교 주파수 분할 다중화)
OFI	Optional Field Indicator
PAPR	Peak to Average Power Ratio (첨두 전력 대 평균 전력비)
PLP	Physical Layer Pipe
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RCS	Relative Cyclic Shift (상대 순환 시프트)
SBS	Subframe Boundary Symbol (부프레임 경계 심볼)
SFN	Single Frequency Network
SIMO	Single-Input Multiple-Output
SISO	Single-Input Single-Output
SLT	Service Labeling Table

STL	Studio Transmitter Link (ST 링크)
TDM	Time Division Multiplexing (시분할 다중화)
TI	Time Interleaver (시간 인터리버)
TxID	Transmitter identification (송신기 식별부호)

5 입력 포매팅

(그림 5-1)과 같이 입력 포매팅은 입력 데이터(예, IPv4 패킷, 링크계층 시그널링, MPEG2-TS)의 캡슐화 및 압축, 기저대역 포매팅, 스케줄러의 3가지 블록으로 구성되는데 점선과 실선은 각각 제어 정보의 흐름과 데이터의 흐름을 나타낸다.

입력 데이터의 캡슐화 및 압축 동작에 대한 상세한 내용은 5.1절에, 스케줄러의 동작은 참조문헌 [1]에, 기저대역 포매팅 구성은 5.2절에 기술되어 있다.



(그림 5-1) 입력 포매팅 블록 구성도

5.1 캡슐화 및 압축

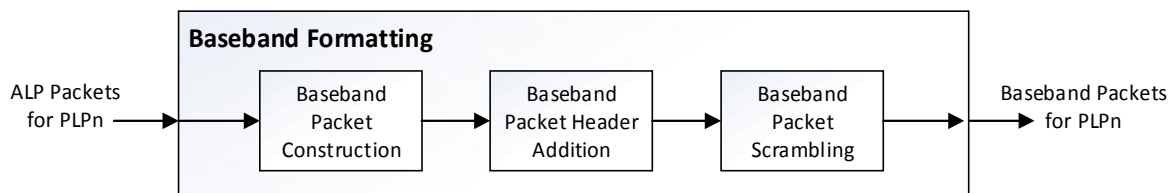
입력 데이터 패킷은 참조문헌 [2] 규격에 따라 캡슐화 및 압축되어 ALP(ATSC3.0 Link Layer Protocol)라 불리는 패킷으로 출력된다. 각각의 ALP 패킷의 길이는 가변적이며, ALP 패킷의 헤더로부터 그 길이를 알 수 있다. 하나의 ALP 패킷의 최대 길이(헤더 및 데이터 포함)는 참조문헌 [2]를 따른다.

5.1.1 PLP 개수

각각의 RF 채널 (6 MHz)내에서 PLP의 최소 개수는 1개이고 최대 개수는 64개이다. 7.1.2절에 기술된 제약사항에 견주어서 하나의 전송 서비스를 조합하기 위하여 프레임에서 동시에 디코딩을 요구하는 PLP의 최대 개수는 4개이다.

5.2 기저대역 포매팅

(그림 5-2)와 같이 기저대역 포매팅 블록은 기저대역 패킷 생성 및 기저대역 패킷 헤더 생성, 각각의 기저대역 패킷 스크램블링의 3가지 블록으로 구성된다. 기저대역 포매팅 블록은 스케줄러의 지시에 의해서 하나 또는 그 이상의 PLP를 생성한다. 기저대역 포매팅 블록은 정의된 FEC 프레임당 정확하게 하나의 기저대역 패킷을 출력한다.



(그림 5-2) 기저대역 포매팅 블록도

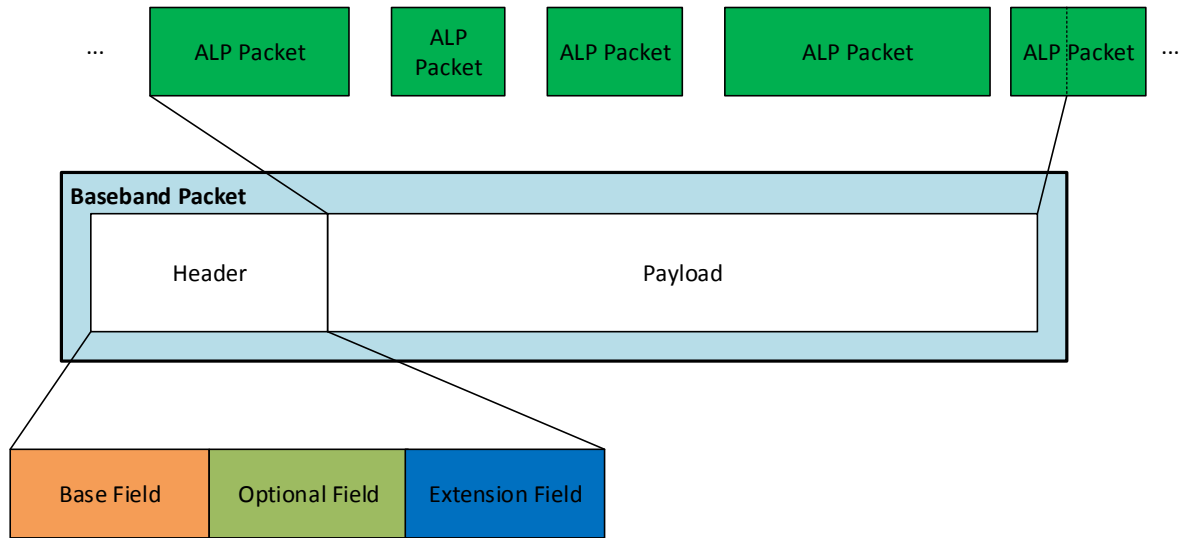
5.2.1 ALP 패킷의 기저대역 패킷 할당

하나의 기저대역 패킷은 5.2.2절에서와 같이 하나의 헤더와 하나의 페이로드(ALP 패킷 또는 패딩)로 구성된다. 기저대역 패킷은 K_{payload} 크기의 고정 길이를 가지며 그 길이는 해당 PLP를 위해 선택된 부호율과 부호어 길이에 의해 결정된다. K_{payload} 의 값은 <표 6-1>과 <표 6-2>에 나와 있다.

ALP 패킷은 반드시 입력되는 순서대로 페이로드 부분에 할당되어야 하며, 순서를 바꾸는 것은 허용되지 않는다. 만약 입력되는 ALP 패킷의 개수가 어떤 기저대역 패킷을 채우기에 충분하지 않다면, 해당 기저대역 패킷을 온전히 채우기 위해 패딩이 사용되며, 상세한 내용은 5.2.2.3절에 기술되어 있다.

일반적으로 ALP 패킷의 개수는 해당 기저대역 패킷을 채우기에 충분하다. 만약 마지막 ALP 패킷이 해당 기저대역 패킷을 다 채우고도 남는 경우, 그 남는 부분(나누어진 ALP)은 다음 기저대역 패킷의 시작부터 할당하여 전송할 수 있다. ALP 패킷은 반드시

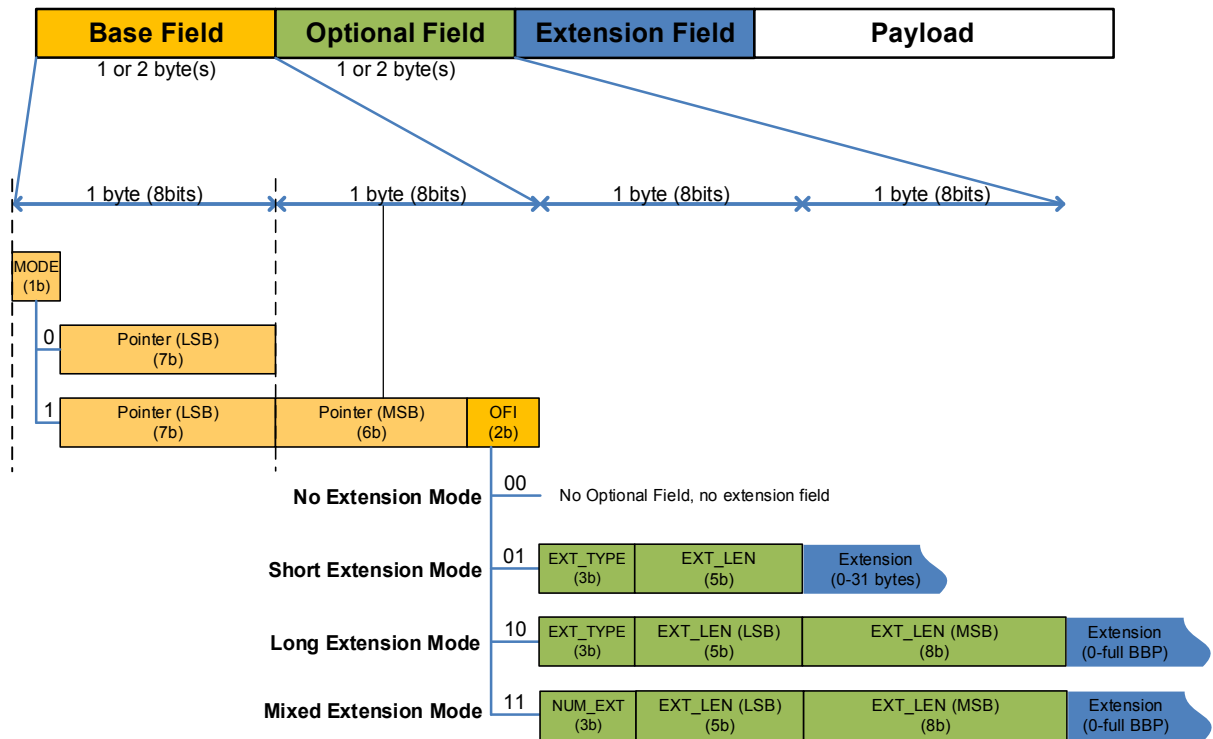
바이트 단위로 분할된다. 만약 그 마지막 ALP 패킷을 분할하지 않을 경우, 현재 기저대역 패킷에서는 기저대역 패킷을 완전히 채우기 위해 기저대역 패킷 헤더의 확장 필드에 패딩이 사용된다. (그림 5-3)에서 마지막 ALP 패킷은 현재 기저대역 패킷과 다음 기저대역 패킷 사이에 나누어져 있다.



(그림 5-3) 헤더 및 페이로드, ALP 패킷을 기저대역 패킷으로 할당하는
기저대역 패킷 구조

5.2.2 기저대역 패킷 헤더

기저대역 패킷 헤더는 (그림 5-3)과 (그림 5-4) 와 같이 최대 3개의 필드로 구성된다. 첫 번째 부분은 모든 기저대역 패킷을 나타내는 기저 필드(Base Field)이고, 두 번째 부분은 선택 필드(Optional Field)이며, 세 번째 부분은 확장 필드(Extension Field)이다.



(그림 5-4) 기저대역 패킷 헤더 상세 구조

5.2.2.1 기저 필드

하나의 ALP 패킷이 2개 이상의 기저대역 패킷으로 나누어질 수도 있으므로 기저대역 패킷의 페이로드 시작이 반드시 ALP 패킷의 시작을 나타내지는 않는다. 기저 필드는 해당 기저대역 패킷 내에 온전한 첫 번째 ALP 패킷의 시작 위치 정보를 시그널링한다. 이때 시그널링 값은 페이로드의 시작 위치로부터 해당 기저대역 패킷에서 시작되는 첫 번째 ALP 패킷의 시작 위치까지의 오프셋 (바이트 단위)이다. 어떤 ALP 패킷이 기저대역 패킷의 페이로드 시작 위치로부터 시작할 때, 그 지시자의 값은 0으로 설정된다. 기저대역 패킷 내에 시작하는 ALP 패킷이 없을 때, 그 지시자의 값은 8191로 설정되고 기저 헤드는 2 바이트 길이를 갖는다. 기저대역 패킷 내에 ALP 패킷이 없고 단지 패딩만 존재할 때 그 지시자의 값은 8191로 설정되고 기저 헤드는 2 바이트 길이를 가지며 OFI 지시자에 의해 표시되는 선택 및 확장 필드가 사용된다.

기저 필드의 시그널링은 아래와 같다.

MODE - 본 필드는 1 비트로 기저 필드의 길이가 1 바이트(MODE = 0)인지 2 바이트(MODE = 1)인지를 나타낸다. 다시 말해서, 지시자(Pointer) 필드의 상위 MSB 6

비트와 2비트 OFI 필드의 존재 유무를 나타낸다.

MODE = 0일 때, 지시자 값은 128 바이트보다 작은 값을 갖는다. 지시자 필드는 7 비트로 구성되고 지시자의 값은 Pointer_LSB 내에만 전송되며 Pointer_LSB 내에서 해당 비트는 MSB 부터 LSB 순서이어야 한다. 기저 헤더의 길이는 1 바이트이고 선택 필드와 확장 필드 어떤 것도 할당되지 않아야 한다.

MODE = 1일 때, 지시자 필드의 길이는 13 비트이어야 하는데 해당 기저 필드의 Pointer_LSB와 Pointer_MSB의 조합으로 구성된다. Pointer_LSB 내의 비트는 MSB 부터 LSB 순서이어야 하고, Pointer_MSB 내의 비트도 MSB 부터 LSB 순서이어야 한다. 기저 필드의 길이는 2 바이트이고, OFI 필드를 이용하여 선택 필드와 확장 필드의 할당이 허용된다. Pointer_LSB와 Pointer_MSB의 조합 순서는 (그림 5-4)에 보여지는 대로 Pointer_LSB 7 비트가 먼저 오고 다음 Pointer_MSB 6 비트 순서이어야 한다. 예를 들어 지시자의 값이 130이고 OFI = 0 인 경우, 기저 헤더 2 바이트의 값은 MODE = 1, Pointer_LSB = 0000010, Pointer_MSB = 000001, OFI = 00. 즉, “10000010 00000100” 이어야 한다.

Pointer_LSB – 본 필드는 지시자 필드의 LSB 7 비트이다.

Pointer_MSB – 본 필드는 지시자 필드의 MSB 6 비트이다.

OFI(Optional Field Indicator) – 본 필드는 2비트이고, <표 5-1>과 같이 기저대역 패킷의 헤더 확장 모드를 나타낸다.

<표 5-1> OFI

OFI	Description
00	No Extension Mode: Absence of both optional and extension fields
01	Short Extension Mode: Presence of the optional field, with length equal to 1 byte
10	Long Extension Mode: Presence of the optional field, with length equal to 2 bytes
11	Mixed Extension Mode: Presence of the optional field, with length equal to 2

	bytes
--	-------

5.2.2.2 선택 필드

선택 필드는 OFI = 01 또는 10 또는 11인 경우에만 할당된다. OFI = 01일 때는 짧은 길이 확장 모드(short extension mode)로, OFI = 10일 때는 긴 길이 확장 모드(long extension mode)로, OFI = 11일 때는 복수 확장 모드(mixed extension mode)로 정의된다.

- 짧은 길이 확장 모드

확장 필드는 해당 선택 필드 내의 EXT_TYPE과 EXT_LEN 필드에 따라 구성되는데, EXT_TYPE에 명기된 확장 타입의 실제 길이가 EXT_LEN에 명기될 값보다 작을 경우, 5.2.2.3절에 정의된 바와 같이 그 나머지 부분은 0x00 값을 가지는 패딩으로 채워져야 한다.

짧은 길이 확장 모드의 선택 필드는 다음과 같은 필드로 구성된다.

EXT_TYPE (3 비트): 본 필드는 <표 5-2>에 정의된 바와 같이 확장 필드에 전송되는 확장의 타입을 나타낸다. 기저대역 패킷당 하나의 확장 타입만 사용된다.

EXT_LEN (5 비트): 본 필드는 0 ~ 31 바이트 범위에서 확장 필드의 바이트 길이를 나타낸다. EXT_LEN=0은 확장 필드가 할당되지 않음을 나타낸다.

- 긴 길이 확장 모드

확장 필드는 해당 선택 필드 내의 EXT_TYPE과 EXT_LEN(LSB)와 EXT_LEN(MSB) 필드의 조합에 따라 구성되는데, EXT_TYPE에 명기된 확장 타입의 실제 길이가 EXT_LEN(LSB)와 EXT_LEN(MSB)의 조합에 명기될 값보다 작을 경우, 5.2.2.3절에 정의된 바와 같이 그 나머지 부분은 0x00값을 가지는 패딩으로 채워져야 한다.

긴 길이 확장 모드의 선택 필드는 다음과 같은 필드로 구성된다.

EXT_TYPE (3 비트): 본 필드는 <표 5-2> 와 같이 확장 필드에 전송되는 확장의 타입을 나타낸다. 기저대역 패킷 당 하나의 확장 타입만 사용된다.

EXT_LEN (LSB) (5 비트): 본 필드는 13 비트 EXT_LEN의 LSB 파트를 나타낸다.

EXT_LEN (MSB) (8 비트): 본 필드는 13 비트 EXT_LEN의 MSB 파트를 나타낸다.

선택 필드 내의 EXT_LEN(LSB)와 EXT_LEN(MSB) 필드의 조합인 EXT_LEN (13 비트)는 0 ~ 기저대역 패킷 끝부분까지의 범위를 가지는 확장 필드의 실제적인 바이트 길이를 나타낸다. EXT_LEN가 확장 필드의 길이가 0임을 나타낼 때 확장 필드는 할당되지

않는다.

● 복수 확장 모드

복수 확장 모드에서 확장 필드는 패딩과 패딩이 아닌 N개의 확장 타입으로 구성된다 (여기서, $2 \leq N \leq 7$). (그림 5-5)는 복수 확장 모드에서 확장 필드의 구조를 나타낸다.



(그림 5-5) 복수 확장 모드에서 확장 필드의 구조

패딩이 아닌 N개의 확장 타입은 각각의 확장 타입을 위해서 2 바이트 헤더를 할당한다. 즉, 확장 필드의 전체 헤더는 2N 바이트가 된다. 확장 필드에서 N개의 모든 헤더가 우선 전송되고, 이후로 각각의 확장 타입에 따른 페이로드 필드가 차례대로 전송되며 필요한 경우 최종적으로 패딩이 전송된다.

각각의 확장 타입을 위한 2 바이트 헤더는 긴 길이 확장 모드의 2 바이트 헤더와 동일한 구성을 가진다. EXT_LEN (13 비트)는 해당 페이로드의 길이를 나타낸다.

복수 확장 모드에서의 선택 필드는 다음과 같은 필드로 구성된다.

NUM_EXT (3 비트): 본 필드는 해당 확장 필드에 있는 패딩이 아닌 확장 타입의 개수 $N(2 \leq N \leq 7)$ 을 나타낸다.

EXT_LEN (LSB) (5 비트): 본 필드는 13 비트 EXT_LEN의 LSB 파트를 나타낸다.

EXT_LEN (MSB) (8 비트): 본 필드는 13 비트 EXT_LEN의 MSB 파트를 나타낸다.

선택 필드 내의 EXT_LEN(LSB)와 EXT_LEN(MSB) 필드의 조합인 EXT_LEN (13 비트)는 4 바이트부터 기저대역 패킷 끝부분까지의 범위를 가지는 확장 필드의 실제적인 바이트 길이를 나타낸다.

현재 버전의 규격에서 정의하는 확장 필드와 이와 관련된 EXT_TYPE 값은 <표 5-2>와 같다.

<표 5-2> 확장 모드를 위한 EXT_TYPE 값의 정의

EXT_TYPE	Description
000	Counter A counter as defined in Section 5.2.2.3 shall be used.
001-110	These fields are reserved for future extension types
111	Padding

	All bytes of extension field are padded with 0x00 as defined in Section 5.2.2.3.
--	--

5.2.2.3 확장 필드

본 버전의 규격에서 정의하는 확장 필드의 타입은 다음과 같다.

- 카운터 타입

EXT_TYPE = 000일 때, 카운터를 포함하는 EXT_LEN 개의 바이트가 확장 필드에 추가된다. 카운터는 2 바이트로 구성되고 선택필드 바로 뒤에 위치한다. 확장의 첫번째 바이트는 카운터의 MSB 파트를 나타내고, 확장의 두번째 바이트는 카운터의 LSB 파트를 나타낸다. EXT_LEN의 최소값은 2 이다. EXT_LEN이 2보다 큰 값을 갖는 경우에 카운터 이후에 패딩이 존재함을 나타낸다. 기저대역 패킷이 오직 패딩만을 전송하는 경우에는 EXT_TYPE = 111이 사용되고, 카운터 타입은 사용되지 않는다.

카운터는 0부터 시작하고 해당 PLP에서 각각의 기저대역 패킷에 대해 1씩 증가한다. PLP별로 독립적인 카운터가 사용되고, 카운터의 값이 최대값에 도달했을 때, 다음 기저대역 패킷의 카운터 값은 0으로 재설정되어 동일한 방법으로 각각의 기저대역 패킷에 대해 1씩 증가한다. 채널 본딩 (부록 1 참조)을 적용하는 PLP에 대해서, 해당 PLP내의 기저대역 패킷의 순서를 나타내기 위해 하나의 카운터가 사용되며, 이는 해당 기저대역 패킷이 RF 채널에 할당되기 전에 이루어진다.

하나의 예로서, OFI = 01이고 EXT_LEN = 5이면, 2 바이트는 카운터이고 확장 필드의 나머지 3 바이트는 패딩으로 구성된다. 이 경우, 기저 필드의 길이가 2 바이트, 선택 필드의 길이가 1 바이트, 확장 필드의 길이가 5 바이트이므로 총 헤더 길이는 8 바이트가 된다.

- 패딩 타입

OFI = 01 또는 OFI = 10인 경우, <표 5-2>와 같이 확장 필드는 EXT_TYPE = 111을 설정함으로써 패딩만을 위해 사용될 수 있다.

OFI = 00의 경우와 비교해서, OFI = 01과 EXT_LEN=00000은 1 바이트 패딩을 나타내고, OFI = 10과 EXT_LEN = 00000 000000000은 2 바이트 패딩을 나타낸다.

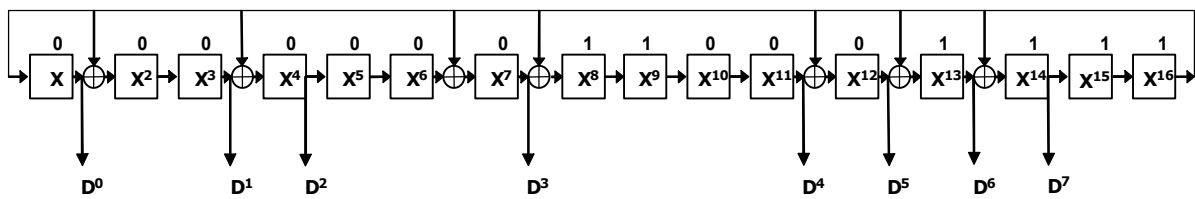
5.2.3 기저대역 패킷의 스크램블링

성상에 해당하는 데이터가 원치 않는 방식으로 동일한 지점에 할당되지 않도록 하기 위해, 헤더와 페이로드로 구성되는 기저대역 패킷 전체는 FEC 이전에 항상 스크램블되어야 한다. 스크램블링 시퀀스는 9 개의 피드백 탭을 가지는 16 비트 시프트 레지스터에 의해 생성된다.

생성기 다항식은 다음과 같다.

$$G(x) = 1 + X + X^3 + X^6 + X^7 + X^{11} + X^{12} + X^{13} + X^{16}$$

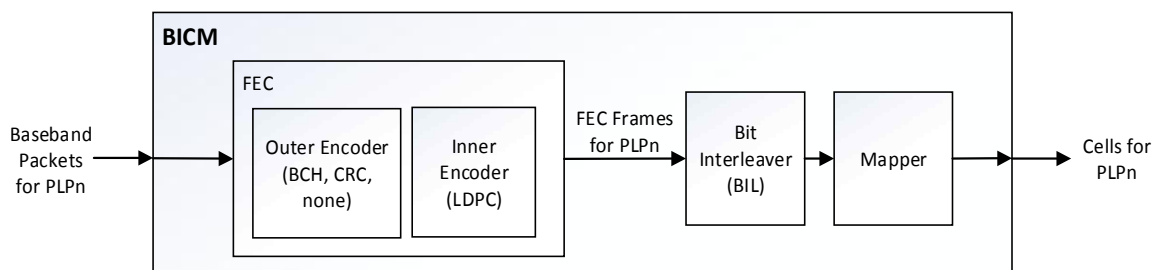
모든 기저대역 패킷의 시작에서 (그림 5-6)과 같이 PRBS 레지스터는 고정된 시퀀스(0xF180: 1111 0001 1000 0000) 로 초기화된다. 생성된 기저대역 스크램블링 시퀀스는 1100 0000 0110 1101 0011 1111 ... (MSB first, 즉 $D^7, D^6, \dots, D^0, \dots$)와 같다. 생성기는 바이트 클럭 단위로 동작하고 하나의 사이클당 8 비트가 출력된다.



(그림 5-6) 기저대역 스크램블링을 위한 PRBS 인코더의 시프트 레지스터

6 BICM

BICM 블록의 구성도가 (그림 6-1)에 나타나 있다. BICM 블록은 FEC, 비트 인터리버, 매퍼로 구성된다.



(그림 6-1) BICM의 구성도

6.1 FEC

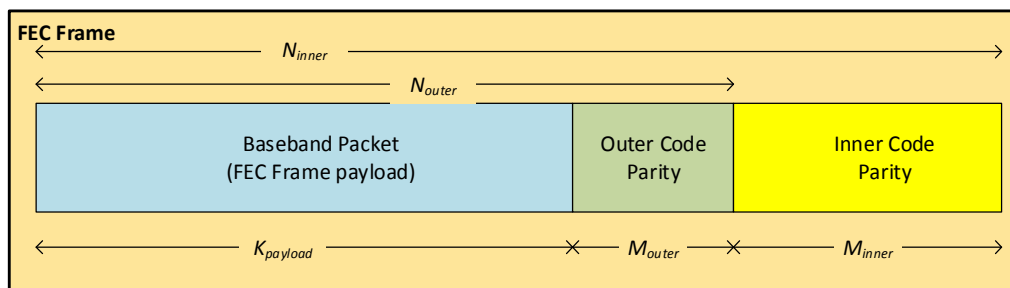
FEC 파트의 입력은 기저 대역 패킷이며 출력은 FEC 프레임이다. FEC 프레임의 구조는 6.1.1절에 설명되어 있으며, FEC에 대한 자세한 내용은 6.1.2절과 6.1.3절에 설명되어 있다. 각각의 부호율과 부호어 길이에 따라 기저 대역 패킷의 크기는 고정되며, FEC 프레임의 크기는 부호어 길이에 따라 달라진다.

6.1.1 FEC 프레임의 구조

하나의 FEC 프레임은 기저 대역 패킷 페이로드와 외부 부호, 그리고 내부 부호가 연결된 형태로 구성되어 있다.

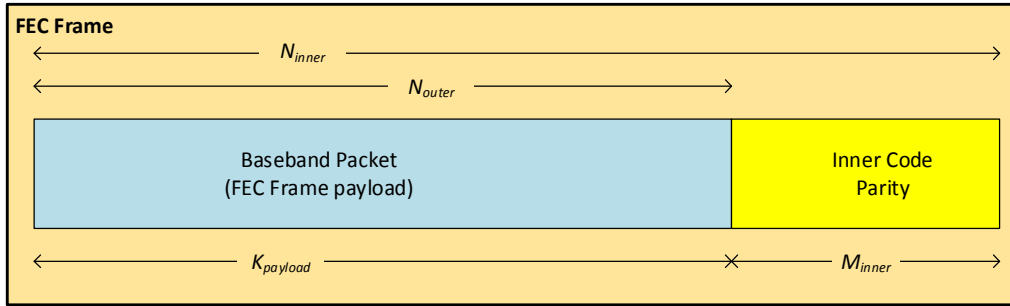
내부 부호로는 LDPC 부호가 사용된다. LDPC 부호는 $N_{inner} = 64800$ 비트와 $N_{inner} = 16200$ 비트의 두 가지 크기를 가진다. 내부 부호의 사용은 필수사항이며, 송신된 기저 대역 패킷을 정확하게 수신하는 데 필요한 덧붙임을 제공하기 위해 사용된다. 내부 부호 패리티의 길이(M_{inner})는 부호율과 N_{inner} 에 의해 결정된다. 내부 부호의 종류는 외부 부호와 함께 **L1D_plp_fec_type** 필드에서 시그널링된다.

외부 부호는 선택적으로 사용될 수 있으며, 외부 부호가 사용될 경우 BCH 혹은 CRC가 사용될 수 있다. 외부 부호 (BCH와 CRC)는 M_{outer} 개의 패리티 비트를 입력 기저 대역 패킷에 추가한다. BCH 부호를 사용하는 경우 M_{outer} 의 길이는 각각 192 비트 ($N_{inner} = 64800$ 비트일 때) 혹은 168 비트 ($N_{inner} = 16200$ 비트일 때)이다. CRC를 사용하는 경우에는 M_{outer} 의 길이는 32 비트이다. 페이로드, BCH 또는 CRC, 그리고 LDPC 패리티가 연결된 최종 구조는 (그림 6-2)에 나타나 있다.



(그림 6-2) BCH 또는 CRC 가 외부 부호로 사용된 경우의 FEC 프레임 구조

BCH 또는 CRC 중 어떠한 것도 사용되지 않은 경우 M_{outer} 의 길이는 0이며, 이 때의 FEC 프레임 구조는 (그림 6-3)과 같이 나타난다.



(그림 6-3) 외부 부호가 사용되지 않은 경우의 FEC 프레임 구조

따라서 페이로드의 길이 ($K_{payload}$)는 외부 부호의 종류, 부호율, 그리고 부호어 길이에 따라 결정된다. M_{outer} , N_{inner} , N_{outer} , $K_{payload}$ 의 크기는 <표 6-1>과 <표 6-2>에 나타나 있다.

<표 6-1> $N_{inner}=64800$ 일 때의 $K_{payload}$ 의 길이

Code Rate	$K_{payload}$ (BCH)	M_{outer} (BCH)	$K_{payload}$ (CRC)	M_{outer} (CRC)	$K_{payload}$ (no outer)	M_{outer} (no outer)	M_{inner}	N_{outer}
2/15	8448	192	8608	32	8640	0	56160	8640
3/15	12768	192	12928	32	12960	0	51840	12960
4/15	17088	192	17248	32	17280	0	47520	17280
5/15	21408	192	21568	32	21600	0	43200	21600
6/15	25728	192	25888	32	25920	0	38880	25920
7/15	30048	192	30208	32	30240	0	34560	30240
8/15	34368	192	34528	32	34560	0	30240	34560
9/15	38688	192	38848	32	38880	0	25920	38880
10/15	43008	192	43168	32	43200	0	21600	43200
11/15	47328	192	47488	32	47520	0	17280	47520
12/15	51648	192	51808	32	51840	0	12960	51840
13/15	55968	192	56128	32	56160	0	8640	56160

<표 6-2> $N_{inner}=16200$ 일 때의 $K_{payload}$ 의 길이

Code Rate	$K_{payload}$ (BCH)	M_{outer} (BCH)	$K_{payload}$ (CRC)	M_{outer} (CRC)	$K_{payload}$ (no outer)	M_{outer} (no outer)	M_{inner}	N_{outer}
2/15	1992	168	2128	32	2160	0	14040	2160
3/15	3072	168	3208	32	3240	0	12960	3240
4/15	4152	168	4288	32	4320	0	11180	4320
5/15	5232	168	5368	32	5400	0	10800	5400
6/15	6312	168	6448	32	6480	0	9720	6480
7/15	7392	168	7528	32	7560	0	8640	7560
8/15	8472	168	8608	32	8640	0	7560	8640
9/15	9552	168	9688	32	9720	0	6480	9720
10/15	10632	168	10768	32	10800	0	5400	10800
11/15	11712	168	11848	32	11880	0	4320	11880
12/15	12792	168	12928	32	12960	0	3240	12960
13/15	13872	168	14008	32	14040	0	2160	14040

6.1.2 외부 부호

외부 부호에 대해서 몇 가지 선택 사항이 존재한다. 첫 번째는 BCH 부호이며 이 부호는 오류 검출뿐만 아니라 오류 정정도 제공한다. CRC는 오류 정정 기능을 제공하지는 않고 오류 검출 기능만을 제공한다. 세 번째 선택으로는, 아무런 외부 부호도 선택하지 않을 수 있다.

6.1.2.1 BCH

BCH가 외부 부호로 사용되는 경우에는 12 비트를 정정할 수 있는 BCH 부호가 사용되며 다음과 같이 정의된다.

정보 다항식이 $m(x) = m_0x^{K_{payload}-1} + m_1x^{K_{payload}-2} + \dots + m_{K_{payload}-1}$ 와 같이 주어질 때 계수 $m_0, m_1, \dots, m_{K_{payload}-1}$ 는 부호화될 정보이다. BCH 부호의 M_{outer} 차 생성 다항식인 $g(x)$ 는 $g(x) = g_1(x)g_2(x)\dots g_{12}(x)$ 와 같이 정의된다. 그러면 부호 비트 $s_0, s_1, \dots, s_{N_{outer}-1}$ 은 $N_{outer}-1$ 차 부호어 다항식의 계수로 유도될 수 있고, 이 때 $s(x) = s_0x^{N_{outer}-1} + s_1x^{N_{outer}-2} + \dots + s_{N_{outer}-1}$ 이며 $p(x)$ 는 $m(x)x^{M_{outer}}/g(x)$ 의 나머지 다항식이다. 각 모드에 대한 성분 다항식 $g_i(x)$ 의 정의는 <표 6-3>에 정의되어 있다.

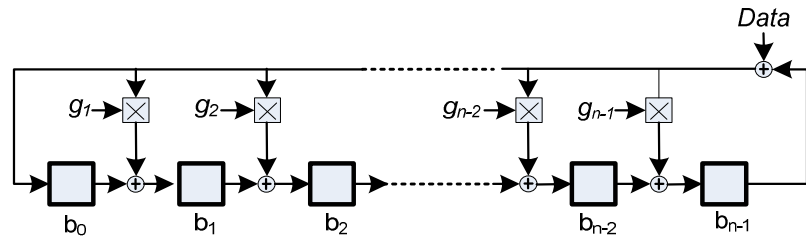
<표 6-3> BCH 다항식

	Code Length $N_{inner}=64800$	Code Length $N_{inner}=16200$
$g_1(x)$	$x^{16}+x^5+x^3+x^2+1$	$x^{14}+x^5+x^3+x+1$
$g_2(x)$	$x^{16}+x^8+x^6+x^5+x^4+x+1$	$x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+1$
$g_3(x)$	$x^{16}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^7+x^5+x^4+x^3+x^2+1$	$x^{14}+x^{10}+x^9+x^6+x^2+x+1$
$g_4(x)$	$x^{16}+x^{14}+x^{12}+x^{11}+x^9+x^6+x^4+x^2+1$	$x^{14}+x^{12}+x^{10}+x^8+x^7+x^4+1$
$g_5(x)$	$x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^5+x^3+x^2+x+1$	$x^{14}+x^{13}+x^{11}+x^9+x^8+x^6+x^4+x^2+1$
$g_6(x)$	$x^{16}+x^{15}+x^{14}+x^{13}+x^{12}+x^{10}+x^9+x^8+x^7+x^5+x^4+x^2+1$	$x^{14}+x^{13}+x^9+x^8+x^7+x^3+1$
$g_7(x)$	$x^{16}+x^{15}+x^{13}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^6+x^5+x^2+1$	$x^{14}+x^{13}+x^{11}+x^{10}+x^7+x^6+x^5+x^2+1$
$g_8(x)$	$x^{16}+x^{14}+x^{13}+x^{12}+x^9+x^8+x^6+x^5+x^2+x+1$	$x^{14}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^5+1$
$g_9(x)$	$x^{16}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^7+x^5+1$	$x^{14}+x^{10}+x^9+x^3+x^2+x+1$
$g_{10}(x)$	$x^{16}+x^{14}+x^{13}+x^{12}+x^{10}+x^8+x^7+x^5+x^2+x+1$	$x^{14}+x^{12}+x^{11}+x^9+x^6+x^3+1$
$g_{11}(x)$	$x^{16}+x^{13}+x^{12}+x^{11}+x^9+x^5+x^3+x^2+1$	$x^{14}+x^{12}+x^{11}+x^4+1$
$g_{12}(x)$	$x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^9+x^7+x^6+x^5+x+1$	$x^{14}+x^{13}+x^{10}+x^8+x^7+x^6+x^5+x^3+x^2+x+1$

6.1.2.2 CRC

CRC가 외부 부호로 사용되는 경우에는 32 비트 CRC (CRC-32)가 사용된다. 이러한 CRC를 계산하기 위한 회로는 (그림 6-4)와 같이 도시되며 CRC 부호 다항식으로 표현할 수 있는 피드백 시프트 레지스터로 구현된다. n 차 생성 다항식 $G_{crc}(x)$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$G_{crc}(x) = x^n + g_{n-1}x^{n-1} + g_{n-2}x^{n-2} + \dots + g_2x^2 + g_1x + 1$$



(그림 6-4) CRC-32 에 대한 시프트 레지스터 회로

CRC-32의 연산은 (그림 6-4)와 같이 시프트 레지스터 회로를 이용하여 수행된다. 가장 먼저 (첫 번째 데이터 비트가 입력되기 전에) 모든 레지스터의 값은 1로 초기화 된다. 데이터 블록의 첫 번째 비트가 (MSB 먼저) 입력된 후 적절한 연산의 결과를 한 칸씩 밀린 스테이지에 적재하는 동안 시프트 클록은 레지스터가 레지스터안에 저장된 값을 b_{n-1} 를 향해 한 칸씩 움직인다. 데이터 블록의 마지막 비트가 입력된 뒤, 내부 부호화에 앞서 각 레지스터의 값은 데이터에 덧붙여지는 CRC-32 비트(b_i , $i = 0, 1, \dots, 31$)를 제공하기 위해 판독 출력된다. 덧붙여지는 비트들은 최상위 비트(b_{31})부터 최하위 비트 순서(b_0)로 위치한다. CRC-32의 생성을 위해, 생성 다항식의 계수 중 g_{21} , g_{16} , g_{11} 만이 1로 설정되며, 나머지 g_i 는 0으로 설정된다. 이를 실제 생성 다항식으로 표현하면 다음과 같다.

$$G_{crc}(x) = x^{32} + x^{21} + x^{16} + x^{11} + 1$$

6.1.3 내부 부호

LDPC 부호는 기저 대역 패킷의 페이로드에 덧붙여지는 패리티 비트를 생성하기 위해 사용된다. 순환 구조의 LDPC 부호가 사용되며, 각각의 부호화에 필요한 색인 목록은 부록 II A에 기술되어 있다.

LDPC 부호는 타입 A와 타입 B의 두 가지 다른 부호화 구조가 사용된다. 각각의 부호율과 부호어 길이에 대한 LDPC 타입은 <표 6-4>를 통해 알 수 있다. 타입 A는 낮은 부호율에서 더 좋은 성능을 보이는 반면 타입 B는 높은 부호율에서 더 좋은 성능을 보인다. 부호어 길이는 $N_{inner} = 64800$ 과 $N_{inner} = 16200$ 의 두 가지 종류가 사용된다.

<표 6-4> 각각의 부호율과 부호어 길이에 대해 사용된 LDPC 타입

Code Rate	LDPC Code Structure Type	
	$N_{inner}=64800$	$N_{inner}=16200$
2/15	A	A
3/15	A	A
4/15	A	A
5/15	A	A
6/15	B	B
7/15	A	B
8/15	B	B
9/15	B	B
10/15	B	B
11/15	B	B
12/15	B	B
13/15	B	B

6.1.3.1 타입 A LDPC 부호

타입 A LDPC 부호는 다음과 같이 구현된다.

정보 블록 $S = (s_0, s_1, \dots, s_{N_{outer}-1})$ 을 부호화하기 위해 LDPC 부호가 사용된다. 길이가 $N_{inner} = N_{outer} + M_1 + M_2$ 인 부호어 $\Lambda = (\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{N_{inner}-1})$ 를 생성하기 위해 패리티 비트 $P = (p_0, p_1, \dots, p_{M_1+M_2-1})$ 가 S 로부터 계산된다. LDPC 부호어는 시스테매틱(systematic)이며 다음과 같이 주어진다.

$$\Lambda = [s_0, s_1, \dots, s_{N_{outer}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{M_1+M_2-1}]$$

M_1 과 M_2 는 각각 이중 대각 행렬과 항등 행렬에 대응되는 패리티의 길이이다. 부호율에 따른 패리티의 길이는 <표 6-5>와 <표 6-6>에 기술되어 있다. 패리티를 계산하는 자세한 과정은 다음과 같다.

- (1) $i = 0, 1, \dots, N_{outer} - 1$ 에 대하여 $\lambda_i = s_i$ 로 초기화한다. $j = 0, 1, \dots, M_1 + M_2 - 1$ 에 대하여, $p_j = 0$ 로 초기화한다.
- (2) 부록 II A의 표 (A-1부터 A-4, A-6, A-11부터 A-14)의 첫 번째 행에 명시된

패리티 비트 주소에 첫 번째 정보 비트 λ_0 를 누적한다.

- (3) 다음 359개의 정보 비트 $\lambda_m, m = 1, 2, \dots, 359$ 에 대해 아래의 계산식으로부터 계산된 패리티 비트 주소에 λ_m 를 누적한다. 계산식은 다음과 같다.

$$(x + m \times Q_1) \bmod M_1 \quad \text{if } x < M_1$$

$$M_1 + \{(x - M_1 + m \times Q_2)\} \bmod M_2 \quad \text{if } x \geq M_1$$

여기서 x 는 첫 번째 비트 λ_0 에 대응되는 패리티 비트 누산기의 주소를 나타낸다. $Q_1 = M_1/360$ 와 $Q_2 = M_2/360$ 는 <표 6-5>와 <표 6-6>에 명기된 부호율에 따른 상수이다.

- (4) 361번째 정보 비트 λ_{360} 에 대하여 패리티 비트 누산기의 주소는 부록 II A에 주어진 표의 두 번째 행에 제시되어 있다. 위와 비슷한 방법으로 그 다음 359개의 정보 비트 $\lambda_m, m = 361, 362, \dots, 719$ 에 대한 패리티 비트 누산기의 주소는 단계 (3)의 수식을 이용하여 구하며, 여기서 x 는 부록 II A에 있는 표의 두 번째 열의 항목인 정보 비트 λ_{360} 에 대응되는 패리티 비트 누산기의 주소를 나타낸다.
- (5) 비슷한 방법으로, 360개의 새로운 정보 비트단위로 구성된 모든 그룹에 대하여, 패리티 비트 누산기의 주소를 찾기 위해 부록 II A에 있는 표의 새로운 행이 사용된다.
- (6) λ_0 부터 $\lambda_{N_{outer}-1}$ 까지의 부호어가 모두 사용된 이후 $i=1$ 부터 순차적으로 다음의 연산을 수행한다.

$$p_i = p_i \oplus p_{i-1} \text{ for } i = 1, 2, \dots, M_1 - 1$$

- (7) 이중 대각 행렬에 대응하는 $\lambda_{N_{outer}}$ 부터 $\lambda_{N_{outer}+M_1-1}$ 까지의 패리티 비트는 다음의 인터리빙 연산에 의해 얻어진다.

$$\lambda_{N_{outer}+360 \cdot t+s} = p_{Q_1 \cdot s+t} \text{ for } 0 \leq s < 360, 0 \leq t < Q_1$$

- (8) $\lambda_{N_{outer}}$ 부터 $\lambda_{N_{outer}+M_1-1}$ 까지 360개의 새로운 부호어 비트로 구성된 모든 그룹에 대해서 부록 II A에 있는 표의 새로운 열과 단계 (3)의 수식이 패리티 비트 누산기의 주소를 찾기 위해 사용된다.
- (9) $\lambda_{N_{outer}}$ 부터 $\lambda_{N_{outer}+M_1-1}$ 까지의 부호어가 모두 사용된 이후, 항등 행렬에 대응하는 $\lambda_{N_{outer}+M_1}$ 부터 $\lambda_{N_{outer}+M_1+M_2-1}$ 까지의 패리티 비트를 다음의 인터리빙 연산을 통해 구한다.

$$\lambda_{N_{outer}+M_1+360 \cdot t+s} = p_{M_1+Q_2 \cdot s+t} \text{ for } 0 \leq s < 360, 0 \leq t < Q_2$$

<표 6-5> 타입 A, $N_{inner} = 64800$ 에 대한 LDPC 부호 변수

Code Rate	Sizes			
	M_1	M_2	Q_1	Q_2
2/15	1800	54360	5	151
3/15	1800	50040	5	139
4/15	1800	45720	5	127
5/15	1440	41760	4	116
7/15	1080	33480	3	93

<표 6-6> 타입 A, $N_{inner} = 16200$ 에 대한 LDPC 부호 변수

Code Rate	Sizes			
	M_1	M_2	Q_1	Q_2
2/15	3240	10800	9	30
3/15	1080	11880	3	33
4/15	1080	10800	3	30
5/15	720	10080	2	28

6.1.3.2 타입 B LDPC 부호

타입 B LDPC 부호화 과정은 다음과 같이 구현된다.

$s_0, s_1, \dots, s_{N_{outer}-1}$ 를 부호화될 정보 비트라 하고 $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{N_{inner}-1}$ 를 계산될 부호 비트라고 하면 부호가 시스템매틱이기 때문에 0 부터 $N_{outer}-1$ 까지 모든 k 에 대해 λ_k 는 s_k 와 동일하게 설정된다. 나머지 부호 비트에 대해 $\lambda_{N_{outer}+k} = p_k$ 로 정하면 해당 패리티 비트는 다음과 같이 계산된다($0 \leq k < M_{inner}$). 부록 II A를 보면 $q(i, j, 0)$ 는 색인 목록의 i 번째 행 j 번째 원소를 나타내고, $0 \leq k < 360$ 에서 $q(i, j, l) = q(i, j, 0) + Q_{ldpc} \cdot l \pmod{M_{inner}}$ 이며, 모든 누적 연산은 GF(2)의 덧셈으로 구현된다. Q_{ldpc} 는 <표 6-7>에 정의된다.

(1) $0 \leq k < M_{inner}$ 에 대해 $p_k = 0$ 로 초기화한다.

(2) $0 \leq k < N_{outer}$ 에 대해 $i = \lfloor k/360 \rfloor$ 로 정하며, 이 때 $\lfloor x \rfloor$ 는 x 보다 크지 않은 가장 큰 정수이고, $l = k \pmod{360}$ 이다. 이제 모든 j 에 대해 다음과 같이 s_k 를 $p_{q(i, j, l)}$ 에 누적한다.

$$p_{q(i,0,l)} = p_{q(i,0,l)} + s_k, \quad p_{q(i,1,l)} = p_{q(i,1,l)} + s_k, \quad p_{q(i,2,l)} = p_{q(i,2,l)} + s_k, \quad \dots, \\ p_{q(i,w(i)-1,l)} = p_{q(i,w(i)-1,l)} + s_k$$

여기서 $w(i)$ 는 부록 II A의 색인 리스트의 i 번째 행의 원소의 수이다.

(3) 모든 $0 \leq k < M_{inner}$ 에 대하여, $p_k = p_k + p_{k-1}$ 이다.

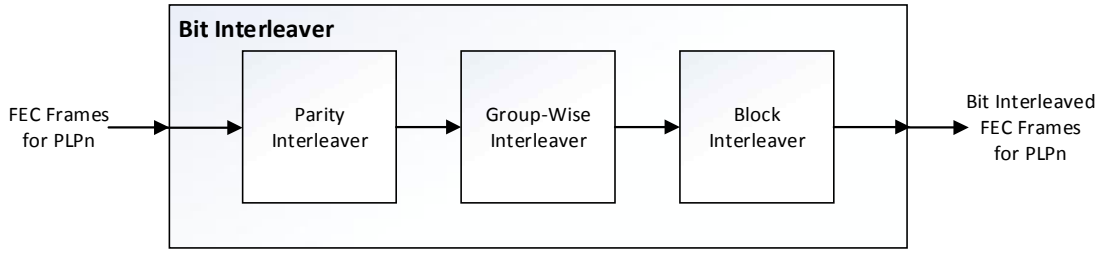
위의 단계로부터, 모든 부호 비트 $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{N_{inner}-1}$ 를 구한다.

<표 6-7> 타입 B LDPC 부호 파라미터

Code Rate	Q/dpc ($N_{inner}=64800$)	Q/dpc ($N_{inner}=16200$)
6/15	108	27
7/15	N/A	24
8/15	84	21
9/15	72	18
10/15	60	15
11/15	48	12
12/15	36	9
13/15	24	6

6.2 비트 인터리버

비트 인터리버 블록은 하나의 FEC 프레임 단위로 동작되며, 비트 인터리빙 블록 동작 후 크기 변화 없이 비트 인터리빙된 하나의 FEC 프레임을 출력한다. (그림 6-5)는 패리티 인터리버 (Parity Interleaver), 그룹 인터리버 (Group-wise Interleaver), 블록 인터리버 (Block Interleaver)로 구성된 비트 인터리버 블록 구성도를 나타낸다.



(그림 6-5) 비트 인터리버 블록 구성도

6.2.1 패리티 인터리버

패리티 인터리버는 타입 A LDPC에는 사용되지 않고 타입 B LDPC에만 적용되며, 패리티 인터리버 출력은 $U = (u_0, u_1, \dots, u_{N_{inner}-1})$ 로 표기된다. 이때 패리티 인터리버는 정보 비트에는 적용되지 않고 패리티 비트에만 적용되며, 이때 패리티 비트는 다음과 같이 인터리빙 된다.

$$u_i = \lambda_i \quad \text{for } 0 \leq i \leq N_{outer} \quad (\text{정보 비트는 인터리버 미적용})$$

$$u_{N_{outer} + 360t + s} = \lambda_{N_{outer} + Q_{ldpc}s + t} \quad \text{for } 0 \leq s \leq 360, 0 \leq t < Q_{ldpc}$$

여기서 Q_{ldpc} 는 <표 6-7>에서 정의된다.

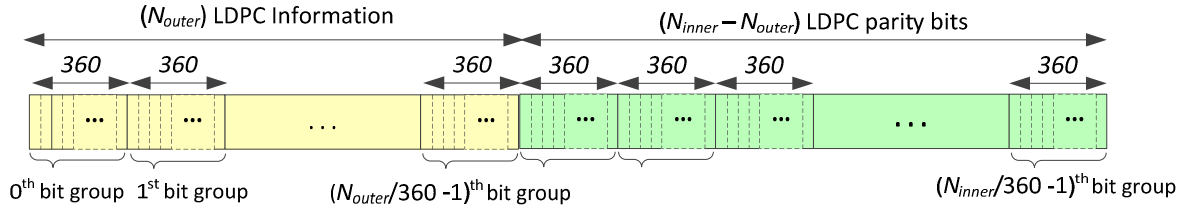
패리티 인터리버 동작은 LDPC 패리티 체크 행렬에서 (LDPC parity-check matrix) 계단 형태를 가지는 패리티 부분을 준순환 (quasi-cyclic) 구조로 변환함으로써 결과적으로 정보 부분과 유사한 행렬 구조를 가지도록 한다.

6.2.2 그룹 인터리버

패리티 인터리빙된 LDPC 부호어 비트 $(u_0, u_1, \dots, u_{N_{inner}-1})$ 은 다음과 같이 $N_{group} = N_{inner} / 360$ 비트 그룹으로 나뉜다.

$$X_j = \{u_k | 360 \times j \leq k < 360 \times (j+1), 0 \leq k < N_{outer}\}, \quad 0 \leq j < N_{group}$$

여기서 X_j 는 j 번째 비트 그룹을 나타내며, $0 \leq j < N_{group}$ 에 대해 각 그룹은 (그림 6-6)에서 보이듯이 360 비트로 구성된다.



(그림 6-6) 패리티 인터리빙된 LDPC 부호어 비트 그룹

패리티 인터리빙된 LDPC 부호어는 다음과 같이 그룹 인터리버에 의해 인터리빙된다.

$$Y_j = X_{\pi(j)} \text{ for } 0 \leq j < N_{group}$$

여기서 Y_j 는 그룹 인터리빙된 j 번째 비트 그룹을 나타내며, $\pi(j)$ 는 그룹 인터리빙을 위한 순열 순서 (permutation order)를 나타낸다. 이때 각 그룹 인터리빙은 변조 및 LDPC 부호율 조합에 따라 최적화되도록 설계된다. 부록 II B에서 <표 B-1>부터 <표 B-10>은 LDPC 부호어 길이 $N_{inner}=64800$ 과 $N_{inner}=16200$ 에 대한 그룹 인터리빙 $\pi(j)$ 의 순열 순서를 나타낸다.

그룹 인터리빙된 LDPC 부호어 ($v_0, v_1, \dots, v_{M_{inner}-1}$) 는 다음과 같이 Y_j 를 연속적으로 배열함으로써 생성된다.

$$V = \{Y_0, Y_1, \dots, Y_{N_{group}-1}\}$$

6.2.3 블록 인터리버

블록 인터리버는 타입 A 블록 인터리버와 타입 B 블록 인터리버 중 선택하여 사용되며, 각 블록 인터리버 타입 사용은 LDPC 타입과 성상 조합에 의해 결정된다. <표 6-8>과 <표 6-9>는 각각 LDPC 부호어 길이 $N_{inner}=64800$ 과 $N_{inner}=16200$ 에서 정의된 블록 인터리버 타입을 나타낸다.

<표 6-8> LDPC 부호어 길이 $N_{inner}=64800$ 에서 정의된 블록 인터리버 타입

CR MOD	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4	A	A	A	B	A	A	B	B	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	B	A	B	B	A	A	B
8	A	A	A	B	B	B	B	A	B	B	A	B
10	A	A	A	B	A	B	A	B	B	B	A	A
12	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A

<표 6-9> LDPC 부호어 길이 $N_{inner}=16200$ 에서 정의된 블록 인터리버 타입

CR MOD	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
2	A	A	A	A	B	B	A	B	A	A	A	A
4	A	A	A	A	B	B	A	B	A	B	A	B
6	A	A	A	A	B	B	A	B	A	A	A	A
8	A	A	A	A	B	A	A	A	A	B	A	A

6.2.3.1 타입 A 블록 인터리버

그룹 인터리빙된 LDPC 부호어는 블록 인터리빙된다. (그림 6-7)은 타입 A 블록 인터리버를 나타내며, 각 열은 Part 1과 Part 2 로 구성된다. 이때 Part 1과 Part 2는 블록 인터리버 열 크기와 비트 그룹 크기 (예 360) 정보를 이용하여 계산된다. Part 1에서 비트 그룹을 구성하는 비트는 같은 열에 배치되며, Part 2에서 비트 그룹을 구성하는 비트는 적어도 2개 열에 걸쳐 배치된다. (그림 6-7)에서 그룹 인터리버 출력 데이터 비트 v_i 는 우선적으로 Part 1 블록 인터리버 부분에 열 방향으로 배치되며, 다음으로 Part 2블록 인터리버에 열 방향으로 배치된다. 배치 과정이 완료되면 (그림 6-7)과 같이 행 방향으로 읽는 과정이 수행된다. 결과적으로 같은 행 방향에서 읽어지는 비트는 하나의 변조 셀로 매핑된다.

각 변조 차수와 부호어 길이에 따른 Part 1 블록 인터리버와 Part 2 블록 인터리버 구조는 <표 6-10>에 정의된다. <표 6-10>에서 블록 인터리버의 열 크기는 각 변조 셀을 구성하는 비트 크기와 동일하며, N_{r1} 과 N_{r2} 의 합으로 표현되는 행의 크기는 N_{inner} / N_c 와 같다. 이때 $N_{r1} (= \lfloor N_{group} / N_c \rfloor \times 360)$ 이고 N_{r2} 는 $(N_{inner} / N_c - N_{r1})$ 이다.

<표 6-10> 블록 인터리버 파라미터

Modulation	Rows in Part 1 N_{r1}		Rows in Part 2 N_{r2}		N_c
	$N_{inner} = 64800$	$N_{inner} = 16200$	$N_{inner} = 64800$	$N_{inner} = 16200$	
QPSK	32400	7920	0	180	2
16QAM	16200	3960	0	90	4
64QAM	10800	2520	0	180	6
256QAM	7920	1800	180	225	8
1024QAM	6480	N/A	0	N/A	10
4096QAM	5400	N/A	0	N/A	12

데이터 입력 비트 v_i ($0 \leq i < N_c \times N_{r1}$)는 우선적으로 $(r_i \times c_j)$ 크기를 가지는 Part 1 블록 인터리버에 배치되며, 이때 열 c_j 과 행 r_j 크기는 다음과 같다.

$$c_i = \left\lfloor \frac{i}{N_{r1}} \right\rfloor$$

$$r_i = (i \bmod N_{r1})$$

다음으로, 데이터 입력 비트 v_i ($N_c \times N_{r1} \leq i < N_{inner}$)는 Part 2 블록 인터리버에 배치되며, 이때 열 c_j 과 행 r_j 크기는 다음과 같다.

$$c_i = \left\lfloor \frac{(i - N_c \times N_{r1})}{N_{r2}} \right\rfloor$$

$$r_i = N_{r1} + \{(i - N_c \times N_{r1}) \bmod N_{r2}\}$$

배치 과정 완료 후 블록 인터리버의 행 r_j 와 열 c_j 로부터 비트 q_j ($0 \leq j < N_{inner}$)가 읽혀진다. 이때 행 r_j 크기와 열 c_j 크기는 다음과 같다.

$$r_j = \left\lfloor \frac{j}{N_c} \right\rfloor$$

$$c_j = (j \bmod N_c)$$

예제로써, 256QAM과 LDPC 부호어 길이 $N_{inner} = 648000$ 이 주어졌을 때, 블록 인터리버

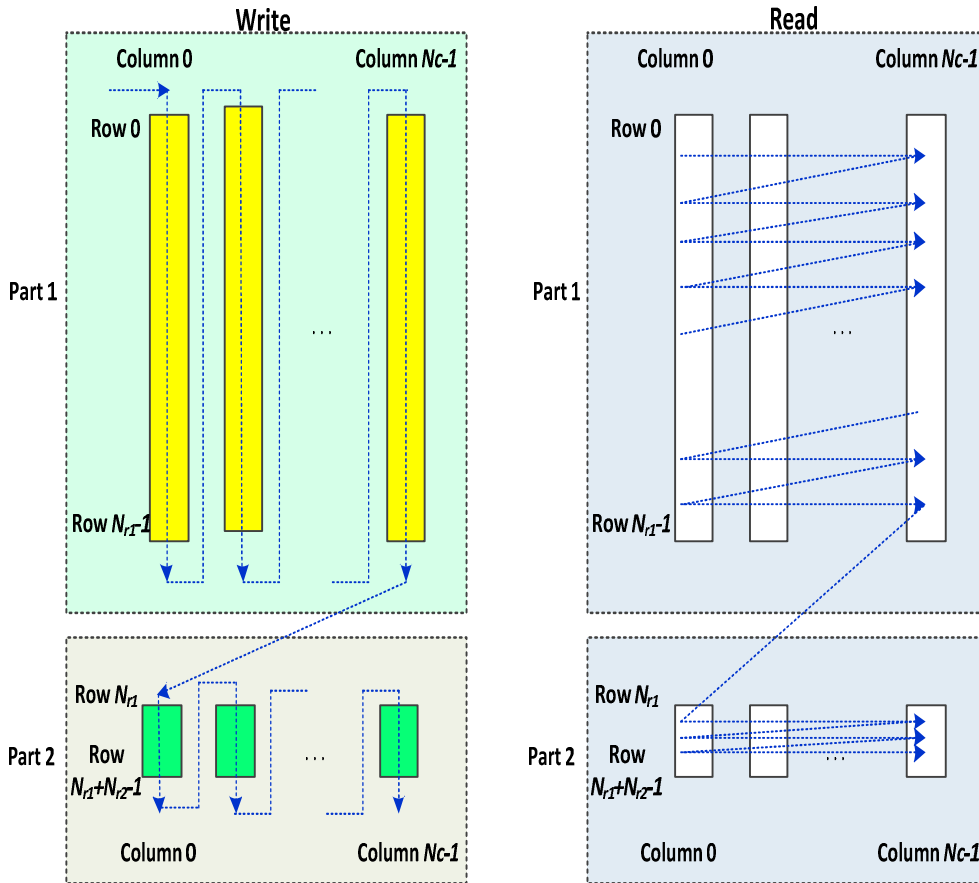
출력 비트 순서는 다음과 같다.

$$(q_0, q_1, q_2, \dots, q_{63357}, q_{63358}, q_{63359}, q_{63360}, q_{63361}, \dots, q_{64799})$$

$$= (v_0, v_{7920}, v_{15840}, \dots, v_{47519}, v_{55439}, v_{63359}, v_{63360}, v_{63540}, \dots, v_{64799})$$

위 예제의 블록 인터리버 출력 비트에 대한 자세한 출력 비트 순서는 다음과 같이 주어진다.

(0, 7920, 15840, 23760, 31680, 39600, 47520, 55440, 1, 7921, 15841, 23761, 31681, 39601, 47521, 55441, …, 7919, 15839, 23759, 31679, 39599, 47519, 55439, 63359, 63360, 63540, 63720, 63900, 64080, 64260, 64440, 64620, …, 63539, 63719, 63899, 64079, 64259, 64439, 64619, 64799)



(그림 6-7) 타입 A 블록 인터리버에서 쓰기과 읽기 동작 과정

6.2.3.2 타입 B 블록 인터리버

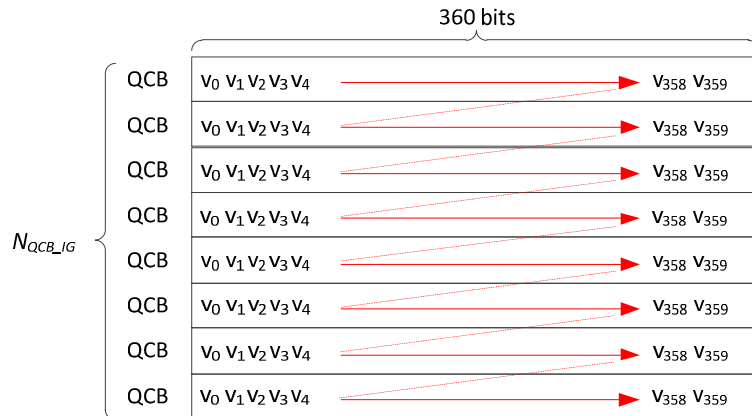
앞서 설명된 타입 A 블록 인터리버와 유사하게 그룹 인터리빙 후 출력 LDPC 부호어에

대해 Part 1과 Part 2로 구성된 타입 B 블록 인터리버가 수행된다. 이때 타입 B 블록 인터리버의 Part 1과 Part 2는 타입 A 블록 인터리버의 Part 1과 Part 2와는 다르게 동작된다. <표 6-11>은 타입 B 블록 인터리버의 행의 크기를 결정하는 파라미터 N_{QCB_IG} 를 나타내며 변조 차수에 따라 각각 정의된다. 타입 B 블록 인터리버는 Part 1과 Part 2로 동작하며 N_{part1} 과 N_{part2} 는 Part 1과 Part 2에서 처리되는 비트 수를 나타낸다.

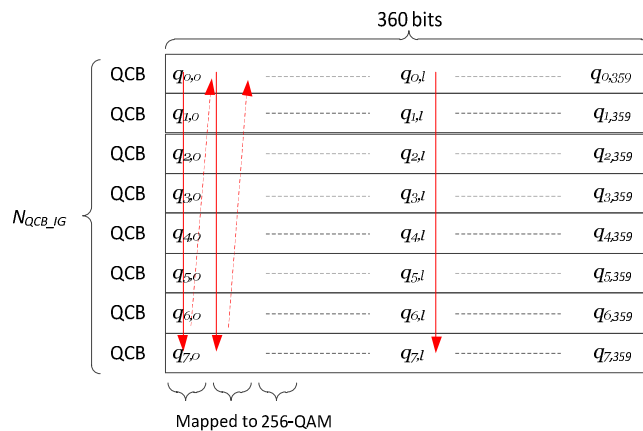
<표 6-11> 타입 B 블록 인터리버에서 파라미터

Modulation	N_{QCB_IG}	N_{part1}		N_{part2}	
		$N_{inner} = 64800$	$N_{inner} = 16200$	$N_{inner} = 64800$	$N_{inner} = 16200$
QPSK	2	64800	15840	0	360
16QAM	4	64800	15840	0	360
64QAM	6	64800	15120	0	1080
256QAM	8	63360	14400	1440	1800
1024QAM	10	64800	N/A	0	N/A
4096QAM	12	64800	N/A	0	N/A

Part 1 블록 인터리버는 N_{QCB_IG} 개의 비트 그룹에 대해서 그룹 인터리버 출력 비트 단위로 동작된다. (그림 6-8)과 (그림 6-9)는 각각 타입 B블록 인터리버 Part 1에서 256QAM을 고려한 쓰기과 읽기 동작 과정을 보여준다. 이때 블록 인터리버는 N_{QCB_IG} 개의 행과 360개의 열의 크기를 갖는다. 쓰기 동작 과정에서 그룹 인터리버 출력 비트는 (그림 6-8)과 같이 행 방향으로 이루어지며, 읽기 동작 과정은 (그림 6-9)와 같이 열 방향으로 이루어진다. 이때 각 열의 비트는 하나의 변조 셀로 매핑된다. Part 2 블록 인터리버는 Part 1에서 동작하고 남은 비트들에 대해서 블록 인터리빙을 실행하지 않고 연속적으로 변조 셀로 매핑된다.



(그림 6-8) 타입 B 블록 인터리버에서의 Part1 256QAM 을 고려한 쓰기 동작
과정



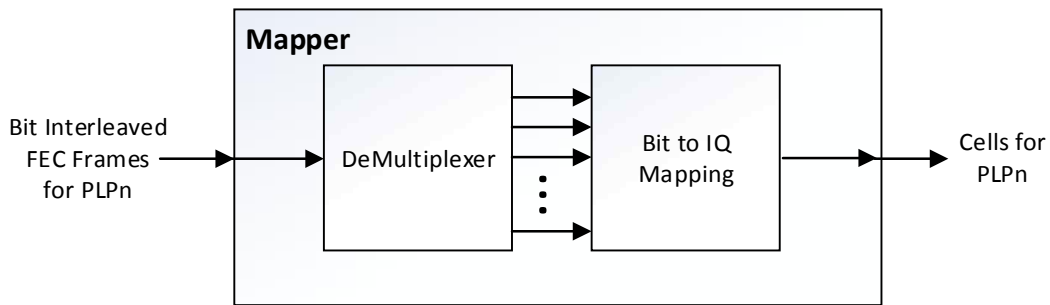
(그림 6-9) 타입 B 블록 인터리버에서의 Part1 256QAM 을 고려한 읽기 동작
과정

6.3 성상 매핑

본 절에서는 FEC 부호화되고 비트 인터리빙된 비트를 복소수 값을 가지는 IQ 차원의 QAM 성상점으로 매핑하는 것에 대해 설명한다. 성상 매핑 블록의 입력은 비트 인터리빙된 FEC 프레임들의 스트림이며 출력은 필요한 경우 FEC 블록으로 묶여지는 셀이다.

맵퍼는 (그림 6-10)과 같이 역다중화기와 비트를 IQ로 매핑하는 블록으로 구성되어 있다. 다음의 절들은 입력 FEC 프레임 비트들이 성상으로 매핑되는 상세한 과정을

기술한다. 첫째로, 6.3.3절에서는 데이터 셀을 생성하기 위해 FEC 프레임을 구성하는 비트들을 병렬 스트림으로 역다중화하는 과정을 설명한다. 다음으로, 데이터 셀은 성상 값으로 매핑되며, 이는 6.3.4절에 기술되어 있다. 각각의 변조 차수별 성상기법에 관한 상세내용은 QPSK의 경우 6.3.4.1절에, 16QAM부터 256QAM까지는 6.3.4.2절에, 1024QAM와 4096QAM은 6.3.4.3절에 기술되어 있다.



(그림 6-10) 매퍼 구조

6.3.1 성상의 개요

변조 차수는 총 6가지로 정의되어 있으며, 균등 (uniform) QPSK 변조와 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM의 다섯 가지 비균일 성상 (non-uniform constellation, NUC)으로 구분되어 있다. 각각의 NUC 변조 차수와 부호율의 조합에 따라 다른 성상이 존재하지만, 부호의 길이에 따라서는 성상이 변하지 않는다. 이는 부호율과 변조 차수가 일정하게 유지되면 $N_{inner} = 64800$ 과 $N_{inner} = 16200$ 에 대해 같은 성상이 사용되는 것을 의미한다. QPSK 성상의 경우 모든 부호율에 대해 같은 성상이 사용된다.

QPSK 성상은 1차원 (1-dimensional, 1D) QAM 형태이다.

16QAM, 64QAM 및 256QAM의 비균일 성상은 2차원 (2D) quadrant-symmetric QAM 성상이고 단일 사분면으로부터의 대칭을 이용하여 만들어진다. 수신단에서 QAM 디매핑을 하는 동안의 복잡도를 줄이기 위해서 1024QAM과 4096QAM 성상은 비균일 1차원 (1D) PAM 성상으로부터 I (in-phase) 성분과 Q (quadrature) 성분이 정의된다.

6.3.2 변조와 부호화의 조합

구현 복잡도를 줄이기 위해 모든 변조와 부호율 조합을 의무적으로 구현할 필요는 없다. <표 6-12>와 <표 6-13>은 반드시 구현되어야 하는 변조와 부호율의 조합을 보여준다. 의무 조합은 체크 기호(✓)로 나타낸다.

<표 6-12> 의무적인 변조와 부호율의 조합 $N_{inner}=64800$

Code Rate/ Constellation	2/ 15	3/ 15	4/ 15	5/ 15	6/ 15	7/ 15	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
QPSK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
16QAM			✓	✓		✓	✓	✓		✓		
64QAM		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
256QAM			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1024QAM				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4096QAM						✓		✓		✓	✓	✓

<표 6-13> 의무적인 변조와 부호율의 조합 $N_{inner}=16200$

Code Rate/ Constellation	2/ 15	3/ 15	4/ 15	5/ 15	6/ 15	7/ 15	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
QPSK	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
16QAM				✓	✓	✓	✓			✓		
64QAM				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
256QAM				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

6.3.3 역다중화 연산

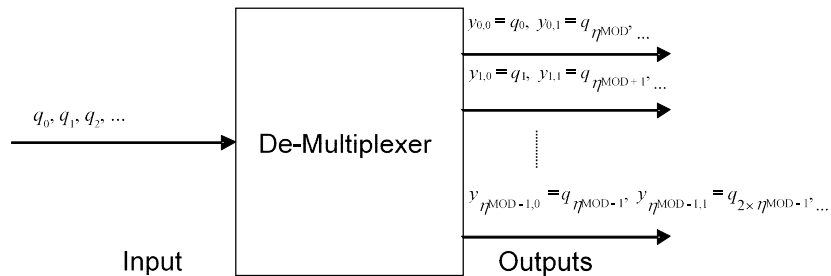
매핑하기에 앞서 각각의 FEC 프레임의 비트를 병렬 비트열로 배치하는 연산을 역다중화라고 한다. 각각의 FEC 프레임에 대한 출력 데이터 셀의 수와 셀 당 비트의 변조 지수 (η_{MOD})는 <표 6-14>에 정의되어 있다.

<표 6-14> 성상으로 비트-매핑하는 데 필요한 파라미터

Modulation	η_{MOD}	No. output data cells $N_{inner} = 64800$ bits	No. output data cells $N_{inner} = 16200$ bits
QPSK	2	32400	8100
16QAM	4	16200	4050
64QAM	6	10800	2700
256QAM	8	8100	2025

1024QAM	10	6480	N/A
4096QAM	12	5400	N/A

비트 인터리버 내의 블록 인터리버의 출력으로부터 얻은 비트 열 (q_i)은 (그림 6-11)과 같이 η_{MOD} 개의 부 비트열로 역다중화된다. 역다중화기의 출력은 $(y_{0,s}, \dots, y_{\eta_{MOD}-1,s})$ 로 표기되는 벡터이며, 이 때 첫 번째 첨자는 비트 레벨의 위치를 나타내고 첨자 s 는 하나의 FEC 블록에 대해 모든 출력 데이터 셀을 나열하기 위한 이산 시간을 나타낸다.



(그림 6-11) 부 비트열로 비트를 역다중화하는 부호화기

6.3.4 Bit 에서 IQ 로의 매핑

6.3.4.1 QPSK

QPSK일 때는 모든 부호율에 대하여 동일한 성상 매핑이 사용된다.

두 개의 비트 입력($y_{0,s}, y_{1,s}$)은 <표 C-1>의 매핑에 따라서 데이터 셀로 매핑되는데, 이 때 첫 번째 열은 $(y_{0,s}, y_{1,s})$ 비트를 나타내며 두 번째 열은 성상 매핑 출력의 셀 값을 나타낸다.

6.3.4.2 16QAM, 64QAM, 256QAM

각각의 입력 데이터 셀 워드($y_{0,s}, \dots, y_{\eta_{MOD}-1,s}$)는 성상점 (z_s)를 만들기 위해 2차원 (2D)

비균일 성상으로 변조된다. 첨자 s 는 이산 시간 첨자를 나타내며 η_{MOD} 는 성상 심볼 당 비트의 수를 나타낸다 (<표 6-14>참조.) 복소 성상 지점 벡터 ($\mathbf{x} = (x_0, \dots, x_{M-1})$)는 QAM 알파벳의 모든 M 개의 성상점을 포함한다. 입력 셀 워드 ($y_{0,s}, \dots, y_{\eta_{MOD}-1,s}$)가 10진수 k 에 해당하면 ($y_{0,s}$ 는 MSB (최상위 비트), $y_{\eta_{MOD}-1,s}$ 는 LSB (최하위 비트)), 이 비트는 앞선 벡터의 k 번째 원소 x_k 에 해당하는 QAM 성상점을 갖는다. Quadrant symmetry에 의해 복소 벡터 \mathbf{x} 는 1사분면에 해당하는 첫 번째 1/4 만큼의 복소 성상인 ($x_0, \dots, x_{M/4-1}$)만을 정의하고, 이로부터 계산하여 구할 수 있다. 나머지 성상 지점의 생성 규칙은 아래에 설명되어있다. $b = M/4$ 으로 정의하면, 복소 성상점의 첫 번째 1/4은 NUC 위치 벡터 $\mathbf{w} = (w_0, \dots, w_{b-1})$ 로 나타낼 수 있다. 이 위치 벡터는 <표 C-2>부터 <표 C-7>까지에 정의되어 있다.

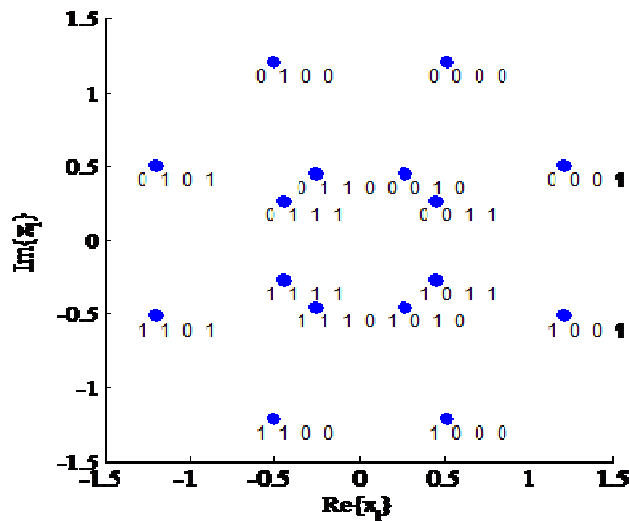
예를 들어, 16QAM에 대한 NUC 위치 벡터는 십진 값을 나타내는 레이블 0 부터 $b-1$, 즉, ($y_{0,s}, \dots, y_{\eta_{MOD}-1,s}$) = 0000부터 0011에 해당하는 복소 성상 지점으로 구성된다. 남은 성상 지점은 다음과 같이 유도된다.

$$\begin{aligned} (x_0, \dots, x_{b-1}) &= \mathbf{w} & (1 \text{ 사분면}) \\ (x_b, \dots, x_{2b-1}) &= -\text{conj}(\mathbf{w}) & (2 \text{ 사분면}) \\ (x_{2b}, \dots, x_{3b-1}) &= \text{conj}(\mathbf{w}) & (4 \text{ 사분면}) \\ (x_{3b}, \dots, x_{4b-1}) &= -\mathbf{w} & (3 \text{ 사분면}) \end{aligned}$$

여기서, $\text{conj}(\cdot)$ 는 켤레 복소수 연산을 나타낸다.

● 예제

16QAM과 부호율 6/15에 대한 NUC 위치 벡터는 다음과 같이 구성된다. <표 C-2>로부터, $\mathbf{w} = (0.5115+1.2092i, 1.2092+0.5115i, 0.2663+0.4530i, 0.4530+0.2663i)$ 이다. 여기서, $i=\sqrt{-1}$ 는 허수 단위를 나타낸다. 입력 데이터 셀 워드가 ($y_{0,s}, \dots, y_{\eta_{MOD}-1,s}$) = (1100)이면, 시간 첨자 s 에 해당하는 QAM 성상점은 $z_s = x_{12} = -w_0 = -0.5115-1.2092i$ 이다. 이 NUC 위치 벡터에 대한 완성된 성상은 아래의 (그림 6-12)에 나타나 있으며, 모든 입력 데이터 셀은 결국 대응하는 성상점으로 표기된다.



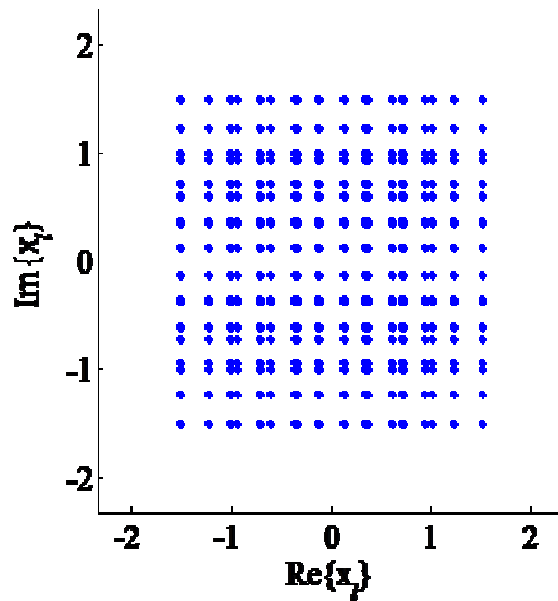
(그림 6-1) 부호율 6/15에 대한 16-NUC의 예

6.3.4.3 1024QAM, 4096QAM

이산 시간 첨자 s 에서 각각의 입력 데이터 셀 워드($y_{0,s}, \dots, y_{\eta MOD-1,s}$)는 정규화 이전에 성상점 z_s 를 생성하기 위해서 1차원 비균일 QAM 성상을 이용하여 변조된다. 1차원이란 2차원 QAM 성상이 두 개의 1차원 PAM 성상 (각각 I와 Q성분)로 나뉠 수 있다는 것을 말한다. 입력 셀 워드($y_{0,s}, \dots, y_{\eta MOD-1,s}$)의 조합에 대한 실수와 허수 성분 ($\text{Re}(z_s)$ 과 $\text{Im}(z_s)$)의 정확한 값은 1D-NUC 위치 벡터 $\mathbf{u} = (u_0, \dots, u_{v-1})$ 에 주어지며, 이 벡터는 1차원 비균일 성상의 위치를 정의한다. 1D-NUC 위치 벡터 \mathbf{u} 의 원소의 수는 $v = \frac{\sqrt{M}}{2}$ 로 정의된다. 위치 벡터는 <표 C-8>부터 <표 C-11>까지에 정의되어 있고 비트 라벨은 <표 C-12>부터 <표 C-14>까지에 정의되어 있다.

● 예제

부호율 6/15에 대한 1024-NUC는 <표 C-8>의 NUC 위치 벡터에 의해 정의되며, 이 때 $\mathbf{u} = (u_0, \dots, u_{15}) = (0.1275, 0.1276, 0.1294, 0.1295, 0.3424, 0.3431, 0.3675, 0.3666, 0.6097, 0.6072, 0.7113, 0.7196, 0.9418, 1.0048, 1.2286, 1.5031)$ 이다. 입력 데이터 셀을 ($y_{0,s}, \dots, y_{\eta MOD-1,s}$) = (0010011100)로 가정하면 이에 따른 QAM 성상점 z_s 는 $\text{Im}(z_s) = u_3 = 0.1295$ 이고 (짝수 첨자를 갖는 비트에 따라 정의됨, 01010) $\text{Re}(z_s) = u_{11} = 0.7196$ 이다 (홀수 첨자를 갖는 비트에 따라 정의됨, 00110). 이 NUC 위치 벡터에 대한 완성된 성상은 (그림 6-13)에 나타나 있다.



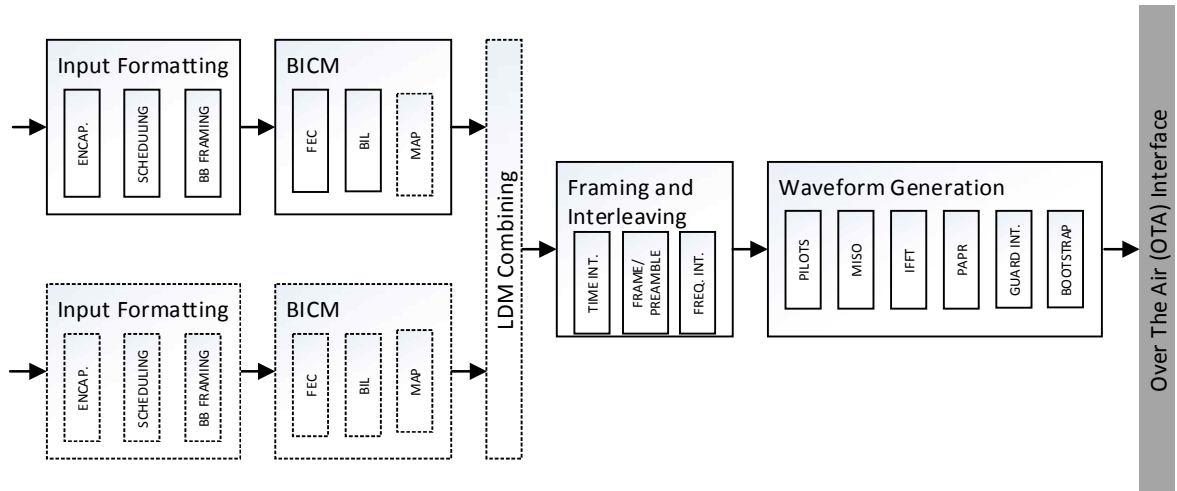
(그림 6-13) 부호율 6/15 에 대한 1024-NUC 의 예

6.4 계층 분할 다중화

LDM은 하나의 RF 채널로 다중 데이터 스트림을 전송하기 위한 성상 중첩 기술로, 각각의 데이터 스트림은 서로 다른 변조와 채널 부호화 방식을 가질 수 있으며 서로 다른 전력 레벨로 결합된다. 이 버전의 표준에서는 2 계층 LDM만 정의된다. 이러한 두 개의 계층은 코어 계층과 향상 계층으로 명명된다.

6.4.1 LDM 부호화

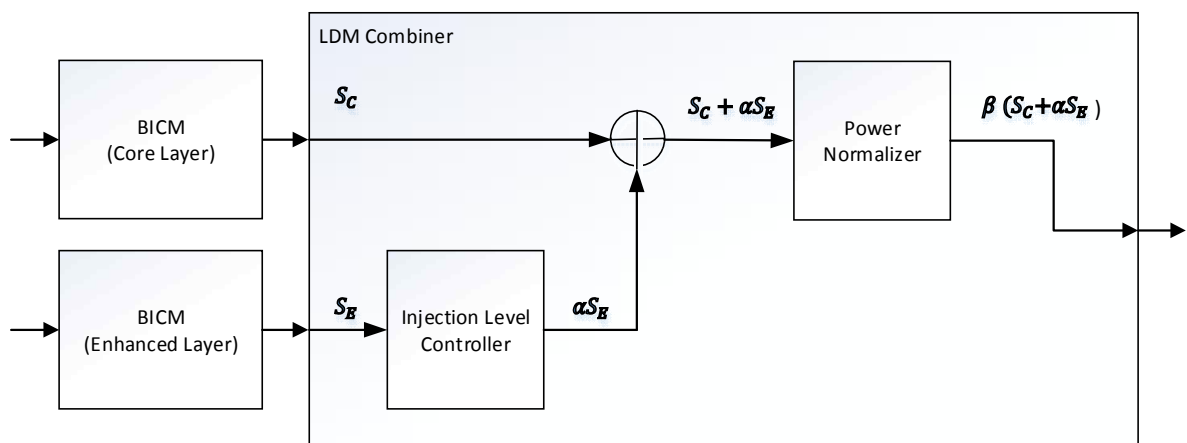
(그림 6-14)는 2 계층 LDM 시스템의 부호화 블록도이다.



(그림 6-14) LDM 시스템 블록도

2 계층 LDM 시스템은 시간 인터리빙 이전에 두 개 혹은 그 보다 많은 수의 PLP를 결합한다. 각 계층은 1개 혹은 그 보다 많은 수의 PLP로 구성된다. 코어 계층은 항상 계층보다 동일하거나 더욱 강건한 변조 및 부호화 조합을 사용한다. 각 계층은 서로 다른 FEC 부호화(부호어 길이와 부호율을 포함한)와 성상 매핑을 사용할 수 있다. 2 계층 LDM 시스템에서 2개의 PLP를 전송하는 경우, 일반적으로 부호어의 길이는 같지만 부호율과 성상은 다르게 설정하여 사용한다. 예를 들어 코어 계층은 $N_{inner}=64800$, 부호율=4/15, QPSK 를 사용하는 반면, 향상 계층은 $N_{inner}=64800$, 부호율=10/15, 64QAM을 사용할 수 있다.

코어 및 향상 계층은 LDM 삽입 블록에서 결합되며, 이는 (그림 6-15)에 도시되어 있다.



(그림 6-15) 2 계층 LDM 에 대한 성상 중첩

각 계층에서 원하는 전송 에너지를 얻기 위해 코어 계층 대비 향상 계층의 파워를

줄이는 역할을 하는 삽입 레벨 제어가 사용된다. 전송 에너지 레벨은 원하는 비트율뿐만 아니라 원하는 커버리지 영역을 달성하기 위해서 변조 및 부호율 파라미터와의 조합과 함께 선택된다. 코어 계층 대비 향상 계층의 삽입 레벨은 코어 계층 아래로 0.0 dB부터 25.0 dB까지 0.5 dB 혹은 1.0 dB 단위로 선택할 수 있다.

6.4.2 삽입 레벨 제어기

코어 계층 신호 대비 향상 계층 신호의 삽입 레벨은 두 계층 사이의 전송 전력의 분배를 가능하게 해주는 전송 파라미터이다.

삽입 레벨을 바꾸어 줌으로써 각 계층의 전송 강건성이 변경되며, 이는 변조 및 부호율 파라미터 조합을 선택하는 방법 이외에 전송 강건성을 변경할 수 있는 추가적인 방법을 제공하는 것이다. 각 계층에서 다양하게 허용된 삽입 레벨에 따른 전력 분배는 <표 6-15>에 나열되어 있다.

<표 6-15> 다양한 삽입 레벨에 따른 계층 간의 전력 분배 (CL: 코어 계층,
EL: 향상 계층)

Injection level of EL below CL level (dB)	CL power ratio relative to total power (%)	EL power ratio relative to total power (%)	Reduction of CL power relative to total power (dB)	Reduction of EL power relative to total power (dB)
0.0 dB	50.0%	50.0%	3.01	3.01
+0.5 dB	52.9%	47.1%	2.77	3.27
+1.0 dB	55.7%	44.3%	2.54	3.54
+1.5 dB	58.5%	41.5%	2.32	3.82
+2.0 dB	61.3%	38.7%	2.12	4.12
+2.5 dB	64.0%	36.0%	1.94	4.44
+3.0 dB	66.6%	33.4%	1.76	4.76
+3.5 dB	69.1%	30.9%	1.60	5.10
+4.0 dB	71.5%	28.5%	1.46	5.46
+4.5 dB	73.8%	26.2%	1.32	5.82
+5.0 dB	76.0%	24.0%	1.19	6.19
+6.0 dB	79.9%	20.1%	0.97	6.97

+7.0 dB	83.4%	16.6%	0.79	7.79
+8.0 dB	86.3%	13.7%	0.64	8.64
+9.0 dB	88.8%	11.2%	0.51	9.51
+10.0 dB	90.9%	9.1%	0.41	10.41
+11.0 dB	92.6%	7.4%	0.33	11.33
+12.0 dB	94.1%	5.9%	0.27	12.27
+13.0 dB	95.2%	4.8%	0.21	13.21
+14.0 dB	96.2%	3.8%	0.17	14.17
+15.0 dB	96.9%	3.1%	0.14	15.14
+16.0 dB	97.5%	2.5%	0.11	16.11
+17.0 dB	98.0%	2.0%	0.09	17.09
+18.0 dB	98.4%	1.6%	0.07	18.07
+19.0 dB	98.8%	1.2%	0.05	19.05
+20.0 dB	99.0%	1.0%	0.04	20.04
+21.0 dB	99.2%	0.8%	0.03	21.03
+22.0 dB	99.4%	0.6%	0.03	22.03
+23.0 dB	99.5%	0.5%	0.02	23.02
+24.0 dB	99.6%	0.4%	0.02	24.02
+25.0 dB	99.7%	0.3%	0.01	25.01

6.4.3 전력 정규화기

결합 이후에 결합된 신호의 전체 전력은 전력 정규화기 블록에서 1로 정규화된다. 삽입 레벨 제어기의 크기 조정 인자인 α 와 전력 정규화기의 정규화 인자인 β 는 항상 계층의 삽입 레벨에 의존한다. 허용되는 값은 <표 6-16>에 나열되어 있다.

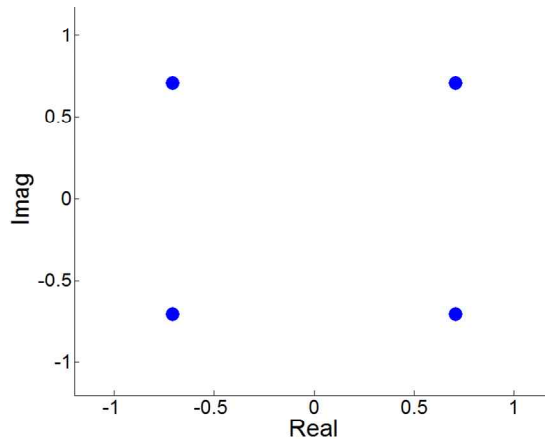
<표 6-16> 항상 계층 삽입 레벨에 따른 크기 조정 및 정규화 인자의 목록
(CL: 코어 계층, EL: 항상 계층)

Injection level of EL below CL	Scaling factor α	Normalizing factor β	Injection level of EL below	Scaling factor α	Normalizing factor β
--------------------------------	-------------------------	----------------------------	-----------------------------	-------------------------	----------------------------

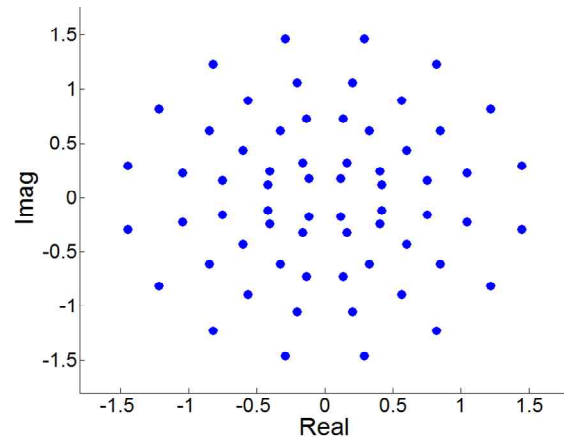
level (dB)			CL level (dB)		
0.0 dB	1.0000000	0.7071068	+11.0 dB	0.2818383	0.9625032
+0.5 dB	0.9440609	0.7271524	+12.0 dB	0.2511886	0.9698706
+1.0 dB	0.8912509	0.7465331	+13.0 dB	0.2238721	0.9758449
+1.5 dB	0.8413951	0.7651789	+14.0 dB	0.1995262	0.9806699
+2.0 dB	0.7943282	0.7830305	+15.0 dB	0.1778279	0.9845540
+2.5 dB	0.7498942	0.8000406	+16.0 dB	0.1584893	0.9876723
+3.0 dB	0.7079458	0.8161736	+17.0 dB	0.1412538	0.9901705
+3.5 dB	0.6683439	0.8314061	+18.0 dB	0.1258925	0.9921685
+4.0 dB	0.6309573	0.8457262	+19.0 dB	0.1122018	0.9937642
+4.5 dB	0.5956621	0.8591327	+20.0 dB	0.1000000	0.9950372
+5.0 dB	0.5623413	0.8716346	+21.0 dB	0.0891251	0.9960519
+6.0 dB	0.5011872	0.8940022	+22.0 dB	0.0794328	0.9968601
+7.0 dB	0.4466836	0.9130512	+23.0 dB	0.0707946	0.9975034
+8.0 dB	0.3981072	0.9290819	+24.0 dB	0.0630957	0.9980154
+9.0 dB	0.3548134	0.9424353	+25.0 dB	0.0562341	0.9984226
+10.0 dB	0.3162278	0.9534626			

6.4.4 LDM 예제

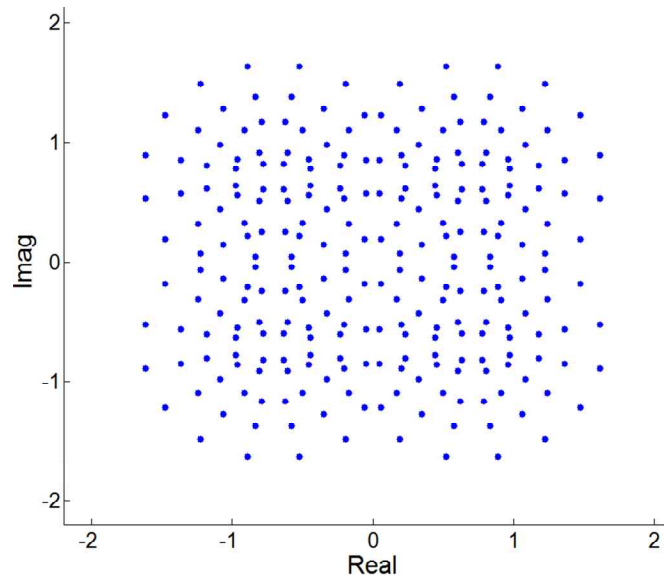
(그림 6-16)은 코어 계층, 향상 계층, 그리고 LDM 삽입 블록을 통과하여 결합된 성상도의 한 예이다. 아래의 예제에서, (그림 6-16)(a)는 부호율이 4/15이고 QPSK 성상을 사용한 코어 계층의 성상도이다. (그림 6-16)(b)는 부호율이 10/15이고 64-QAM 성상을 사용한 향상 계층의 성상도이다. 해당 예제에서, 향상 계층의 삽입 레벨은 코어 계층보다 4dB 아래에 삽입되도록 설정하였다. 삽입레벨 4dB에 대응되는 크기 조정 인자 $\alpha = 0.6309573$ 이고, 정규화 인자는 $\beta = 0.8457262$ 이다. 전체 파워 대비 코어 계층이 차지하는 파워는 71.5%이고, 전체 파워 대비 향상 계층이 차지하는 파워는 28.5%이다. (그림 6-16)(c)는 LDM 삽입 블록을 통과한 후 결합된 성상도 결과를 나타낸다.



(a)



(b)



(c)

(그림 6-16) (a) 코어 계층, (b) 향상 계층, (c) LDM 삽입 블록을 통과한 후 결합된 성상도 예제

6.5 L1-시그널링의 보호

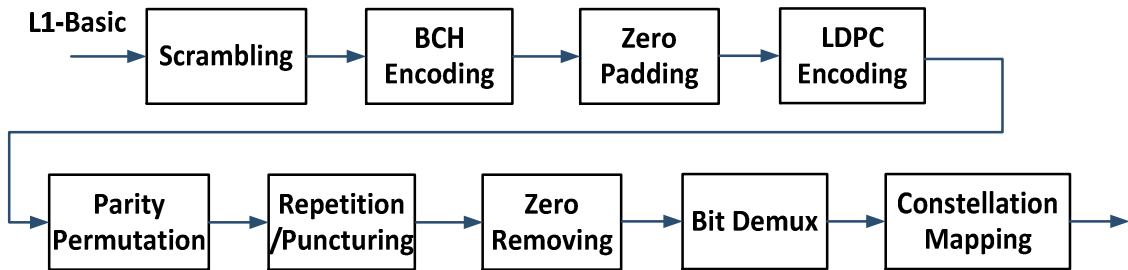
6.5.1 개요

프레이밍 블록의 입력인 L1 데이터 섹션은 L1 Basic 데이터와 L1 Detail 데이터로 나누어져 있으며, 프리앰블에 삽입된다. 이 데이터는 다음의 설명과 같이 독립적인 부호화 방법을 통해 보호된다. L1-Basic 보호 블록의 입력은 9.2장에 설명되어 있는

고정된 200비트 길이의 L1-Basic 정보이며, L1-Detail 보호 블록의 입력은 L1-Detail이라 불리는 가변 길이의 데이터 비트이고 이는 9.3장에 설명되어 있다. L1-Basic과 L1-Detail 보호 블록의 출력은 프리앰블을 구성하는데 사용된다.

L1-Basic과 L1-Detail 보호 블록 중 많은 블록이 공통적으로 사용되며, 해당 블록은 6.5.2절에 설명되어 있다. L1-Detail 보호만을 위한 특정 블록은 6.5.3절에 설명되어 있다.

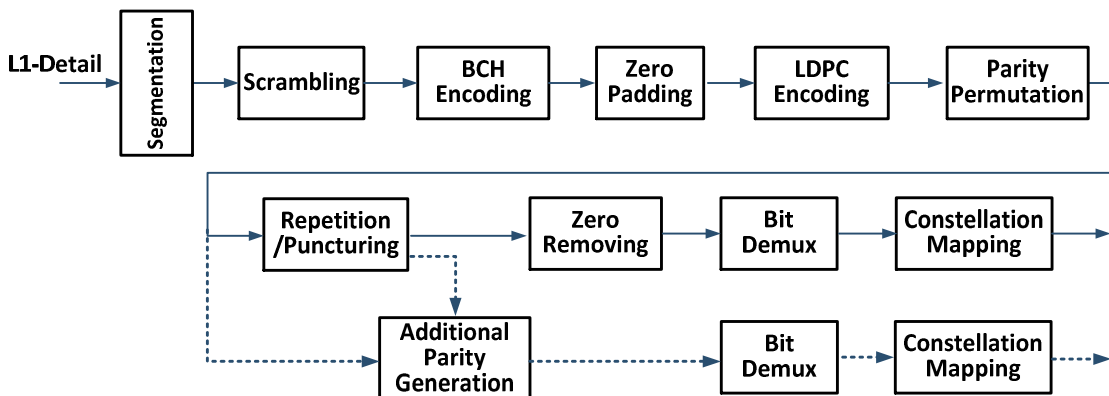
L1-Basic 시그널링의 부호화 체인은 (그림 6-17)에 나타나 있다.



(그림 6-17) L1-Basic 보호의 블록도

(그림 6-17)에 도시된 블록 중 스크램블링(scrambling)에 대한 자세한 내용은 6.5.2.2절에, BCH 부호화는 6.5.2.3절에, 제로 패딩(zero padding) (또는 단축(shortening))는 6.5.2.4절에, LDPC 부호화는 6.5.2.5절에, 패리티 치환은 6.5.2.6절에, 반복(repetition)은 6.5.2.7절에, 패리티 천공(parity puncturing)은 6.5.2.8절에, 영 제거는 6.5.2.9절에 설명되어 있으며, 비트 역다중화(bit demuxing)는 6.5.2.10절에, 성상 매핑(constellation mapping)은 6.5.2.11절에 설명되어 있다.

L1-Detail 시그널링의 부호화 체인은 (그림 6-18)에 나타나 있다.



(그림 6-18) L1-Detail 보호의 블록도

(그림 6-18)에서 L1-Detail만을 위한 특정 블록의 구체적인 내용은 다음과 같다.

세그먼테이션 (segmentation)의 구체적인 내용은 6.5.3.1절에, 부가 패리티(additional parity)의 구체적인 내용은 6.5.3.2절에 정의되어 있다.

6.5.2 L1-Basic 과 L1-Detail 에 대한 공통 블록

6.5.2.1 공통 블록의 개요

L1-Basic과 L1-Detail 시그널링은 BCH 외부 부호와 LDPC 내부 부호의 연접방식으로 보호된다. 가장 먼저 스크램블링 된 후 BCH 부호화되며, 이 때 L1-Basic과 L1-Detail 시그널링의 BCH 패리티 검사 비트는 L1-Basic과 L1-Detail 시그널링 비트에 각각 덧붙여진다. 시그널링과 BCH 패리티 검사 비트가 연접된 비트는 단축되고 천공된 16K LDPC 부호에 의하여 추가적으로 보호되며, 이는 6.5.2.8절과 6.5.2.9절에 설명되어 있다. 필요한 경우에는 6.5.2.7절에 설명된 것과 같이 반복(repetition)이 천공 이전에 적용된다.

넓은 SNR 범위를 지원하는 적합한 다양한 강건성 레벨을 제공하기 위해 L1-Basic과 L1-Detail 시그널링의 보호 레벨은 LDPC 부호, 변조 차수, 그리고 단축/천공 파라미터(천공된 비트의 수에 대한 단축된 비트의 수의 비율)를 기준으로 7가지 모드로 분류된다. 각각의 모드는 LDPC 부호, 변조 차수와 성상 그리고 단축/천공 패턴에 대한 서로 다른 조합을 가진다.

<표 6-17>은 L1-Basic과 L1-Detail의 7가지 모드에 대한 변조 및 부호율 구성을 나타낸다. L1 시그널링 보호를 위해 사용된 16K LDPC 부호와 비균일 성상은 기저 대역 패킷 페이로드에서 사용하는 것과 동일한 것이 사용된다.

K_{sig} 는 하나의 부호화된 블록이 포함하는 정보 비트의 수를 나타내며, K_{sig} 길이의 L1 시그널링 비트가 하나의 LDPC 부호화된 블록에 대응된다. L1-Basic에 대한 K_{sig} 의 값은 200으로 고정되어 있으나 L1-Detail 시그널링 비트의 크기가 가변적이기 때문에 L1-Detail에 대한 K_{sig} 의 값은 변수이다. L1-Detail 시그널링 비트의 개수가 <표 6-17>에 정의된 K_{sig} 의 최대값보다 큰 경우 세그먼테이션 연산이 L1-Detail 시그널링에 추가적으로 적용된다. 그러므로 각각의 나뉘어진 K_{sig} 크기의 L1-Detail 블록은 하나의 LDPC 부호화된 블록에 대응된다. 세그먼테이션의 자세한 내용은 6.5.3.1절에 정의되어 있다.

<표 6-17> L1-Basic 과 L1-Detail 시그널링에 대한 구성

Signaling FEC Type		K_{sig}			Constellation	Length (Cells)
			Code Length	Code Rate		
L1-Basic	Mode 1	200	16200	3/15 (Type A)	QPSK	3820
	Mode 2				QPSK	934
	Mode 3				QPSK	484
	Mode 4				NUC_16_8/15	259
	Mode 5				NUC_64_9/15	163
	Mode 6				NUC_256_9/15	112
	Mode 7				NUC_256_13/15	69
L1-Detail	Mode 1	200 ~ 2352		6/15 (Type B)	QPSK	
	Mode 2	200 ~ 3072			QPSK	
	Mode 3	200 ~ 6312			QPSK	
	Mode 4				NUC_16_8/15	
	Mode 5				NUC_64_9/15	
	Mode 6				NUC_256_9/15	
	Mode 7				NUC_256_13/15	

6.5.2.2 스크램블링

모든 정보의 K_{sig} 비트는 BCH 부호화 이전에 스크램블링된다. 스크램블러(scrambler)의 생성 다항식, 초기화 및 연산은 5.2.3절에 설명된 기저 대역 패킷 스크램블러에서 사용하는 것과 같다.

6.5.2.3 BCH 부호화

6.1.2.1절에 정의된 $N_{inner} = 16200$ 길이의 시스테메틱 BCH 부호는 L1-Basic과 L1-Detail의 외부 부호로 사용되고 뒤이어 제로 패딩이 수행된다. 단축된 BCH 부호에 대한 파라미터는 <표 6-18>에 주어진다.

<표 6-18> L1 정보의 BCH 부호화에 대한 파라미터

Signaling FEC Type		$K_{sig} = K_{payload}$	M_{outer}	$N_{outer} = K_{sig} + M_{outer}$
L1-Basic	Mode 1	200	168	368
	Mode 2			
	Mode 3			
	Mode 4			
	Mode 5			
	Mode 6			
	Mode 7			
L1-Detail	Mode 1	200 ~ 2352	168	368 ~ 2520
	Mode 2	200 ~ 3072		368 ~ 3240
	Mode 3	200 ~ 6312		368 ~ 6480
	Mode 4			
	Mode 5			
	Mode 6			
	Mode 7			

6.5.2.4 제로 패딩과 단축

16K LDPC 부호의 정보 비트의 일부는 K_{ldpc} 개의 정보 비트를 채우기 위하여 영으로 채워진다.

제로 패딩 비트는 실제로는 전송되지 않는다.

여기서 K_{ldpc} 는 LDPC 인코더 입력 정보 비트의 수이며 외부 부호가 없는 경우에 6.1.1절의 $N_{inner}=16200$ 에 해당하는 $K_{payload}$ 의 값과 같다.

$\{i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}\}$ 로 표기되는 모든 K_{ldpc} 개의 LDPC 정보 비트는 N_{info_group} ($= K_{ldpc}/360$)개의 그룹으로 다음과 같이 나뉘어진다.

$$Z_j = \left\{ i_k \middle| j = \left\lfloor \frac{k}{360} \right\rfloor, 0 \leq k < K_{ldpc} \right\} \text{ for } 0 \leq j < N_{info_group}$$

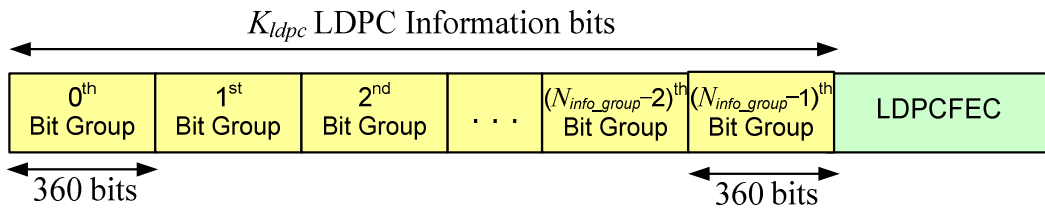
이 때 Z_j 는 j 번째 비트 그룹을 나타낸다. L1-Basic과 L1-Detail 시그널링 데이터에 대한

파라미터(N_{outer} , K_{ldpc} , N_{info_group})는 <표 6-19>에 주어진다.

<표 6-19> 제로 패딩 파라미터

Signaling Type	FEC	N_{outer}	K_{ldpc}	N_{info_group}
L1-Basic (all modes)		368	3240	9
L1-Detail Mode 1		368 ~ 2520		
L1-Detail Mode 2		368 ~ 3240		
L1-Detail Mode 3		368 ~ 6480	6480	18
L1-Detail Mode 4				
L1-Detail Mode 5				
L1-Detail Mode 6				
L1-Detail Mode 7				

$0 \leq j < N_{info_group}$ 동안 각 비트 그룹 j 는 (그림 6-19)와 같이 360 비트를 가진다.



(그림 6-19) L1-Basic 과 L1-Detail 시그널링의 LDPC 부호화 이후의 데이터 형식

L1-Basic과 L1-Detail 시그널링을 위한 BCH 부호화된 비트의 길이가 $N_{outer}(=K_{sig}+M_{outer}) < K_{ldpc}$ 일 때, K_{ldpc} 개의 LDPC 정보 비트가 LDPC 부호화를 위해 BCH 부호화된 N_{outer} 비트와 $(K_{ldpc} - N_{outer})$ 개의 제로 패딩 비트로 채워진다.

주어진 N_{outer} 에 대하여 제로 패딩 비트의 수는 $(K_{ldpc} - N_{outer})$ 로 계산된다. 그 후의 단축 과정은 다음과 같다.

Step 1: 모든 비트가 채워진 그룹의 수 N_{pad} 를 다음과 같이 계산한다.

$$N_{pad} = \left\lfloor \frac{K_{ldpc} - N_{outer}}{360} \right\rfloor$$

Step 2: N_{pad} 가 0이 아니면 $\pi_S(j)$ 를 <표 6-20>과 같이 j번째 비트 그룹의 단축 패턴 순서인 $\pi_S(j)$ 를 기준으로 하여 N_{pad} 그룹의 리스트 $Z_{\pi_S(0)}, Z_{\pi_S(1)}, \dots, Z_{\pi_S(N_{pad}-1)}$ 를 결정한다. 결정된 그룹의 정보 비트는 0으로 채워진다.

N_{pad} 가 0이면 위의 과정은 생략한다.

Step 3: 그룹 $Z_{\pi_S(N_{pad})}$ 에 대하여, $Z_{\pi_S(N_{pad})}$ 의 $(K_{ldpc} - N_{outer} - 360 \times N_{pad})$ 개의 앞부분 정보 비트가 추가적으로 0으로 채워진다.

Step 4: 마지막으로 N_{outer} 개의 BCH 부호화된 비트가 위의 과정에 의해 순차적으로 K_{ldpc} 개의 LDPC 정보 비트($\{i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}\}$) 내의 제로 패딩되지 않은 비트 위치로 매핑된다.

<표 6-20> 제로 패딩될 정보 비트 그룹의 단축 패턴

Signaling FEC Type	N_{group}	$\pi_S(j) \ (0 \leq j < N_{group})$								
		$\pi_S(0)$	$\pi_S(1)$	$\pi_S(2)$	$\pi_S(3)$	$\pi_S(4)$	$\pi_S(5)$	$\pi_S(6)$	$\pi_S(7)$	$\pi_S(8)$
		$\pi_S(9)$	$\pi_S(10)$	$\pi_S(11)$	$\pi_S(12)$	$\pi_S(13)$	$\pi_S(14)$	$\pi_S(15)$	$\pi_S(16)$	$\pi_S(17)$
L1-Basic (for all modes)	9	4	1	5	2	8	6	0	7	3
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
L1-Detail Mode 1		7	8	5	4	1	2	6	3	0
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
L1-Detail Mode 2		6	1	7	8	0	2	4	3	5
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
L1-Detail Mode 3	18	0	12	15	13	2	5	7	9	8
		6	16	10	14	1	17	11	4	3
L1-Detail Mode 4		0	15	5	16	17	1	6	13	11
		4	7	12	8	14	2	3	9	10
L1-Detail Mode 5		2	4	5	17	9	7	1	6	15
		8	10	14	16	0	11	13	12	3
L1-Detail Mode 6		0	15	5	16	17	1	6	13	11
		4	7	12	8	14	2	3	9	10
L1-Detail Mode 7		15	7	8	11	5	10	16	4	12
		3	0	6	9	1	14	17	2	13

6.5.2.5 LDPC 부호화

$(K_{ldpc} - N_{outer})$ 개의 제로 패딩 비트와 $M_{outer} = (N_{outer} - K_{sig})$ 개의 BCH 패리티 검사 비트를 포함하는 K_{ldpc} 개의 영 삼입기로부터의 출력 비트 $(i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1})$ 은 해당 LDPC 인코더에 대한 K_{ldpc} 개의 정보 비트 $I = (i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1})$ 가 된다. LDPC 인코더는 K_{ldpc} 개의 정보 비트를 크기 N_{inner} 인 부호어 A 로 시스템에 맞게 부호화하고, 여기서 부호어는 6.1.3.1절과 (모든 L1-Basic 모드와 L1-Detail 모드 1과 2에 대해) 6.1.3.2절에 (L1-Detail 모드 3, 4, 5, 6, 7에 대해) 따라 다음과 같이 구성된다.

$$A = (c_0, c_1, \dots, c_{N_{inner}-1}) = (i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{N_{inner}-K_{ldpc}-1})$$

LDPC의 구성은 <표 6-6>과 <표 6-7>에 주어져 있다.

6.5.2.6 패리티 치환

패리티 치환은 패리티 부분에서만 수행되고 (정보 파트는 제외), 이 연산은 패리티 인터리버와 그룹 단위의 패리티 치환으로 구성된다.

패리티 인터리빙은 L1-Detail 모드 3, 4, 5, 6, 7에 사용되지만 패리티 인터리빙이 이미 LDPC 부호화 과정에 포함되어 있는 L1-Basic과 L1-Detail 모드 1과 2에 대해서는 사용되지 않는다.

패리티 인터리버의 출력은 $U = (u_0, u_1, \dots, u_{N_{ldpc}-1})$ 로 표기한다. 패리티 인터리빙에서 패리티 비트는 다음과 같이 인터리빙된다.

$$u_i = c_i \text{ for } 0 \leq i < K_{ldpc} \quad (\text{정보 비트는 인터리빙되지 않음})$$

$$u_{K_{ldpc}+360t+s} = c_{K_{ldpc}+27s+t} \text{ for } 0 \leq s < 360, 0 \leq t < 27.$$

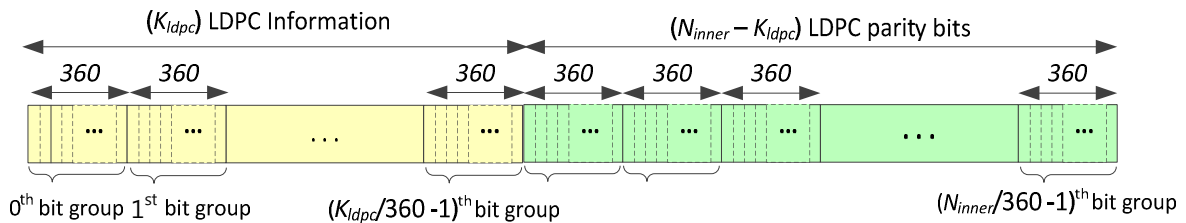
L1-Basic과 L1-Detail 모드 1과 2에는 패리티 인터리버가 사용되지 않는다. 그러므로 다음과 같다.

$$u_i = c_i \text{ for } 0 \leq i < N_{inner}$$

패리티 인터리빙된 LDPC 부호어 비트 $(u_0, u_1, \dots, u_{N_{ldpc}-1})$ 은 $N_{group} = N_{ldpc}/360$ 비트 그룹으로 다음과 같이 나뉘어진다.

$$X_j = \{u_k | 360 \times j \leq k < 360 \times (j+1), 0 \leq k < N_{inner}\} \text{ for } 0 \leq j < N_{group}$$

이 때 X_j 는 j 번째 비트 그룹을 나타낸다. 각각의 비트 그룹 X_j 은 (그림 6-20)에 도시된 것과 같이 360비트를 포함한다.



(그림 6-20) 패리티 인터리빙된 LDPC 부호어 비트 그룹

패리티 인터리빙된 LDPC 비트 내의 정보 비트는 그룹 단위의 인터리버에 의해 인터리빙되지 않는 반면에 패리티 인터리빙된 LDPC 비트 내의 패리티 비트는 그룹

단위의 인터리버에 의해 다음과 같이 인터리빙된다.

$$Y_j = X_j, \quad 0 \leq j < K_{upc} / 360$$

$$Y_j = X_{\pi_p(j)}, \quad K_{upc} / 360 \leq j < N_{group}$$

이 때 Y_j 는 그룹 단위의 인터리빙된 j 번째 비트 그룹을 나타내며 $\pi_p(j)$ 는 그룹 단위의 인터리빙에 대한 치환 순서를 나타낸다. 패리티 비트 그룹이 패리티 치환에 의한 천공 패턴의 역순으로 정렬되도록 LDPC 패리티 비트가 정렬된다. <표 6-21>과 <표 6-22>는 패리티 파트의 그룹 단위 인터리빙 순열 순서 $\pi_p(j)$ 를 나타낸다.

<표 6-21> 모든 L1-Basic 모드, L1-Detail 모드 1, 2에 대한 그룹 단위 인터리빙 패턴

Signalin g FEC Type	N_{grou} p	Order of group-wise interleaving $\pi_p(j) \ (9 \leq j < 45)$											
		$\pi_p(9)$	$\pi_p(10)$	$\pi_p(11)$	$\pi_p(12)$	$\pi_p(13)$	$\pi_p(14)$	$\pi_p(15)$	$\pi_p(16)$	$\pi_p(17)$	$\pi_p(18)$	$\pi_p(19)$	$\pi_p(20)$
		$\pi_p(21)$	$\pi_p(22)$	$\pi_p(23)$	$\pi_p(24)$	$\pi_p(25)$	$\pi_p(26)$	$\pi_p(27)$	$\pi_p(28)$	$\pi_p(29)$	$\pi_p(30)$	$\pi_p(31)$	$\pi_p(32)$
		$\pi_p(33)$	$\pi_p(34)$	$\pi_p(35)$	$\pi_p(36)$	$\pi_p(37)$	$\pi_p(38)$	$\pi_p(39)$	$\pi_p(40)$	$\pi_p(41)$	$\pi_p(42)$	$\pi_p(43)$	$\pi_p(44)$
L1-Basic (all modes)	45	20	23	25	32	38	41	18	9	10	11	31	24
		14	15	26	40	33	19	28	34	16	39	27	30
		21	44	43	35	42	36	12	13	29	22	37	17
L1-Detail Mode 1		16	22	27	30	37	44	20	23	25	32	38	41
		9	10	17	18	21	33	35	14	28	12	15	19
		11	24	29	34	36	13	40	43	31	26	39	42
L1-Detail Mode 2		9	31	23	10	11	25	43	29	36	16	27	34
		26	18	37	15	13	17	35	21	20	24	44	12
		22	40	19	32	38	41	30	33	14	28	39	42

<표 6-22> L1-Detail 모드 3, 4, 5, 6, 7 에 대한 그룹 단위 인터리빙 패턴

Signalin g FEC Type	N_{grou} p	Order of group-wise interleaving													
		$\pi_p(j) \ (18 \leq j < 45)$													
		$\pi_p(18)$	$\pi_p(19)$	$\pi_p(20)$	$\pi_p(21)$	$\pi_p(22)$	$\pi_p(23)$	$\pi_p(24)$	$\pi_p(25)$	$\pi_p(26)$	$\pi_p(27)$	$\pi_p(28)$	$\pi_p(29)$	$\pi_p(30)$	$\pi_p(31)$
))))))))))))))
		$\pi_p(32)$	$\pi_p(33)$	$\pi_p(34)$	$\pi_p(35)$	$\pi_p(36)$	$\pi_p(37)$	$\pi_p(38)$	$\pi_p(39)$	$\pi_p(40)$	$\pi_p(41)$	$\pi_p(42)$	$\pi_p(43)$	$\pi_p(44)$	
)))))))))))))	
L1- Detail Mode 3	45	19	37	30	42	23	44	27	40	21	34	25	32	29	24
		26	35	39	20	18	43	31	36	38	22	33	28	41	
L1- Detail Mode 4		20	35	42	39	26	23	30	18	28	37	32	27	44	43
		41	40	38	36	34	33	31	29	25	24	22	21	19	
L1- Detail Mode 5		19	37	33	26	40	43	22	29	24	35	44	31	27	20
		21	39	25	42	34	18	32	38	23	30	28	36	41	
L1- Detail Mode 6		20	35	42	39	26	23	30	18	28	37	32	27	44	43
		41	40	38	36	34	33	31	29	25	24	22	21	19	
L1- Detail Mode 7		44	23	29	33	24	28	21	27	42	18	22	31	32	37
		43	30	25	35	20	34	39	36	19	41	40	26	38	

6.5.2.7 반복

L1-Basic 모드 1과 L1-Detail 모드 1에 대해서만, 추가적으로 N_{repeat} 개의 비트가 부호화된 LDPC 부호어 내에서 선택되어 전송된다. 반복은 다른 모드에서는 수행되지 않는다.

반복의 과정은 다음과 같다.

Step 1: 주어진 N_{outer} 에 대하여 LDPC 부호어마다 추가적으로 전송되는 패리티 비트의 수 N_{repeat} 는 N_{outer} 에 일정한 숫자 C 를 곱한 뒤 짝수인 D 를 더하여 계산한다.

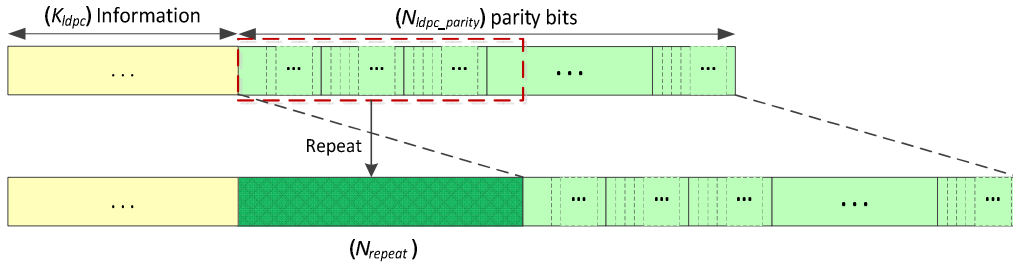
C 와 D 의 값은 <표 6-23>에 의해 선택된다.

$$N_{repeat} = 2 \times [C \times N_{outer}] + D$$

<표 6-23> 반복에 대한 파라미터

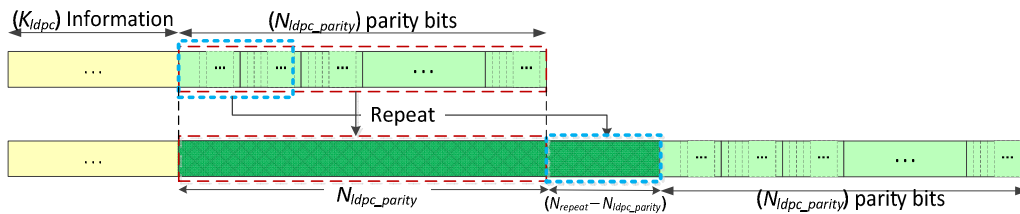
	N_{outer}	K_{sig}	K_{ldpc}	C	D	N_{ldpc_parity} ($=N_{inner} - K_{ldpc}$)	η_{MOD}
L1-Basic Mode 1	368	200	3240	0	3672	12960	2
L1-Detail Mode 1	368 ~ 2520	200 ~ 2352	3240	61/16	-508	12960	2

Step 2: 만약 $N_{repeat} \leq N_{ldpc_parity}$ 이면, 패리티 치환된 LDPC 패리티의 첫 번째 N_{repeat} 개의 비트는 (그림 6-21)과 같이 LDPC 정보 비트에 덧붙여진다.



(그림 6-21) 패리티 반복 ($N_{repeat} \leq N_{ldpc_parity}$)

만약 $N_{repeat} > N_{ldpc_parity}$ 이면, 패리티 치환된 LDPC 패리티의 N_{ldpc_parity} 개의 비트가 LDPC 정보 비트에 덧붙여지고 패리티 치환된 LDPC 패리티의 첫 번째 ($N_{repeat} - N_{ldpc_parity}$) 개의 비트는 (그림 6-22)와 같이 첫 번째 덧붙여진 N_{ldpc_parity} 개의 비트에 추가적으로 덧붙여진다.



(그림 6-22) 패리티 반복 ($N_{repeat} > N_{ldpc_parity}$)

6.5.2.8 패리티 천공

몇몇 LDPC 패리티 비트는 패리티 치환 이후에 천공될 수 있다. 이러한 천공된 비트는 L1 시그널링 비트를 전달하는 프레임 내에서 전송되지 않는다.

주어진 N_{outer} 에 대하여 LDPC 부호어당 천공되는 패리티 비트의 수와 하나의 부호화된 블록의 크기는 다음과 같이 결정된다.

Step 1:

$$N_{punc_temp} = \lfloor A \times (K_{ldpc} - N_{outer}) \rfloor + B$$

모드에 따라서 천공 비트의 임시 크기는 단축 길이에 천공되는 비트 수에 대한 천공되는 비트 수의 비 A 를 곱한 뒤 일정한 정수 B 를 더함으로써 계산된다. K_{ldpc} , A , B 는 <표 6-24>에 따라 선택된다.

<표 6-24> 천공 파라미터

Signaling FEC Type		N_{outer}	K_{ldpc}	A	B	N_{ldpc_parity}	η_{MOD}
L1-Basic	Mode 1	368	3240	0	9360	12960	2
	Mode 2				11460		2
	Mode 3				12360		2
	Mode 4				12292		4
	Mode 5				12350		6
	Mode 6				12432		8
	Mode 7				12776		8
L1-Detail	Mode 1	368 ~ 2520		7/2	0		2
	Mode 2	368 ~ 3240		2	6036		2
	Mode 3	368 ~ 6480	6480	11/16	4653	9720	2
	Mode 4			29/32	3200		4
	Mode 5			3/4	4284		6
	Mode 6			11/16	4900		8
	Mode 7			49/256	8246		8

Step 2:

$$N_{FEC_temp} = N_{outer} + N_{ldpc_parity} - N_{punc_temp}$$

이 때 LDPC 패리티 비트의 수 N_{ldpc_parity} 는 <표 6-24>에 따라 선택된다.

Step 3:

$$N_{FEC} = \left\lceil \frac{N_{FEC_temp}}{\eta_{MOD}} \right\rceil \times \eta_{MOD}$$

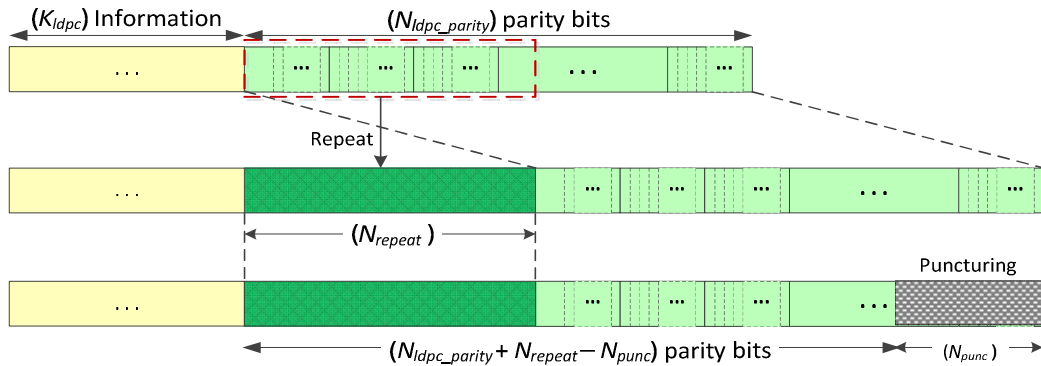
이 때 η_{MOD} 는 <표 6-24>에 정의된 변조 지수를 나타낸다. N_{FEC} 는 변조 지수의 정수 배이다.

Step 4:

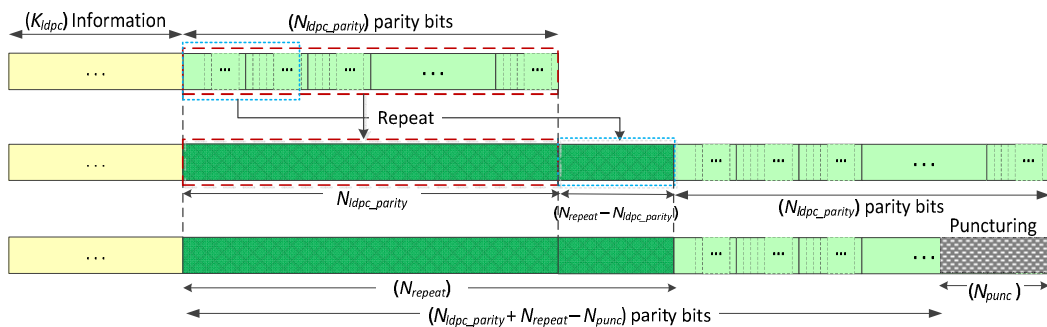
$$N_{punc} = N_{punc_temp} - (N_{FEC} - N_{FEC_temp})$$

이 때 N_{FEC} 는 각각의 정보 블록에서 BCH와 LDPC에 의해 부호화된 비트의 전체 수를 나타낸다.

패리티 치환과 반복이 수행된 전체 LDPC 부호어의 마지막 N_{punc} 개의 비트는 N_{punc} 가 양의 정수일 때 (그림 6-23) 및 (그림 6-24)와 같이 천공된다. 반복은 L1-Basic 모드 1과 L1-Detail 모드 1에 대해서만 적용됨을 유의해야 한다.



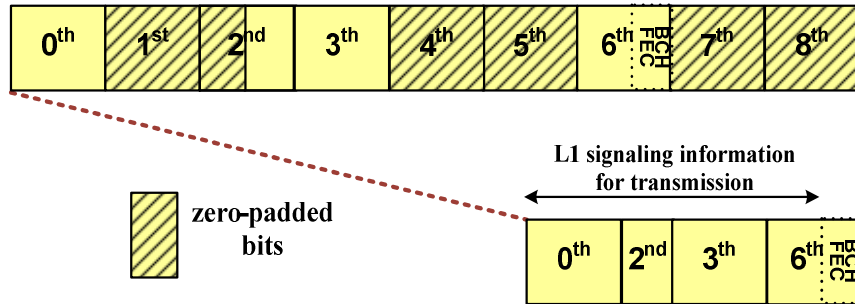
(그림 6-23) 반복 이후의 패리티 천공의 예시 1



(그림 6-24) 반복 이후의 패리티 천공의 예시 2

6.5.2.9 영 제거

($K_{ldpc} - N_{outer}$)개의 제로 패딩 비트는 제거되어 전송되지 않는다. 이는 K_{sig} 개의 정보 비트로 구성된 워드를 남기며, (그림 6-25)에 도시된 것과 같이 168 BCH 패리티 비트와 ($N_{inner} - K_{ldpc} - N_{punc}$) 또는 ($N_{inner} - K_{ldpc} - N_{punc} + N_{repeat}$) 패리티 비트로 이어진다. 반복을 수행한 전체 LDPC 부호어의 길이가 ($N_{FEC} + N_{repeat}$)라는 점에 유의해야 한다.

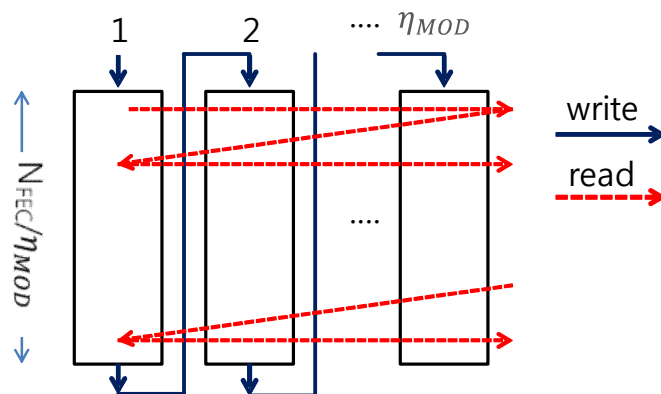


(그림 6-25) 제로 패딩 비트의 제거 예시

6.5.2.10 비트 역다중화

영 제거에 이어서 길이가 N_{FEC} 또는 ($N_{FEC} + N_{repeat}$)인 나머지 비트는 열 방향으로 블록 인터리버에 순차적으로 기록되며, 이 때 열의 수는 변조 차수와 같다.

읽기 연산에서는 하나의 성상 심볼을 위한 비트를 행 방향으로 읽어 들인 뒤 비트 역다중화 블록으로 보낸다. 이 같은 연산은 마지막 열까지 계속된다. (그림 6-26)은 블록 인터리빙의 과정을 보여준다.



(그림 6-26) 블록 인터리버 방식

각각의 블록 인터리빙된 그룹은 성상 매핑되기 이전에 하나의 그룹 내의 비트단위로

역다중화된다. 변조 차수에 따라 두 가지 매핑 규칙이 존재한다. QPSK의 경우 심볼 내의 비트의 신뢰도는 동일하다. 따라서 블록 인터리버로부터 읽어 들인 하나의 비트 그룹은 인터리빙 과정을 거치지 않고 바로 QAM 심볼로 매핑된다. 고차 변조의 경우에는 하나의 비트 그룹은 아래에 설명된 규칙에 따라 QAM 심볼에 매핑된다.

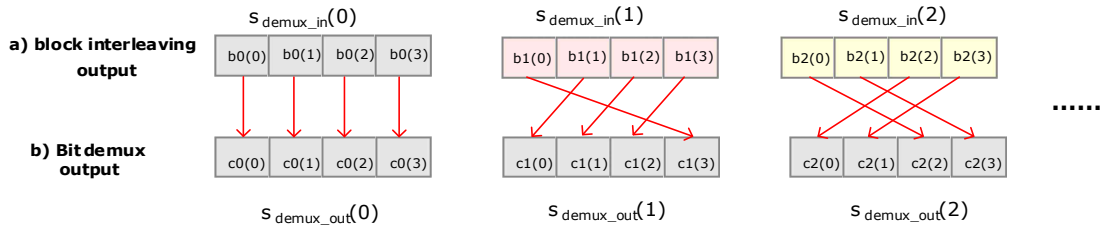
$$S_{demux_in}(i) = \{b_i(0), b_i(1), b_i(2), \dots, b_i(\eta_{MOD}-1)\}$$

$$S_{demux_out}(i) = \{c_i(0), c_i(1), c_i(2), \dots, c_i(\eta_{MOD}-1)\}$$

$$c_i(0) = b_i(i\% \eta_{MOD}), c_i(1) = b_i((i+1)\% \eta_{MOD}), \dots, c_i(\eta_{MOD}-1) = b_i((i+\eta_{MOD}-1)\% \eta_{MOD})$$

여기서, $i\% \eta_{MOD}$ 는 i 를 η_{MOD} 로 나눈 나머지를 의미한다.

이 때 i 는 블록 인터리빙 내의 열 첨자에 대응되는 비트 그룹 첨자이다. 즉, 각각의 QAM 심볼을 매핑하는 출력 비트 그룹 $S_{demux_out}(i)$ 은 비트 그룹 첨자 i 에 따라 $S_{demux_in}(i)$ 로부터 i 만큼 순환 이동한 것이다.



(그림 6-27) 16-NUC에 대한 비트 역다중화 규칙의 예시

(그림 6-27)은 16-NUC의 비트 역다중화 규칙의 예시를 보여준다. 이 연산은 모든 비트 그룹을 블록 인터리버로부터 읽어 들일 때까지 계속된다.

6.5.2.11 성상 매핑

각각의 역다중화된 LDPC 블록은 성상 심볼로 매핑된다. 모드에 따라 $S_{demux_out}(i)$ 는 6.3절에 설명된 성상에 따라 셀 워드로 매핑된다.

6.5.3 L1-Detail의 상세 블록 설명

다음 절은 L1-Detail 정보의 부호화에만 발생하는 블록에 대해 언급한다.

6.5.3.1 분할

L1-Detail 시그널링 정보 비트의 양은 가변적이며 주로 부프레임의 개수와 PLP의 수에 의해 결정된다. 그러므로 전체 시그널링의 전송을 위해서 하나 혹은 그 이상의 FEC 프레임이 필요할 수도 있다. L1-Detail 시그널링에 대한 FEC 프레임의 수 $N_{L1D_FECFRAME}$ 는 다음과 같이 결정된다.

$$N_{L1D_FECFRAME} = \left\lceil \frac{K_{L1D_ex_pad}}{K_{seg}} \right\rceil$$

이 때, $\lceil x \rceil$ 는 x 보다 크거나 같은 최소의 정수를 의미하며, 각각의 L1-Detail 모드에 대한 K_{seg} 는 <표 6-25>에 정의되어 있고 L1-Basic 시그널링 내의 **L1B_L1_Detail_size_bytes** 필드의 값에 의해 $K_{L1D_ex_pad}$ 가 결정되며, 이 값은 (그림 6-28)에 도시된 것과 같이 L1 덧붙임(padding) 비트를 제외한 L1-Detail 시그널링의 길이를 나타낸다.

K_{seg} 는 LDPC 인코더 입력 정보 비트의 수(K_{ldpc})에 기반하여 분할에 대해 정의된 문턱값이다. K_{seg} 는 분할 이후의 하나의 부호화된 블록 내의 정보 비트의 수 K_{sig} 가 ($K_{ldpc} - M_{outer}$)보다 작거나 같도록 한다. 여기서 K_{ldpc} 와 M_{outer} 는 6.5.2.3절과 6.5.2.4절의 <표 6-18>과 <표 6-19>에 각각 주어져 있다. L1-Detail 모드 1에 대한 K_{seg} 의 값이 충분한 신호 강건성을 제공하기 위해 ($K_{ldpc} - M_{outer} - 720$)로 정해진 점에 유의해야 한다.

<표 6-25> L1-Detail 시그널링에 대한 K_{seg}

L1-Detail	K_{seg}
Mode 1	2352
Mode 2	3072
Mode 3	6312
Mode 4	
Mode 5	
Mode 6	
Mode 7	

L1-Detail 시그널링에 대한 필드 L1_PADDING의 길이 K_{L1D_PAD} 는 다음과 같이 계산된다.

$$K_{L1D_PAD} = \left\lceil \frac{K_{L1D_ex_pad}}{N_{L1D_FECFRAME} \times 8} \right\rceil \times 8 \times N_{L1D_FECFRAME} - K_{L1D_ex_pad}$$

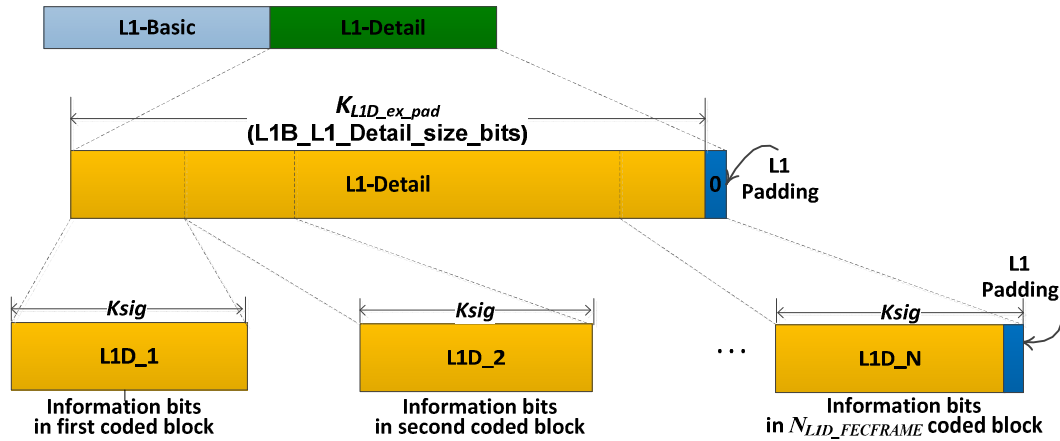
L1_PADDING 부분은 (그림 6-28)과 같이 K_{L1D_PAD} 개의 0으로 채워진다. 제로 패딩 비트를 포함하는 전체 L1-Detail 시그널링의 최종 길이 K_{L1D} 는 다음과 같이 설정된다.

$$K_{L1D} = K_{L1D_ex_pad} + K_{L1D_PAD}$$

각 $N_{L1D_FECFRAME}$ 개의 블록의 정보 비트의 수 K_{sig} 는 다음과 같이 주어진다.

$$K_{sig} = \frac{K_{L1D}}{N_{L1D_FECFRAME}}$$

(그림 6-28)에서 도시하는 바와 같이 L1-Detail 시그널링은 $N_{L1D_FECFRAME}$ 이 1보다 클 때 $N_{L1D_FECFRAME}$ 개의 블록으로 분할된다.



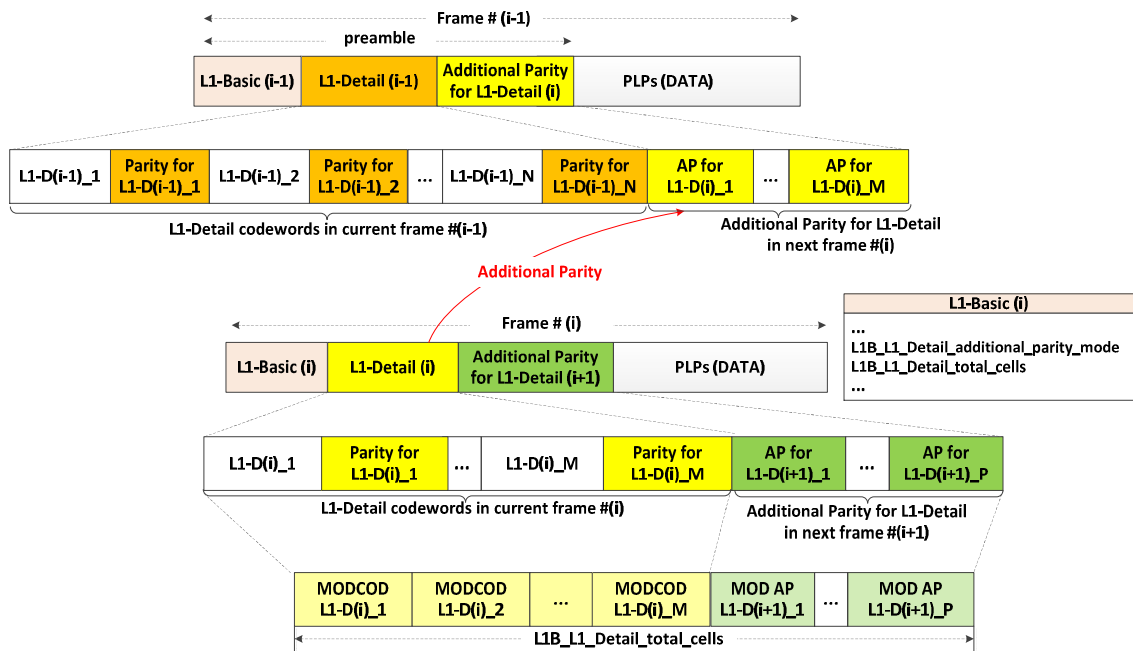
(그림 6-28) L1-Detail 시그널링의 분할

각각의 분할된 L1-Detail 블록은 6.5.2절에 설명된 과정에 따라서 보호된다. 정보의 크기가 K_{sig} 인 각 L1-Detail 블록의 모든 비트는 6.5.2.2절에 따라 스크램블링된다. 각각의 스크램블링된 L1-Detail 시그널링 블록은 BCH 외부 부호와 LDPC 내부 부호의 연접 방식으로 보호된다. 각각의 L1-Detail 시그널링 블록은 먼저 BCH 부호화되며, 이때 M_{outer} (= 168)개의 BCH 패리티 검사 비트가 각 블록의 K_{sig} 개의 정보 비트에 덧붙여진다. 결과적으로 얻어진 각 블록의 정보 비트와 BCH 패리티 비트의 연접은 6.5.2.4절과 6.5.2.8절에서 설명하는 것과 같이 단축되고 천공된 16K LDPC 부호에 의해 보호된다. 필요한 경우에는 6.5.2.7절에서 설명된 것처럼 천공 이전에 반복이 적용된다.

6.5.3.2 추가적인 패리티

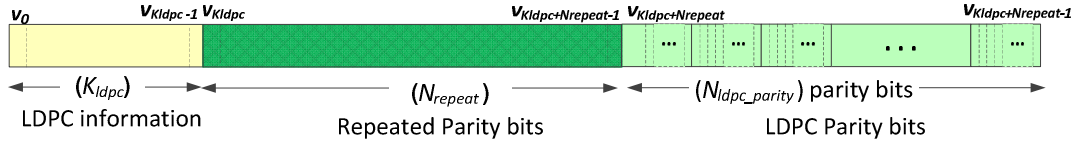
L1-Detail 시그널링의 신호 강건성을 더욱 향상시키기 위하여, 추가적인 패리티 비트가 L1-Detail 시그널링을 전달하는 현재 i 번째 프레임에 앞서는 $(i-1)$ 번째 프레임에서 전송된다. 즉, i 번째 프레임의 L1-Detail 시그널링이 i 번째 프레임과 같은 부트스트랩의 주/부(major/minor) 버전을 가지는 시간적으로 가장 가까운 $(i-1)$ 번째 프레임에서

추가적인 패리티 비트가 전송된다. (그림 6-29)는 i 번째 프레임의 L1-Detail에 대한 추가적인 패리티 비트가 $(i-1)$ 번째 프레임의 프리앰블에 매핑되는 방법을 보여준다. 같은 주/부 부트스트랩 버전을 가진 i 번째 프레임의 L1-Detail에 대한 추가적인 패리티 비트의 사용이 $(i-1)$ 번째 프레임의 L1B_L1_Detail_additional_parity_mode에 시그널링되어 있다. $(i-1)$ 번째 프레임의 L1B_L1_Detail_additional_parity_mode가 00으로 설정되었을 때는 i 번째 프레임의 L1-Detail 시그널링을 위한 추가적인 패리티가 $(i-1)$ 번째 프레임 내에서 전송되지 않아야 한다.



(그림 6-29) L1-Detail 시그널링에 대한 추가적인 패리티

추가적인 패리티를 사용하게 되면 L1 시그널링을 위한 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 천공된 비트의 수가 추가적인 패리티 비트의 수 보다 크면 천공 순서에 따라서 천공된 비트 중에서 선택된 비트에 의해 추가적인 패리티 비트가 생성된다. 그렇지 않으면, 추가적인 패리티 비트는 모든 천공 비트를 선택한 뒤 $(N_{AP} - N_{punc})$ 개의 패리티 비트를 추가로 선택함으로써 생성된다.



(그림 6-30) 반복된 LDPC 부호어

추가된 패리티 비트의 수는 현재 프레임에서 송신되는 전체 비트의 수로 결정된다. (그림 6-30)과 같이 $V = (v_0, v_1, \dots, v_{N_{inner}+N_{repeat}-1})$ 로 표기되는 반복된 LDPC 부호어에 따라서 추가적인 비트는 다음의 연산에 의해 생성된다.

Step 1: 추가적인 패리티 비트의 임시 수를 다음과 같이 계산한다

$$N_{AP_temp} = \min \left\{ \frac{0.5 \times K \times (N_{outer} + N_{ldpc_parity} - N_{punc} + N_{repeat})}{(N_{ldpc_parity} + N_{punc} + N_{repeat})}, K=0,1,2 \right\}$$

여기서, K 는 L1-Basic의 L1B_L1_Detail_additional_parity_mode 필드에 대응되는 값이며, 연산 $\min(a,b)$ 는 다음과 같다.

$$\min(a,b) = \begin{cases} a, & a \leq b \\ b, & b < a \end{cases}$$

그리고 L1B_L1_Detail_additional_parity_mode는 추가된 패리티 비트의 수에 대한 반복 및 천공되고 영 제거된 뒤 전송된 부호화된 L1-Detail 시그널링 블록 내의 전체 비트 수의 절반에 대한 비율이다. 여기서 i 번째 프레임의 L1-Detail과 관련이 있는 L1B_L1_Detail_additional_parity_mode의 값은 이전 프레임인 $(i-1)$ 번째 프레임에서 전달된다.

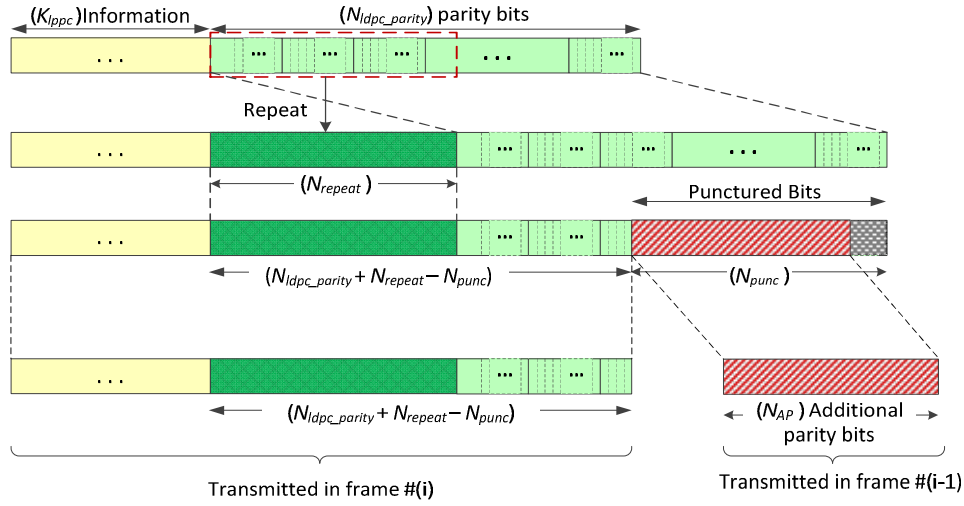
Step 2: 변조 지수의 정수 배를 만들기 위한 추가적인 패리티 비트의 수를 계산한다.

$$N_{AP} = \left\lfloor \frac{N_{AP_temp}}{\eta_{MOD}} \right\rfloor \times \eta_{MOD}$$

이때 $\lfloor x \rfloor$ 는 x 보다 작거나 같은 최대의 정수를 의미하며, η_{MOD} 는 QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM에서 각각 2, 4, 6, 8의 값을 가지는 변조 지수를 나타낸다.

Step 3: 만약 $N_{AP} \leq N_{punc}$ 이면, (그림 6-29)와 같이 다음 과정을 수행한다.

천공된 패리티 비트 중 $(v_{N_{repeat}+N_{inner}-N_{punc}}, v_{N_{repeat}+N_{inner}-N_{punc}+1}, \dots, v_{N_{repeat}+N_{inner}-N_{punc}+N_{AP}-1})$ 은 추가적인 패리티를 위해 선택된다.

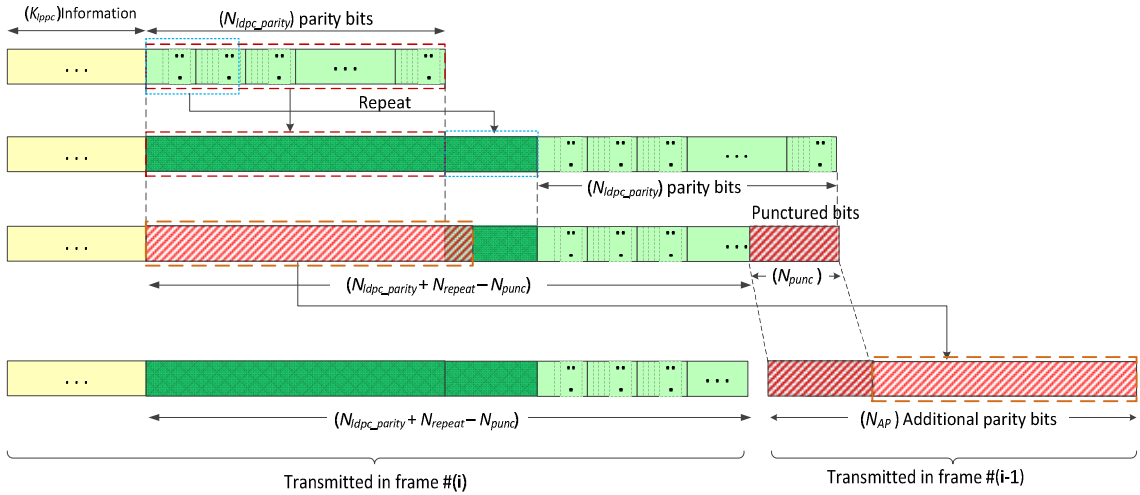


(그림 6-31) L1-Detail 시그널링을 위한 추가적인 패리티 생성 ($N_{AP} \leq N_{punc}$)

그 외의 경우인 ($N_{AP} > N_{punc}$)일 때는, (그림 6-32)와 같이 다음 과정을 수행한다.

(그림 6-32) 같이 모든 천공된 비트

($v_{N_{repeat} + N_{inner} - N_{punc}}, v_{N_{repeat} + N_{inner} - N_{punc} + 1}, \dots, v_{N_{repeat} + N_{inner} - N_{punc} + N_{AP} - 1}$)가 선택되고 패리티 비트 ($v_{K_{upc}}, v_{K_{upc} + 1}, \dots, v_{K_{upc} + N_{AP} - N_{punc} - 1}$)는 추가적으로 선택되어 천공된 비트에 덧붙여진다.



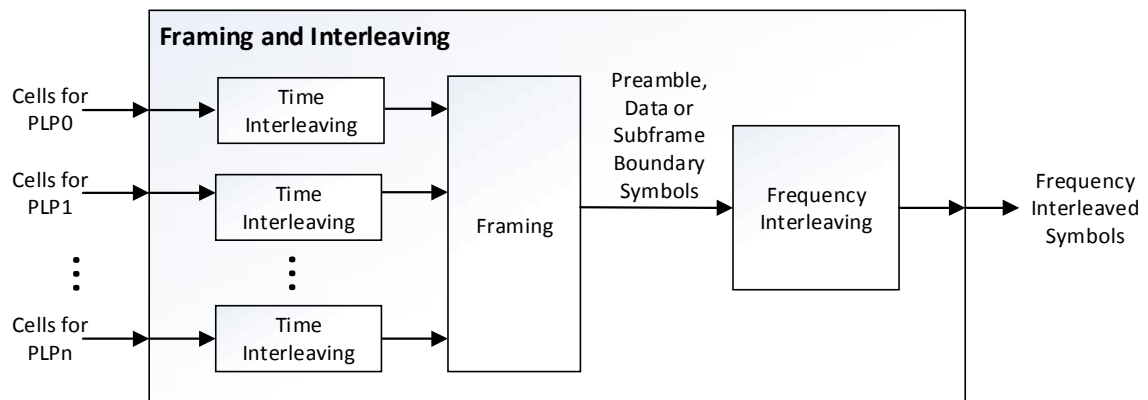
(그림 6-32) L1-Detail 시그널링을 위한 추가적인 패리티 생성 ($N_{AP} > N_{punc}$)

반복을 위한 비트의 수 N_{repeat} 는 L1-Detail 모드 2, 3, 4, 5, 6, 7에 대해서 0임을 유의해야 한다. 추가적인 패리티 비트는 6.5.2.10절과 6.5.2.11절에 설명되어 있는

방법대로 비트 인터리빙되고 성상 매핑된다. 추가적인 패리티 비트에 대한 성상은 현재 프레임 내에서 전송되는 반복 및 천공되고 영 제거된 L1-Detail 시그널링 비트와 같은 방식으로 생성된다. 성상으로 매핑한 후에, 추가적인 패리티 비트는 (그림 6-29)와 같이 현재 프레임의 L1-Detail 시그널링을 갖는 현재 프레임보다 앞서는 프레임의 부호화된 L1-Detail 시그널링 블록에 덧붙여진다.

7 프레임링/인터리빙

프레이밍과 인터리빙 블록은 시간 인터리빙, 프레이밍, 주파수 인터리빙으로 구성된다. 시간 인터리빙과 프레이밍 블록의 입력은 한 개 이상의 PLP로 구성될 수 있다. 반면에 프레이밍 블록 출력은 프리앰블 또는 데이터 등 OFDM 심볼로 구성되며, 주파수 인터리빙은 OFDM 심볼 단위로 동작된다. (그림 7-1)은 프레이밍과 인터리빙 블록 구성도를 나타낸다.



(그림 7-1) 프레이밍과 인터리빙 블록 구성도

7.1 시간 인터리빙

시간 인터리빙 블록 입력은 이전 매핑 블록의 출력 스트리밍이며, 시간 인터리빙 출력은 시간 인터리빙된 셀 스트리밍이다.

7.1.1 시간 인터리버 모드

시간 인터리버는 no time interleaving, 컨벌루션 시간 인터리버 (CTI: Convolutional Time

Interleaver) 모드(7.1.4절 참조), 하이브리드 시간 인터리버 (HTI: Hybrid Time Interleaver) 모드(7.1.5절 참조) 중 하나가 사용된다. 시간 인터리버 모드는 L1-Detatil 시그널링 필드 **L1D_plp_TI_mode**에 의해서 시그널링된다. 항상 계층 PLP를 위한 시간 인터리버 모드는 코어 계층 PLP의 시간 인터리버 모드와 동일하도록 시그널링된다.

하나의 서비스가 고정된 비트율을 가지는 싱글 PLP로 구성되거나 또는 하나의 서비스가 고정된 비트율을 가지는 하나의 코어 계층 및 이 코어 계층 PLP와 계층 분할 다중화되어있는 하나 또는 다수의 고정된 비트율을 갖는 항상 계층 PLP로 구성되어 있는 경우에 시간 인터리버는 no time interleaving, CTI 모드 또는 HTI 모드 중 하나로 설정할 수 있다. 반면에 앞서 서술한 경우를 제외한 PLP의 시간 인터리버는 no time interleaving 또는 HTI 모드 중 하나로 설정할 수 있다. 예로써, 하나의 서비스가 다수의 컴포넌트로 구성되고 각 컴포넌트가 각각의 PLP를 통해 전송된 경우 각각의 PLP는 no time interleaving 또는 HTI 모드로 동작될 수 있으며, 이때 HTI의 파라미터는 각각 다를 수 있다.

특정 서비스가 계층 분할 다중화를 사용하지 않는 다수의 코어 계층 PLP를 포함하고 이러한 다수의 코어 계층 PLP가 HTI 모드를 사용하는 경우에 이러한 다수의 코어 계층 PLP는 부프레임 내 인터리빙 모드 또는 동일한 분산 부프레임 개수 (N_{plp})를 갖는 부프레임 간 인터리빙 모드로 동작한다.

특정 서비스가 계층 분할 다중화를 사용하지 않는 다수의 코어 계층 PLP를 포함하고 이 다수의 코어 계층 중 최소한 한 개의 코어 계층 PLP가 no time interleaving 모드로 사용하는 경우에 HTI 모드로 동작하는 코어 계층 PLP들은 부프레임 내 인터리빙 모드로 동작한다.

CTI 모드 (**L1D_plp_TI_mode** = 00)와 부프레임 간 인터리빙 모드를 사용하는 HTI 모드 (**L1D_plp_TI_mode** = 10, **L1D_plp-HTI_inter_subframe**=1)에서는 다수의 부프레임 내에 해당 PLP가 시간 인터리빙 된다. 따라서 컨벌루션 방법으로 인터리빙되는 모드의 경우에 부프레임 또는 프레임 단위로 BICM 관련 매개변수를 지정할 수 없다. PLP가 CTI 모드나 부프레임 간 인터리빙 모드를 사용하는 HTI 모드로 시간 인터리빙 되는 경우에는 BICM 관련 매개변수인 부호어 길이, 부호율, 외부 부호 종류, 내부 부호 종류 및 변조 지수는 부프레임 또는 프레임에 상관없이 동일하게 유지된다.

7.1.2 시간 인터리버 크기

하나의 서비스가 하나의 PLP를 통해 전송되며 CTI 모드가 사용될 경우, 시간 인터리버 최대 메모리 크기는 $M_{TF} = 2^{19}$ 셀이다. 반면에, 하나의 서비스가 다수의 컴포넌트로 구성되고 각 컴포넌트가 각각의 PLP를 통해 전송되며 HTI 모드가 사용될 경우, 각 PLP에 할당되는 시간 인터리버 메모리 크기는 각 컴포넌트 전송 데이터량에 의해 결정된다. 더불어 CTI 또는 HTI 모드와 확장 인터리빙 (extended interleaving)이 같이 사용될 경우에 고려되는 시간 인터리버 최대 메모리 크기는 $M_{TF} = 2^{20}$ 셀이다. 이때, 시간 인터리버 메모리 크기는 CTI 모드의 컨벌루션 시간 인터리버와 HTI 모드의 셀, 블록, 시간 지연선 등을 모두 포함한다.

CTI 모드에서 전체 TI 메모리는 특정 CTI와 연관된 PLP가 사용한다. 이때 전체 TI 메모리의 크기는 컨벌루션 시간 인터리버의 깊이에 따라 결정된다.

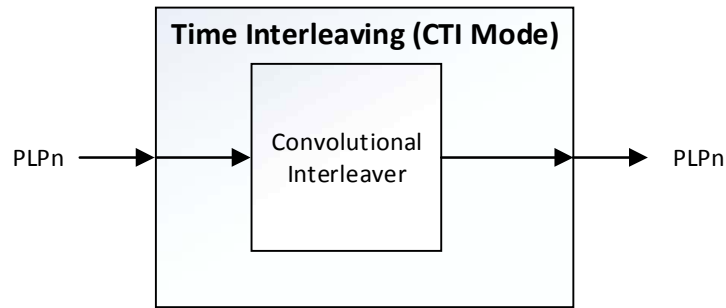
HTI 모드에서 전체 TI 메모리는 동일한 전송 서비스를 구성하는 PLP들 사이에 공유된다. 각 PLP에 할당된 메모리는 그 PLP에 대한 처리량에 따라 결정된다.

7.1.3 확장 인터리버

확장 인터리빙 모드는 LDM이 적용되지 않는 조건하에 QPSK 변조에 대해서만 선택적으로 적용된다. 이때 확장 인터리빙 모드는 `L1D_plp_TI_extended_interleaving` 시그널링에 의해 전달된다. CTI 모드에서 시간 인터리빙 깊이는 약 300ms와 400ms까지 확장할 수 있으며, 인터리빙 깊이 파라미터 $N_{rows} = 1254$ 와 $N_{rows} = 1448$ 는 각각 `L1D_plp_CTI_depth = 010`과 `L1D_plp_CTI_depth = 011` 시그널링에 의해 전달된다.

7.1.4 컨벌루션 시간 인터리버 모드

(그림 7-2)는 구성도를 나타내며 컨벌루션 입력으로 하나의 PLP를 가진다.

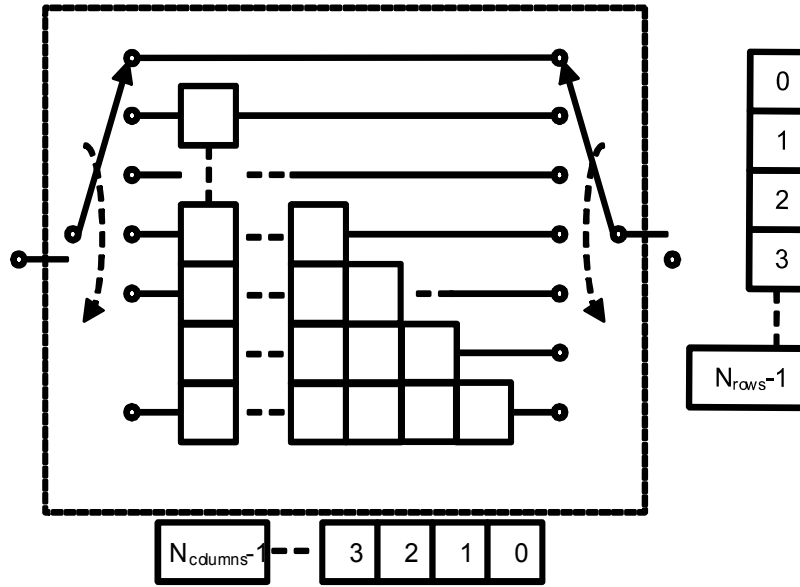


(그림 7-2) CTI 모드에서 시간 인터리버 블록 구성도

7.1.4.1 컨벌루션 시간 인터리버

컨벌루션 시간 인터리버 구조는 (그림 7-3)에서 보이듯이 파라미터 N_{rows} ($k=0, 1, \dots, N_{rows}-1$), $N_{columns}$ ($k=0, 1, \dots, N_{columns}-1$) 과 입출력단의 2개의 스위치로 정의되며, 각 메모리 요소는 하나의 셀을 저장한다. 또한 매퍼 출력으로부터 연속된 셀을 입력 받아 FIFO (First-In-First-Out) 처리 과정을 수행하며, 입출력 동안 발생하는 지연은 $(N_{rows} \times N_{columns})/2$ 과 같다. 컨벌루션 시간 인터리버 구조에서 지원되는 인터리빙 깊이는 파라미터 $N_{rows} \in \{1024, 887, 724, 512\}$ 값에 의해 결정되며, 이때 각 N_{rows} 값은 인터리빙 깊이 200 ms, 150 ms, 100 ms, 50 ms를 나타낸다. 컨벌루션 시간 인터리버와 관련된 시그널링 정보는 **L1D_plp_CTI_depth**, **L1D_plp_CTI_start_row**, **L1D_plp_CTI_fecframe_start** 로 정의되며 각 시그널링 정보에 대한 정의는 다음과 같다.

- **L1D_plp_CTI_depth**: 사용된 N_{rows} 파라미터 정보 또는 인터리빙 깊이 정보
- **L1D_plp_CTI_start_row**: 수신부 컨벌루션 디인터리버에서 각 부프레임의 첫 번째 셀이 입력되는 스위치 위치 ($0, 1, \dots, N_{rows}-1$)
- **L1D_plp_CTI_fec_block_start**: 수신부에서 온전한 첫 번째 FEC 블록을 얻기 위한 셀 카운터 정보



(그림 7-3) 컨벌루션 시간 인터리버 구조

7.1.4.2 컨벌루션 인터리버의 메모리 초기화

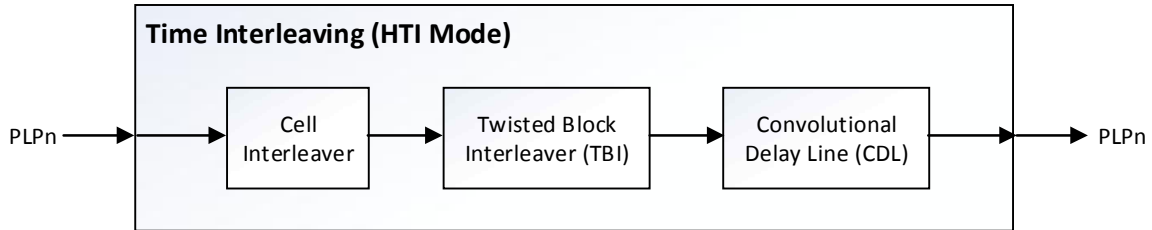
7.1.4.1절의 CTI와 7.1.3절의 확장 인터리빙에서 메모리 요소의 초기값은 다음과 같다. CTI의 메모리 요소의 개수는 $N_{rows} \times N_{columns} / 2$ 이므로, 초기의 상태값으로 PRBS 발생기 (5.2.3절)에서는 $\eta_{MOD} \times N_{rows} \times N_{columns} / 2$ 비트를 발생해야 한다. η_{MOD} 는 <표 6-14>에서 정의된 변조 지수이며, 코어 계층의 PLP의 변조에 의해서 결정된다. 발생된 비트는 6.3절에서와 같이 QAM 셀로 매핑되며, 매핑된 셀은 시퀀스 셀 g_q 와 같다.

메모리 요소는 시퀀스 셀 g_q 에 의해서 왼쪽에서 오른쪽, 위에서 아래 방향으로 채워진다. 즉, $k = 1$ 행의 메모리 요소의 초기 값은 g_0 이며, $k = 2$ 행의 제일 왼쪽부터 메모리 요소의 초기 값은 g_1, g_2 이다. $k = 3$ 행에서 왼쪽부터 차례로 3개의 메모리 요소의 초기 값은 g_3, g_4, g_5 이며, 이런 방식으로 $k = N_{rows} - 1$ 행의 가장 마지막 소자의 초기 값까지 채운다.

7.1.5 하이브리드 시간 인터리버 모드

(그림 7-4)는 HTI 모드에서 셀 인터리버 (Cell Interleaver), 트위스티드 블록 인터리버 (TBI: Twisted Block Interleaver), 컨벌루션 지연선 (CDL: Convolutional Delay Line)으로 구성된 시간 인터리버 블록 구성도를 나타낸다. (그림 7-4)에서 셀 인터리버는 입력

FEC 블록을 TI 블록 내에 배열 후 각 FEC 블록내에서 인터리빙을 수행한다. 이때 각 TI 블록은 한 개 또는 다수개의 FEC 블록으로 구성될 수 있으며, 셀 인터리빙은 TI 블록 내에서 매 FEC 블록 마다 다른 인터리빙 시퀀스를 사용하여 수행된다. 또한 셀 인터리빙은 사용되지 않을 수 있으며, 사용 여부와 관련된 정보는 `L1D_plp_HTI_cell_interleaver` 시그널링에 의해 전달된다.



(그림 7-4) HTI 모드에서 시간 인터리버 블록 구성도

(그림 7-4)에서 TBI는 부프레임 내 (intra-subframe) 인터리빙 역할을 수행하며, 이러한 동작은 TI 블록내 FEC 블록 간 인터리빙을 통해 수행된다. 이때 TI 블록은 셀 인터리빙된 FEC 블록으로 구성될 수 있으며 (`L1D_plp_HTI_cell_interleaver = 1`), 셀 인터리빙 없이 (`L1D_plp_HTI_cell_interleaver = 0`) 구성될 수 있다. TBI 동작 후 CDL은 부프레임 간 (inter-subframe) 인터리빙 역할을 수행하며, 이러한 동작을 통해서 TBI에 의해 인터리빙된 TI블록은 부프레임으로 분산된다. 이때 CDL의 사용은 `L1D_plp_HTI_inter_subframe` 시그널링 정보에 의해 전달된다.

7.1.5.1 IF와 TI 블록간 관계

인터리빙 프레임 (Interleaving Frame: IF)은 매퍼 출력 FEC 블록을 그룹화 함으로써 형성된다. 이때, IF 내 FEC 블록 개수 $N_{BLOCKS_F}(n)$ 는 최소 1개부터 $N_{BLOCKS_F_MAX}$ 내에서 변할 수 있으며, IF간 FEC 블록 개수는 서로 다를 수 있다. IF는 다음과 같이 정의된다.

- 각 IF는 하나의 부프레임에 매핑되거나 다수의 부프레임에 분산될 수 있다.
- 각 IF는 하나 또는 다수의 TI 블록 (N_{TI})으로 구성될 수 있으며, 이때 TI 블록은 셀 인터리버, TBI, CDL 동작을 위한 기본 단위이다. N_{TI} 관련 정보는 `L1D_plp_HTI_inter_subframe=0` 조건하에 `L1D_plp_HTI_num_ti_blocks` 시그널링 정보에 의해 전달된다. 즉 부프레임 내 인터리빙 모드

(L1D_plp_HTI_inter_subframe=0)에서 하나의 IF 내 하나 또는 다수의 TI 블록을 가질 수 있다. 또한 IF 내 각 TI 블록은 서로 다른 개수의 FEC 블록을 가질 수 있다.

- 반면에, 부프레임 간 인터리빙 모드 (L1D_plp_HTI_inter_subframe=1)인 경우는 하나의 IF 는 하나의 TI 블록만 ($N_{TI} = 1$)을 가진다.

다음은 IF와 TI 블록간 수학적 관계를 나타낸다. n번째 IF의 s번째 TI 블록 내 FEC 블록 개수는 $N_{FEC_TI}(n, s)$ ($0 \leq s < N_{TI}$)로 정의된다. 만일 $N_{TI} = 1$ 이면, $N_{FEC_TI}(n, s)$ 와 $N_{BLOCKS_F}(n)$ 는 동일한 값을 지닌다. 만일 $N_{TI} > 1$ 이면, n번째 IF의 s번째 TI 블록 내 FEC 블록 개수는 $N_{FEC_TI}(n, s)$ 는 다음과 같이 계산된다.

$$N_{FEC_TI}(n, s) = \begin{cases} \left\lfloor \frac{N_{BLOCKS_F}(n)}{N_{TI}} \right\rfloor & , s < N_{TI} - [N_{BLOCKS_F}(n) \bmod N_{TI}] \\ \left\lfloor \frac{N_{BLOCKS_F}(n)}{N_{TI}} \right\rfloor + 1 & , s \geq N_{TI} - [N_{BLOCKS_F}(n) \bmod N_{TI}] \end{cases}$$

위에서 $N_{FEC_TI}(n, s)$ 는 최소 1개부터 $N_{BLOCKS_TI_MAX}$ 내에서 변할 수 있으며, $N_{BLOCKS_TI_MAX}$ 값은 다음과 같이 결정된다.

$$N_{FEC_TI_MAX} = \left\lfloor \frac{N_{BLOCKS_F_MAX}}{N_{TI}} \right\rfloor$$

위에서 $N_{FEC_TI}(n, s)$ 관련 정보는 L1D_plp_HTI_num_fec_blocks 시그널링 정보에 의해 전달되며, $N_{FEC_TI_MAX}$ 는 L1D_plp_HTI_num_fec_blocks_max 시그널링 정보에 의해 전달된다.

7.1.5.2 셀 인터리버

셀 인터리버 입력 FEC 블록은 $G(r) = (g_{r,0}, g_{r,1}, g_{r,2}, \dots, g_{r,N_{\text{fec}}-1})$ 와 같이 정의되며 여기서 N_{fec} 은 FEC 블록 길이로 $N_{\text{upc}} / \eta_{MOD}$ <표 6-14>에 의해 결정되며, r은 TI 블록내의 FEC 블록 순서를 나타내며, 매 TI 블록의 첫 번째 FEC 블록에서 0으로 초기화 된다. (그림 7-5)는 입력 FEC 블록을 메모리에 선형적으로 쓰고 준 랜덤하게 읽는 셀 인터리버 동작을 보인다. 이때 순열 시퀀스는 TI 블록내에서 매 FEC 블록마다 바뀌며, 서로 다른 순열 시퀀스는 하나의 순열 랜덤 시퀀스를 천이시킴으로써 발생된다. (그림 7-5)에서 셀 인터리버 출력 벡터는 $D(r) = (d_{r,0}, d_{r,1}, d_{r,2}, \dots, d_{r,N_{\text{fec}}-1})$ 로 정의되며, 이때 $d_{r,q}$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$d_{r,q} = q_{r,L_r(q)}, \quad q = 0, 1, \dots, N_{\text{fec}} - 1,$$

여기서 $L_r(q)$ 는 TI 블록 내 r 번째 FEC 블록에 적용된 순열 함수를 나타내며 다음과 같이 정의된다.

$$L_r(q) = [L_0(q) + P(r)] \bmod N_{\text{cells}}$$

여기서 $L_0(q)$ 는 TI 블록 내 첫 번째 FEC 블록에 적용되는 기본 순열 함수를 나타내며, $P(r)$ 은 r 번째 FEC 블록에 적용되는 천이 값을 나타낸다.

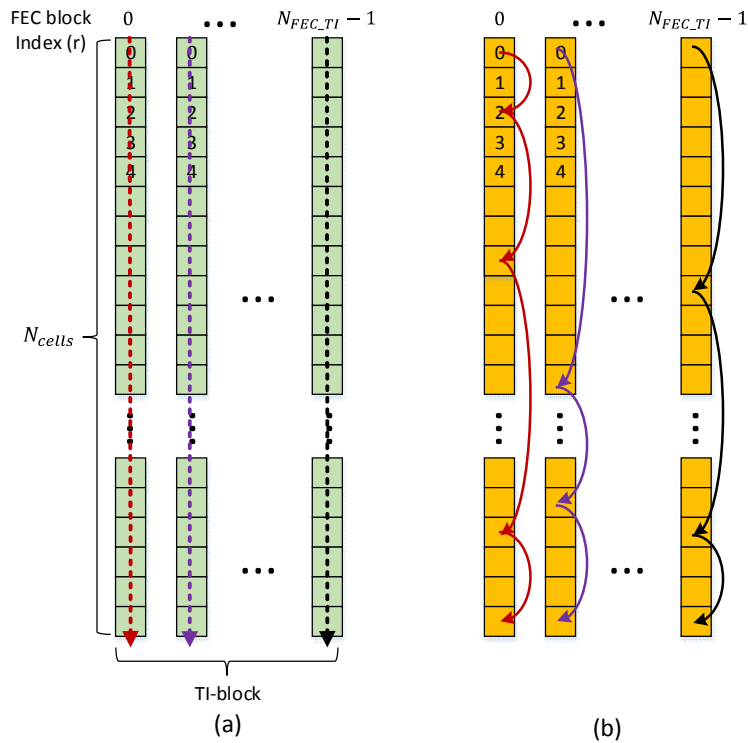


그림 7-5) 셀 인터리버 블록도: (a) 선형 쓰기 동작, (b) 준 랜덤 읽기 동작

TI 블록 내 첫 번째 FEC 블록에 적용되는 기본 순열 함수 $L_0(q)$ 발생은 다음과 같다.

N_d 비트 워드 S_i 정의는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} 0 \leq i < 2^{N_d}: \quad & S_i[N_d - 1] = (i \bmod 2), \\ i = 0, 1: \quad & S_i[N_d - 2, N_d - 3, \dots, 1, 0] = [0, 0, \dots, 0, 0], \\ i = 2: \quad & S_2[N_d - 2, N_d - 3, \dots, 1, 0] = [0, 0, \dots, 0, 1], \\ 2 < i < 2^{N_d}: \quad & S_i[N_d - 3, N_d - 4, \dots, 1, 0] = S_i[N_d - 2, N_d - 3, \dots, 2, 1], \\ N_d = 11: \quad & S_i[9] = S_{i-1}[0] \oplus S_{i-1}[3], \\ N_d = 12: \quad & S_i[10] = S_{i-1}[0] \oplus S_{i-1}[2], \\ N_d = 13: \quad & S_i[11] = S_{i-1}[0] \oplus S_{i-1}[1] \oplus S_{i-1}[4] \oplus S_{i-1}[6], \\ N_d = 14: \quad & S_i[12] = S_{i-1}[0] \oplus S_{i-1}[1] \oplus S_{i-1}[4] \oplus S_{i-1}[5] \oplus S_{i-1}[9] \oplus S_{i-1}[11], \end{aligned}$$

$$N_d = 15: S_i[13] = S_{i-1}[0] \oplus S_{i-1}[1] \oplus S_{i-1}[2] \oplus S_{i-1}[12]$$

여기서 $N_d = \lceil \log_2 N_{\text{ceb}} \rceil$ 이며, $L_0(q)$ 는 다음 과정을 통해 발생된다.

```

q = 0;
for (i = 0; i < 2Nd; i = i + 1)
{
    L0(q) =  $\sum_{j=0}^{N_d-1} S_i(j)2^j$ ;
    if (L0(q) < Nceb ), q = q + 1;
}

```

다음으로, r번째 FEC 블록에 적용되는 천이 값 $P(r)$ 은 다음 과정을 통해 발생된다.

```

k = 0;
for (r = 0; r < NFEC_TI(n, s); r++)
{
    P(r) = Nceb ;
    while (P(r) ≥ Nceb )
    {
        P(r) =  $\sum_{j=0}^{N_d-1} \left\lfloor \frac{k - \lfloor \frac{k}{2^{j+1}} \rfloor 2^{j+1}}{2^j} \right\rfloor 2^{N_d-1-j}$ ;
        k = k + 1;
    }
}

```

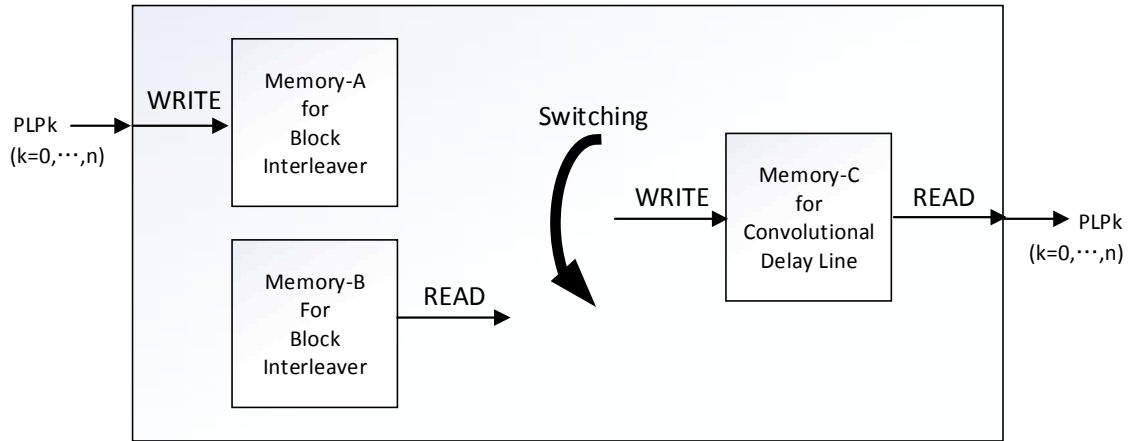
여기서 $N_{\text{FEC_TI}}(n, s)$ 는 n번째 IF의 s번째 TI 블록내 FEC 블록 개수를 나타낸다. 예로써 $N_{\text{ceb}} = 10800$ 이고 $N_d = 14$ 경우 기본 순열 함수 ($r = 0, 1, 2, 3, \dots$)에 더해지는 천이 값 $P(r)$ 은 다음과 같다

$$0, 8192, 4096, 2048, 10240, 6144, 1024, 9216, \dots$$

7.1.5.3 TBI와 CDL의 동작

(그림 7-6)은 HTI모드에서 TBI와 CDL의 동작 예시를 보이며, 동작은 TBI와 CDL이 순차적으로 수행된다. 각 PLP에서 연속된 입력 TI 블록에 대해 첫 번째 입력 TI 블록은 TBI의 첫 번째 메모리 (A 메모리)에 배치된다. 다음으로 두 번째 입력 TI 블록은 TBI의 두 번째 메모리 (B 메모리)에 배치된다. 동시에 첫 번째 메모리로부터 읽기 과정이

수행되며 출력되는 TI 블록은 CDL 입력으로 전달, FIFO 처리된다. 이때 부프레임 내 인터리빙은 TBI 동작만을 수행하고 부프레임 간 인터리빙을 위해서는 TBI와 CDL의 동작 과정을 수행한다.



(그림 7-6) HTI 모드에서 TBI 와 CDL 의 동작 예시

7.1.5.4 트위스티드 블록 인터리버

각 PLP에서 TI 블록 인터리빙을 위해 TBI 는 셀 인터리빙 출력 TI 블록 $N_{FEC_TI}(n,s)$ 을 메모리에 저장하며 이때 저장된 FEC 블록은 다음과 같이 연속된 셀로 나타낸다. $d_{n,s,0,0}$, $d_{n,s,0,1}$, \dots , $d_{n,s,0,N_{cells}-1}$, $d_{n,s,1,0}$, $d_{n,s,1,1}$, \dots , $d_{n,s,N_{FEC_TI}(n,s)-1,0}$, $d_{n,s,N_{FEC_TI}(n,s)-1,1}$, \dots , $d_{n,s,N_{FEC_TI}(n,s)-1,N_{cells}-1}$. TBI에서 행 크기 N_r 은 FEC 블록 길이로 정의되며, 열 크기 N_c 는 $N_{FEC_TI_MAX}$ 로 정의된다. (그림 7-7)은 선형 쓰기 동작과 대각선 방향 읽기 동작을 수행하는 TBI 블록도를 나타낸다. (그림 7-7)에서 다른 FEC 블록 개수를 가지는 TI 블록간에 동일한 TBI 동작 수행을 위해 고려된 가상 FEC 블록은 데이터 FEC블록 앞에 위치하며 가상 블록 개수는 $N_{FEC_TI_Diff}(n,s) = N_{FEC_TI_MAX} - N_{FEC_TI}(n,s)$ 과 같이 정의된다. 즉 $N_{FEC_TI_Diff}(n,s) \neq 0$ 는 TI 블록간 FEC 블록 개수가 서로 다를 의미하며, 부프레임 내 인터리빙 과정에서 가상 FEC에 속하는 가상 셀은 출력되지 않고 무시된다. TBI의 대각선 읽기 동작 과정은 다음과 같다.

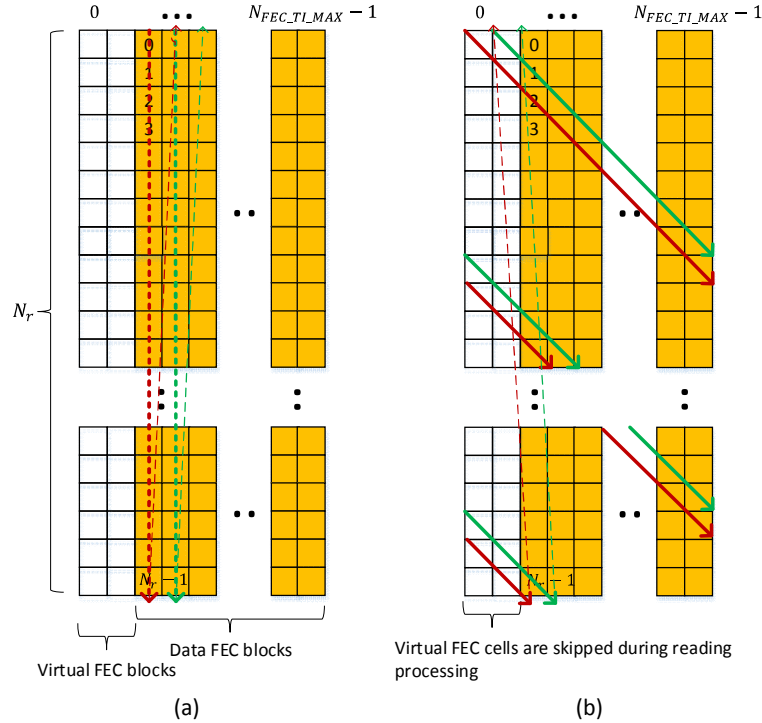
$$R_i = i \bmod N_r,$$

$$T_i = R_i \bmod N_c,$$

$$C_i = \left(T_i + \left\lfloor \frac{i}{N_r} \right\rfloor \right) \bmod N_c,$$

여기서 R_i 와 C_i , $i = 0, \dots, N_r N_c - 1$, 는 각각 TBI의 행과 열의 인덱스를 나타내며, T_i 는

트위스트 파라미터를 나타낸다. 결과적으로 인터리빙 후 셀이 선형 메모리로부터 연속적으로 출력된다고 가정했을 시 읽기 과정에서 셀의 위치는 $\theta_i = N_r C_i + R_i$ 와 같다. 이때 가상 셀은 조건 $\theta_i \geq N_{FEC_TI_Diff}(n, s) \cdot N_r$ 을 만족하지 못하면 출력되지 않는다.



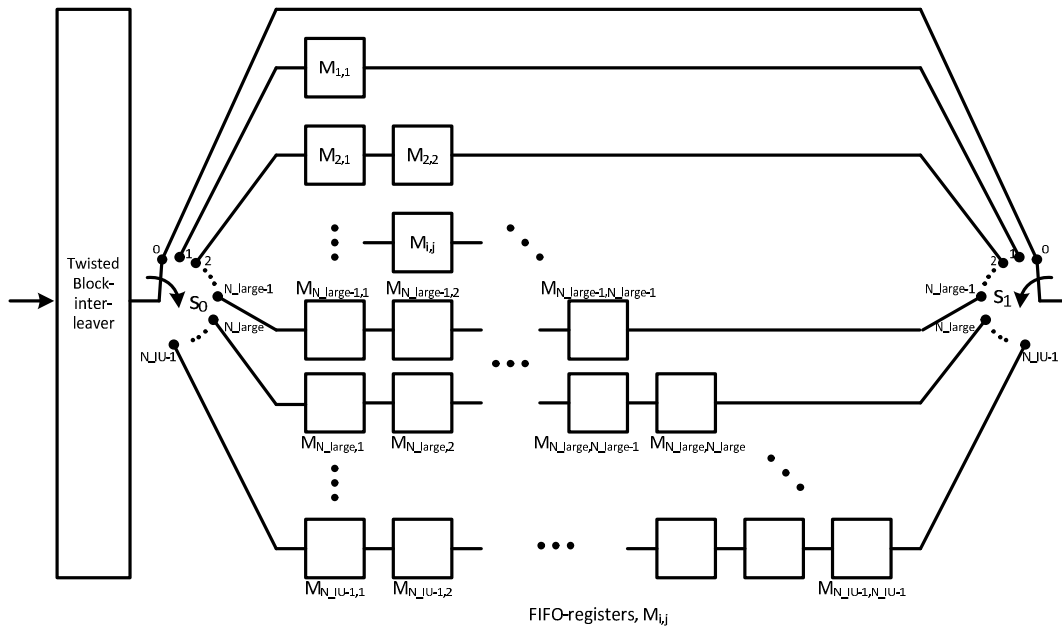
(그림 7-7) TBI 동작 블록도; (a) 선형 쓰기 동작, (b) 대각선 방향 읽기 동작

7.1.5.5 컨벌루션 지연선

CDL은 하나의 TBI 출력 TI 블록을 다수개의 부프레임에 분산시킴으로써 부프레임 간 인터리빙을 수행한다. (그림 7-8)은 HTI 모드에서 CDL 동작 블록도를 나타낸다. 그림에서 CDL은 N_U 개 브랜치로 구성되며, 각 브랜치는 연속된 FIFO 레지스터로 구성된다. 결과적으로 CDL은 하나의 TI 블록을 N_U 개 인터리빙 유닛으로 나누며 각 인터리빙 유닛을 N_U 부프레임에 분산시킨다. 여기서 하나의 FIFO 레지스터가 저장할 수 있는 최대 셀의 개수 $M_{i,j}$ 와 레지스터 크기는 다음과 같이 정의된다.

- $L_{IU} = \text{floor}(N_r/N_U)$, 여기서 $\text{floor}(x)$ 는 x 보다 작거나 같은 최대 정수를 나타낸다.

- 처음 $N_{large} = N_r \bmod N_{IU}$ 개의 브랜치에 연결된 FIFO 레지스터는 $M_{i,j} = (L_{IU} + 1) \cdot N_{FEC_TI_MAX}$ 개 셀을 저장한다.
- 다음 $N_{small} = N_{IU} - N_{large}$ 개의 브랜치에 연결된 FIFO 레지스터는 $M_{i,j} = L_{IU} \cdot N_{FEC_TI_MAX}$ cells 개 셀을 저장한다.
- 만일 N_r 이 N_{IU} 의 정수 배이면 (즉 $N_{large} = 0$), 모든 FIFO 레지스터는 $L_{IU} \cdot N_{FEC_TI_MAX}$ 개 셀을 저장한다.



(그림 7-8) HTI 모드에서 CDL 동작 블록도

HTI모드에서 CDL의 기능은 다음과 같다.

스위치 s_0 는 TBI의 출력과 CDL의 각 브랜치와 연결을 해주며, 스위치 s_1 는 CDL의 각 브랜치의 출력값을 프레임 블록과 연결해주는 기능을 한다. 두 스위치의 이동은 CDL의 브랜치에서 동기화되어 동일하게 수행되어야 하며, CDL의 마지막 브랜치에서는 스위치는 CDL의 첫번째 브랜치로 이동한다. CDL의 n 번째 브랜치에서 스위치 s_0 와 s_1 는 $N_{FEC_TI_MAX}$ 셀이 TBI로부터 읽기 동작을 수행(7.1.5.4절 참조)하고 CDL 브랜치 레지스터에 저장되면, CDL의 $n+1$ 번째 브랜치로 이동한다. 여기서 $N_{FEC_TI_MAX}$ 셀은 $N_{FEC_TI}(n, s)$ 개의 데이터 셀과 $\{N_{FEC_TI_MAX} - N_{FEC_TI}(n, s)\}$ 개의 가상 셀로 이루어진다. 매 부프레임의 시작시에 두 스위치는 CDL의 첫번째 브랜치로 초기화 된다. 가상 셀은 TBI로부터 읽기 동작이 수행되지 않으며, 또한 가상 셀은 CDL를 통과하지 않는다. 각 행의 $N_{FEC_TI}(n, s)$ 개의 데이터 셀이 TBI로부터 CDL에 저장된 이후에 CDL을 위한

$\{N_{FEC_TI_MAX} - N_{FEC_TI}(n, s)\}$ 개의 가상 셀은 두 스위치가 CDL의 다음 브랜치로 이동하기 전에 CDL에 입력된다. 가상 셀은 HTI 출력으로 쓰여지지 않고 무시된다.

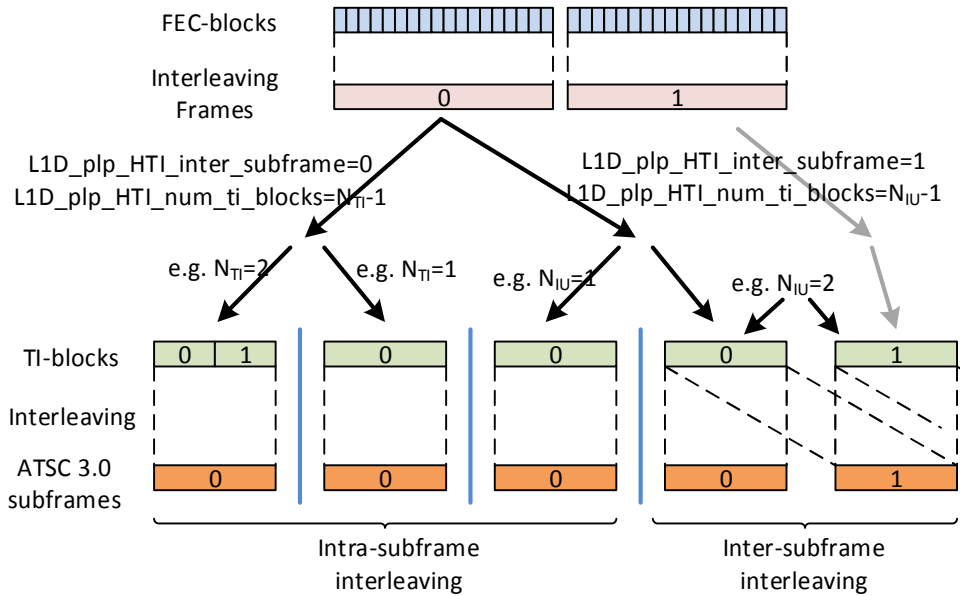
여기서 $N_{FEC_TI_MAX}$ 는 블록 인터리버의 최대 열 크기를 의미하므로, 스위치 s_0 와 s_1 는 인터리버가 읽혀질 때마다 열의 위치가 바뀐다. 또한 N_r 이 N_U 의 정수배가 아닐 경우에 HTI에서 최대 셀의 수는 $M_{HTI} = N_r + 0.5 \times N_{FEC_TI_MAX} \times (2N_r + (L_U + 1)N_{buge} (N_{buge} - 1) + L_U (N_U (N_U - 1) - N_{buge} (N_{buge} - 1)))$ 이며, N_r 이 N_U 의 정수배일 경우에는 $N_r + 0.5 \times N_{FEC_TI_MAX} \times N_r \times (N_U + 1)$ 이다.

7.1.5.6 HTI 옵션

HTI 모드는 다음과 같이 부프레임 간 인터리빙과 부프레임 내 인터리빙 2가지 옵션을 제공한다. (그림 7-9)는 예시를 통해 HTI 옵션을 설명한다.

- 부프레임 내 인터리빙: 하나의 인터리빙 프레임이 하나의 부프레임에 매핑되는 옵션이며, 이때 인터리빙 프레임은 하나 이상의 TI 블록으로 구성될 수 있다. (그림 7-9)의 왼쪽 부분은 부프레임 내 인터리빙 예시를 보인다. 특히 인터리빙 프레임이 하나 이상의 TI 블록으로 구성될 경우 PLP의 전송 비트율을 증대시킬 수 있다. 부프레임 내 인터리빙 모드는 시그널링 $L1D_plp_HTI_inter_subframe = 0$ 을 통해 전달되며, 인터리빙 프레임 당 TI 블록 개수는 시그널링 $N_{TI} = L1D_plp_HTI_num_ti_blocks$ 의 해 전달되며, 이때 $N_U = 1$ 과 같다.
- 부프레임 간 인터리빙: 하나의 인터리빙 프레임은 하나의 TI 블록으로 구성되며, 하나 이상의 부프레임에 분산되어 매핑된다. (그림 7-9)의 오른쪽 부분은 하나의 인터리빙 프레임이 2개의 부프레임에 매핑되는 예시를 보인다. 특히 부프레임 간 인터리빙 모드는 낮은 전송 데이터 서비스에 대해 시간 다이버시티 성능을 향상시킬 수 있다. 부프레임 간 인터리빙 모드는 시그널링 $L1D_plp_HTI_inter_subframe = 1$ 을 통해 전달되며, 분산되는 부프레임 개수는 시그널링 $N_U = L1D_plp_HTI_num_ti_blocks$ 의 해 전달되며, 이때 $N_{TI} = 1$ 과 같다.

(그림 7-9) 중간 그림은 HTI 모드는 $L1D_plp_HTI_num_ti_blocks = 1$ 인 경우에 대한 예시로서 $L1D_plp_HTI_inter_subframe$ 시그널링 정보와 상관없이 하나의 TI 블록이 하나의 부프레임에 매핑된다.



(그림 7-9) $L1D_HTI_inter_subframe$ 가 0 또는 1 이며, $L1D_HTI_num_ti_blocks$ 가 1 또는 2 일 경우 HTI 옵션 설명

7.1.5.7 부프레임 간 인터리빙을 위한 CDL의 메모리 초기화

부프레임 간 인터리빙을 위한 CDL의 메모리 초기값은 다음과 같다. 초기화를 위해 요구되는 메모리 요소의 개수는 $M_{CDL} = (N_U (N_U - 1) L_U + N_{large} (N_{large} - 1)) / 2$ 이므로, 발생기 (5.2.3절)에서는 $\eta_{MOD} \times M_{CDL}$ 비트를 발생해야 한다. 여기서 η_{MOD} 는 <표 6-14>에서 정의된 변조 지수이며, 각 계층의 PLP의 변조에 의해서 결정된다. 발생된 비트는 6.3절에서와 같이 QAM 셀로 매핑되며, 매핑된 셀은 시퀀스 셀 g_q 는 다음과 같은 과정을 통해 CDL로 입력된다.

1. i 번째 브랜치에서 초기화를 위한 셀 입력은 다음과 같다.

- $i = 0$ 인 경우, 초기화 셀 입력이 없음
- $N_{large} > 0$ 와 $0 < i < N_{large}$ 경우, 초기화 셀의 개수는 $i \times (L_U + 1)$
- $N_{large} > 0$ 와 $N_{large} \leq i < N_U$ 인 경우, 초기화 셀의 개수는 $i \times L_U$
- $N_{large} = 0$ 와 $0 < i < N_U$ 인 경우, 초기화 셀의 개수는 $i \times L_U$

2. CDL의 각 브래치는 다음 브랜치로 이동하기 전에 초기화 셀을 모두 수신해야한다.

7.2 프레임

7.2.1 개요

프레이밍 블록은 데이터 셀 형태의 하나 또는 여러 개 물리계층 파이프를 입력으로 받아서 프레임 심볼을 출력한다. 프레임 심볼은 주파수 영역 콘텐츠의 집합으로 선택적 주파수 인터리빙, 파일럿 삽입, IFFT를 통해 시간 영역 OFDM 심볼로 변환된다. 그리고 이후에 보호 구간 삽입의 과정을 거친다.

7.2.2 프레임 구조

7.2.2.1 프레임 구성 요소

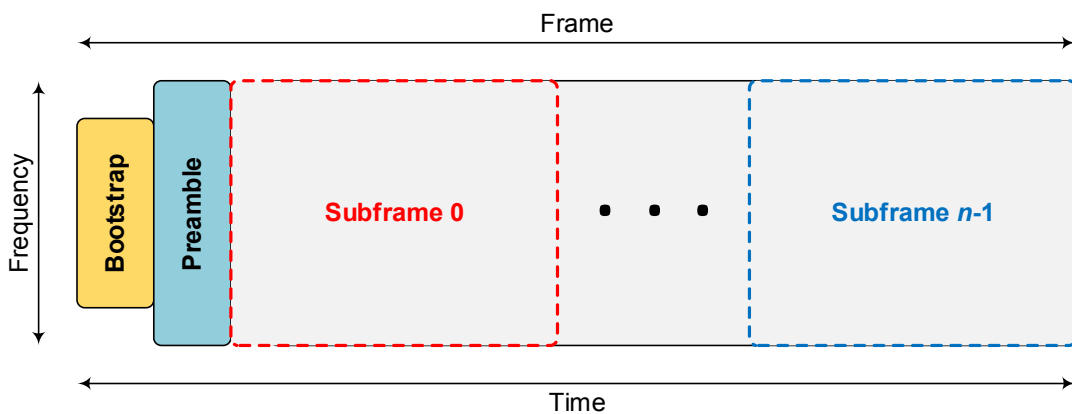
그림 7-10에서 보여주는 바와 같이 프레임은 세가지 기본 요소로 구성된다.

- 하나의 부트스트랩: 각 프레임의 시작에는 하나의 부트스트랩이 존재한다. 부트스트랩은 10 장에 기술된 것처럼 생성된다. 부트스트랩의 시작으로부터 동일한 주 버전과 부 버전을 사용하는 다음 부트스트랩의 시작까지의 시간 구간은 현재 부트스트랩에서 지시되는 신호에 대한 표본화율로 지정되는 기본 시간 길이(elementary period) $T(\mu s)$ 로 나누어 떨어진다.
- 하나의 프리앰블: 부트스트랩 바로 뒤에는 하나의 프리앰블이 위치한다. 프리앰블은 프레임의 나머지 영역에 적용되는 L1 시그널링 데이터를 포함한다. 프리앰블은 7.2.5 절에서 상세히 기술한다.
- 하나 또는 다수의 부프레임: 프리앰블 바로 뒤에 하나 또는 다수의 부프레임이 위치한다. 다수의 부프레임이 존재하는 경우에는 그림 7-10 과 같이 시간에 따라 연속적으로 위치한다.

부프레임은 프레임 내의 시간-주파수 자원의 집합으로 구성된다. 부프레임은 주파수 영역에서는 구성된 부반송파가 모든 영역을 사용하고, 시간 영역에서는 정수 개의 OFDM 심볼로 구성된다. 부프레임 타입에 따라 파형 속성이 달라지며 파형 속성에는 FFT 크기, 보호 구간 길이, 분산 파일럿 패턴, 전송 부반송파 개수, 주파수 인터리버

사용 여부 및 SISO 모드, MISO 모드 또는 MIMO 모드 인지 여부가 포함된다. 부프레임의 파형 속성은 부프레임 타입 (subframe type)을 구성한다. MISO 모드인 경우에는 부프레임 타입을 정의하는 파형 속성에 송신기의 숫자 ($N_{TX} \in \{2,3,4\}$)와 필터의 시간 영역 길이 ($N_{MSO} \in \{64,256\}$)가 추가된다. 부프레임에 사용되는 파형 속성은 부프레임이 지속되는 동안 변경되지 않는다. 프레임은 동일한 부프레임 타입을 갖는 다수의 부프레임을 가질 수 있고, 또한 프레임은 다른 부프레임 타입을 갖는 다수의 부프레임을 가질 수 있다. 프리앰블의 FFT 크기 및 보호구간의 길이는 첫번째 부프레임의 FFT 크기 및 보호구간의 길이와 동일하다.

하나의 특정한 PLP는 동일한 부프레임 타입을 갖는 부프레임에만 매핑된다. 하나의 PLP가 다수의 부프레임에 걸쳐서 시간 인터리빙이 되는 경우에 PLP는 동일한 프레임인지 다른 프레임인지 여부와 관계없이 동일한 부프레임 타입을 갖는 부프레임에 위치한다.



(그림 7-10) 프레임 구조

7.2.2.2 프레임 길이

프레임 길이는 시간 정렬 프레임과 심볼 정렬 프레임 중에서 한 가지 방식으로 지정된다.

- 시간 정렬 프레임: 전체 프레임 길이는 부트스트랩, 프리앰블과 프레임 내에 포함된 부프레임의 길이의 합과 같다. 시간 정렬 프레임은 8.5.1 절에서 설명된 것과 같이 현재 프레임의 데이터 OFDM 심볼의 보호 구간에 추가된 초과 샘플을 배치하여 전체 프레임의 길이를 5ms 단위로 표현한다. (L1B_frame_length_mode=0)

- 심볼 정렬 프레임: 심볼 정렬 프레임은 OFDM 심볼의 보호 구간 길이에 대해서 시그널링한 길이 이외에는 어떠한 추가 샘플을 삽입하지 않는다.
(L1B_frame_length_mode=1)

프레임의 최대 길이 5s이고 최소 길이는 50 ms이다.

7.2.2.3 부프레임 길이

부프레임 최소길이는 20 ms 이상 또는 부프레임 경계심볼과 데이터 심볼의 개수 합이 $4 \times Dy$ 인 경우의 시간이다. 모든 부프레임 내에는 최소한 $4 \times Dy$ 개의 데이터 심볼과 부프레임 경계심볼이 존재해야 한다.

7.2.3 전송 부반송파 개수

전송 부반송파 개수는 계산식 $NoC = NoC_{max} - C_{red_coeff} \times C_{unit}$ 으로 정의된다. 여기서 C_{red_coeff} 는 양의 정수 값으로 C_{unit} 의 몇 배수를 감소할 것인지를 나타내는 변수이다. C_{red_coeff} 는 0부터 4까지의 값을 가지며 L1B_preamble_reduced_carriers, L1B_first_sub_reduced_carriers 및 L1D_reduced_carriers라는 L1 필드로 시그널링된다. L1B_preamble_reduced_carrier는 첫 번째 프리앰블 심볼을 제외한 프리앰블 심볼의 부반송파 개수를 알려주고, L1B_first_sub_reduced_carriers는 첫 번째 부프레임의 전송 부반송파 개수를 알려준다. L1D_reduced_carriers는 두 번째와 그 이후의 부프레임의 전송 부반송파 개수를 알려준다. 전송 부반송파 개수의 최대값은 NoC_{max} 로 표시한다. 제어 유닛 C_{unit} 의 값은 8K FFT의 경우 96, 16K FFT의 경우 192 그리고 32K FFT의 경우 384를 갖는다.

여기서 주의할 점은, 특정 설정에서 유효 상대적 부반송파 인덱스의 범위가 0 에서 $NoC_{max} - C_{red_coeff} \times C_{unit} - 1$ 이라면, 같은 설정에서 유효 절대적 부반송파 인덱스는 $C_{red_coeff} \times C_{unit} / 2$ 에서 $NoC_{max} - C_{red_coeff} \times C_{unit} / 2 - 1$ 까지이다.

<표 7-1>은 C_{red_coeff} 의 다양한 값에 대한 전송 부반송파 개수를 보여준다. 전송 부반송파 개수의 최대값은 표에서 $C_{red_coeff} = 0$ 인 경우이다. 8K FFT는 6913, 16K FFT는 13825 그리고 32K FFT는 27649를 갖는다.

<표 7-1> 전송 부반송파 개수와 점유대역폭

C_{red_coeff}	Number of Carriers (NoC)			Actual Occupied Bandwidth		
	8K FFT	16K FFT	32K FFT	6MHz	7MHz	8MHz
0	6913	13825	27649	5.832844	6.804984	7.777125
1	6817	13633	27265	5.751844	6.710484	7.669125
2	6721	13441	26881	5.670844	6.615984	7.561125
3	6625	13249	26497	5.589844	6.521484	7.453125
4	6529	13057	26113	5.508844	6.426984	7.345125

7.2.4 프레임 심볼 타입

각 부프레임은 부프레임의 시작부터 끝까지 다음 타입의 심볼 조합으로 구성된다.

- 부프레임 경계 심볼 (없거나 하나)
- 데이터 심볼
- 부프레임 경계 심볼 (없거나 하나)

참고로 부프레임 경계 심볼은 현재 부프레임에 존재하지 않을 수 있고 이 경우에는 부프레임은 데이터 심볼만으로 구성된다.

7.2.4.1 부프레임 경계 심볼

부프레임 경계 심볼은 수신기에서 정확한 채널 추정이 용이하도록 데이터 심볼보다 높은 밀도의 분산 파일럿을 갖는다.

다음 중 하나라도 조건을 만족하는 경우가 아니라면 모든 부프레임의 첫 번째 심볼은 항상 부프레임 경계 심볼이 되어야 한다. 다만, 다음 조건 중 어느 하나만 만족하는 경우에도 부프레임의 첫 번째 심볼은 부프레임 경계 심볼로 선택적으로 사용될 수 있다.

- (프리앰블 심볼 바로 뒤에 있는 부프레임) and (프리앰블 심볼과 부프레임은 주파수 인터리버의 사용여부를 제외-즉, 프리앰블 심볼과 부프레임의 주파수 인터리버 사용여부는 동일하지 않아도 됨-하고 동일한 부프레임 타입 (7.2.2.1 절 참조)을 사용)

- (부프레임은 동일 프레임 내의 다른 부프레임을 선행) **and** (두 부프레임은 주파수 인터리버의 사용여부를 제외하고 동일한 부프레임 타입 (7.2.2.1 절 참조)을 사용 **and** (선행 부프레임의 마지막 심볼은 부프레임 경계 심볼)

다음의 조건이 충족되지 않을 때 모든 부프레임의 마지막 심볼은 항상 부프레임 경계 심볼이 되어야 한다. 다만, 다음의 조건을 만족하는 경우에도 부프레임의 마지막 심볼은 부프레임 경계 심볼로 선택적으로 사용될 수 있다.

- (부프레임은 동일 프레임 내의 다른 부프레임을 후행) **and** (두 부프레임은 주파수 인터리버의 사용여부를 제외하고 동일한 부프레임 타입 (7.2.2.1 절 참조)을 사용 **and** (다음 부프레임의 첫 번째 심볼은 부프레임 경계 심볼)

각 부프레임의 시작과 끝에 존재하는 부프레임 경계 심볼의 존재 유무는 명시적으로 시그널링한다.

7.2.4.2 데이터 심볼

데이터 심볼은 대응하는 부프레임의 분산 파일럿 패턴에 따라 분산 파일럿 밀도를 가진다. D_y 는 시간 방향의 분산 파일럿 길이를 지정하는 파라미터고 부프레임 내에는 최소한 $4 \times D_y$ 데이터 심볼은 존재해야 한다.

FFT 크기가 32K인 부프레임은 다음 조건을 만족해야 한다.

- 부프레임 내의 OFDM 심볼의 수(데이터 심볼과 부프레임 경계 심볼)는 첫번째 부프레임을 제외하고는 항상 짝수이어야 한다. 첫번째 부프레임은 프리앰블 심볼, 데이터 심볼과 부프레임 경계 심볼 수의 합이 항상 짝수이어야 한다.

부프레임의 시작에 부프레임 경계 심볼이 존재하는 경우에 부프레임 경계 심볼 바로 뒤에는 부프레임 내의 모든 데이터 심볼이 위치한다. 부프레임의 끝에 부프레임 경계 심볼이 존재하는 경우에 부프레임 경계 심볼은 부프레임의 마지막 데이터 심볼의 뒤에 위치한다.

7.2.5 프리앰블

프리앰블은 하나 혹은 다수의 프리앰블 심볼로 구성되며, 프레임에 의하여 L1 시그널링 데이터를 전송한다.

7.2.5.1 프리앰플 심볼

FFT 크기와 보호 구간 길이, 분산 파일럿 패턴은 9.1절에서 설명된 바와 같이 부트스트랩에서 시그널링된다.

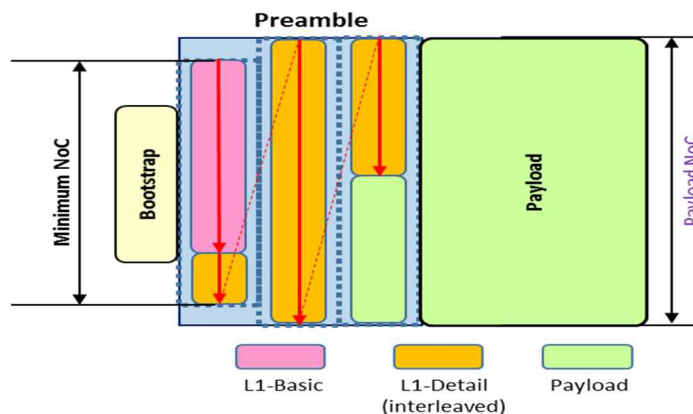
프리앰블 심볼의 개수 N_p 는 L1 시그널링에서 알려준다.

프리앰블의 첫 번째 심볼의 전송 부반송파 개수는 주어진 FFT 크기에 대해서 최소 개수가 사용되고, 나머지 프리앰블 심볼의 전송 부반송파 개수는 L1 Basic에서 시그널링된다.

모든 프리앰블 심볼에서 7.3절에서 기술된 주파수 인터리빙을 수행한다.

7.2.5.2 프리앰플 심볼에서 L1 시그널링 데이터 매핑

L1-Basic과 L1-Detail 시그널링 데이터는 6.5절에 기술된 것처럼 부호화되고 변조된다. (그림 7-11)과 같이 L1-Basic 셀은 오직 첫 번째 프리앰블 심볼에만 매핑된다. L1-Detail 셀은 첫 번째 심볼에서 L1-Basic 셀을 매핑하고 남아있는 셀과 다른 프리앰블 심볼에 걸쳐서 인터리빙되고 매핑된다.



(그림 7-11) 프리앰블 심볼에서 L1-Basic 과 L1-Detail 의 매핑

L1-Detail 셀은 프리앰블 심볼에 다음과 같이 인터리빙되고 매핑된다.

L1B_L1_Detail_total_cells개의 L1-Detail 셀은 모든 프리앰블 심볼에 걸쳐서 인터리빙된다. 첫 번째 프리앰블 심볼에서 L1-Detail 셀은 L1-Basic 셀이 사용하지 않는 영역을 사용한다. L1-Detail 인터리버는 $L_c = N_P$ 열과 $L_r = \lfloor L1B_L1_Detail_total_cells / N_P \rfloor$ 행을 갖는 블록 인터리버이다.

우선 $L_c \times L_r$ 개의 L1-Detail 셀은 순차적으로 블록 인터리버의 행 방향으로 배치되고 열 방향으로 읽혀진다. L1-Detail 셀에 대해서 인터리버 입력 $x(m)$ 과 출력 $y(n)$ 의 ($m, n = 0, 1, \dots, L1B_L1_Detail_total_cells - 1$) 관계는 다음의 계산식으로 설명된다.

$$y(n) = \begin{cases} x(j \times L_c + i) & \text{where } n = (i \times L_r + j) \text{ and } 0 \leq n < L_r \times L_c \\ x(n) & L_r \times L_c \leq n < L1B_L1_Detail_total_cells \end{cases}$$

for $j = 0, 1, \dots, L_r - 1$ and $i = 0, 1, \dots, L_c - 1$

인터리버 출력 셀 $y(n)$ 은 첫 번째 프리앰블 심볼의 첫 번째 빈 데이터 셀로부터 순차적으로 매핑된다. 마지막 프리앰블 심볼에서 L1-Detail 셀로 사용되지 않는 셀은 페이로드의 데이터 셀로 사용된다.

7.2.5.3 프리앰블 심볼 생성

8.1.6절에 기술된 것처럼 주파수 인터리버 수행 후에 프리앰블 파일럿을 각각의 프리앰블 심볼에 삽입한다. 8.3절과 8.5절에 기술된 것처럼 프리앰블 심볼은 IFFT를 통과 후에 보호구간을 삽입한다.

MISO 또는 MIMO는 어떤 프리앰블 심볼에도 적용 할 수 없다.

LDM은 프리앰블 심볼에 전송되는 L1-Basic 및 L1-Detail 데이터 셀에는 적용할 수 없고, 프리앰블의 마지막 심볼에 전송되는 데이터 셀에는 적용할 수 있다.

프레임 내의 모든 프리앰블 심볼에서 FFT 크기 및 보호 구간 길이는 동일하며, 9.1절과 같이 부트스트랩에서 **preamble_structure**로 시그널링된다.

7.2.6 셀 다중화

프레임 빌더는 시간 인터리버의 출력을 각 부프레임의 데이터 셀에 매핑한다.

7.2.6.1 데이터 셀 색인

부프레임 내의 데이터 셀은 일차원 방식으로 순서가 지정된다. 첫 번째 셀부터 0으로 시작하고 각각의 연속 데이터 셀에 의해 색인이 하나씩 증가한다. 데이터 셀 색인은 데이터 셀 다중화를 위하여 부프레임과 연계된 첫 번째 OFDM 심볼에서 시작한다. 시작하는 심볼은 마지막 프리앰블 심볼(프레임의 첫 번째 부프레임만 가능) 및 부프레임 경계 심볼, 데이터 심볼 중 하나이어야 한다. OFDM 심볼내의 모든 데이터 셀은 동일한 부프레임의 다음 OFDM 심볼로 이동할 때까지 색인된다. OFDM 심볼 내 데이터 셀 색인은 제일 낮은 부반송파로부터 시작하여 다음으로 낮은 부반송파로 진행되며, 결국 OFDM 심볼 내의 모든 데이터 셀이 색인될 때까지 진행된다.

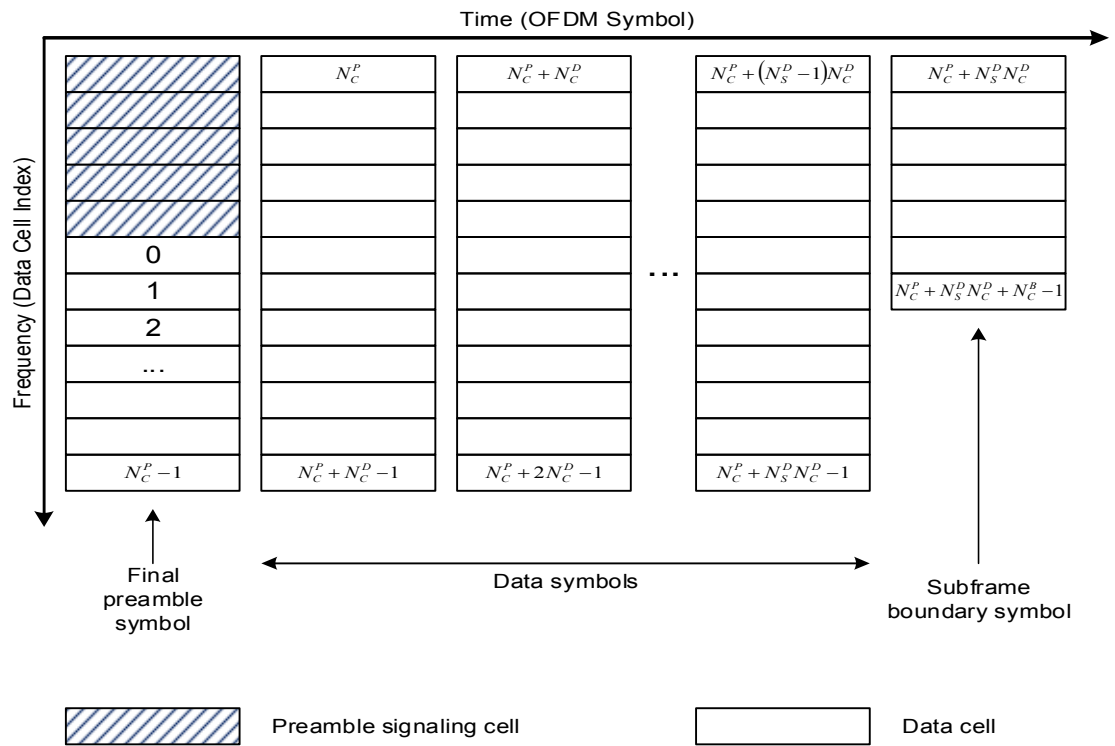
데이터 셀은 파일럿 및 PAPR을 위한 톤 예약 (Tone Reservation: TR) (8.4.1절 참조), 널 셀(프레임의 첫 번째 부프레임과 연관된 프리앰블 심볼 및 부프레임 경계 심볼)을 제외한 OFDM 심볼의 셀이다.

(그림 7-12)는 프리앰블의 마지막 심볼로 시작하는 부프레임에 대한 데이터 셀 색인의 예를 나타낸다. 부프레임 경계 심볼 (Subframe Boundary Symbol)로 종결되며 두 경계 사이에 데이터 심볼이 위치한다. 이 예제에서, 다수의 프리앰블 심볼이 프레임의 프리앰블에 존재할 수 있지만, 마지막 프리앰블 심볼에만 실제로 데이터 PLP를 운반할 수 있다.

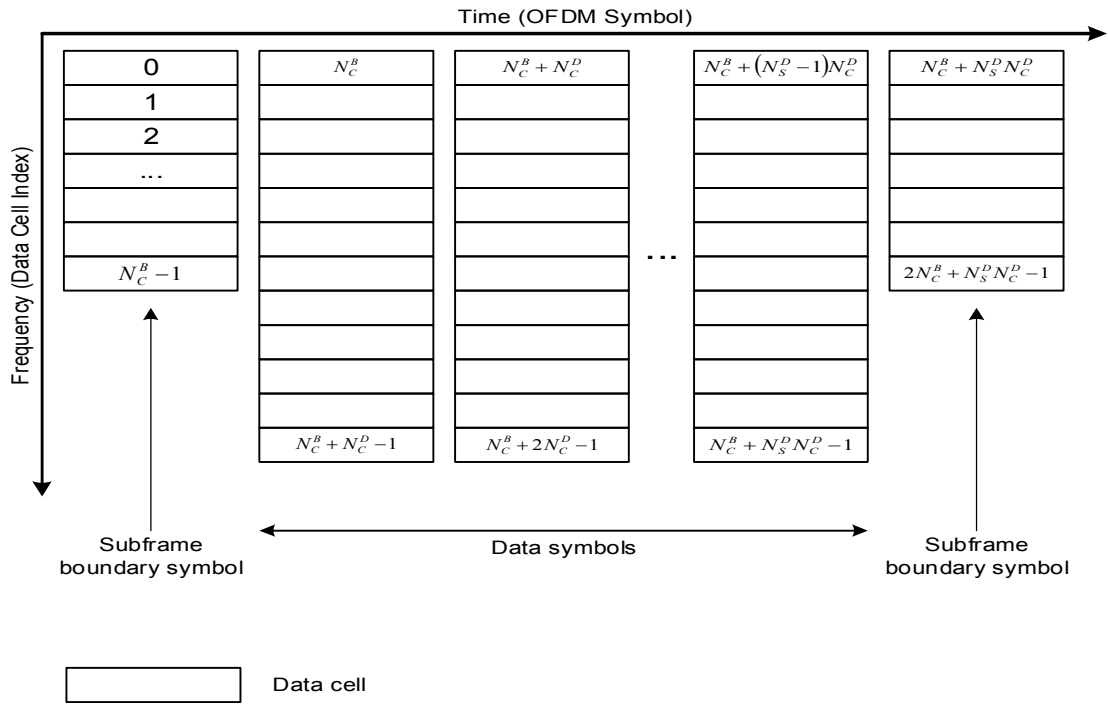
마찬가지로 (그림 7-13)은 부프레임 경계 심볼로 시작하는 부프레임에 대한 데이터 셀 색인의 예를 나타낸다. 부프레임 경계 심볼로 종결되며 두 경계 사이에 데이터 심볼이 위치한다. 이 경우에 프리앰블 심볼은 부프레임과 관련이 없다.

(그림 7-12)와 (그림 7-13)에서 사용되는 파라미터를 다음과 같이 정의한다

- N_C^P 는 프리앰블의 마지막 심벌에서 유효 데이터 부반송파 개수
- N_C^D 는 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수
- N_C^B 는 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수
- N_S^D 는 부프레임에 존재하는 데이터 심볼의 개수



(그림 7-12) 프리앰블 심볼과 부프레임이 관련이 있는 경우 데이터 셀 색인



(그림 7-13) 프리앰블 심볼과 부프레임이 관련이 없는 경우 데이터 셀 색인

7.2.6.2 프리앰블 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수

프리앰블 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(N_C^P)는 다음 파라미터의 함수이다.

- 전송 부반송파 개수는 7.2.3 절에 기술되어 있다. 프리앰블 파일럿의 개수는 프리앰블 파일럿 패턴(D_x)과 전송 부반송파 개수의 함수이다.
- 연속 파일럿의 개수는 프리앰블 심볼의 FFT 크기와 전송 부반송파 개수의 함수이다.
- PAPR(peak-to-average power)를 위하여 톤 예약이 사용될 수 있다. 톤 예약(활성화 된다면)을 위한 부반송파 개수는 <표 F-2>에 나타내듯이 FFT 크기의 함수이다.

톤 예약이 활성화되지 않은 경우 프리앰블 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-2>에서 보여준다.

<표 7-2> 프리앰블 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	GI Length (samples)	Pilot Pattern (D_x)	C_{red_coeff}				
			0	1	2	3	4

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

8K	192	16	6432	6342	6253	6164	6075
8K	384	8	6000	5916	5833	5750	5667
8K	512	6	5712	5632	5553	5474	5395
8K	768	4	5136	5064	4993	4922	4851
8K	1024	3	4560	4496	4433	4370	4307
8K	1536	4	5136	5064	4993	4922	4851
8K	2048	3	4560	4496	4433	4370	4307
16K	192	32	13296	13110	12927	12742	12558
16K	384	16	12864	12684	12507	12328	12150
16K	512	12	12576	12400	12227	12052	11878
16K	768	8	12000	11832	11667	11500	11334
16K	1024	6	11424	11264	11107	10948	10790
16K	1536	4	10272	10128	9987	9844	9702
16K	2048	3	9120	8992	8867	8740	8614
16K	2432	3	9120	8992	8867	8740	8614
16K	3072	4	10272	10128	9987	9844	9702
16K	3648	4	10272	10128	9987	9844	9702
16K	4096	3	9120	8992	8867	8740	8614
32K	192	32	26592	26220	25854	25484	25116
32K	384	32	26592	26220	25854	25484	25116
32K	512	24	26304	25936	25574	25208	24844
32K	768	16	25728	25368	25014	24656	24300
32K	1024	12	25152	24800	24454	24104	23756
32K	1536	8	24000	23664	23334	23000	22668
32K	2048	6	22848	22528	22214	21896	21580
32K	2432	6	22848	22528	22214	21896	21580
32K	3072	8	24000	23664	23334	23000	22668
32K	3072	3	18240	17984	17734	17480	17228
32K	3648	8	24000	23664	23334	23000	22668
32K	3648	3	18240	17984	17734	17480	17228
32K	4096	3	18240	17984	17734	17480	17228
32K	4864	3	18240	17984	17734	17480	17228

7.2.6.3 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수

데이터 심볼에서의 유효 데이터 부반송파 개수(N_c^D)는 다음 파라미터의 함수이다.

- 전송 부반송파 개수는 7.2.3 절에 기술되어 있다. 데이터 심볼에서 분산 파일럿의 개수는 분산 파일럿 패턴과 전송 부반송파 개수의 함수이다.
- 데이터 심볼에서 연속 파일럿의 개수는 프리앰블 심볼의 FFT 크기와 전송 부반송파 개수의 함수이다.

- PAPR 를 위하여 톤 예약이 사용될 수 있다. 톤 예약(활성화 된다면)을 위한 부반송파 개수는 <표 F-2>에 나타내듯이 FFT 크기의 함수이다.

톤 예약이 활성화되지 않은 경우 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-3>과 <표 7-4>에서 정의되고 이탤릭체로 표시된 항목은 사용되지 않는다.

톤 예약이 활성화된 경우에 <표 F-2>에 나타낸 바와 같이 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-3>과 <표 7-4>에서 FFT 크기를 함수로 하는 톤 예약의 개수를 제외한 개수와 같다.

<표 7-3> 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

			Available data cells per data symbol							
FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	5711	6285	5999	6429	6287	6573	6431	6645
	1	6817	5631	6197	5915	6339	6199	6481	6341	6552
	2	6721	5552	6110	5832	6250	6112	6390	6252	6460
	3	6625	5473	6023	5749	6161	6025	6299	6163	6368
	4	6529	5394	5936	5666	6072	5938	6208	6074	6276
16K	0	13825	11423	12573	11999	12861	12575	13149	12863	13293
	1	13633	11263	12397	11831	12681	12399	12965	12683	13107
	2	13441	11106	12224	11666	12504	12226	12784	12506	12924
	3	13249	10947	12049	11499	12325	12051	12601	12327	12739
	4	13057	10789	11875	11333	12147	11877	12419	12149	12555
32K	0	27649	22847	(2514 9)	N/A	N/A	25151	(2630 1)	25727	(2658 9)
	1	27265	22527	(2479 7)	N/A	N/A	24799	(2593 3)	25367	(2621 7)
	2	26881	22213	(2445 1)	N/A	N/A	24453	(2557 1)	25013	(2585 1)
	3	26497	21895	(2410 1)	N/A	N/A	24103	(2520 5)	24655	(2548 1)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	4	26113	21579	(2375 3)	N/A	N/A	23755	(2484 1)	24299	(2511 3)
--	---	-------	-------	-------------	-----	-----	-------	-------------	-------	-------------

<표 7-4> 데이터 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	Available data cells per data symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6575	6717	6647	6753	(6719)	(6789)	6755	6807
	1	6817	6483	6623	6554	6660	(6625)	(6694)	6661	6714
	2	6721	6392	6530	6462	6565	(6532)	(6600)	6567	6619
	3	6625	6301	6437	6370	6473	(6439)	(6506)	6474	6524
	4	6529	6210	6344	6278	6378	(6346)	(6412)	6380	6429
16K	0	13825	13151	13437	13295	13509	13439	13581	13511	13617
	1	13633	12967	13249	13109	13320	13251	13391	13322	13428
	2	13441	12786	13064	12926	13134	13066	13204	13136	13239
	3	13249	12603	12877	12741	12946	12879	13015	12948	13051
	4	13057	12421	12691	12557	12759	12693	12827	12761	12861
32K	0	27649	26303	(2687 7)	26591	(2702 1)	26879	(2716 5)	27023	(2723 7)
	1	2726 5	25935	(2650 1)	26219	(2664 3)	26503	(2678 5)	26645	(2685 6)
	2	2688 1	25573	(2613 1)	25853	(2627 1)	26133	(2641 1)	26273	(2648 1)
	3	2649 7	25207	(2575 7)	25483	(2589 5)	25759	(2603 3)	25897	(2610 2)

FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	Available data cells per data symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
	4	2611 3	24843	(2538 5)	25115	(2552 1)	25387	(2565 7)	25523	(2572 5)

7.2.6.4 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수 및 위치

다음과 같이 파라미터를 정의한다.

N_{Data}^B 는 부반송파 경계 심볼에서 데이터 셀과 널 셀의 총 개수이다.

NoA_{SBS} 는 부반송파 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수다. 셀 다중화를 위한 부반송파 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수는 $N_C^B = NoA_{SBS}$ 이다.

N_{Null}^B 는 부반송파 경계 심볼에서 널 셀의 개수이다. $N_{Null}^B = N_{Data}^B - NoA_{SBS}$

톤 예약이 활성화되지 않은 경우 부반송파 경계 심볼에서 총 데이터 셀의 개수는 <표 7-5>와 <표 7-6>에서 정의되고 이탤릭체로 표시된 항목은 사용되지 않는다.

톤 예약이 활성화된 경우에 <표 F-2>에 나타난 바와 같이 부프레임 경계 심볼에서 총 데이터 셀의 개수는 <표 7-5>와 <표 7-6>에서 FFT 크기를 함수로 하는 톤 예약의 개수를 제외한 개수와 같다.

<표 7-5> 부프레임 경계 심볼에서 총 데이터 셀의 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	Total data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4560	4560	5136	5136	5712	5712	6000	6000
	1	6817	4496	4496	5064	5064	5632	5632	5916	5916
	2	6721	4433	4433	4993	4993	5553	5553	5833	5833
	3	6625	4370	4370	4922	4922	5474	5474	5750	5750
	4	6529	4307	4307	4851	4851	5395	5395	5667	5667
16K	0	1382 5	9120	9120	10272	10272	11424	11424	12000	12000

			Total data cells in a subframe boundary symbol							
FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
	1	1363 3	8992	8992	10128	10128	11264	11264	11832	11832
	2	1344 1	8867	8867	9987	9987	11107	11107	11667	11667
	3	1324 9	8740	8740	9844	9844	10948	10948	11500	11500
	4	1305 7	8614	8614	9702	9702	10790	10790	11334	11334
32K	0	2764 9	18240	(18240)	N/A	N/A	22848	(22848)	24000	(24000)
	1	2726 5	17984	(17984)	N/A	N/A	22528	(22528)	23664	(23664)
	2	2688 1	17734	(17734)	N/A	N/A	22214	(22214)	23334	(23334)
	3	2649 7	17480	(17480)	N/A	N/A	21896	(21896)	23000	(23000)
	4	2611 3	17228	(17228)	N/A	N/A	21580	(21580)	22668	(22668)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-6> 부프레임 경계 심볼에서 총 데이터 셀의 개수(톤 예약 비활성화)

			Total data cells in a subframe boundary symbol							
FFT Size	C_{red_coeff}	NoC	SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6288	6288	6432	6432	(6576)	(6576)	6648	6648
	1	6817	6200	6200	6342	6342	(6484)	(6484)	6555	6555
	2	6721	6113	6113	6253	6253	(6393)	(6393)	6463	6463
	3	6625	6026	6026	6164	6164	(6302)	(6302)	6371	6371
	4	6529	5939	5939	6075	6075	(6211)	(6211)	6279	6279
16K	0	1382 5	12576	12576	12864	12864	13152	13152	13296	13296
	1	1363 3	12400	12400	12684	12684	12968	12968	13110	13110
	2	1344 1	12227	12227	12507	12507	12787	12787	12927	12927
	3	1324 9	12052	12052	12328	12328	12604	12604	12742	12742
	4	1305 7	11878	11878	12150	12150	12422	12422	12558	12558
32K	0	2764 9	25152	(2515 2)	25728	(2572 8)	26304	(2630 4)	26592	(2659 2)
	1	2726 5	24800	(2480 0)	25368	(2536 8)	25936	(2593 6)	26220	(2622 0)
	2	2688 1	24454	(2445 4)	25014	(2501 4)	25574	(2557 4)	25854	(2585 4)
	3	2649 7	24104	(2410 4)	24656	(2465 6)	25208	(2520 8)	25484	(2548 4)
	4	2611 3	23756	(2375 6)	24300	(2430 0)	24844	(2484 4)	25116	(2511 6)

부프레임 경계 심볼에서 유효 부반송 개수($No_{A_{BS}}$)는 $L1_scattered_pilot_boost$ 값과

분산 파일럿의 크기에 의존한다.

$C_{red_coeff} = 0$ 이고 톤 예약이 활성화되지 않은 경우 각 $L1_scattered_pilot_boost$ 값에 대한 부프레임 경계 심볼의 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-7> 및 <표 7-8>로 나타낸다. C_{red_coeff} 의 다른 값에 대한 각 $L1_scattered_pilot_boost$ 값에서의 부프레임 경계 심볼의 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-9>부터 <표 7-16>까지 나타낸다.

톤 예약이 활성화된 경우에 <표 F-2>에 나타난 바와 같이 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수는 <표 7-7>부터 <표 7-16>에서 FFT 크기를 함수로 하는 톤 예약의 개수를 제외한 개수와 같다.

<표 7-7> $C_{red_coeff} = 0$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4560	4560	5136	5136	5712	5712	6000	6000
	1	6817	4560	3904	5009	4332	5456	4856	5716	5168
	2	6721	4123	2922	4600	3467	5114	4147	5398	4558
	3	6625	3801	2148	4278	2868	4843	3588	5188	4078
	4	6529	3467	1534	4022	2245	4629	3146	4971	3697
16K	0	13825	9120	9120	10272	10272	11424	11424	12000	12000
	1	13633	9120	7807	10017	8663	10912	9708	11431	10331
	2	13441	8244	5841	9199	6930	10225	8288	10793	9109
	3	13249	7601	4290	8554	5731	9684	7168	10375	8146
	4	13057	6933	3063	8043	4484	9256	6282	9939	7383
32K	0	27649	18240	(18240)	N/A	N/A	22848	(22848)	24000	(24000)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	1	27265	18240	(1561 2)	N/A	N/A	21823	(1941 2)	22861	(2065 8)
	2	26881	16488	(1167 8)	N/A	N/A	20449	(1657 0)	21585	(1821 2)
	3	26497	15202	(8576)	N/A	N/A	19367	(1432 9)	20747	(1628 3)
	4	26113	13865	(6121)	N/A	N/A	18510	(1255 5)	19876	(1475 5)

<표 7-8> $C_{red_coeff} = 0$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	<i>L1_</i> <i>scattered</i> - <i>pilot_</i> <i>boost</i> <i>t</i>	<i>NoC</i>	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6288	6288	6432	6432	(6576)	(6576)	6648	6648
	1	6817	5976	5508	6132	5691	(6297)	(5922)	6384	6064
	2	6721	5729	5010	5919	5252	(6123)	(5564)	6231	5757
	3	6625	5533	4616	5751	4906	(5986)	(5282)	6125	5515
	4	6529	5379	4305	5618	4633	(5877)	(5058)	6015	5324
16K	0	1382 5	12576	12576	12864	12864	13152	13152	13296	13296
	1	1363 3	11950	11011	12262	11374	12593	11834	12766	12116
	2	1344 1	11455	10010	11835	10493	12243	11113	12458	11497

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

			Active data cells in a subframe boundary symbol							
FFT Size	<i>L1_ scatt ered - pilot_ boos t</i>	<i>NoC</i>	SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
	3	1324 9	11064	9221	11499	9798	11968	10544	12245	11008
	4	1305 7	10755	8596	11233	9248	11750	10094	12024	10622
32K	0	2764 9	25152	(25152)	25728	(2572 8)	26304	(2630 4)	26592	(26592)
	1	2726 5	23899	(22016)	24521	(2274 0)	25183	(2365 8)	25529	(24221)
	2	2688 1	22907	(20010)	23667	(2097 4)	24483	(2221 1)	24913	(22976)
	3	2649 7	22124	(18429)	22994	(1958 1)	23931	(2107 0)	24486	(21995)
	4	2611 3	21505	(17177)	22461	(1847 9)	23494	(2016 7)	24042	(21218)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-9> $C_{red_coeff} = 1$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	<i>L1_ scattered - pilot_ boost</i>	<i>NoC</i>	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4496	4496	5064	5064	5632	5632	5916	5916
	1	6817	4496	3849	4938	4272	5380	4788	5636	5096
	2	6721	4065	2881	4535	3419	5042	4089	5322	4494
	3	6625	3748	2117	4218	2828	4775	3538	5116	4021
	4	6529	3418	1513	3966	2214	4564	3102	4901	3645
16K	0	13825	8992	8992	10128	10128	11264	11264	11832	11832
	1	13633	8992	7697	9876	8541	10759	9572	11271	10187
	2	13441	8129	5758	9070	6833	10082	8171	10642	8982
	3	13249	7495	4229	8434	5650	9549	7068	10229	8032
	4	13057	6835	3019	7930	4420	9126	6194	9800	7280
32K	0	27649	17984	(17984)	N/A	N/A	22528	(22528)	23664	(23664)
	1	27265	17984	(15393)	N/A	N/A	21517	(19140)	22541	(20369)
	2	26881	16256	(11513)	N/A	N/A	20163	(16337)	21282	(17956)
	3	26497	14988	(8454)	N/A	N/A	19095	(14127)	20456	(16054)
	4	26113	13669	(6033)	N/A	N/A	18250	(12378)	19597	(14548)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-10> $C_{red_coeff} = 1$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6200	6200	6342	6342	(6484)	(6484)	6555	6555
	1	6817	5892	5431	6046	5608	(6209)	(5839)	6294	5971
	2	6721	5648	4940	5836	5173	(6038)	(5486)	6142	5664
	3	6625	5456	4552	5671	4831	(5902)	(5208)	6037	5422
	4	6529	5304	4245	5540	4559	(5795)	(4988)	5928	5231
16K	0	13825	12400	12400	12684	12684	12968	12968	13110	13110
	1	13633	11783	10857	12090	11215	12416	11668	12587	11941
	2	13441	11294	9870	11669	10346	12072	10957	12284	11327
	3	13249	10909	9091	11338	9661	11800	10397	12074	10844
	4	13057	10604	8475	11075	9118	11585	9953	11856	10461
32K	0	27649	24800	(24800)	25368	(25368)	25936	(25936)	26220	(26220)
	1	27265	23564	(21707)	24178	(22422)	24830	(23327)	25172	(23882)
	2	26881	22586	(19730)	23336	(20680)	24140	(21900)	24564	(22654)
	3	26497	21815	(18170)	22672	(19307)	23596	(20775)	24143	(21687)
	4	26113	21204	(16936)	22146	(18220)	23165	(19885)	23705	(20921)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-11> $C_{red_coeff} = 2$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4433	4433	4993	4993	5553	5553	5833	5833
	1	6817	4433	3796	4869	4212	5304	4720	5557	5024
	2	6721	4008	2841	4472	3371	4971	4032	5247	4432
	3	6625	3695	2088	4158	2788	4708	3488	5044	3964
	4	6529	3371	1492	3910	2183	4500	3058	4833	3595
16K	0	13825	8867	8867	9987	9987	11107	11107	11667	11667
	1	13633	8867	7591	9739	8422	10609	9438	11114	10045
	2	13441	8016	5679	8943	6738	9942	8058	10494	8857
	3	13249	7391	4172	8316	5572	9416	6970	10087	7920
	4	13057	6741	2979	7820	4360	8999	6108	9664	7179
32K	0	27649	17734	(17734)	N/A	N/A	22214	(22214)	23334	(23334)
	1	27265	17734	(15179)	N/A	N/A	21217	(18873)	22227	(20085)
	2	26881	16031	(11354)	N/A	N/A	19882	(16110)	20986	(17707)
	3	26497	14780	(8339)	N/A	N/A	18829	(13932)	20171	(15831)
	4	26113	13480	(5951)	N/A	N/A	17996	(12207)	19324	(14347)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-12> $C_{red_coeff} = 2$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6113	6113	6253	6253	(6393)	(6393)	6463	6463
	1	6817	5810	5355	5961	5532	(6122)	(5757)	6207	5890
	2	6721	5569	4870	5754	5106	(5953)	(5409)	6058	5589
	3	6625	5380	4488	5591	4770	(5820)	(5135)	5955	5351
	4	6529	5229	4186	5462	4504	(5714)	(4918)	5848	5164
16K	0	13825	12227	12227	12507	12507	12787	12787	12927	12927
	1	13633	11619	10706	11921	11058	12243	11506	12412	11780
	2	13441	11137	9732	11507	10202	11903	10805	12113	11178
	3	13249	10757	8965	11180	9526	11636	10252	11906	10703
	4	13057	10456	8358	10921	8992	11424	9815	11691	10328
32K	0	27649	24454	(2445 4)	25014	(2501 4)	25574	(2557 4)	25854	(2585 4)
	1	27265	23236	(2140 5)	23841	(2210 9)	24484	(2300 2)	24821	(2354 9)
	2	26881	22271	(1945 5)	23011	(2039 2)	23803	(2159 5)	24221	(2233 9)
	3	26497	21511	(1791 8)	22356	(1903 8)	23267	(2048 6)	23806	(2138 5)
	4	26113	20909	(1670 1)	21838	(1796 7)	22842	(1960 8)	23375	(2063 0)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-13> $C_{red_coeff} = 3$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	<i>L1_ scatt ered - pilot_ boos t</i>	<i>NoC</i>	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4370	4370	4922	4922	5474	5474	5750	5750
	1	6817	4370	3742	4800	4152	5229	4653	5478	4953
	2	6721	3951	2800	4408	3323	4901	3974	5173	4369
	3	6625	3643	2058	4099	2749	4641	3439	4972	3908
	4	6529	3323	1471	3855	2152	4436	3015	4764	3544
16K	0	13825	8740	8740	9844	9844	10948	10948	11500	11500
	1	13633	8740	7482	9599	8302	10457	9303	10955	9901
	2	13441	7901	5597	8815	6642	9799	7943	10344	8730
	3	13249	7285	4112	8197	5492	9281	6870	9942	7807
	4	13057	6644	2936	7708	4297	8870	6021	9525	7076
32K	0	27649	17480	(17480)	N/A	N/A	21896	(21896)	23000	(23000)
	1	27265	17480	(14962)	N/A	N/A	20913	(18603)	21909	(19798)
	2	26881	15801	(11192)	N/A	N/A	19597	(15879)	20685	(17453)
	3	26497	14568	(8219)	N/A	N/A	18560	(13732)	19882	(15604)
	4	26113	13287	(5866)	N/A	N/A	17738	(12032)	19048	(14141)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-14> $C_{red_coeff} = 3$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	6026	6026	6164	6164	(6302)	(6302)	6371	6371
	1	6817	5727	5279	5876	5450	(6035)	(5675)	6117	5809
	2	6721	5490	4801	5672	5028	(5868)	(5333)	5970	5514
	3	6625	5303	4425	5512	4695	(5737)	(5062)	5868	5281
	4	6529	5155	4126	5385	4432	(5633)	(4848)	5762	5097
16K	0	13825	12052	12052	12328	12328	12604	12604	12742	12742
	1	13633	11452	10552	11751	10900	12068	11341	12234	11606
	2	13441	10977	9593	11342	10056	11733	10650	11940	11010
	3	13249	10603	8837	11020	9390	11469	10106	11735	10540
	4	13057	10307	8238	10765	8863	11260	9675	11523	10168
32K	0	27649	24104	(24104)	24656	(24656)	25208	(25208)	25484	(25484)
	1	27265	22903	(21099)	23500	(21793)	24133	(22673)	24465	(23212)
	2	26881	21952	(19177)	22681	(20100)	23463	(21286)	23875	(22019)
	3	26497	21203	(17661)	22036	(18766)	22934	(20193)	23466	(21079)
	4	26113	20609	(16462)	21525	(17710)	22515	(19328)	23040	(20335)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-15> $C_{red_coeff} = 4$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터

부반송파 개수(톤 예약 비활성화)

FFT Size	<i>L1_ scattered - pilot_ boost</i>	<i>NoC</i>	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP3_2	SP3_4	SP4_2	SP4_4	SP6_2	SP6_4	SP8_2	SP8_4
8K	0	6913	4307	4307	4851	4851	5395	5395	5667	5667
	1	6817	4307	3688	4731	4092	5154	4586	5399	4881
	2	6721	3894	2760	4345	3275	4830	3917	5098	4306
	3	6625	3591	2029	4040	2710	4575	3390	4901	3852
	4	6529	3275	1450	3799	2121	4372	2972	4695	3493
16K	0	13825	8614	8614	9702	9702	10790	10790	11334	11334
	1	13633	8614	7374	9461	8182	10306	9169	10797	9758
	2	13441	7787	5517	8688	6546	9658	7828	10194	8604
	3	13249	7180	4053	8079	5413	9147	6771	9799	7695
	4	13057	6549	2894	7597	4236	8743	5934	9388	6974
32K	0	27649	17228	(17228)	N/A	N/A	21580	(21580)	22668	(22668)
	1	27265	17228	(14746)	N/A	N/A	20612	(18335)	21593	(19512)
	2	26881	15573	(11031)	N/A	N/A	19315	(15651)	20387	(17202)
	3	26497	14359	(8101)	N/A	N/A	18292	(13534)	19596	(15380)
	4	26113	13096	(5782)	N/A	N/A	17483	(11859)	18773	(13938)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 7-16> $C_{red_coeff} = 4$ 인 경우에 부프레임 경계 심볼에서 유효 데이터 부반송파 개수(톤 예약)

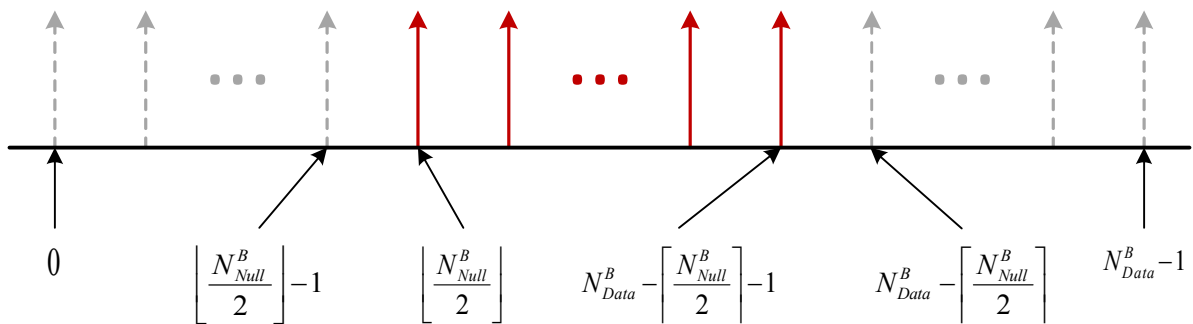
FFT Size	$L1_scattered_pilot_boost$	NoC	Active data cells in a subframe boundary symbol							
			SP12_ 2	SP12_ 4	SP16_ 2	SP16_ 4	SP24_ 2	SP24_ 4	SP32_ 2	SP32_ 4
8K	0	6913	5939	5939	6075	6075	(6211)	(6211)	6279	6279
	1	6817	5644	5203	5792	5375	(5948)	(5594)	6030	5728
	2	6721	5411	4732	5591	4961	(5784)	(5256)	5886	5438
	3	6625	5227	4361	5432	4635	(5654)	(4990)	5786	5210
	4	6529	5081	4067	5307	4377	(5552)	(4779)	5682	5030
16K	0	13825	11878	11878	12150	12150	12422	12422	12558	12558
	1	13633	11287	10400	11581	10743	11894	11178	12058	11444
	2	13441	10819	9455	11178	9911	11564	10497	11767	10860
	3	13249	10450	8710	10861	9255	11304	9960	11566	10399
	4	13057	10158	8120	10609	8736	11098	9536	11357	10034
32K	0	27649	23756	(23756)	24300	(24300)	24844	(24844)	25116	(25116)
	1	27265	22572	(20794)	23160	(21478)	23785	(22345)	24112	(22877)
	2	21636	(18900)	22354	(19810)	23124	(20979)	23530	(21702)	21636
	3	20897	(17407)	21718	(18495)	22603	(19902)	23127	(20775)	20897
	4	20312	(16225)	21215	(17454)	22190	(19049)	22708	(20042)	20312

부프레임 경계 심볼에서 널 셀의 개수(N_{Null}^B)는 L1_scattered_pilot_boost 값과 분산 파일럿의 크기에 따라 결정된다. 부프레임 경계 심볼에서 널 셀의 개수는 총 데이터 셀의 개수 (<표 7-5> 및 <표 7-6>)에서 부프레임 유효 데이터 부반송파 개수(<표 7-7> ~ <표 7-16>)를 제외함으로써 계산할 수 있다. N_{Null}^B 는 L1D_sbs_null_cells로 시그널링된다.

유효 데이터 부반송파는 총 데이터 셀의 중간에 위치한다. (그림 7-14)에 나타난 것처럼 널 셀은 절반씩 양쪽 끝에 위치한다.

널셀 중에 $\lfloor N_{Null}^B / 2 \rfloor$ 개는 최저 주파수 부반송파에 위치하고, 널셀 중에 $\lceil N_{Null}^B / 2 \rceil$ 개는 최고 주파수 부반송파에 위치한다.

두 널셀 집합 사이의 데이터 셀은 유효 데이터 부반송파이고, 데이터 셀 다중화를 위하여 7.2.6.1절에 기술된 것처럼 색인된다.



(그림 7-14) 널 셀과 데이터 셀을 위한 데이터 부반송파 색인

7.2.6.5 더미 데이터 셀 맵핑

PLP 데이터는 정확한 부프레임 구성 및 PLP 다중화 매개변수에 따라 정해지는 부프레임 내의 유효 데이터 셀에 부분적으로 또는 가득차게 매핑된다. 유효 데이터 셀 전부에 PLP 데이터가 매핑되지 않는 경우에 빈 데이터 셀이 발생한다. 이때 일정한 송신 전력을 보장하기 위해서 빈 데이터 셀을 빈 셀로 남겨 두는 것보다 변조 셀로 만든 것이 중요하다. 이 과정은 빈 셀에 PN 더미 (dummy) 변조 값을 데이터 셀로 맵핑함으로써 달성된다

PLP 다중화 매개변수에 따라 빈 데이터 셀은 부프레임 내의 어느 위치에서든지 존재할 수 있다. 따라서, 우선 부프레임내의 유효 데이터 셀 모두에 더미 변조 값을 할당하고, 셀 다중화는 더미 변조 값에 실제 PLP 데이터를 겹쳐 쓰는 방식으로 진행한다. 이러한

방법은 부프레임 내의 모든 유효 데이터 셀이 PLP 셀이나 더미 셀 변조 값으로 매핑됨을 보장한다.

N_{cel} 은 부프레임 내의 유효 데이터 셀의 개수로 유효 데이터 셀은 0 부터 $N_{\text{cel}} - 1$ 까지 색인된다. d_i ($0 \leq i < N_{\text{cel}}$) 는 i 번째 유효 데이터셀의 더미 변조 값이다. b_i ($0 \leq i < N_{\text{cel}}$) 는 5.2.3절에서 기술된 기저대역 패킷의 스크램블링 시퀀스에서 i 번째 값이다. i 번째 유효 데이터셀의 더미 변조 값 d_i ($0 \leq i < N_{\text{cel}}$) 는 다음과 같다.

$$\text{Re}\{d_i\} = 1 - 2 \times b_i$$

$$\text{Im}\{d_i\} = 0$$

부프레임 내의 N_{cel} 개의 유효 데이터 셀 각각은 PLP 데이터로 다중화되기 이전에 변조 더미 값으로 할당해야 한다. 이러한 더미 변조 값의 삽입 이후에 현재 부프레임에 속하는 PLP 데이터는 PLP 데이터가 할당된 데이터 셀에 매핑된다. 이때 기존에 할당된 변조 더미 값은 PLP 데이터로 변경된다.

7.2.6.6 PLP 타입

LDM 항상 계층 PLP를 제외한 PLP는 비분산 PLP 또는 분산 PLP 중 한가지 타입을 갖는다. 비분산 PLP의 데이터 셀은 부프레임의 연속 데이터 셀 색인에 할당된다. 즉, 비분산 PLP가 할당된 가장 낮은 데이터 셀 색인과 동일한 비분산 PLP가 할당된 가장 높은 데이터 셀 사이의 모든 데이터 셀은 동일한 비분산 PLP에 할당된다.

분산 PLP는 두 개 이상의 서브 슬라이스로 구성된다. 분산 PLP의 어느 한 서브 슬라이스 내의 데이터 셀은 부프레임의 연속 데이터 셀 색인으로 할당된다. 그러나, 동일한 분산 PLP 내에 연속된 두 개의 서브 슬라이스는 서로 인접한 데이터 셀 색인을 갖지 않는다. 즉, 분산 PLP의 서브 슬라이스의 최저 데이터 셀 색인과 동일한 분산 PLP의 직전 서브 슬라이스의 최고 데이터 셀 색인의 차이는 1보다 커야 한다.

PLP의 타입을 시그널링하는 **L1D_plp_type**은 해당 PLP가 존재하는 각각의 부프레임에 독립적으로 시그널링된다. 하나의 PLP는 서로 다른 두 개의 부프레임에 대해서 서로 다른 PLP 타입을 사용할 수 있다. LDM이 사용되는 경우에 **L1D_plp_type**은 코어 계층 PLP에게만 시그널링된다. 항상 계층의 PLP는 특정 PLP 타입을 가지지 않으므로 **L1D_plp_type**은 시그널링되지 않는다.

7.2.6.7 PLP 위치선정

PLP의 시작 위치를 시그널링하는 **L1D_plp_start**는 PLP 타입과 상관없이 부프레임 내에 PLP의 시작 위치를 알려준다. PLP의 시작 위치는 PLP의 최초 데이터 셀이 할당된 데이터 셀의 색인이다.

PLP의 길이를 시그널링하는 **L1D_plp_size**는 현재 부프레임에서 PLP가 포함된 데이터 셀의 총 개수를 표시한다.

부프레임에서 PLP의 시작 위치 및 길이는 서로 다른 부프레임에서 동일한 PLP의 시작 위치 및 길이와 무관하며 독립적으로 시그널링된다. LDM의 사용 여부와 상관없이 부프레임 내 모든 PLP의 시작 위치 및 길이는 시그널링된다.

PLP의 셀과 관련된 파라미터는 현재 부프레임에 대한 유효 데이터 셀 색인 범위 내에 PLP의 데이터 셀이 할당되도록 설정된다.

7.2.6.8 PLP 서브 슬라이싱

분산 PLP는 두 개 또는 그 이상의 서브 슬라이스로 나누어진다. 각 서브 슬라이스는 연속된 데이터 셀 색인을 점유하지만, 서브 슬라이스의 최고 데이터 셀 색인과 동일한 PLP의 다음 서브 슬라이스의 최저 데이터 셀 색인은 불연속한다.

부프레임내의 분산 PLP에서 마지막 서브 슬라이스를 제외한 모든 서브 슬라이스는 동일한 크기를 갖는다. 분산 PLP의 마지막 서브 슬라이스 크기는 부프레임내의 동일 PLP의 서브 슬라이스 크기와 동일하거나 작고 0 보다는 크다. 서브 슬라이스 간격(**L1D_plp_subslice_interval**)은 분산 PLP의 서브 슬라이스의 최저 데이터 셀 색인과 다음 서브 슬라이스의 최저 데이터 셀 색인의 간격이며 부프레임 내 PLP의 모든 서브 슬라이스에 대하여 동일하다.

분산 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수 및 서브 슬라이스 크기, 서브 슬라이스 간격은 부프레임 내의 다른 분산 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수 및 서브 슬라이스 크기, 서브 슬라이스 간격과 상관 관계가 없고 독립적으로 시그널링 된다.

부프레임 내의 분산 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수 및 서브 슬라이스 크기, 서브 슬라이스 간격은 다른 부프레임 내의 동일한 분산 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수 및 서브 슬라이스 크기, 서브 슬라이스 간격과 상관 관계가 없고 독립적으로 시그널링 된다.

계층 분할 다중화가 사용되는 경우에 서브 슬라이스 개수와 서브 슬라이스 간격은 분산 코어 계층 PLP에만 시그널링된다.

7.2.7 부프레임에서 PLP 다중화 방법

7.2.6절에서 기술한 셀 다중화 방법이 PLP에 대한 특정 스타일 다중화에 어떻게 사용되는지 예를 들어 설명하고 (그림 7-15)에 나타난 데이터 셀 색인의 예시는 실시 예에서 사용된다. PLP에 대한 계층 분할 다중화는 7.2.7.4절에서 상세히 설명한다.

Frequency ↓	Time →																									
	000	010	020	030	040	050	060	070	080	090	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
	001	011	021	031	041	051	061	071	081	091	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191	201	211	221	231	241	251
	002	012	022	032	042	052	062	072	082	092	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192	202	212	222	232	242	252
	003	013	023	033	043	053	063	073	083	093	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193	203	213	223	233	243	253
	004	014	024	034	044	054	064	074	084	094	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194	204	214	224	234	244	254
	005	015	025	035	045	055	065	075	085	095	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245	255
	006	016	026	036	046	056	066	076	086	096	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256
	007	017	027	037	047	057	067	077	087	097	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197	207	217	227	237	247	257
	008	018	028	038	048	058	068	078	088	098	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258
	009	019	029	039	049	059	069	079	089	099	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219	229	239	249	259

(그림 7-15) 다중화 예제를 위한 데이터 셀 색인

7.2.7.1 개요

- PLP에 대한 다중화

가장 단순한 다중화 전략은 오직 하나의 코어 계층 PLP가 존재하고, 시간 인터리버 출력이 프레임 내 데이터 심볼에 순차적으로 매핑되는 경우이다. 이 다중화는 7.2.7.2절에서 설명한다. 하나의 PLP에 대한 다중화 이외에도 다수의 PLP를 부프레임에서 다중화하는 다양한 방법으로서 시간 분할 다중화 (7.2.7.3절), 계층 분할 다중화 (7.2.7.4절), 주파수 분할 다중화 (7.2.7.5절), 시간-주파수 분할 다중화 (7.2.7.6절) 방법이 있다.

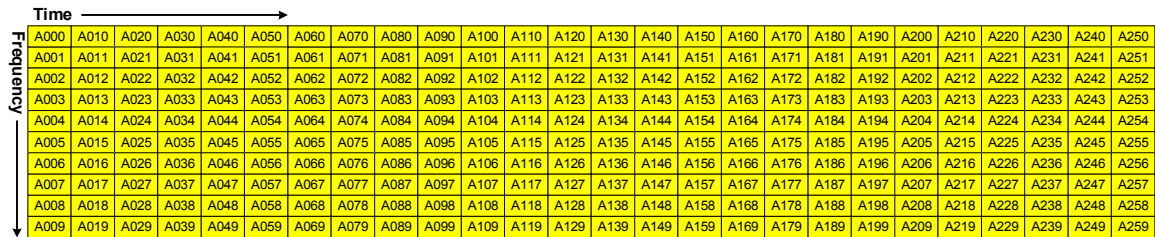
7.2.7.2 싱글 PLP

지상파 UHDTV 물리계층 시스템의 프레임에서 가장 간단한 구조는 부프레임에 하나의 PLP가 존재하는 싱글 PLP 모드이다.

<표 7-17>과 (그림 7-16)은 싱글 PLP에 대한 셀 다중화의 파라미터와 예를 나타낸다.

<표 7-17> 예제에서 사용된 싱글 PLP 에 대한 셀 다중화의 파라미터

L1D_plp_id	L1D_plp_size	L1D_plp_type	L1D_plp_start	L1D_plp_num_ subslices	L1D_plp_subslice_ interval
A	260	0(Non- dispersed)	000	N/A	N/A



(그림 7-16) 싱글 PLP 다중화 예제

7.2.7.3 시분할 다중화

시분할 다중화는 부프레임 내에서 다수의 PLP를 시간에 따라서 연결하는 비분산 PLP를 사용한다.

<표 7-18>과 (그림 7-17)은 여섯 개 PLP에 대한 시분할 다중화의 파라미터와 예시를 나타낸다.

<표 7-18> 예제에서 사용된 여섯 개 PLP 에 대한 시분할 다중화의 파라미터

L1D_plp_id	L1D_plp_size	L1D_plp_type	L1D_plp_start	L1D_plp_num_ subslices	L1D_plp_subslice_ interval
A	12	Non- dispersed	000	N/A	N/A
B	24	Non- dispersed	012	N/A	N/A
C	80	Non- dispersed	036	N/A	N/A
D	52	Non- dispersed	116	N/A	N/A
E	60	Non- dispersed	168	N/A	N/A
F	32	Non- dispersed	228	N/A	N/A

A00	A10	B08	B18	C04	C14	C24	C34	C44	C54	C64	C74	D04	D14	D24	D34	D44	E02	E12	E22	E32	E42	E52	F02	F12	F22
A01	A11	B09	B19	C05	C15	C25	C35	C45	C55	C65	C75	D05	D15	D25	D35	D45	E03	E13	E23	E33	E43	E53	F03	F13	F23
A02	B00	B10	B20	C06	C16	C26	C36	C46	C56	C66	C76	D06	D16	D26	D36	D46	E04	E14	E24	E34	E44	E54	F04	F14	F24
A03	B01	B11	B21	C07	C17	C27	C37	C47	C57	C67	C77	D07	D17	D27	D37	D47	E05	E15	E25	E35	E45	E55	F05	F15	F25
A04	B02	B12	B22	C08	C18	C28	C38	C48	C58	C68	C78	D08	D18	D28	D38	D48	E06	E16	E26	E36	E46	E56	F06	F16	F26
A05	B03	B13	B23	C09	C19	C29	C39	C49	C59	C69	C79	D09	D19	D29	D39	D49	E07	E17	E27	E37	E47	E57	F07	F17	F27
A06	B04	B14	C00	C10	C20	C30	C40	C50	C60	C70	D00	D10	D20	D30	D40	D50	E08	E18	E28	E38	E48	E58	F08	F18	F28
A07	B05	B15	C01	C11	C21	C31	C41	C51	C61	C71	D01	D11	D21	D31	D41	D51	E09	E19	E29	E39	E49	E59	F09	F19	F29
A08	B06	B16	C02	C12	C22	C32	C42	C52	C62	C72	D02	D12	D22	D32	D42	E00	E10	E20	E30	E40	E50	F00	F10	F20	F30
A09	B07	B17	C03	C13	C23	C33	C43	C53	C63	C73	D03	D13	D23	D33	D43	E01	E11	E21	E31	E41	E51	F01	F11	F21	F31

(그림 7-17) PLP 에 대한 시분할 다중화 예제

7.2.7.4 계층 분할 다중화

계층 분할 다중화를 사용하는 경우에 부프레임 내 각 PLP는 코어 계층 PLP 또는 항상 계층 PLP로 분류한다. PLP와 연관된 LDM 계층은 L1D_plp_layer 필드로 시그널링된다. 계층 분할 다중화와 상관없이 코어 계층 PLP는 항상 존재한다. 계층 분할 다중화를 사용하지 않는 경우에 항상 계층 PLP는 존재하지 않는다. 계층 분할 다중화를 사용하는 경우에 하나 또는 다수 개의 계층이 존재할 수 있지만, 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서 최대 항상 계층의 개수는 하나이다.

부프레임 내에서 각 코어 계층 PLP는 하나의 시간 인터리버 그룹을 나타낸다. 각 코어 계층 PLP는 부프레임 내 각각의 시간 인터리버 그룹에 귀속되고, 각 코어 계층 PLP에 대한 시간 인터리버 파라미터를 가르키는 L1 시그널링은 직접적으로 코어 계층 PLP와 관련있다. 각 항상 계층 PLP는 부프레임 내 하나 또는 다수의 시간 인터리버 그룹과 연관되지만 시간 인터리버 블록과 관련된 L1 시그널링과는 직접적으로 연관성은 없다. 항상 계층 PLP는 관련된 시간 인터리버 그룹의 시간 인터리빙을 따른다. 항상 계층 PLP의 L1D_plp_start 와 L1D_plp_size는 시간 인터리빙을 수행하기 전에 정의된다.

시간 인터리버는 암시적으로 코어 계층 PLP가 부프레임에서 시그널링이 되는 순서에 따라 색인된다. 즉, 첫 번째 코어 계층 PLP는 TI_Group_0으로 색인되고 두 번째 코어 계층 PLP는 TI_Group_1으로 색인된다. 암시적으로 지정되는 타임 인터리버 그룹의 색인과 순서는 부프레임에서 코어 계층 PLP를 위한 L1D_plp_id 값과는 독립적이다.

시간 인터리빙, 셀 다중화 및 서브슬라이싱은 (해당되는 경우) 코어 계층 PLP에 기초하여 수행된다. 항상 계층 PLP는 코어 계층 PLP의 시간 인터리버와 셀 다중화를 따른다.

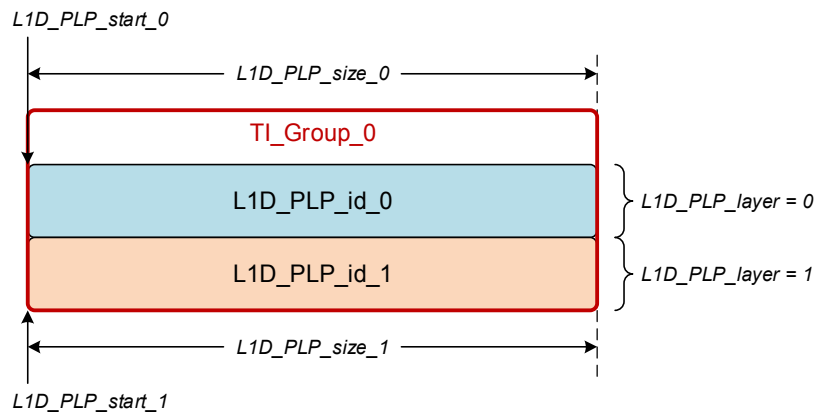
삽입 레벨은 각 항상 계층 PLP에서 시그널링되고 코어 계층 PLP에서는 시그널링되지 않는다.

항상 계층 PLP와 연계된 코어 계층 PLP 중에서 한 개라도 HTI모드를 사용하는 경우에 모든 부프레임에서 항상 계층 PLP는 정수개의 FEC frame으로 구성된다.

하나의 항상 계층 PLP가 다수의 TI 그룹에 걸쳐서 인터리빙 되는 경우에 항상 계층 PLP와 연계된 코어 계층 PLP들은 모두 HTI 모드로 동작하거나 또는 모두 no time interleaving 모드로 동작한다. 이러한 항상 계층 PLP와 연계된 코어 계층 PLP가 HTI 모드로 동작하는 경우에 이 코어 계층 PLP들은 부프레임 내 인터리빙 모드로 동작한다. 항상 계층 PLP와 연계된 코어 계층 PLP가 no time interleaving 모드로 동작하는 경우에 각각의 코어 계층 PLP는 부프레임 내에서 정수개의 FEC 프레임으로 구성된다. 본 절에 기술된 더미 변조 값의 사용은 부프레임 당 정수 개의 FEC 프레임을 달성하기 위한 시나리오의 요구로 발생한다.

- 간단한 계층 분할 다중화 예제

(그림 7-18)은 하나의 코어 계층 PLP (L1D_PLP_id_0)와 하나의 항상 계층 PLP (L1D_PLP_id_1)가 동일한 시작 위치 및 길이를 갖는 가장 간단한 계층 분할 다중화의 예를 나타낸다. 단 하나의 코어 계층 PLP이므로 하나의 시간 인터리버 그룹 (TI_Group_0)이 존재한다. 이 계층 분할 다중화는 부프레임 내에서 하나의 코어 계층 PLP가 존재하는 경우이므로 컨벌루션 시간 인터리버 (7.1.2절 참조)를 사용한다.

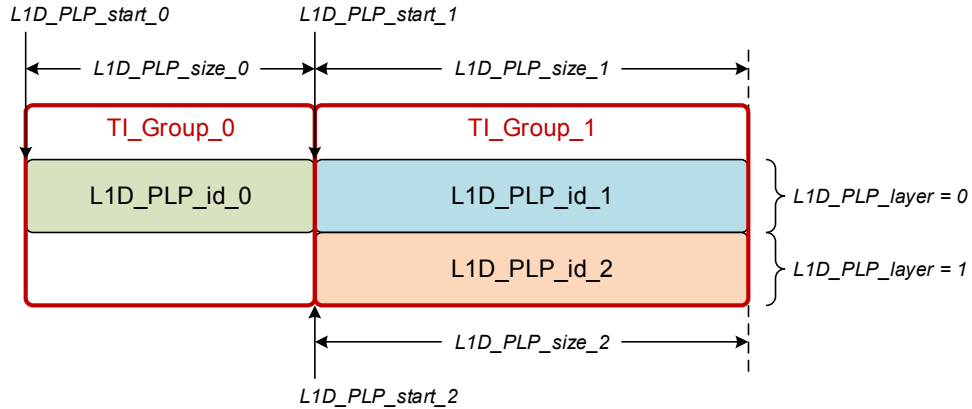


(그림 7-18) 계층 분할 다중화 예제 #1(1 코어 계층 PLP, 1 항상 계층 PLP)

- 두 개의 코어 계층 PLP 를 갖는 계층 분할 다중화 예제

(그림 7-19)는 두 개 코어 계층 PLP (L1D_PLP_id_0 & L1D_PLP_id_1)와 하나의 항상 계층 PLP (L1D_PLP_id_2)를 갖는 계층 분할 다중화의 예를 나타낸다. 항상 계층 PLP (L1D_PLP_id_2)는 연관된 코어 계층 PLP (L1D_PLP_id_1)와 동일한 시작 위치 및 길이를 가지고 정확하게 정렬된다. 각 코어 계층 PLP에 하나씩 두 개의 시간 인터리버

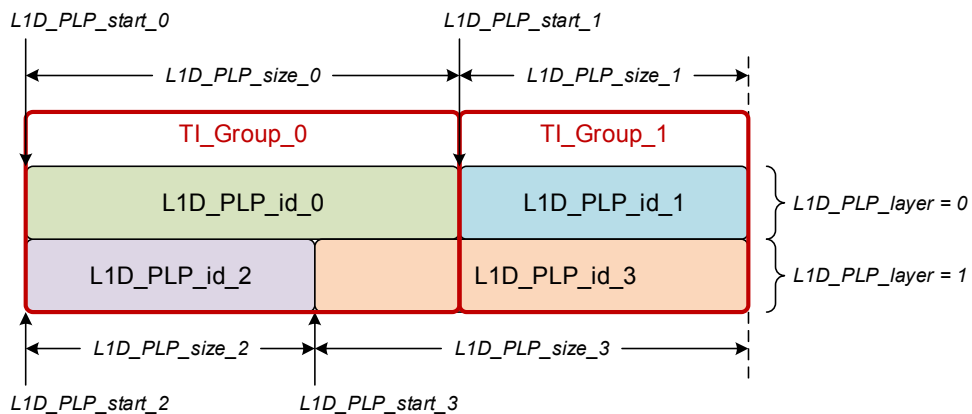
그룹 (TI_Group_0 & TI_Group_1)이 존재한다.



(그림 7-19) 계층 분할 다중화 예제 #2 (2 코어 계층 PLP, 1 항상 계층 PLP)

- 비 정렬 항상 계층을 갖는 분할 계층 다중화 예제

(그림 7-20)은 코어 계층 PLP와 정렬되지 않는 항상 계층 PLP를 갖는 계층 분할 다중화의 예를 나타낸다. 각 코어 계층 PLP에 하나씩 두 개의 시간 인터리버 그룹이 존재한다.



(그림 7-20) 계층 분할 다중화 예제 #3 (2 코어 계층 PLP, 2 항상 계층 PLP)

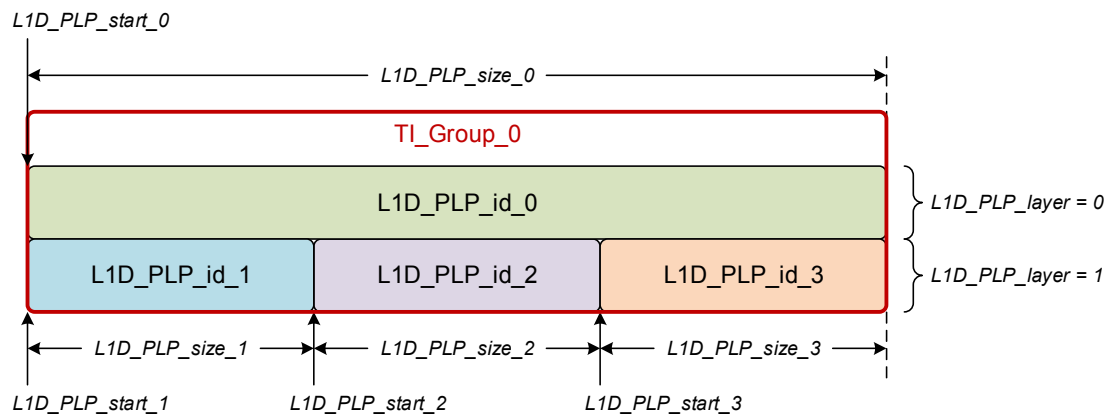
L1D_PLP_id_2는 TI_Group_0와 관련된 항상 계층 PLP로 L1D_PLP_start_0와 L1D_PLP_start_2는 동일하고 L1D_PLP_size_2 크기는 L1D_PLP_size_0 크기 보다 작다. (L1D_PLP_id_2가 완전히 TI_Group_0 내에 포함되어 있음을 의미) L1D_PLP_id_2는 TI_Group_0의 처음부터 L1D_PLP_size_2 개의 데이터 셀로 계층 분할 다중화된다. L1D_PLP_id_3은 TI_Group_0 및 TI_Group_1 모두에 관련된 항상 계층 PLP이다. L1D_PLP_start_3는 TI_Group_0와 연관된 데이터 셀 색인에 대응한다. L1D_PLP_id_3는 TI_Group_0에 비해서 너무 길기 때문에 L1D_PLP_id_3는 자동으로 다음 시간 인터리버

그룹 (TI_Group_1)에서 계속된다.

L1D_PLP_id_3 중에서 처음부터 (L1D_PLP_size_0 - L1D_PLP_size_2) 개의 데이터 셀은 TI_Group_0의 마지막 부분 데이터 셀 색인에 대응되고 계층 분할 다중화된다. L1D_PLP_id_3 중에서 마지막 (L1D_PLP_size_3 - (L1D_PLP_size_0 - L1D_PLP_size_2)) 개의 데이터 셀은 TI_Group_1에 계층 분할 다중화된다.

- 세 개의 항상 계층을 갖는 분할 다중화 예제

(그림 7-21)은 하나의 코어 계층 PLP (L1D_PLP_id_0)와 세 개의 항상 계층 PLP (L1D_PLP_id_1, L1D_PLP_id_2, L1D_PLP_id_3)로 구성되고 모든 항상 계층 PLP가 시간 인터리버 그룹 (TI_Group_0)에 속하는 계층 분할 다중화의 예를 나타낸다. L1D_PLP_start_0 와 L1D_PLP_start_1은 동일하다. L1D_PLP_start_2 및 L1D_PLP_start_3는 모두 L1D_PLP_id_0에 지정된 셀 다중화 파라미터에 따르는 TI_Group_0와 연관된 데이터 셀 인덱스에 대응한다. 세 개의 항상 계층 PLP의 길이의 (L1D_PLP_size_1, L1D_PLP_size_2, L1D_PLP_size_3) 합은 코어 계층 PLP의 길이 (L1D_PLP_size_0)와 동일하다.

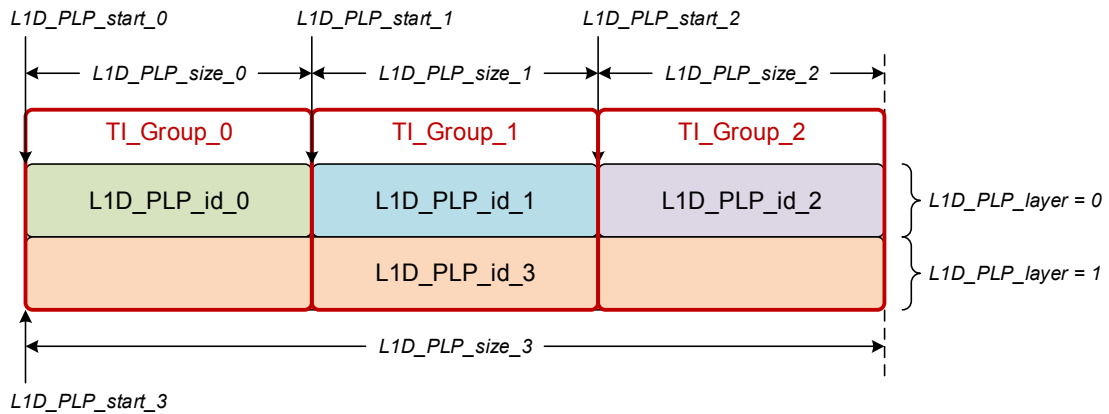


(그림 7-21) 계층 분할 다중화 예제 #4 (1 코어 계층 PLP, 3 항상 계층 PLP)

- 세 개의 코어 계층을 갖는 계층 분할 다중화 예제

(그림 7-22)는 세 개 핵심 계층 PLP (L1D_PLP_id_0, L1D_PLP_id_1, L1D_PLP_id_2)와 하나의 항상 계층 PLP (L1D_PLP_id_3)로 구성된 계층 분할 다중화의 예를 보여준다. 각 코어 계층 PLP에 하나씩 세 개의 시간 인터리버 그룹 (TI_Group_0, TI_Group_1, TI_Group_2)이 존재한다. L1D_PLP_id_3은 세 개의 시간 인터리버 그룹 모두와 관련된 항상 계층 PLP이다. L1D_PLP_start_3은 L1D_PLP_start_0와 동일하고, 암시적으로 L1D_PLP_id_3의 처음 L1D_PLP_size_0 개의 데이터 셀은 TI_Group_0 과 관련된 것을

의미한다. L1D_PLP_id_3의 길이는 TI_Group_0에 비해서 너무 길기 때문에, L1D_PLP_id_3는 자동으로 다음 시간 인터리버 그룹 (TI_Group_1)에 계속되고, 다음 시간 인터리버 그룹 (TI_Group_2)에 계속된다.



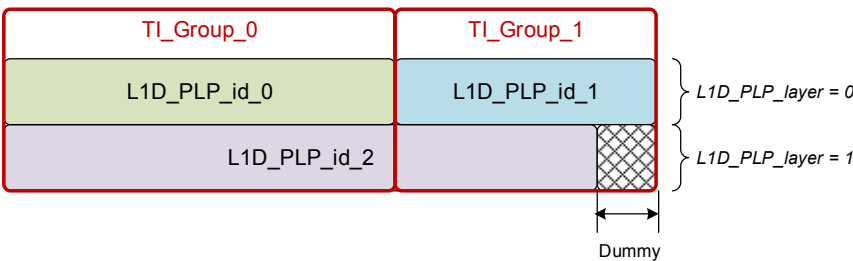
(그림 7-22) 계층 분할 다중화 예제 #5 (3 코어 계층 PLP, 1 항상 계층 PLP)

- HTI 모드와 계층 분할 다중화에서 항상 계층에 더미 셀을 삽입하는 경우

수신기로 전달되는 특정 서비스를 구성하는 부프레임 내의 PLP들의 조합을 ‘PLP 그룹’으로 정의한다. 하나의 PLP 그룹은 적어도 하나의 코어 계층 PLP를 포함하며, 계층 분할 다중화가 적용되는 경우 하나 또는 그 이상의 항상 계층 PLP를 포함한다. 시간 인터리버로 HTI 모드를 사용하는 경우에 실제 PLP 데이터는 FEC 블록의 정수배로 구성된다. HTI 모드에서 계층 분할 다중화가 적용되는 경우에 코어 계층 PLP와 항상 계층 PLP는 ModCod의 매개변수가 다르기 때문에 특정 PLP 그룹 내에서 코어 계층 PLP의 데이터 셀의 개수와 항상 계층 PLP의 데이터 셀의 개수가 다를 수 있다. 이와 같은 경우에 특정 PLP 그룹내에서 코어 계층 PLP의 데이터 셀의 개수와 항상 계층 PLP의 데이터 셀의 개수를 동일하게 하기 위하여 (그림 7-23)에서 보여 주듯이 항상 계층 PLP 데이터 셀 이후에 더미 변조 값을 삽입한다.

항상 계층에 더미 변조 값을 삽입하는 과정은 BICM 과정 이후에 코어 계층 PLP와 항상 계층 PLP를 합치기 전에 수행된다. 항상 계층에 삽입되는 더미 변조 값을 5.2.3절에 기술된 기저대역 패킷의 스캐램블링 시퀀스 생성 방법과 동일한 방법으로 생성되며, 이 스캐램블링 시퀀스는 각 PLP 그룹별로 초기화 시킨다. 그리고 생성된 시퀀스는 현재 PLP 그룹의 마지막 항상 계층 PLP와 동일한 성상으로 매핑된다. 매핑된 항상 계층 더미 변조 값을 동일한 PLP 그룹내에서 이전에 존재하는 항상 계층 PLP와 동일한 파워를 갖는다. 항상계층 더미 변조 값을 항상 계층 PLP와 동일한 크기 조정과 정규화 인자를

사용한다



(그림 7-23) HTI 모드에서 더미 값을 항상 계층에 삽입하는 계층 분할 다중화 예제

7.2.7.5 주파수 분할 다중화

주파수 분할 다중화는 부프레임 내 다수의 PLP를 적절한 파라미터 설정을 갖는 분산 PLP로 구성함으로써 얻어진다. 각 분산 PLP의 서브 슬라이스 간격은 현재 부프레임 구성을 위한 데이터 심볼 당 데이터 셀의 개수로 설정한다. 서브 슬라이스 개수는 각 서브 슬라이스의 길이가 심볼 당 데이터 셀의 수보다 작도록 설정된다.

부프레임에서 주파수 인터리빙이 사용되지 않는 경우에만 주파수 분할 다중화 효과를 얻을 수 있다. 완벽한 주파수 분할 다중화를 위해서는 PLP 데이터는 프리앰블의 마지막 심볼이나 부프레임 경계 심볼에 매핑되지 않아야 한다. 주파수 분할 다중화 PLP가 부프레임의 시작과 끝에서 주파수 영역이 달라짐을 받아들이 수 있다면, PLP 데이터를 프리앰블 마지막 심볼이나 부프레임 경계 심볼에 매핑할 수 있다.

<표 7-19> 및 (그림 7-24)는 셀 다중화 파라미터와 여섯 개의 PLP 주파수 분할 다중화의 예를 나타낸다. L1D_plp_num_subsllices는 주어진 분산 PLP에 대한 서브 슬라이스 개수보다 하나 적은 값을 갖는다 따라서 각 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수는 <표 7-19>에 주어진 수보다 하나 더 많다.

<표 7-19> 예제에서 사용된 PLP의 주파수 분할 다중화에 대한 파라미터

L1D_plp_id	L1D_plp_size	L1D_plp_type	L1D_plp_start	L1D_plp_num_subsllices	L1D_plp_subslice_interval
A	26	Dispersed	0	25	10

L1D_plp_id	L1D_plp_size	L1D_plp_type	L1D_plp_start	L1D_plp_num_subsllices	L1D_plp_subslice_interval
B	52	Dispersed	1	25	10
C	26	Dispersed	3	25	10
D	78	Dispersed	4	25	10
E	26	Dispersed	7	25	10
F	52	Dispersed	8	25	10



(그림 7-24) PLP의 주파수 분할 다중화 예제

7.2.7.6 시간-주파수 분할 다중화

시간-주파수 분할 다중화 (Time-Frequency Division Multiplexing: TFDM)는 주파수 분할 다중화 (7.2.7.5절)를 구성하기 위해 사용되는 방법에서 PLP 크기 및 서브 슬라이스 관련 파라미터를 적절히 설정함으로써 구성된다.

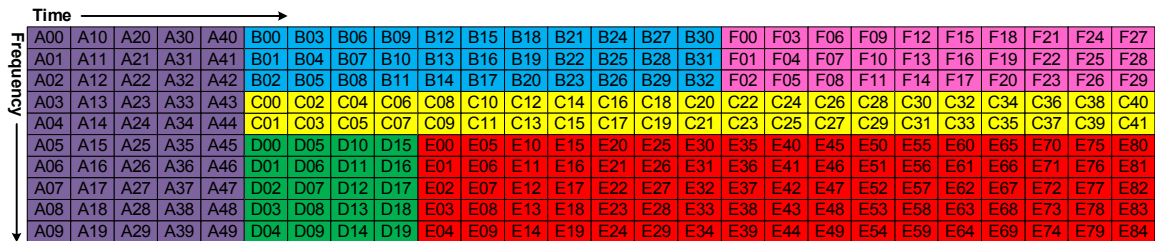
하나 또는 그 이상의 비분산 PLP가 부가적으로 TFDM 부프레임에 포함된다.

7.2.7.5절에서 기술된 주파수 분할 다중화와 동일한 제한이 TFDM에도 적용된다. 프리앰블의 마지막 심볼이나 부프레임 경계 심볼에 속하는 데이터 셀에는 시간 분할 다중화 PLP를 매핑한다고 하더라도, 완벽한 주파수 분할 다중화를 얻기 위해서 주파수 분할 다중화 PLP는 부프레임 중간에 위치해야 한다.

<표 7-20> 및 (그림 7-25)는 셀 다중화 파라미터와 여섯 개의 PLP 시간-주파수 분할 다중화의 예를 나타낸다. L1D_plp_num_subsllices는 주어진 분산 PLP에 대한 서브 슬라이스 개수보다 하나 적은 값을 갖는다 따라서 각 PLP에 대한 서브 슬라이스의 개수는 <표 7-20>에 주어진 수보다 하나 더 많다.

<표 7-20> 예제에서 사용된 PLP의 시간-주파수 분할 다중화에 대한
파라미터

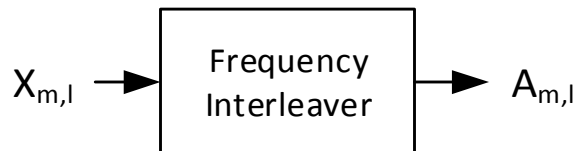
L1D_plp_id	L1D_plp_size	L1D_plp_type	L1D_plp_start	L1D_plp_num_subslice	L1D_plp_subslice_interval
A	50	Non-dispersed	0	N/A	N/A
B	33	Dispersed	50	10	10
C	42	Dispersed	53	20	10
D	20	Dispersed	55	3	10
E	85	Dispersed	95	16	10
F	30	Dispersed	160	9	10



(그림 7-25) PLP의 시간-주파수 분할 다중화 예제

7.3 주파수 인터리버

주파수 인터리버 (FI: frequency interleaver)는 하나의 OFDM 심볼 내 데이터 셀에 대해 동작된다. 또한 부프레임 경계 심볼과 데이터 심볼 내 데이터 셀에 대해 시그널링 L1D_frequency_interleaver 정보에 따라 사용되거나 사용되지 않을 수 있다. 반면에 프리앰블 심볼에 대해서는 항상 FI가 적용된다.



(그림 7-26) 주파수 인터리버 입출력 블록도

그림 7-26은 주파수 인터리버의 입출력 블록도를 나타내며, 입력 셀은 다음과 같이 정의되며,

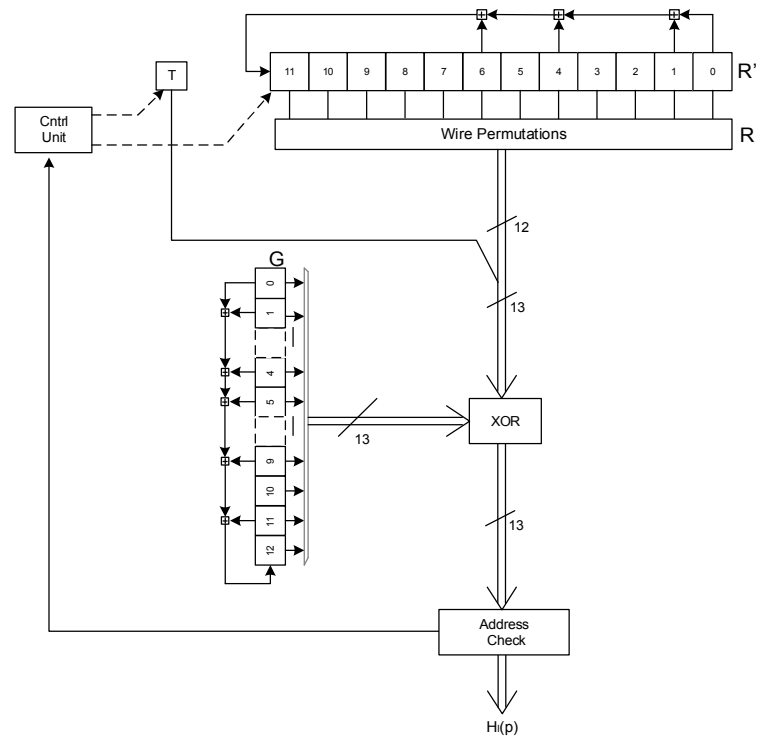
$$X_{m,l} = (x_{m,l,0}, x_{m,l,1}, x_{m,l,2}, \dots, x_{m,l,N_{data}-1})$$

여기서 $x_{m,l,q}$ 는 m 번째 부프레임의 l ($l = 0, \dots, L_{Fm} - 1$) 번째 심볼의 q 번째 셀 인덱스를 나타내며, L_{Fm} 은 프리앰블과 첫 번째 부프레임의 데이터, 부프레임 경계 심볼을 포함한 개수이거나, 두 번째 이후의 부프레임부터는 데이터와 부프레임 경계 심볼의 개수이다. 또한 N_{data} 는 심볼내 데이터 부반송파 개수를 나타내며, 프리앰블 심볼에 대해서는 <표 7-2>와 같고 데이터 심볼에 대해서는 (<표 7-3> ~ <표 7-5>)와 같으며, 부프레임 경계 심볼에 대해서는 <표 7-6>과 같다. (그림 7-26)에서 FI 출력 셀은 다음과 같이 정의된다.

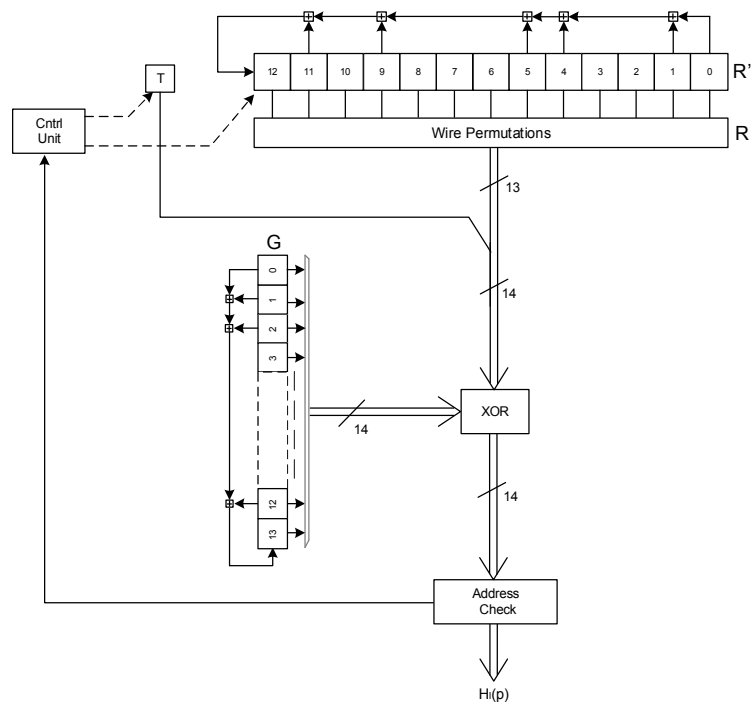
$$A_{m,l} = (a_{m,l,0}, a_{m,l,1}, a_{m,l,2}, \dots, a_{m,l,N_{data}-1})$$

여기서 $A_{m,l}$ 은 m 번째 부프레임의 l 번째 심볼을 나타낸다. 부프레임 경계 심볼에서는 주파수 인터리버가 유효 데이터 셀과 널 셀에 대해서 동작해야 한다.

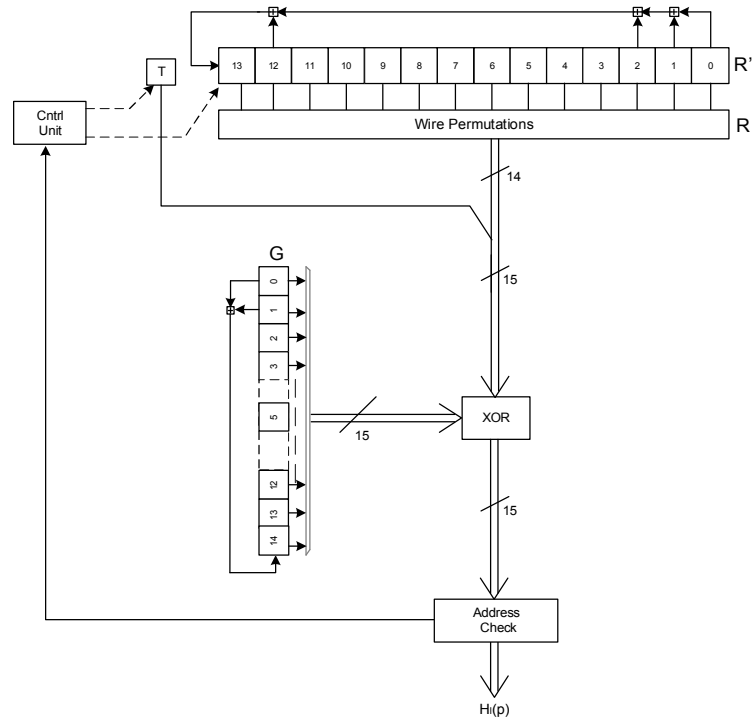
(그림 7-27), (그림 7-28), (그림 7-29)는 각각 8K, 16K, 32K 모드에 대한 FI 주소 발생기를 나타낸다. 각 블록도에서 FI는 MSB 반전 (T) 블록, 인터리빙 시퀀스 발생기, 심볼 오프셋 발생기 3개로 구성된다. 여기서 심볼 오프셋 발생기는 매 2개 OFDM 심볼마다 새로운 오프셋 값이 발생된다. 또한 각 그림에서 주소 체크 (address-check) 블록은 FI 주소 발생기에서 발생된 값이 심볼 내 전체 데이터 셀 개수를 초과하는지 판단하며, 만일 발생된 주소 값이 데이터 셀 개수보다 크면 무시된다.



(그림 7-27) 8K 모드를 위한 FI 주소 발생기



(그림 7-28) 16K 모드를 위한 FI 주소 발생기



(그림 7-29) 32K 모드를 위한 FI 주소 발생기

다음은 FI 주소 발생기의 인터리빙 시퀀스 생성 과정에 대한 설명이다. 각 그림에서 $(N_r - 1)$ 비트 워드 R'_i 는 다음의 과정을 통해 발생된다.

$$i = 0, 1 \quad : R'_i[N_r - 2, N_r - 3, \dots, 1, 0] = [0, 0, \dots, 0, 0],$$

$$i = 2 \quad : R'_i[N_r - 2, N_r - 3, \dots, 1, 0] = [0, 0, \dots, 0, 1],$$

$$2 < i < M_{max} \quad : \{R'_i[N_r - 3, N_r - 4, \dots, 1, 0] = R'_{i-1}[N_r - 2, N_r - 3, \dots, 2, 1]\};$$

$$8K \text{ 모드: } R'_i[11] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[4] \oplus R'_{i-1}[6],$$

$$16 \text{ 모드: } R'_i[12] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[4] \oplus R'_{i-1}[5] \oplus R'_{i-1}[9] \oplus R'_{i-1}[11],$$

$$32K \text{ 모드: } R'_i[13] = R'_{i-1}[0] \oplus R'_{i-1}[1] \oplus R'_{i-1}[2] \oplus R'_{i-1}[12]\}.$$

여기서 $N_r = \log_2 M_{max}$ 이며, 파라미터 M_{max} 는 <표 7-21>과 같이 정의된다.

<표 7-21> FFT 모드에 따른 M_{max} 값

FFT Mode	M_{max}
8K	8192
16K	16384
32K	32768

각 그림에서 R'_i 에서 R_i 로 매핑시 이용되는 순열 표는 각 FI 모드에 따라 <표 7-22>, <표 7-23>, <표 7-24>와 같이 정의된다.

<표 7-22> 8K 모드에서 사용되는 순열 표

R_i bit positions	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_j bit positions (even)	5	11	3	0	10	8	6	9	2	4	1	7
R_j bit positions (odd)	8	10	7	6	0	5	2	1	3	9	4	11

<표 7-23> 16K 모드에서 사용되는 순열 표

R_i bit positions	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_j bit positions (even)	8	4	3	2	0	11	1	5	12	10	6	7	9
R_j bit positions (odd)	7	9	5	3	11	1	4	0	2	12	10	8	6

<표 7-24> 32K 모드에서 사용되는 순열 표

R_i bit positions	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
R_j bit positions	6	5	0	10	8	1	11	12	2	9	4	3	13	7

다음은 FI 주소 발생기의 심볼 옵셋 생성 과정에 대한 설명이다. 심볼 옵셋은 매 2개 OFDM 심볼마다 새로운 값으로 발생되며, 이때 연속된 2개의 심볼 ($2n$ 와 $2n + 1$)은 동일한 값을 갖는다. 각 그림에서 N_r 비트 워드 G_k 는 다음의 과정을 통해 발생된다.

$$\begin{aligned}
 k = 0 & : G_k[N_r - 1, N_r - 2, \dots, 1, 0] = [1, 1, \dots, 1, 1], \\
 0 < k < \lfloor L_{Fm}/2 \rfloor & : \{G_k[N_r - 2, N_r - 3, \dots, 1, 0] = G_{k-1}[N_r - 1, N_r - 2, \dots, 2, 1]; \\
 \text{8K 모드: } G_k[12] &= G_{k-1}[0] \oplus G_{k-1}[1] \oplus G_{k-1}[4] \oplus G_{k-1}[5] \oplus G_{k-1}[9] \oplus G_{k-1}[11], \\
 \text{16K 모드: } G_k[13] &= G_{k-1}[0] \oplus G_{k-1}[1] \oplus G_{k-1}[2] \oplus G_{k-1}[12], \\
 \text{32K 모드: } G_k[14] &= G_{k-1}[0] \oplus G_{k-1}[1]\}.
 \end{aligned}$$

여기서 \oplus 는 XOR 연산기를 나타낸다. 그림 7-26, 그림 7-27, 그림 7-28로부터 입력 심볼 $X_{m,l}$ 를 인터리빙하기 위한 시퀀스 $H_l(p)$ ($p = 0, \dots, N_{data} - 1$)은 다음과 같이 발생된다.

```

for ( $l = 0; l < L_{Fm}; l = l + 1$ )
{
     $p = 0$ ;
    for ( $i = 0; i < M_{max}; i = i + 1$ ) {
         $H_l(p) = \left[ (i \bmod 2) 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i[j] 2^j + \sum_{j=0}^{N_r-1} G_{[l/2]}[j] 2^j \right]$ ;
        if ( $H_l(p) < N_{data}$ )  $p = p + 1$ ;
    }
}

```

각 FFT 모드에서 인터리빙 시퀀스 $H_l(p)$ 을 이용하여 인터리빙된 심볼 $A_{m,l} = (a_{m,l,0}, a_{m,l,1}, a_{m,l,2}, \dots, a_{m,l,N_{data}-1})$ 은 다음과 같이 정의된다.

32K 모드에서, FI의 입력과 출력간 관계는 다음과 같다.

$$a_{m,l,H_l(p)} = x_{m,l,p}, \text{ 짝수 번째 심볼, } l = 0, 2, 4, \dots$$

$$a_{m,l,p} = x_{m,l,H_l(p)}, \text{ 홀수 번째 심볼, } l = 1, 3, 5, \dots$$

8K, 16K 모드에서, FI의 입력과 출력간 관계는 다음과 같다.

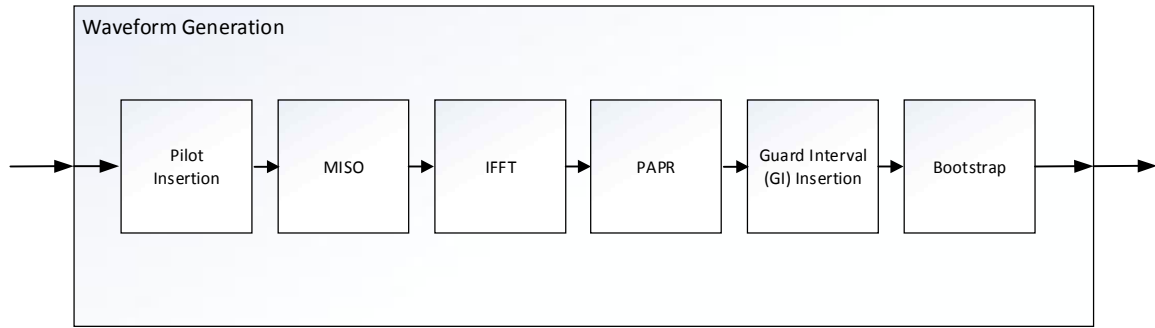
$$a_{m,l,p} = x_{m,l,H_l(p)}, \text{ 임의의 심볼, } l = 0, 1, 2, \dots$$

다음은 프리앰블 심볼, 부프레임으로 구성된 프레임에서 FI 동작을 기술한다.

- 프레임의 첫 번째 프리앰블 심볼에서, 심볼 옵셋 발생기와 인터리빙 시퀀스 발생기의 레지스터는 $[1111 \dots 11]$ 과 $[0000 \dots 00]$ 으로 각각 리셋된다.
- 프레임의 첫 번째 부프레임을 제외하고 남은 부프레임에서의 첫 번째 심볼에서 심볼 옵셋 발생기 FBSR G 와 인터리빙 시퀀스 발생기 FBSR R' 의 레지스터는 $[1111 \dots 11]$ 과 $[0000 \dots 00]$ 으로 각각 리셋된다. 이때, 부프레임의 첫 번째 심볼은 데이터 심볼 또는 부프레임 경계 심볼이다.

8 파형 생성

(그림 8-1)은 파형 생성을 위한 블록도를 나타낸다.



(그림 8-1) 파형 생성을 위한 블록도

(그림 8-1)에서 입력 신호는 파일럿 삽입, MISO 프로세싱, PAPR 프로세싱 후 IFFT를 통한 시간 영역 OFDM 심볼로 변환 그리고 보호 구간 삽입의 과정을 거친다. 마지막으로 부트스트랩이 전 처리된 신호 앞 단에 삽입된다.

8.1 파일럿 삽입

8.1.1 파일럿 삽입 개요

OFDM 프레임의 다양한 파일럿은 송수신부에 알려진 레퍼런스 정보를 이용하여 변조 및 증폭된다. 파일럿 타입에는 분산 파일럿 (Scattered Pilot: SP), 연속 파일럿 (Continual Pilot: CP), 엣지 파일럿 (Edge Pilot), 프리앰블 파일럿 (Preamble Pilot) 및 부프레임 경계 파일럿 (Subframe Boundary Pilot)으로 구성된다. 이와 같은 파일럿은 채널 동기, 채널 추정, 위상 잡음 추정 등 다양하게 이용될 수 있다. <표 8-1>은 심볼 타입에 따라 적용 될 수 있는 파일럿 타입을 정의한다.

<표 8-1> 심볼 타입에 따라 적용 될 수 있는 파일럿 타입 정의

Symbol Type	Preamble Pilot	Scattered Pilot	Subframe Boundary Pilot	Common Continual Pilot	Additional Continual Pilot	Edge Pilot
Preamble	✓			✓		
Data		✓		✓	✓	✓
Subframe Boundary			✓	✓	✓	✓

다음절에서는 각 파일럿 타입과 관련된 정보 $c_{m,l,k}$ 에 대해 기술하며, 여기서 m, l, k 는 각각 부프레임, 심볼, OFDM 부반송파 인덱스를 나타낸다. 이때 각 파일럿은 부반송파 인덱스 타입에 따라 결정된다. 심볼 인덱스는 프리앰블의 첫 번째 심볼을 0으로하여 1씩 증가되며 각 부프레임의 시작에서 0으로 리셋된다.

부반송파 인덱스는 절대적 부반송 인덱스 또는 상대적 부반송파 인덱스에 따라 결정된다. 절대적 부반송파 인덱스는 $0 \sim NoC_{max} - 1$ 범위에서 정의된다. 상대적 부반송파 인덱스는 반송파 감소 계수 (carrier reduction coefficient)인 C_{red_coeff} 에 대한 함수로 기술되며 $0 \sim NoC - 1$ 범위에서 정의된다.

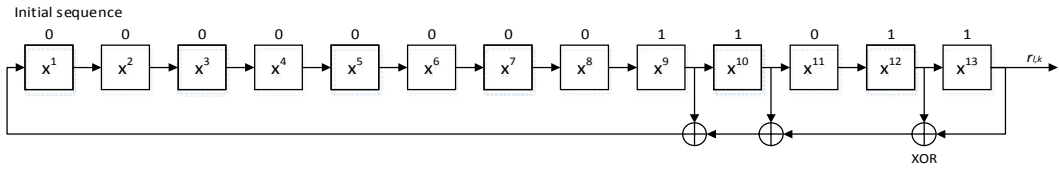
- 프리앰블 파일럿, 분산 파일럿, 부프레임 경계 파일럿, 엣지 파일럿, 추가 CP 의 위치는 상대적 부반송파 인덱스에 따라 결정된다.
- 공통 CP 는 절대적 부반송파 인덱스에 따라 결정된다.

8.1.2 레퍼런스 수열

그림 8-2는 각 심볼 파일럿 변조에 사용되는 레퍼런스 수열 (reference sequence) r_k 발생기 블록도를 나타낸다. 그림 8-2에서 레지스터는 각 심볼의 시작에서 0000 0000 1101 1 값으로 초기화 되며 발생기 함수 $G(x)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$G(x) = 1 + X^9 + X^{10} + X^{12} + X^{13}$$

예를들어, 발생기가 24회 동작 동안 출력한 값은 1101 1000 0000 0001 0100 0000 이다.



(그림 8-2) 레퍼런스 수열발생기

8.1.3 분산 파일럿 삽입

분산 파일럿은 레퍼런스 수열출력 정보를 이용하여 매 심볼마다 변조 및 증폭되며, 단 프리앰블과 부프레임 경계심볼에는 적용되지 않는다.

8.1.3.1 분산 파일럿 위치

l 번째 심볼 내에서 분산 파일럿은 다음 수식을 만족시키는 k 번째 부반송파에 위치한다.

$$k \bmod (D_X \cdot D_Y) = D_X (l \bmod D_Y)$$

<표 8-2>는 SISO 분산 파일럿에서 사용되는 D_X , D_Y 를 나타내며, 각 파라미터 정의는 다음과 같다.

D_X : 주파수 방향으로 파일럿 간 이격 거리

D_Y : 시간 방향으로 파일럿 간 이격 거리

SP \underline{a} \underline{b} : $\underline{a} = D_X$ and $\underline{b} = D_Y$ 를 갖는 분산 파일럿 타입 정의

<표 8-2> SISO 분산 파일럿에서 파라미터 D_X , D_Y 정의

Pilot Pattern	D_X	D_Y	Pilot Pattern	D_X	D_Y
SP3_2	3	2	SP12_2	12	2
SP3_4	3	4	SP12_4	12	4
SP4_2	4	2	SP16_2	16	2
SP4_4	4	4	SP16_4	16	4
SP6_2	6	2	SP24_2	24	2
SP6_4	6	4	SP24_4	24	4
SP8_2	8	2	SP32_2	32	2
SP8_4	8	4	SP32_4	32	4

<표 8-3>은 FFT 크기, 보호구간을 고려하여 적용되는 분산 파일럿 패턴을 정의한다.

<표 8-3>에서 N/A 는 FFT 크기와 보호구간이 정의되지 않는 모드를 의미한다.

<표 8-3> FFT 크기, 보호구간을 고려하여 적용되는 분산 파일럿 패턴

GI Pattern	Samples	8K FFT	16K FFT	32K FFT
GI1_192	192	SP32_2, SP32_4, SP16_2, SP16_4	SP32_2, SP32_4	SP32_2
GI2_384	384	SP16_2, SP16_4, SP8_2, SP8_4	SP32_2, SP32_4, SP16_2, SP16_4	SP32_2
GI3_512	512	SP12_2, SP12_4, SP6_2, SP6_4	SP24_2, SP24_4, SP12_2, SP12_4	SP24_2
GI4_768	768	SP8_2, SP8_4, SP4_2, SP4_4	SP16_2, SP16_4, SP8_2, SP8_4	SP32_2, SP16_2
GI5_1024	1024	SP6_2, SP6_4, SP3_2, SP3_4	SP12_2, SP12_4, SP6_2, SP6_4	SP24_2, SP12_2
GI6_1536	1536	SP4_2, SP4_4	SP8_2, SP8_4, SP4_2, SP4_4	SP16_2, SP8_2
GI7_2048	2048	SP3_2, SP3_4	SP6_2, SP6_4, SP3_2, SP3_4	SP12_2, SP6_2
GI8_2432	2432	N/A	SP6_2, SP6_4, SP3_2, SP3_4	SP12_2, SP6_2
GI9_3072	3072	N/A	SP4_2, SP4_4	SP8_2, SP3_2
GI10_3648	3648	N/A	SP4_2, SP4_4	SP8_2, SP3_2
GI11_4096	4096	N/A	SP3_2, SP3_4	SP6_2, SP3_2
GI12_4864	4864	N/A	N/A	SP6_2, SP3_2

각 파일럿 패턴 관련 배치 형태는 부록 II E에 설명된다

8.1.3.2 분산 파일럿 크기

분산 파일럿 크기 A_{sp} 는 5가지 값으로 정의되며 사용된 크기 값은 시그널링

L1D_scattered_pilot_boost를 통해 수신부에 전달된다. 각 분산 파일럿 패턴에서 사용되는 파워의 dB 값은 <표 9-14>와 같고, A_{SP} 크기의 실수 값은 <표 9-15>와 같다. 여기서 dB 표기는 정확한 값을 나타내며, 실수 크기는 대략적인 값을 나타낸다.

8.1.3.3 분산 파일럿 변조

분산 파일럿은 다음과 같이 변조된다.

$$\text{Re}\{c_{m,l,k}\} = 2 A_{SP} (1/2 - r_k)$$

$$\text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0$$

여기서 m, l, k 는 각각 부프레임, 심볼, 상대적 부반송파 인덱스를 나타낸다. 또한 A_{SP} 는 분산 파일럿 크기를 나타내며, $r_{l,k}$ 는 레퍼런스 시퀀스 출력 값을 나타낸다.

8.1.4 연속 파일럿 삽입

연속 파일럿은 프리앰블 심볼, 부프레임 경계 심볼을 포함한 프레임내 각 심볼에 변조 및 증폭되어 삽입된다.

8.1.4.1 연속 파일럿 위치

연속 파일럿은 공통 CP 셋과 추가 CP 셋으로 구성된다. 이때 공통 CP셋은 분산 파일럿과 겹치지 않도록 설계된 파일럿이며, 추가 CP 셋은 매 데이터 심볼내 유효 데이터 부반송파 개수가 일정하도록 설계된 파일럿으로 경우에 따라 분산 파일럿과 겹칠 수 있다. 즉 추가 CP셋은 FFT 크기와 파일럿 패턴에 따라 심볼내 분산 파일럿과 겹치는 개수가 변할 수 있다.

부록 II D의 <표 D-1>는 32K FFT 모드에 사용되는 공통 CP 셋을 나타내며, CP_{32} 로 정의된다. 16K FFT 모드와 8K FFT 모드에 사용되는 공통 CP 셋은 다음과 같이 CP_{32} 로부터 계산될 수 있다.

$$CP_{16}(k') = \lceil CP_{32}(2k')/2 \rceil$$

$$CP_8(k'') = \lceil CP_{32}(4k'')/4 \rceil$$

여기서 $k' = 0, 1, \dots, 95$ 이고, $k'' = 0, 1, \dots, 47$ 와 같다.

부록 II D의 <표 D-4>는 추가 CP 셋을 나타낸다. 또한 CP 개수 및 위치는 사용된 신호 대역에 따라 결정된다. 만일 사용된 유효 신호 대역이 감소하면 대역 바깥에 위치한 CP는 무시되며, 결과적으로 사용 가능한 CP의 개수는 감소한다. <표 8-4>는 각 FFT 모드에서 C_{red_coeff} 값에 따른 유효한 공통 CP 개수를 나타낸다.

<표 8-4> FFT 모드 C_{red_coeff} 에 따른 유효 공통 CP 개수

C_{red_coeff}	8K	16K	32K
0	48	96	192
1	48	96	192
2	47	93	186
3	46	92	184
4	45	90	180

8.1.4.2 연속 파일럿 크기

<표 8-5>는 FFT 크기에 따라 결정되는 연속 파일럿 크기 A_{CP} 를 나타낸다. 여기서 dB 표기는 정확한 값을 나타내며, 실수 크기는 대략적인 값을 나타낸다.

<표 8-5> FFT 크기에 따른 연속 파일럿 크기

FFT size	8K	16K	32K
A_{CP}	2.67	2.67	2.67
A_{CP} (dB)	8.52	8.52	8.52

이때, 추가 CP 셋이 분산 파일럿과 겹치는 경우에 대해 겹치는 추가 CP 크기는 분산 파일럿 크기에 의해 결정된다.

8.1.4.3 연속 파일럿 변조

연속 파일럿은 다음과 같이 변조된다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 A_{CP} (1/2 - r_k) \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

8.1.5 엣지 파일럿 삽입

상대적 부반송파 인덱스 $k=0$ 과 $k= N_{OC} - 1$ 에 삽입되는 엣지 파일럿은 프리앰블 심볼을 제외한 모드 심볼에 적용되며, 분산 파일럿과 동일하게 다음과 같이 변조 및 증폭된다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 A_{SP} (1/2 - r_k) \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

8.1.6 프리앰블 파일럿 삽입

프리앰블 파일럿의 D_X 값은 보다 정확한 프리앰블 심볼에서의 등화를 위해 동일한 프레임의 첫번째 부프레임에 삽입되는 분산 파일럿의 D_X 값에 비해 같거나 작은 값이 사용된다.

8.1.6.1 프리앰블 파일럿 위치

프리앰블 파일럿 패턴에서 $D_Y = 1$ 이며, D_X 값은 시그널링 **preamble_structure** 에 의해 수신부에 전달된다. 유효 D_X 값은 부록 II G 의 <표 G-1>에 정의되며, 각 프리앰블에서 상대적 파일럿 위치 k 는 다음과 같이 정의된다.

$$k \bmod D_X = 0.$$

8.1.6.2 프리앰블 파일럿 크기

<표 8-6>은 FFT 크기, 보호구간 길이, 파일럿 패턴에 따른 프리앰블 파일럿 크기 $A_{Preamble}$ 를 정의한다.

<표 8-6> FFT 크기, 보호구간 길이, 파일럿 패턴에 따른 프리앰블 파일럿 크기 (A_{preamble})

FFT Size	GI Length (samples)	Pilot Pattern (D_X)	Power (dB)	Equivalent Amplitude (A_{Preamble})
8K	192	16	5.30	1.841
8K	384	8	3.60	1.514
8K	512	6	2.90	1.396
8K	768	4	1.80	1.230
8K	1024	3	0.90	1.109
8K	1536	4	1.80	1.230
8K	2048	3	0.90	1.109
16K	192	32	6.80	2.188
16K	384	16	5.30	1.841
16K	512	12	4.60	1.698
16K	768	8	3.60	1.514
16K	1024	6	2.90	1.396
16K	1536	4	2.10	1.274
16K	2048	3	1.30	1.161
16K	2432	3	1.30	1.161
16K	3072	4	2.10	1.274
16K	3648	4	2.10	1.274
16K	4096	3	1.30	1.161
32K	192	32	6.80	2.188
32K	384	32	6.80	2.188
32K	512	24	6.20	2.042
32K	768	16	5.30	1.841
32K	1024	12	4.60	1.698
32K	1536	8	4.00	1.585
32K	2048	6	3.20	1.445
32K	2432	6	3.20	1.445
32K	3072	8	4.00	1.585
32K	3072	3	1.30	1.161
32K	3648	8	4.00	1.585
32K	3648	3	1.30	1.161
32K	4096	3	1.30	1.161
32K	4864	3	1.30	1.161

8.1.6.3 프리앰블 파일럿 변조

프리앰블 파일럿은 다음과 같이 변조된다.

$$\text{Re}\{c_{m,l,k}\} = 2 A_{\text{preamble}} (1/2 - r_k)$$

$$\text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0$$

8.1.7 부프레임 경계 심볼 파일럿 삽입

부프레임 경계 심볼에 삽입되는 파일럿은 경계 심볼을 제외한 부프레임에 삽입되는 분산 파일럿과 비교시 상대적으로 많은 파일럿을 삽입한다.

8.1.7.1 부프레임 경계 심볼 파일럿 위치

부프레임 경계 심볼 파일럿은 $k \bmod D_X = 0$ ($k = 0, k = NoC - 1$ 제외)를 만족하는 상대적 부반송파 인덱스에 위치하며, 여기서 D_X 는 분산 파일럿에 정의한 값을 이용한다. $K = 0, k = NoC - 1$ 의 부반송파 인덱스에는 엣지 파일럿이 위치한다.

8.1.7.2 부프레임 경계 심볼 파일럿 크기

부프레임 경계 심볼 파일럿 크기는 분산 파일럿 크기 A_{SP} 을 이용하여 동일하게 증폭된다.

8.1.7.3 부프레임 경계 심볼 파일럿 변조

부프레임 경계 심볼 파일럿은 다음과 같이 변조된다.

$$\text{Re}\{c_{m,l,k}\} = 2 A_{SP} (1/2 - r_{l,k})$$

$$\text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0$$

8.2 MISO

8.2.1 TDCFS

TDCFS (TDCFS: Transmit Diversity Code Filter Set, 전송 다이버시티 코드 필터 셋)는 단일 주파수 네트워크 환경에서 주파수 다이버시티 성능 제공을 위해 다수개의

송신기에서 인위적으로 신호의 위상 정보를 왜곡 (MISO pre-distortion) 시킨 후 전송하는 안테나 기술이다. 그림 8-3은 $N_{TX} \in \{2,3,4\}$ 개의 송신기로 구성된 MISO 전송 블록도를 나타내며 다음과 같은 특징을 지닌다.

- MISO 기술은 부트스트랩과 프리앰블에는 적용하지 않으며, 부프레임의 OFDM 심볼에만 적용된다.
- MISO 기술 적용 여부는 시그널링 L1B_first_sub_miso 와 L1D_miso 정보를 통해 수신부에 전달된다.
- 각 송신시스템에서 적용되는 TDCFS 필터 계수 $\Phi_x[k]$ 는 <표 H-1>과 <표 H-2>의 시간영역 임펄스 응답 벡터 $h_x[n]$ 에 의해 계산된다.

$$\Phi_x[k] = \exp \left[i \arg \left(\sum_{n=0}^{N_{MISO}-1} h_x[n] e^{-\frac{i2\pi kn}{N_{FFT}^m}} \right) \right], \quad k \in \{0, \dots, N_{OC} - 1\}, x \in \{1, \dots, N_{TX}\}$$

여기서 $\exp(\)$ 는 지수함수이며, $\arg(\)$ 는 복소값의 라디안을 각도로 변환하는 편각함수이다.

- TDCFS 는 주파수 영역에서 N_{FFT} 길이를 가지는 OFDM 심볼에 다음과 같이 적용된다.

$$c_{x,m,l,k} = \Phi_x[k] c_{m,l,k}, \quad k \in \{0, \dots, N_{OC} - 1\}, x \in \{1, \dots, N_{TX}\}$$

여기서 수식에서 정의된 다양한 파라미터는 다음과 같다.

k : 부반송파 인덱스

l : 부프레임에서 l 번째 OFDM 심볼

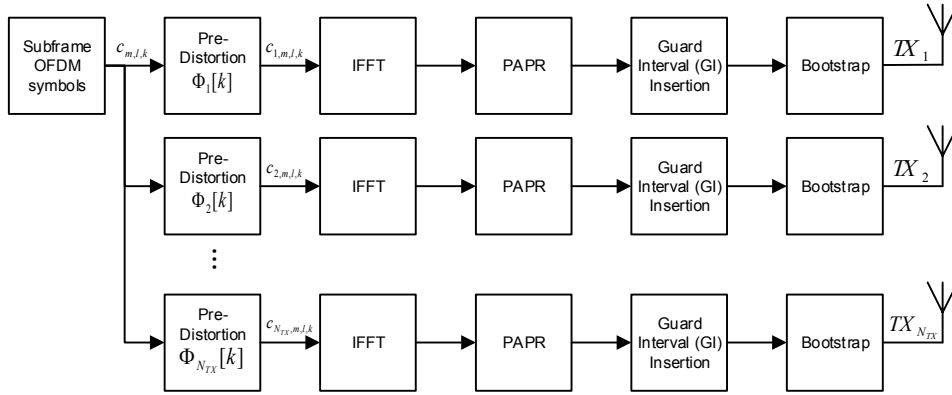
m : m 번째 부프레임, $0 \leq m < N_{SF}$

x : 송신기 인덱스, $x \in \{1, \dots, N_{TX}\}$

$c_{m,l,k}$: m 번째 부프레임, l 번째 심볼, k 번째 부반송파에 대한 복소 변조 값

$c_{x,m,l,k}$: x 번째 송신기, m 번째 부프레임, l 번째 심볼, k 번째 부반송파에 대한
포스트-MISO 복소 변조 값

●



(그림 8-3) TDCFS MISO 전송 블록도

8.3 IFFT

송신기로 송출되는 신호는 프레임으로 구성되며, 각 프레임은 부스트랩, 프리앰블 심볼과 부프레임으로 구성된다. 본 절에서는 부프레임내에 전송되는 OFDM 심볼 구조를 기술한다. 프레임내의 부프레임 인덱스는 0부터 m 번째까지 이며, 각 부프레임 m 은 T_{SFm} 길이를 가지며, L_{SFm} 개 OFDM 심볼로 구성된다. 프레임내의 프리앰블 심볼 인덱스는 0부터 $L_{Fp}-1$ 번째까지이며, OFDM 부프레임내의 데이터와 부프레임 경계 심볼의 인덱스는 0부터 $L_{SFm}-1$ 번째이다. 모든 심볼은 데이터와 레퍼런스 정보(파일럿)를 포함한다. 각 심볼은 유효 데이터 구간과 보호 구간등 2부분으로 구성되며, 이때 심볼 길이 T_{Sm} 은 유효 데이터 구간 길이 T_{Um} 과 보호 구간길이 T_{Gm} 합으로 계산된다. 보호 구간은 유효 데이터 구간 전에 삽입한다. FFT 크기와 보호 구간에 따른 조합은 <표 8-16>과 같다.

IFFT 이후의 기저대역 시간영역에서의 송출 신호는 다음과 같이 표현된다.

$$\sum_{l=0}^{L_{Fp}-1} \frac{1}{\sqrt{P_{preamble,l}}} \sum_{k=0}^{NoC_{P,l}-1} c_{l,k} \times \psi_{l,k}(t) + \sum_{m=0}^{N_{SF}-1} \frac{1}{\sqrt{P_{data,m}}} \sum_{l=0}^{L_{SFm}-1} \sum_{k=0}^{NoC_m-1} c_{m,l,k} \times \psi_{m,l,k}(t)$$

여기서 부반송파 인덱스 k 는 $k \in [0; NoC - 1]$ 범위에서 정의되며, 인접한 부반송파간 거리는 $1/T_U$, 부반송파 인덱스 0에서 NoC 까지 거리는 $(NoC-1)/T_U$ 로 정의된다. 또한 함수 $\psi_{l,k}(t)$, $\psi_{m,l,k}(t)$ 는 다음과 같다.

$$\psi_{l,k}(t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k'}{T_{Up}}(t-T_{BS}-T_{Gp}-lT_{Sp})} & T_{BS} + lT_{Sp} \leq t < T_{BS} + (l+1)T_{Sp} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\psi_{m,l,k}(t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k'}{T_{Um}}(t-T_{BS}-T_P-T_{Gm}-lT_{Sm}-\sum T_{SFm})} & T_{BS} + T_P + \sum T_{SFm} + lT_{Sm} \leq t < T_{BS} + T_P + \sum T_{SFm} + (l+1)T_{Sm} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

상기 두 수식에서 다양한 파라미터에 대한 정의는 다음과 같다.

k	부반송파 인덱스
l	OFDM 심볼 인덱스 (첫 번째 프리앰블 심벌에서 0으로 시작하여 증가하며 각 부프레임의 첫 번째 OFDM 심벌에서 다시 0으로 리셋)
m	m 번째 부프레임
k'	중심 주파수 기준 상대적 부반송파 인덱스, $k' = k - (NoC - 1) / 2$
$c_{l,k}$	l 번째 프리앰블 심볼, k 번째 부반송파에 대한 복소 변조 값
$c_{m,l,k}$	m 번째 부프레임, l 번째 심볼, k 번째 부반송파에 대한 복소 변조 값
$NoC_{P,l}$	$l+1$ 번째 프리앰블 심볼의 전송 부반송파 개수
NoC_m	m 번째 부프레임, 전송 부반송파 개수, <표 8-14> 정의
L_{SFm}	m 번째 부프레임내 부프레임 경계 심볼과 데이터 개수 L_{Fp} 프리앰블내 OFDM 심볼 개수
T_{Sm}	m 번째 부프레임 OFDM 심볼 길이, $T_{Sm} = T_{Um} + T_{Gm}$
T_{Um}	m 번째 부프레임 OFDM 심볼에서 유효 데이터 심볼 길이, <표 8-14> 정의
T_{Gm}	m 번째 부프레임 OFDM 심볼에서 보호 구간 길이
T_{BS}	부스트랩 길이
T_P	전체 프리앰블 길이, $T_P = L_{Fp} \times T_{Sp}$
T_{Sp}	프리앰블 OFDM 심볼 길이, $T_{Sp} = T_{Up} + T_{Gp}$
T_{Up}	프리앰블 OFDM 심볼에서 유효 데이터 심볼 길이
T_{Gp}	프리앰블 OFDM 심볼에서 보호 구간 길이
T_{SFm}	m 번째 부프레임내 부프레임 경계 심볼과 데이터 심볼 전체 길이
$\sum T_{SFm}$	0부터 $N_{SF} - 1$ 번째 부프레임의 전체 길이의 합

N_{SF} 프레임내 부프레임 인덱스

$P_{preamble, l}$ 주파수 영역에서의 $l+1$ 번째 프리앰블 전체 전력

$P_{data, m}$ 주파수 영역에서의 m 번째 부프레임내 부프레임 경계 심볼과 각 데이터 전체 전력

OFDM 심볼 전력은 파형 파라미터(FFT 크기, 분산 파일럿 패턴, 분산 파일럿의 크기, 부반송파의 수)에 의해서 변화하므로, 파형 파라미터에 따라서 다른 IFFT 전력 정규화 값을 사용해야 한다. 이때, IFFT 전력 정규화 값은 파형 파라미터에 상관없이 시간 영역 신호의 평균 전력을 1로 정규화한다. 프리앰블 구간에서의 IFFT 전력 정규화 값은 $1/\sqrt{P_{preamble, l}}$ 으로 나타낼 수 있으며, 주파수 영역에서의 프리앰블 심볼 전체 전력값 ($P_{preamble, l}$)은 <표 8-7>과 같이 정의된다. 또한, 데이터 심볼 및 부프레임 경계 심볼 구간에서의 IFFT 전력 정규화 값은 $1/\sqrt{P_{data, m}}$ 으로 나타낼 수 있으며, 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력 ($P_{data, m}$)은 <표 8-8> 부터 <표 8-12>에 의해서 정의된다.

<표 8-7> 주파수 영역에서의 프리앰블 심볼 전체 전력값 ($P_{preamble, l}$)

FFT Size	GI Length (samples)	Pilot Pattern (D_X)	$P_{preamble}$ (FD total power)				
			Cred_coeff 0	Cred_coeff 1	Cred_coeff 2	Cred_coeff 3	Cred_coeff 4
8K	192	16	8240.53	8130.20	8013.76	7897.31	7780.87
8K	384	8	8322.93	8211.44	8093.84	7976.24	7858.64
8K	512	6	8301.50	8190.31	8073.00	7955.69	7838.38
8K	768	4	8094.28	7985.96	7871.52	7757.08	7642.65
8K	1024	3	7737.10	7633.73	7524.25	7414.77	7305.30
8K	1536	4	8094.28	7985.96	7871.52	7757.08	7642.65
8K	2048	3	7737.10	7633.73	7524.25	7414.77	7305.30
16K	192	32	16051.13	15836.42	15603.37	15382.54	15155.60
16K	384	16	16477.67	16257.01	16018.01	15791.24	15558.36
16K	512	12	16583.95	16361.81	16121.33	15893.08	15658.71
16K	768	8	16643.58	16420.60	16179.28	15950.19	15714.99
16K	1024	6	16601.06	16378.66	16137.94	15909.43	15674.81
16K	1536	4	16561.26	16339.42	16099.24	15871.28	15637.21
16K	2048	3	16020.04	15805.70	15573.04	15352.59	15126.04
16K	2432	3	16020.04	15805.70	15573.04	15352.59	15126.04
16K	3072	4	16561.26	16339.42	16099.24	15871.28	15637.21
16K	3648	4	16561.26	16339.42	16099.24	15871.28	15637.21
16K	4096	3	16020.04	15805.70	15573.04	15352.59	15126.04
32K	192	32	32097.48	31668.05	31201.95	30760.29	30306.41
32K	384	32	32097.48	31668.05	31201.95	30760.29	30306.41

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

32K	512	24	32475.84	32041.14	31569.77	31122.85	30663.71
32K	768	16	32951.95	32510.63	32032.64	31579.09	31113.33
32K	1024	12	33165.03	32720.74	32239.78	31783.27	31314.54
32K	1536	8	34048.92	33592.35	33099.12	32630.32	32149.31
32K	2048	6	33842.90	33389.18	32898.80	32432.87	31954.71
32K	2432	6	33842.90	33389.18	32898.80	32432.87	31954.71
32K	3072	8	34048.92	33592.35	33099.12	32630.32	32149.31
32K	3072	3	32038.72	31610.06	31144.72	30703.83	30250.72
32K	3648	8	34048.92	33592.35	33099.12	32630.32	32149.31
32K	3648	3	32038.72	31610.06	31144.72	30703.83	30250.72
32K	4096	3	32038.72	31610.06	31144.72	30703.83	30250.72
32K	4864	3	32038.72	31610.06	31144.72	30703.83	30250.72

<표 8-8> 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력

$(P_{data,m})$ when $C_{red_coef}=0$

FFT Size	Pilot Pattern	L1_scattered_pilot_boost				
		000	001	010	011	100
8K	SP3_2	7206.33	7206.33	7646.12	7967.68	8302.73
	SP3_4	7206.33	7427.12	7757.73	8018.64	8223.83
	SP4_2	7206.33	7335.49	7745.44	8069.14	8324.24
	SP4_4	7206.33	7477.44	7769.24	7971.39	8181.27
	SP6_2	7206.33	7463.93	7809.46	8080.54	8295.62
	SP6_4	7206.33	7497.87	7737.93	7927.21	8077.51
	SP8_2	7206.33	7492.88	7814.32	8024.02	8243.34
	SP8_4	7206.33	7490.93	7698.42	7862.96	7992.15
	SP12_2	7206.33	7522.86	7773.18	7969.29	8125.67
	SP12_4	7206.33	7475.54	7648.41	7783.36	7891.04
	SP16_2	7206.33	7512.03	7727.53	7897.38	8031.80
	SP16_4	7206.33	7466.13	7618.63	7738.99	7835.14
	SP24_2	7206.33	7491.23	7669.09	7809.50	7920.09
	SP24_4	7206.33	7440.66	7568.35	7669.30	7748.41
	SP32_2	7206.33	7477.75	7635.15	7744.12	7857.61
	SP32_4	7206.33	7420.32	7532.04	7620.18	7690.50
16K	SP3_2	14411.67	14411.67	15288.86	15932.70	16602.50
	SP3_4	14411.67	14851.86	15510.50	16028.89	16439.91

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	SP4_2	14411.67	14668.83	15488.26	16134.29	16645.20
	SP4_4	14411.67	14952.26	15532.20	15935.04	16353.30
	SP6_2	14411.67	14926.41	15613.87	16156.56	16586.36
	SP6_4	14411.67	14989.75	15467.04	15842.95	16141.04
	SP8_2	14411.67	14983.09	15623.25	16044.16	16480.28
	SP8_4	14411.67	14974.58	15386.60	15711.94	15968.72
	SP12_2	14411.67	15041.63	15540.41	15932.96	16244.17
	SP12_4	14411.67	14943.26	15282.84	15550.82	15762.46
	SP16_2	14411.67	15019.66	15448.67	15787.59	16055.82
	SP16_4	14411.67	14920.95	15221.58	15458.22	15645.66
	SP24_2	14411.67	14978.51	15331.00	15609.88	15830.29
	SP24_4	14411.67	14867.25	15115.96	15311.51	15466.70
	SP32_2	14411.67	14950.04	15261.41	15477.36	15702.29
	SP32_4	14411.67	14823.96	15040.47	15210.22	15345.66
32K	SP3_2	28822.33	28822.33	30576.34	31863.75	33202.05
	SP3_4	(28822.33)	(29700.34)	(31015.05)	(32051.38)	(32872.06)
	SP4_2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP4_4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP6_2	28822.33	29850.37	31224.70	32309.62	33167.83
	SP6_4	(28822.33)	(29973.50)	(30925.26)	(31675.43)	(32269.09)
	SP8_2	28822.33	29963.53	31243.10	32082.43	32955.18
	SP8_4	(28822.33)	(29942.86)	(30763.97)	(31410.90)	(31921.87)
	SP12_2	28822.33	30080.16	31074.87	31858.28	32479.17
	SP12_4	(28822.33)	(29877.71)	(30551.70)	(31083.74)	(31504.30)
	SP16_2	28822.33	30033.92	30890.95	31567.00	32101.85
	SP16_4	(28822.33)	(29830.59)	(30426.47)	(30895.69)	(31267.72)
	SP24_2	28822.33	29951.08	30654.84	31209.63	31648.70
	SP24_4	(28822.33)	(29720.43)	(30211.16)	(30597.95)	(30904.27)
	SP32_2	28822.33	29893.61	30514.92	30944.83	31391.67
	SP32_4	(28822.33)	(29632.24)	(30056.33)	(30391.32)	(30655.98)

<표 8-9> 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력

($P_{data,m}$) when $C_{red_coef}=1$

FFT Size	Pilot Pattern	L1_scattered_pilot_boost				
		000	001	010	011	100
8K	SP3_2	7110.33	7110.33	7543.95	7861.57	8191.33
	SP3_4	7110.33	7327.95	7654.33	7910.88	8114.70
	SP4_2	7110.33	7236.94	7641.52	7961.26	8213.26
	SP4_4	7110.33	7378.52	7666.26	7865.29	8072.61
	SP6_2	7110.33	7364.80	7704.79	7972.35	8184.48
	SP6_4	7110.33	7397.95	7634.83	7821.73	7969.81
	SP8_2	7110.33	7392.96	7709.54	7917.41	8132.67
	SP8_4	7110.33	7391.44	7595.59	7758.19	7885.30
	SP12_2	7110.33	7422.14	7668.57	7863.25	8017.32
	SP12_4	7110.33	7375.99	7546.56	7680.17	7786.06
	SP16_2	7110.33	7411.63	7624.20	7792.37	7925.08
	SP16_4	7110.33	7363.26	7511.56	7629.46	7721.49
	SP24_2	7110.33	7391.43	7567.41	7704.99	7814.54
	SP24_4	7110.33	7341.37	7467.34	7566.98	7645.90
	SP32_2	7110.33	7377.35	7531.46	7638.46	7749.85
	SP32_4	7110.33	7313.29	7419.22	7502.79	7569.50
16K	SP3_2	14219.67	14219.67	15085.51	15720.49	16379.71
	SP3_4	14219.67	14653.51	15302.71	15814.36	16219.64
	SP4_2	14219.67	14472.72	15281.42	15918.52	16422.23
	SP4_4	14219.67	14752.42	15325.23	15721.83	16133.97
	SP6_2	14219.67	14727.15	15405.54	15941.18	16364.07
	SP6_4	14219.67	14789.90	15259.85	15632.00	15925.64
	SP8_2	14219.67	14783.26	15414.68	15828.94	16259.96
	SP8_4	14219.67	14775.60	15181.94	15502.39	15756.02
	SP12_2	14219.67	14841.20	15332.19	15719.86	16026.47
	SP12_4	14219.67	14744.17	15079.15	15342.45	15551.49

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	SP16_2	14219.67	14818.87	15242.01	15576.56	15840.38
	SP16_4	14219.67	14722.22	15018.45	15252.17	15436.38
	SP24_2	14219.67	14777.90	15126.65	15400.85	15618.19
	SP24_4	14219.67	14668.66	14913.92	15107.88	15260.67
	SP32_2	14219.67	14750.23	15058.02	15271.03	15492.78
	SP32_4	14219.67	14620.90	14830.83	14997.45	15128.66
32K	SP3_2	28438.33	28438.33	30167.65	31437.32	32756.47
	SP3_4	(28438.33)	(29304.65)	(30600.47)	(31622.33)	(32431.52)
	SP4_2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP4_4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP6_2	28438.33	29451.86	30808.03	31876.86	32723.26
	SP6_4	(28438.33)	(29573.80)	(30511.88)	(31251.52)	(31837.30)
	SP8_2	28438.33	29563.87	30824.95	31653.00	32513.53
	SP8_4	(28438.33)	(29543.90)	(30352.64)	(30990.81)	(31495.47)
	SP12_2	28438.33	29678.30	30659.43	31433.10	32044.77
	SP12_4	(28438.33)	(29478.52)	(30144.31)	(30668.01)	(31083.35)
	SP16_2	28438.33	29633.34	30478.63	31144.96	31671.98
	SP16_4	(28438.33)	(29433.12)	(30020.22)	(30483.58)	(30850.16)
	SP24_2	28438.33	29550.86	30245.14	30792.57	31225.49
	SP24_4	(28438.33)	(29324.25)	(29808.09)	(30189.68)	(30492.22)
	SP32_2	28438.33	29495.00	30107.15	30531.17	30971.65
	SP32_4	(28438.33)	(29237.11)	(29655.05)	(29985.78)	(30246.99)

<표 8-10> 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력

($P_{data,m}$) when $C_{red_coef}=2$

FFT Size	Pilot Pattern	L1_scattered_pilot_boost				
		000	001	010	011	100
8K	SP3_2	7008.22	7008.22	7435.66	7748.36	8074.82
	SP3_4	7008.22	7223.66	7544.82	7798.01	7998.45
	SP4_2	7008.22	7133.27	7532.48	7846.26	8095.17

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	SP4_4	7008.22	7272.48	7556.17	7752.08	7956.83
	SP6_2	7008.22	7258.56	7594.01	7858.05	8067.22
	SP6_4	7008.22	7290.91	7525.63	7709.14	7855.00
	SP8_2	7008.22	7286.93	7598.64	7803.69	8016.90
	SP8_4	7008.22	7284.84	7487.64	7646.30	7773.33
	SP12_2	7008.22	7316.32	7558.85	7751.09	7901.86
	SP12_4	7008.22	7270.34	7437.60	7569.88	7674.96
	SP16_2	7008.22	7305.13	7514.76	7680.24	7811.25
	SP16_4	7008.22	7260.28	7409.39	7526.82	7619.74
	SP24_2	7008.22	7285.51	7458.63	7595.36	7702.87
	SP24_4	7008.22	7235.96	7360.21	7458.55	7536.28
	SP32_2	7008.22	7272.84	7425.66	7531.68	7641.99
	SP32_4	7008.22	7211.14	7317.29	7400.29	7467.39
16K	SP3_2	14009.33	14009.33	14862.84	15488.94	16139.59
	SP3_4	14009.33	14437.84	15077.59	15582.50	15982.03
	SP4_2	14009.33	14259.28	15055.24	15683.41	16180.94
	SP4_4	14009.33	14534.24	15098.94	15490.30	15897.32
	SP6_2	14009.33	14509.56	15178.87	15706.47	16123.45
	SP6_4	14009.33	14570.72	15035.33	15401.71	15690.92
	SP8_2	14009.33	14565.10	15187.77	15596.39	16021.30
	SP8_4	14009.33	14557.28	14957.94	15273.51	15523.99
	SP12_2	14009.33	14622.43	15106.64	15488.44	15790.44
	SP12_4	14009.33	14526.74	14856.11	15116.75	15323.18
	SP16_2	14009.33	14599.75	15018.01	15347.20	15607.61
	SP16_4	14009.33	14504.15	14796.99	15026.78	15209.77
	SP24_2	14009.33	14559.96	14902.97	15174.49	15388.75
	SP24_4	14009.33	14452.74	14694.55	14884.91	15036.31
	SP32_2	14009.33	14533.10	14836.30	15046.37	15264.94
	SP32_4	14009.33	14410.50	14620.85	14786.35	14918.33
32K	SP3_2	28017.67	28017.67	29723.29	30974.22	32275.22

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

SP3_4	(28017.67)	(28871.29)	(30149.22)	(31157.61)	(31954.31)
SP4_2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SP4_4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SP6_2	28017.67	29016.68	30353.69	31407.43	32242.01
SP6_4	(28017.67)	(29136.44)	(30061.84)	(30791.94)	(31368.85)
SP8_2	28017.67	29127.54	30371.14	31186.90	32035.22
SP8_4	(28017.67)	(29107.27)	(29905.65)	(30534.05)	(31032.40)
SP12_2	28017.67	29240.78	30207.33	30970.25	31573.71
SP12_4	(28017.67)	(29043.66)	(29699.25)	(30216.61)	(30625.74)
SP16_2	28017.67	29196.10	30029.64	30686.24	31206.44
SP16_4	(28017.67)	(28997.98)	(29577.29)	(30033.81)	(30395.92)
SP24_2	28017.67	29114.97	29798.77	30338.84	30765.60
SP24_4	(28017.67)	(28891.40)	(29368.35)	(29744.74)	(30042.50)
SP32_2	28017.67	29059.72	29662.71	30080.84	30515.97
SP32_4	(28017.67)	(28805.32)	(29218.10)	(29543.57)	(29801.34)

<표 8-11> 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력

($P_{data,m}$) when $C_{red_coeff}=3$

FFT Size	Pilot Pattern	L1_scattered_pilot_boost				
		000	001	010	011	100
8K	SP3_2	6906.11	6906.11	7327.38	7636.14	7957.32
	SP3_4	6906.11	7118.38	7434.32	7684.13	7882.20
	SP4_2	6906.11	7029.60	7422.45	7732.26	7978.08
	SP4_4	6906.11	7166.45	7446.08	7639.87	7841.06
	SP6_2	6906.11	7153.32	7484.23	7743.75	7949.97
	SP6_4	6906.11	7184.88	7415.42	7597.55	7741.20
	SP8_2	6906.11	7180.91	7488.74	7689.97	7900.13
	SP8_4	6906.11	7179.24	7378.70	7535.42	7660.37
	SP12_2	6906.11	7209.49	7449.13	7637.93	7787.40
	SP12_4	6906.11	7164.68	7329.64	7460.59	7562.86

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	SP16_2	6906.11	7198.63	7405.31	7569.12	7698.43
	SP16_4	6906.11	7151.31	7296.21	7410.19	7500.99
	SP24_2	6906.11	7179.60	7349.84	7484.74	7591.21
	SP24_4	6906.11	7130.55	7254.08	7350.12	7426.65
	SP32_2	6906.11	7165.32	7315.85	7419.91	7528.12
	SP32_4	6906.11	7109.00	7215.35	7298.80	7365.28
16K	SP3_2	13811.22	13811.22	14652.38	15269.62	15910.69
	SP3_4	13811.22	14233.38	14863.69	15361.87	15755.65
	SP4_2	13811.22	14057.06	14842.28	15461.53	15951.87
	SP4_4	13811.22	14329.28	14885.87	15270.98	15671.88
	SP6_2	13811.22	14304.20	14963.42	15483.98	15895.05
	SP6_4	13811.22	14364.76	14823.03	15183.64	15469.41
	SP8_2	13811.22	14359.16	14973.09	15375.06	15793.87
	SP8_4	13811.22	14351.19	14746.17	15057.86	15304.17
	SP12_2	13811.22	14414.89	14892.31	15269.23	15567.63
	SP12_4	13811.22	14320.54	14646.31	14903.28	15106.09
	SP16_2	13811.22	14393.85	14805.24	15130.07	15387.07
	SP16_4	13811.22	14299.30	14587.75	14814.62	14994.37
	SP24_2	13811.22	14354.24	14692.51	14959.35	15170.53
	SP24_4	13811.22	14248.04	14486.41	14675.16	14824.17
	SP32_2	13811.22	14327.18	14626.80	14832.92	15048.32
	SP32_4	13811.22	14201.32	14406.10	14567.47	14695.23
32K	SP3_2	27621.44	27621.44	29302.38	30535.58	31818.42
	SP3_4	(27621.44)	(28463.38)	(29723.42)	(30716.34)	(31502.55)
	SP4_2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP4_4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP6_2	27621.44	28605.95	29923.80	30963.45	31785.21
	SP6_4	(27621.44)	(28724.52)	(29636.24)	(30355.81)	(30924.84)
	SP8_2	27621.44	28715.66	29940.78	30745.24	31582.35
	SP8_4	(27621.44)	(28696.09)	(29482.10)	(30101.74)	(30592.78)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

SP12_2	27621.44	28826.70	29779.67	30531.84	31126.09
SP12_4	(27621.44)	(28633.25)	(29279.63)	(29788.66)	(30192.56)
SP16_2	27621.44	28783.31	29604.09	30251.97	30764.35
SP16_4	(27621.44)	(28588.29)	(29158.82)	(29609.48)	(29966.13)
SP24_2	27621.44	28702.53	29377.85	29909.56	30330.17
SP24_4	(27621.44)	(28483.00)	(28953.06)	(29324.25)	(29618.22)
SP32_2	27621.44	28647.89	29243.71	29655.96	30083.72
SP32_4	(27621.44)	(28397.97)	(28804.59)	(29125.81)	(29380.12)

<표 8-12> 주파수 영역에서의 부프레임 경계 심볼과 데이터 전체 전력

($P_{data,m}$) when $C_{red_coef}=4$

FFT Size	Pilot Pattern	L1_scattered_pilot_boost				
		000	001	010	011	100
8K	SP3_2	6804.00	6804.00	7219.10	7523.92	7839.81
	SP3_4	6804.00	7013.10	7324.81	7571.26	7765.96
	SP4_2	6804.00	6925.93	7313.42	7618.26	7859.99
	SP4_4	6804.00	7060.42	7335.99	7527.66	7725.28
	SP6_2	6804.00	7048.08	7373.45	7630.44	7832.71
	SP6_4	6804.00	7078.84	7306.22	7485.96	7627.39
	SP8_2	6804.00	7074.88	7377.85	7577.25	7783.36
	SP8_4	6804.00	7072.64	7269.76	7424.54	7547.41
	SP12_2	6804.00	7102.67	7339.41	7525.78	7672.94
	SP12_4	6804.00	7059.02	7221.68	7350.29	7451.76
	SP16_2	6804.00	7093.12	7296.87	7457.00	7584.60
	SP16_4	6804.00	7049.33	7194.04	7308.55	7399.24
	SP24_2	6804.00	7073.68	7242.05	7374.11	7479.54
	SP24_4	6804.00	7026.15	7146.95	7242.69	7318.03
	SP32_2	6804.00	7060.81	7210.05	7313.13	7420.25
	SP32_4	6804.00	7006.86	7112.42	7196.30	7263.17
16K	SP3_2	13607.00	13607.00	14435.81	15044.18	15676.67

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	SP3_4	13607.00	14022.81	14644.67	15135.12	15523.16
	SP4_2	13607.00	13849.72	14623.21	15233.53	15716.68
	SP4_4	13607.00	14117.21	14665.68	15045.56	15441.33
	SP6_2	13607.00	14092.72	14742.86	15255.38	15661.54
	SP6_4	13607.00	14152.69	14603.62	14959.46	15240.79
	SP8_2	13607.00	14147.11	14751.29	15148.62	15561.33
	SP8_4	13607.00	14138.99	14528.28	14836.09	15078.25
	SP12_2	13607.00	14202.24	14672.87	15043.92	15337.71
	SP12_4	13607.00	14109.22	14430.39	14683.69	14883.90
	SP16_2	13607.00	14180.85	14586.36	14906.82	15159.41
	SP16_4	13607.00	14088.34	14372.40	14596.34	14773.87
	SP24_2	13607.00	14142.41	14475.94	14739.09	14947.20
	SP24_4	13607.00	14038.22	14273.15	14458.30	14605.93
	SP32_2	13607.00	14116.15	14410.20	14614.37	14826.59
	SP32_4	13607.00	13997.04	14202.24	14363.48	14491.01
32K	SP3_2	27213.00	27213.00	28869.25	30085.70	31349.40
	SP3_4	(27213.00)	(28042.25)	(29284.40)	(30262.84)	(31037.56)
	SP4_2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP4_4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	SP6_2	27213.00	28184.00	29482.69	30506.24	31317.19
	SP6_4	(27213.00)	(28300.38)	(29199.42)	(29907.46)	(30468.61)
	SP8_2	27213.00	28291.55	29499.19	30292.36	31116.26
	SP8_4	(27213.00)	(28271.68)	(29047.33)	(29658.20)	(30141.93)
	SP12_2	27213.00	28400.40	29340.78	30081.21	30667.25
	SP12_4	(27213.00)	(28209.62)	(28846.79)	(29349.48)	(29747.17)
	SP16_2	27213.00	28357.29	29167.33	29805.48	30311.03
	SP16_4	(27213.00)	(28165.37)	(28728.11)	(29171.93)	(29523.12)
	SP24_2	27213.00	28278.87	28943.71	29468.06	29882.51
	SP24_4	(27213.00)	(28061.37)	(28525.54)	(28891.53)	(29180.72)
	SP32_2	27213.00	28224.84	28811.49	29217.85	29640.26

	SP32_4	(27213.00)	(27978.40)	(28379.87)	(28695.83)	(28946.69)
--	--------	------------	------------	------------	------------	------------

OFDM 파라미터는 <표 8-14>에 정의된다. 다양한 시간 관련 파라미터에 대한 값은 기본 시간 길이(elementary period) T (μs) 의 정수 배로 표현되며 다음과 같이 정의된다.

$$1/(0.384\text{MHz} * (16 + \text{bsr_coefficient}))$$

여기서 파라미터 **bsr_coefficient** 는 <표 9-1>에 정의되며, 편의상 **bsr_coefficient** 선택에 따른 개략적인 T 의 값을 <표 8-13>에 표시하였다.

<표 8-13> 6MHz 대역폭에 대한 T 의 값

bsr_coefficient	2	5	8
Elementary period T (μs)	0.1447	0.1240	0.1085

<표 8-14> OFDM 파라미터

Parameter		8K FFT	16K FFT	32K FFT
Number of carriers NoC	$C_{\text{red_coeff}} = 0$	6913	13825	27649
	$C_{\text{red_coeff}} = 1$	6817	13633	27265
	$C_{\text{red_coeff}} = 2$	6721	13441	26881
	$C_{\text{red_coeff}} = 3$	6625	13249	26497
	$C_{\text{red_coeff}} = 4$	6529	13057	26113
Duration T_U		8192 T	16384 T	32768 T
Duration T_U (μs) (see note 1 and 2)		1185.185	2370.370	4740.741
Carrier spacing $1/T_U$ (Hz) (see note 2)		843.75	421.875	210.9375
Spacing between carriers 0 and $NoC-1$ $(NoC-1)/T_U$ (MHz)	$C_{\text{red_coeff}} = 0$	5.832	5.832	5.832
	$C_{\text{red_coeff}} = 1$	5.751	5.751	5.751
	$C_{\text{red_coeff}} = 2$	5.670	5.670	5.670
	$C_{\text{red_coeff}} = 3$	5.589	5.589	5.589
	$C_{\text{red_coeff}} = 4$	5.508	5.508	5.508

(see note 2)				
NOTE 1:	Numerical values in italics are approximate values.			
NOTE 2:	Values for 6 MHz channels.			

8.4 PAPR

OFDM 신호 출력의 평균 전력 대 첨두 전력비 (PAPR)를 감소시키기 위해서 8.4.1절에 설명된 톤 예약(TR) 또는 8.4.2절에 설명된 ACE 기술을 사용하여 전송 신호를 수정한다. PAPR 이후에 보호 구간 삽입 과정이 수행된다.

8.4.1 톤 예약

TR이 활성화 되면, 일부 OFDM 부반송파는 출력 파형에서 PAPR를 감소시키기 위해서 사용되는 셀로 할당된다. 이러한 셀은 페이로드 데이터 또는 시그널링 정보를 포함하지 않는다.

프리앰블, 데이터 및 부프레임 경계 심볼에서 PAPR 예약 톤 색인은 <표 F-2>와 <표 F-3>에 정의되어 있다.

데이터 OFDM 심볼의 색인에 따라서 지정된 테이블의 색인 또는 이러한 값의 순환 시프트 값이 사용된다. 순환 시프트의 양은 D_X 및 D_Y 간격 파일럿에 따라 변경된다. 색인 l 에 대응되는 데이터 심볼에서 예약 톤의 색인 s_l 은 다음과 같이 계산한다.

$$S_l = i_k + D_X * (l \bmod D_Y), i_n \in S_0, 0 \leq n < N_{TR}, d_0 \leq l \leq d_{end}$$

여기서, S_0 는 지정된 표에 정의된 부반송파 색인에 대응하는 예약 톤의 집합을 나타내며 N_{TR} 은 OFDM 심볼 당 예약 톤의 개수를 나타낸다. 또한, d_0 는 부프레임의 첫 번째 OFDM 심볼의 색인을 나타내고 d_{end} 는 최종 데이터 심볼의 색인을 나타낸다.

8.4.2 ACE

ACE 알고리즘은 전송된 성상점을 변형하여 PAPR를 감소시킨다. ACE 기술은 파일럿

또는 예약 톤에는 적용하지 않는다. ACE는 LDM, MISO 또는 MIMO와 함께 사용하지 않는다. ACE 알고리즘에 대한 예제를 부록 II K.3절에 나타내었다.

8.5 보호 구간

<표 8-15>는 각 FFT 모드에서 유효한 보호구간을 절대적 샘플길이로 정의한다.

<표 8-15> 보호구간 샘플 길이

GI Pattern	Duration Samples	in	8K FFT	16K FFT	32K FFT
GI1_192	192		✓	✓	✓
GI2_384	384		✓	✓	✓
GI3_512	512		✓	✓	✓
GI4_768	768		✓	✓	✓
GI5_1024	1024		✓	✓	✓
GI6_1536	1536		✓	✓	✓
GI7_2048	2048		✓	✓	✓
GI8_2432	2432			✓	✓
GI9_3072	3072			✓	✓
GI10_3648	3648			✓	✓
GI11_4096	4096			✓	✓
GI12_4864	4864				✓

8.5.1 시간 정렬 프레임을 위한 보호 구간 확장

보호구간 확장은 시간 정렬 프레임에 적용되며, 전체 유효 프레임 길이가 시그널링되는 프레임 길이와 같아지도록 <표 8-15>에 보여지는 보호 구간 샘플 이외에 추가적인 보호 구간 샘플을 고려하여 실제 보호 구간을 확장하는 기법이다. 이때 추가적으로 고려되는 보호 구간 샘플은 프레임내에서 프리앰블을 제외한 OFDM 심볼에 균등하게 분배되며, 결과적으로 부프레임내 모든 OFDM 심볼은 같은 보호 구간 길이를 갖는다. 다음은 추가적인 보호 구간 샘플량을 산출하는 알고리즘에 대한 기술이다.

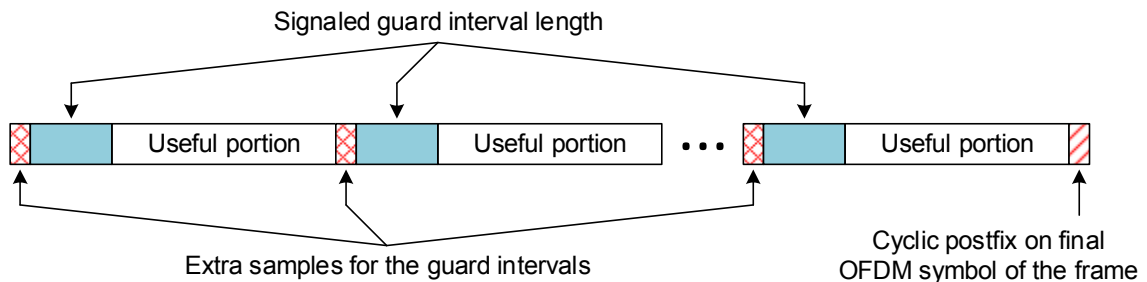
- $T_{bootstrap}$: 현재 프레임에 대한 부트스트랩의 전체 시간 길이 (sec)

- T_{frame} : 전체 프레임의 시간 길이 (sec)
- BSR : 부트스트랩을 제외한 프레임 기저대역 샘플링 율 (MSamples/s)
- $N_{sym\ block}^{preamble}$: 프리앰블 심볼 개수
- $N_{FFT}^{preamble}$: 프리앰블의 FFT 크기
- $N_{GI}^{preamble}$: 프리앰블의 보호 구간 샘플 길이
- N_{sub} : 프레임내 부프레임 개수
- $N_{sym\ block}^k$: k 번째 부프레임에서 OFDM 심볼 개수 (부프레임 경계 심볼 포함)
- N_{FFT}^k : k 번째 부프레임의 FFT 크기
- N_{GI}^k : k 번째 부프레임의 보호 구간 샘플 길이
- N_{extra} : 전체 유효 프레임 길이가 시그널링되는 프레임 길이와 같아지기 위해 추가적으로 고려되는 보호 구간의 전체 길이

$$N_{extra} = (T_{frame} - T_{bootstrap}) \times BSR - N_{sym\ block}^{preamble} \times (N_{FFT}^{preamble} + N_{GI}^{preamble}) - \sum_{k=1}^{N_{sub}} N_{sym\ block}^k \times (N_{FFT}^k + N_{GI}^k)$$

- $N_{sym\ block} = \sum_{k=1}^{N_{sub}} N_{sym\ block}^k$: 프리앰블을 제외한 프레임내 전체 OFDM 심볼 개수

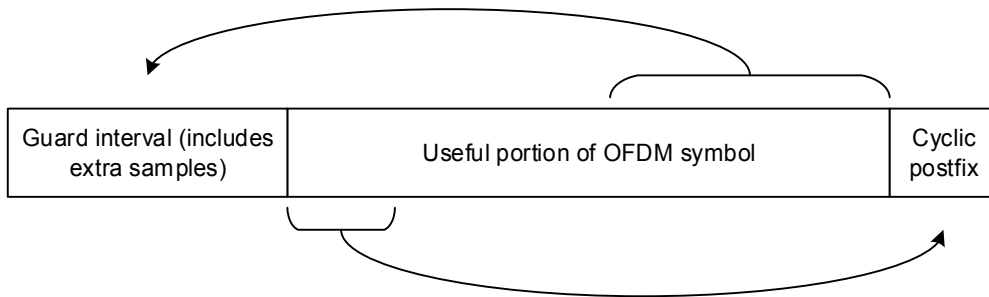
프리앰블을 제외한 프레임내 전체 OFDM 심볼에 할당되는 추가 보호 구간 길이는 $\text{floor}(N_{extra} / N_{sym\ block})$ 이며, 추가 보호 구간 삽입 과정은 (그림 8-4)와 같다.



(그림 8-4) 프리앰블을 제외한 프레임내 추가 보호 구간 삽입 과정 설명

상기 추가 보호 구간 삽입 과정을 통해 처리되고 남은 기타 샘플 $(N_{extra} \bmod N_{sym\ block})$ 에 대해서는 프레임 내 마지막 부프레임의 마지막 OFDM 심볼에

(그림 8-5)와 같이 삽입된다.



(그림 8-5) 프레임내 마지막 부프레임의 마지막 OFDM 심볼에 삽입되는
기타 보호 구간 샘플 삽입 과정

9 L1 시그널링

L1 시그널링은 물리계층 파라미터 구성을 위해 필요한 정보를 제공한다. ‘L1’—은 계층1(Layer-1)을 의미하며 ISO 7계층 중 최하위이다. L1 시그널링은 9.1절 부트스트랩, 9.2절 L1-Basic, 9.3절 L1-Detail의 3절로 구성된다. L1-Basic과 L1-Detail은 프리앰블 심볼로 전달된다.

‘L1-Basic’은 전체 프레임에 대해 고정적인 가장 기본적인 시스템 시그널링 정보이며 L1-Detail 디코딩에 필요한 파라미터를 정의한다. L1-Basic의 길이는 200비트로 고정이다.

‘L1-Detail’은 데이터 콘텍스트와 이의 디코딩에 필요한 정보를 자세하게 정의한다. L1-Detail 시그널링의 길이는 가변이다.

9.1 부트스트랩

이 절은 본 표준이 지원하는 기능을 표현하기 위한 부트스트랩 심볼의 내용을 정의한다. 9.1.1절은 버전을 정의하고, 9.1.2절, 9.1.3절, 9.1.4절은 각각 부트스트랩 심볼의 내용을 정의한다. 보다 자세한 내용은 10장에 기술된다.

9.1.1 버전

현재 버전에서 bootstrap_major_version 은 본 물리계층 규격의 정의와 같이 0이고,

bootstrap_minor_version은 본 물리계층 규격의 정의와 같이 0 이다.

9.1.2 부트스트랩 심볼 1

부트스트랩 심볼1의 내용에 대한 규정과 의미는 10장에 자세히 기술된다.

9.1.3 부트스트랩 심볼 2

10장에 정의된 bsr_coefficient의 값은 <표 9-1> 의 값 중 하나이고, 해당 방사대역폭을 따른다.

<표 9-1> bsr_coefficient 의값

bsr_coefficient	Applicability
2	6 MHz 대역폭
5	7 MHz 대역폭
8	8 MHz 대역폭

9.1.4 부트스트랩 심볼 3

10장에 정의된 preamble_structure는 <표 G-1>의 값을 따른다.

9.2 L1-Basic 데이터 구문

L1-Basic 시그널링 필드의 구문과 의미가 <표 9-2>와 아래 세부 항목에 정의되어 있다.

L1-Basic의 시그널링 필드 이름은 항상 'L1B_'라는 접두어를 붙인다.

<표 9-2> L1-Basic 시그널링 필드와 구문

Syntax	# of bits	Format
L1_Basic_signaling() {		
L1B_version	3	uimsbf
L1B_mimo_scattered_pilot_encoding	1	uimsbf
L1B_lls_flag	1	uimsbf
L1B_time_info_flag	2	uimsbf
L1B_return_channel_flag	1	uimsbf

L1B_papr_reduction	2	uimsbf
L1B_frame_length_mode	1	uimsbf
if (L1B_frame_length_mode = 0) {		
L1B_frame_length	10	uimsbf
L1B_excess_samples_per_symbol	13	uimsbf
} else {		
L1B_time_offset	16	uimsbf
L1B_additional_samples	7	uimsbf
}		
L1B_num_subframes	8	uimsbf
L1B_preamble_num_symbols	3	uimsbf
L1B_preamble_reduced_carriers	3	uimsbf
L1B_L1_Detail_content_tag	2	uimsbf
L1B_L1_Detail_size_bytes	13	uimsbf
L1B_L1_Detail_fec_type	3	uimsbf
L1B_L1_Detail_additional_parity_mode	2	uimsbf
L1B_L1_Detail_total_cells	19	uimsbf
L1B_first_sub_mimo	1	uimsbf
L1B_first_sub_miso	2	uimsbf
L1B_first_sub_fft_size	2	uimsbf
L1B_first_sub_reduced_carriers	3	uimsbf
L1B_first_sub_guard_interval	4	uimsbf
L1B_first_sub_num_ofdm_symbols	11	uimsbf
L1B_first_sub_scattered_pilot_pattern	5	uimsbf
L1B_first_sub_scattered_pilot_boost	3	uimsbf
L1B_first_sub_sbs_first	1	uimsbf
L1B_first_sub_sbs_last	1	uimsbf

L1B_reserved	48	uimbsbf
L1B_crc	32	uimbsbf
}		

9.2.1 L1-Basic: 시스템 및 프레임 파라미터

다음 파라미터는 전체 프레임과 관련된 정보를 제공한다.

- **L1B_version**: 이 필드는 현재 프레임에 사용되는 L1-Basic 시그널링 구조의 버전을 나타낸다. 표준의 현재 버전에서 이 필드는 0으로 설정된다. 새로운 L1-Basic 시그널링 필드가 추가되고 추가된 새로운 L1-Basic 시그널링 필드 중 적어도 하나 이상의 필드의 존재 혹은 부재를 추론할 수 없는 경우, 이 필드는 1 씩 증가된다. 새로운 L1-Basic 시그널링 필드는 이전의 L1B_version 값을 가지는 기존 L1-Basic 시그널링 필드를 수신기가 분석하는데 방해를 주지 않는 방법으로 특정 L1B_version 을 대응시켜 추가된다.
- **L1B_mimo_scattered_pilot_encoding**: 이 필드는 <표 9-3>과 같이 현재 프레임의 MIMO 부프레임이 어떤 MIMO 파일럿 인코딩 기법을 사용 중인지를 나타낸다. 현재 프레임에 MIMO 부프레임이 없는 경우, 이 필드는 0 으로 시그널링 된다.

<표 9-3> L1B_mimo_scattered_pilot_encoding 시그널링 포맷

Value	Meaning
0	Walsh-Hadamard pilots or no MIMO subframes
1	Null pilots

- **L1B_lls_flag**: 이 플래그는 현재 프레임의 한 개 이상의 PLP 속의 LLS 의 존재 유무를 나타낸다. L1B_lls_flag=0 은 현재 프레임에 LLS 시그널링이 존재하지 않음을 나타낸다. L1B_lls_flag=1 은 현재 프레임에 LLS 시그널링이 존재함을 나타낸다. LLS 를 운반하는 PLP(들)은 L1D_plp_lls_flag 에 의해 지칭된다.
- **L1B_time_info_flag**: 이 플래그는 현재 프레임에서 타이밍 정보의 존재 유무를 나타내며, 정밀도는 아래의 <표 9-4>와 같이 시그널링된다.

<표 9-4> L1B_time_info_flag 시그널링 포맷

Value	Meaning
00	Time information is not included in the current frame
01	Time information is included in the current frame and signaled to ms precision
10	Time information is included in the current frame and signaled to us precision
11	Time information is included in the current frame and signaled to ns precision

- **L1B_return_channel_flag**: 이 필드는 현재 프레임, 현재 주파수대역, 현재 방송망의 전용 리턴 채널 (DRC: dedicated return channel)의 존재 유무를 나타낸다. **L1B_return_channel_flag=1** 은 현재 주파수대역과 현재 방송망의 현재 프레임에서 DRC[4]가 지원됨을 나타낸다. **L1B_return_channel_flag=0** 은 현재 주파수대역과 현재 방송망의 현재 프레임에서 DRC 가 지원되지 않음을 나타낸다.
- **L1B_papr_reduction**: 이 필드는 <표 9-5> 에 주어진 것과 같이 현재 프레임 내에서 첨두 전력 대 평균 전력비 (PAPR: Peak to Average Power Ratio)를 줄이기 위해 어떤 기술이 사용되었는지를 나타낸다. 현재 프레임의 첫 번째 프리앰블 심볼을 제외한 다른 모든 OFDM 심볼에 PAPR 기술이 적용된다. 다음 조건을 만족하는 경우에는 **L1B_papr_reduction=10** 과 **L1B_papr_reduction=11** 은 지정될 수 없다.
 - 현재 프레임의 어떤 부프레임에서 **L1B_first_sub_miso=01** 또는 **L1B_first_sub_miso=10** 그리고/또는 **L1D_miso=01** 또는 **L1D_miso=10** 인 경우
 - 현재 프레임의 어떤 부프레임에서 **L1B_first_sub_mimo=1** 그리고/또는 **L1D_mimo=1** 인 경우
 - 현재 프레임의 어떤 PLP 가 **L1D_plp_Layer>0** 인 경우

<표 9-5> L1B_papr_reduction 시그널링 포맷

Value	Meaning
00	No PAPR used
01	Tone Reservation only
10	ACE only
11	Both TR and ACE

- **L1B_frame_length_mode**: 8.5.1 절에서 설명된 것과 같이, 이 필드는 현재 프레임이 데이터 OFDM 심볼의 보호구간에 추가된 초과 샘플의 배치와 시간 정렬된 프레임일 때 (즉, 프리앰블이 아닌 OFDM 심볼) L1B_frame_length_mode=0 으로 설정된다. 현재 프레임이 초과 샘플의 배치가 없는 심볼 정렬된 프레임일때는 L1B_frame_length_mode=1 로 설정된다.
- **L1B_frame_length**: L1B_frame_length_mode=0 이면 (즉, 시간 정렬된 프레임일 때), 현재 프레임과 연관된 부트스트랩의 첫 샘플의 시작부터 현재 프레임의 마지막 샘플의 끝까지의 시간 간격을 나타낸다 (즉, 시그널링되는 프레임 길이는 부트스트랩을 포함하는 길이이다). 시간 간격은 5ms 단위로 표현되며 $L1B_frame_length \times 5 \text{ ms}$ 와 같다. 7.2.2.2 절에 설명되어 있듯이, 최소 프레임 길이는 50ms 이고, 최대 프레임 길이는 5s 이므로, 이 필드의 값은 $10 \leq L1B_frame_length \leq 1000$ 으로 설정된다.
- **L1B_excess_samples_per_symbol**: 이 필드는 L1B_frame_length_mode=0 (즉, 시간 정렬된 프레임)일 때만 존재하며, 시간 정렬 프레임이 사용될 때 현재 프레임의 부트스트랩 이후 부분의 프리앰블이 아닌 각 OFDM 심볼의 보호 구간내에 추가된 초과 샘플의 수를 나타낸다. 같은 수의 초과 샘플이 현재 프레임의 부트스트랩 이후 부분의 프리앰블이 아닌 모든 OFDM 심볼의 보호 구간내에 각각 삽입되며, 8.5.1 절에 정의된 초과 샘플 삽입 알고리즘에 의해 그 수가 결정된다. 현재 프레임의 특정 부프레임에 속해있는 각 OFDM 심볼의 보호 구간의 총 길이는 해당 부프레임의 부호 구간 길이(첫 번째 부프레임을 위한 값은 L1B_first_sub_guard_interval 필드로, 다른 나머지 부프레임을 위한 값은 L1B_guard_interval 필드로 시그널링 된다) 와 L1B_excess_samples_per_symbol 값의 합과 같다.

- **L1B_time_offset**: 이 필드는 **L1B_frame_length_mode=1** 일 때만 존재하며 (즉, 심볼 정렬된 프레임일 때), 프레임의 시작부분과 millisecond 단위 사이의 거리를 (현재 프레임에서 사용중인 기저대역 샘플링 율에 대응하는) 샘플 개수로 나타낸다. 이때, millisecond 단위는 프레임의 시작부분과 일치하는 곳 혹은 프레임의 시작부분보다 앞선 단위 중 가장 가까운 곳을 지칭한다.
- **L1B_additional_samples**: 이 필드는 **L1B_frame_length_mode=1** 일 때만 존재하며 (즉, 심볼 정렬된 프레임일 때), 샘플링 클럭 정렬을 이행하기 위해 프레임의 마지막에 추가하는 추가 샘플 수를 나타낸다. 표준의 현재 버전에서는 **L1B_additional_samples=0** 만 사용한다.
- **L1B_num_subframes**: 이 필드는 현재 프레임 내의 부프레임의 개수보다 1 만큼 작게 설정된다. 예를들어, **L1B_num_subframes=0** 은 현재 프레임에 부프레임이 하나가 있음을 나타내고, **L1B_num_subframes=1** 는 현재 프레임에 부프레임이 두 개가 있음을 나타낸다.

9.2.2 L1-Basic: L1-Detail 관련 파라미터

다음 파라미터는 프리앰블의 남은 부분(즉, L1-Detail)을 해석하기 위해 필요한 정보를 제공한다.

- **L1B_preamble_num_symbols**: 이 필드는 프리앰블 OFDM 심볼의 총 개수보다 하나 작은 값을 나타낸다. 예를 들어, 단 한 개의 프리앰플 심볼이 있는 경우, 이 필드는 0 으로 지정된다.
- **L1B_preamble_reduced_carriers**: 이 필드는 프리앰블에서 사용되고 있는 FFT 크기 별로 정의되어 있는 반송파의 최대 개수를 감소시키기 위한 컨트롤 유닛 값을 나타낸다. 이러한 반송파 감소는 첫 번째 프리앰블 심볼을 제외한 현재 프레임의 모든 프리앰블 심볼에 적용된다. 자세한 내용은 7.2.6.3 절에 있다. 단 한 개의 프리앰플 심볼이 있는 경우, 이 값은 0 으로 설정된다.
- **L1B_L1_Detail_content_tag**: 이 필드는 현재 프레임의 L1-Detail 내용이 현재 프레임과 같은 주 버전과 부 버전의 부트스트랩을 가지는 이전 프레임의 L1-Detail 내용과 비교하여 변경되었을 경우 1 씩 증가된다. 단, 다음의 시그널링 필드 **L1D_time_sec**, **L1D_time_msec**, **L1D_time_usec**, **L1D_time_nsec** (앞에 열거된 해당 시간관련 필드들의 존재 혹은 부재 여부를 나타내는 시그널링

포함), L1D_plp_ils_flag, L1D_plp_fec_block_start, L1D_plp_CTL_fec_block_start, L1D_plp_CTL_start_row 는 제외하고 고려해야 한다. 이 필드의 초기값은 0 으로 설정된다. 이 필드의 값이 최대값까지 증가된 후에는 다음 값은 0 으로 설정된다.

- **L1B_L1_Detail_size_bytes:** 이 필드는 L1-Detail 정보의 크기(바이트 단위)를 나타낸다. 이때, 이 필드에서 정의된 L1-Detail 정보의 크기는 다음 프레임의 L1-Detail 정보를 위한 현재 프레임내의 추가적인 패러티는 포함하지 않는다. 이 필드의 최소 값은 25 바이트이다.
- **L1B_L1_Detail_fec_type:** 이 필드는 <표 9-6>에 주어진 것과 같이 L1-Detail 정보 보호를 위한 FEC 유형을 나타낸다. FEC 유형의 자세한 내용은 6.5.2.1 절에 설명되어 있다.

<표 9-6> L1B_L1_Detail_fec_type 시그널링 포맷

Value	FEC Type
000	Mode 1
001	Mode 2
010	Mode 3
011	Mode 4
100	Mode 5
101	Mode 6
110	Mode 7
111	Reserved

- **L1B_L1_Detail_additional_parity_mode:** 이 필드는 6.5.3.2 절에서 정의된 Additional Parity Mode 를 나타내며, (현재 프레임에 있는 다음 프레임의 L1-Detail 을 위한 추가 패러티 비트의 수와 다음 프레임의 L1-Detail 시그널링을 위해 부호화된 비트 수 절반의 비(々)를 정한다. 여기서 다음 프레임이란 부트스트랩이 현재 프레임과 같은 주 버전과 부 버전을 가지는 다음 프레임을 말한다.) 이 필드의 값은 <표 9-7>과 같이 주어진다.

●

<표 9-7> L1B_additional_parity_mode 에 대한 시그널링 형태

Value	Additional Parity Mode
00	K = 0 (No additional parity used)
01	K = 1
10	K = 2
11	Reserved for future use

- **L1B_L1_Detail_total_cells**: 이 필드는 현재 프레임의 부호화되고 변조된 L1-Detail 시그널링과 다음 프레임의 L1-Detail 시그널링을 위해 변조된 추가 패리티 비트를 합한 전체 크기 (OFDM 셀 단위)를 나타낸다.

9.2.3 첫 번째 부프레임에 대한 L1-Basic 파라미터

현재 프레임의 첫 번째 부프레임 파라미터는 L1-Detail이 해석될 때까지 기다릴 필요 없이 수신단에서 해당 첫 번째 부프레임이 즉각적으로 초기 OFDM 처리를 하기 위해 L1-Basic 내에서 시그널링 된다.

- **L1B_first_sub_mimo**: 이 플래그는 MIMO (부록 II J 참조)가 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에 사용되었는지를 여부를 나타낸다. 값 1 은 MIMO 가 사용됨을, 값 0 은 MIMO 가 사용되지 않음을 나타낸다.
- **L1B_first_sub_miso**: 이 필드는 <표 9-9>에 주어진 것과 같이 MISO (8.2 장 참조)가 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에 사용되었는지를 여부를 나타낸다.
- **L1B_first_sub_fft_size**: 이 필드는 <표 9-10>에 주어진 것과 같이 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 FFT 크기를 나타낸다. 7.2.2.1 절에 설명되어 있는 것처럼, 프레임의 프리앰블의 FFT 크기와 해당 프레임의 첫 번째 부프레임의 FFT 크기는 같게 설정되어 있다.
- **L1B_first_sub_reduced_carriers**: 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에서 사용되고 있는 FFT 크기 별로 정의되어 있는 부반송파의 최대 개수를 감소시키기 위한 컨트롤 유닛 값을 나타낸다. 이러한 부반송파 감소는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 모든 심볼에 적용된다. 자세한 내용은 7.2.3 절에 있다.

- **L1B_first_sub_guard_interval:** 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에 있는 OFDM 심볼에 사용된 보호 구간의 길이를 나타내며, 그 값은 <표 9-11>에 정의되어 있다. 보호 구간의 값 (예: GI1_192 를 위한 192 샘플)은 <표 8-15>에 정의되어 있다. 7.2.2.1 절에 설명되어 있는 것처럼, 프레임의 첫번째 부프레임의 시그널링된 보호구간 길이와 해당 프레임의 프리앰블의 보호구간 길이는 같은 값을 가진다.
- **L1B_first_sub_num_ofdm_symbols:** 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임 내에 존재하는 부프레임 경계 심볼을 포함하는 데이터 OFDM 심볼의 전체 숫자보다 1 만큼 작게 설정된다. 부프레임 내의 데이터 페이로드 OFDM 심볼의 총 개수는 최소한 $4 \times D_y$ 데이터 심볼은 존재해야 하고, 이때 D_y 는 현재 부프레임에서 지정된 분산 파일럿 패턴으로부터 알 수 있다 (7.2.4.2 절 참조). 프리앰블 시그널링을 포함하는 OFDM 심볼을 데이터 셀이 이용할 수 있으며, 해당 OFDM 심볼이 프레임의 첫 번째 부프레임과 관련된 PLP 의 일부를 전달하는데 사용되더라도 프리앰블 시그널링을 포함하는 OFDM 심볼은 이 필드를 계산할 때는 제외된다.
- **L1B_first_sub_scattered_pilot_pattern:** 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에 사용된 분산 파일럿 패턴을 나타낸다. SISO 에 대해서는 주어진 <표 9-12>, MIMO 에 대해서는 주어진 <표 9-13>중 하나의 값을 갖는다. SP 패턴 값은 <표 8-2> (SISO)와 <표 J-3> (MIMO)에 정의되어 있다(예: SP3_2, MP3_2).
- **L1B_first_sub_scattered_pilot_boost:** 이 필드의 값은 분산 파일럿 패턴과 결합되어 현재 프레임의 첫 번째 부프레임에서 사용되는 분산 파일럿의 파워를 나타낸다. 파워의 dB 값은 <표 9-14>에 정의되어 있다. 동일하지만 근사값인 진폭 값 (dB 에서 선형으로 변환한 값)은 <표 9-15>에 정의되어 있다. 여기서 101, 110, 그리고 111 은 미래의 사용을 위해 예약되어 있다.
- **L1B_first_sub_sbs_first:** 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임의 경계 심볼인지 아닌지를 나타낸다. **L1B_first_sub_sbs_first=0** 은 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임의 경계 심볼이 아님을 나타낸다. **L1B_first_sub_sbs_first=1** 은 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임 경계 심볼임을 나타낸다.

- **L1B_first_sub_sbs_last**: 이 필드는 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임의 경계 심볼인지 아닌지를 나타낸다. **L1B_first_sub_sbs_last=0** 은 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임의 경계 심볼이 아님을 나타낸다. **L1B_first_sub_sbs_last=1** 은 현재 프레임의 첫 번째 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임의 경계 심볼임을 나타낸다.

9.2.4 기타 L1-Basic 파라미터

- **L1B_reserved**: 이 필드는 L1-Basic 의 전체 길이에 맞추기 위하여 요구되는 패딩 비트 수를 나타낸다. 새로운 버전의 L1-Basic 시그널링 구조를 위해 새롭게 정의되는 시그널링 필드는 기존 수신기와 하위 호환성을 유지하기 위해 해당 예약 비트의 한 부분을 차지하게 된다. 이때, 기존 수신기는 **L1B_reserved** 의 내용을 무시한다.
- **L1B_crc**: 이 필드에는 6.1.2.2 절에 따라서 **L1B_crc** 필드를 제외한 L1-Basic 의 내용에 대해 계산된 CRC 값이 들어있다.

9.3 L1-Detail 데이터 구문 및 의미

L1-Detail 시그널링 필드와 구문의 의미는 <표 9-8>와 본 절에서 정의되어 있다. L1-Detail 시그널링 필드의 이름은 항상 'L1D_'로 시작된다.

<표 9-8> L1-Detail 시그널링 필드와 구문

Syntax	# of bits	Format
L1_Detail_signaling() {		
L1D_version	4	uimbsf
L1D_num_rf	3	uimbsf
for L1D_rf_id=1 .. L1D_num_rf {		
L1D_bonded_bsid	16	uimbsf
reserved	3	uimbsf

Syntax	# of bits	Format
}		
if (L1B_time_info_flag != 00) {		
L1D_time_sec	32	uimsbf
L1D_time_msec	10	uimsbf
if (L1B_time_info_flag != 01) {		
L1D_time_usec	10	uimsbf
if (L1B_time_info_flag != 10) {		
L1D_time_nsec	10	uimsbf
}		
}		
}		
for i=0 .. L1B_num_subframes {		
if (i > 0) {		
L1D_mimo	1	uimsbf
L1D_miso	2	uimsbf
L1D_fft_size	2	uimsbf
L1D_reduced_carriers	3	uimsbf
L1D_guard_interval	4	uimsbf
L1D_num_ofdm_symbols	11	uimsbf
L1D_scattered_pilot_pattern	5	uimsbf
L1D_scattered_pilot_boost	3	uimsbf
L1D_sbs_first	1	uimsbf
L1D_sbs_last	1	uimsbf
}		
if (L1B_num_subframes>0) {		
L1D_subframe_multiplex	1	uimsbf

Syntax	# of bits	Format
}		
L1D_frequency_interleaver	1	uimsbf
If (((i=0)&&(L1B_first_sub_sbs_first || L1B_first_sub_sbs_last)) ||		
((i>0)&&(L1D_sbs_first || L1D_sbs_last))) {		
L1D_sbs_null_cells	13	uimsbf
}		
L1D_num_plp	6	uimsbf
for j=0 .. L1D_num_plp {		
L1D_plp_id	6	uimsbf
L1D_plp_lls_flag	1	uimsbf
L1D_plp_layer	2	uimsbf
L1D_plp_start	24	uimsbf
L1D_plp_size	24	uimsbf
L1D_plp_scrambler_type	2	uimsbf
L1D_plp_fec_type	4	uimsbf
if (L1D_plp_fec_type∈{0,1,2,3,4,5}) {		
L1D_plp_mod	4	uimsbf
L1D_plp_cod	4	uimsbf
}		
L1D_plp_TI_mode	2	uimsbf
if (L1D_plp_TI_mode=00) {		
L1D_plp_fec_block_start	15	uimsbf
}		
Else if (L1D_plp_TI_mode=01) {		
L1D_plp_CTI_fec_block_start	22	uimsbf

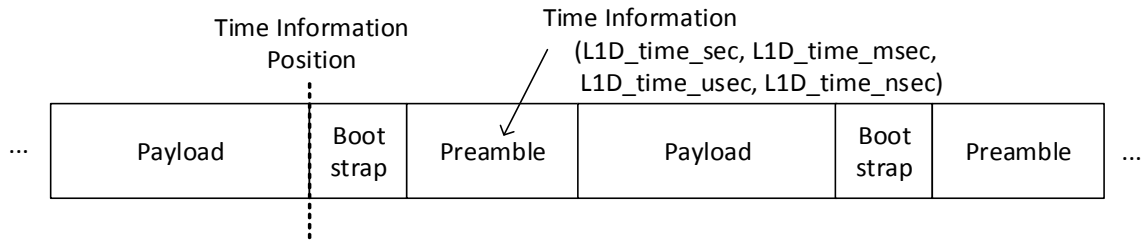
Syntax	# of bits	Format
}		
if (L1D_num_rf>0) {		
L1D_plp_num_channel_bonded	3	uimsbf
if (L1D_plp_num_channel_bonded>0) {		
L1D_plp_channel_bonding_format	2	uimsbf
for		
k=0...L1D_plp_num_channel_bonded{		
L1D_plp_bonded_rf_id	3	uimsbf
}		
}		
}		
if (i=0 && L1B_first_sub_mimo=1) || (i >1 && L1D_mimo=1) {		
L1D_plp_mimo_stream_combining	1	uimsbf
L1D_plp_mimo_IQ_interleaving	1	uimsbf
L1D_plp_mimo_PH	1	uimsbf
}		
if (L1D_plp_layer=0) {		
L1D_plp_type	1	uimsbf
if L1D_plp_type=1 {		
L1D_plp_num_subslides	14	uimsbf
L1D_plp_subslice_interval	24	uimsbf
}		

Syntax	# of bits	Format
if (((L1D_plp_TI_mode=01) ||		
(L1D_plp_TI_mode=10))&&(L1D_plp_mod=0000)){		
L1D_plp_TI_extended_interleaving	1	uimsbf
}		
if (L1D_plp_TI_mode=01) {		
L1D_plp_CTI_depth	3	uimsbf
L1D_plp_CTI_start_row	11	uimsbf
} else if (L1D_plp_TI_mode=10) {		
L1D_plp-HTI_inter_subframe	1	uimsbf
L1D_plp-HTI_num_ti_blocks	4	uimsbf
L1D_plp-HTI_num_fec_blocks_max	12	uimsbf
if		
(L1D_plp-HTI_inter_subframe=0) {		
L1D_plp-HTI_num_fec_blocks	12	uimsbf
} else {		
for (k=0..		
L1D_plp-HTI_num_ti_blocks) {		
L1D_plp-HTI_num_fec_blocks	12	uimsbf
}		
}		
L1D_plp-HTI_cell_interleaver	1	uimsbf
}		
} else {		
L1D_plp_ldm_injection_level	5	uimsbf
}		

Syntax	# of bits	Format
}		
}		
L1D_bsid	16	uimbsf
L1D_reserved	as needed	uimbsf
L1D_crc	32	uimbsf
}		

9.3.1 기본 L1-Detail 파라미터

- **L1D_version**: 이 필드는 현재 프레임에 사용되는 L1-Detail 시그널링 구조의 버전을 표시한다. 지상파 UHDTV 물리계층 시스템의 L1-Detail 시그널링 구조가 사용되면 **L1D_version** 는 1 로 설정한다. 새로운 L1-Detail 시그널링 필드가 추가되고 추가된 새로운 L1-Detail 시그널링 필드 중 적어도 하나 이상의 필드의 존재 혹은 부재를 추론할 수 없는 경우, 이 필드는 1 씩 증가된다. 새로운 L1-Detail 시그널링 필드는 이전의 **L1D_version** 값을 가지는 기존 L1-Detail 시그널링 필드를 수신기가 분석하는데 방해를 주지 않는 방법으로 특정 **L1D_version** 을 대응시켜 추가된다. 새로이 추가된 L1-Detail 시그널링 필드 (**L1D_bsid**)는 기존 파서(**L1D_version**=0)에게 **L1D_reserved** 의 일부분으로 간주된다. 따라서, **L1D_reserved** 의 길이는 **L1B_L1_Detail_size_bytes** 로부터 계산될 수 있으므로 기존 파서는 **L1D_version**=0 에 해당하는 L1-Detail 시그널링 필드 정보를 알 수 있다.
- **L1D_time_sec**: 이 필드는 시간 정보의 초 단위를 나타낸다. 이때 시간 정보는 (그림 9-1)에서 나타내듯이 수신된 부트스트랩의 첫번째 심볼이 전송된 시간을 나타낸다. 이 필드는 PTP(Precision Time Protocol) 초의 최하위 32 비트를 나타낸다.



(그림 9-1) 프리앰블에서 전송된 위치 정보 및 시간 정보의 설명

- **L1D_time_msec**: 이 필드는 시간 정보의 ms 단위를 나타낸다.
- **L1D_time_usec**: 이 필드는 시간 정보의 us 단위를 나타낸다.
- **L1D_time_nsec**: 이 필드는 시간 정보의 ns 단위를 나타낸다.
- **L1D_bsid**: 이 필드는 현재 RF 채널의 BSID 를 나타낸다. **L1D_bsid** 의 값은 각 지역별로 고유한 값을 가진다. 이 필드는 **L1D_version=1** 일 때부터 적용된다.
- **L1D_reserved**: 이 필드는 **L1B_L1_Detail_size_bytes** 로 표현되는 총 비트 길이를 맞추기 위하여 패딩으로 사용되는 예약 비트의 개수를 나타낸다. 송신기 측에서 **L1D_reserved** 의 주요 사용 목적은 0 부터 7 까지의 패딩 비트를 사용하여 L1-Detail 길이에 대해서 바이트 정렬을 보장하는 것입니다. 새로운 버전에 대한 L1-Detail 시그널링 세부 구조는 새로운 시그널링 필드가 기존 수신기에 대해 호환성을 유지하기 위해서 이러한 예약비트에 정의된다. 기존 수신기는 **L1D_reserved** 의 내용을 무시한다.
- **L1D_crc**: 이 필드에는 6.1.2.2 절에 따라서 L1-Detail 의 내용에 대해 계산된 CRC 값이 들어있다.

9.3.2 채널 본딩 L1-Detail 파라미터(프레임)

- **L1D_num_rf**: 이 필드는 현재 채널 주파수를 제외한 현재 시스템의 채널 본딩과 관련된 주파수의 개수를 표시한다. 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서 **L1D_num_rf** 의 최대값은 1 이다. **L1D_num_rf = 0** 은 채널 본딩이 현재 프레임에서 사용되지 않음을 나타낸다.
- **L1D_rf_id**: 암시적으로 정의된 이 필드는 채널 본딩과 관련된 다른 RF 채널의 ID 를 구분한다. 현재 RF 채널은 암시적으로 **L1D_rf_id** 를 0 로 지정되고, 목록에서 첫 번째 RF 채널은 암시적으로 **L1D_rf_id** 가 1 로 할당된다. 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서 **L1D_rf_id** 의 최대값은 1 이다.

- **L1D_bonded_bsid**: 이 필드는 현재 RF 채널과 채널 본딩되어 있고 **L1D_rf_id**의 ID와 연관된 다른 RF 채널의 BSID를 나타낸다. 현재 RF 채널의 BSID는 **L1D_bsid**로 나타낸다.

9.3.3 부프레임 L1-Detail 파라미터

- **L1D_mimo**: 이 필드는 MIMO가 (부록 II J 참조) 현재 부프레임에서 사용되는지 여부를 표시한다. 값 1은 MIMO가 사용되는 것을 나타내는 것이며, 값 0은 MIMO가 사용되지 않음을 표시한다.
- **L1D_miso**: 이 필드는 <표 9-9>에 주어진 것과 같이 MSIO가 (8.2 절 참조) 현재 부프레임에서 사용되는지 여부 및 모드를 나타낸다.

<표 9-9> L1D_miso에 대한 시그널링 형태

Value	MISO option
00	No MISO
01	MISO with 64 coefficients
10	MISO with 256 coefficients
11	Reserved

- **L1D_fft_size**: 이 필드는 현재 부프레임과 연관된 FFT 크기를 표시한다.

<표 9-10> L1D_fft_size에 대한 시그널링 형태

Value	FFT Size
00	8K
01	16K
10	32K
11	Reserved

- **L1D_reduced_carriers**: 이 필드는 현재 부프레임에서 사용되고 있는 FFT 크기 별로 정의되어 있는 반송파의 최대 개수를 감소시키기 위한 컨트롤 유닛 값을

나타낸다. 이러한 반송파 감소는 현재 부프레임의 모든 심볼에 적용된다. 자세한 내용은 7.2.3 절에서 기술한다.

- **L1D_guard_interval:** 이 필드는 <표 8-15> 및 <표 9-11>에 주어진 것과 같이 현재 부프레임의 OFDM 심볼에 사용되는 가드 인터벌 길이를 표시한다.

<표 9-11> L1D_guard_interval 에 대한 시그널링 형태

Value	Guard Interval	Value	Guard Interval
0000	Reserved	1000	GI8_2432
0001	GI1_192	1001	GI9_3072
0010	GI2_384	1010	GI10_3648
0011	GI3_512	1011	GI11_4096
0100	GI4_768	1100	GI12_4864
0101	GI5_1024	1101	Reserved
0110	GI6_1536	1110	Reserved
0111	GI7_2048	1111	Reserved

- **L1D_num_ofdm_symbols:** 이 필드는 현재 부프레임 내에 존재하는 부프레임 경계 심볼을 포함하여 모든 OFDM 심볼의 개수를 나타내며, 부프레임 내의 데이터 페이로드 OFDM 심볼의 총 개수보다 하나 적다. 부프레임 내의 데이터 페이로드 OFDM 심볼의 총 개수는 최소한 $4 \times D_y$ 데이터 심볼은 존재해야 하고, 이때 D_y 는 현재 부프레임에서 지정된 분산 파일럿 패턴으로부터 알 수 있다 (7.2.4.2 절 참조). 부프레임 내의 데이터 페이로드 OFDM 심볼의 총 개수에는 프리앰블 심볼은 포함되지 않는다.
- **L1D_scattered_pilot_pattern:** 이 필드는 SISO 의 경우 <표 9-12>에 그리고 MIMO 의 경우 <표 9-13>에 주어진 것과 같이 현재 부프레임에 사용되는 분산 파일럿 패턴을 표시한다

<표 9-12> SISO 의 경우 L1D_scattered_pilot_pattern 에 대한 시그널링 형태

Value	SP pattern	Value	SP pattern	Value	SP pattern
00000	SP3_2	01000	SP12_2	10000	Reserved
00001	SP3_4	01001	SP12_4	...	...
00010	SP4_2	01010	SP16_2	...	...
00011	SP4_4	01011	SP16_4	...	...
00100	SP6_2	01100	SP24_2	...	...
00101	SP6_4	01101	SP24_4	...	...
00110	SP8_2	01110	SP32_2	...	...
00111	SP8_4	01111	SP32_4	11111	Reserved

<표 9-13> MIMO 의 경우 L1D_scattered_pilot_pattern 에 대한 시그널링 형태

Value	SP pattern	Value	SP pattern	Value	SP pattern
00000	MP3_2	01000	MP12_2	10000	Reserved
00001	MP3_4	01001	MP12_4	...	...
00010	MP4_2	01010	MP16_2	...	...
00011	MP4_4	01011	MP16_4	...	...
00100	MP6_2	01100	MP24_2	...	...
00101	MP6_4	01101	MP24_4	...	...
00110	MP8_2	01110	MP32_2	...	...
00111	MP8_4	01111	MP32_4	11111	Reserved

- **L1D_scattered_pilot_boost**: 이 필드의 값은 현재 부프레임에 사용되는 분산 파일럿의 크기를 나타낸다. 파워의 dB 값은 <표 9-14>에 정의되어 있다. 크기의 실수 값은 <표 9-15>에 정의되어 있다. 여기서 dB 표기는 정확한 값을 나타내며, 실수 크기는 대략적인 값을 나타낸다.

●

<표 9-14> L1D_scattered_pilot_bosst 에 대한 시그널링 형태(Power in dB)

Pilot Pattern (SISO / MIMO)	L1D_scattered_pilot_boost							
	000	001	010	011	100	101	110	111

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

SP3_2 / MP3_2	0.00	0.00	1.40	2.20	2.90	RFU	RFU	RFU
SP3_4 / MP3_4	0.00	1.40	2.90	3.80	4.40	RFU	RFU	RFU
SP4_2 / MP4_2	0.00	0.60	2.10	3.00	3.60	RFU	RFU	RFU
SP4_4 / MP4_4	0.00	2.10	3.60	4.40	5.10	RFU	RFU	RFU
SP6_2 / MP6_2	0.00	1.60	3.10	4.00	4.60	RFU	RFU	RFU
SP6_4 / MP6_4	0.00	3.00	4.50	5.40	6.00	RFU	RFU	RFU
SP8_2 / MP8_2	0.00	2.20	3.80	4.60	5.30	RFU	RFU	RFU
SP8_4 / MP8_4	0.00	3.60	5.10	6.00	6.60	RFU	RFU	RFU
SP12_2 / MP12_2	0.00	3.20	4.70	5.60	6.20	RFU	RFU	RFU
SP12_4 / MP12_4	0.00	4.50	6.00	6.90	7.50	RFU	RFU	RFU
SP16_2 / MP16_2	0.00	3.80	5.30	6.20	6.80	RFU	RFU	RFU
SP16_4 / MP16_4	0.00	5.20	6.70	7.60	8.20	RFU	RFU	RFU
SP24_2 / MP24_2	0.00	4.70	6.20	7.10	7.70	RFU	RFU	RFU
SP24_4 / MP24_4	0.00	6.10	7.60	8.50	9.10	RFU	RFU	RFU
SP32_2 / MP32_2	0.00	5.40	6.90	7.70	8.40	RFU	RFU	RFU

SP32_4 / MP32_4	0.00	6.70	8.20	9.10	9.70	RFU	RFU	RFU
--------------------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

<표 9-15> L1D_scattered_pilot_bosst 에 대한 시그널링 형태(Amplitude)

Pilot Pattern (SISO / MIMO)	L1D_scattered_pilot_boost							
	000	001	010	011	100	101	110	111
SP3_2 / MP3_2	1.000	1.000	1.175	1.288	1.396	RFU	RFU	RFU
SP3_4 / MP3_4	1.000	1.175	1.396	1.549	1.660	RFU	RFU	RFU
SP4_2 / MP4_2	1.000	1.072	1.274	1.413	1.514	RFU	RFU	RFU
SP4_4 / MP4_4	1.000	1.274	1.514	1.660	1.799	RFU	RFU	RFU
SP6_2 / MP6_2	1.000	1.202	1.429	1.585	1.698	RFU	RFU	RFU
SP6_4 / MP6_4	1.000	1.413	1.679	1.862	1.995	RFU	RFU	RFU
SP8_2 / MP8_2	1.000	1.288	1.549	1.698	1.841	RFU	RFU	RFU
SP8_4 / MP8_4	1.000	1.514	1.799	1.995	2.138	RFU	RFU	RFU
SP12_2 / MP12_2	1.000	1.445	1.718	1.905	2.042	RFU	RFU	RFU
SP12_4 / MP12_4	1.000	1.679	1.995	2.213	2.371	RFU	RFU	RFU
SP16_2 / MP16_2	1.000	1.549	1.841	2.042	2.188	RFU	RFU	RFU
SP16_4 / MP16_4	1.000	1.820	2.163	2.399	2.570	RFU	RFU	RFU
SP24_2 / MP24_2	1.000	1.718	2.042	2.265	2.427	RFU	RFU	RFU

SP24_4 / MP24_4	1.000	2.018	2.399	2.661	2.851	RFU	RFU	RFU
SP32_2 / MP32_2	1.000	1.862	2.213	2.427	2.630	RFU	RFU	RFU
SP32_4 / MP32_4	1.000	2.163	2.570	2.851	3.055	RFU	RFU	RFU

- **L1D_sbs_first**: 이 필드는 현재 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임 경계 심볼인지 여부를 표시한다. **L1D_sbs_first** = 0 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임 경계 심볼이 아님을 나타낸다. **L1D_sbs_first** = 1 부프레임의 첫 번째 심볼이 부프레임 경계 심볼임을 나타낸다.
- **L1D_sbs_last**: 이 필드는 현재 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임 경계 심볼인지 여부를 표시한다. **L1D_sbs_last** = 0 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임 경계 심볼이 아님을 나타낸다. **L1D_sbs_last** = 1 부프레임의 마지막 심볼이 부프레임 경계 심볼임을 나타낸다.
- **L1D_subframe_multiplex**: 이 필드는 현재 부프레임이 인접한 부프레임과 연계하여 시분할 다중화(**L1D_subframe_multiplex** = 1)/시간 연접의 여부(**L1D_subframe_multiplex** = 0)를 나타낸다. **L1D_subframe_multiplex** = 1 은 미래에 사용하기 위해서 예약되어 있다.
- **L1D_frequency_interleaver**: 이 필드는 주파수 인터리버가 사용되는지 여부를 표시한다. **L1D_frequency_interleaver** = 0 은 주파수 인터리버는 무시하고 사용되지 않음을 나타내고, **L1D_frequency_interleaver** = 1 은 주파수 인터리버가 사용됨을 나타낸다.
- **L1D_sbs_null_cells**: 이 필드는 현재 부프레임에서 부프레임 경계 심볼에 포함된 널 셀의 개수를 나타내며, 부프레임 경계 심볼이 존재하지 않으면 시그널링되지 않는다.

9.3.4 PLP L1-Detail 파라미터

- **L1D_num_plp**: 이 필드는 현재 부프레임 내에서 사용되는 PLP의 개수보다 하나 적게 설정된다.
- **L1D_plp_id**: 이 필드는 0-63 범위, 현재 PLP의 ID와 동일하게 설정된다. 이 필드로 지상파 UHDTV 물리계층 시스템의 각 RF 채널 내에서 고유 PLP를 식별한다. 채널 본딩 시스템에서 이 필드와 **L1D_rf_id**의 조합은 채널 본딩 시스템 내에서 각 PLP에 대한 고유 식별자를 생성하는데 사용될 수 있다.
- **L1D_plp_lls_flag**: 이 필드는 현재 PLP에 LLS 정보(상위 계층 정보)가 포함되어 있는지 여부를 표시한다. 이 필드의 목적은 수신기가 빠르게 상위 계층 시그널링 정보를 찾을 수 있도록 하는 것이다
- **L1D_plp_size**: 이 필드는 현재 부프레임 내에서 PLP에 할당된 데이터 셀의 개수를 나타낸다.
- **L1D_plp_scrambler_type**: 이 필드는 <표 9-16>에 주어진 것과 같이 PLP에 대한 스크램블 방식의 선택을 표시한다.

<표 9-16> L1D_plp_scrambler_type에 대한 시그널링 형태

Value	Description
00	Scrambler defined in Section 5.2.3
01	Reserved for future use
10	Reserved for future use
11	Reserved for future use

- **L1D_plp_fec_type**: 이 필드는 현재 PLP의 부호화에 사용되는 포워드 에러 정정(FEC) 방식을 표시한다. **L1D_plp_fec_type**의 신호 값과 특정 FEC 방식의 대응은 <표 9-17>에 따른다. 여기서, 16K LDPC 부호는 블록 당 16200 부호어 비트의 세트를 생성하는 LDPC 부호화를 나타내고, 64K LDPC 부호는 블록 당 64800 부호어 비트의 세트를 생성하는 LDPC 부호화를 나타낸다.

<표 9-17> L1D_plp_fec_type에 대한 시그널링 형태

Value	Forward Error Correction Method
0000	BCH + 16K LDPC

Value	Forward Error Correction Method
0001	BCH + 64K LDPC
0010	CRC + 16K LDPC
0011	CRC + 64K LDPC
0100	16K LDPC only
0101	64K LDPC only
0110 – 1111	Reserved for future use

- **L1D_plp_mod**: 이 필드는 SISO의 경우 <표 9-18>에 그리고 MIMO의 경우 <표 9-19>에 주어진 것과 같이 PLP에 사용되는 변조 방식을 나타낸다. 1024QAM과 4096QAM 모드는 **L1D_plp_fec_type**이 64K LDPC를 나타낼 경우에만 사용된다.

<표 9-18> SISO 경우에 L1D_plp_mod에 대한 시그널링 형태

Value	Modulation
0000	QPSK
0001	16QAM
0010	64QAM
0011	256QAM
0100	1024QAM
0101	4096QAM
0110-1111	Reserved

<표 9-19> MIMO 경우에 L1D_plp_mod 에 대한 시그널링 형태

Value	Bits per cell unit	MIMO Modulation	
0000	4	Tx1	QPSK
		Tx2	QPSK
0001	8	Tx1	16QAM
		Tx2	16QAM
0010	12	Tx1	64QAM
		Tx2	64QAM
0011	16	Tx1	256QAM
		Tx2	256QAM
0100	20	Tx1	1024QAM
		Tx2	1024QAM
0101	24	Tx1	4096QAM
		Tx2	4096QAM
0110 to 1111	Reserved	Reserved	

- L1D_plp_cod: 이 필드는 현재 PLP 에 사용되는 부호율을 나타낸다.

<표 9-20> L1D_plp_cod 에 대한 시그널링 형태

Value	Code Rate
0000	2/15
0001	3/15
0010	4/15
0010	5/15
0011	6/15
0100	7/15
0101	8/15
0110	9/15
0111	10/15
1000	11/15
1001	12/15
1010	13/15
1011-1111	Reserved

- **L1D_plp_TI_mode**: 이 필드는 <표 9-21>에 주어진 것과 같이 PLP 에 대한 인터리버 모드를 나타낸다.

<표 9-21> L1D_plp_TI_mode 에 대한 시그널링 형태

Value	Time interleaving mode
00	No time interleaving mode (neither CTI nor HTI)
01	Convolutional time interleaving (CTI) mode
10	Hybrid time interleaving (HTI) mode
11	Reserved for future use

- **L1D_plp_fec_block_start**: 이 필드는 현재 부프레임 내 PLP 에서 첫 번째 FEC 블록의 시작 위치를 나타낸다. **L1D_plp_fec_block_start** 는 현재 부프레임 내 PLP 의 데이터 셀에 대해서 PLP 의 시작 위치로부터 첫 번째 FEC 블록의 첫

번째 셀까지의 상대위치를 나타낸다. `L1D_plp_fec_block_start` 는 셀 다중화 이전에 결정된다. 현재 부프레임내에서 어떤 FEC 블록도 시작되지 않는 경우에 `L1D_plp_fec_block_start` 는 최대 값을 갖는다(`L1D_plp_fec_block_start` 의 모든 비트는 1 로 설정된다). 계층 분할 다중화된 코어 계층 PLP 와 항상 계층 PLP 의 첫번째 FEC 블록의 시작 위치가 일반적으로 다르기 때문에, `L1D_plp_fec_block_start` 는 코어 계층 PLP 와 항상 계층 PLP 에 대해서 각각 시그널링된다. `L1D_plp_TI_mode` = 00 인 경우에만 `L1D_plp_fec_block_start` 는 시그널링된다.

9.3.5 계층 분할 다중화 L1-Detail 파라미터

- `L1D_plp_layer`: 이 필드는 현재 PLP 의 계층 레벨과 동일하게 설정된다. `L1D_plp_layer` > 0 이면 항상 계층에 해당되고, `L1D_plp_layer` = 0 은 코어 계층에 해당된다. 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서는 `L1D_plp_layer` 는 0 또는 1 의 값으로 설정되어야 한다.
- `L1D_plp_ldm_injection_level`: 이 필드는 코어 계층과 비교하여 항상 계층의 삽입 레벨을 상대적으로 표시한다. `L1D_ldm_injection_level` 의 시그널링 값 및 특정 삽입 레벨 간의 대응 관계는 <표 9-22>에 따른다. 현재 계층 레벨의 지수가 0 보다 큰 경우에는 이 필드가 포함되어야 한다 (즉 `L1D_plp_layer` > 0).

<표 9-22> L1D_plp_ldm_injection_level 에 대한 시그널링 형태

Value	Injection level [dB]	Value	Injection level [dB]
00000	0.0	100000	11.0
00001	0.5	100001	12.0
00010	1.0	100010	13.0
00011	1.5	100011	14.0
00100	2.0	10100	15.0
00101	2.5	10101	16.0
00110	3.0	10110	17.0
00111	3.5	10111	18.0
01000	4.0	11000	19.0
01001	4.5	11001	20.0
01010	5.0	11010	21.0
01011	6.0	11011	22.0
01100	7.0	11100	23.0
01101	8.0	11101	24.0
01110	9.0	11110	25.0
01111	10.0	11111	Reserved

9.3.6 채널 본딩 L1-Detail 파라미터(PLP)

다음 L1-Detail 시그널링 필드는 채널 본딩과 관련된다. 이러한 시그널링 필드는 L1D_num_rf = 0인 경우에는 포함되지 않는다.

- **L1D_plp_num_channel_bonded**: 이 필드는 현재 채널 주파수를 제외한 현재 시스템의 채널 본딩 PLP 와 관련된 주파수의 개수를 표시한다. L1D_plp_num_channel_bonded 는 L1D_num_rf 의 최대 값을 가져야 한다. 현재 PLP 가 채널 본딩을 하지 않을 경우에 L1D_plp_num_channel_bonded = 0 으로 나타낸다. 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서 L1D_plp_num_channel_bonded 의 최대값은 1 을 갖는다.

- **L1D_plp_bonded_rf_id**: 이 필드는 현재 PLP 와 채널 본딩을 수행하는 채널 RF 식별자를 나타낸다. **L1D_plp_num_channel_bonded** > 0 인 경우에 이 필드는 시그널링된다.
- **L1D_plp_channel_bonding_format**: 이 필드는 <표 9-23>에 주어진 것과 같이 현재 PLP 대한 채널 본딩 형식을 표시한다. PLP 가 다수의 RF 채널에서 채널 본딩을 하는 경우에 각 채널의 해당 PLP 는 동일한 채널 본딩 형식을 사용한다.

<표 9-23> L1D_plp_channel_bonding_format 에 대한 시그널링 형태

Value	Meaning
00	Plain channel bonding
01	SNR averaged channel bonding
10	Reserved for future use
11	Reserved for future use

9.3.7 MIMO L1-Detail 파라미터(PLP)

다음 L1-Detail 시그널링 필드는 PLP 기반의 MIMO관련 시그널링이다. MIMO관련 시그널링 필드는 **L1B_first_sub_mimo** = 0과 **L1D_mimo** = 0인 경우에는 시그널링 하지 않는다.

- **L1D_plp_mimo_stream_combining**: 이 필드는 J.7.1 절에 기술된 바와 같이 주어진 PLP 에 대한 MIMO 프리 부호화의 조합 옵션을 나타낸다. 주어진 PLP 가 조합 옵션을 사용하는 경우에는 1 로 나타내고, 사용하지 않는 경우에서 0 으로 나타낸다.
- **L1D_plp_mimo_IQ_interleaving**: 이 필드는 J.7.2 절에 기술된 바와 같이 주어진 PLP 에 대한 MIMO 프리 부호화에서 IQ 인터리빙의 사용 여부를 나타낸다. IQ 인터리빙을 사용하는 경우에는 1 로 나타내고, 사용하지 않는 경우에는 0 으로 나타낸다.
- **L1D_plp_mimo_PH**: 이 필드는 J.7.3 절에 기술된 바와 같이 주어진 PLP 에 대해 MIMO 프리 부호화에서 위상 호핑의 사용 여부를 나타낸다. 위상 호핑을 사용하는 경우에는 1 로 나타내고, 사용하지 않는 경우에는 0 으로 나타낸다.

9.3.8 셀 다중화 L1-Detail 파라미터

- **L1D_plp_start**: 이 필드는 현재 부프레임에서 현재 PLP 의 첫 번째 데이터 셀의 색인과 동일하게 설정된다.
- **L1D_plp_type**: 이 필드는 PLP 의 다중화 타입을 나타낸다. **L1D_plp_type** = 0 인 경우 비분산 PLP 이고, PLP 는 서브 슬라이싱 되지 않고 모든 데이터 셀이 연속적으로 배치된다. **L1D_plp_type** = 1 인 경우 분산 PLP 이고, PLP 는 모든 데이터 셀이 연속적으로 배치되지 않고 서브 슬라이싱 된다. **L1D_plp_type** 는 **L1D_plp_layer** = 0 (코어 계층 PLP)일 경우에만 존재한다.
- **L1D_plp_num_subslices**: 이 필드는 **L1D_plp_type** = 1 인 경우에만 존재하고 현재 부프레임 내의 현재 PLP 에 사용되는 서브 슬라이스 개수보다 하나 적게 설정된다. **L1D_num_subslices** = 0 인 경우는 분산 PLP 를 구성하는 것이 불가능하므로 예약 값으로 정해진다. **L1D_num_subslices** 의 최대 허용 값은 16383 으로 실제로는 16384 개의 서브 슬라이스를 나타낸다.
- **L1D_plp_subslice_interval**: 이 필드는 **L1D_plp_type** = 1 인 경우에만 존재하고 동일한 PLP 에 대해서 현재 서브 슬라이스의 시작으로부터 다음 서브 슬라이스의 시작까지 순차적 색인 데이터 셀의 개수와 동일하게 설정된다. **L1D_subslice_interval** 은 각 PLP 단위로 설정되고, 주어진 부프레임 내의 모든 PLP 에 대해 동일하게 제한되지 않는다.

9.3.9 시간 인터리버 L1-Detail 파라미터

- **L1D_plp_TI_extended_interleaving**: 이 필드는 PLP 에 확장 인터리빙이 사용되는지 여부를 나타낸다. 확장 인터리빙을 사용하는 경우에 1 로 나타내고, 사용하지 않는 경우에는 0 으로 나타낸다. PLP 의 변조가 QPSK 인 경우에만 1 의 값을 선택할 수 있고, 계층 분할 다중화가 사용되는 경우에는 1 의 값이 선택되지 않는다.

9.3.9.1 컨벌루션 시간 인터리버 모드 파라미터

- **L1D_plp_CTI_depth**: 이 필드는 컨벌루션 인터리버의 행의 개수를 나타내며 <표 9-24>와 같이 시그널링 된다.

<표 9-24> L1D_plp_CTI_depth 에 대한 시그널링 형태

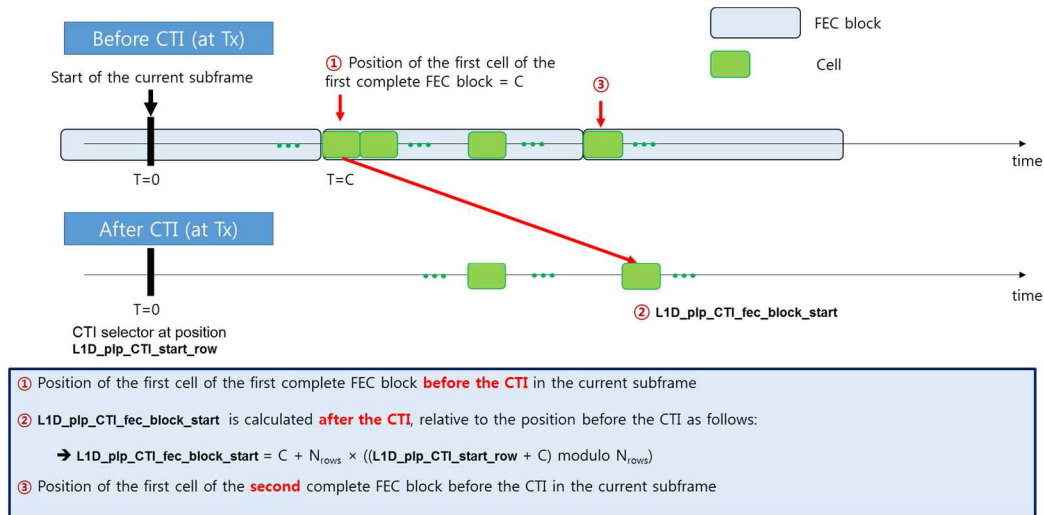
Value	Number of rows
000	512
001	724
010	887 or 1254 (extended interleaving)
011	1024, or 1448 (extended interleaving)
100	Reserved for future use
101	Reserved for future use
110	Reserved for future use
111	Reserved for future use

- **L1D_plp_CTI_start_row**: 이 필드는 부프레임의 시작에서 컨벌루션 인터리버의 시작 스위치의 위치를 나타낸다.

L1D_plp_CTI_fec_block_start: 이 필드는 CTI 입력인 현재 PLP의 첫 번째 완벽한 FEC 블록의 첫 번째 셀이 CTI 통과 후 현재 또는 다음 부프레임 내에 존재하는 위치를 표시한다. 이 위치는 CTI를 통과한 현재 PLP의 현재 부프레임에 속하는 첫 번째 셀과의 상대적 위치를 나타낸다. 여기서 이 첫 번째 셀에 대한 CTI 스위치의 위치는 **L1D_plp_CTI_start_row** 값을 가진다. **L1D_plp_CTI_fec_block_start**는 현재 부프레임 범위를 초과할 수 있으며 다음 부프레임 내 PLP 데이터의 위치를 나타낼 수도 있다. **L1D_plp_CTI_fec_block_start**는 셀 다중화 이전에 결정된다.

L1D_plp_CTI_fec_block_start는 다음과 같이 결정한다. 아래 그림은 **L1D_plp_CTI_fec_block_start**값이 결정되는 모습을 나타낸 것이다. C는 CTI 입력에서 현재 또는 다음 부프레임에 존재하는 첫 번째 완벽한 FEC 블록의 첫 번째 셀의 위치를 나타낸다. 여기서 C는 0값부터 가질 수 있으며, 0은 CTI 통과 전 현재 부프레임의 첫 번째 셀을 나타낸다. 여기서 C는 현재 PLP의 CTI 입력인 현재 부프레임의 시작 셀로부터 첫 번째 완벽한 FEC 블록의 첫 번째 셀까지의 셀의 개수와 같다. 그러므로 이 경우 $L1D_plp_CTI_fec_block_start = C + Nrows \times ((L1D_plp_CTI_start_row + C))$

modulo N_{rows})이다.



(그림 9-1) $L1D_plp_CTI_fec_block_start$ 값 결정 Process

계층 분할 다중화가 적용된 코어 PLP와 향상 PLP의 경우 일반적으로 첫 번째 완벽한 FEC 블록의 시작 위치가 서로 다른 값을 가지기 때문에, $L1D_plp_CTI_fec_block_start$ 는 코어 PLP와 향상 PLP에 대하여 각각 별도로 계산된 값이 전달 된다.

9.3.9.2 하이브리드 시간 인터리빙 파라미터

- $L1D_plp_HTI_inter_subframe$: 이 필드는 하이브리드 시간 인터리빙의 모드를 나타낸다. $L1D_plp_HTI_inter_subframe = 0$ 인 경우에 부프레임 내 인터리빙 모드를 사용한다. $L1D_plp_HTI_inter_subframe = 1$ 인 경우에 부프레임 간 인터리빙 모드를 사용한다. 이때 다수의 부프레임에 대해서 인터리빙 프레임당 1 개의 TI 블록을 사용한다.
- $L1D_plp_HTI_num_ti_blocks$: 이 필드는 $L1D_HTI_inter_subframe = 0$ 일때 인터리빙 프레임당 TI 블록의 개수(N_{TI})를 나타내거나, $L1D_plp_HTI_inter_subframe = 1$ 일때 하나의 TI 블록으로 전송되는 부프레임의 개수(N_U)를 나타낸다. $L1D_HTI_num_ti_blocks$ 로 나타낸 값은 실제 N_{TI} 및 N_U 값보다 하나 작게 표현되어 1 에서 16 까지 값을 갖는다.
- $L1D_plp_HTI_num_fec_blocks_max$: 이 필드는 현재 PLP 에 대한 인터리빙 프레임 당 FEC 블록의 최대 개수보다 하나 작은 값을 나타낸다.

- **L1D_plp_HTI_num_fec_blocks**: 이 필드는 현재 PLP 에 대한 현재의 인터리빙 프레임에 포함된 FEC 블록 개수보다 하나 작은 값을 나타낸다. 부프레임 간 인터리빙 모드(**L1D_plp_HTI_num_fec_blocks** = 1)인 경우에 색인 $k = 0$ 에서 **L1D_plp_HTI_num_fec_blocks** 의 값은 현재 부프레임에서 시작되는 인터리빙 프레임에 포함된 FEC 블록 개수 보다 하나 적은 값 나타낸다. 색인 $k = 1$ 에서 **L1D_plp_HTI_num_fec_blocks** 의 값은 현재 PLP 가 포함된 이전 부프레임에서 시작되는 인터리빙 프레임에 포함된 FEC 블록 개수 보다 하나 적은 값 나타낸다.
- **L1D_plp_HTI_cell_interleaver**: 이 필드는 셀 인터리버의 사용 여부를 나타낸다. 셀 인터리버를 사용하는 경우에는 1 로 나타내고, 사용하지 않는 경우에는 0 으로 나타낸다.

10 부트스트랩

본 장은 지상파 UHDTV 물리계층 파형 부분의 초기 진입점에 대한 규격을 정의한다. 문법과 시멘틱은 시스템 검출에만 적용된다.

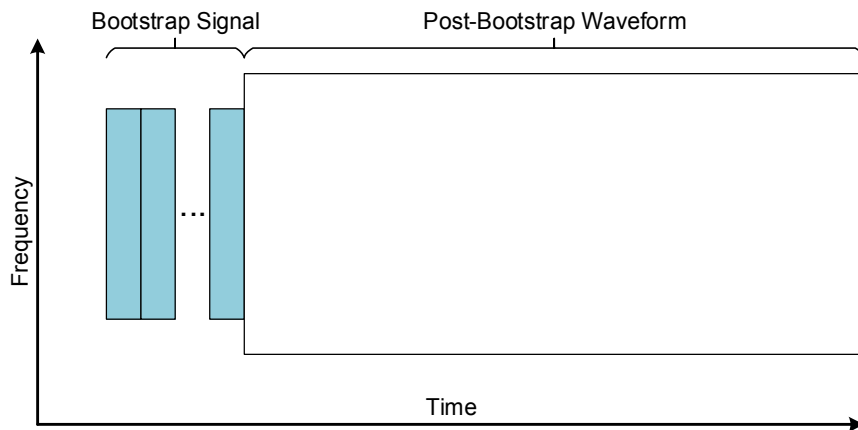
신호 검출을 위해 부트스트랩 신호 사용이 가능하다. 부트스트랩은 데이터 전용 신호보다 간결한 신호이며 순서로는 앞부분에 위치한다. 시간 다중화된 신호와 연계하여 새로운 신호 형식의 추가 및 인식도 가능하다. 몇몇 미래 사용을 위한 신호 형식은 본 표준의 범위를 벗어날 수도 있다.

부트스트랩은 방송 신호에 대한 보편적 진입점을 제공한다. 부트스트랩은 표본화율, 신호대역폭, 부반송파 간격, 시간축 구조 등, 모든 수신 디바이스가 해석 가능한 고정 구성을 따르고, 감지된 부트스트랩과 연관된 신호의 처리 및 디코딩 정보를 제공한다. 결과적으로 부트스트랩에 의해 보편적인 진입점을 제공하여 해당 방송 스펙트럼에 공공의 이익을 위한 새로운 서비스 신호 형태가 적용 가능함을 보장한다.

부트스트랩은 낮은 신호 레벨에서도 검출이 가능하도록 상당히 강건한 신호로 설계되었다. 따라서 개별 시그널링 비트는 상당히 많은 전송관점의 물리적 자원을 점유한다. 그러므로 부트스트랩은 시스템 검출과 잇따르는 신호의 초기 디코딩을 위한 최소의 정보만 제공한다.

10.1 부트스트랩 개요

(그림 10-1)은 물리계층 프레임에서 부트스트랩의 위치를 나타낸다. 부트스트랩은 다수의 심볼로 구성되며 첫 번째 심볼은 신호 감지, 기본적 동기검출, 주파수 오프셋 추정, 초기 채널 추정이 가능하도록 각 프레임 주기의 시작부분에 동기심볼로 시작한다. 나머지 심볼은 후속 프레임의 수신 및 디코딩을 위한 충분한 제어신호를 포함한다.



(그림 10-1) 일반적인 물리계층 프레임과 부트스트랩 구조

10.1.1 버전

부트스트랩 버전은 주 버전과 부 버전으로 구분하여 사용하는데, 0.0과 같은 십진수 텍스트로 표시한다. 주 버전은 **bootstrap_major_version**에 코드로 표시하고 부 버전은 **bootstrap_minor_version**에 코드로 표시한다. Zadoff-Chu(ZC) 루트와 PN 수열 시드가 부트스트랩 심볼 내용을 위한 기본 인코딩 수열을 생성하는데 사용된다. 주 버전 번호는 특정 시그널 형식에 해당하는데 ZC 루트를 선택하여 시그널링 된다. 부 버전은 특정 주 버전 내에 존재하는데 적당한 PN 수열 시드를 선택하여 시그널링 된다.

부트스트랩 시그널링 필드의 해당 문법과 시멘틱은 주/부 버전이 참조하는 표준 내에 명시된다.

10.1.2 Scalability

부트스트랩 심볼 당 시그널링 비트 수는 주/부 버전에 따라 규정된 최대값으로 정의된다. 심볼당 최대 비트 수는

$$N_{bps} = \lfloor \log_2(N_{FFT}/C_{yds} \cdot h_{fft} \cdot \alpha) \rfloor$$

와 같이 정의되며, $[x]$ 는 계단 함수로 X 와 같거나 작은 최대 정수를 의미한다.

여기서, N_{bps} 는 cyclic shift tolerance에 영향을 주며 해당 버전 표준에 명시된다. 심볼당 시그널링 비트의 수는 동일 주 버전 내의 부 버전을 증가 시킬 때 역호환 변화에 대응하도록 규정된 최대값까지 증가시킬 수 있다.

10.1.3 확장성

부트스트랩 신호 길이는 N_{bps} 비트까지 추가 가능한 새로운 심볼을 추가함으로써 확장이 가능하다. 부트스트랩 신호 종료는 앞 심볼에 대하여 180도 위상 반전된 최종 심볼에 의해 시그널링된다.

예약된 값과 같이 정의되지 않은 시그널링 정보는 수신기에서 무시된다.

10.2 부트스트랩 규격

10.2.1 시그널 차원

부트스트랩의 버전 번호나 다른 시그널링 정보가 바뀌더라도 부트스트랩의 표본화율, 대역폭, FFT 크기 및 심볼 길이는 고정 불변이다.

부트스트랩은 6.144Msample/s의 고정된 표본화율, 4.5MHz의 고정 대역폭을 사용하며, 대역폭은 프레임이 사용하는 대역폭과 무관하다. 부트스트랩 각 샘플의 시간 길이는 표본화율에 의해 정해진다.

$$f_s = 6.144 \text{ Ms/sec}$$

$$T_s = 1/f_s$$

$$BW_{\text{Bootstrap}} = 4.5 \text{ MHz}$$

2048 FFT 크기 적용으로 부반송파 간격은 3kHz를 취한다.

$$N_{\text{FFT}} = 2048$$

$$f_{\Delta} = f_s/N_{\text{FFT}} = 3 \text{ kHz}$$

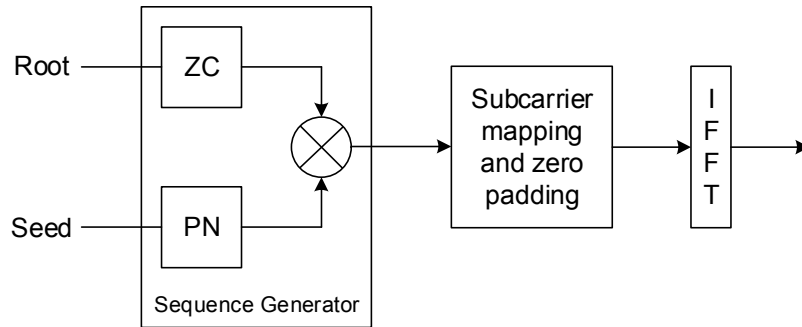
각 부트스트랩 심볼은 500μs의 시간 점유길이를 갖는다.

$$T_{\text{symbol}} = 500 \mu\text{s}$$

부트스트랩의 전체 시간 점유는 부트스트랩 심볼의 수 N_s 에 따른다. 부트스트랩 심볼 수는 고정된 값은 아니다.

10.2.2 주파수 영역 수열

각 부트스트랩 심볼에 사용되는 값은 (그림 10-2)에 나타난 바와 같이 주파수 영역에서 PN 수열이 곱해진 ZC 수열이다. ZC 루트와 PN 시드는 각각 부트스트랩의 주 버전과 부 버전을 시그널링 한다.



(그림 10-2) 부트스트랩 생성을 위한 주파수 영역 처리

PN 수열이 곱해진 ZC수열은 복소수 값을 가지며 IFFT 입력의 각 부반송파에 적용된다. PN 수열은 개별 복소수 부반송파에 위상회전(phase rotation)을 인가하고 이에 따라 원래의 ZC 수열에 대한 적절한 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation) 특성을 유지하게 한다.

PN 수열은 동일 루트 수열의 cyclic shift 사이에 추가적인 시그널 분리를 통해 자기상관응답(autocorrelation response)에서 스푸리어스 첨두값을 억압한다.

10.2.2.1 ZC 수열 생성

ZC 수열 $z_q(k)$ 의 길이는 $N_{ZC} = 1499$ 이다. 여기서 q 값은 주 버전에 따라 정해지는 ZC 수열의 root 값을 의미한다.

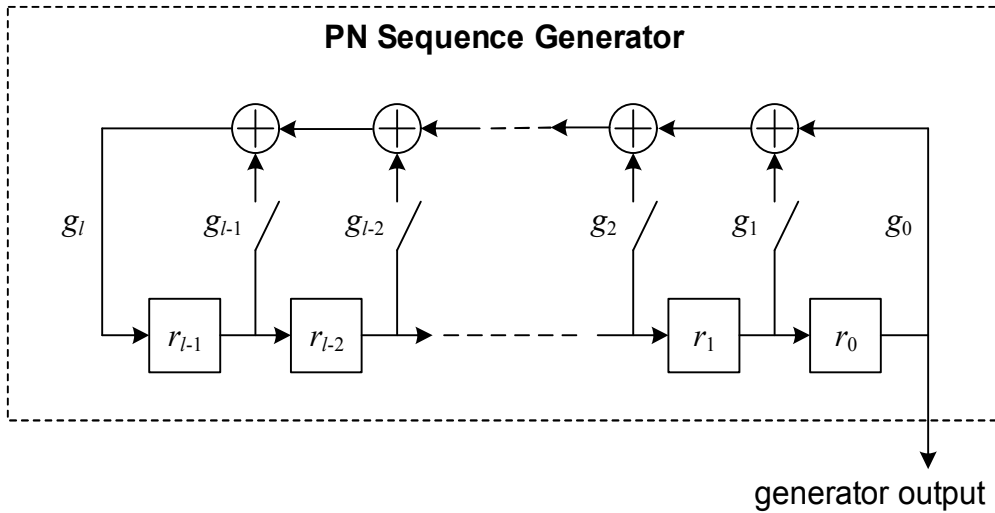
$$z_q(k) = e^{-j\pi q \frac{k(k+1)}{N_{ZC}}}$$

위 방정식에서 $q \in \{1, 2, \dots, N_{ZC} - 1\}$ 이고, $k = 0, 1, 2, \dots, N_{ZC} - 1$ 이다.

10.2.2.2 PN 수열 생성

PN 수열은 (그림 10-3)와 같이 차수 $l = 16$ 인 LFSR(Linear Feedback Shift

Register)로부터 유도된다. 이 연산은 LFSR 피드백 경로에서 명시하는 생성 다항식 g 에 의해 수행되어야 한다. 생성 다항식 g 와 레지스터 초기상태 r_{init} 은 시드를 정의하며 이는 부 버전 값에 해당한다.



(그림 10-3) PN 수열 생성기

새 부트스트랩 첫 심볼 생성에 앞서 PN 수열 생성기 레지스터는 초기 상태로 재초기화되어야 한다. PN 수열 생성기는 하나의 부트스트랩에서 계속되어야 하고 동일 부트스트랩 내에 연속된 심볼에 대한 재 초기화는 불가하다.

(그림 10-3)의 PN 수열 생성기의 출력은 $p(k)$ 로 정의된다. $p(k)$ 는 0 또는 1의 값을 갖는다. $p(0)$ 는 (그림 10-3)에서 발생하는 쉬프트 레지스터의 클로킹(clocking) 이전에, 적당한 시드값으로 PN 수열이 초기화된 이후 PN 수열 생성기의 출력과 동일해야 한다. 새 출력 비트 $p(k)$ 는 (그림 10-3)에서 한 포지션 우측으로 이동하는 쉬프트 레지스터 클록의 매 시간 마다 잇따라 생성되어야 한다.

PN 수열 생성기의 생성 다항식은 다음과 같다.

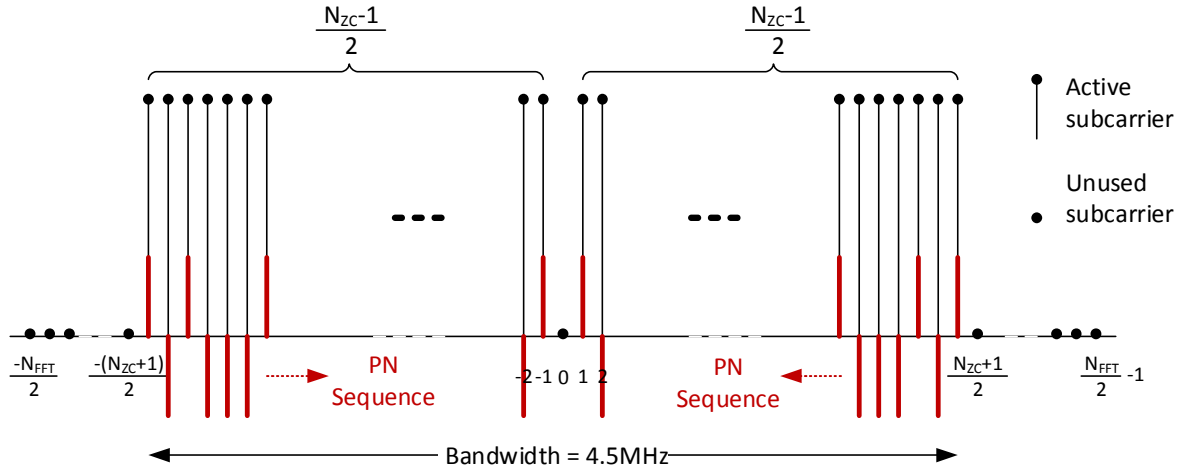
$$g = \{g_l, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\}$$

$$p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x + 1$$

10.2.2.3 부반송파 매핑과 변조

(그림 10-4)는 주파수 영역 수열을 부반송파에 매핑한 그림이다. DC 부반송파(즉, $z_q((N_{zc} - 1)/2)$)에 매핑되는 ZC 수열 값은 DC 부반송파가 널이 되도록 0으로

설정되어야 한다. 부반송파 인덱스는 (그림 10-4)와 같으며 중앙 DC 부반송파의 인덱스는 0이다.



(그림 10-4) 부반송파에 매핑된 수열

ZC와 PN 수열의 값은 DC 부반송파에 대해 점대칭이다. ZC 수열은 DC 부반송파에 대해 기본적으로 점대칭을 갖고 PN 수열은 DC 부반송파에 대해 선대칭을 갖도록 값을 지정한다. (그림 10-4)와 같이 부트스트랩의 n 번째 심볼에 대한 부반송파 값은 다음과 같이 계산되며 여기서 $N_H = (N_{ZC} - 1)/2$ 이다. ZC 수열은 매 심볼에 동일하고, PN 수열은 ZC 수열과 다르게 심볼마다 초기화 되지 않고 연속적인 값이 사용된다.

$$s_n(k) = \begin{cases} z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H + k) & -N_H \leq k \leq -1 \\ z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H - k) & 1 \leq k \leq N_H \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 $c(k) = 1 - 2 \times p(k)$, $c(k)$ 값은 +1 또는 -1 이다.

부트스트랩의 최종 심볼은 180도 위상반전(즉 180도 위상회전)으로 나타낸다. 부트스트랩 최종 심볼에 대한 시그널링 방법은 주 버전 변경이 없는 경우에 역호환 방식으로 부트스트랩에서 심볼 수를 추가할 수 있다. 위상반전은 각 부반송파 값에 $e^{j\pi} = -1$ 의 곱과 같다.

$$\tilde{s}_n(k) = \begin{cases} s_n(k) & 0 \leq n < N_S - 1 \\ -s_n(k) & n = N_S - 1 \end{cases}$$

10.2.2.4 IFFT

주파수 영역 수열 $\tilde{s}_n(k)$ 는 $N_{FFT} = 2048$ 크기의 IFFT를 사용해 시간 영역 수열 $\tilde{A}_n(t)$ 로

변환된다.

$$\tilde{A}_n(t) = \frac{1}{\sqrt{N} (N_{zc} - 1)} \left(\sum_{k=-(N_{zc}-1)/2}^{-1} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi k f_{\Delta} t} + \sum_{k=1}^{(N_{zc}-1)/2} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi k f_{\Delta} t} \right)$$

10.2.3 심볼 시그널링

10.2.3.1 시그널링 비트

시그널링 정보는 부트스트랩의 시간 영역 수열 $\tilde{A}_n(t)$ 를 통해 시그널링 된다. 이 수열은 $N_{FFT} = 2048$ 의 길이를 갖는다.

이론적으로 $\log_2(2048) = 11$ 의 11 비트까지 시그널링 가능하다. N_b^n 를 $1 \leq n < N_s$ 중 n 번째 부트스트랩 심볼에 사용되는 시그널링 비트의 수라고 하고, $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ 를 그 비트의 값이라 하면, 사용되는 시그널링 비트 $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ 는 0 또는 1의 값을 갖는다. 나머지 시그널링 비트 $b_{N_b^n}^n, \dots, b_{10}^n$ 는 0으로 설정된다.

각 부트스트랩 심볼의 시그널링 비트 N_b^n 는 역호환성을 유지하면서 비사용 시그널링 비트를 사용하기 위해, 동일 주 버전에 새로운 부 버전을 정의하여 증가시킬 수 있다.

10.2.3.2 상대 순환 시프트

\tilde{M}_n ($0 \leq \tilde{M}_n < N_{FFT}$)를 앞선 부트스트랩 심볼의 순환 시프트에 대한 상대적인 n 번째 부트스트랩 심볼 $1 \leq n < N_s$ 에 대한 순환 시프트를 나타낸다고 하면, \tilde{M}_n 은 다음 방정식에 의해 생성되는 그레이 부호를 사용한 n 번째 부트스트랩 심볼에 대한 시그널링 비트 값으로부터 도출되어야 한다. \tilde{M}_n 은 비트의 집합 $m_{10}^n m_9^n \dots m_1^n m_0^n$ 으로 바이너리 형식으로 나타낸다. \tilde{M}_n 의 각 비트는 다음과 같이 계산된다.

$$m_i^n = \begin{cases} \left(\sum_{k=0}^{10-i} b_k^n \right) \bmod 2 & i > 10 - N_b^n \\ 1 & i = 10 - N_b^n \\ 0 & i < 10 - N_b^n \end{cases}$$

10.2.3.3 절대 순환 시프트

첫 부트스트랩 심볼은 초기 시간 동기를 위해 사용되고 ZC 루트와 PN 시드 파라미터 각각을 통해 주 버전과 부 버전 번호를 시그널링 한다. 이 심볼은 어떠한 추가 정보도 시그널링 하지 않으며 항상 0의 순환 시프트를 갖는다.

n 번째 부트스트랩 심볼에 적용되고 차등방식으로 부호화된 절대 순환 시프트 M_n ($0 \leq M_n < N_{FFT}$)는 다음과 같이 계산된다.

$$M_n = \begin{cases} 0 & n = 0 \\ (M_{n-1} + \tilde{M}_n) \bmod N_{FFT} & 1 \leq n < N_S \end{cases}$$

절대 순환 시프트는 IFFT 연산의 출력으로부터 시간 영역 수열 $A_n(t)$ 를 얻기 위해 적용되어야 한다.

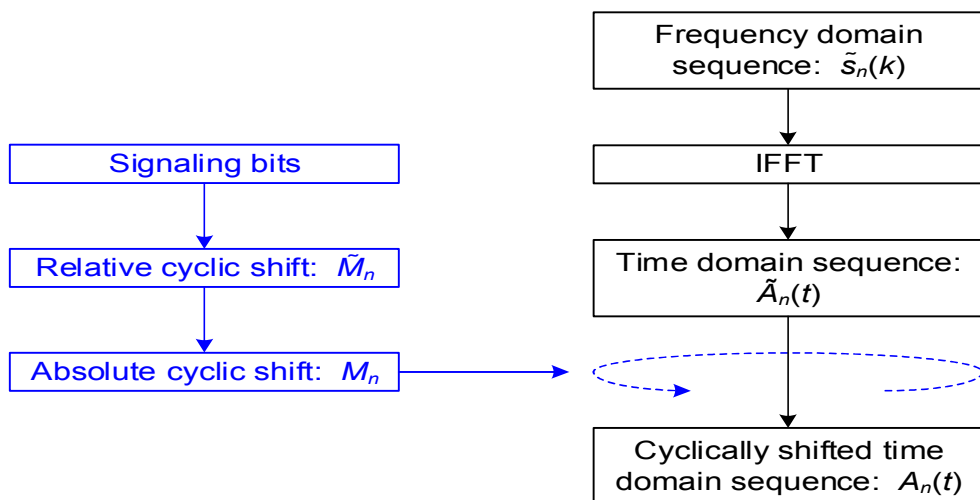
$$A_n(t) = \tilde{A}_n((t + M_n) \bmod N_{FFT})$$

10.2.4 시간 영역 구조

각 부트스트랩 심볼은 A, B, C의 3 파트로 구성된다. 각 파트는 복소수 시간 영역 샘플의 수열로 구성된다. 파트 A는 (그림 10-5)에 나타낸 바와 같이 적당한 순환 시프트의 주파수 영역 구조의 IFFT로부터 유도된다. 즉 파트 A는 $A_n(t)$ 와 등가이다.

파트 A, B, C는 각각 $N_A = N_{FFT} = 2048$, $N_B = 504$, 그리고 $N_C = 520$ 로 각각 구성된다. 결과적으로 각 부트스트랩 심볼은 $500 \mu s$ 등가 지속시간에 대하여 $N_A + N_B + N_C = 3072$ 샘플로 구성된다.

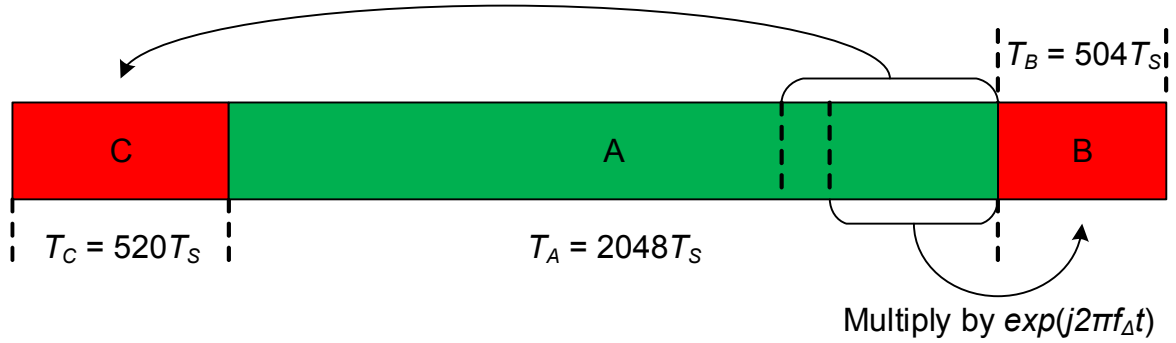
시간 영역 구조는 크게 CAB와 BCA 구조로 변형된다. 부트스트랩 심볼 0 즉, 초기 심볼은 동기 검출을 위해 사용되는데 CAB 구조를 사용해야 한다. 나머지 부트스트랩 심볼 n ($1 \leq n < N_S$)은 반드시 BCA 구조를 따라야 하며 필드 종료를 나타내는 부트스트랩 심볼까지 포함해야 한다.



(그림 10-1) 주파수 영역 수열로부터 순환 시프트 시간 영역 수열 생성

10.2.4.1 CAB 구조

CAB 시간 영역 구조는 (그림 10-6)과 같다.



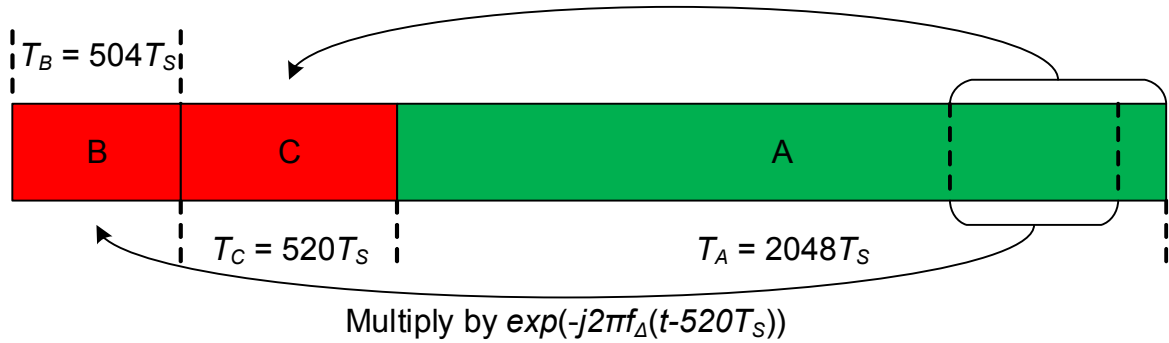
(그림 10-6) CAB 시간 영역 심볼 구조

파트 C는 파트 A의 마지막 $N_C = 520$ 샘플로 구성된다. 파트 B는 파트 A의 마지막 $N_B = 504$ 샘플을 취하되 원래 파트 A를 계산하기 위해 사용된 주파수 영역 수열 $\hat{s}_n(k)$ 에 대하여 주파수 천이 $+f_{\Delta}$ 를 적용한 샘플을 사용한다. 파트 B 샘플은 (그림 10-1에 나타낸 순환 시프트 시간 영역 수열의 마지막 N_B 샘플의 변형으로 얻을 수 있다. 이때 블록 다이어그램 맨 위에 위치한 주파수 영역 수열은 하나의 부반송파 간격만큼 상향 주파수 천이된 $\hat{s}_n(k)$ 과 같다. (다시 말해 $\hat{s}_n(k) = \hat{s}_n((k-1+N_{\text{FFT}})\bmod N_{\text{FFT}})$ 성립하며, 이때 $\hat{s}_n(k)$ 는 주파수 및 위상 천이된 샘플을 생성하기 위한 주파수 영역 신호이다. 그 대신 파트 B 샘플 생성을 위한 주파수 천이 및 위상 천이는 다음 식과 같이 파트 A에서 적절히 선택된 샘플에 $e^{j2\pi f_{\Delta}t}$ 를 곱함으로써 시간 영역에 적용할 수 있다.

$$S_{CAB}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_S) & 0 \leq t < 520T_S \\ A_n(t - 520T_S) & 520T_S \leq t < 2568T_S \\ A_n(t - 1024T_S)e^{j2\pi f_{\Delta}t} & 2568T_S \leq t < 3072T_S \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

10.2.4.2 BCA 구조

BCA 시간 영역 구조는 (그림 10-7)과 같다.



(그림 10-7) BCA 시간 영역 심볼 구조

파트 C는 파트 A의 마지막 $N_C = 520$ 샘플로 구성된다. 파트 B는 파트 A의 첫번째 $N_B = 504$ 샘플을 취하되 원래 파트 A를 계산하기 위해 사용된 주파수 영역 수열 $\hat{s}_n(k)$ 에 대하여 주파수 천이 $-f_\Delta$ 를 적용한 샘플을 사용한다. 5.4.1절에서 기술한 것과 유사한 방식으로 파트 B 샘플은 5.4절에 나타난 순환 시프트된 시간 영역 수열의 마지막 N_B 샘플로부터 얻을 수 있다. 이때 블록 다이어그램 맨 위에 위치한 주파수 영역 수열은 하나의 부반송파 간격만큼 하향 주파수 천이된 $\hat{s}_n(k)$ 과 같다. (다시 말해 $\hat{s}_n(k) = \hat{s}_n((k+1+N_{\text{FFT}})\bmod N_{\text{FFT}})$ 성립하며, 이때 $\hat{s}_n(k)$ 는 주파수 및 위상 천이된 샘플을 생성하기 위한 주파수 영역 신호이다.

BCA 샘플은 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$S_{BCA}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_s)e^{-j2\pi f_\Delta(t-520T_s)} & 0 \leq t < 504T_s \\ A_n(t + 1024T_s) & 504T_s \leq t < 1024T_s \\ A_n(t - 1024T_s) & 1024T_s \leq t < 3072T_s \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

파트 B의 샘플은 CAB와 BCA 심볼 구조에 대하여 서로 다른 영역에서 취해진다.

10.3 부트스트랩 시그널 구조

각 시그널링 셋은 구성 파라미터 값, 제어 정보 필드 리스트 그리고 시그널링 비트에 맞는 값과 필드 할당 등을 포함한다.

정의되지 않은 정보를 포함하는 부트스트랩은 수신기에서 무시된다.

10.3.1 주 버전 0에 대한 부트스트랩 시그널링

본 절은 bootstrap_major_version = 0의 경우에 적용된다. bootstrap_major_version = 0인

경우, ZC 루트 (q)는 137이다. ZC 루트 값 중 0~136 또는 138~1498 사이의 값은 향후 확장을 위하여 예약되어 있다.

10.3.1.1 주 버전 0에 대한 부 버전 시그널링

bootstrap_major_version = 0인 경우 부 버전 시그널링을 규정한다. 부트스트랩의 심볼 수 N_s 는 초기 동기 심볼을 포함하여 모든 부 버전에 대하여 4개 또는 그 이상이다.

bootstrap_major_version = 0인 경우, 주어진 부트스트랩 부 버전에 대한 PN 수열 생성기의 초기 레지스터 상태는 사용 중인 bootstrap_minor_version를 시그널링하기 위해 <표 10-1>의 값으로 설정되어야 한다.

<표 10-1> 각각의 bootstrap_minor_version 에 대한 PN 수열 생성기의 초기 레지스터 상태(PN 시드)

$r_{init} = \{r_{l-1}, \dots, r_0\}$		
Bootstrap Minor Version	Binary	Hexadecimal
0	0000 0001 1001 1101	0x019D
1	0000 0000 1110 1101	0x00ED
2	0000 0001 1110 1000	0x01E8
3	0000 0000 1110 1000	0x00E8
4	0000 0000 1111 1011	0x00FB
5	0000 0000 0010 0001	0x0021
6	0000 0000 0101 0100	0x0054
7	0000 0000 1110 1100	0x00EC

● 부 버전 0 제약과 시그널링

bootstrap_minor_version = 0 ($r_{init}=0x019D$)인 경우, 부트스트랩 셋의 심볼 수(N_s)는 초기 동기 심볼을 포함하여 4이다.

부트스트랩 심볼 1은 $N_b^1 = 8$ 을 사용하며 $b_0^1 b_1^1 b_2^1 b_3^1 b_4^1 b_5^1 b_6^1 b_7^1$ 와 같이 MSB에서 LSB 순서이다. 부트스트랩 심볼 1의 시그널링 필드의 문법과 시멘틱은 <표 10-2>와 같다.

<표 10-2> 부트스트랩 심볼 1 에 대한 시그널링 필드

Syntax	No. of Bits	Format
bootstrap_symbol_1() {		
ea_wake_up_1	1	uimsbf
min_time_to_next	5	uimsbf
system_bandwidth	2	uimsbf
}		

부트스트랩 심볼 1에 대한 시그널링 필드는 다음과 같이 정의된다.

ea_wake_up_1: 긴급상황 존재 여부를 나타내는 시그널링 필드는 **ea_wake_up_1**과 **ea_wake_up_2**로 구성되며 **ea_wake_up_1**은 참조 문헌[3]을 따른다.

min_time_to_next: 현재 프레임 A의 시작부터 현재 프레임 A와 동일한 주/부 버전의 다음 프레임 프레임 B의 시작까지의 최소 시간. 프레임 B의 부트스트랩은 시그널링된 최소 시간 길이 값에서 시작하고 다음 높은 최소 시간 길이 값에서 종료하는 시간 윈도우 내에 위치함을 보장받는다. 아래의 신호 매핑 수식에 따르면, X=10 일 때 부트스트랩 B는 부트스트랩 A의 시작으로부터 700ms ~ 800 ms 지점의 시간 길이에 존재한다.

X는 5비트 값으로 시그널링되며 T는 현재 프레임과 동일 버전 번호를 갖는 다음 프레임에 대한 최소 시간 길이를 ms 단위로 나타낸다.

$$T = \begin{cases} T = 50 \times X + 50 & 0 \leq X < 8 \\ T = 100 \times (X - 8) + 500 & 8 \leq X < 16 \\ T = 200 \times (X - 16) + 1300 & 16 \leq X < 24 \\ T = 400 \times (X - 24) + 2900 & 24 \leq X < 32 \end{cases}$$

<표 10-3> 동일 주/부 버전의 다음 프레임에 대한 최소 시간 길이

Index	Bit Value	Minimum Time Interval (ms)
0	00000	50
1	00001	100
2	00010	150
3	00011	200

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

4	00100	250
5	00101	300
6	00110	350
7	00111	400
8	01000	500
9	01001	600
10	01010	700
11	01011	800
12	01100	900
13	01101	1000
14	01110	1100
15	01111	1200
16	10000	1300
17	10001	1500
18	10010	1700
19	10011	1900
20	10100	2100
21	10101	2300
22	10110	2500
23	10111	2700
24	11000	2900
25	11001	3300
26	11010	3700
27	11011	4100
28	11100	4500
29	11101	4900
30	11110	5300

31	11111	Not Applicable
----	-------	----------------

system_bandwidth: 현재 물리계층 프레임의 부트스트랩 이후 부분을 위해 사용되는 시스템 대역폭을 나타내며 값은 다음과 같다. (00 = 6 MHz, 01 = 7 MHz, 10 = 8 MHz, 11=8MHz 이상). 국내 지상파 UHDTV 물리계층 전송시스템에서는 6MHz 만 사용한다. 부트스트랩 심볼 2는 $N_b^2 = 8$ 을 사용하며 $b_0^2 b_1^2 b_2^2 b_3^2 b_4^2 b_5^2 b_6^2 b_7^2$ 와 같이 MSB에서 LSB 순서이다. 부트스트랩 심볼 2의 시그널링 필드의 문법과 시멘틱은 <표 10-4>와 같다.

<표 10-4> 부트스트랩 심볼 2에 대한 시그널링 필드

Syntax	No. of Bits	Format
bootstrap_symbol_2() { ea_wake_up_2 bsr_coefficient }	1 7	uimsbf uimsbf

부트스트랩 심볼 2에 대한 시그널링 필드는 다음과 같이 정의된다.

ea_wake_up_2: 긴급상황 존재 여부를 나타내는 시그널링 필드는 **ea_wake_up_1**과 **ea_wake_up_2**로 구성되며 **ea_wake_up_2**는 참조 문헌[3]을 따른다.

bsr_coefficient: - 현재 물리계층 프레임의 부트스트랩 이후 신호에 대한 표본화율 = $(N + 16) \times 0.384 \text{ MHz}$. 여기서 N은 시그널링되는 값이고 0~80 사이의 비배타적인 값이다. 81~127값은 예약되어 있다.

부트스트랩 심볼 3은 $N_b^3 = 8$ 을 사용하며 $b_0^3 b_1^3 b_2^3 b_3^3 b_4^3 b_5^3 b_6^3 b_7^3$ 와 같이 MSB에서 LSB 순서이다. 부트스트랩 심볼 3의 시그널링 필드의 문법과 시멘틱은 <표 10-5>와 같다.

<표 10-5> 부트스트랩 심볼 3에 대한 시그널링 필드

Syntax	No. of Bits	Format
bootstrap_symbol_3() { preamble_structure }	8	uimsbf

부트스트랩 심볼 3에 대한 시그널링 필드는 다음과 같이 정의된다.

preamble_structure: 이 필드는 마지막 부트스트랩 심볼 다음에 위치하는 하나 또는 그 이상의 프리앰블 심볼에 대한 전송 파라미터를 시그널링한다 (부록 II G 참조).

부 록 1-1

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

지식재산권 확약서 정보

1-1.1 지식재산권 확약서(1) (스타일 적용-대항목/소항목)

- 해당 사항 없음

※ 상기 기재된 지식재산권 확약서 이외에도 본 표준이 발간된 후 접수된 확약서가 있을 수 있으니, TTA 웹사이트에서 확인하시기 바랍니다.

부 록 1-2

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

시험인증 관련 사항

- 해당 사항 없음

부 록 1-3

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

본 표준의 연계(family) 표준

- 해당 사항 없음

부 록 1-4

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

참고 문헌

- 해당 사항 없음

부 록 1-5

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

영문표준 해설서

- 해당 사항 없음

부 록 1-6

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

표준의 이력

판수	채택일	표준번호	내용	담당 위원회
제1판	2016.06.24	제정 TTAK.KO-07.0127	-	지상파 PG(PG802)
제2판	2015.12.27	개정 TTAK.KO-07.0127/R1	송신기 식별부호 기술, 오류관련 사항 정리 등	지상파 PG(PG802)

부 록 II

A. LDPC 부호

A.1. LDPC 부호 매트릭스($N_{inner} = 64800$)

<표 A-1> 부호율 = 2/15 ($N_{inner} = 64800$)

615	898	1029	6129	8908	10620	13378	14359	21964	23319	26427	26690	28128
33435	36080	40697	43525	44498	50994							
165	1081	1637	2913	8944	9639	11391	17341	22000	23580	32309	38495	41239
44079	47395	47460	48282	51744	52782							
426	1340	1493	2261	10903	13336	14755	15244	20543	29822	35283	38846	45368
46642	46934	48242	49000	49204	53370							
407	1059	1366	2004	5985	9217	9321	13576	19659	20808	30009	31094	32445
39094	39357	40651	44358	48755	49732							
692	950	1444	2967	3929	6951	10157	10326	11547	13562	19634	34484	38236
42918	44685	46172	49694	50535	55109							
1087	1458	1574	2335	3248	6965	17856	23454	25182	37359	37718	37768	38061
38728	39437	40710	46298	50707	51572							
1098	1540	1711	7723	9549	9986	16369	19567	21185	21319	25750	32222	32463
40342	41391	43869	48372	52149	54722							
514	1283	1635	6602	11333	11443	17690	21036	22936	24525	25425	27103	28733
29551	39204	42525	49200	54899	54961							
357	609	1096	2954	4240	5397	8425	13974	15252	20167	20362	21623	27190
42744	47819	49096	51995	55504	55719							
25	448	1501	11572	13478	24338	29198	29840	31428	33088	34724	37698	37988
38297	40482	46953	47880	53751	54943							
328	1096	1262	10802	12797	16053	18038	20433	20444	25422	32992	34344	38326
41435	46802	48766	49807	52966	55751							
34	790	987	5082	5788	10778	12824	18217	23278	24737	28312	34464	36765
37999	39603	40797	43237	53089	55319							

226 1149 1470 3483 8949 9312 9773 13271 17804 20025 20323 30623 38575
 39887 40305 46986 47223 49998 52111
 1088 1091 1757 2682 5526 5716 9665 10733 12997 14440 24665 27990 30203
 33173 37423 38934 40494 45418 48393
 809 1278 1580 3486 4529 6117 6212 6823 7861 9244 11559 20736 30333 32450
 35528 42968 44485 47149 54913
 369 525 1622 2261 6454 10483 11259 16461 17031 20221 22710 25137 26622
 27904 30884 31858 44121 50690 56000
 423 1291 1352 7883 26107 26157 26876 27071 31515 35340 35953 36608 37795
 37842 38527 41720 46206 47998 53019
 540 662 1433 2828 14410 22880 24263 24802 28242 28396 35928 37214 39748
 43915 44905 46590 48684 48890 55926
 214 1291 1622 7311 8985 20952 22752 23261 24896 25057 28826 37074 37707
 38742 46026 51116 51521 52956 54213
 109 1305 1676 2594 7447 8943 14806 16462 19730 23430 24542 34300 36432
 37133 41199 43942 45860 47598 48401 49407
 242 388 1360 6721 14220 21029 22536 25126 32251 33182 39192 42436 44144
 45252 46238 47369 47607 47695 50635 51469
 199 958 1111 13661 18809 19234 21459 25221 25837 28256 36919 39031 39107
 39262 43572 45018 45959 48006 52387 55811
 668 1087 1451 2945 3319 12519 21248 21344 22627 22701 28152 29670 31430
 32655 38533 42233 43200 44013 44459 51398
 244 1133 1665 8222 8740 11285 12774 15922 20147 20978 28927 35086 40197
 40583 41066 41223 42104 44650 45391 48437
 5623 8050 9679 12978 15846 16049 21807 23364 27226 27758 28661 38147
 46337 48141 51364 51927 55124
 10369 13704 14491 18632 19430 21218 33392 36182 36722 37342 37415 46322
 47449 51136 53392 54356 55108
 7460 9411 11132 11739 13722 15501 25588 26463 26738 31980 31981 35002
 39659 39783 41581 51358 55114
 8915 15253 15264 16513 16896 18367 19110 23492 32074 33302 42443 43797

44715 47538 48515 53464 53548
5884 8910 10123 11311 13654 14207 16122 18113 23100 23784 24825 39629
46372 52454 52799 55039 55973

<표 A-2> 부호율 = 3/15 ($M_{inner} = 64800$)

920 963 1307 2648 6529 17455 18883 19848 19909 24149 24249 38395 41589
48032 50313
297 736 744 5951 8438 9881 15522 16462 23036 25071 34915 41193 42975 43412
49612
10 223 879 4662 6400 8691 14561 16626 17408 22810 31795 32580 43639 45223
47511
629 842 1666 3150 7596 9465 12327 18649 19052 19279 29743 30197 40106
48371 51155
857 953 1116 8725 8726 10508 17112 21007 30649 32113 36962 39254 46636
49599 50099
700 894 1128 5527 6216 15123 21510 24584 29026 31416 37158 38460 42511
46932 51832
430 592 1521 3018 10430 18090 18092 18388 20017 34383 35006 38255 41700
42158 45211
91 1485 1733 11624 12969 17531 21324 23657 27148 27509 28753 35093 43352
48104 51648
18 34 117 6739 8679 11018 12163 16733 24113 25906 30605 32700 36465 40799
43359
481 1545 1644 4216 4606 6015 6609 14659 16966 18056 19137 26670 28001
30668 49061
174 1208 1387 10580 11507 13751 16344 22735 23559 26492 27672 33399 44787
44842 45992
1151 1185 1472 6727 10701 14755 15688 17441 21281 23692 23994 31366 35854
37301 43148
200 799 1583 3451 5880 7604 8194 13428 16109 18584 20463 22373 31977 47073
50087

346 843 1352 13409 17376 18233 19119 19382 20578 24183 32052 32912 43204
 48539 49893
 76 457 1169 13516 14520 14638 22391 25294 31067 31325 36711 44072 44854
 49274 51624
 759 798 1420 6661 12101 12573 13796 15510 18384 26649 30875 36856 38994
 43634 49281
 551 797 1000 3999 10040 11246 15793 23298 23822 38480 39209 45334 46603
 46625 47633
 441 875 1554 5336 25948 28842 30329 31503 39203 39673 46250 47021 48555
 49229 51421
 963 1470 1642 3180 3943 6513 9125 15641 17083 18876 28499 32764 42420
 43922 45762
 293 324 867 8803 10582 17926 19830 22497 24848 30034 34659 37721 41523
 42534 47806
 687 975 1356 2721 3002 3874 4119 12336 17119 21251 22482 22833 24681 26225
 48514
 549 951 1268 9144 11710 12623 18949 19362 22769 32603 34559 34683 36338
 47140 51069
 52 890 1669 3905 5670 14712 18314 22297 30328 33389 35447 35512 35516
 40587 41918
 656 1063 1694 3338 3793 4513 6009 7441 13393 20920 26501 27576 29623 31261
 42093
 425 1018 1086 9226 10024 17552 24714 24877 25853 28918 30945 31205 33103
 42564 47214
 32 1145 1438 4916 4945 14830 17505 19919 24118 28506 30173 31754 34230
 48608 50291
 559 1216 1272 2856 8703 9371 9708 16180 19127 24337 26390 36649 41105
 42988 44096
 362 658 1191 7769 8998 14068 15921 18471 18780 31995 32798 32864 37293
 39468 44308
 1136 1389 1785 8800 12541 14723 15210 15859 26569 30127 31357 32898 38760

50523 51715
 44 80 1368 2010 2228 6614 6767 9275 25237 30208 39537 42041 49906 50701
 51199
 1522 1536 1765 3914 5350 10869 12278 12886 16379 22743 23987 26306 30966
 33854 41356
 212 648 709 3443 7007 7545 12484 13358 17008 20433 25862 31945 39207 39752
 40313
 789 1062 1431 12280 17415 18098 23729 37278 38454 38763 41039 44600 50700
 51139 51696
 825 1298 1391 4882 12738 17569 19177 19896 27401 37041 39181 39199 41832
 43636 45775
 992 1053 1485 3806 16929 18596 22017 23435 23932 30211 30390 34469 37213
 46220 49646
 771 850 1039 5180 7653 13547 17980 23365 25318 34374 36115 38753 42993
 49696 51031
 7383 14780 15959 18921 22579 28612 32038 36727 40851 41947 42707 50480
 8733 9464 13148 13899 19396 22933 23039 25047 29938 33588 33796 48930
 2493 12555 16706 23905 35400 36330 37065 38866 40305 43807 43917 50621
 6437 11927 14542 16617 17317 17755 18832 24772 29273 31136 36925 46663
 2191 3431 6288 6430 9908 13069 23014 24822 29818 39914 46010 47246

<표 A-3> 부호율 = 4/15 ($M_{inner} = 64800$)

276 1754 1780 3597 8549 15196 26305 27003 33883 37189 41042 41849 42356
 730 873 927 9310 9867 17594 21969 25106 25922 31167 35434 37742 45866
 925 1202 1564 2575 2831 2951 5193 13096 18363 20592 33786 34090 40900
 973 1045 1071 8545 8980 11983 18649 21323 22789 22843 26821 36720 37856
 402 1038 1689 2466 2893 13474 15710 24137 29709 30451 35568 35966 46436
 263 271 395 5089 5645 15488 16314 28778 29729 34350 34533 39608 45371
 387 1059 1306 1955 6990 20001 24606 28167 33802 35181 38481 38688 45140
 53 851 1750 3493 11415 18882 20244 23411 28715 30722 36487 38019 45416
 810 1044 1772 3906 5832 16793 17333 17910 23946 29650 34190 40673 45828

97 491 948 12156 13788 24970 33774 37539 39750 39820 41195 46464 46820
 192 899 1283 3732 7310 13637 13810 19005 24227 26772 31273 37665 44005
 424 531 1300 4860 8983 10137 16323 16888 17933 22458 26917 27835 37931
 130 279 731 3024 6378 18838 19746 21007 22825 23109 28644 32048 34667
 938 1041 1482 9589 10065 11535 17477 25816 27966 35022 35025 42536
 170 454 1312 5326 6765 23408 24090 26072 33037 38088 42985 46413
 220 804 843 2921 4841 7760 8303 11259 21058 21276 34346 37604
 676 713 832 11937 12006 12309 16329 26438 34214 37471 38179 42420
 714 931 1580 6837 9824 11257 15556 26730 32053 34461 35889 45821
 28 1097 1340 8767 9406 17253 29558 32857 37856 38593 41781 47101
 158 722 754 14489 23851 28160 30371 30579 34963 44216 46462 47463
 833 1326 1332 7032 9566 11011 21424 26827 29789 31699 32876 37498
 251 504 1075 4470 7736 11242 20397 32719 34453 36571 40344 46341
 330 581 868 15168 20265 26354 33624 35134 38609 44965 45209 46909
 729 1643 1732 3946 4912 9615 19699 30993 33658 38712 39424 46799
 546 982 1274 9264 11017 11868 15674 16277 19204 28606 39063 43331
 73 1160 1196 4334 12560 13583 14703 18270 18719 19327 38985 46779
 1147 1625 1759 3767 5912 11599 18561 19330 29619 33671 43346 44098
 104 1507 1586 9387 17890 23532 27008 27861 30966 33579 35541 39801
 1700 1746 1793 4941 7814 13746 20375 27441 30262 30392 35385 42848
 183 555 1029 3090 5412 8148 19662 23312 23933 28179 29962 35514
 891 908 1127 2827 4077 4376 4570 26923 27456 33699 43431 46071
 404 1110 1782 6003 14452 19247 26998 30137 31404 31624 46621 47366
 886 1627 1704 8193 8980 9648 10928 16267 19774 35111 38545 44735
 268 380 1214 4797 5168 9109 9288 17992 21309 33210 36210 41429
 572 1121 1165 6944 7114 20978 23540 25863 26190 26365 41521 44690
 18 185 496 5885 6165 20468 23895 24745 31226 33680 37665 38587
 289 527 1118 11275 12015 18088 22805 24679 28262 30160 34892 43212
 658 926 1589 7634 16231 22193 25320 26057 26512 27498 29472 34219
 337 801 1525 2023 3512 16031 26911 32719 35620 39035 43779 44316
 248 534 670 6217 11430 24090 26509 28712 33073 33912 38048 39813

82 1556 1575 7879 7892 14714 22404 22773 25531 34170 38203 38254
 247 313 1224 3694 14304 24033 26394 28101 37455 37859 38997 41344
 790 887 1418 2811 3288 9049 9704 13303 14262 38149 40109 40477
 1310 1384 1471 3716 8250 25371 26329 26997 30138 40842 41041 44921
 86 288 367 1860 8713 18211 22628 22811 28342 28463 40415 45845
 719 1438 1741 8258 10797 29270 29404 32096 34433 34616 36030 45597
 215 1182 1364 8146 9949 10498 18603 19304 19803 23685 43304 45121
 1243 1496 1537 8484 8851 16589 17665 20152 24283 28993 34274 39795
 6320 6785 15841 16309 20512 25804 27421 28941 43871 44647
 2207 2713 4450 12217 16506 21188 23933 28789 38099 42392
 14064 14307 14599 14866 17540 18881 21065 25823 30341 36963
 14259 14396 17037 26769 29219 29319 31689 33013 35631 37319
 7798 10495 12868 14298 17221 23344 31908 39809 41001 41965

<표 A-4> 부호율 = 5/15 ($M_{\text{inner}} = 64800$)

221 1011 1218 4299 7143 8728 11072 15533 17356 33909 36833
 360 1210 1375 2313 3493 16822 21373 23588 23656 26267 34098
 544 1347 1433 2457 9186 10945 13583 14858 19195 34606 37441
 37 596 715 4134 8091 12106 24307 24658 34108 40591 42883
 235 398 1204 2075 6742 11670 13512 23231 24784 27915 34752
 204 873 890 13550 16570 19774 34012 35249 37655 39885 42890
 221 371 514 11984 14972 15690 28827 29069 30531 31018 43121
 280 549 1435 1889 3310 10234 11575 15243 20748 30469 36005
 223 666 1248 13304 14433 14732 18943 21248 23127 38529 39272
 370 819 1065 9461 10319 25294 31958 33542 37458 39681 40039
 585 870 1028 5087 5216 12228 16216 16381 16937 27132 27893
 164 167 1210 7386 11151 20413 22713 23134 24188 36771 38992
 298 511 809 4620 7347 8873 19602 24162 29198 34304 41145
 105 830 1212 2415 14759 15440 16361 16748 22123 32684 42575
 659 665 668 6458 22130 25972 30697 31074 32048 36078 37129
 91 808 953 8015 8988 13492 13987 15979 28355 34509 39698

594 983 1265 3028 4029 9366 11069 11512 27066 40939 41639
 506 740 1321 1484 10747 16376 17384 20285 31502 38925 42606
 338 356 975 2022 3578 18689 18772 19826 22914 24733 27431
 709 1264 1366 4617 8893 25226 27800 29080 30277 37781 39644
 840 1179 1338 2973 3541 7043 12712 15005 17149 19910 36795
 1009 1267 1380 4919 12679 22889 29638 30987 34637 36232 37284
 466 913 1247 1646 3049 5924 9014 20539 34546 35029 36540
 374 697 984 1654 5870 10883 11684 20294 28888 31612 34031
 117 240 635 5093 8673 11323 12456 14145 21397 39619 42559
 122 1265 1427 13528 14282 15241 16852 17227 34723 36836 39791
 595 1180 1310 6952 17916 24725 24971 27243 29555 32138 35987
 140 470 1017 13222 13253 18462 20806 21117 28673 31598 37235
 7 710 1072 8014 10804 13303 14292 16690 26676 36443 41966
 48 189 759 12438 14523 16388 23178 27315 28656 29111 29694
 285 387 410 4294 4467 5949 25386 27898 34880 41169 42614
 474 545 1320 10506 13186 18126 27110 31498 35353 36193 37322
 1075 1130 1424 11390 13312 14161 16927 25071 25844 34287 38151
 161 396 427 5944 17281 22201 25218 30143 35566 38261 42513
 233 247 694 1446 3180 3507 9069 20764 21940 33422 39358
 271 508 1013 6271 21760 21858 24887 29808 31099 35475 39924
 8 674 1329 3135 5110 14460 28108 28388 31043 31137 31863
 1035 1222 1409 8287 16083 24450 24888 29356 30329 37834 39684
 391 1090 1128 1866 4095 10643 13121 14499 20056 22195 30593
 55 161 1402 6289 6837 8791 17937 21425 26602 30461 37241
 110 377 1228 6875 13253 17032 19008 23274 32285 33452 41630
 360 638 1355 5933 12593 13533 23377 23881 24586 26040 41663
 535 1240 1333 3354 10860 16032 32573 34908 34957 39255 40759
 526 936 1321 7992 10260 18527 28248 29356 32636 34666 35552
 336 785 875 7530 13062 13075 18925 27963 28703 33688 36502
 36 591 1062 1518 3821 7048 11197 17781 19408 22731 24783
 214 1145 1223 1546 9475 11170 16061 21273 38688 40051 42479

1136 1226 1423 20227 22573 24951 26462 29586 34915 42441 43048
 26 276 1425 6048 7224 7917 8747 27559 28515 35002 37649
 127 294 437 4029 8585 9647 11904 24115 28514 36893 39722
 748 1093 1403 9536 19305 20468 31049 38667 40502 40720 41949
 96 638 743 9806 12101 17751 22732 24937 32007 32594 38504
 649 904 1079 2770 3337 9158 20125 24619 32921 33698 35173
 401 518 984 7372 12438 12582 18704 35874 39420 39503 39790
 10 451 1077 8078 16320 17409 25807 28814 30613 41261 42955
 405 592 1178 15936 18418 19585 21966 24219 30637 34536 37838
 50 584 851 9720 11919 22544 22545 25851 35567 41587 41876
 911 1113 1176 1806 10058 10809 14220 19044 20748 29424 36671
 441 550 1135 1956 11254 18699 30249 33099 34587 35243 39952
 510 1016 1281 8621 13467 13780 15170 16289 20925 26426 34479
 4969 5223 17117 21950 22144 24043 27151 39809
 11452 13622 18918 19670 23995 32647 37200 37399
 6351 6426 13185 13973 16699 22524 31070 31916
 4098 10617 14854 18004 28580 36158 37500 38552

<표 A-5> 부호율 = 6/15 ($N_{\text{inner}} = 64800$)

1606 3402 4961 6751 7132 11516 12300 12482 12592 13342 13764 14123 21576
23946 24533 25376 25667 26836 31799 34173 35462 36153 36740 37085 37152
37468 37658
4621 5007 6910 8732 9757 11508 13099 15513 16335 18052 19512 21319 23663
25628 27208 31333 32219 33003 33239 33447 36200 36473 36938 37201 37283
37495 38642
16 1094 2020 3080 4194 5098 5631 6877 7889 8237 9804 10067 11017 11366
13136 13354 15379 18934 20199 24522 26172 28666 30386 32714 36390 37015
37162
700 897 1708 6017 6490 7372 7825 9546 10398 16605 18561 18745 21625 22137
23693 24340 24966 25015 26995 28586 28895 29687 33938 34520 34858 37056
38297
159 2010 2573 3617 4452 4958 5556 5832 6481 8227 9924 10836 14954 15594
16623 18065 19249 22394 22677 23408 23731 24076 24776 27007 28222 30343
38371
3118 3545 4768 4992 5227 6732 8170 9397 10522 11508 15536 20218 21921
28599 29445 29758 29968 31014 32027 33685 34378 35867 36323 36728 36870
38335 38623
1264 4254 6936 9165 9486 9950 10861 11653 13697 13961 15164 15665 18444
19470 20313 21189 24371 26431 26999 28086 28251 29261 31981 34015 35850
36129 37186
111 1307 1628 2041 2524 5358 7988 8191 10322 11905 12919 14127 15515 15711
17061 19024 21195 22902 23727 24401 24608 25111 25228 27338 35398 37794
38196
961 3035 7174 7948 13355 13607 14971 18189 18339 18665 18875 19142 20615
21136 21309 21758 23366 24745 25849 25982 27583 30006 31118 32106 36469
36583 37920
2990 3549 4273 4808 5707 6021 6509 7456 8240 10044 12262 12660 13085 14750
15680 16049 21587 23997 25803 28343 28693 34393 34860 35490 36021 37737
38296

955 4323 5145 6885 8123 9730 11840 12216 19194 20313 23056 24248 24830
 25268 26617 26801 28557 29753 30745 31450 31973 32839 33025 33296 35710
 37366 37509
 264 605 4181 4483 5156 7238 8863 10939 11251 12964 16254 17511 20017 22395
 22818 23261 23422 24064 26329 27723 28186 30434 31956 33971 34372 36764
 38123
 520 2562 2794 3528 3860 4402 5676 6963 8655 9018 9783 11933 16336 17193
 17320 19035 20606 23579 23769 24123 24966 27866 32457 34011 34499 36620
 37526
 10106 10637 10906 34242
 1856 15100 19378 21848
 943 11191 27806 29411
 4575 6359 13629 19383
 4476 4953 18782 24313
 5441 6381 21840 35943
 9638 9763 12546 30120
 9587 10626 11047 25700
 4088 15298 28768 35047
 2332 6363 8782 28863
 4625 4933 28298 30289
 3541 4918 18257 31746
 1221 25233 26757 34892
 8150 16677 27934 30021
 8500 25016 33043 38070
 7374 10207 16189 35811
 611 18480 20064 38261
 25416 27352 36089 38469
 1667 17614 25839 32776
 4118 12481 21912 37945
 5573 13222 23619 31271
 18271 26251 27182 30587

14690 26430 26799 34355
13688 16040 20716 34558
2740 14957 23436 32540
3491 14365 14681 36858
4796 6238 25203 27854
1731 12816 17344 26025
19182 21662 23742 27872
6502 13641 17509 34713
12246 12372 16746 27452
1589 21528 30621 34003
12328 20515 30651 31432
3415 22656 23427 36395
632 5209 25958 31085
619 3690 19648 37778
9528 13581 26965 36447
2147 26249 26968 28776
15698 18209 30683
1132 19888 34111
4608 25513 38874
475 1729 34100
7348 32277 38587
182 16473 33082
3865 9678 21265
4447 20151 27618
6335 14371 38711
704 9695 28858
4856 9757 30546
1993 19361 30732
756 28000 29138
3821 24076 31813
4611 12326 32291

7628 21515 34995
1246 13294 30068
6466 33233 35865
14484 23274 38150
21269 36411 37450
23129 26195 37653

<표 A-6> 부호율 = 7/15 ($N_{\text{inner}} = 64800$)

460 792 1007 4580 11452 13130 26882 27020 32439
 35 472 1056 7154 12700 13326 13414 16828 19102
 45 440 772 4854 7863 26945 27684 28651 31875
 744 812 892 1509 9018 12925 14140 21357 25106
 271 474 761 4268 6706 9609 19701 19707 24870
 223 477 662 1987 9247 18376 22148 24948 27694
 44 379 786 8823 12322 14666 16377 28688 29924
 104 219 562 5832 19665 20615 21043 22759 32180
 41 43 870 7963 13718 14136 17216 30470 33428
 592 744 887 4513 6192 18116 19482 25032 34095
 456 821 1078 7162 7443 8774 15567 17243 33085
 151 666 977 6946 10358 11172 18129 19777 32234
 236 793 870 2001 6805 9047 13877 30131 34252
 297 698 772 3449 4204 11608 22950 26071 27512
 202 428 474 3205 3726 6223 7708 20214 25283
 139 719 915 1447 2938 11864 15932 21748 28598
 135 853 902 3239 18590 20579 30578 33374 34045
 9 13 971 11834 13642 17628 21669 24741 30965
 344 531 730 1880 16895 17587 21901 28620 31957
 7 192 380 3168 3729 5518 6827 20372 34168
 28 521 681 4313 7465 14209 21501 23364 25980
 269 393 898 3561 11066 11985 17311 26127 30309
 42 82 707 4880 4890 9818 23340 25959 31695
 189 262 707 6573 14082 22259 24230 24390 24664
 383 568 573 5498 13449 13990 16904 22629 34203
 585 596 820 2440 2488 21956 28261 28703 29591
 755 763 795 5636 16433 21714 23452 31150 34545
 23 343 669 1159 3507 13096 17978 24241 34321
 316 384 944 4872 8491 18913 21085 23198 24798
 64 314 765 3706 7136 8634 14227 17127 23437

220 693 899 8791 12417 13487 18335 22126 27428
 285 794 1045 8624 8801 9547 19167 21894 32657
 386 621 1045 1634 1882 3172 13686 16027 22448
 95 622 693 2827 7098 11452 14112 18831 31308
 446 813 928 7976 8935 13146 27117 27766 33111
 89 138 241 3218 9283 20458 31484 31538 34216
 277 420 704 9281 12576 12788 14496 15357 20585
 141 643 758 4894 10264 15144 16357 22478 26461
 17 108 160 13183 15424 17939 19276 23714 26655
 109 285 608 1682 20223 21791 24615 29622 31983
 123 515 622 7037 13946 15292 15606 16262 23742
 264 565 923 6460 13622 13934 23181 25475 26134
 202 548 789 8003 10993 12478 16051 25114 27579
 121 450 575 5972 10062 18693 21852 23874 28031
 507 560 889 12064 13316 19629 21547 25461 28732
 664 786 1043 9137 9294 10163 23389 31436 34297
 45 830 907 10730 16541 21232 30354 30605 31847
 203 507 1060 6971 12216 13321 17861 22671 29825
 369 881 952 3035 12279 12775 17682 17805 34281
 683 709 1032 3787 17623 24138 26775 31432 33626
 524 792 1042 12249 14765 18601 25811 32422 33163
 137 639 688 7182 8169 10443 22530 24597 29039
 159 643 749 16386 17401 24135 28429 33468 33469
 107 481 555 7322 13234 19344 23498 26581 31378
 249 389 523 3421 10150 17616 19085 20545 32069
 395 738 1045 2415 3005 3820 19541 23543 31068
 27 293 703 1717 3460 8326 8501 10290 32625
 126 247 515 6031 9549 10643 22067 29490 34450
 331 471 1007 3020 3922 7580 23358 28620 30946
 222 542 1021 3291 3652 13130 16349 33009 34348
 532 719 1038 5891 7528 23252 25472 31395 31774

145 398 774 7816 13887 14936 23708 31712 33160
 88 536 600 1239 1887 12195 13782 16726 27998
 151 269 585 1445 3178 3970 15568 20358 21051
 650 819 865 15567 18546 25571 32038 33350 33620
 93 469 800 6059 10405 12296 17515 21354 22231
 97 206 951 6161 16376 27022 29192 30190 30665
 412 549 986 5833 10583 10766 24946 28878 31937
 72 604 659 5267 12227 21714 32120 33472 33974
 25 902 912 1137 2975 9642 11598 25919 28278
 420 976 1055 8473 11512 20198 21662 25443 30119
 1 24 932 6426 11899 13217 13935 16548 29737
 53 618 988 6280 7267 11676 13575 15532 25787
 111 739 809 8133 12717 12741 20253 20608 27850
 120 683 943 14496 15162 15440 18660 27543 32404
 600 754 1055 7873 9679 17351 27268 33508
 344 756 1054 7102 7193 22903 24720 27883
 582 1003 1046 11344 23756 27497 27977 32853
 28 429 509 11106 11767 12729 13100 31792
 131 555 907 5113 10259 10300 20580 23029
 406 915 977 12244 20259 26616 27899 32228
 46 195 224 1229 4116 10263 13608 17830
 19 819 953 7965 9998 13959 30580 30754
 164 1003 1032 12920 15975 16582 22624 27357
 8433 11894 13531 17675 25889 31384
 3166 3813 8596 10368 25104 29584
 2466 8241 12424 13376 24837 32711

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 A-7> 부호율 = 8/15 ($N_{\text{inner}} = 64800$)

2768 3039 4059 5856 6245 7013 8157 9341 9802 10470	5496 15681 21854
11521 12083 16610 18361 20321 24601 27420 28206	12697 13407 22178
29788	12788 21227 22894
2739 8244 8891 9157 12624 12973 15534 16622 16919	629 2854 6232
18402 18780 19854 20220 20543 22306 25540 27478	2289 18227 27458
27678 28053	7593 21935 23001
1727 2268 6246 7815 9010 9556 10134 10472 11389 14599	3836 7081 12282
15719 16204 17342 17666 18850 22058 25579 25860	7925 18440 23135
29207	497 6342 9717
28 1346 3721 5565 7019 9240 12355 13109 14800 16040	11199 22046 30067
16839 17369 17631 19357 19473 19891 20381 23911	12572 28045 28990
29683	1240 2023 10933
869 2450 4386 5316 6160 7107 10362 11132 11271 13149	19566 20629 25186
16397 16532 17113 19894 22043 22784 27383 28615	6442 13303 28813
28804	4765 10572 16180
508 4292 5831 8559 10044 10412 11283 14810 15888	552 19301 24286
17243 17538 19903 20528 22090 22652 27235 27384	6782 18480 21383
28208 28485	11267 12288 15758
389 2248 5840 6043 7000 9054 11075 11760 12217 12565	771 5652 15531
13587 15403 19422 19528 21493 25142 27777 28566	16131 20047 25649
28702	13227 23035 24450
1015 2002 5764 6777 9346 9629 11039 11153 12690 13068	4839 13467 27488
13990 16841 17702 20021 24106 26300 29332 30081	2852 4677 22993
30196	2504 28116 29524
1480 3084 3467 4401 4798 5187 7851 11368 12323 14325	12518 17374 24267
14546 16360 17158 18010 21333 25612 26556 26906	1222 11859 27922
27005	9660 17286 18261
6925 8876 12392 14529 15253 15437 19226 19950 20321	232 11296 29978
23021 23651 24393 24653 26668 27205 28269 28529	9750 11165 16295
29041 29292	4894 9505 23622

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2547 3404 3538 4666 5126 5468 7695 8799 14732 15072	10861 11980 14110
15881 17410 18971 19609 19717 22150 24941 27908	2128 15883 22836
29018	6274 17243 21989
888 1581 2311 5511 7218 9107 10454 12252 13662 15714	10866 13202 22517
15894 17025 18671 24304 25316 25556 28489 28977	11159 16111 21608
29212	3719 18787 22100
1047 1494 1718 4645 5030 6811 7868 8146 10611 15767	1756 2020 23901
17682 18391 22614 23021 23763 25478 26491 29088	20913 29473 30103
29757	2729 15091 26976
59 1781 1900 3814 4121 8044 8906 9175 11156 14841	4410 8217 12963
15789 16033 16755 17292 18550 19310 22505 29567	5395 24564 28235
29850	3859 17909 23051
1952 3057 4399 9476 10171 10769 11335 11569 15002	5733 26005 29797
19501 20621 22642 23452 24360 25109 25290 25828	1935 3492 29773
28505 29122	11903 21380 29914
2895 3070 3437 4764 4905 6670 9244 11845 13352 13573	6091 10469 29997
13975 14600 15871 17996 19672 20079 20579 25327	2895 8930 15594
27958	1827 10028 20070
612 1528 2004 4244 4599 4926 5843 7684 10122 10443	
12267 14368 18413 19058 22985 24257 26202 26596	
27899	
1361 2195 4146 6708 7158 7538 9138 9998 14862 15359	
16076 18925 21401 21573 22503 24146 24247 27778	
29312	
5229 6235 7134 7655 9139 13527 15408 16058 16705	
18320 19909 20901 22238 22437 23654 25131 27550	
28247 29903	
697 2035 4887 5275 6909 9166 11805 15338 16381 18403	
20425 20688 21547 24590 25171 26726 28848 29224	
29412	
5379 17329 22659 23062	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

11814 14759 22329 22936	
2423 2811 10296 12727	
8460 15260 16769 17290	
14191 14608 29536 30187	
7103 10069 20111 22850	
4285 15413 26448 29069	
548 2137 9189 10928	
4581 7077 23382 23949	
3942 17248 19486 27922	
8668 10230 16922 26678	
6158 9980 13788 28198	
12422 16076 24206 29887	
8778 10649 18747 22111	
21029 22677 27150 28980	
7918 15423 27672 27803	
5927 18086 23525	
3397 15058 30224	
24016 25880 26268	
1096 4775 7912	
3259 17301 20802	
129 8396 15132	
17825 28119 28676	
2343 8382 28840	
3907 18374 20939	
1132 1290 8786	
1481 4710 28846	
2185 3705 26834	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 A-8> 부호율 = 9/15 ($N_{\text{inner}} = 64800$)

113 1557 3316 5680 6241 10407 13404 13947 14040 14353	56 4564 19121
15522 15698 16079 17363 19374 19543 20530 22833	5595 15086 25892
24339	3174 17127 23183
271 1361 6236 7006 7307 7333 12768 15441 15568 17923	19397 19817 20275
18341 20321 21502 22023 23938 25351 25590 25876	12561 24571 25825
25910	7111 9889 25865
73 605 872 4008 6279 7653 10346 10799 12482 12935	19104 20189 21851
13604 15909 16526 19782 20506 22804 23629 24859	549 9686 25548
25600	6586 20325 25906
1445 1690 4304 4851 8919 9176 9252 13783 16076 16675	3224 20710 21637
17274 18806 18882 20819 21958 22451 23869 23999	641 15215 25754
24177	13484 23729 25818
1290 2337 5661 6371 8996 10102 10941 11360 12242	2043 7493 24246
14918 16808 20571 23374 24046 25045 25060 25662	16860 25230 25768
25783 25913	22047 24200 24902
28 42 1926 3421 3503 8558 9453 10168 15820 17473	9391 18040 19499
19571 19685 22790 23336 23367 23890 24061 25657	7855 24336 25069
25680	23834 25570 25852
0 1709 4041 4932 5968 7123 8430 9564 10596 11026	1977 8800 25756
14761 19484 20762 20858 23803 24016 24795 25853	6671 21772 25859
25863	3279 6710 24444
29 1625 6500 6609 16831 18517 18568 18738 19387 20159	24099 25117 25820
20544 21603 21941 24137 24269 24416 24803 25154	5553 12306 25915
25395	48 11107 23907
55 66 871 3700 11426 13221 15001 16367 17601 18380	10832 11974 25773
22796 23488 23938 25476 25635 25678 25807 25857	2223 17905 25484
25872	16782 17135 20446
1 19 5958 8548 8860 11489 16845 18450 18469 19496	475 2861 3457
20190 23173 25262 25566 25668 25679 25858 25888	16218 22449 24362
25915	11716 22200 25897

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

7520 7690 8855 9183 14654 16695 17121 17854 18083	8315 15009 22633
18428 19633 20470 20736 21720 22335 23273 25083	13 20480 25852
25293 25403	12352 18658 25687
48 58 410 1299 3786 10668 18523 18963 20864 22106	3681 14794 23703
22308 23033 23107 23128 23990 24286 24409 24595	30 24531 25846
25802	4103 22077 24107
12 51 3894 6539 8276 10885 11644 12777 13427 14039	23837 25622 25812
15954 17078 19053 20537 22863 24521 25087 25463	3627 13387 25839
25838	908 5367 19388
3509 8748 9581 11509 15884 16230 17583 19264 20900	0 6894 25795
21001 21310 22547 22756 22959 24768 24814 25594	20322 23546 25181
25626 25880	8178 25260 25437
21 29 69 1448 2386 4601 6626 6667 10242 13141 13852	2449 13244 22565
14137 18640 19951 22449 23454 24431 25512 25814	31 18928 22741
18 53 7890 9934 10063 16728 19040 19809 20825 21522	1312 5134 14838
21800 23582 24556 25031 25547 25562 25733 25789	6085 13937 24220
25906	66 14633 25670
4096 4582 5766 5894 6517 10027 12182 13247 15207	47 22512 25472
17041 18958 20133 20503 22228 24332 24613 25689	8867 24704 25279
25855 25883	6742 21623 22745
0 25 819 5539 7076 7536 7695 9532 13668 15051 17683	147 9948 24178
19665 20253 21996 24136 24890 25758 25784 25807	8522 24261 24307
34 40 44 4215 6076 7427 7965 8777 11017 15593 19542	19202 22406 24609
22202 22973 23397 23423 24418 24873 25107 25644	
1595 6216 22850 25439	
1562 15172 19517 22362	
7508 12879 24324 24496	
6298 15819 16757 18721	
11173 15175 19966 21195	
59 13505 16941 23793	
2267 4830 12023 20587	

8827 9278 13072 16664	
14419 17463 23398 25348	
6112 16534 20423 22698	
493 8914 21103 24799	
6896 12761 13206 25873	
2 1380 12322 21701	
11600 21306 25753 25790	
8421 13076 14271 15401	
9630 14112 19017 20955	
212 13932 21781 25824	
5961 9110 16654 19636	
58 5434 9936 12770	
6575 11433 19798	
2731 7338 20926	
14253 18463 25404	
21791 24805 25869	
2 11646 15850	
6075 8586 23819	
18435 22093 24852	
2103 2368 11704	
10925 17402 18232	
9062 25061 25674	
18497 20853 23404	
18606 19364 19551	
7 1022 25543	
6744 15481 25868	
9081 17305 25164	
8 23701 25883	
9680 19955 22848	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 A-9> 부호율 = 10/15 ($N_{\text{inner}} = 64800$)

316 1271 3692 9495 12147 12849 14928 16671 16938	615 1249 4639
17864 19108 20502 21097 21115	3821 12073 18506
2341 2559 2643 2816 2865 5137 5331 7000 7523 8023	1066 16522 21536
10439 10797 13208 15041	11307 18363 19740
5556 6858 7677 10162 10207 11349 12321 12398 14787	3240 8560 10391
15743 15859 15952 19313 20879	3124 11424 20779
349 573 910 2702 3654 6214 9246 9353 10638 11772	1604 8861 17394
14447 14953 16620 19888	2083 7400 8093
204 1390 2887 3835 6230 6533 7443 7876 9299 10291	3218 7454 9155
10896 13960 18287 20086	9855 15998 20533
541 2429 2838 7144 8523 8637 10490 10585 11074 12074	316 2850 20652
15762 16812 17900 18548	5583 9768 10333
733 1659 3838 5323 5805 7882 9429 10682 13697 16909	7147 7713 18339
18846 19587 19592 20904	12607 17428 21418
1134 2136 4631 4653 4718 5197 10410 11666 14996 15305	14216 16954 18164
16048 17417 18960 20303	8477 15970 18488
734 1001 1283 4959 10016 10176 10973 11578 12051	1632 8032 9751
15550 15915 19022 19430 20121	4573 9080 13507
745 4057 5855 9885 10594 10989 13156 13219 13351	11747 12441 13876
13631 13685 14577 17713 20386	1183 15605 16675
968 1446 2130 2502 3092 3787 5323 8104 8418 9998	4408 10264 17109
11681 13972 17747 17929	5495 7882 12150
3020 3857 5275 5786 6319 8608 11943 14062 17144 17752	1010 3763 5065
18001 18453 19311 21414	9828 18054 21599
709 747 1038 2181 5320 8292 10584 10859 13964 15009	6342 7353 15358
15277 16953 20675 21509	6362 9462 19999
1663 3247 5003 5760 7186 7360 10346 14211 14717 14792	7184 13693 17622
15155 16128 17355 17970	4343 4654 10995
516 578 1914 6147 9419 11148 11434 13289 13325 13332	7099 8466 18520
19106 19257 20962 21556	11505 14395 15138

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

5009 5632 6531 9430 9886 10621 11765 13969 16178	6779 16691 18726
16413 18110 18249 20616 20759	7146 12644 20196
457 2686 3318 4608 5620 5858 6480 7430 9602 12691	5865 16728 19634
14664 18777 20152 20848	4657 8714 21246
33 2877 5334 6851 7907 8654 10688 15401 16123 17942	4580 5279 18750
17969 18747 18931 20224	3767 6620 18905
87 897 7636 8663 11425 12288 12672 14199 16435 17615	9209 13093 17575
17950 18953 19667 20281	12486 15875 19791
1042 1832 2545 2719 2947 3672 3700 6249 6398 6833	8046 14636 17491
11114 14283 17694 20477	2120 4643 13206
326 488 2662 2880 3009 5357 6587 8882 11604 14374	6186 9675 12601
18781 19051 19057 20508	784 5770 21585
854 1294 2436 2852 4903 6466 7761 9072 9564 10321	
13638 15658 16946 19119	
194 899 1711 2408 2786 5391 7108 8079 8716 11453	
17303 19484 20989 21389	
1631 3121 3994 5005 7810 8850 10315 10589 13407 17162	
18624 18758 19311 20301	
736 2424 4792 5600 6370 10061 16053 16775 18600	
1254 8163 8876 9157 12141 14587 16545 17175 18191	
388 6641 8974 10607 10716 14477 16825 17191 18400	
5578 6082 6824 7360 7745 8655 11402 11665 12428	
3603 8729 13463 14698 15210 19112 19550 20727 21052	
48 1732 3805 5158 15442 16909 19854 21071 21579	
11707 14014 21531	
1542 4133 4925	
10083 13505 21198	
14300 15765 16752	
778 1237 11215	
1325 3199 14534	
2007 14510 20599	

1996 5881 16429	
5111 15018 15980	
4989 10681 12810	
3763 10715 16515	
2259 10080 15642	
9032 11319 21305	
3915 15213 20884	
11150 15022 20201	
1147 6749 19625	
12139 12939 18870	
3840 4634 10244	
1018 10231 17720	
2708 13056 13393	
5781 11588 18888	
1345 2036 5252	
5908 8143 15141	
1804 13693 18640	
10433 13965 16950	
9568 10122 15945	
547 6722 14015	
321 12844 14095	
2632 10513 14936	
6369 11995 20321	
9920 19136 21529	
1990 2726 10183	
5763 12118 15467	
503 10006 19564	
9839 11942 19472	
11205 13552 15389	
8841 13797 19697	
124 6053 18224	

6477 14406 21146	
1224 8027 16011	
3046 4422 17717	
739 12308 17760	
4014 4130 7835	
2266 5652 11981	
2711 7970 18317	
2196 15229 17217	
8636 13302 16764	
5612 15010 16657	

<표 A-10> 부호율 = 11/15 ($M_{inner} = 64800$)

696 989 1238 3091 3116 3738 4269 6406 7033 8048 9157	16936 17122 17162
10254 12033 16456 16912	4868 8451 13183
444 1488 6541 8626 10735 12447 13111 13706 14135	3714 4451 16919
15195 15947 16453 16916 17137 17268	11313 13801 17132
401 460 992 1145 1576 1678 2238 2320 4280 6770 10027	17070 17191 17242
12486 15363 16714 17157	1911 11201 17186
1161 3108 3727 4508 5092 5348 5582 7727 11793 12515	14 17190 17254
12917 13362 14247 16717 17205	11760 16008 16832
542 1190 6883 7911 8349 8835 10489 11631 14195 15009	14543 17033 17278
15454 15482 16632 17040 17063	16129 16765 17155
17 487 776 880 5077 6172 9771 11446 12798 16016 16109	6891 15561 17007
16171 17087 17132 17226	12741 14744 17116
1337 3275 3462 4229 9246 10180 10845 10866 12250	8992 16661 17277
13633 14482 16024 16812 17186 17241	1861 11130 16742
15 980 2305 3674 5971 8224 11499 11752 11770 12897	4822 13331 16192
14082 14836 15311 16391 17209	13281 14027 14989
0 3926 5869 8696 9351 9391 11371 14052 14172 14636	38 14887 17141
14974 16619 16961 17033 17237	10698 13452 15674
3033 5317 6501 8579 10698 12168 12966 14019 15392	4 2539 16877

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

15806 15991 16493 16690 17062 17090	857 17170 17249
981 1205 4400 6410 11003 13319 13405 14695 15846	11449 11906 12867
16297 16492 16563 16616 16862 16953	285 14118 16831
1725 4276 8869 9588 14062 14486 15474 15548 16300	15191 17214 17242
16432 17042 17050 17060 17175 17273	39 728 16915
1807 5921 9960 10011 14305 14490 14872 15852 16054	2469 12969 15579
16061 16306 16799 16833 17136 17262	16644 17151 17164
2826 4752 6017 6540 7016 8201 14245 14419 14716 15983	2592 8280 10448
16569 16652 17171 17179 17247	9236 12431 17173
1662 2516 3345 5229 8086 9686 11456 12210 14595 15808	9064 16892 17233
16011 16421 16825 17112 17195	4526 16146 17038
2890 4821 5987 7226 8823 9869 12468 14694 15352 15805	31 2116 16083
16075 16462 17102 17251 17263	15837 16951 17031
3751 3890 4382 5720 10281 10411 11350 12721 13121	5362 8382 16618
14127 14980 15202 15335 16735 17123	6137 13199 17221
26 30 2805 5457 6630 7188 7477 7556 11065 16608 16859	2841 15068 17068
16909 16943 17030 17103	24 3620 17003
40 4524 5043 5566 9645 10204 10282 11696 13080 14837	9880 15718 16764
15607 16274 17034 17225 17266	1784 10240 17209
904 3157 6284 7151 7984 11712 12887 13767 15547 16099	2731 10293 10846
16753 16829 17044 17250 17259	3121 8723 16598
7 311 4876 8334 9249 11267 14072 14559 15003 15235	8563 15662 17088
15686 16331 17177 17238 17253	13 1167 14676
4410 8066 8596 9631 10369 11249 12610 15769 16791	29 13850 15963
16960 17018 17037 17062 17165 17204	3654 7553 8114
24 8261 9691 10138 11607 12782 12786 13424 13933	23 4362 14865
15262 15795 16476 17084 17193 17220	4434 14741 16688
88 11622 14705 15890	8362 13901 17244
304 2026 2638 6018	13687 16736 17232
1163 4268 11620 17232	46 4229 13394
9701 11785 14463 17260	13169 16383 16972

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

4118 10952 12224 17006	16031 16681 16952
3647 10823 11521 12060	3384 9894 12580
1717 3753 9199 11642	9841 14414 16165
2187 14280 17220	5013 17099 17115
14787 16903 17061	2130 8941 17266
381 3534 4294	6907 15428 17241
3149 6947 8323	16 1860 17235
12562 16724 16881	2151 16014 16643
7289 9997 15306	14954 15958 17222
5615 13152 17260	3969 8419 15116
5666 16926 17027	31 15593 16984
4190 7798 16831	11514 16605 17255
4778 10629 17180	
10001 13884 15453	
6 2237 8203	
7831 15144 15160	
9186 17204 17243	
9435 17168 17237	
42 5701 17159	
7812 14259 15715	
39 4513 6658	
38 9368 11273	
1119 4785 17182	
5620 16521 16729	
16 6685 17242	
210 3452 12383	
466 14462 16250	
10548 12633 13962	
1452 6005 16453	
22 4120 13684	
5195 11563 16522	

5518 16705 17201	
12233 14552 15471	
6067 13440 17248	
8660 8967 17061	
8673 12176 15051	
5959 15767 16541	
3244 12109 12414	
31 15913 16323	
3270 15686 16653	
24 7346 14675	
12 1531 8740	
6228 7565 16667	

<표 A-10> 부호율 = 12/15 ($M_{inner} = 64800$)

584 1472 1621 1867 3338 3568 3723 4185 5126 5889 7737	4023 6108 6911
8632 8940 9725	8621 10184 11650
221 445 590 3779 3835 6939 7743 8280 8448 8491 9367	6726 10861 12348
10042 11242 12917	3228 6302 7388
4662 4837 4900 5029 6449 6687 6751 8684 9936 11681	1 1137 5358
11811 11886 12089 12909	381 2424 8537
2418 3018 3647 4210 4473 7447 7502 9490 10067 11092	3256 7508 10044
11139 11256 12201 12383	1980 2219 4569
2591 2947 3349 3406 4417 4519 5176 6672 8498 8863	2468 5699 10319
9201 11294 11376 12184	2803 3314 12808
27 101 197 290 871 1727 3911 5411 6676 8701 9350 10310	8578 9642 11533
10798 12439	829 4585 7923
1765 1897 2923 3584 3901 4048 6963 7054 7132 9165	59 329 5575
10184 10824 11278 12669	1067 5709 6867
2183 3740 4808 5217 5660 6375 6787 8219 8466 9037	1175 4744 12219
10353 10583 11118 12762	109 2518 6756
73 1594 2146 2715 3501 3572 3639 3725 6959 7187 8406	2105 10626 11153

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

10120 10507 10691	5192 10696 10749
240 732 1215 2185 2788 2830 3499 3881 4197 4991 6425	6260 7641 8233
7061 9756 10491	2998 3094 11214
831 1568 1828 3424 4319 4516 4639 6018 9702 10203	3398 6466 11494
10417 11240 11518 12458	6574 10448 12160
2024 2970 3048 3638 3676 4152 5284 5779 5926 9426	2734 10755 12780
9945 10873 11787 11837	1028 7958 10825
1049 1218 1651 2328 3493 4363 5750 6483 7613 8782	8545 8602 10793
9738 9803 11744 11937	392 3398 11417
1193 2060 2289 2964 3478 4592 4756 6709 7162 8231	6639 9291 12571
8326 11140 11908 12243	1067 7919 8934
978 2120 2439 3338 3850 4589 6567 8745 9656 9708	1064 2848 12753
10161 10542 10711 12639	6076 8656 12690
2403 2938 3117 3247 3711 5593 5844 5932 7801 10152	5504 6193 10171
10226 11498 12162 12941	1951 7156 7356
1781 2229 2276 2533 3582 3951 5279 5774 7930 9824	4389 4780 7889
10920 11038 12340 12440	526 4804 9141
289 384 1980 2230 3464 3873 5958 8656 8942 9006 10175	1238 3648 10464
11425 11745 12530	2587 5624 12557
155 354 1090 1330 2002 2236 3559 3705 4922 5958 6576	5560 5903 11963
8564 9972 12760	1134 2570 3297
303 876 2059 2142 5244 5330 6644 7576 8614 9598 10410	10041 11583 12157
10718 11033 12957	1263 9585 12912
3449 3617 4408 4602 4727 6182 8835 8928 9372 9644	3744 7898 10646
10237 10747 11655 12747	45 9074 10315
811 2565 2820 8677 8974 9632 11069 11548 11839 12107	1051 6188 10038
12411 12695 12812 12890	2242 8394 12712
972 4123 4943 6385 6449 7339 7477 8379 9177 9359	3598 9025 12651
10074 11709 12552 12831	2295 3540 5610
842 973 1541 2262 2905 5276 6758 7099 7894 8128 8325	1914 4378 12423
8663 8875 10050	1766 3635 12759

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

474 791 968 3902 4924 4965 5085 5908 6109 6329 7931	5177 9586 11143
9038 9401 10568	943 3590 11649
1397 4461 4658 5911 6037 7127 7318 8678 8924 9000	4864 6905 10454
9473 9602 10446 12692	5852 6042 10421
1334 7571 12881	6095 8285 12349
1393 1447 7972	2070 7171 8563
633 1257 10597	718 12234 12716
4843 5102 11056	512 10667 11353
3294 8015 10513	3629 6485 7040
1108 10374 10546	2880 8865 11466
5353 7824 10111	4490 10220 11796
3398 7674 8569	5440 8819 9103
7719 9478 10503	5262 7543 12411
2997 9418 9581	516 7779 10940
5777 6519 11229	2515 5843 9202
1966 5214 9899	4684 5994 10586
6 4088 5827	573 2270 3324
836 9248 9612	7870 8317 10322
483 7229 7548	6856 7638 12909
7865 8289 9804	1583 7669 10781
2915 11098 11900	8141 9085 12555
6180 7096 9481	3903 5485 9992
1431 6786 8924	4467 11998 12904
748 6757 8625	
3312 4475 7204	
1852 8958 11020	
1915 2903 4006	
6776 10886 12531	
2594 9998 12742	
159 2002 12079	
853 3281 3762	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

5201 5798 6413	
3882 6062 12047	
4133 6775 9657	
228 6874 11183	
7433 10728 10864	
7735 8073 12734	
2844 4621 11779	
3909 7103 12804	
6002 9704 11060	
5864 6856 7681	
3652 5869 7605	
2546 2657 4461	
2423 4203 9111	
244 1855 4691	
1106 2178 6371	
391 1617 10126	
250 9259 10603	
3435 4614 6924	
1742 8045 9529	
7667 8875 11451	

<표 A-10> 부호율 = 13/15 ($M_{inner} = 64800$)

142 2307 2598 2650 4028 4434 5781 5881 6016 6323 6681	1704 2480 4181
6698 8125	7338 7929 7990
2932 4928 5248 5256 5983 6773 6828 7789 8426 8494	2615 3905 7981
8534 8539 8583	4298 4548 8296
899 3295 3833 5399 6820 7400 7753 7890 8109 8451 8529	8262 8319 8630
8564 8602	892 1893 8028
21 3060 4720 5429 5636 5927 6966 8110 8170 8247 8355	5694 7237 8595

8365 8616	1487 5012 5810
20 1745 2838 3799 4380 4418 4646 5059 7343 8161 8302	4335 8593 8624
8456 8631	3509 4531 5273
9 6274 6725 6792 7195 7333 8027 8186 8209 8273 8442	10 22 830
8548 8632	4161 5208 6280
494 1365 2405 3799 5188 5291 7644 7926 8139 8458 8504	275 7063 8634
8594 8625	4 2725 3113
192 574 1179 4387 4695 5089 5831 7673 7789 8298 8301	2279 7403 8174
8612 8632	1637 3328 3930
11 20 1406 6111 6176 6256 6708 6834 7828 8232 8457	2810 4939 5624
8495 8602	3 1234 7687
6 2654 3554 4483 4966 5866 6795 8069 8249 8301 8497	2799 7740 8616
8509 8623	22 7701 8636
21 1144 2355 3124 6773 6805 6887 7742 7994 8358 8374	4302 7857 7993
8580 8611	7477 7794 8592
335 4473 4883 5528 6096 7543 7586 7921 8197 8319 8394	9 6111 8591
8489 8636	5 8606 8628
2919 4331 4419 4735 6366 6393 6844 7193 8165 8205	347 3497 4033
8544 8586 8617	1747 2613 8636
12 19 742 930 3009 4330 6213 6224 7292 7430 7792 7922	1827 5600 7042
8137	580 1822 6842
710 1439 1588 2434 3516 5239 6248 6827 8230 8448 8515	232 7134 7783
8581 8619	4629 5000 7231
200 1075 1868 5581 7349 7642 7698 8037 8201 8210 8320	951 2806 4947
8391 8526	571 3474 8577
3 2501 4252 5256 5292 5567 6136 6321 6430 6486 7571	2437 2496 7945
8521 8636	23 5873 8162
3062 4599 5885 6529 6616 7314 7319 7567 8024 8153	12 1168 7686
8302 8372 8598	8315 8540 8596
105 381 1574 4351 5452 5603 5943 7467 7788 7933 8362	1766 2506 4733
8513 8587	929 1516 3338

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

787 1857 3386 3659 6550 7131 7965 8015 8040 8312 8484	21 1216 6555
8525 8537	782 1452 8617
15 1118 4226 5197 5575 5761 6762 7038 8260 8338 8444	8 6083 6087
8512 8568	667 3240 4583
36 5216 5368 5616 6029 6591 8038 8067 8299 8351 8565	4030 4661 5790
8578 8585	559 7122 8553
1 23 4300 4530 5426 5532 5817 6967 7124 7979 8022 8270	3202 4388 4909
8437	2533 3673 8594
629 2133 4828 5475 5875 5890 7194 8042 8345 8385 8518	1991 3954 6206
8598 8612	6835 7900 7980
11 1065 3782 4237 4993 7104 7863 7904 8104 8228 8321	189 5722 8573
8383 8565	2680 4928 4998
2131 2274 3168 3215 3220 5597 6347 7812 8238 8354	243 2579 7735
8527 8557 8614	4281 8132 8566
5600 6591 7491 7696	7656 7671 8609
1766 8281 8626	1116 2291 4166
1725 2280 5120	21 388 8021
1650 3445 7652	6 1123 8369
4312 6911 8626	311 4918 8511
15 1013 5892	0 3248 6290
2263 2546 2979	13 6762 7172
1545 5873 7406	4209 5632 7563
67 726 3697	49 127 8074
2860 6443 8542	581 1735 4075
17 911 2820	0 2235 5470
1561 4580 6052	2178 5820 6179
79 5269 7134	16 3575 6054
22 2410 2424	1095 4564 6458
3501 5642 8627	9 1581 5953
808 6950 8571	2537 6469 8552
4099 6389 7482	14 3874 4844

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

4023 5000 7833	0 3269 3551
5476 5765 7917	2114 7372 7926
1008 3194 7207	1875 2388 4057
20 495 5411	3232 4042 6663
1703 8388 8635	9 401 583
6 4395 4921	13 4100 6584
200 2053 8206	2299 4190 4410
1089 5126 5562	21 3670 4979
10 4193 7720	
1967 2151 4608	
22 738 3513	
3385 5066 8152	
440 1118 8537	
3429 6058 7716	
5213 7519 8382	
5564 8365 8620	
43 3219 8603	
4 5409 5815	
5 6376 7654	
4091 5724 5953	
5348 6754 8613	
1634 6398 6632	
72 2058 8605	
3497 5811 7579	
3846 6743 8559	
15 5933 8629	
2133 5859 7068	
4151 4617 8566	
2960 8270 8410	
2059 3617 8210	
544 1441 6895	

4043 7482 8592	
294 2180 8524	
3058 8227 8373	
364 5756 8617	
5383 8555 8619	

A.2. LDPC 부호 매트릭스($N_{inner} = 16200$)

<표 A-11> 부호율 = 2/15 ($N_{inner} = 16200$)

2889 3122 3208 4324 5968 7241 13215
281 923 1077 5252 6099 10309 11114
727 2413 2676 6151 6796 8945 12528
2252 2322 3093 3329 8443 12170 13748
575 2489 2944 6577 8772 11253 11657
310 1461 2482 4643 4780 6936 11970
8691 9746 10794 13582
3717 6535 12470 12752
6011 6547 7020 11746
5309 6481 10244 13824
5327 8773 8824 13343
3506 3575 9915 13609
3393 7089 11048 12816
3651 4902 6118 12048
4210 10132 13375 13377

<표 A-12> 부호율 = 3/15 ($N_{inner} = 16200$)

8 372 841 4522 5253 7430 8542 9822 10550 11896 11988
80 255 667 1511 3549 5239 5422 5497 7157 7854 11267
257 406 792 2916 3072 3214 3638 4090 8175 8892 9003
80 150 346 1883 6838 7818 9482 10366 10514 11468 12341
32 100 978 3493 6751 7787 8496 10170 10318 10451 12561

504 803 856 2048 6775 7631 8110 8221 8371 9443 10990
 152 283 696 1164 4514 4649 7260 7370 11925 11986 12092
 127 1034 1044 1842 3184 3397 5931 7577 11898 12339 12689
 107 513 979 3934 4374 4658 7286 7809 8830 10804 10893
 2045 2499 7197 8887 9420 9922 10132 10540 10816 11876
 2932 6241 7136 7835 8541 9403 9817 11679 12377 12810
 2211 2288 3937 4310 5952 6597 9692 10445 11064 11272

<표 A-13> 부호율 = 4/15 ($N_{inner} = 16200$)

19 585 710 3241 3276 3648 6345 9224 9890 10841
 181 494 894 2562 3201 4382 5130 5308 6493 10135
 150 569 919 1427 2347 4475 7857 8904 9903
 1005 1018 1025 2933 3280 3946 4049 4166 5209
 420 554 778 6908 7959 8344 8462 10912 11099
 231 506 859 4478 4957 7664 7731 7908 8980
 179 537 979 3717 5092 6315 6883 9353 9935
 147 205 830 3609 3720 4667 7441 10196 11809
 60 1021 1061 1554 4918 5690 6184 7986 11296
 145 719 768 2290 2919 7272 8561 9145 10233
 388 590 852 1579 1698 1974 9747 10192 10255
 231 343 485 1546 3155 4829 7710 10394 11336
 4381 5398 5987 9123 10365 11018 11153
 2381 5196 6613 6844 7357 8732 11082
 1730 4599 5693 6318 7626 9231 10663

<표 A-14> 부호율 = 5/15 ($N_{inner} = 16200$)

69 244 706 5145 5994 6066 6763 6815 8509
 257 541 618 3933 6188 7048 7484 8424 9104
 69 500 536 1494 1669 7075 7553 8202 10305
 11 189 340 2103 3199 6775 7471 7918 10530
 333 400 434 1806 3264 5693 8534 9274 10344

111 129 260 3562 3676 3680 3809 5169 7308 8280
 100 303 342 3133 3952 4226 4713 5053 5717 9931
 83 87 374 828 2460 4943 6311 8657 9272 9571
 114 166 325 2680 4698 7703 7886 8791 9978 10684
 281 542 549 1671 3178 3955 7153 7432 9052 10219
 202 271 608 3860 4173 4203 5169 6871 8113 9757
 16 359 419 3333 4198 4737 6170 7987 9573 10095
 235 244 584 4640 5007 5563 6029 6816 7678 9968
 123 449 646 2460 3845 4161 6610 7245 7686 8651
 136 231 468 835 2622 3292 5158 5294 6584 9926
 3085 4683 8191 9027 9922 9928 10550
 2462 3185 3976 4091 8089 8772 9342

<표 A-15> 부호율 = 6/15 ($N_{inner} = 16200$)

27 430 519 828 1897 1943 2513 2600 2640 3310 3415 4266 5044 5100 5328 5483
 5928 6204 6392 6416 6602 7019 7415 7623 8112 8485 8724 8994 9445 9667
 27 174 188 631 1172 1427 1779 2217 2270 2601 2813 3196 3582 3895 3908 3948
 4463 4955 5120 5809 5988 6478 6604 7096 7673 7735 7795 8925 9613 9670
 27 370 617 852 910 1030 1326 1521 1606 2118 2248 2909 3214 3413 3623 3742
 3752 4317 4694 5300 5687 6039 6100 6232 6491 6621 6860 7304 8542 8634
 990 1753 7635 8540
 933 1415 5666 8745
 27 6567 8707 9216
 2341 8692 9580 9615
 260 1092 5839 6080
 352 3750 4847 7726
 4610 6580 9506 9597
 2512 2974 4814 9348
 1461 4021 5060 7009
 1796 2883 5553 8306
 1249 5422 7057

3965 6968 9422
1498 2931 5092
27 1090 6215
26 4232 6354

<표 A-16> 부호율 = 7/15 ($N_{inner} = 16200$)

553 742 901 1327 1544 2179 2519 3131 3280 3603 3789 3792 4253 5340 5934
5962 6004 6698 7793 8001 8058 8126 8276 8559
503 590 598 1185 1266 1336 1806 2473 3021 3356 3490 3680 3936 4501 4659
5891 6132 6340 6602 7447 8007 8045 8059 8249
795 831 947 1330 1502 2041 2328 2513 2814 2829 4048 4802 6044 6109 6461
6777 6800 7099 7126 8095 8428 8519 8556 8610
601 787 899 1757 2259 2518 2783 2816 2823 2949 3396 4330 4494 4684 4700
4837 4881 4975 5130 5464 6554 6912 7094 8297
4229 5628 7917 7992
1506 3374 4174 5547
4275 5650 8208 8533
1504 1747 3433 6345
3659 6955 7575 7852
607 3002 4913 6453
3533 6860 7895 8048
4094 6366 8314
2206 4513 5411
32 3882 5149
389 3121 4626
1308 4419 6520
2092 2373 6849
1815 3679 7152
3582 3979 6948
1049 2135 3754
2276 4442 6591

<표 A-17> 부호율 = 8/15 ($N_{inner} = 16200$)

5 519 825 1871 2098 2478 2659 2820 3200 3294 3650 3804 3949 4426 4460 4503
 4568 4590 4949 5219 5662 5738 5905 5911 6160 6404 6637 6708 6737 6814 7263
 7412
 81 391 1272 1633 2062 2882 3443 3503 3535 3908 4033 4163 4490 4929 5262
 5399 5576 5768 5910 6331 6430 6844 6867 7201 7274 7290 7343 7350 7378 7387
 7440 7554
 105 975 3421 3480 4120 4444 5957 5971 6119 6617 6761 6810 7067 7353
 6 138 485 1444 1512 2615 2990 3109 5604 6435 6513 6632 6704 7507
 20 858 1051 2539 3049 5162 5308 6158 6391 6604 6744 7071 7195 7238
 1140 5838 6203 6748
 6282 6466 6481 6638
 2346 2592 5436 7487
 2219 3897 5896 7528
 2897 6028 7018
 1285 1863 5324
 3075 6005 6466
 5 6020 7551
 2121 3751 7507
 4027 5488 7542
 2 6012 7011
 3823 5531 5687
 1379 2262 5297
 1882 7498 7551
 3749 4806 7227
 2 2074 6898
 17 616 7482
 9 6823 7480

5195 5880 7559

<표 A-18> 부호율 = 9/15 ($N_{inner} = 16200$)

212 255 540 967 1033 1517 1538 3124 3408 3800	300 1748 6245
4373 4864 4905 5163 5177 6186	2724 3276 5349
275 660 1351 2211 2876 3063 3433 4088 4273 4544	1433 6117 6448
4618 4632 5548 6101 6111 6136	485 663 4955
279 335 494 865 1662 1681 3414 3775 4252 4595	711 1132 4315
5272 5471 5796 5907 5986 6008	177 3266 4339
345 352 3094 3188 4297 4338 4490 4865 5303 6477	1171 4841 4982
222 681 1218 3169 3850 4878 4954 5666 6001 6237	33 1584 3692
172 512 1536 1559 2179 2227 3334 4049 6464	2820 3485 4249
716 934 1694 2890 3276 3608 4332 4468 5945	1716 2428 3125
1133 1593 1825 2571 3017 4251 5221 5639 5845	250 2275 6338
1076 1222 6465	108 1719 4961
159 5064 6078	
374 4073 5357	
2833 5526 5845	
1594 3639 5419	
1028 1392 4239	
115 622 2175	

<표 A-19> 부호율 = 10/15 ($N_{inner} = 16200$)

352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770 3821
4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007 3254
3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047

749 1502 2201 3189
2873 3245 3427
2158 2605 3165
1 3438 3606
10 3019 5221
371 2901 2923
9 3935 4683
1937 3502 3735
507 3128 4994
25 3854 4550
1178 4737 5366
2 223 5304
1146 5175 5197
1816 2313 3649
740 1951 3844
1320 3703 4791
1754 2905 4058
7 917 5277
3048 3954 5396
4804 4824 5105
2812 3895 5226
0 5318 5358
1483 2324 4826
2266 4752 5387

<표 A-20> 부호율 = 11/15 ($N_{inner} = 16200$)

49 719 784 794 968 2382 2685 2873 2974 2995 3540	2732 4132 4318
4179	225 2335 3497
272 281 374 1279 2034 2067 2112 3429 3613 3815	600 2246 2658
3838 4216	1240 2790 3020
206 714 820 1800 1925 2147 2168 2769 2806 3253	301 1097 3539

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

3415 4311	1222 1267 2594
62 159 166 605 1496 1711 2652 3016 3347 3517 3654	1364 2004 3603
4113	1142 1185 2147
363 733 1118 2062 2613 2736 3143 3427 3664 4100	564 1505 2086
4157 4314	697 991 2908
57 142 436 983 1364 2105 2113 3074 3639 3835 4164	1467 2073 3462
4242	2574 2818 3637
870 921 950 1212 1861 2128 2707 2993 3730 3968	748 2577 2772
3983 4227	1151 1419 4129
185 2684 3263	164 1238 3401
2035 2123 2913	
883 2221 3521	
1344 1773 4132	
438 3178 3650	
543 756 1639	
1057 2337 2898	
171 3298 3929	
1626 2960 3503	
484 3050 3323	
2283 2336 4189	

<표 A-21> 부호율 = 12/15 ($N_{inner} = 16200$)

3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745	1113 3007 3239
2987 2991 3124 3155	1753 2478 3127
59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200	0 509 1811
2613 2690 2847	1672 2646 2984
155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047	965 1462 3230
2672 2803 2885 3014	3 1077 2917
79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627	1183 1316 1662
2811 3083 3101 3132	968 1593 3239
4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699	64 1996 2226

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2728 3045 3104	1442 2058 3181
175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147	513 973 1058
2359 2376 2613 2682	1263 3185 3229
1388 2241 3118 3148	681 1394 3017
143 506 2067 3148	419 2853 3217
1594 2217 2705	3 2404 3175
398 988 2551	2417 2792 2854
1149 2588 2654	1879 2940 3235
678 2844 3115	647 1704 3060
1508 1547 1954	
1199 1267 1710	
2589 3163 3207	
1 2583 2974	
2766 2897 3166	
929 1823 2742	

<표 A-22> 부호율 = 13/15 ($N_{inner} = 16200$)

71 334 645 779 786 1124 1131 1267 1379 1554 1766	401 465 1040
1798 1939	112 392 621
6 183 364 506 512 922 972 981 1039 1121 1537 1840	82 897 1950
2111	887 1962 2125
6 71 153 204 253 268 781 799 873 1118 1194 1661	793 1088 2159
2036	723 919 1139
6 247 353 581 921 940 1108 1146 1208 1268 1511	610 839 1302
1527 1671	218 1080 1816
6 37 466 548 747 1142 1203 1271 1512 1516 1837	627 1646 1749
1904 2125	496 1165 1741
6 171 863 953 1025 1244 1378 1396 1723 1783 1816	916 1055 1662
1914 2121	182 722 945
1268 1360 1647 1769	5 595 1674
6 458 1231 1414	

183 535 1244 1277	
107 360 498 1456	
6 2007 2059 2120	
1480 1523 1670 1927	
139 573 711 1790	
6 1541 1889 2023	
6 374 957 1174	
287 423 872 1285	
6 1809 1918	
65 818 1396	
590 766 2107	
192 814 1843	
775 1163 1256	
42 735 1415	
334 1008 2055	
109 596 1785	
406 534 1852	
684 719 1543	

B. 비트 인터리버 수열

B.1. $N_{inner} = 64800$ 에서의 그룹 인터리빙 수열 ($N_{group} = 180$)

<표 B-1> QPSK ($N_{inner} = 64800$)

	Order of group-wise interleaving $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Code	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Rate	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
2/15	70	149	136	153	104	110	134	61	129	126	58	150	177	168	78	71	120	60	155	175	9	161	103
	123	91	173	57	106	143	151	89	86	35	77	133	31	7	23	51	5	121	83	64	176	119	98
	49	130	128	79	162	32	172	87	131	45	114	93	96	39	68	105	85	109	13	33	145	18	12
	54	111	14	156	8	16	73	2	84	47	42	101	63	88	25	52	170	24	69	142	178	20	65
	97	66	80	11	59	19	115	154	26	147	28	50	160	102	55	139	125	116	138	167	53	169	165
	99	159	148	179	0	146	90	6	100	74	117	48	75	135	41	137	76	92	164	113	152	72	36
	3	163	15	46	21	44	108	34	56	140	127	158	94	67	122	1	27	171	30	157	112	81	118
	43	29	124	22	62	37	40	4	107	166	82	95	10	144	141	132	174	38	17				
3/15	75	170	132	174	7	111	30	4	49	133	50	160	92	106	27	126	116	178	41	166	88	84	80
	153	103	51	58	107	167	39	108	24	145	96	74	65	8	40	76	140	44	68	125	119	82	53
	152	102	38	28	86	162	171	61	93	147	117	32	150	26	59	3	148	173	141	130	154	97	33
	172	115	118	127	6	16	0	143	9	100	67	98	110	2	169	47	83	164	155	123	159	42	105
	12	158	81	20	66	57	121	25	1	90	175	35	60	79	87	135	10	139	156	177	77	89	73
	113	52	109	134	36	176	54	69	146	31	15	71	18	95	124	85	14	78	129	161	19	72	13
	122	21	63	137	120	144	91	157	48	34	46	22	29	104	45	56	151	62	43	94	163	99	64
	138	101	23	11	17	136	128	114	112	165	5	142	179	37	70	131	55	168	149				
4/15	141	86	22	20	176	21	37	82	6	122	130	40	62	44	24	117	8	145	36	79	172	149	127
	163	9	160	73	100	16	153	124	110	49	154	152	4	168	54	177	158	113	57	2	102	161	147
	18	103	1	41	104	144	39	105	131	77	69	108	159	61	45	156	0	83	157	119	112	118	92
	109	75	67	142	96	51	139	31	166	179	89	167	23	34	60	93	165	128	90	19	33	70	173
	174	129	55	98	88	97	146	123	84	111	132	71	140	136	10	115	63	46	42	50	138	81	59
	53	15	52	72	164	150	29	17	91	101	14	38	35	66	64	7	125	151	56	126	171	68	121
	28	65	106	78	47	143	12	169	120	27	74	48	133	43	116	137	94	3	25	134	13	107	162
	32	99	85	175	80	170	5	135	178	11	26	76	95	87	155	58	30	148	114				
5/15	39	47	96	176	33	75	165	38	27	58	90	76	17	46	10	91	133	69	171	32	117	78	13
	146	101	36	0	138	25	77	122	49	14	125	140	93	130	2	104	102	128	4	111	151	84	167

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	35	127	156	55	82	85	66	114	8	147	115	113	5	31	100	106	48	52	67	107	18	126	112
	50	9	143	28	160	71	79	43	98	86	94	64	3	166	105	103	118	63	51	139	172	141	175
	56	74	95	29	45	129	120	168	92	150	7	162	153	137	108	159	157	173	23	89	132	57	37
	70	134	40	21	149	80	1	121	59	110	142	152	15	154	145	12	170	54	155	99	22	123	72
	177	131	116	44	158	73	11	65	164	119	174	34	83	53	24	42	60	26	161	68	178	41	148
	109	87	144	135	20	62	81	169	124	6	19	30	163	61	179	136	97	16	88				
6/15	0	14	19	21	2	11	22	9	8	7	16	3	26	24	27	80	100	121	107	31	36	42	46
	49	75	93	127	95	119	73	61	63	117	89	99	129	52	111	124	48	122	82	106	91	92	71
	103	102	81	113	101	97	33	115	59	112	90	51	126	85	123	40	83	53	69	70	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	4	5
	10	12	20	6	18	13	17	15	1	29	28	23	25	67	116	66	104	44	50	47	84	76	65
	130	56	128	77	39	94	87	120	62	88	74	35	110	131	98	60	37	45	78	125	41	34	118
	38	72	108	58	43	109	57	105	68	86	79	96	32	114	64	55	30	54	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				
7/15	152	172	113	167	100	163	159	144	114	47	161	125	99	89	179	123	149	177	1	132	37	26	16
	57	166	81	133	112	33	151	117	83	52	178	85	124	143	28	59	130	31	157	170	44	61	102
	155	111	153	55	54	176	17	68	169	20	104	38	147	7	174	6	90	15	56	120	13	34	48
	122	110	154	76	64	75	84	162	77	103	156	128	150	87	27	42	3	23	96	171	145	91	24
	78	5	69	175	8	29	106	137	131	43	93	160	108	164	12	140	71	63	141	109	129	82	80
	173	105	9	66	65	92	32	41	72	74	4	36	94	67	158	10	88	142	45	126	2	86	118
	73	79	121	148	95	70	51	53	21	115	135	25	168	11	136	18	138	134	119	146	0	97	22
	165	40	19	60	46	14	49	139	58	101	39	116	127	30	98	50	107	35	62				
8/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	1	3
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

9/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	1	3
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				
10/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	1	3
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				
11/15	0	14	19	21	2	11	22	9	8	7	16	3	26	24	27	80	100	121	107	31	36	42	46
	49	75	93	127	95	119	73	61	63	117	89	99	129	52	111	124	48	122	82	106	91	92	71
	103	102	81	113	101	97	33	115	59	112	90	51	126	85	123	40	83	53	69	70	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	4	5
	10	12	20	6	18	13	17	15	1	29	28	23	25	67	116	66	104	44	50	47	84	76	65
	130	56	128	77	39	94	87	120	62	88	74	35	110	131	98	60	37	45	78	125	41	34	118
	38	72	108	58	43	109	57	105	68	86	79	96	32	114	64	55	30	54	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				
12/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	1	3
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				
13/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90
	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136
	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	1	3
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
	97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119	121	123	125	127	129	131	133	135	137	139	141
	143	145	147	149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171	173	175	177	179				

<표 B-2> 16QAM ($N_{inner} = 64800$)

Cod e Rate	Order of group-wise interleaving $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
	92	93	94	95	96	97	98	99	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	
									0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	
	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	16	
8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
2/15	5	58	29	15	12	34	0	16	80	59	13	42	77	16	32	87	24	92	12	14	11	12	16	
				4	5			9						7					4	3	4	0	6	
	13	64	13	14	57	18	10	11	35	33	11	75	10	10	3	27	39	17	15	12	62	14	14	
	8		6	9			1	9			3		8	4				2	9	9		6	2	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	19	14	11	70	74	79	10	13	1	16	15	90	15	13	47	11	84	28	16	11	15	49	7
		7	1					2		1	5			3		2			0	7	0		
	81	44	63	11	4	15	14	82	69	36	16	86	71	22	26	61	40	12	17	17	23	91	68
				8		8	8				2							6	0	7			
	56	11	21	93	10	85	20	12	10	66	83	12	17	14	97	78	15	72	13	99	16	45	11
		0			7			8	9				9	1			7		0		5		
3/15	15	16	14	16	2	13	14	12	17	50	55	94	14	73	51	98	17	17	17	10	9	12	54
	2	8				7	0	1	3				4				4	8		0		2	
	38	15	13	12	16	10	11	17	30	37	13	95	43	13	53	89	10	17	76	17	15	96	15
		6	1	7	4	2	6	6			9			5			6	1		5	3		1
	11	52	6	12	13	31	10	16	65	10	48	25	8	60	67	88	46	41	14				
	5			3	4		3	3		5									5				
3/15	52	92	17	26	45	81	11	74	11	14	12	13	14	87	3	51	20	17	14	12	15	39	5
			5				7		9	7	0	5	4					0	3	5			
	17	79	16	17	44	19	69	11	11	12	37	16	88	50	76	12	13	15	86	11	16	14	98
	4			6				1	1			0				9	8	7		3	4	2	
	9	93	16	78	73	16	16	40	13	27	89	15	17	17	11	15	0	12	36	8	15	59	75
			6			7	8		1			6	7	1	6	2		7			3		
	13	10	55	12	13	17	2	58	12	16	30	77	15	17	96	10	42	63	13	15	6	90	12
		5		2	2	2			6	2			8			0			4	4			8
4/15	83	60	14	12	17	99	12	10	13	15	15	14	61	53	68	31	41	94	35	21	49	82	80
			6	4	8		3	8	3	9	1	5											
	4	15	7	57	95	62	56	65	14	16	14	23	16	16	47	67	13	72	43	11	46	15	10
		5							0	3	8		1	9			9			0		0	9
	11	32	14	17	85	16	11	25	64	17	10	10	11	71	66	84	24	14	29	10	10	54	12
	5			9		5	2			3		2	4					1		4	7		
	91	1	11	13	18	10	14	13	10	10	38	70	48	28	13	97	34	22	33				
			8	6		1	9	0	3	6					7								
4/15	16		13				12			16	12						10	15	13	12	14	14	10
	5	8	6	2	58	30	7	64	38	4	3	45	78	17	47	5	9	4	4	7	8	9	67

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	98	15	7	57	15	17	6	0	46	12	2	29	9	3	14	4	97	83	1	26	52	10	39	50	4	92	3	16
	72	12	5	36	14	55	48	1	9	33	0	6	0	0	13	14	0	89	77	22	1	9	2	3	2	16	7	
	85	11	28	3	15	73	62	44	5	6	4	61	7	53	11	17	1	8	94	81	68	11	17	4	3	75	1	88
	65	99	12	6	14	43	15	18	90	35	24	2	25	0	14	12	19	4	0	4	17	16	15	10	7	86	9	12
	17	5	87	21	66	6	82	9	8	41	95	5	37	23	14	16	8	6	49	3	10	10	8	56	91	69	8	12
	96	13	10	0	16	14	11	10	2	59	20	40	70	79	80	51	13	7	17	13	13	17	15	5	31	63	5	
	16	2	76	42	16	11	5	71	8	54	7	6	32	9	16	12	13	8	84	74	60	34	27					
5/15	12	9	65	0	16	14	0	32	50	2	86	7	57	7	15	9	4	4	24	7	2	46	17	77	31	92	3	16
	14	8	13	3	99	18	0	7	1	0	5	4	71	7	5	10	12	3	69	8	1	9	96	3	83	6	52	17
	11	7	81	5	12	59	15	7	0	63	2	88	34	61	10	6	3	42	0	2	15	17	1	72	1	4	8	17
	64	15	0	10	12	8	49	26	75	41	2	28	2	8	16	93	6	12	38	45	1	2	44	66	25	9	13	
	17	3	51	29	14	17	5	90	4	80	1	58	4	5	11	14	12	70	5	6	0	15	8	8	39	97	9	15
	13	8	33	47	11	79	4	74	21	6	0	54	9	76	10	9	76	35	98	5	4	36	94	23	78	5	56	16
	15	4	89	2	13	11	14	3	40	53	20	6	2	91	13	17	27	13	7	73	5	10	85	30	3	19	84	37
	48	15	3	11	16	60	1	14	9	16	95	8	1	6	12	68	22	9	43	62	16	82						

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

6/15	55	14 6	83	52	62	17 6	16 0	68	53	56	81	97	79	11 3	16 3	61	58	69	13 3	10 8	66	71	86	
	14 4	57	67	11 6	59	70	15 6	17 2	65	14 9	15 5	82	13 8	13 6	14 1	11 1	96	17 0	90	14 0	64	15 9	15	
	14	37	54	44	63	43	18	47	7	25	34	29	30	26	39	16	41	45	36	0	23	32	28	
	27	38	48	33	22	49	51	60	46	21	4	3	20	13	50	35	24	40	17	42	6	11 2	93	
	12 7	10 1	94	11 5	10 5	31	19	17 7	74	10	14 5	16 2	10 2	12 0	12 6	95	73	15 2	12 9	17 4	12 5	72	12 8	
	78	17 1	8	14 2	17 8	15 4	85	10 7	75	12	9	15 1	77	11 7	10 9	80	10 6	13 4	98	1	12 2	17 3	16 1	
	15 0	11 0	17 5	16 6	13 1	11 9	10 3	13 9	14 8	15 7	11 4	14 7	87	15 8	12 1	16 4	10 4	89	17 9	12 3	11 8	99	88	
	11	92	16 5	84	16 8	12 4	16 9	2	13 0	16 7	15 3	13 7	14 3	91	10 0	5	76	13 2	13 5					
7/15	17 4	14 8	56	16 8	38	7	11 0	9	42	3	15 0	16	15	46	21	12 1	88	4	85	13	83	74	81	70
	27	11 9	11 8	14 4	31	80	10 9	14 73	1	93	45	16	77	8	57	36	78	12 4	79	16 9	14 3	6	58	
	75	67	5	10 4	12 5	14 0	17 2	8	39	17	29	15 9	86	87	41	99	89	47	12 8	16 43	15 1	10 4	1	
	16 3	11 6	94	12 0	71	8	15 5	14 37	11 2	68	95	1	3	64	72	90	92	35	16 7	14 44	9	66	28	
	82	17 8	17 6	15 2	23	11 5	13 0	98	12 3	10 2	24	12 9	15 0	13 34	17 6	10 1	54	7	2	3	60	69	10	
	11 7	91	15 7	10 33	15 5	15 5	16 62	12 2	40	7	14	16 5	26	52	19	48	13 7	4	22	12 2	17 3	18	11	
	11 1	10 6	76	53	61	14 7	17 97	5	32	59	16 6	17 9	13 5	17 7	10 3	10 0	13 9	50	14 6	13 4	13 3	96	49	
	12	15	84	15	30	13	16	13	12	0	20	63	17	14	65	55	25	51	13					

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	6	1		6		8	4	2					0	2					1					
8/15	71	81	0	1	3	77	8	2	5	41	40	54	57	28	9	4	97	13	18	1	91	88	79	
	92	13	7	27	2	7	5	82	5	3	74	36	9	93	0	86	63	8	8	25	7	6	70	43
	10	10	14		16	11	12		16	10	13		13	15			17	15	14		12			
	2	6	9	24	9	3	7	34	5	0	6	75	4	6	96	84	8	0	0	20	6	73	68	
	13	12				12				12	15	16		12	16			16						
	0	1	48	53	22	9	99	11	33	4	7	1	29	3	0	55	26	8	98	67	15	7	94	
	14				14		17	11				16							13		14		17	
	4	1	61	65	6	42	2	5	59	76	4	2	39	85	12	72	58	44	2	47	1	35	6	
	10	13						17	16				15	14		17	11			17				
4	9	80	6	95	87	90	3	3	69	32	8	4	5	23	7	1	60	38	1	62	46	21		
	15				10	14		16	15	13			13				11				15	14		
	5	3	49	78	2	9	7	89	6	2	8	31	14	1	50	37	16	7	66	19	10	9	2	
	10		16			17	10				11		13	17	11			12	11					
	5	3	4	51	83	4	8	52	17	64	9	45	3	5	0	56	30	0	8					
9/15				14				14					11		12		10		16	16		17	12	
	23	89	10	2	19	41	1	6	68	87	9	51	4	92	1	69	7	97	6	2	55	4	6	
	14	11	12	17		11			12				14			13	14				16	15	15	
	9	0	8	2	28	1	78	82	0	71	52	5	1	29	30	2	8	72	85	17	0	6	4	
	13	16			12			13	12	14	13						17					14		
	1	4	65	76	5	50	16	0	9	3	3	98	0	42	63	83	3	49	74	43	8	7	61	
		16	11			10		11			16		10		15	11		12	15			12	15	
	36	7	9	27	86	2	48	5	99	38	3	73	1	4	3	8	90	4	1	66	93	3	7	
		16				17					13	11		12	15									
	24	44	8	80	15	39	8	45	21	37	11	6	3	77	2	8	64	81	6	60	54	35	13	
	17	10	11					17	13		10	12		10		17		11	10	17	14			
	57	1	0	7	46	62	33	5	7	59	3	7	70	8	88	9	40	2	4	0	0	67	32	
	10	15	26	96	16	13	10	47	17	56	11	79	10	15	25	94	13	15	22	84	17	13	20	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	5	9			9	5	9		7		6		6	0			4	2			6	9	
	34	5	8	7	91	12	5	58	95	2	4	53	75	14	5	18	31	3	1				
10/1 5	68	71	54	19	25	21	10 2	32	10 5	29	16	79	53	82	10 7	91	67	94	85	48	83	58	42
	57	28	76	31	26	96	65	11 9	11 4	10 9	9	12 5	81	43	10 3	93	70	46	89	11 2	61	45	66
	38	77	11 5	56	87	11 3	10 0	75	72	60	47	92	36	98	4	59	6	44	20	86	3	73	95
	10 4	8	34	0	84	11 1	35	30	64	55	80	40	97	10 1	2	69	63	74	62	11 8	11 0	15 9	18
	50	33	7	17 5	51	13 1	10 6	13 4	88	14 0	11 7	13 2	14 7	15 3	11 6	16 1	10	39	12 6	13 6	90	37	17 4
	41	15 8	5	12 0	12	52	99	14 6	14 4	78	15 5	12 8	16 5	14 1	17 9	15 0	15 7	17 1	14 3	10 8	17 0	22	49
	11	27	16 0	17 8	13 3	14 2	12 1	16 8	17 3	12 3	13	15	15 4	12 7	13 9	15 1	16 3	17 2	13 8	17 6	14 5	12 9	16 2
	15 2	17 7	13 7	14 9	16 7	1	14	16 9	12 4	14 8	16 4	13 0	17	15 6	12 2	23	16 6	13 5	24				
11/1 5	21	11	12	9	0	6	24	25	85	10 3	11 8	12 2	71	10 1	41	93	55	73	10 0	40	10 6	11 9	45
	80	12 8	68	12 9	61	12 4	36	12 6	11 7	11 4	13 2	13 6	14 0	14 4	14 8	15 2	15 6	16 0	16 4	16 8	17 2	17 6	20
	18	10	13	16	8	26	27	54	11 1	52	44	87	11 3	11 5	58	11 6	49	77	95	86	30	78	81
	56	12 5	53	89	94	50	12 3	65	83	13 3	13 7	14 1	14 5	14 9	15 3	15 7	16 1	16 5	16 9	17 3	17 7	2	17
	1	4	7	15	29	82	32	10 2	76	12 1	92	13 0	12 7	62	10 7	38	46	43	11 0	75	10 4	70	91
	69	96	12	42	34	79	35	10	13	13	14	14	15	15	15	16	16	17	17	17	19	5	3

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

			0					5	4	8	2	6	0	4	8	2	6	0	4	8			
	14	22	28	23	10 9	51	10 8	13 1	33	84	88	64	63	59	57	97	98	48	31	99	37	72	39
	74	66	60	67	47	11 2	90	13 5	13 9	14 3	14 7	15 1	15 5	15 9	16 3	16 7	17 1	17 5	17 9				
12/1 5	12 0	32	38	11 3	71	31	65	10 9	36	10 6	13 4	66	29	86	13 6	10 8	83	70	79	81	10 5	48	30
	12 5	10 7	44	99	75	64	78	51	95	88	49	60	54	12 2	14 0	13 7	89	74	12 9	82	16 4	59	3
	67	92	98	42	77	28	12 1	87	18	21	93	72	2	14 2	11 2	9	50	8	90	13 9	14	97	63
	85	10 4	12 4	52	20	11 8	34	5	94	41	68	80	11 0	12	13 3	13 1	53	11 6	12 3	96	61	11 1	33
	17 3	16 5	17 5	16 6	16 9	17 4	15 9	14 8	15 8	15 5	14 5	17 8	12 6	10 0	15 4	15 6	17 9	15 7	46	14 9	17 1	37	15 3
	16 3	15 2	14 6	17 7	10 3	16 0	14 7	76	17 2	14 4	15 0	13 2	17 6	16 8	16 7	16 2	17 0	13 8	15 1	16 1	40	26	13 0
	11 9	11 4	11 7	11 5	84	57	62	13	47	24	0	7	10	69	19	12 7	17	16	27	91	4	73	35
13/1 5	10 2	15	55	23	25	11	56	45	58	12 8	43	13 5	1	14 3	14 1	6	22	10 1	39				
	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
	92	96	10 0	10 4	10 8	11 2	11 6	12 0	12 4	12 8	13 2	13 6	14 0	14 4	14 8	15 2	15 6	16 0	16 4	16 8	17 2	17 6	1
	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93
	97	10 1	10 5	10 9	11 3	11 7	12 1	12 5	12 9	13 3	13 7	14 1	14 5	14 9	15 3	15 7	16 1	16 5	16 9	17 3	17 7	2	6
	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98
	10 2	10 6	11 0	11 4	11 8	12 2	12 6	13 0	13 4	13 8	14 2	14 6	15 0	15 4	15 8	16 2	16 6	17 0	17 4	17 8	3	7	11

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103
	107	111	115	119	123	127	131	135	139	143	147	151	155	159	163	167	171	175	179				

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 B-3> 64QAM ($N_{inner} = 64800$)

	Order of group-wise interleaving																							
	$\pi(j)$ (0 ≤ j < 180)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Code Rate	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179					
	2/15	57	149	83	142	29	20	30	52	5	100	156	22	130	167	121	126	137	158	132	82	138	128	89
88		162	32	107	3	97	166	125	129	1	6	68	148	40	87	0	80	49	24	78	101	43	112	
75		172	23	154	12	146	19	135	48	170	123	147	95	91	13	35	127	61	60	139	44	59	55	
109		157	177	153	165	66	152	77	98	131	11	81	62	175	141	171	51	155	76	150	174	58	143	
37		63	31	41	140	118	94	27	10	70	56	93	176	124	151	106	46	163	179	4	18	144	178	
161		145	71	114	7	105	133	84	86	17	21	28	54	74	65	110	122	169	64	111	119	42	85	
73		8	116	79	120	69	53	115	67	104	16	173	92	15	159	134	99	96	117	38	9	26	164	
47		103	113	136	168	102	14	45	72	25	50	34	36	90	160	2	33	39	108					
3/15	74	72	104	62	122	35	130	0	95	150	139	151	133	109	31	59	18	148	9	105	57	132	102	
	100	115	101	7	21	141	30	8	1	93	92	163	108	52	159	24	89	117	88	178	113	98	179	
	144	156	54	164	12	63	39	22	25	137	13	41	44	80	87	111	145	23	85	166	83	55	154	
	20	84	58	26	126	170	103	11	33	172	155	116	169	142	70	161	47	3	162	77	19	28	97	
	124	6	168	107	60	76	143	121	42	157	65	43	173	56	171	90	131	119	94	5	68	138	149	
	73	67	53	61	4	86	99	75	36	15	48	177	167	174	51	176	81	120	158	123	34	49	128	
	10	134	147	96	160	50	146	16	38	78	91	152	46	127	27	175	135	79	125	82	2	129	153	
	14	40	32	114	106	17	110	140	71	136	112	45	64	29	69	118	66	37	165					
4/15	141	80	47	89	44	7	46	11	175	173	99	2	155	52	86	128	174	33	170	31	35	162	64	
	95	92	4	16	49	137	104	29	9	60	167	50	23	43	176	121	71	132	103	144	39	12	90	
	114	131	106	76	118	66	24	58	122	150	57	149	93	53	14	73	165	82	126	97	59	133	154	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	153	72	36	5	96	120	134	101	61	115	0	28	42	18	145	156	85	146	6	161	10	22	138
	127	151	87	54	20	139	140	152	13	91	111	25	123	77	78	69	3	177	41	81	19	107	45
	148	70	160	51	21	116	48	157	17	125	142	83	110	37	98	179	129	168	172	1	40	166	159
	147	56	100	63	26	169	135	15	75	84	163	79	143	113	94	74	102	30	38	178	68	108	136
	105	158	117	34	109	67	62	32	119	124	171	8	55	65	130	88	112	27	164				
5/15	166	54	6	27	141	134	58	46	55	91	56	100	172	80	18	152	12	108	170	29	144	147	106
	165	17	127	57	88	35	72	5	63	118	1	85	77	61	62	84	159	92	102	98	177	132	139
	59	149	11	8	154	129	33	15	143	4	95	101	53	42	40	9	111	130	123	82	81	114	119
	175	157	41	38	128	161	52	142	7	26	145	2	68	28	126	121	70	16	65	83	125	50	79
	37	74	164	168	160	122	60	32	24	138	75	69	0	36	97	117	14	109	173	120	112	87	176
	124	151	67	13	94	105	133	64	76	153	31	136	140	150	39	96	66	3	115	20	99	171	49
	25	45	22	30	156	158	163	135	21	146	90	169	78	93	178	116	19	155	110	73	104	167	44
	113	162	89	47	43	86	48	107	71	137	51	174	103	131	179	148	10	23	34				
6/15	29	17	38	37	27	43	31	35	16	46	44	9	23	1	34	45	14	18	156	19	22	40	50
	24	56	49	26	42	69	47	59	61	66	52	64	65	67	54	170	68	132	51	70	41	21	5
	160	7	13	55	62	53	63	58	3	167	71	57	151	60	36	25	74	39	32	72	85	86	107
	113	48	88	2	129	137	20	73	166	75	77	142	174	15	149	28	145	92	169	30	133	163	119
	82	176	152	134	139	148	164	99	173	104	83	106	112	135	153	0	128	144	98	171	94	97	143
	110	118	127	84	79	108	126	131	93	111	91	4	125	162	157	158	109	140	123	154	150	80	11
	12	146	96	81	165	8	89	138	105	141	103	6	100	161	172	78	101	115	179	147	116	136	122
	87	33	130	124	175	120	90	102	10	114	159	76	177	178	121	168	95	117	155				
7/15	103	36	155	175	52	130	16	178	141	86	49	129	73	84	142	177	110	8	96	77	139	167	109
	2	17	37	146	169	54	134	101	78	135	70	153	6	29	41	143	63	47	124	90	31	152	98
	59	133	15	79	164	67	50	128	23	34	154	69	45	9	27	35	156	170	113	127	102	82	149
	176	46	13	22	30	163	60	114	11	92	44	157	74	48	132	24	87	140	66	118	123	104	89
	136	64	107	14	99	43	115	71	117	12	26	38	147	62	57	131	94	33	151	172	116	10	25
	75	144	179	51	120	20	80	160	174	106	1	21	88	137	61	105	5	18	32	158	72	56	125
	28	42	161	168	53	7	100	40	145	171	55	3	95	83	162	173	119	126	91	39	150	165	112
	122	93	76	138	166	108	121	97	81	148	65	111	4	19	85	159	68	58	0				
8/15	86	71	51	48	89	94	46	81	67	49	80	37	55	61	36	57	52	92	60	82	76	72	44

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	42	91	62	50	90	40	78	53	58	47	85	70	4	69	43	54	84	93	38	8	64	6	18
	77	95	66	59	83	73	17	87	3	75	65	88	79	14	151	117	32	22	123	30	33	162	144
	9	121	108	139	142	24	34	20	157	159	138	143	29	140	163	150	175	114	31	12	35	145	28
	27	26	16	98	102	103	133	161	21	25	107	153	45	156	23	125	141	56	166	5	1	170	119
	68	134	41	74	179	2	129	169	101	99	109	127	168	176	11	0	122	110	113	146	132	165	19
	13	39	7	164	106	172	154	149	10	173	131	167	63	147	155	100	171	158	160	15	178	148	152
	104	124	177	97	130	118	137	111	126	120	105	115	136	112	96	135	116	174	128				
9/15	175	60	133	11	5	4	70	97	131	80	42	136	50	104	32	75	176	87	109	61	39	107	0
	172	23	90	54	160	48	173	27	100	129	14	7	142	20	103	38	126	157	144	21	64	44	79
	105	146	49	93	1	84	81	145	18	15	106	91	12	169	63	71	125	37	120	138	17	113	31
	130	140	8	25	74	134	115	9	171	46	68	33	116	2	179	52	92	36	78	164	177	24	72
	122	118	162	121	16	73	45	53	77	110	30	66	29	76	158	148	111	94	43	83	139	10	56
	98	114	117	152	174	47	62	128	85	155	178	26	96	41	82	150	143	58	69	127	86	13	141
	35	101	149	108	3	154	51	95	132	135	163	137	28	102	123	112	151	167	59	19	156	119	153
	168	55	65	34	6	159	170	57	67	40	89	147	165	22	99	124	88	161	166				
10/15	16	163	92	56	111	141	65	118	78	55	5	148	19	153	75	128	32	178	22	156	99	124	4
	168	20	115	87	122	9	166	27	155	94	134	38	137	67	161	90	127	43	171	64	162	98	133
	34	138	73	154	100	58	103	169	23	117	88	50	13	175	68	39	102	54	37	149	29	150	104
	59	3	139	69	110	77	131	42	142	25	158	80	47	35	143	72	151	84	57	8	176	61	46
	41	51	10	173	63	107	125	48	11	177	24	30	91	76	109	140	74	114	82	120	1	79	66
	119	93	159	36	174	26	112	101	123	44	145	60	157	97	45	33	167	70	152	85	126	40	135
	62	108	95	49	31	147	71	113	89	132	6	144	18	105	83	130	2	172	17	164	81	52	7
	179	28	160	136	121	14	146	15	106	86	129	12	170	21	116	96	53	0	165				
11/15	12	15	2	16	27	50	35	74	38	70	108	32	112	54	30	122	72	116	36	90	49	85	132
	138	144	150	156	162	168	174	0	14	9	5	23	66	68	52	96	117	84	128	100	63	60	127
	81	99	53	55	103	95	133	139	145	151	157	163	169	175	10	22	13	11	28	104	37	57	115
	46	65	129	107	75	119	110	31	43	97	78	125	58	134	140	146	152	158	164	170	176	4	19
	6	8	24	44	101	94	118	130	69	71	83	34	86	124	48	106	89	40	102	91	135	141	147
	153	159	165	171	177	3	20	7	17	25	87	41	120	47	80	59	62	88	45	56	131	61	126
	113	92	51	98	136	142	148	154	160	166	172	178	21	18	1	26	29	39	73	121	105	77	42

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	114	93	82	111	109	67	79	123	64	76	33	137	143	149	155	161	167	173	179				
12/15	83	93	94	47	55	40	38	77	110	124	87	61	102	76	33	35	92	59	74	11	138	72	67
	37	10	95	139	131	44	57	97	53	142	0	136	9	143	86	100	21	15	75	62	19	65	129
	101	79	22	68	73	23	18	81	98	112	8	128	103	25	43	126	54	90	28	109	46	91	41
	82	113	134	52	105	78	27	135	96	56	140	64	66	89	34	120	108	63	45	69	121	88	39
	29	133	106	117	127	32	42	58	71	118	51	84	85	80	104	132	111	30	26	48	50	31	141
	116	123	114	70	107	178	145	173	36	144	130	176	171	175	125	99	162	159	20	164	115	169	172
	165	161	151	119	122	152	157	4	137	148	153	170	154	166	13	150	16	167	174	163	49	6	168
	147	146	1	149	158	179	12	5	160	177	60	24	156	7	155	17	3	2	14				
13/15	146	91	63	144	46	12	58	137	25	79	70	33	134	148	66	38	163	118	139	130	72	92	160
	23	133	153	128	86	152	106	53	93	61	5	158	172	121	135	44	149	168	0	124	143	27	30
	151	114	113	43	138	89	159	17	120	136	102	81	170	176	142	104	21	78	155	8	52	95	62
	40	174	6	131	48	18	1	179	34	123	77	26	84	157	85	56	147	67	76	162	10	51	103
	140	87	175	115	4	101	69	80	169	75	49	97	154	83	14	2	132	96	16	37	166	109	54
	42	28	32	171	119	55	94	65	20	165	3	47	90	117	88	177	11	59	68	73	41	150	111
	127	100	110	31	167	13	122	145	71	22	173	116	126	141	29	39	178	57	125	36	19	7	156
	107	9	98	74	45	161	112	50	99	24	35	164	64	129	15	60	82	108	105				

<표 B-4> 256QAM ($N_{inner} = 64800$)

	Order of group-wise interleaving																						
	$\pi(j) (0 \leq j < 180)$																						
Code Rate	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
2/15	112	78	104	6	59	80	49	120	114	27	113	3	109	44	69	164	91	137	39	31	21	127	151

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	8	47	176	117	68	122	148	79	73	7	166	51	50	116	66	152	61	29	107	22	154	118	94
	24	35	55	38	88	54	2	15	19	67	101	74	169	138	41	162	175	136	62	161	121	163	115
	135	123	25	140	156	58	33	119	111	146	129	150	147	97	18	60	4	81	168	43	105	36	65
	13	5	108	145	23	70	20	173	159	100	128	172	170	1	37	83	102	103	157	139	179	32	144
	92	131	75	155	14	9	149	63	11	134	53	99	17	57	90	30	98	64	40	87	158	77	93
	124	46	171	141	133	85	177	132	26	160	42	34	82	96	48	10	142	125	178	153	72	45	89
	52	28	126	143	167	76	86	130	110	174	16	165	56	84	95	0	106	12	71				
3/15	136	28	85	38	40	89	133	117	3	58	154	77	14	179	96	101	26	169	37	83	162	165	24
	66	109	126	10	155	70	157	105	175	67	158	32	42	147	140	30	7	92	59	119	56	0	5
	90	174	13	47	76	88	86	108	27	18	12	8	61	145	75	125	112	69	120	137	116	20	178
	98	176	29	68	168	124	21	35	150	131	159	163	84	23	123	65	103	93	99	102	31	64	74
	46	94	80	129	142	128	148	111	134	173	60	118	2	170	135	1	115	143	95	177	73	43	11
	114	91	78	107	172	25	36	164	149	153	110	44	146	82	127	45	33	50	41	52	156	34	4
	79	141	138	122	53	160	81	16	100	130	71	121	132	9	22	113	6	152	15	171	17	57	49
	151	161	63	55	139	166	97	19	51	72	167	106	48	144	87	104	62	54	39				
4/15	13	121	137	29	27	1	70	116	35	132	109	51	55	58	11	67	136	25	145	7	75	107	45
	21	127	52	90	22	100	123	69	112	155	92	151	59	5	179	44	87	56	139	65	170	46	0
	124	78	166	8	61	97	120	103	4	19	64	79	28	134	93	86	60	135	126	53	63	14	122
	17	150	76	42	39	23	153	95	66	50	141	176	34	161	26	106	10	43	85	131	2	147	148
	144	54	115	146	101	172	114	119	3	96	133	99	167	164	9	142	68	149	94	83	16	175	73
	38	143	159	130	84	169	18	138	102	72	47	32	160	82	81	168	30	12	173	156	158	125	98
	62	178	48	163	117	110	91	37	80	105	31	174	111	49	113	108	74	157	128	24	118	40	88
	177	154	6	162	129	77	36	165	20	89	140	15	33	104	152	71	171	57	41				
5/15	39	45	128	84	143	148	2	75	43	50	130	87	137	151	7	71	55	51	133	90	140	149	6
	177	37	124	99	83	23	159	0	176	41	121	96	89	30	161	18	172	60	49	134	104	139	166
	14	179	62	48	129	105	146	160	16	174	33	54	132	112	145	150	9	77	34	117	92	82	136
	165	4	67	36	44	101	81	141	156	3	175	58	47	91	102	32	158	13	178	63	118	100	85
	26	167	1	173	38	116	131	107	138	162	8	72	42	115	98	108	24	152	17	171	64	123	94
	110	28	147	19	169	61	46	97	106	144	164	5	70	59	53	127	88	31	153	10	73	66	119
	126	111	29	155	15	170	57	120	125	80	142	168	11	68	56	52	95	103	27	154	21	78	40

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	122	93	86	25	163	20	79	35	114	135	109	22	157	12	69	65	74	76	113				
6/15	99	100	15	107	54	76	153	174	61	0	36	71	62	137	108	114	65	98	151	19	112	109	152
	117	35	93	43	90	154	73	150	165	23	16	91	5	169	175	120	149	26	59	49	56	156	136
	110	80	58	55	40	103	159	83	127	111	155	167	11	52	116	142	133	1	2	96	77	86	122
	6	131	29	51	21	17	45	126	12	3	168	41	30	37	64	164	78	8	118	113	39	48	140
	14	60	82	134	25	33	50	84	28	105	123	145	7	27	34	92	115	147	74	10	68	102	67
	63	101	18	66	129	24	4	119	87	42	170	143	121	38	57	95	148	89	81	158	171	32	22
	69	53	130	104	161	75	141	9	47	79	162	146	124	157	70	106	31	132	166	128	138	125	44
	13	85	88	135	144	173	163	20	46	97	94	139	172	72	160	176	177	178	179				
7/15	24	157	0	43	126	172	135	65	32	18	114	42	162	67	104	61	23	11	4	96	163	75	109
	58	79	154	3	95	168	73	103	60	84	148	113	40	164	173	143	49	29	156	7	89	132	179
	138	53	85	12	117	36	122	66	107	64	28	147	2	90	131	70	144	55	26	15	112	35	128
	176	106	59	80	19	6	92	129	174	99	62	82	13	121	41	127	71	139	63	25	151	9	39
	159	69	142	52	77	21	119	38	167	178	101	56	87	155	5	91	166	169	146	50	81	20	111
	88	165	177	108	47	27	149	115	33	161	72	102	57	86	16	110	97	123	68	100	48	31	14
	8	93	130	170	133	44	78	150	118	94	158	76	134	46	83	152	1	37	160	171	136	54	22
	17	116	34	125	175	105	45	30	153	10	98	124	74	137	51	120	141	140	145				
8/15	85	3	148	161	96	99	154	13	78	160	61	36	21	141	121	115	82	1	59	72	43	135	168
	139	46	10	56	67	108	134	111	105	66	89	137	130	104	143	113	11	84	157	32	73	90	38
	117	146	53	2	60	93	91	71	114	19	47	4	26	75	109	41	50	153	54	163	31	24	106
	42	170	62	80	164	65	128	12	142	167	155	88	8	22	131	158	33	178	145	70	9	51	69
	102	140	173	147	83	165	30	126	100	138	171	103	45	159	27	74	97	122	120	16	52	162	132
	124	94	133	172	149	86	77	25	68	177	64	174	15	0	125	63	35	34	40	179	20	44	7
	55	28	101	150	110	18	119	5	29	76	107	136	112	144	48	81	57	49	92	95	118	17	156
	166	23	129	79	37	175	152	87	6	58	127	98	123	39	14	116	169	176	151				
9/15	58	70	23	32	26	63	55	48	35	41	53	20	38	51	61	65	44	29	7	2	113	68	96
	104	106	89	27	0	119	21	4	49	46	100	13	36	57	98	102	9	42	39	33	62	22	95
	101	15	91	25	93	132	69	87	47	59	67	124	17	11	31	43	40	37	85	50	97	140	45
	92	56	30	34	60	107	24	52	94	64	5	71	90	66	103	88	86	84	19	169	159	147	126
	28	130	14	162	144	166	108	153	115	135	120	122	112	139	151	156	16	172	164	123	99	54	136

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	81	105	128	116	150	155	76	18	142	170	175	83	146	78	109	73	131	127	82	167	77	110	79
	137	152	3	173	148	72	158	117	1	6	12	8	161	74	143	133	168	171	134	163	138	121	141
	160	111	10	149	80	75	165	157	174	129	145	114	125	154	118	176	177	178	179				
10/15	45	31	67	35	159	157	177	2	44	23	73	148	163	118	176	4	14	97	142	37	143	149	179
	3	12	32	140	42	167	166	41	126	13	30	144	57	113	147	173	6	52	24	39	64	80	112
	104	174	11	151	71	109	162	79	171	127	46	92	38	132	81	120	100	1	53	88	76	60	103
	139	99	125	48	93	135	161	77	110	107	121	18	95	69	63	83	111	170	7	16	98	141	61
	86	116	172	130	49	25	40	65	87	108	101	5	21	89	75	43	82	146	105	128	17	29	106
	34	160	155	175	124	15	28	134	62	119	145	72	10	58	91	74	36	68	150	8	9	54	26
	137	56	165	115	114	0	47	27	22	20	168	154	102	123	50	94	66	33	85	59	164	131	51
	90	70	138	84	117	178	122	19	96	156	55	78	158	169	129	133	152	136	153				
11/15	27	68	35	117	138	83	127	10	60	73	47	115	155	81	170	9	65	66	52	112	150	77	171
	161	22	20	39	106	147	90	126	165	23	16	45	113	154	86	173	158	24	71	40	107	136	94
	128	163	31	72	33	101	134	80	175	7	61	19	49	111	135	92	130	6	62	74	43	116	133
	89	129	8	28	15	34	105	146	84	174	4	32	75	44	118	132	96	169	159	58	18	42	100
	141	87	131	157	63	11	48	108	151	79	177	168	26	17	36	102	137	95	122	1	25	21	50
	120	153	97	121	0	55	14	46	114	152	91	178	3	30	13	37	103	145	82	125	166	57	76
	51	99	144	85	123	162	56	12	53	119	139	78	179	5	64	70	54	110	148	93	172	164	29
	69	38	109	143	88	124	160	59	67	41	104	149	98	176	2	167	156	140	142				
12/15	51	122	91	111	95	100	119	130	78	57	65	26	61	126	105	143	70	132	39	102	115	116	6
	14	3	21	71	134	2	0	140	106	7	118	23	35	20	17	50	48	112	13	66	5	75	42
	129	107	30	45	137	114	37	87	53	85	101	141	120	99	88	117	64	28	135	138	108	113	58
	97	38	124	86	33	74	32	29	128	67	104	80	127	56	34	89	94	49	55	93	136	68	62
	54	40	81	103	121	76	44	84	96	123	154	98	82	142	46	169	131	72	47	69	125	31	83
	36	59	90	79	52	133	60	92	139	110	27	73	43	77	109	63	41	168	147	161	165	175	162
	164	158	157	160	150	171	167	145	151	153	9	155	170	146	166	149	15	159	11	176	152	156	144
	148	172	178	24	22	179	4	163	174	173	19	10	177	12	16	1	8	18	25				
13/15	59	85	108	128	49	91	163	3	58	16	106	126	74	141	167	35	57	82	30	123	68	95	160
	42	62	21	102	131	52	142	157	10	55	79	24	130	73	92	179	2	61	11	104	122	45	140
	159	43	148	19	23	111	76	135	169	39	63	77	25	117	75	94	155	5	145	14	26	127	46

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

138	158	38	64	86	105	118	50	137	175	7	144	84	22	113	54	98	172	9	146	17	27	114
51	139	156	37	147	78	103	115	66	97	168	34	60	83	107	121	48	93	174	33	65	87	99
124	71	136	154	0	150	20	101	112	70	96	170	1	149	80	28	125	53	90	173	6	153	13
29	116	72	88	165	8	143	12	31	119	47	89	164	40	151	81	109	110	44	134	162	36	152
15	100	129	67	133	166	41	56	18	32	120	69	132	161	4	177	176	178	171				

<표 B-5> 1024QAM ($N_{inner} = 64800$)

	Order of group-wise interleaving $\pi(j) (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Code Rate	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
2/15	157	25	107	160	37	138	111	35	29	44	15	162	66	20	49	126	89	147	159	174	142	26	146
	10	164	152	57	110	83	167	169	16	6	172	62	173	7	145	4	67	115	50	39	72	79	74
	40	132	42	30	163	161	55	143	63	117	86	121	2	28	69	150	24	177	43	158	27	21	128
	46	118	114	127	135	92	76	19	94	179	3	52	101	137	84	73	108	91	120	47	1	102	58
	68	82	59	119	64	31	61	105	103	151	124	70	8	155	90	166	41	45	178	113	140	75	148
	109	100	125	11	116	34	36	176	170	156	136	171	122	78	87	106	123	149	17	99	175	18	9
	165	153	12	81	77	60	93	104	13	5	88	96	141	133	154	144	48	97	23	14	98	53	134
	112	65	0	130	32	168	33	131	22	38	56	80	95	71	85	139	129	51	54				
3/15	113	153	13	8	103	115	137	69	151	111	18	38	42	150	179	130	148	6	4	31	44	68	145
	126	106	24	100	93	21	35	143	57	166	65	53	41	122	7	29	25	136	162	158	26	124	32
	17	168	56	12	39	176	131	132	51	89	101	160	49	87	14	55	127	37	169	110	83	134	107
	46	33	114	108	82	125	109	95	174	62	164	144	16	121	58	80	2	163	159	157	90	104	23
	172	112	19	133	102	75	45	86	63	22	54	105	155	77	178	70	98	40	118	84	78	0	99

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	123	5	34	71	96	175	10	30	72	28	74	154	61	91	85	135	152	15	88	165	60	52	149
	147	59	116	120	3	64	140	67	94	27	9	81	43	11	167	139	92	129	20	117	128	50	119
	47	1	156	142	170	171	48	177	66	161	79	73	76	173	97	36	141	146	138				
4/15	114	133	4	73	8	139	7	5	177	88	66	11	24	74	49	45	167	81	117	137	46	22	165
	51	68	110	6	1	16	132	130	143	169	2	20	140	94	21	91	126	172	27	162	34	113	142
	166	115	106	160	84	136	175	0	26	151	69	174	59	159	161	170	52	164	80	108	3	23	101
	33	125	111	63	124	98	40	145	9	39	155	149	147	67	76	48	120	119	53	54	138	179	156
	127	13	152	129	123	141	109	89	121	50	10	37	104	144	86	178	96	148	128	56	64	153	95
	12	105	41	154	99	25	171	92	17	134	19	61	32	85	102	14	71	146	163	173	118	57	18
	36	42	78	31	97	55	58	116	90	168	43	72	15	112	93	60	38	103	87	158	35	29	176
	150	77	79	122	47	28	135	100	83	65	131	75	157	62	70	44	30	107	82				
5/15	128	4	162	8	77	29	91	44	176	107	149	1	150	9	119	99	71	124	104	41	62	5	118
	50	174	54	111	40	156	92	46	11	17	52	47	97	179	24	153	145	129	2	12	88	101	139
	114	69	96	32	134	55	167	132	123	136	112	102	159	31	87	141	15	61	84	98	37	63	20
	85	53	7	39	117	170	138	116	126	161	120	57	13	76	6	121	155	175	38	158	35	86	78
	10	103	166	95	125	172	67	30	177	73	151	169	163	23	108	43	81	157	58	105	65	26	122
	135	146	72	142	34	133	0	148	89	168	60	109	83	18	27	131	70	56	48	64	93	68	127
	21	75	110	80	14	49	82	143	115	178	154	100	59	74	152	51	137	140	36	42	19	25	94
	45	164	16	113	79	22	28	66	106	130	171	147	90	144	165	3	173	160	33				
6/15	66	21	51	55	54	24	33	12	70	63	47	65	145	8	0	57	23	71	59	14	40	42	62
	56	2	43	64	58	67	53	68	61	39	52	69	1	22	31	161	38	30	19	17	18	4	41
	25	44	136	29	36	26	126	177	15	37	148	9	13	45	46	152	50	49	27	77	60	35	48
	178	28	34	106	127	76	131	105	138	75	130	101	167	117	173	113	108	92	135	124	121	97	149
	143	81	32	96	3	78	107	86	98	16	162	150	111	158	172	139	74	142	166	7	5	119	20
	144	151	90	11	156	100	175	83	155	159	128	88	87	93	103	94	140	165	6	137	157	10	85
	141	129	146	122	73	112	132	125	174	169	168	79	84	118	179	147	91	160	163	115	89	80	102
	104	134	82	95	133	164	154	120	110	170	114	153	72	109	171	176	99	116	123				
7/15	117	61	46	179	24	161	142	133	11	6	121	44	103	76	22	63	136	151	33	8	123	60	105
	175	18	160	138	147	10	0	125	57	49	75	21	154	140	150	9	169	124	55	48	173	23	157
	97	129	30	7	122	54	99	74	19	153	94	128	15	170	87	59	51	80	111	64	137	146	13

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	2	83	62	45	176	108	71	91	131	34	168	82	56	102	72	26	155	92	132	31	166	119	36
	101	178	113	67	98	152	14	5	118	41	104	177	114	70	96	134	32	162	84	40	100	174	110
	158	93	149	27	4	86	38	53	77	115	159	143	130	35	163	89	58	106	73	20	66	90	127
	16	3	85	37	107	172	116	156	95	144	17	165	81	43	50	78	109	68	135	126	29	167	120
	39	47	171	112	69	141	145	28	1	88	42	52	79	25	65	139	148	12	164				
8/15	77	48	82	51	57	69	65	6	71	90	84	81	50	88	61	55	53	73	39	13	79	75	41
	18	38	89	49	93	36	64	47	40	42	76	70	56	3	72	2	54	52	145	19	78	80	63
	87	67	86	10	1	58	17	14	175	91	68	85	94	15	43	74	60	66	37	92	4	9	16
	83	46	44	102	30	112	122	110	29	20	105	138	101	174	33	137	136	131	166	59	34	62	125
	28	26	45	24	23	21	157	98	35	95	22	32	103	27	113	31	119	173	168	118	120	114	149
	159	155	179	160	161	130	123	172	139	124	153	0	109	167	128	107	117	147	177	96	164	152	11
	148	158	129	163	176	151	171	8	106	144	150	169	108	162	143	111	141	133	178	134	146	99	132
	142	104	115	135	121	100	12	170	156	126	5	127	154	97	140	116	165	7	25				
9/15	42	36	135	126	3	17	82	87	172	32	65	70	143	131	10	1	85	147	31	176	66	47	97
	128	8	9	146	73	162	164	57	64	139	91	5	110	150	83	18	27	48	45	133	132	111	124
	89	78	177	19	46	50	102	103	122	4	74	161	175	34	60	58	136	100	115	118	81	75	28
	21	40	61	140	138	113	112	157	151	23	30	69	41	94	96	7	109	152	149	33	179	71	43
	92	105	12	13	154	159	178	24	44	49	107	98	16	2	76	155	35	168	62	56	129	141	116
	123	160	77	25	170	54	39	90	95	121	11	72	153	169	167	51	67	104	134	0	117	79	80
	26	29	37	55	99	142	108	114	86	88	166	163	59	63	101	93	119	15	144	145	165	22	52
	53	130	137	125	6	158	84	20	174	38	68	127	106	14	120	148	156	171	173				
10/15	100	22	60	121	40	44	164	170	176	101	88	26	35	4	21	173	140	145	175	174	81	28	72
	112	132	106	42	56	151	147	82	49	91	64	179	89	160	52	139	17	97	63	116	131	154	71
	109	96	135	146	55	38	166	117	65	127	120	129	15	136	74	23	98	43	123	130	69	99	143
	161	46	51	94	61	83	67	156	33	144	148	163	47	92	2	122	24	86	75	108	152	14	77
	7	10	29	19	104	128	142	1	79	107	162	0	118	66	54	153	141	9	85	37	32	114	53
	134	41	158	178	138	76	50	78	84	172	48	133	168	125	13	169	25	16	8	124	159	167	58
	5	11	68	95	27	110	93	62	102	137	126	150	87	105	113	30	119	6	103	57	31	149	80
	70	45	165	111	73	36	157	171	3	20	18	90	12	59	39	115	34	177	155				
11/15	33	73	90	107	99	94	53	151	124	8	12	117	21	58	158	77	72	59	123	2	125	157	50

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	62	109	75	42	146	118	153	85	10	131	70	32	41	24	143	113	1	93	162	20	35	74	45
	149	161	173	4	28	23	127	148	34	61	96	144	171	140	119	16	126	39	40	57	165	106	172
	139	81	47	164	92	63	105	108	170	3	135	101	121	68	6	111	65	147	150	122	7	84	46
	22	103	86	169	134	44	175	167	89	128	27	31	56	43	102	156	160	141	67	9	110	159	133
	78	154	176	174	5	82	11	25	80	130	163	88	36	166	137	104	48	129	87	95	55	49	145
	178	0	98	64	54	100	37	79	69	38	177	136	114	17	52	19	30	97	51	168	132	138	83
	76	13	18	115	71	91	179	112	155	15	14	26	60	29	116	66	120	142	152				
12/15	91	19	11	106	14	40	20	67	32	22	31	23	78	68	79	141	117	95	88	136	52	121	1
	133	4	2	21	122	38	12	69	111	81	82	58	46	112	60	33	73	53	92	75	48	47	110
	80	76	138	87	85	65	130	57	102	83	64	86	100	39	49	125	108	119	6	118	35	61	71
	30	45	94	26	116	98	37	55	44	70	25	7	34	114	135	128	137	84	51	28	97	27	89
	29	62	50	139	56	109	77	59	127	142	96	105	99	90	13	124	120	115	126	143	149	74	41
	178	129	18	131	42	165	101	134	36	140	132	103	72	164	93	54	166	43	123	113	0	154	10
	63	107	162	157	66	104	17	147	167	174	179	3	173	160	155	161	152	156	177	24	170	9	159
	16	15	148	5	146	163	172	175	151	169	176	150	153	171	158	168	144	8	145				
13/15	49	2	57	47	31	35	24	39	59	0	45	41	55	53	51	37	33	43	56	38	48	32	50
	23	34	54	1	36	44	52	40	58	122	46	42	30	3	75	73	65	145	71	79	67	69	83
	85	147	63	81	77	61	5	26	62	64	74	70	82	149	76	4	78	84	80	86	66	68	72
	6	60	154	103	95	101	143	9	89	141	128	97	137	133	7	13	99	91	93	87	11	136	90
	88	94	10	8	14	96	104	92	132	142	100	98	12	102	152	139	150	106	146	130	27	108	153
	112	114	29	110	134	116	15	127	125	123	120	148	151	113	126	124	135	129	109	25	28	158	117
	105	115	111	131	107	121	18	170	164	20	140	160	166	162	119	155	168	178	22	174	172	176	16
	157	159	171	161	118	17	163	21	165	19	179	177	167	138	173	156	144	169	175				

<표 B-6> 4096QAM ($N_{inner} = 64800$)

Code Rate	Order of group-wise interleaving $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183
2/15	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206
	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229
	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298
	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321
	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344
	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367
3/15	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	79	13	53	96	33	70	19	38	12	90	11	12	16	10	15	14	10	17	14	92	63	17	14
		7							1		8	6	5	9	4	0		8	3			6	6
	13	17	13	3	11	17	9	50	13	61	93	94	88	13	10	15	17	86	12	1	7	56	59
	4	7	9		3	2			8					2	5	1	0						
	10	15	95	54	85	13	39	15	76	13	97	11	17	72	15	55	73	99	11	16	26	21	15
	1	5								0		0	4		0				1	2			6
	28	16	14	13	10	81	69	84	4	6	14	48	11	16	12	16	71	68	80	91	98	8	57
		0	9	3	4						7		5	9	7	1							
	17	13	52	5	14	65	75	16	43	14	16	15	12	46	31	30	16	0	14	12	10	10	60
	1	5			1			3		4	7	9	9				6		8	8	2	3	
	32	18	51	87	11	64	22	16	24	12	27	62	12	15	78	10	67	15	45				
					4			4		3			4	2		8		3					
4/15	91	52	36	30	35	6	12	29	15	47	16	2	89	39	65	15	64	12	10	40	84	69	90
							1		0		3					7		2	1				
	12	10	9	15	16	21	17	43	44	13	15	10	4	72	16	17	10	76	28	78	53	1	15
	9				2		1			2	8	4			9	7	3						1
	16	88	14	42	16	10	10	12	13	10	38	25	3	11	17	12	15	17	13	86	11	94	14
	1		8		0	9	0	6	8	8				2		4	5	2	4		9		5
	17	68	26	13	14	11	15	13	37	22	10	14	11	11	98	15	61	14	16	10	13	15	63
	8			0	0	5	2	9			2		8			4		6	4	7	1	9	
	93	7	79	5	13	16	59	77	55	80	11	13	17	14	85	15	66	10	49	34	48	41	14
					7	5					7		3	4		3		6					3
	14	27	13	18	11	17	12	14	11	19	12	16	14	11	46	31	14	12	57	74	8	20	96
	2		6		1	5	3	7	4		5	6	9	3			1	0					
	17	12	97	16	60	11	15	45	82	10	62	99	23	92	32	50	73	56	16	95	24	16	33
	0	8				0	6			5									7			8	
	11	75	12	81	67	17	17	70	12	58	87	17	0	51	13	83	13	54	71				
	6		7			9	4					6			5		3						
5/15	14	89	57	16	16	13	91	78	90	66	12	12	9	15	14	68	11	12	74	45	28	87	15
	6				4	8					2			7			2	8					8

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	56	61	16	18	16	95	99	13	22	65	13	16	11	15	49	14	44	36	1	12	6	46	29
			8		1			9			0	6	8	0		2				1			
	88	47	0	58	10	43	80	64	10	21	55	15	8	14	16	7	98	12	17	11	15	13	52
				5					7			1		5	3			3			3	6	
	3	13	34	16	10	12	11	15	84	32	97	33	60	62	79	37	12	38	16	71	75	59	14
				0	2	5	4	2									9		5				4
	12	13	10	53	16	10	12	54	15	11	48	77	76	73	11	11	17	17	41	19	92	10	31
6/15	7	2	4		2	3	0		5	6					3	9	9	7				9	
	14	17	10	39	14	10	40	5	25	81	17	10	12	12	72	11	4	17	15	13	86	17	2
	3	8	8		0	6					6	1	4	6		1		3	6	4		4	
	17	35	17	13	15	24	69	96	30	11	67	17	14	16	63	23	20	16	27	14	51	10	82
	0		5	7						7		1	9	9				7		7			
	13	85	11	94	13	17	14	50	15	42	70	11	26	83	14	10	13	93	15				
	1		0		5	2	8		4			5			1	0	3		9				
	66	21	51	55	11	24	33	12	70	63	47	65	14	8	0	57	23	71	59	14	40	42	15
					7								5										
	56	2	43	64	58	67	53	68	61	39	52	69	1	22	31	16	38	30	19	17	18	4	41
																1							
	25	44	13	29	36	26	12	17	62	37	14	9	13	45	46	15	50	49	27	77	60	35	48
			6				6	7			8					2							
	17	28	34	10	12	76	13	10	13	75	13	10	16	54	17	11	10	92	13	12	12	97	14
	8			6	7		1	5	8		0	1	7		3	3	8		5	4	1		9
	14	81	32	96	3	78	10	86	98	16	16	15	11	15	17	13	74	14	16	7	5	11	20
	3						7				2	0	1	8	2	9		2	6			9	
	14	15	90	11	15	10	17	83	15	15	12	88	87	93	10	94	14	16	6	13	15	10	85
	4	1			6	0	5		5	9	8				3		0	5		7	7		
	14	12	14	12	73	11	13	12	17	16	16	79	84	11	17	14	91	16	16	11	89	80	10
	1	9	6	2		2	2	5	4	9	8			8	9	7		0	3	5			2
	10	13	82	95	13	16	15	12	11	17	11	15	72	10	17	17	99	11	12				
	4	4			3	4	4	0	0	0	4	3		9	1	6		6	3				

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

7/15	59	12	16	93	37	11	11	62	42	10	11	72	60	14	34	12	46	31	12	17	14	94	65
		2	1			2	1			2	9			4		0			9	2	9		
	9	0	76	13	61	3	70	40	78	12	35	14	28	48	16	92	73	6	13	66	16	13	10
										7		5			2				4		0	3	1
	4	5	87	10	79	10	16	16	17	57	83	44	54	11	30	50	82	10	14	98	41	22	96
				6		4	8	3	0					0					8				
	49	90	10	29	39	17	38	10	91	74	15	13	17	71	47	14	63	86	45	12	33	13	51
			0			5		9			9	9	7			6				3		8	
8/15	89	88	16	80	14	10	69	7	10	11	99	13	36	11	16	16	8	16	68	17	14	95	17
			7		2	8			3	5		5			6	9		5		3	0		9
	2	12	10	1	11	15	17	15	75	64	17	81	55	13	15	15	53	17	16	11	24	11	15
		5	5		6	0	4				6			0	1	6		1		3		7	4
	15	16	14	12	56	15	20	85	84	77	15	10	32	15	14	13	12	52	12	58	11	13	11
	7	4	3			2					8	7		3	7	2	4		1		8	7	4
	97	19	15	67	25	17	12	23	43	27	21	13	13	26	14	18	12	14	17				
			5				6					6	1				8	1	8				
	77	48	82	51	57	69	65	6	71	90	84	81	50	88	61	55	53	73	39	13	79	75	41
	18	38	89	49	93	36	64	47	40	42	76	70	56	3	72	2	54	52	14 5	19	78	80	63
	87	67	86	10	1	58	17	14	17 5	91	68	85	94	15	43	74	60	66	37	92	4	9	16
	83	46	44	10 2	30	11 2	12 2	11 0	29	20	10 5	13 8	10 1	17 4	33	13 7	13 6	13 1	16 6	59	34	62	12 5
	28	26	45	24	23	21	15 7	98	35	95	22	32	10 3	27	11 3	31	11 9	17 3	16 8	11 8	12 0	11 4	14 9
	15	15	17	16	16	13	12	17	13	12	15		10	16	12	10	11	14	17	96	16	15	11
	9	5	9	0	1	0	3	2	9	4	3	0	9	7	8	7	7	7	7		4	2	
	14	15	12	16	17	15	17		10	14	15	16	10	16	14	11	14	13	17	13	14	99	13
	8	8	9	3	6	1	1	8	6	4	0	9	8	2	3	1	1	3	8	4	6		2
	14	10	11	13	12	10	12	17	15	12	5	12	15	97	14	11	16	7	25				

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	2	4	5	5	1	0		0	6	6		7	4		0	6	5						
9/15	67	79	72	17 5	1	92	63	65	36	73	18	3	43	78	5	40	82	20	15	76	28	84	59
	91	93	54	58	60	2	19	66	44	85	48	0	50	16 6	89	41	24	83	75	55	64	52	98
	39	14 1	34	74	33	45	99	46	10	69	94	10 1	56	9	97	96	37	14	31	70	10 6	11 3	80
	62	10 0	13	32	88	57	12 7	53	68	14 6	61	7	10 7	71	51	16 1	81	49	86	95	10 3	30	25
	12 6	87	22	47	27	17 1	10 2	6	13 2	77	90	38	16 7	4	35	26	11 8	14 0	10 4	12 8	17 9	12 4	10 9
	15 9	42	11 0	21	10 5	14 8	14 2	13 4	23	11 7	12 2	16 0	12	15 4	11 4	15 6	15 1	14 5	16 9	11	13 9	17 7	12 9
	15 5	17 8	13 8	17 6	14 7	12 1	13 6	16 5	17 0	13 3	14 9	15 0	17 4	16 8	12 5	11 6	11 5	16 4	29	11 9	15 3	15 7	16 2
	17 3	11 2	14 4	17 2	12 3	13 7	16	12 0	13 1	11 1	13 5	16 3	17	13 0	15 2	10 8	8	15 8	14 3				
10/15	36	21	11 7	71	38	10 8	42	61	13	88	97	68	2	67	50	64	95	63	10 0	9	82	51	45
	78	31	18	10 3	39	11 9	25	40	28	72	11	73	86	13 1	84	11 1	24	58	60	81	37	89	1
	93	56	69	96	35	57	11 6	13 0	55	74	41	16 9	54	14	26	65	83	16 5	10 7	0	52	14 4	75
	10 1	8	11 5	11 8	85	48	11 2	80	90	32	17 3	76	33	16	77	16 4	10 4	46	20	98	10 9	29	11 4
	7	11 0	99	53	13 3	70	87	10 6	14 5	4	11 3	27	59	34	5	10 2	14 8	14 2	79	19	44	15 9	17 4
	15 5	13 6	94	43	49	15 2	16 1	66	3	12 1	13 5	14 7	17	15 7	30	15 3	15 4	13 7	16 8	92	14 9	17 1	10
	17	13	14	17	17	10	17	47	14	16	23	17	14	91	14	16	13	6	12	12	12	17	16

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	7	4	3	6	9	5	2		6	0		5	1		0	3	2		6	4		0	7
	15 1	12 5	13 9	15 0	15	12 9	16 2	12 0	16 6	15 6	62	15 8	17 8	12 8	12 7	22	12 2	12 3	13 8				
11/15	77	97	3	44	11 9	72	83	11 6	40	0	11 1	8	68	43	24	10 2	49	92	65	31	93	60	17
	76	89	11 8	70	87	15	67	22	59	95	46	38	12 5	48	58	14 0	10 4	73	47	14	12 0	1	50
	80	63	62	45	9	25	11 4	19	82	54	15 0	12 1	13 0	12 3	37	55	23	98	81	12 2	10 3	85	12 6
	10 1	78	5	12 8	14 8	57	12	10 7	36	2	10 9	52	39	66	11 5	42	15 6	90	51	91	29	84	18
	14 4	10	94	64	10 0	86	71	27	30	32	11 0	33	11 3	13 1	35	34	11 2	26	10 8	16	61	56	75
	41	11 7	69	17 2	96	14 9	12 7	12 4	17 3	13	74	10 5	53	16 1	14 6	17 4	79	88	28	12 9	13 4	13 9	13 6
	14 5	17 0	13 5	15 8	15 4	16 2	7	16 9	99	10 6	13 7	16 5	14 3	4	17 5	13 8	13 3	17 1	16 8	14 7	16 7	14 1	16 3
12/15	17 6	17 9	14 2	11	17 7	15 3	15 1	15 9	13 2	20	16 4	6	15 7	17 8	21	16 6	15 5	16 0	15 2				
	11 0	16	64	10 0	55	70	48	26	60	71	93	1	59	88	97	13 6	67	94	90	72	49	23	41
	92	9	35	37	11 3	10 1	11 1	8	52	56	19	13 4	15 1	84	12 6	15 9	63	44	65	13 9	31	57	10 3
	22	11 6	17 2	38	95	36	46	14 1	11 4	4	10 6	14 9	85	86	66	51	12 1	10 5	10 9	87	6	13 5	12 7
	47	12 3	39	10	14 8	43	13 1	14 7	45	14 3	5	10 8	81	2	14 0	12 0	13 2	76	58	13 7	18	29	12 5
	17	30	32	15 6	13 3	78	91	16 1	10 4	17 4	53	61	50	74	77	33	17 1	13 8	28	69	11 2	11 9	12
	10	20	16	99	12	11	24	98	11	12	42	7	79	75	12	82	68	80	3	11	54	96	40

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	2		7		2	7			5	4					8								
	12	14	10		17		83	15	16	11		13		15	16	16	17	14	16	15	15	17	
	9	2	7	73	5	14		0	5	8	89	0			34	6	3	6	8	3	4	7	62
	14	0	17	15	15	17	14	15	15	13	25	17	16	16	16	27	21	16	17				
	5		8	5	7	9	4	8	2			6	2	9	4			0	0				
13/15	87	50	6	42	82	54	96	0	62	12	10	12	23	64	53	20	41	11	14	13	68	2	12
										4	9	6						1	5	5			2
	12	10		7	28	14	12	13	15					15	10			14		12	13	88	52
	8	7				5	6	4	10	92	99	84	86	1	8	24	94	8	29	3			
	35	61	10	13	95	70	40	12	10		36	51	15	14	15	12	13	11	97	10	31	59	13
			2	2				9	1				0	2	2	1	1	6		4			7
	11	11		57	77	32	93	49	58		11		14		10					13			55
	2	3							7	78	1	9	37	11	0	85	79	72	66	0	18	63	
91	46	14		14		11		13				11	14	11		14			13	15	33	89	
		6	21	3	44	0	75	8	16	76	45		4	4	9	38	0	65	30	3	3		
71	11	10		90	56	25	10	14			11		27	69	9	74	48	19	39	43	34	81	13
	5	5				3	7	73	60	47	8												9
3	16	10	13		5	67	80	14	12		15	16	16	16	16	26	16	16	17	15	17		
	4	6	4					1	0	98	5	6	2	3	5		1	8	6	9	0		4
12		17	15	17	17	15		17	17	16		17	16	16	17	16	17						
7	22	3	7	1	8	8	17	4	9	7	12	2	6	0	7	9	5	15					

B.2. $N_{\text{inner}} = 16200$ 에서의 그룹 인터리빙 순열 ($N_{\text{group}} = 45$)

<표 B-7> QPSK ($N_{\text{inner}} = 16200$)

Cod e Rate	Order of group-wise interleaving $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
2/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	1
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

3/15	15	22	34	19	7	17	28	43	30	32	14	1	11	0	3	9	10	38	24	4	23	18	27
	39	29	33	8	2	40	21	20	36	44	12	37	13	35	6	31	26	16	25	42	5	41	
4/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	1
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	
5/15	35	7	29	11	14	32	38	28	20	17	25	39	19	4	1	12	10	30	0	44	43	2	21
	5	13	34	37	23	15	36	18	42	16	33	31	27	22	3	6	40	24	41	9	26	8	
6/15	7	4	0	5	27	30	25	13	31	9	34	10	17	11	8	12	15	16	18	19	20	21	22
	23	1	35	24	29	33	6	26	14	32	28	2	3	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
7/15	3	7	1	4	18	21	22	6	9	5	17	14	13	15	10	20	8	19	16	12	0	11	2
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
8/15	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	1
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	
9/15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/1	1	4	5	6	24	21	18	7	17	12	8	20	23	29	28	30	32	34	36	38	40	42	0
5	2	3	14	22	13	10	25	9	27	19	16	15	26	11	31	33	35	37	39	41	43	44	
11/1	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	1
5	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	
12/1	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	1
5	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	44	
13/1	26	10	12	38	28	15	0	44	34	24	14	8	40	30	20	13	42	32	22	11	9	36	25
5	7	5	37	27	4	16	43	33	23	2	18	39	29	19	6	41	31	21	3	17	35	1	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 B-8> 16QAM ($N_{inner} = 16200$)

Cod e Rate	Order of group-wise interleaving																						
	$\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2/15	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	5	33	18	8	29	10	21	14	30	26	11	23	27	4	7	6	24	44	38	31	34	43	13
3/15	0	15	42	17	2	20	12	40	39	35	32	1	3	41	37	9	25	19	22	16	28	36	
	18	16	5	29	26	43	23	6	1	24	7	19	37	2	27	3	10	15	36	39	22	12	35
4/15	33	4	17	30	31	21	9	11	41	0	32	20	40	25	8	34	38	28	14	44	13	42	
	34	3	19	35	25	2	17	36	26	38	0	40	27	10	7	43	21	28	15	6	1	37	18
5/15	30	32	33	29	22	12	13	5	23	44	14	4	31	20	39	42	11	9	16	41	8	24	
	3	33	39	2	38	29	0	10	25	17	7	21	44	37	8	34	20	1	4	31	11	42	22
6/15	13	12	28	26	43	30	14	16	23	24	15	5	18	9	36	6	19	32	40	41	35	27	
	12	13	15	30	27	25	11	34	9	4	31	22	6	32	7	21	17	3	1	26	10	33	19
7/15	2	18	5	28	35	8	16	29	23	14	0	20	24	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	19	3	32	38	16	17	29	33	14	10	6	2	20	15	40	39	12	22	23	34	31	13	44
8/15	43	36	24	37	42	0	9	4	21	5	35	26	41	7	28	11	25	8	18	1	30	27	
	36	5	22	26	1	13	3	33	9	6	23	20	35	10	17	41	30	15	21	42	29	11	37
9/15	4	2	38	44	0	18	19	8	31	28	43	14	34	32	25	40	12	16	24	39	27	7	
	4	6	19	2	5	30	20	11	22	12	15	0	36	37	38	39	26	14	34	35	16	13	18
10/15	42	7	10	25	43	40	17	41	24	33	31	23	32	21	3	27	28	8	9	29	1	44	
	27	11	20	1	7	5	29	35	9	10	34	18	25	28	6	13	17	0	23	16	41	15	19
11/15	44	24	37	4	31	8	32	14	42	12	2	40	30	36	39	43	21	3	22	26	33	38	
	2	4	41	8	13	7	0	24	3	22	5	32	10	9	36	37	29	11	25	16	20	21	35
12/15	34	15	1	6	14	27	30	33	12	17	28	23	40	26	31	38	39	18	19	42	43	44	
	3	6	7	27	2	23	10	30	22	28	24	20	37	21	4	14	11	42	16	9	15	26	33
13/15	40	5	8	44	34	18	0	32	29	19	41	38	17	25	43	35	36	13	39	12	1	31	
	12	7	20	43	29	13	32	30	25	0	17	18	9	1	41	42	6	33	28	14	16	11	39
5	40	15	4	23	5	2	24	22	38	10	8	19	34	26	36	37	27	21	31	3	35	44	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 B-9> 64QAM ($N_{inner} = 16200$)

Code Rate	Order of group-wise interleaving $\pi(j) (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
2/15	7	11	4	38	19	25	2	43	15	26	18	14	9	29	44	32	0	5	35	10	1	12	6
	36	21	33	37	34	3	31	20	16	40	23	41	22	30	39	13	24	17	42	28	8	27	
3/15	19	34	22	6	29	25	23	36	7	8	24	16	27	43	11	35	5	28	13	4	3	17	15
	38	20	0	26	12	1	39	31	41	44	30	9	21	42	18	14	32	10	2	37	33	40	
4/15	41	34	32	37	5	8	13	15	30	31	22	25	42	20	23	17	1	40	44	12	6	43	7
	29	33	16	11	0	35	4	14	28	21	3	24	19	18	36	10	38	26	2	39	27	9	
5/15	25	44	8	39	37	2	11	7	0	12	4	31	33	38	43	21	26	13	28	29	1	27	18
	17	34	3	42	10	19	20	32	36	40	9	41	5	35	30	22	15	16	6	24	23	14	
6/15	31	12	39	32	30	24	28	15	38	23	27	41	0	6	17	37	42	20	11	4	40	2	3
	26	10	7	13	25	1	18	8	5	14	36	35	33	22	9	44	16	34	19	21	29	43	
7/15	2	14	10	0	37	42	38	40	24	29	28	35	18	16	20	27	41	30	15	19	9	43	25
	3	6	7	31	32	26	36	17	1	13	5	39	33	4	8	23	22	11	34	44	12	21	
8/15	36	6	2	20	43	17	33	22	23	25	13	0	10	7	21	1	19	26	8	14	31	35	16
	5	29	40	11	9	4	34	15	42	32	28	18	37	30	39	24	41	3	38	27	12	44	
9/15	21	5	43	38	40	1	3	17	11	37	10	41	9	15	25	44	14	27	7	18	20	35	16
	0	6	19	8	22	29	28	34	31	33	30	32	42	13	4	24	26	36	2	23	12	39	
10/15	14	22	18	11	28	26	2	38	10	0	5	12	24	17	29	16	39	13	23	8	25	43	34
	33	27	15	7	1	9	35	40	32	30	20	36	31	21	41	44	3	42	6	19	37	4	
11/15	31	20	21	25	4	16	9	3	17	24	5	10	12	28	6	19	8	15	13	11	29	22	27
	14	23	34	26	18	42	2	37	44	39	33	35	41	0	36	7	40	38	1	30	32	43	
12/15	17	11	14	7	31	10	2	26	0	32	29	22	33	12	20	28	27	39	37	15	4	5	8
	13	38	18	23	34	24	6	1	9	16	44	21	3	36	30	40	35	43	42	25	19	41	
13/15	9	7	15	10	11	12	13	6	21	17	14	20	26	8	25	32	34	23	2	4	31	18	5
	27	29	3	38	36	39	43	41	42	40	44	1	28	33	22	16	19	24	0	30	35	37	

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 B-10> 256QAM ($N_{inner} = 16200$)

Code Rate	Order of group-wise interleaving $\pi(j) (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
2/15	31	3	38	9	34	6	4	18	15	1	21	19	42	20	12	13	30	26	14	2	10	35	28
	44	23	11	22	16	29	40	27	37	25	41	5	43	39	36	7	24	32	17	33	8	0	
3/15	5	22	23	26	29	27	16	1	4	25	41	21	12	2	6	8	7	19	44	42	39	40	43
	35	10	28	13	15	37	32	3	24	36	38	11	18	33	30	14	9	34	20	0	17	31	
4/15	38	20	0	34	33	41	14	30	44	7	37	8	4	9	43	15	19	32	23	5	22	26	10
	12	3	31	36	21	24	11	16	18	17	29	35	42	13	40	1	28	2	25	6	39	27	
5/15	4	23	3	6	18	5	0	2	7	26	21	27	39	42	38	31	1	34	20	37	40	24	43
	25	33	9	22	36	30	35	11	10	17	32	13	12	41	15	14	19	16	8	44	29	28	
6/15	17	13	25	24	14	21	1	37	2	3	11	22	18	5	10	23	12	4	26	16	38	36	33
	39	0	6	7	31	32	34	27	35	15	9	30	28	19	8	20	29	40	41	42	43	44	
7/15	13	16	4	12	44	15	8	14	0	3	30	20	35	21	10	6	19	17	26	39	7	24	9
	27	5	37	23	32	40	31	38	42	34	25	36	2	22	43	33	28	1	18	11	41	29	
8/15	41	2	12	6	33	1	13	11	26	10	39	43	36	23	42	7	44	20	8	38	18	22	24
	40	4	28	29	19	14	5	9	0	30	25	35	37	27	32	31	34	21	3	15	17	16	
9/15	5	7	9	22	10	12	3	43	6	4	24	13	14	11	15	18	19	17	16	41	25	26	20
	23	21	33	31	28	39	36	30	37	27	32	34	35	29	2	42	0	1	8	40	38	44	
10/15	28	20	18	38	39	2	3	30	19	4	14	36	7	0	25	17	10	6	33	15	8	26	42
	24	11	21	23	5	40	41	29	32	37	44	43	31	35	34	22	1	16	27	9	13	12	
11/15	8	13	0	11	9	4	36	37	16	3	10	14	24	20	33	34	25	2	21	31	12	19	7
	5	27	23	26	1	18	22	35	6	32	30	28	15	29	17	39	38	40	41	42	43	44	
12/15	28	21	10	15	8	22	26	2	14	1	27	3	39	20	34	25	12	6	7	40	30	29	38
	16	43	33	4	35	9	32	5	36	0	41	37	18	17	13	24	42	31	23	19	11	44	
13/15	9	13	10	7	11	6	1	14	12	8	21	15	4	36	25	30	24	28	29	20	27	5	18
	17	22	33	0	16	23	31	42	3	40	39	41	43	37	44	26	2	19	38	32	35	34	

C. 성상도 정의 및 그림

C.1. 성상도 정의

적용된 성상도의 정의를 포함하고 있다. <표 C-1>은 QPSK, <표C-2> ~ <표C-7>은 16QAM에서 256QAM까지 NUC를 위한 위치 벡터를 정의하고, <표C-8> ~ <표C-11>은 1024QAM에서 4096QAM까지 NUC를 위한 위치 벡터를 요약한다.

<표 C-1> 모든 부호율에 대한 QPSK 정의

Input data cell	Constellation point
00	$(1 + 1i)/\sqrt{2}$
01	$(-1 + 1i) / \sqrt{2}$
10	$(+1 - 1i) / \sqrt{2}$
11	$(-1 - 1i) / \sqrt{2}$

<표 C-2> 부호율 2/15~7/15 에 대한 16QAM 정의

w/CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
w0	0.7062+0.7075i	0.3620+0.5534i	0.3412+0.5241i	0.3192+0.5011i	0.5115 +1.2092i	0.2592+0.4888i
w1	0.7075+0.7062i	0.5534+0.3620i	0.5241+0.3412i	0.5011+0.3192i	1.2092+0.5115i	0.4888+0.2592i
w2	0.7072+0.7077i	0.5940+1.1000i	0.5797+1.1282i	0.5575+1.1559i	0.2663+0.4530i	0.5072+1.1980i
w3	0.7077+0.7072i	1.1000+0.5940i	1.1282+0.5797i	1.1559+0.5575i	0.4530+0.2663i	1.1980+0.5072i

<표 C-3> 부호율 8/15~13/15 에 대한 16QAM 정의

w/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
w0	0.2535+0.4923i	0.2386+0.5296i	0.4487+1.1657i	0.9342+0.9847i	0.9555+0.9555i	0.9517+0.9511i
w1	0.4923+0.2535i	0.5296+0.2386i	1.2080+0.5377i	0.9866+0.2903i	0.9555+0.2949i	0.9524+0.3061i
w2	0.4927+1.2044i	0.4882+1.1934i	0.2213+0.4416i	0.2716+0.9325i	0.2949+0.9555i	0.3067+0.9524i
w3	1.2044+0.4927i	1.1934+0.4882i	0.6186+0.2544i	0.2901+0.2695i	0.2949+0.2949i	0.3061+0.3067i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 C-4>부호율 2/15~7/15 에 대한 64QAM 정의

w/CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
w0	0.6474+0.9831i	0.5472+1.1591i	0.5008+1.2136i	1.4327+0.3305i	1.4521+0.3005i	0.1567+0.3112i
w1	0.6438+0.9829i	0.5473+1.1573i	0.4994+1.2194i	1.0909+0.2971i	1.2657+0.8178i	0.1709+0.3037i
w2	0.6471+0.9767i	0.5467+1.1599i	0.5313+1.1715i	1.2484+0.7803i	1.0666+0.2744i	0.2093+0.6562i
w3	0.6444+0.9762i	0.5479+1.1585i	0.5299+1.1788i	0.9762+0.5715i	0.9500+0.5641i	0.3315+0.6038i
w4	0.9839+0.6475i	1.1578+0.5478i	1.2107+0.5037i	0.3309+1.4326i	0.3011+1.4529i	0.3112+0.1567i
w5	0.9778+0.6474i	1.1576+0.5475i	1.2209+0.5008i	0.2979+1.0923i	0.8202+1.2651i	0.3037+0.1709i
w6	0.9835+0.6434i	1.1591+0.5475i	1.1715+0.5299i	0.7829+1.2477i	0.2750+1.0676	0.6562+0.2093i
w7	0.9777+0.6433i	1.1591+0.5475i	1.1802+0.5270i	0.5739+0.9763i	0.5656+0.9499i	0.6038+0.3315i
w8	0.4659+0.6393i	0.3163+0.5072i	0.2744+0.4762i	0.3901+0.2112i	0.3553+0.1948i	0.2959+1.4877i
w9	0.4643+0.6386i	0.3163+0.5072i	0.2729+0.4762i	0.5317+0.2475i	0.3569+0.2094i	0.8427+1.2612i
w10	0.4661+0.6353i	0.3163+0.5072i	0.2773+0.4791i	0.3945+0.2289i	0.5596+0.2431i	0.2389+1.0228i
w11	0.4639+0.6350i	0.3163+0.5072i	0.2773+0.4791i	0.5236+0.2894i	0.5410+0.3002i	0.5559+0.8912i
w12	0.6378+0.4671i	0.5087+0.3163i	0.4762+0.2729i	0.2108+0.3911i	0.1946+0.3566i	1.4877+0.2959i
w13	0.6352+0.4673i	0.5087+0.3163i	0.4762+0.2729i	0.2475+0.5327i	0.2094+0.3579i	1.2612+0.8427i
w14	0.6385+0.4656i	0.5087+0.3163i	0.4791+0.2773i	0.2287+0.3955i	0.2430+0.5607i	1.0228+0.2389i
w15	0.6353+0.4653i	0.5087+0.3163i	0.4791+0.2758i	0.2898+0.5246i	0.3004+0.5417i	0.8912+0.5559i

<표 C-5> 부호율 8/15~13/15 에 대한 64QAM 정의

w/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
w0	1.4827+0.2920i	0.1305+0.3311i	0.1177+0.1729i	1.4443+0.2683i	1.4480+0.2403i	1.4319+0.2300i
w1	1.2563+0.8411i	0.1633+0.3162i	0.1601+0.3212i	0.7471+1.2243i	0.6406+1.1995i	1.0762+0.9250i
w2	1.0211+0.2174i	0.1622+0.7113i	0.1352+0.7279i	1.1749+0.7734i	1.0952+0.9115i	0.6290+1.1820i
w3	0.8798+0.5702i	0.3905+0.6163i	0.3246+0.6148i	0.7138+0.8201i	0.6868+0.8108i	0.6851+0.8072i
w4	0.2920+1.4827i	0.3311+0.1305i	0.4192+0.1179i	0.1638+1.0769i	1.0500+0.1642i	1.0443+0.1688i
w5	0.8410+1.2563i	0.3162+0.1633i	0.4033+0.2421i	0.2927+1.4217i	0.7170+0.1473i	1.0635+0.5305i
w6	0.2174+1.0211i	0.7113+0.1622i	0.7524+0.1581i	0.1462+0.7457i	1.0519+0.5188i	0.7220+0.1540i
w7	0.5702+0.8798i	0.6163+0.3905i	0.5996+0.4330i	0.4134+0.7408i	0.7146+0.4532i	0.7151+0.4711i
w8	0.3040+0.1475i	0.2909+1.4626i	0.2902+1.4611i	1.0203+0.1517i	0.1677+1.0405i	0.2099+1.4205i
w9	0.3028+0.1691i	0.8285+1.2399i	0.8180+1.2291i	0.6653+0.1357i	0.2402+1.4087i	0.1190+0.6677i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w10	0.6855+0.1871i	0.2062+1.0367i	0.2036+1.0575i	0.9639+0.4465i	0.1369+0.7073i	0.2031+1.0551i
w11	0.6126+0.3563i	0.5872+0.8789i	0.5641+0.8965i	0.6746+0.4339i	0.4044+0.7057i	0.3722+0.7548i
w12	0.1475+0.3040i	1.4626+0.2909i	1.4453+0.2907i	0.1271+0.1428i	0.1374+0.1295i	0.1438+0.1287i
w13	0.1691+0.3028i	1.2399+0.8285i	1.2157+0.8186i	0.3782+0.1406i	0.4185+0.1357i	0.1432+0.3903i
w14	0.1871+0.6855i	1.0367+0.2062i	1.0447+0.2242i	0.1311+0.4288i	0.1325+0.3998i	0.4298+0.1384i
w15	0.3563+0.6126i	0.8789+0.5872i	0.8497+0.6176i	0.3919+0.4276i	0.4122+0.4120i	0.4215+0.4279i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 C-6> 부호율 2/15~7/15 에 대한 256QAM 정의

w/Sh ape	NUC_256_2 /15	NUC_256_3 /15	NUC_256_4 /15	NUC_256_5 /15	NUC_256_6 /15	NUC_256_7 /15
w0	0.5553 + 1.1262i	0.5229 + 1.1810i	0.2975 + 1.0564i	0.1524 + 0.3087i	0.1430 + 0.3078i	0.1170 + 0.3003i
w1	0.5673 + 1.1336i	0.5384 + 1.1625i	0.5862 + 0.9617i	0.1525 + 0.3087i	0.1430 + 0.3077i	0.1171 + 0.3003i
w2	0.5593 + 1.1204i	0.5148 + 1.1943i	0.2909 + 1.0696i	0.1513 + 0.3043i	0.1413 + 0.3003i	0.1204 + 0.3233i
w3	0.5636 + 1.1321i	0.5288 + 1.1751i	0.5796 + 0.9689i	0.1513 + 0.3043i	0.1414 + 0.3002i	0.1204 + 0.3233i
w4	0.5525 + 1.1249i	0.4985 + 1.2202i	0.2953 + 1.3357i	0.1682 + 0.3004i	0.1637 + 0.2973i	0.1454 + 0.2877i
w5	0.5637 + 1.1320i	0.5111 + 1.1973i	0.7488 + 1.2365i	0.1682 + 0.3005i	0.1636 + 0.2973i	0.1453 + 0.2877i
w6	0.5598 + 1.1181i	0.4889 + 1.2357i	0.3004 + 1.5114i	0.1663 + 0.2964i	0.1604 + 0.2905i	0.1566 + 0.3074i
w7	0.5659 + 1.1274i	0.5045 + 1.2113i	0.8151 + 1.3816i	0.1663 + 0.2964i	0.1603 + 0.2905i	0.1565 + 0.3074i
w8	0.5579 + 1.1381i	0.5222 + 1.1817i	0.3004 + 1.0535i	0.1964 + 0.6584i	0.1768 + 0.6686i	0.1427 + 0.6856i
w9	0.5617 + 1.1471i	0.5370 + 1.1640i	0.5847 + 0.9631i	0.1965 + 0.6583i	0.1793 + 0.6679i	0.1562 + 0.6826i
w10	0.5593 + 1.1346i	0.5133 + 1.1950i	0.2931 + 1.0659i	0.1967 + 0.6652i	0.1769 + 0.6707i	0.1422 + 0.6584i
w11	0.5672 + 1.1430i	0.5303 + 1.1751i	0.5825 + 0.9668i	0.1968 + 0.6652i	0.1793 + 0.6700i	0.1529 + 0.6560i
w12	0.5533 + 1.1355i	0.4971 + 1.2216i	0.2953 + 1.3189i	0.3371 + 0.5987i	0.3506 + 0.5961i	0.3840 + 0.5856i
w13	0.5632 + 1.1421i	0.5126 + 1.1995i	0.7466 + 1.2168i	0.3370 + 0.5987i	0.3484 + 0.5974i	0.3723 + 0.5931i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w14	0.5567 + 1.1325i	0.4882 + 1.2371i	0.2960 + 1.4654i	0.3414 + 0.6039i	0.3523 + 0.5975i	0.3651 + 0.5660i
w15	0.5641 + 1.1363i	0.5045 + 1.2128i	0.8297 + 1.3539i	0.3413 + 0.6039i	0.3501 + 0.5987i	0.3559 + 0.5718i
w16	1.1309 + 0.5597i	1.1795 + 0.5251i	1.0637 + 0.2960i	0.3087 + 0.1524i	0.3078 + 0.1430i	0.3003 + 0.1170i
w17	1.1405 + 0.5660i	1.1625 + 0.5384i	0.9617 + 0.5811i	0.3087 + 0.1525i	0.3077 + 0.1430i	0.3003 + 0.1171i
w18	1.1348 + 0.5588i	1.1914 + 0.5133i	1.0732 + 0.2931i	0.3043 + 0.1513i	0.3003 + 0.1413i	0.3233 + 0.1204i
w19	1.1491 + 0.5638i	1.1744 + 0.5296i	0.9682 + 0.5818i	0.3043 + 0.1513i	0.3002 + 0.1414i	0.3233 + 0.1204i
w20	1.1245 + 0.5615i	1.2209 + 0.4993i	1.3619 + 0.2997i	0.3004 + 0.1682i	0.2973 + 0.1637i	0.2877 + 0.1454i
w21	1.1333 + 0.5627i	1.2002 + 0.5148i	1.2249 + 0.7546i	0.3005 + 0.1682i	0.2973 + 0.1636i	0.2877 + 0.1453i
w22	1.1284 + 0.5578i	1.2342 + 0.4882i	1.5427 + 0.3106i	0.2964 + 0.1663i	0.2905 + 0.1604i	0.3074 + 0.1566i
w23	1.1436 + 0.5636i	1.2142 + 0.5052i	1.3969 + 0.8523i	0.2964 + 0.1663i	0.2905 + 0.1603i	0.3074 + 0.1565i
w24	1.1196 + 0.5620i	1.1803 + 0.5229i	1.0615 + 0.2945i	0.6584 + 0.1964i	0.6686 + 0.1768i	0.6856 + 0.1427i
w25	1.1347 + 0.5665i	1.1640 + 0.5399i	0.9631 + 0.5818i	0.6583 + 0.1965i	0.6679 + 0.1793i	0.6826 + 0.1562i
w26	1.1379 + 0.5611i	1.1921 + 0.5133i	1.0710 + 0.2924i	0.6652 + 0.1967i	0.6707 + 0.1769i	0.6584 + 0.1422i
w27	1.1440 + 0.5638i	1.1758 + 0.5303i	0.9675 + 0.5825i	0.6652 + 0.1968i	0.6700 + 0.1793i	0.6560 + 0.1529i
w28	1.1221 + 0.5594i	1.2209 + 0.4971i	1.3255 + 0.2975i	0.5987 + 0.3371i	0.5961 + 0.3506i	0.5856 + 0.3840i
w29	1.1318 +	1.2024 +	1.1979 +	0.5987 +	0.5974 +	0.5931 +

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	0.5686i	0.5148i	0.7495i	0.3370i	0.3484i	0.3723i
w30	1.1302 + 0.5619i	1.2349 + 0.4889i	1.4560 + 0.3040i	0.6039 + 0.3414i	0.5975 + 0.3523i	0.5660 + 0.3651i
w31	1.1386 + 0.5662i	1.2150 + 0.5045i	1.3269 + 0.8414i	0.6039 + 0.3413i	0.5987 + 0.3501i	0.5718 + 0.3559i
w32	0.3394 + 0.5381i	0.2740 + 0.4771i	0.2493 + 0.5585i	0.3183 + 1.5992i	0.2071 + 1.6690i	0.1683 + 1.7041i
w33	0.3397 + 0.5360i	0.2762 + 0.4801i	0.2960 + 0.5344i	0.3186 + 1.5991i	0.4482 + 1.6210i	0.4972 + 1.6386i
w34	0.3387 + 0.5324i	0.2733 + 0.4757i	0.2450 + 0.5417i	0.2756 + 1.3848i	0.2080 + 1.3641i	0.1495 + 1.3560i
w35	0.3400 + 0.5335i	0.2748 + 0.4779i	0.2873 + 0.5191i	0.2759 + 1.3847i	0.3307 + 1.3397i	0.3814 + 1.3099i
w36	0.3374 + 0.5306i	0.2703 + 0.4742i	0.2049 + 0.3922i	0.9060 + 1.3557i	1.0341 + 1.3264i	1.0862 + 1.3238i
w37	0.3405 + 0.5343i	0.2725 + 0.4764i	0.2173 + 0.3806i	0.9058 + 1.3559i	0.8297 + 1.4630i	0.8074 + 1.5101i
w38	0.3379 + 0.5324i	0.2696 + 0.4727i	0.1990 + 0.3755i	0.7846 + 1.1739i	0.8178 + 1.1114i	0.8534 + 1.0644i
w39	0.3400 + 0.5317i	0.2718 + 0.4749i	0.2107 + 0.3645i	0.7843 + 1.1741i	0.7138 + 1.1809i	0.6568 + 1.1958i
w40	0.3397 + 0.5370i	0.2740 + 0.4779i	0.2493 + 0.5599i	0.2257 + 0.9956i	0.1957 + 0.9674i	0.1552 + 0.9481i
w41	0.3400 + 0.5383i	0.2755 + 0.4793i	0.2975 + 0.5351i	0.2259 + 0.9956i	0.2170 + 0.9629i	0.2200 + 0.9352i
w42	0.3381 + 0.5347i	0.2725 + 0.4757i	0.2450 + 0.5439i	0.2276 + 1.0326i	0.1977 + 1.0341i	0.1577 + 1.0449i
w43	0.3382 + 0.5347i	0.2748 + 0.4779i	0.2887 + 0.5213i	0.2278 + 1.0326i	0.2288 + 1.0277i	0.2548 + 1.0255i
w44	0.3379 + 0.5342i	0.2711 + 0.4734i	0.2056 + 0.3937i	0.5446 + 0.8635i	0.5458 + 0.8224i	0.5609 + 0.7800i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w45	0.3389 + 0.5332i	0.2725 + 0.4764i	0.2187 + 0.3820i	0.5445 + 0.8636i	0.5276 + 0.8342i	0.5060 + 0.8167i
w46	0.3402 + 0.5347i	0.2696 + 0.4720i	0.1998 + 0.3762i	0.5694 + 0.8910i	0.5916 + 0.8709i	0.6276 + 0.8501i
w47	0.3384 + 0.5340i	0.2711 + 0.4742i	0.2122 + 0.3667i	0.5692 + 0.8911i	0.5651 + 0.8883i	0.5452 + 0.9052i
w48	0.5350 + 0.3394i	0.4771 + 0.2740i	0.5607 + 0.2486i	1.5992 + 0.3183i	1.6690 + 0.2071i	1.7041 + 0.1683i
w49	0.5363 + 0.3397i	0.4786 + 0.2762i	0.5381 + 0.2960i	1.5991 + 0.3186i	1.6210 + 0.4482i	1.6386 + 0.4972i
w50	0.5342 + 0.3389i	0.4764 + 0.2725i	0.5439 + 0.2442i	1.3848 + 0.2756i	1.3641 + 0.2080i	1.3560 + 0.1495i
w51	0.5384 + 0.3380i	0.4771 + 0.2748i	0.5220 + 0.2865i	1.3847 + 0.2759i	1.3397 + 0.3307i	1.3099 + 0.3814i
w52	0.5329 + 0.3363i	0.4734 + 0.2703i	0.3908 + 0.2049i	1.3557 + 0.9060i	1.3264 + 1.0341i	1.3238 + 1.0862i
w53	0.5330 + 0.3387i	0.4757 + 0.2725i	0.3813 + 0.2173i	1.3559 + 0.9058i	1.4630 + 0.8297i	1.5101 + 0.8074i
w54	0.5311 + 0.3389i	0.4734 + 0.2696i	0.3740 + 0.1998i	1.1739 + 0.7846i	1.1114 + 0.8178i	1.0644 + 0.8534i
w55	0.5332 + 0.3380i	0.4742 + 0.2711i	0.3653 + 0.2100i	1.1741 + 0.7843i	1.1809 + 0.7138i	1.1958 + 0.6568i
w56	0.5313 + 0.3397i	0.4771 + 0.2740i	0.5643 + 0.2486i	0.9956 + 0.2257i	0.9674 + 0.1957i	0.9481 + 0.1552i
w57	0.5324 + 0.3400i	0.4779 + 0.2762i	0.5410 + 0.2967i	0.9956 + 0.2259i	0.9629 + 0.2170i	0.9352 + 0.2200i
w58	0.5339 + 0.3402i	0.4764 + 0.2725i	0.5475 + 0.2435i	1.0326 + 0.2276i	1.0341 + 0.1977i	1.0449 + 0.1577i
w59	0.5360 + 0.3405i	0.4771 + 0.2748i	0.5257 + 0.2880i	1.0326 + 0.2278i	1.0277 + 0.2288i	1.0255 + 0.2548i
w60	0.5285 + 0.3405i	0.4742 + 0.2748i	0.3937 + 0.2880i	0.8635 + 0.2278i	0.8224 + 0.2288i	0.7800 + 0.2548i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

	0.3397i	0.2703i	0.2049i	0.5446i	0.5458i	0.5609i
w61	0.5317 + 0.3379i	0.4749 + 0.2725i	0.3850 + 0.2187i	0.8636 + 0.5445i	0.8342 + 0.5276i	0.8167 + 0.5060i
w62	0.5319 + 0.3381i	0.4734 + 0.2696i	0.3762 + 0.1998i	0.8910 + 0.5694i	0.8709 + 0.5916i	0.8501 + 0.6276i
w63	0.5327 + 0.3395i	0.4749 + 0.2711i	0.3689 + 0.2114i	0.8911 + 0.5692i	0.8883 + 0.5651i	0.9052 + 0.5452i

<표 C-7> 부호율 8/15~13/15 에 대한 256QAM 정의

w/Sh ape	NUC_256_8 /15	NUC_256_9 /15	NUC_256_1 0/15	NUC_256_1 1/15	NUC_256_1 2/15	NUC_256_1 3/15
w0	0.0995 + 0.2435i	0.0899 + 0.1337i	0.0754 + 0.2310i	0.0593 + 0.2193i	1.1980 + 1.1541i	1.2412 + 1.0688i
w1	0.0996 + 0.2434i	0.0910 + 0.1377i	0.0768 + 0.2305i	0.0690 + 0.3047i	0.9192 + 1.2082i	1.2668 + 0.8034i
w2	0.1169 + 0.3886i	0.0873 + 0.3862i	0.0924 + 0.4136i	0.0663 + 0.4879i	1.2778 + 0.8523i	0.9860 + 1.1758i
w3	0.1179 + 0.3883i	0.0883 + 0.3873i	0.1043 + 0.4125i	0.1151 + 0.4474i	1.0390 + 0.9253i	1.0365 + 0.9065i
w4	0.1192 + 0.2345i	0.1115 + 0.1442i	0.0829 + 0.1135i	0.1689 + 0.2163i	0.6057 + 1.2200i	1.2111 + 0.5135i
w5	0.1192 + 0.2345i	0.1135 + 0.1472i	0.0836 + 0.1149i	0.1971 + 0.2525i	0.7371 + 1.4217i	1.4187 + 0.6066i
w6	0.1953 + 0.3558i	0.2067 + 0.3591i	0.2682 + 0.3856i	0.3096 + 0.3796i	0.6678 + 1.0021i	1.0103 + 0.4879i
w7	0.1944 + 0.3563i	0.1975 + 0.3621i	0.2531 + 0.3906i	0.2489 + 0.3933i	0.8412 + 0.9448i	1.0380 + 0.6906i
w8	0.1293 + 0.7217i	0.1048 + 0.7533i	0.0836 + 0.7817i	0.0790 + 0.7970i	1.2128 + 0.5373i	0.6963 + 1.3442i
w9	0.1616 + 0.7151i	0.1770 + 0.7412i	0.2052 + 0.7608i	0.2340 + 0.7710i	1.0048 + 0.5165i	0.7089 + 1.1122i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w10	0.1287 + 0.6355i	0.1022 + 0.5904i	0.0838 + 0.6034i	0.0723 + 0.6395i	1.4321 + 0.6343i	0.1256 + 1.4745i
w11	0.1456 + 0.6318i	0.1191 + 0.5890i	0.1394 + 0.5961i	0.1896 + 0.6163i	1.0245 + 0.7152i	0.8331 + 0.9455i
w12	0.4191 + 0.6016i	0.4264 + 0.6230i	0.4861 + 0.6331i	0.5090 + 0.6272i	0.6384 + 0.6073i	0.6615 + 0.6012i
w13	0.3916 + 0.6198i	0.3650 + 0.6689i	0.3661 + 0.7034i	0.3787 + 0.7126i	0.8175 + 0.5684i	0.6894 + 0.7594i
w14	0.3585 + 0.5403i	0.3254 + 0.5153i	0.3732 + 0.5159i	0.4079 + 0.5049i	0.6568 + 0.7801i	0.8373 + 0.5633i
w15	0.3439 + 0.5497i	0.2959 + 0.5302i	0.3095 + 0.5511i	0.3088 + 0.5677i	0.8311 + 0.7459i	0.8552 + 0.7410i
w16	0.2435 + 0.0995i	0.3256 + 0.0768i	0.3030 + 0.0811i	0.0675 + 0.0626i	0.1349 + 1.4742i	1.2666 + 0.1027i
w17	0.2434 + 0.0996i	0.3266 + 0.0870i	0.3017 + 0.0853i	0.3475 + 0.0595i	0.1105 + 1.2309i	1.4915 + 0.1198i
w18	0.3886 + 0.1169i	0.4721 + 0.0994i	0.4758 + 0.0932i	0.5482 + 0.0626i	0.0634 + 0.9796i	1.0766 + 0.0945i
w19	0.3883 + 0.1179i	0.4721 + 0.1206i	0.4676 + 0.1242i	0.4784 + 0.1124i	0.1891 + 1.0198i	0.9007 + 0.0848i
w20	0.2345 + 0.1192i	0.2927 + 0.1267i	0.2425 + 0.1081i	0.1674 + 0.0751i	0.4142 + 1.4461i	1.2454 + 0.3064i
w21	0.2345 + 0.1192i	0.2947 + 0.1296i	0.2447 + 0.1115i	0.2856 + 0.1132i	0.3323 + 1.2279i	1.4646 + 0.3600i
w22	0.3558 + 0.1953i	0.3823 + 0.2592i	0.3837 + 0.2813i	0.4134 + 0.3028i	0.4998 + 0.9827i	1.0570 + 0.2995i
w23	0.3563 + 0.1944i	0.3944 + 0.2521i	0.3959 + 0.2642i	0.4235 + 0.2289i	0.3467 + 1.0202i	0.9140 + 0.2530i
w24	0.7217 + 0.1293i	0.7755 + 0.1118i	0.7929 + 0.0859i	0.8258 + 0.0840i	0.0680 + 0.6501i	0.5461 + 0.0679i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w25	0.7151 + 0.1616i	0.7513 + 0.2154i	0.7652 + 0.2324i	0.7936 + 0.2483i	0.2016 + 0.6464i	0.5681 + 0.1947i
w26	0.6355 + 0.1287i	0.6591 + 0.1033i	0.6365 + 0.0872i	0.6788 + 0.0783i	0.0719 + 0.8075i	0.6874 + 0.0537i
w27	0.6318 + 0.1456i	0.6446 + 0.1737i	0.6207 + 0.1757i	0.6501 + 0.2025i	0.2088 + 0.8146i	0.7375 + 0.1492i
w28	0.6016 + 0.4191i	0.5906 + 0.4930i	0.6149 + 0.5145i	0.6246 + 0.5211i	0.4809 + 0.6296i	0.6290 + 0.4553i
w29	0.6198 + 0.3916i	0.6538 + 0.4155i	0.6987 + 0.3934i	0.7241 + 0.3961i	0.3374 + 0.6412i	0.6007 + 0.3177i
w30	0.5403 + 0.3585i	0.4981 + 0.3921i	0.5063 + 0.4029i	0.5144 + 0.4089i	0.4955 + 0.8008i	0.7885 + 0.4231i
w31	0.5497 + 0.3439i	0.5373 + 0.3586i	0.5526 + 0.3356i	0.5918 + 0.3146i	0.3431 + 0.8141i	0.7627 + 0.2849i
w32	0.1665 + 1.6859i	0.1630 + 1.6621i	0.1598 + 1.6262i	0.1631 + 1.5801i	1.2731 + 0.1108i	0.0816 + 1.1632i
w33	0.4919 + 1.6211i	0.4720 + 1.5898i	0.4733 + 1.5637i	0.4806 + 1.5133i	1.0794 + 0.0977i	0.0830 + 0.9813i
w34	0.1360 + 1.3498i	0.1268 + 1.3488i	0.1307 + 1.3502i	0.1260 + 1.3365i	1.5126 + 0.1256i	0.2528 + 1.2315i
w35	0.3914 + 1.2989i	0.3752 + 1.2961i	0.3877 + 1.2983i	0.3750 + 1.2897i	0.9029 + 0.0853i	0.2502 + 1.0100i
w36	1.0746 + 1.3096i	1.0398 + 1.2991i	1.0328 + 1.2617i	1.0324 + 1.2029i	0.5429 + 0.0694i	0.0732 + 0.6827i
w37	0.7987 + 1.4940i	0.7733 + 1.4772i	0.7675 + 1.4398i	0.7737 + 1.3837i	0.6795 + 0.0559i	0.0811 + 0.8293i
w38	0.8585 + 1.0504i	0.8380 + 1.0552i	0.8496 + 1.0508i	0.8350 + 1.0529i	0.5628 + 0.1945i	0.2159 + 0.6673i
w39	0.6419 + 1.1951i	0.6242 + 1.2081i	0.6297 + 1.1967i	0.6147 + 1.1949i	0.7326 + 0.1410i	0.2359 + 0.8283i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w40	0.1334 + 0.9483i	0.1103 + 0.9397i	0.0910 + 0.9531i	0.0929 + 0.9596i	1.2283 + 0.3217i	0.4302 + 1.4458i
w41	0.2402 + 0.9271i	0.2415 + 0.9155i	0.2649 + 0.9198i	0.2768 + 0.9260i	1.0269 + 0.3261i	0.5852 + 0.9680i
w42	0.1323 + 1.0786i	0.1118 + 1.1163i	0.1080 + 1.1340i	0.1095 + 1.1349i	1.4663 + 0.3716i	0.4528 + 1.2074i
w43	0.2910 + 1.0470i	0.3079 + 1.0866i	0.3214 + 1.0926i	0.3250 + 1.0941i	0.9085 + 0.2470i	0.4167 + 1.0099i
w44	0.5764 + 0.7648i	0.5647 + 0.7638i	0.5941 + 0.7527i	0.6086 + 0.7556i	0.6160 + 0.4549i	0.5035 + 0.6307i
w45	0.4860 + 0.8252i	0.4385 + 0.8433i	0.4371 + 0.8528i	0.4514 + 0.8566i	0.7818 + 0.4247i	0.5359 + 0.7954i
w46	0.6693 + 0.8561i	0.6846 + 0.8841i	0.7093 + 0.8880i	0.7161 + 0.8933i	0.5938 + 0.3170i	0.3580 + 0.6532i
w47	0.5348 + 0.9459i	0.5165 + 1.0034i	0.5235 + 1.0090i	0.5294 + 1.0121i	0.7600 + 0.2850i	0.3841 + 0.8207i
w48	1.6859 + 0.1665i	1.6489 + 0.1630i	1.6180 + 0.1602i	1.5809 + 0.1471i	0.0595 + 0.0707i	0.0576 + 0.0745i
w49	1.6211 + 0.4919i	1.5848 + 0.4983i	1.5540 + 0.4734i	1.5253 + 0.4385i	0.1722 + 0.0706i	0.0581 + 0.2241i
w50	1.3498 + 0.1360i	1.3437 + 0.1389i	1.3411 + 0.1336i	1.3380 + 0.1363i	0.0599 + 0.2119i	0.1720 + 0.0742i
w51	1.2989 + 0.3914i	1.2850 + 0.4025i	1.2883 + 0.3955i	1.2837 + 0.4026i	0.1748 + 0.2114i	0.1753 + 0.2222i
w52	1.3096 + 1.0746i	1.2728 + 1.0661i	1.2561 + 1.0337i	1.2476 + 0.9785i	0.4134 + 0.0701i	0.0652 + 0.5269i
w53	1.4940 + 0.7987i	1.4509 + 0.7925i	1.4311 + 0.7676i	1.4137 + 0.7196i	0.2935 + 0.0705i	0.0611 + 0.3767i
w54	1.0504 + 0.8585i	1.0249 + 0.8794i	1.0362 + 0.8626i	1.0246 + 0.8681i	0.4231 + 0.2066i	0.1972 + 0.5178i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

w55	1.1951 + 0.6419i	1.1758 + 0.6545i	1.1845 + 0.6419i	1.1771 + 0.6494i	0.2979 + 0.2100i	0.1836 + 0.3695i
w56	0.9483 + 0.1334i	0.9629 + 0.1113i	0.9546 + 0.0957i	0.9782 + 0.0985i	0.0638 + 0.5002i	0.4145 + 0.0709i
w57	0.9271 + 0.2402i	0.9226 + 0.2849i	0.9163 + 0.2834i	0.9383 + 0.2922i	0.1905 + 0.4966i	0.4266 + 0.2100i
w58	1.0786 + 0.1323i	1.1062 + 0.1118i	1.1282 + 0.1128i	1.1455 + 0.1158i	0.0612 + 0.3552i	0.2912 + 0.0730i
w59	1.0470 + 0.2910i	1.0674 + 0.3393i	1.0838 + 0.3340i	1.0972 + 0.3418i	0.1810 + 0.3533i	0.2982 + 0.2177i
w60	0.7648 + 0.5764i	0.7234 + 0.6223i	0.7329 + 0.6204i	0.7446 + 0.6273i	0.4630 + 0.4764i	0.4766 + 0.4821i
w61	0.8252 + 0.4860i	0.8211 + 0.4860i	0.8428 + 0.4615i	0.8573 + 0.4721i	0.3231 + 0.4895i	0.4497 + 0.3448i
w62	0.8561 + 0.6693i	0.8457 + 0.7260i	0.8680 + 0.7295i	0.8767 + 0.7377i	0.4416 + 0.3397i	0.3334 + 0.5025i
w63	0.9459 + 0.5348i	0.9640 + 0.5518i	0.9959 + 0.5426i	1.0059 + 0.5518i	0.3083 + 0.3490i	0.3125 + 0.3601i

<표 C-8> 부호율 2/15~7/15 에 대한 1024QAM 정의

u/ CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
u0	0.3317	0.2382	0.1924	0.1313	0.1275	0.0951
u1	0.3321	0.2556	0.1940	0.1311	0.1276	0.0949
u2	0.3322	0.2749	0.2070	0.1269	0.1294	0.1319
u3	0.3321	0.2558	0.2050	0.1271	0.1295	0.1322
u4	0.3327	0.2748	0.3056	0.3516	0.3424	0.3170
u5	0.3328	0.2949	0.3096	0.3504	0.3431	0.3174
u6	0.3322	0.2749	0.2890	0.3569	0.3675	0.3936
u7	0.3322	0.2558	0.2854	0.3581	0.3666	0.3921
u8	0.9369	0.9486	0.7167	0.6295	0.6097	0.5786
u9	0.9418	0.8348	0.7362	0.6301	0.6072	0.5789
u10	0.9514	0.7810	0.7500	0.6953	0.7113	0.7205
u11	0.9471	0.8348	0.7326	0.6903	0.7196	0.7456
u12	0.9448	0.9463	0.9667	0.9753	0.9418	0.9299
u13	0.9492	0.8336	0.9665	1.0185	1.0048	1.0084
u14	0.9394	0.9459	1.1332	1.2021	1.2286	1.2349
u15	0.9349	1.4299	1.4761	1.4981	1.5031	1.5118

<표 C-9> 부호율 8/15~13/15 에 대한 1024QAM 정의

u/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
u0	0.0773	0.0638	0.0592	0.0502	0.0354	0.0325
u1	0.0773	0.0638	0.0594	0.0637	0.0921	0.0967
u2	0.1614	0.1757	0.1780	0.1615	0.1602	0.1623
u3	0.1614	0.1756	0.1790	0.1842	0.2185	0.2280
u4	0.3086	0.3069	0.2996	0.2760	0.2910	0.2957
u5	0.3085	0.3067	0.3041	0.3178	0.3530	0.3645
u6	0.4159	0.4333	0.4241	0.4040	0.4264	0.4361
u7	0.4163	0.4343	0.4404	0.4686	0.4947	0.5100
u8	0.5810	0.5765	0.5561	0.5535	0.5763	0.5878
u9	0.5872	0.5862	0.6008	0.6362	0.6531	0.6696
u10	0.7213	0.7282	0.7141	0.7293	0.7417	0.7566
u11	0.7604	0.7705	0.8043	0.8302	0.8324	0.8497
u12	0.9212	0.9218	0.9261	0.9432	0.9386	0.9498
u13	1.0349	1.0364	1.0639	1.0704	1.0529	1.0588
u14	1.2281	1.2234	1.2285	1.2158	1.1917	1.1795
u15	1.4800	1.4646	1.4309	1.3884	1.3675	1.3184

<표 C-10> 부호율 2/15~7/15 에 대한 4096QAM 정의

u/CR	2/15	3/15	4/15	5/15	6/15	7/15
u0	0.2826	0.2038	0.1508	0.1257	0.1041	0.0810
u1	0.2885	0.2038	0.1468	0.1257	0.1041	0.0808
u2	0.2944	0.2155	0.1456	0.1257	0.1087	0.0807
u3	0.2885	0.2155	0.1479	0.1257	0.1089	0.0810
u4	0.2944	0.2155	0.1491	0.1257	0.1094	0.1456
u5	0.3003	0.2155	0.1444	0.1257	0.1094	0.1457
u6	0.2944	0.2097	0.1491	0.1257	0.1094	0.1456
u7	0.2885	0.2038	0.1508	0.1257	0.1109	0.1456
u8	0.2944	0.2796	0.3368	0.3599	0.3319	0.3059
u9	0.3003	0.2912	0.3368	0.3599	0.3319	0.3060
u10	0.3003	0.3029	0.3334	0.3484	0.3348	0.3056
u11	0.3003	0.2970	0.3363	0.3484	0.3348	0.3056
u12	0.2944	0.2970	0.3386	0.3484	0.3657	0.4043
u13	0.3003	0.3029	0.3357	0.3484	0.3657	0.4042
u14	0.2944	0.2796	0.3340	0.3599	0.3657	0.4036
u15	0.2885	0.2796	0.3374	0.3599	0.3657	0.4036
u16	0.9714	0.7222	0.6448	0.6112	0.5875	0.5684
u17	0.8596	0.7397	0.6569	0.6112	0.5876	0.5682
u18	0.7889	0.7455	0.7101	0.6969	0.5876	0.5700
u19	0.8478	0.7339	0.6979	0.7026	0.5877	0.5704
u20	0.8242	0.7397	0.6974	0.6969	0.6648	0.7155
u21	0.7771	0.7513	0.7124	0.6969	0.6651	0.7186
u22	0.8360	0.7455	0.6575	0.6112	0.6968	0.7425
u23	0.9184	0.7339	0.6465	0.6112	0.7018	0.7385
u24	1.1657	1.3046	1.3549	1.4052	0.9102	0.9163
u25	0.9479	1.0833	1.1931	1.2281	0.9102	0.9089
u26	0.8419	0.9785	1.0117	1.0054	0.9780	0.9771
u27	0.9302	1.0134	0.9857	0.9482	0.9842	1.0012

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

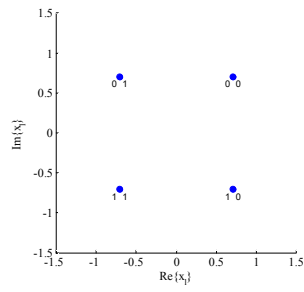
u28	0.9950	0.9901	0.9689	0.9425	1.1892	1.1766
u29	0.8713	0.9610	0.9967	0.9939	1.2411	1.2355
u30	1.0185	1.0658	1.1683	1.1882	1.4707	1.4381
u31	1.4660	1.6424	1.6391	1.6566	1.7274	1.6851

<표 C-11> 부호율 8/15~13/15 에 대한 4096QAM 정의

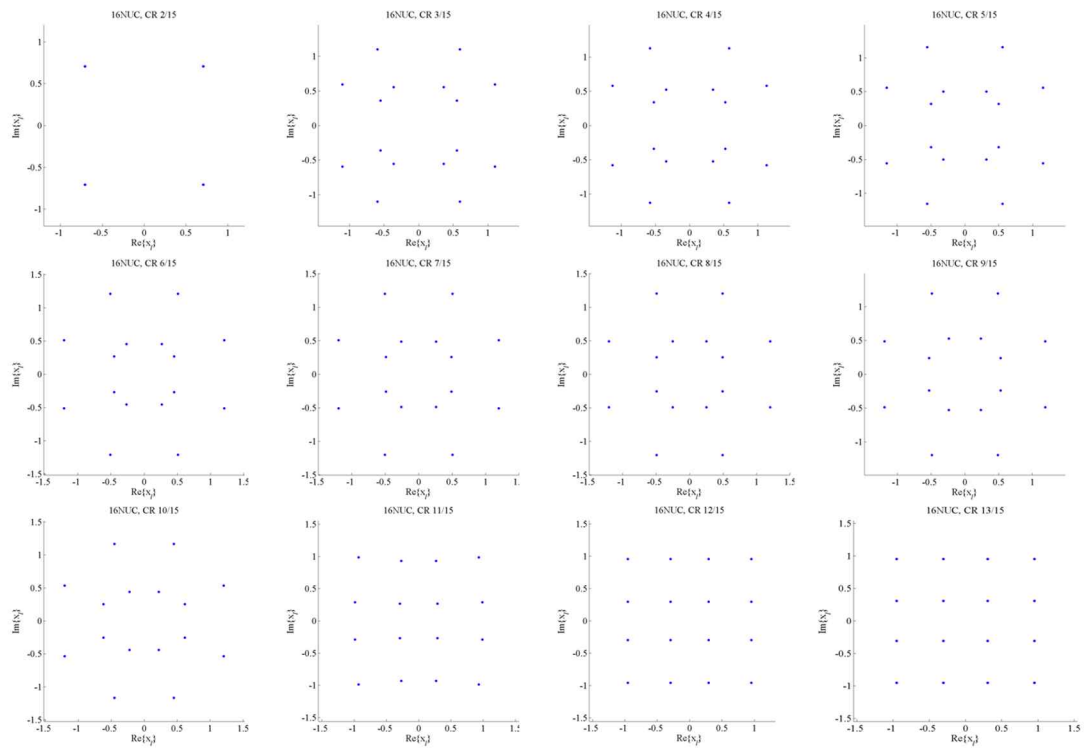
u/CR	8/15	9/15	10/15	11/15	12/15	13/15
u0	0.0501	0.0415	0.0397	0.0253	0.0262	0.0176
u1	0.0553	0.0478	0.0397	0.0285	0.0262	0.0487
u2	0.0562	0.0592	0.0659	0.0844	0.0828	0.0781
u3	0.0562	0.0592	0.0659	0.0848	0.0842	0.1080
u4	0.1677	0.1656	0.1443	0.1460	0.1337	0.1399
u5	0.1687	0.1663	0.1453	0.1460	0.1389	0.1713
u6	0.1687	0.1663	0.1819	0.2078	0.1887	0.2053
u7	0.1718	0.1663	0.1826	0.2078	0.2018	0.2378
u8	0.2963	0.2861	0.2591	0.2708	0.2466	0.2720
u9	0.2963	0.2863	0.2591	0.2708	0.2675	0.3076
u10	0.2963	0.2877	0.3128	0.3360	0.3096	0.3412
u11	0.2968	0.2877	0.3128	0.3360	0.3393	0.3754
u12	0.4234	0.4144	0.3872	0.4051	0.3796	0.4156
u13	0.4240	0.4178	0.3872	0.4052	0.4118	0.4522
u14	0.4248	0.4204	0.4549	0.4742	0.4506	0.4893
u15	0.4248	0.4204	0.4549	0.4742	0.4897	0.5260
u16	0.5584	0.5352	0.5290	0.5417	0.5296	0.5643
u17	0.5590	0.5370	0.5302	0.5446	0.5712	0.6051
u18	0.5679	0.5673	0.6069	0.6118	0.6136	0.6469
u19	0.5729	0.5683	0.6081	0.6209	0.6586	0.6885
u20	0.7078	0.6848	0.6911	0.6857	0.7060	0.7336
u21	0.7090	0.6848	0.6969	0.7107	0.7544	0.7790
u22	0.7610	0.7694	0.7787	0.7734	0.8043	0.8255
u23	0.7640	0.7838	0.8012	0.8174	0.8624	0.8776
u24	0.8966	0.8808	0.8802	0.8791	0.9152	0.9254
u25	0.8979	0.9039	0.9248	0.9425	0.9718	0.9749
u26	1.0135	1.0050	1.0037	1.0131	1.0325	1.0276
u27	1.0393	1.0619	1.0861	1.0904	1.1017	1.0870
u28	1.1817	1.1797	1.1870	1.1787	1.1756	1.1474
u29	1.2459	1.2898	1.2894	1.2766	1.2541	1.2121
u30	1.4232	1.4381	1.4122	1.3852	1.3405	1.2835
u31	1.6336	1.6223	1.5629	1.5162	1.4431	1.3644

C.2. 성상도 그림

적용된 성상도의 그림을 보여준다.

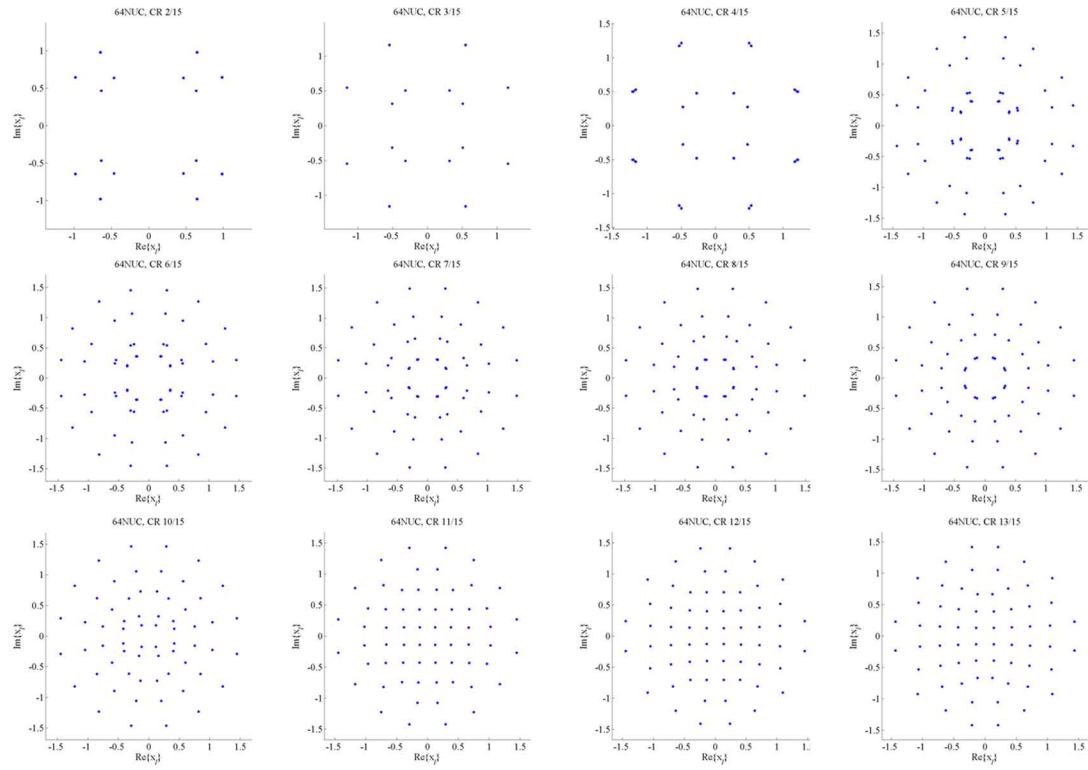


(그림 C-1) QPSK 성상

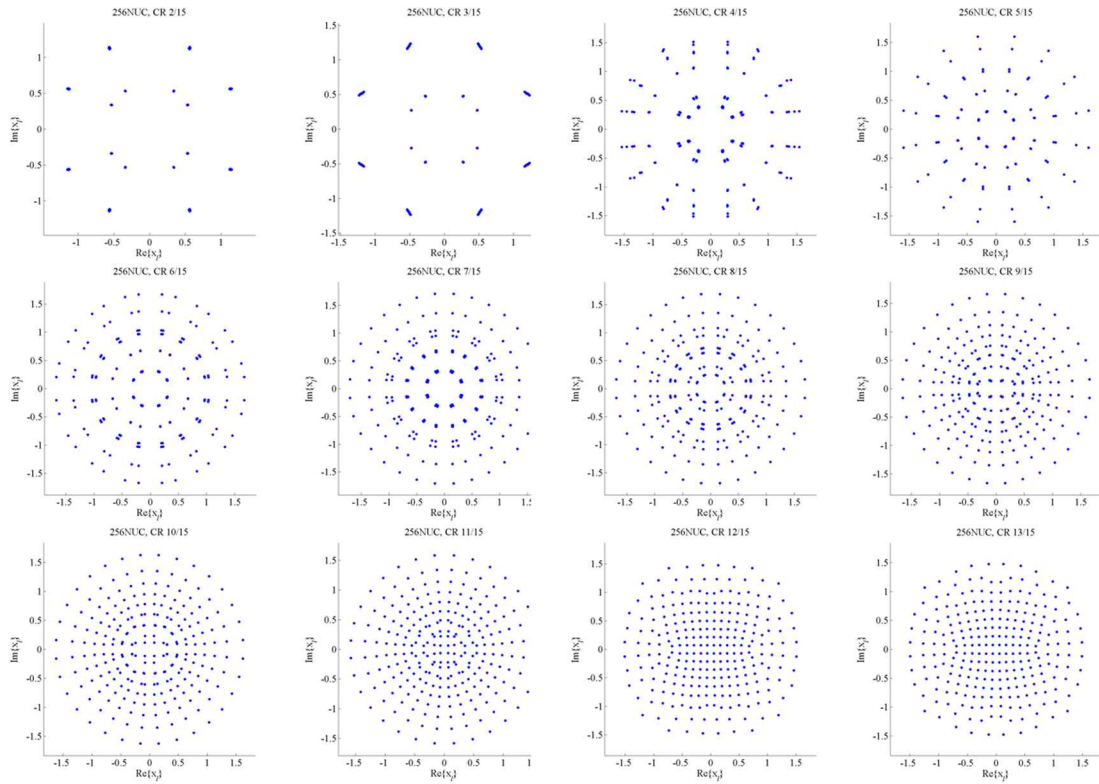


(그림 C-2) 16QAM 성상

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

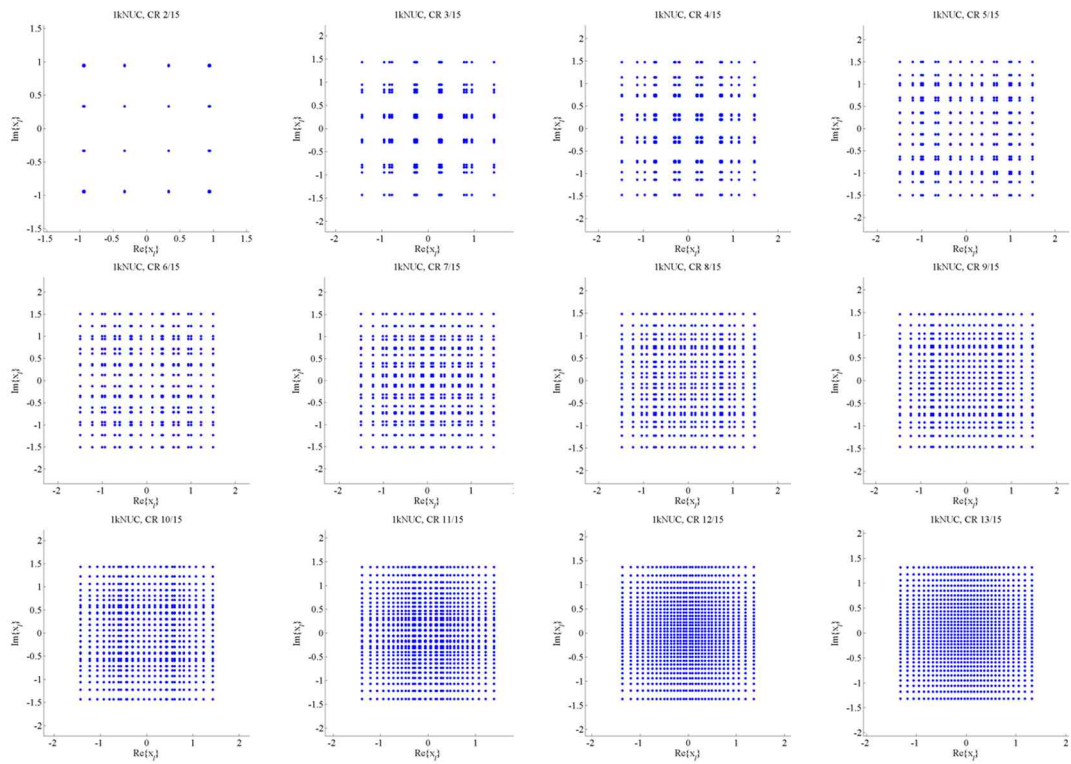


(그림 C-3) 64QAM 성상

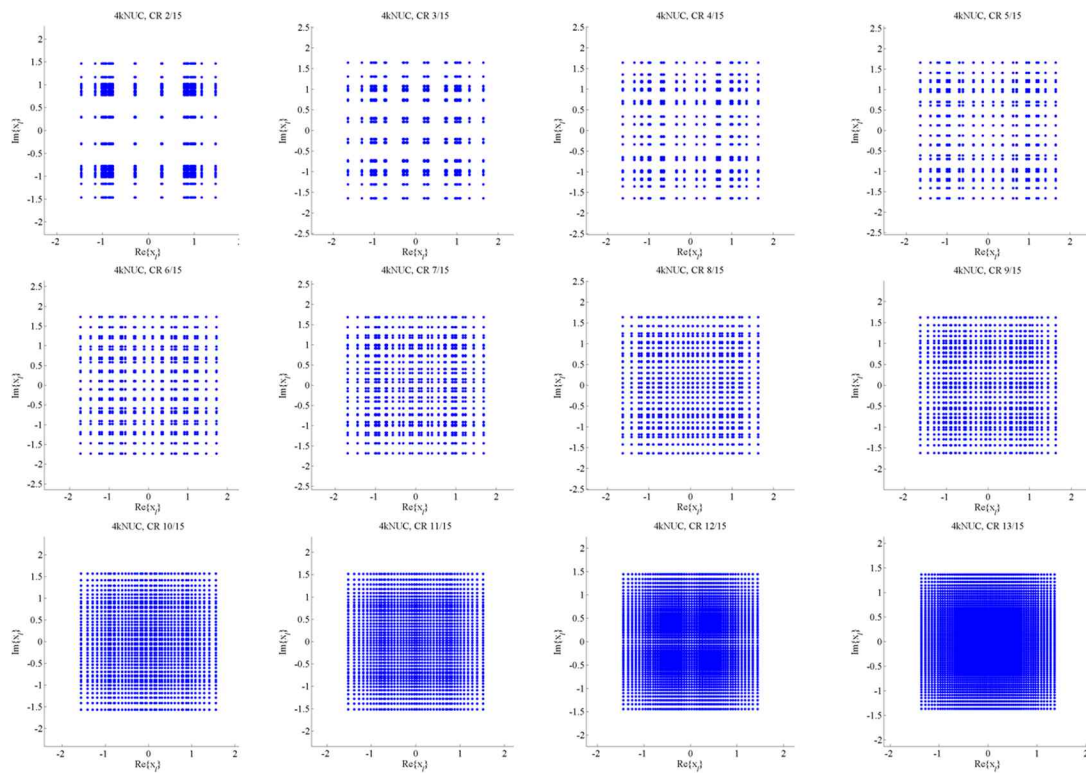


(그림 C-4) 256QAM 성상

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)



(그림 C-5) 1024QAM 성상



(그림 C-6) 4096QAM 성상

C.3. 성상도 라벨링

아래 4개의 표는 NUC의 비트 라벨링을 정의한다. 실수부와 허수부는 동일한 비트 라벨링이 적용되어야 한다.

<표 C-12> 1024QAM의 실수부를 위한 성상 매핑

$y_{1,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{5,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_s)$	-u ₁₅	-u ₁₄	-u ₁₃	-u ₁₂	-u ₁₁	-u ₁₀	-u ₉	-u ₈	-u ₇	-u ₆	-u ₅	-u ₄	-u ₃	-u ₂	-u ₁	-u ₀
$y_{1,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{5,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_s)$	u ₀	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆	u ₇	u ₈	u ₉	u ₁₀	u ₁₁	u ₁₂	u ₁₃	u ₁₄	u ₁₅

<표 C-13> 1024QAM의 허수부를 위한 성상 매핑

$y_{0,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{2,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{4,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_s)$	-u ₁₅	-u ₁₄	-u ₁₃	-u ₁₂	-u ₁₁	-u ₁₀	-u ₉	-u ₈	-u ₇	-u ₆	-u ₅	-u ₄	-u ₃	-u ₂	-u ₁	-u ₀

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

$y_{0,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_s)$	u_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}

<표 C-14> 4096QAM 의 실수부를 위한 성상 매핑

$y_{1,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{5,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{7,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{9,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{11,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_s)$	$-u_3$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_2$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$
)	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	9	8	7	6
$y_{1,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{5,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{7,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{9,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{11,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_s)$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_1$	$-u_9$	$-u_8$	$-u_7$	$-u_6$	$-u_5$	$-u_4$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_1$	$-u_0$
)	5	4	3	2	1	0										
$y_{1,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{5,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{7,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{9,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

y9,s	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
y11,s																
Re(z _s)	u ₀	u ₁	u ₂	u ₃	u ₄	u ₅	u ₆	u ₇	u ₈	u ₉	u ₁₀	u ₁₁	u ₁₂	u ₁₃	u ₁₄	u ₁₅
y1,s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y3,s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y5,s	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
y7,s	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
y9,s	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
y11,s	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Re(z _s)	u ₁₆	u ₁₇	u ₁₈	u ₁₉	u ₂₀	u ₂₁	u ₂₂	u ₂₃	u ₂₄	u ₂₅	u ₂₆	u ₂₇	u ₂₈	u ₂₉	u ₃₀	u ₃₁

<표 C-15> 4096QAM 의 허수부를 위한 성상 매핑

y0,s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y2,s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y4,s	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
y6,s	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
y8,s	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
y10,s	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Im(z _s)	-u ₃	-u ₃	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₂	-u ₁	-u ₁	-u ₁	-u ₁
	1	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	9	8	7	6
y0,s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y2,s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
y4,s	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
y6,s	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
y8,s	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
y10,s	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0

$\text{Im}(z_s)$)	$-u_5$	$-u_4$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_1$	$-u_0$	$-u_9$	$-u_8$	$-u_7$	$-u_6$	$-u_5$	$-u_4$	$-u_3$	$-u_2$	$-u_1$	$-u_0$
$y_{0,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{4,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{6,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{8,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{10,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_s)$)	u_0	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9	u_{10}	u_{11}	u_{12}	u_{13}	u_{14}	u_{15}
$y_{0,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,s}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,s}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{6,s}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{8,s}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{10,s}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_s)$)	u_{16}	u_{17}	u_{18}	u_{19}	u_{20}	u_{21}	u_{22}	u_{23}	u_{24}	u_{25}	u_{26}	u_{27}	u_{28}	u_{29}	u_{30}	u_{31}

D. 연속 파일럿 패턴

D.1. 레퍼런스와 추가 CP 인덱스

<표 D-1>, <표 D-2>와 <표 D-3>은 각각 공통 CP 셋 CP_{32} , CP_{16} 와 CP_8 의 절대 부반송파 인덱스를 정의한다. <표 D-4>는 FFT 모드와 분산 파일럿 패턴에 따른 추가 CP 셋의 절대 부반송파 인덱스를 정의한다.

이 부록에 규정된 부반송파의 인덱스는 절대 부반송파 인덱스 또는 상대 부반송파인덱스를 사용한다. 절대 부반송파 인덱스는 모든 C_{red_coeff} 값에 대하여 최대 전송 부반송파 개수에 맞추어 인덱스를 적용한다. 이때, 범위는 0 부터 $NoC_{max} - 1$ 을 갖는다. 상대 부반송파 인덱스는 C_{red_coeff} 값에 따라 결정되는 부반송파 개수에 맞추어

인덱스를 적용한다. 즉, 범위는 0 부터 $NoC - 1$ 을 갖는다. 실제 전송되는 부반송파의 범위를 벗어나는 절대 부반송파 인덱스에 해당하는 연속 파일럿은 전송되지 않는다.

<표 D-1> 공통 CP 셋 절대 부반송파 인덱스 (CP_{32})

236	316	356	412	668	716	868	1100	1228	1268	1340	1396	1876	1916	2140
2236	2548	2644	2716	2860	3004	3164	3236	3436	3460	3700	3836	4028	4124	
4132	4156	4316	4636	5012	5132	5140	5332	5372	5500	5524	5788	6004	6020	
6092	6428	6452	6500	6740	7244	7316	7372	7444	7772	7844	7924	8020	8164	
8308	8332	8348	8788	8804	9116	9140	9292	9412	9436	9604	10076	10204		
10340	10348	10420	10660	10684	10708	11068	11132	11228	11356	11852				
11860	11884	12044	12116	12164	12268	12316	12700	12772	12820	12988				
13300	13340	13564	13780	13868	14084	14308	14348	14660	14828	14876				
14948	15332	15380	15484	15532	15604	15764	15788	15796	16292	16420				
16516	16580	16940	16964	16988	17228	17300	17308	17444	17572	18044				
18212	18236	18356	18508	18532	18844	18860	19300	19316	19340	19484				
19628	19724	19804	19876	20204	20276	20332	20404	20908	21148	21196				
21220	21556	21628	21644	21860	22124	22148	22276	22316	22508	22516				
22636	23012	23332	23492	23516	23524	23620	23812	23948	24188	24212				
24412	24484	24644	24788	24932	25004	25100	25412	25508	25732	25772				
26252	26308	26380	26420	26548	26780	26932	26980	27236	27292	27332				
27412														

절대 부반송파 인덱스 CP_{32} 의 공통 CP 셋은 절대 부반송파 수의 절반으로부터 계산된다. (즉, 절대 부반송파 인덱스 236부터 13780은 $CP_{32,L}$ 으로 나타낸다.) 남은 CP_{32} 의 공통 CP 셋은 $CP_{32,R}$ 으로 나타내며, 다음과 같은 수식에 의하여 나타낼 수 있다.

$$CP_{32,R}(k) = 27648 - CP_{32,L}(95 - k)$$

$$CP_{32} = [CP_{32,L}, CP_{32,R}]$$

여기서 $k = 0, 1, \dots, 95$ 이다.

<표 D-2> 공통 CP 셋 절대 부반송파 인덱스 (CP_{16})

118 178 334 434 614 670 938 1070 1274 1358 1502 1618 1730 1918 2062 2078 2318
2566 2666 2750 2894 3010 3214 3250 3622 3686 3886 3962 4082 4166 4394 4558
4646 4718 5038 5170 5210 5342 5534 5614 5926 5942 6058 6134 6350 6410 6650
6782 6934 7154 7330 7438 7666 7742 7802 7894 8146 8258 8470 8494 8650 8722
9022 9118 9254 9422 9650 9670 9814 9902 10102 10166 10454 10598 10778 10822
11062 11138 11254 11318 11666 11758 11810 11974 12106 12242 12394 12502
12706 12866 13126 13190 13274 13466 13618 13666

절대 부반송파 인덱스 CP_{16} 의 공통 CP 셋은 8.1.4.1절에서 설명된 방식으로 계산한다.

<표 D-3> 공통 CP 셋 절대 부반송파 인덱스 (CP_8)

59 167 307 469 637 751 865 1031 1159 1333 1447 1607 1811 1943 2041 2197 2323
2519 2605 2767 2963 3029 3175 3325 3467 3665 3833 3901 4073 4235 4325 4511
4627 4825 4907 5051 5227 5389 5531 5627
5833 5905 6053 6197 6353 6563 6637 6809

절대 부반송파 인덱스 CP_8 의 공통 CP 셋은 8.1.4.1절에서 설명된 방식으로 계산한다.

<표 D-4> FFT 모드와 분산 파일럿 패턴 조합에 의한 분산 파일럿과
겹쳐지는 추가 CP 셋

Pilot Pattern	FFT mode		
	32K	16K	8K
SP3_2	6939	3471	1731
SP3_4	N/A	3471	1731
		5778 11469	2886 5733
SP4_2	N/A	3460	1732
SP4_4	N/A	3460	1732
		5768 11452	2888 5724
SP6_2	6942	3462	1734

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

SP6_4	N/A	3462	1734
		5772	2892
		11466	5730
SP8_2	6920	3464	1736
SP8_4	N/A	3464	1736
		5776	2896
		11448	5720
SP12_2	6924	3468	1740
SP12_4	N/A	3468	1740
		5784	2904
		11460	5748
SP16_2	6928	3472	1744
SP16_4	N/A	3472	1744
		5792	(2912)
		11440	(5744)
SP24_2	6936	3480	N/A
SP24_4	N/A	3480	N/A
		5808	
		11496	
SP32_2	6944	3488	(1696)
SP32_4	N/A	3488	See Table D-5
		(5824)	
		(11488)	

C_{red_coeff} 가 홀수인 경우에는 <표 D-4>의 괄호에 해당하는 상대 부반송파 인덱스는 사용되지 않는다.

SP32_4의 분산 파일럿 패턴을 가지는 8K FFT 모드의 경우, C_{red_coeff} 에 따른 추가 CP 셋은 <표 D-5>와 같이 정의된다.

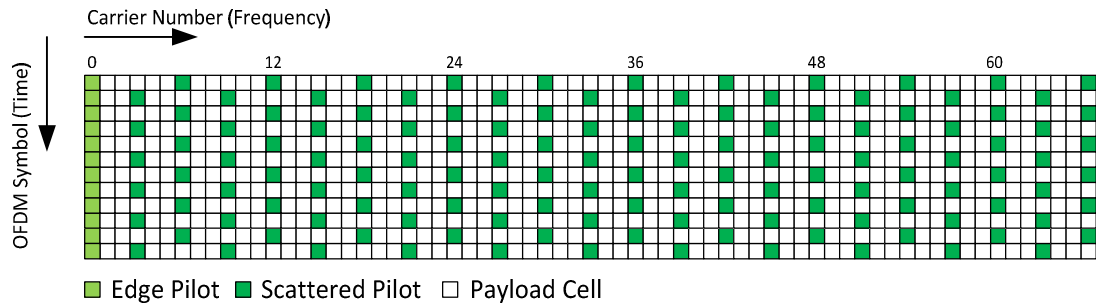
<표 D-5> 8K FFT 모드에서 SP32_4 를 위한 부가 분산 파일럿과 겹쳐지는
CP 상대 부반송파 인덱스

C_{red_coeff}				
0	1	2	3	4
1696	none	1696	1696	1696
2880			2880	2880
5728				5728

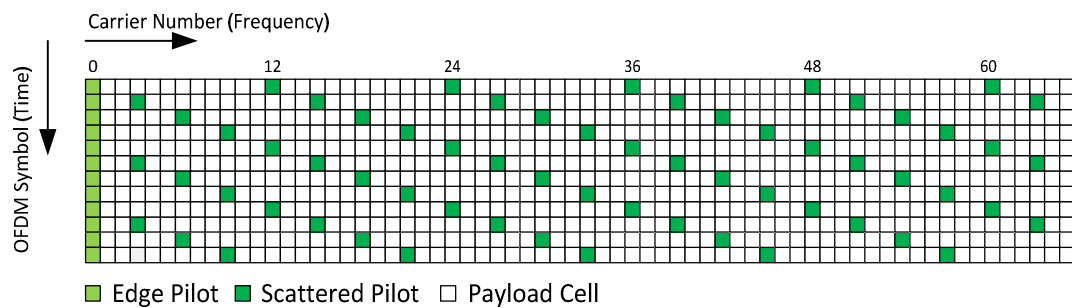
E. 분산 파일럿 패턴

E.1. SISO 분산 파일럿 패턴

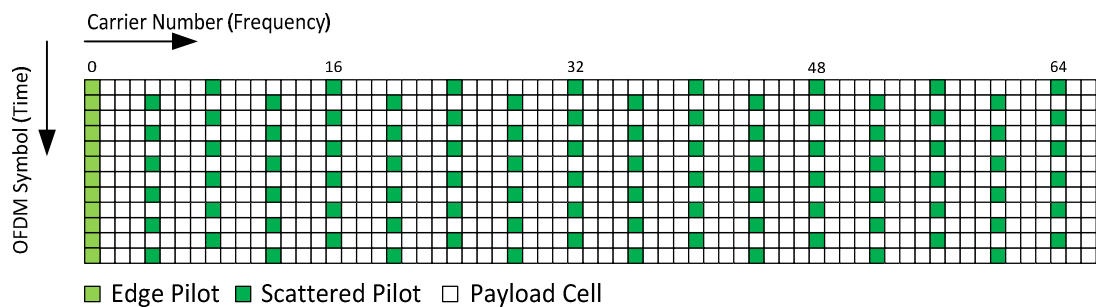
분산 파일럿 패턴은 다음 그림과 같다.



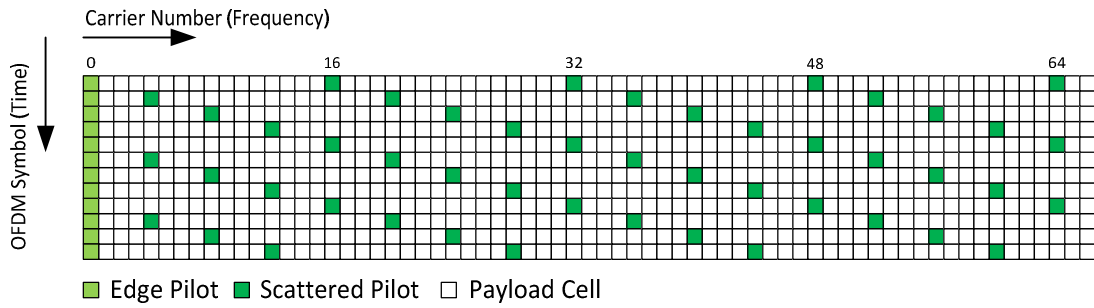
(그림 E-1) 분산 파일럿 패턴 SP3_2 (SISO, $D_x = 3$, $D_y = 2$)



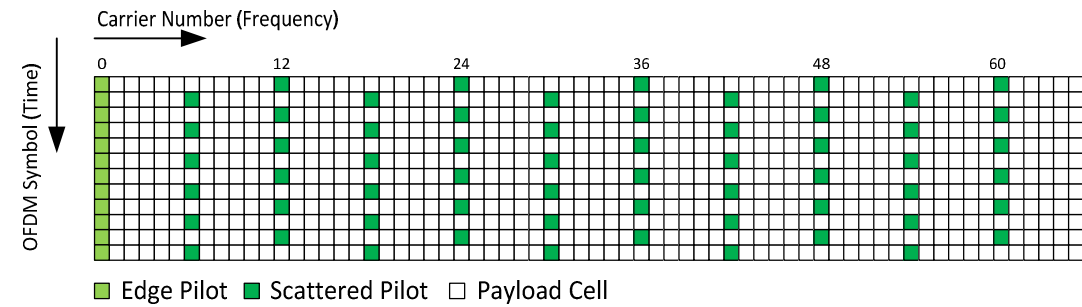
(그림 E-2) 분산 파일럿 패턴 SP3_4 (SISO, $D_x = 3$, $D_y = 4$)



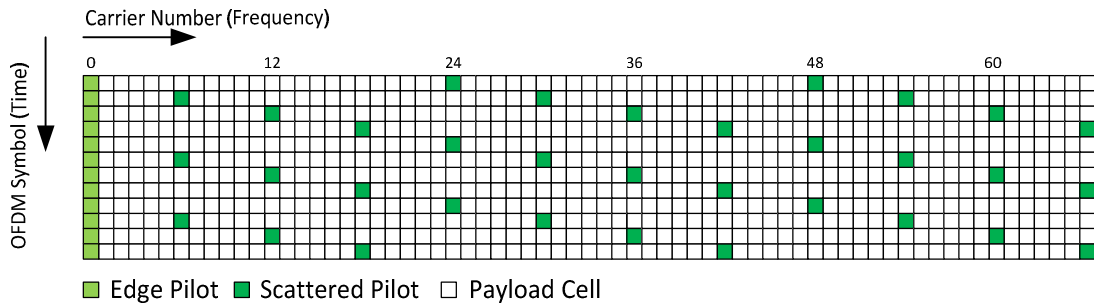
(그림 E-3) 분산 파일럿 패턴 SP4_2 (SISO, $D_x = 4$, $D_y = 2$)



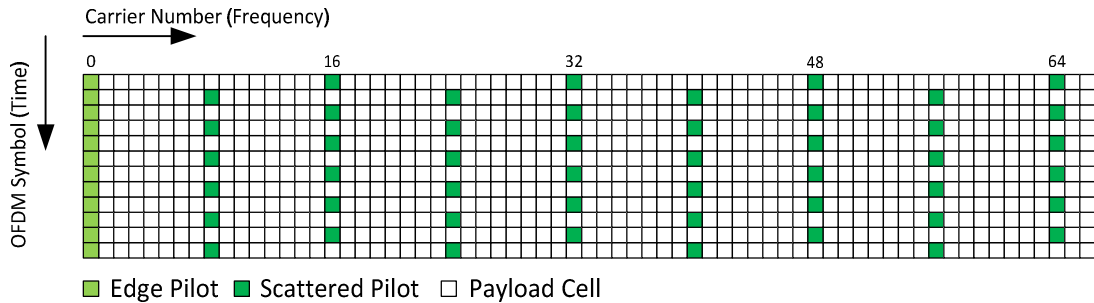
(그림 E-4) 분산 파일럿 패턴 SP4_4 (SISO, $D_x = 4$, $D_y = 4$)



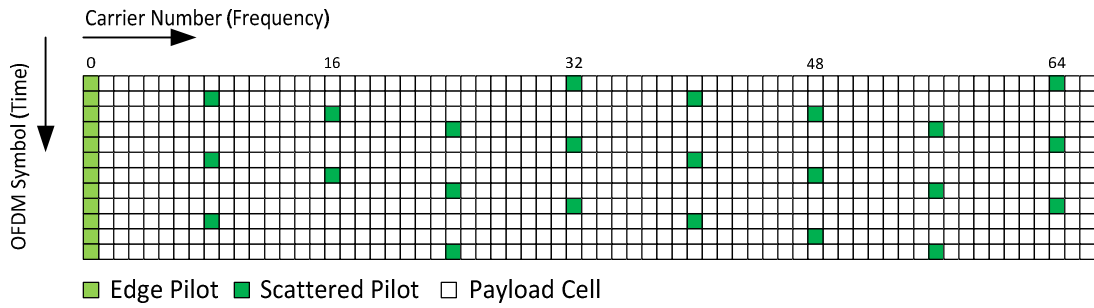
(그림 E-5) 분산 파일럿 패턴 SP6_2 (SISO, $D_x = 6$, $D_y = 2$)



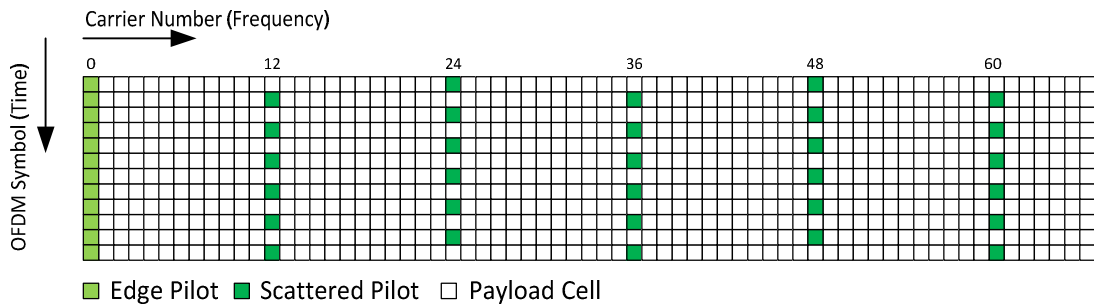
(그림 E-6) 분산 파일럿 패턴 SP6_4 (SISO, $D_x = 6$, $D_y = 4$)



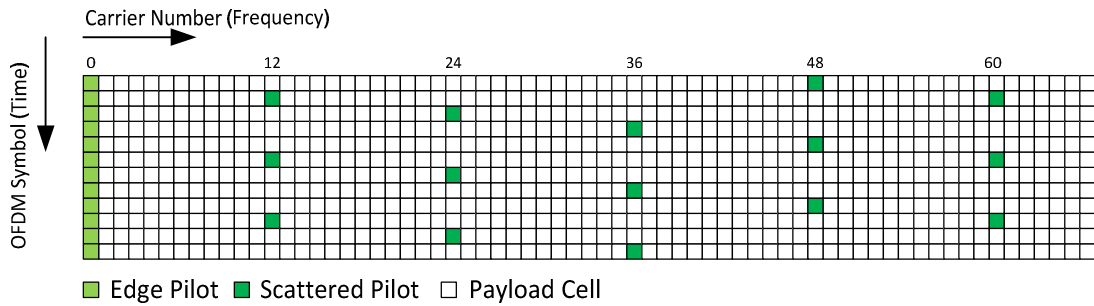
(그림 E-7) 분산 파일럿 패턴 SP8_2 (SISO, $D_x = 8$, $D_y = 2$)



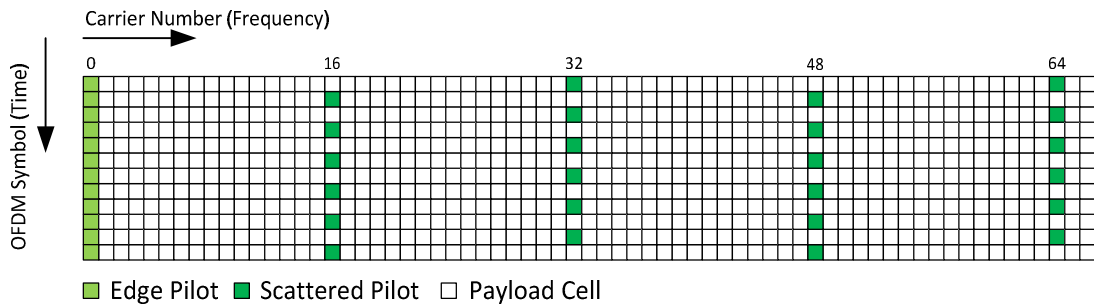
(그림 E-8) 분산 파일럿 패턴 SP8_4 (SISO, $D_x = 8$, $D_y = 4$)



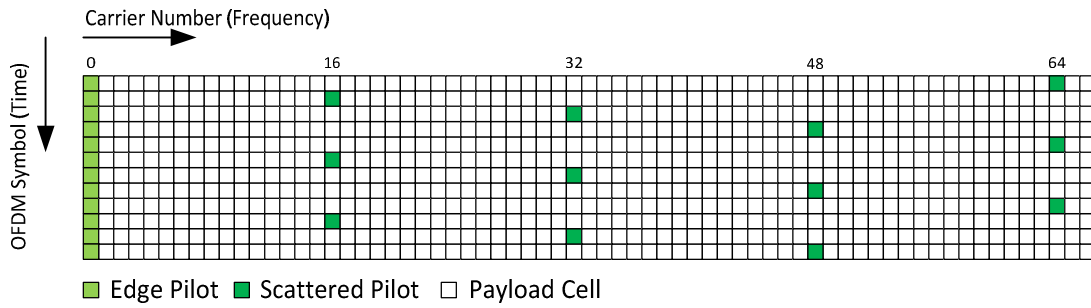
(그림 E-9) 분산 파일럿 패턴 SP12_2 (SISO, $D_x = 12$, $D_y = 2$)



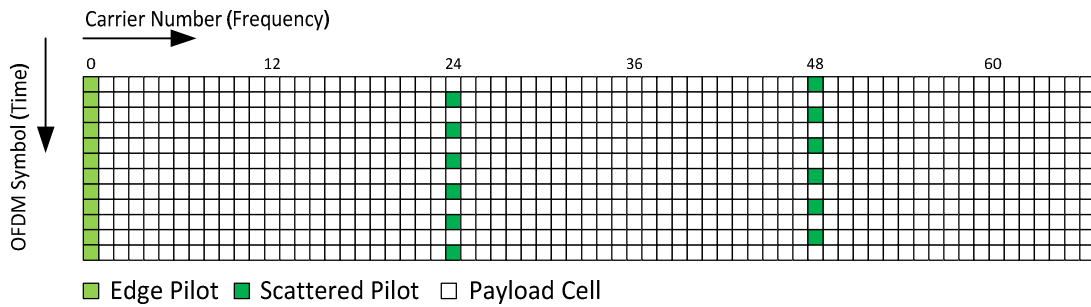
(그림 E-10) 분산 파일럿 패턴 SP12_4 (SISO, $D_x = 12$, $D_y = 4$)



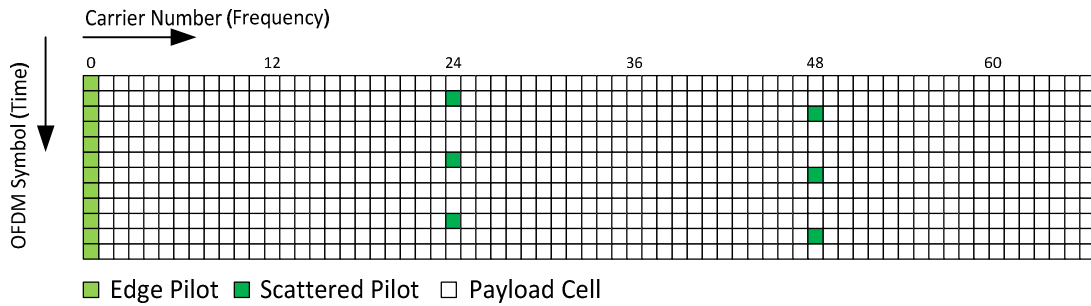
(그림 E-11) 분산 파일럿 패턴 SP16_2 (SISO, $D_x = 16$, $D_y = 2$)



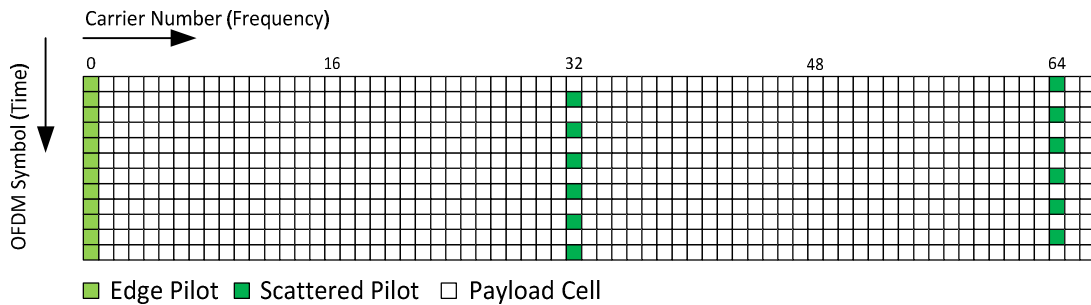
(그림 E-12) 분산 파일럿 패턴 SP16_4 (SISO, $D_X = 16$, $D_Y = 4$)



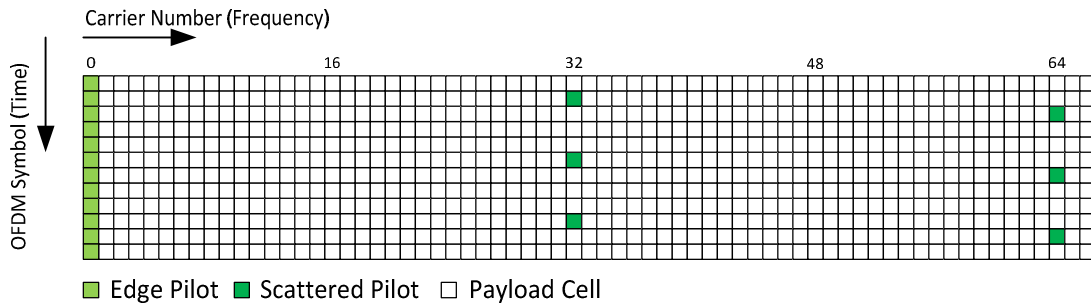
(그림 E-13) 분산 파일럿 패턴 SP24_2 (SISO, $D_X = 24$, $D_Y = 2$)



(그림 E-14) 분산 파일럿 패턴 SP24_4 (SISO, $D_X = 24$, $D_Y = 4$)



(그림 E-15) 분산 파일럿 패턴 SP32_2 (SISO, $D_X = 32$, $D_Y = 2$)



(그림 E-16) 분산 파일럿 패턴 SP32_4 (SISO, $D_X = 32$, $D_Y = 4$)

F. 톤 예약 부반송파 색인

F.1. 톤 예약 색인

톤 예약은 첫번째 프리앰블 심볼에는 사용하지 않는다. 톤 예약을 사용하는 경우에 심볼 타입과 D_X 에 따라서 톤 예약의 색인을 선택한다. <표 F-1>은 심볼 타입과 D_X 에 따라 정해지는 톤 예약의 색인 테이블을 나타낸다.

<표 F-1> 심볼 타입과 D_X 에 따른 톤 예약의 색인 테이블

	Preamble symbol			Subframe boundary symbol		Data symbol
Symbol index	$l = 0$	$0 < l < N_P$				
D_X	All	3, 4, 8	6, 12, 16, 24, 32	3, 4, 8	6, 12, 16, 24, 32	
Set of carriers reserved for PAPR	N/A	⌈ F-3	⌈ F-2	⌈ F-3	⌈ F-2	⌈ F-2

이 부록에 규정된 부반송파의 색인은 절대 부반송파 색인을 사용합니다. 절대 부반송파 색인은 모든 C_{red_coeff} 값에 대하여 가능한 최대 전송 부반송파 개수에 맞추어 색인을 적용한다. 따라서 범위는 0 부터 $NoC_{max} - 1$ 를 갖는다.

<표 F-2> $D_X=3$ 또는 $D_X=4$, $D_X=8$ 를 갖는 부프레임 경계 심볼과 프리앰블 심볼을 제외한 모든 심볼(첫번째 프리앰블 심볼 제외)에서 PAPR을 위한 톤 예약의 색인

FFT (# of Reserved tones)	TR Carrier Indices
8k (72)	250, 386, 407, 550, 591, 717, 763, 787, 797, 839, 950, 1090, 1105, 1199, 1738, 1867, 1903, 1997, 2114, 2260, 2356, 2427, 2428, 2444, 2452, 2475, 2564, 2649, 2663, 2678, 2740, 2777, 2819, 2986, 3097, 3134, 3253, 3284, 3323, 3442, 3596, 3694, 3719, 3751, 3763, 3836, 4154, 4257, 4355, 4580, 4587, 4678, 4805, 5084, 5126, 5161, 5229, 5321, 5445, 5649, 5741, 5746, 5885, 5918, 6075, 6093, 6319, 6421, 6463, 6511, 6517, 6577
16k (144)	421, 548, 589, 621, 644, 727, 770, 813, 857, 862, 1113, 1187, 1201, 1220, 1393, 1517, 1821, 1899, 1924, 2003, 2023, 2143, 2146, 2290, 2474, 2482, 2597, 2644, 2749, 2818, 2951, 3014, 3212, 3237, 3363, 3430, 3515, 3517, 3745, 3758, 4049, 4165, 4354, 4399, 4575, 4763, 4789, 4802, 4834, 4970, 5260, 5386, 5395, 5402, 5579, 5716, 5734, 5884, 5895, 6073, 6123, 6158, 6212, 6243, 6521, 6593, 6604, 6607, 6772, 6842, 6908, 6986, 7220, 7331, 7396, 7407, 7588, 7635, 7665, 7893, 7925, 7949, 8019, 8038, 8167, 8289, 8295, 8338, 8549, 8555, 8660, 8857, 8925, 9007, 9057, 9121, 9364, 9375, 9423, 9446, 9479, 9502, 9527, 9860, 9919, 9938, 10138, 10189, 10191, 10275, 10333, 10377, 10988, 11109, 11261, 11266, 11362, 11390, 11534, 11623, 11893, 11989, 12037, 12101, 12119, 12185, 12254, 12369, 12371, 12380, 12401, 12586, 12597, 12638, 12913, 12974, 13001, 13045, 13052, 13111, 13143, 13150, 13151, 13300
32K (288)	803, 805, 811, 901, 1001, 1027, 1245, 1258, 1318, 1478, 1507, 1509, 1556, 1577, 1655, 1742, 1978, 2001, 2056, 2110, 2164, 2227, 2305, 2356, 2408, 2522, 2563, 2780, 2805, 2879, 3010, 3019, 3128, 3389, 3649, 3730, 3873, 4027, 4066, 4087, 4181, 4246, 4259, 4364, 4406, 4515, 4690, 4773, 4893, 4916, 4941,

	4951, 4965, 5165, 5222, 5416, 5638, 5687, 5729, 5930, 5997, 6005, 6161, 6218, 6292, 6344, 6370, 6386, 6505, 6974, 7079, 7114, 7275, 7334, 7665, 7765, 7868, 7917, 7966, 8023, 8055, 8089, 8091, 8191, 8374, 8495, 8651, 8690, 8755, 8821, 9139, 9189, 9274, 9561, 9611, 9692, 9711, 9782, 9873, 9964, 10011, 10209, 10575, 10601, 10623, 10690, 10967, 11045, 11083, 11084, 11090, 11128, 11153, 11530, 11737, 11829, 11903, 11907, 11930, 11942, 12356, 12429, 12484, 12547, 12562, 12605, 12767, 12863, 13019, 13052, 13053, 13167, 13210, 13244, 13259, 13342, 13370, 13384, 13447, 13694, 13918, 14002, 14077, 14111, 14216, 14243, 14270, 14450, 14451, 14456, 14479, 14653, 14692, 14827, 14865, 14871, 14908, 15215, 15227, 15284, 15313, 15333, 15537, 15643, 15754, 15789, 16065, 16209, 16213, 16217, 16259, 16367, 16369, 16646, 16780, 16906, 16946, 17012, 17167, 17192, 17325, 17414, 17629, 17687, 17746, 17788, 17833, 17885, 17913, 18067, 18089, 18316, 18337, 18370, 18376, 18440, 18550, 18680, 18910, 18937, 19047, 19052, 19117, 19383, 19396, 19496, 19601, 19778, 19797, 20038, 20357, 20379, 20455, 20669, 20707, 20708, 20751, 20846, 20853, 20906, 21051, 21079, 21213, 21267, 21308, 21355, 21523, 21574, 21815, 21893, 21973, 22084, 22172, 22271, 22713, 22905, 23039, 23195, 23303, 23635, 23732, 23749, 23799, 23885, 23944, 24149, 24311, 24379, 24471, 24553, 24585, 24611, 24616, 24621, 24761, 24789, 24844, 24847, 24977, 25015, 25160, 25207, 25283, 25351, 25363, 25394, 25540, 25603, 25647, 25747, 25768, 25915, 25928, 26071, 26092, 26139, 26180, 26209, 26270, 26273, 26278, 26326, 26341, 26392, 26559, 26642, 26776, 26842
--	--

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 F-3> Dx=3 또는 Dx=4, Dx=8 를 갖는 부프레임 경계 심볼과 프리앰블 심볼(첫번째 프리앰블 심볼 제외)에서 PAPR 을 위한 톤 예약의 색인

FFT Size	TR Carrier Indices
8k(72)	295, 329, 347, 365, 463, 473, 481, 553, 578, 602, 742, 749, 829, 922, 941, 1115, 1123, 1174, 1363, 1394, 1402, 1615, 1657, 1702, 1898, 1910, 1997, 2399, 2506, 2522, 2687, 2735, 3043, 3295, 3389, 3454, 3557, 3647, 3719, 3793, 3794, 3874, 3898, 3970, 4054, 4450, 4609, 4666, 4829, 4855, 4879, 4961, 4969, 5171, 5182, 5242, 5393, 5545, 5567, 5618, 5630, 5734, 5861, 5897, 5987, 5989, 6002, 6062, 6074, 6205, 6334, 6497
16k (144)	509, 739, 770, 890, 970, 989, 1031, 1033, 1121, 1223, 1231, 1285, 1526, 1559, 1603, 1615, 1690, 1771, 1903, 1910, 1958, 2033, 2146, 2225, 2302, 2306, 2345, 2447, 2477, 2561, 2578, 2597, 2635, 2654, 2687, 2891, 2938, 3029, 3271, 3479, 3667, 3713, 3791, 3977, 4067, 4150, 4217, 4387, 4501, 4541, 4657, 4733, 4742, 4963, 5011, 5149, 5311, 5362, 5491, 5531, 5609, 5722, 5747, 5798, 5842, 5881, 5959, 5983, 6059, 6166, 6178, 6214, 6230, 6382, 6557, 6625, 6811, 6881, 6994, 7261, 7535, 7546, 7711, 7897, 7898, 7918, 7997, 8125, 8398, 8483, 8530, 8686, 8731, 8855, 9001, 9026, 9110, 9206, 9223, 9325, 9466, 9493, 9890, 9893, 10537, 10570, 10691, 10835, 10837, 11098, 11126, 11146, 11198, 11270, 11393, 11629, 11657, 11795, 11867, 11909, 11983, 12046, 12107, 12119, 12353, 12482, 12569, 12575, 12662, 12691, 12739, 12787, 12902, 12917, 12985, 13010, 13022, 13073, 13102, 13141, 13159, 13225, 13255, 13303

32K (288)	793, 884, 899, 914, 1004, 1183, 1198, 1276, 1300, 1339, 1348, 1444, 1487, 1490, 1766, 1870, 1903, 1909, 1961, 2053, 2092, 2099, 2431, 2572, 2578, 2618, 2719, 2725, 2746, 2777, 2798, 2891, 2966, 2972, 3023, 3037, 3076, 3257, 3284, 3326, 3389, 3425, 3454, 3523, 3602, 3826, 3838, 3875, 3955, 4094, 4126, 4261, 4349, 4357, 4451, 4646, 4655, 4913, 5075, 5083, 5306, 5317, 5587, 5821, 6038, 6053, 6062, 6137, 6268, 6286, 6490, 6517, 6529, 6554, 6593, 6671, 6751, 6827, 6845, 7043, 7111, 7147, 7196, 7393, 7451, 7475, 7517, 7750, 7769, 7780, 8023, 8081, 8263, 8290, 8425, 8492, 8939, 8986, 9113, 9271, 9298, 9343, 9455, 9476, 9637, 9821, 9829, 9913, 9953, 9988, 10001, 10007, 10018, 10082, 10172, 10421, 10553, 10582, 10622, 10678, 10843, 10885, 10901, 11404, 11674, 11959, 12007, 12199, 12227, 12290, 12301, 12629, 12631, 12658, 12739, 12866, 12977, 13121, 13294, 13843, 13849, 13852, 13933, 14134, 14317, 14335, 14342, 14407, 14651, 14758, 14815, 14833, 14999, 15046, 15097, 15158, 15383, 15503, 15727, 15881, 16139, 16238, 16277, 16331, 16444, 16490, 16747, 16870, 16981, 17641, 17710, 17714, 17845, 18011, 18046, 18086, 18097, 18283, 18334, 18364, 18431, 18497, 18527, 18604, 18686, 18709, 18731, 18740, 18749, 18772, 18893, 19045, 19075, 19087, 19091, 19099, 19127, 19169, 19259, 19427, 19433, 19450, 19517, 19526, 19610, 19807, 19843, 19891, 20062, 20159, 20246, 20420, 20516, 20530, 20686, 20801, 20870, 20974, 21131, 21158, 21565, 21635, 21785, 21820, 21914, 21926, 22046, 22375, 22406, 22601, 22679, 22699, 22772, 22819, 22847, 22900, 22982, 22987, 23063, 23254, 23335, 23357, 23561, 23590, 23711, 23753, 23902, 24037, 24085, 24101, 24115, 24167, 24182, 24361, 24374, 24421, 24427, 24458, 24463, 24706, 24748, 24941, 25079, 25127, 25195, 25285, 25444, 25492, 25505, 25667, 25682, 25729, 25741, 25765, 25973, 26171, 26180, 26227, 26353, 26381, 26542, 26603, 26651, 26671, 26759, 26804, 26807, 26827
--------------	--

G. 부트스트랩을 위한 프리앰블 파라미터

<표 G-1> preamble_structure 시그널링의 의미

preamble_struct ure	FFT Size	GI Length (samples)	Preambl e Pilot D_x	L1-Basic FEC Mode
0	8192	192	16	L1-Basic Mode 1
1	8192	192	16	L1-Basic Mode 2
2	8192	192	16	L1-Basic Mode 3
3	8192	192	16	L1-Basic Mode 4
4	8192	192	16	L1-Basic Mode 5
5	8192	384	8	L1-Basic Mode 1
6	8192	384	8	L1-Basic Mode 2
7	8192	384	8	L1-Basic Mode 3
8	8192	384	8	L1-Basic Mode 4
9	8192	384	8	L1-Basic Mode 5
10	8192	512	6	L1-Basic Mode 1
11	8192	512	6	L1-Basic Mode 2

preamble_struct ure	FFT Size	GI Length (samples)	Preambl e Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
12	8192	512	6	L1-Basic Mode 3
13	8192	512	6	L1-Basic Mode 4
14	8192	512	6	L1-Basic Mode 5
15	8192	768	4	L1-Basic Mode 1
16	8192	768	4	L1-Basic Mode 2
17	8192	768	4	L1-Basic Mode 3
18	8192	768	4	L1-Basic Mode 4
19	8192	768	4	L1-Basic Mode 5
20	8192	1024	3	L1-Basic Mode 1
21	8192	1024	3	L1-Basic Mode 2
22	8192	1024	3	L1-Basic Mode 3
23	8192	1024	3	L1-Basic Mode 4
24	8192	1024	3	L1-Basic Mode 5
25	8192	1536	4	L1-Basic Mode 1

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
26	8192	1536	4	L1-Basic Mode 2
27	8192	1536	4	L1-Basic Mode 3
28	8192	1536	4	L1-Basic Mode 4
29	8192	1536	4	L1-Basic Mode 5
30	8192	2048	3	L1-Basic Mode 1
31	8192	2048	3	L1-Basic Mode 2
32	8192	2048	3	L1-Basic Mode 3
33	8192	2048	3	L1-Basic Mode 4
34	8192	2048	3	L1-Basic Mode 5
35	16384	192	32	L1-Basic Mode 1
36	16384	192	32	L1-Basic Mode 2
37	16384	192	32	L1-Basic Mode 3
38	16384	192	32	L1-Basic Mode 4
39	16384	192	32	L1-Basic Mode 5

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
40	16384	384	16	L1-Basic Mode 1
41	16384	384	16	L1-Basic Mode 2
42	16384	384	16	L1-Basic Mode 3
43	16384	384	16	L1-Basic Mode 4
44	16384	384	16	L1-Basic Mode 5
45	16384	512	12	L1-Basic Mode 1
46	16384	512	12	L1-Basic Mode 2
47	16384	512	12	L1-Basic Mode 3
48	16384	512	12	L1-Basic Mode 4
49	16384	512	12	L1-Basic Mode 5
50	16384	768	8	L1-Basic Mode 1
51	16384	768	8	L1-Basic Mode 2
52	16384	768	8	L1-Basic Mode 3
53	16384	768	8	L1-Basic Mode 4

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
54	16384	768	8	L1-Basic Mode 5
55	16384	1024	6	L1-Basic Mode 1
56	16384	1024	6	L1-Basic Mode 2
57	16384	1024	6	L1-Basic Mode 3
58	16384	1024	6	L1-Basic Mode 4
59	16384	1024	6	L1-Basic Mode 5
60	16384	1536	4	L1-Basic Mode 1
61	16384	1536	4	L1-Basic Mode 2
62	16384	1536	4	L1-Basic Mode 3
63	16384	1536	4	L1-Basic Mode 4
64	16384	1536	4	L1-Basic Mode 5
65	16384	2048	3	L1-Basic Mode 1
66	16384	2048	3	L1-Basic Mode 2
67	16384	2048	3	L1-Basic Mode 3

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
68	16384	2048	3	L1-Basic Mode 4
69	16384	2048	3	L1-Basic Mode 5
70	16384	2432	3	L1-Basic Mode 1
71	16384	2432	3	L1-Basic Mode 2
72	16384	2432	3	L1-Basic Mode 3
73	16384	2432	3	L1-Basic Mode 4
74	16384	2432	3	L1-Basic Mode 5
75	16384	3072	4	L1-Basic Mode 1
76	16384	3072	4	L1-Basic Mode 2
77	16384	3072	4	L1-Basic Mode 3
78	16384	3072	4	L1-Basic Mode 4
79	16384	3072	4	L1-Basic Mode 5
80	16384	3648	4	L1-Basic Mode 1
81	16384	3648	4	L1-Basic Mode 2

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
82	16384	3648	4	L1-Basic Mode 3
83	16384	3648	4	L1-Basic Mode 4
84	16384	3648	4	L1-Basic Mode 5
85	16384	4096	3	L1-Basic Mode 1
86	16384	4096	3	L1-Basic Mode 2
87	16384	4096	3	L1-Basic Mode 3
88	16384	4096	3	L1-Basic Mode 4
89	16384	4096	3	L1-Basic Mode 5
90	32768	192	32	L1-Basic Mode 1
91	32768	192	32	L1-Basic Mode 2
92	32768	192	32	L1-Basic Mode 3
93	32768	192	32	L1-Basic Mode 4
94	32768	192	32	L1-Basic Mode 5
95	32768	384	32	L1-Basic Mode 1

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_x	L1-Basic FEC Mode
96	32768	384	32	L1-Basic Mode 2
97	32768	384	32	L1-Basic Mode 3
98	32768	384	32	L1-Basic Mode 4
99	32768	384	32	L1-Basic Mode 5
100	32768	512	24	L1-Basic Mode 1
101	32768	512	24	L1-Basic Mode 2
102	32768	512	24	L1-Basic Mode 3
103	32768	512	24	L1-Basic Mode 4
104	32768	512	24	L1-Basic Mode 5
105	32768	768	16	L1-Basic Mode 1
106	32768	768	16	L1-Basic Mode 2
107	32768	768	16	L1-Basic Mode 3
108	32768	768	16	L1-Basic Mode 4
109	32768	768	16	L1-Basic Mode 5

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
110	32768	1024	12	L1-Basic Mode 1
111	32768	1024	12	L1-Basic Mode 2
112	32768	1024	12	L1-Basic Mode 3
113	32768	1024	12	L1-Basic Mode 4
114	32768	1024	12	L1-Basic Mode 5
115	32768	1536	8	L1-Basic Mode 1
116	32768	1536	8	L1-Basic Mode 2
117	32768	1536	8	L1-Basic Mode 3
118	32768	1536	8	L1-Basic Mode 4
119	32768	1536	8	L1-Basic Mode 5
120	32768	2048	6	L1-Basic Mode 1
121	32768	2048	6	L1-Basic Mode 2
122	32768	2048	6	L1-Basic Mode 3
123	32768	2048	6	L1-Basic Mode 4

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
124	32768	2048	6	L1-Basic Mode 5
125	32768	2432	6	L1-Basic Mode 1
126	32768	2432	6	L1-Basic Mode 2
127	32768	2432	6	L1-Basic Mode 3
128	32768	2432	6	L1-Basic Mode 4
129	32768	2432	6	L1-Basic Mode 5
130	32768	3072	8	L1-Basic Mode 1
131	32768	3072	8	L1-Basic Mode 2
132	32768	3072	8	L1-Basic Mode 3
133	32768	3072	8	L1-Basic Mode 4
134	32768	3072	8	L1-Basic Mode 5
135	32768	3072	3	L1-Basic Mode 1
136	32768	3072	3	L1-Basic Mode 2
137	32768	3072	3	L1-Basic Mode 3

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
138	32768	3072	3	L1-Basic Mode 4
139	32768	3072	3	L1-Basic Mode 5
140	32768	3648	8	L1-Basic Mode 1
141	32768	3648	8	L1-Basic Mode 2
142	32768	3648	8	L1-Basic Mode 3
143	32768	3648	8	L1-Basic Mode 4
144	32768	3648	8	L1-Basic Mode 5
145	32768	3648	3	L1-Basic Mode 1
146	32768	3648	3	L1-Basic Mode 2
147	32768	3648	3	L1-Basic Mode 3
148	32768	3648	3	L1-Basic Mode 4
149	32768	3648	3	L1-Basic Mode 5
150	32768	4096	3	L1-Basic Mode 1
151	32768	4096	3	L1-Basic Mode 2

preamble_structure	FFT Size	GI Length (samples)	Preamble Pilot D_X	L1-Basic FEC Mode
152	32768	4096	3	L1-Basic Mode 3
153	32768	4096	3	L1-Basic Mode 4
154	32768	4096	3	L1-Basic Mode 5
155	32768	4864	3	L1-Basic Mode 1
156	32768	4864	3	L1-Basic Mode 2
157	32768	4864	3	L1-Basic Mode 3
158	32768	4864	3	L1-Basic Mode 4
159	32768	4864	3	L1-Basic Mode 5
160-255	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved

H. MISO

H.1. MISO 주파수 영역 계수

<표 H-1> NM/ISO=64 일 때, 시간영역 임펄스 응답 벡터

	M=2		M=3			M=4			
n	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₃	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄
0	–	0.0570	–	–	0.0436	0.0240	–	–	0.0050
	0.0082	+0.040	0.0202	0.0351	+0.005	–	0.026	0.0233	+0.037
	–	2i	–	–	4i	0.0409i	3–	–	3i
	0.0031i		0.0157	0.0356			0.047	0.0047	
			i	i			9i	i	
1	0.0041	–	–	0.0087	0.0171	0.0012	–	0.0235	0.0239
	–	0.0200	0.0397	–	–	–	0.030	+0.018	+0.023
	0.0092i	+0.017	–	0.0039	0.0086	0.0723i	1–	9i	2i
		0i	0.0295	i	i		0.010		
			i				7i		
2	–	–	0.0051	–	–	–	0.033	0.0180	0.0302
	0.0192	0.0538	–	0.0400	0.0079	0.0192	3–	+0.033	–
	–	+0.011	0.0108	–	–	–	0.006	0i	0.0206
	0.0795i	5i	i	0.0028	0.0112	0.0187i	3i		i
				i	i				
3	–	–	0.0365	0.0228	0.0037	0.0487	0.020	–	–
	0.0321	0.0197	–	+0.006	–	+0.025	4+0.0	0.0042	0.0148
	+0.002	–	0.0003	0i	0.0093	6i	289i	–	–
	5i	0.1022	i		i			0.0688	0.0121
		i						i	i
4	–	–	–	0.0347	0.0549	0.0508	–	0.0140	–
	0.0234	0.0244	0.0195	–	–	–	0.010	–	0.0007
	+0.061	–	–	0.0134	0.0019	0.0429i	5+0.0	0.0162	–
	5i	0.0409	0.0111	i	i		583i	i	0.0009
		i	i						i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

5	- 0.0257 - 0.0544i	0.0925 +0.028 9i	- 0.1033 +0.026 7i	- 0.0351 - 0.0292 i	- 0.0391 +0.021 9i	- 0.0400 - 0.0598i	- 0.064 9- 0.134 6i	- 0.0297 +0.062 7i	- 0.0177 - 0.0167 i
6	- 0.0599 - 0.0362i	- 0.0082 +0.007 5i	- 0.0409 +0.035 4i	- 0.0091 - 0.0239 i	- 0.0306 - 0.0150 i	- 0.0299 +0.029 2i	- 0.024 3- 0.062 6i	- 0.0144 - 0.0526 i	- 0.0166 +0.022 1i
7	- 0.0472 +0.020 3i	0.0795 +0.050 1i	- 0.0243 - 0.0359 i	- 0.1048 - 0.0459 i	0.0398 +0.004 2i	0.0171 - 0.0085i	0.059 9- 0.072 8i	- 0.0466 +0.029 9i	- 0.0181 - 0.0276 i
8	0.0925 - 0.0460i	0.0124 - 0.0371 i	- 0.0291 - 0.0020 i	0.0814 - 0.0157 i	- 0.0360 +0.073 7i	- 0.0452 - 0.0488i	0.011 9+0.0 809i	0.0060 +0.008 5i	0.0012 +0.036 2i
9	0.0217 - 0.0165i	0.0266 +0.038 4i	0.0027 +0.126 0i	0.0278 +0.051 7i	0.0432 - 0.0191 i	- 0.1012 +0.078 4i	0.056 6+0.0 771i	0.0173 +0.112 3i	0.0114 +0.024 5i
10	- 0.1060 +0.067 2i	- 0.0644 - 0.0655 i	0.0495 +0.090 5i	- 0.0310 +0.004 2i	- 0.0297 - 0.0303 i	0.0182 +0.073 7i	- 0.031 7- 0.100 9i	- 0.0095 - 0.0079 i	- 0.0201 +0.088 1i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

11	0.0356 +0.013 5i	– 0.0565 +0.021 1i	0.0206 – 0.0591 i	0.0082 – 0.0551 i	– 0.0421 – 0.0442 i	0.0460 – 0.0497i	0.059 2+0.0 811i	0.0554 +0.007 1i	0.0430 +0.039 1i
12	– 0.0765 – 0.0388i	0.0711 +0.010 0i	– 0.0658 +0.084 7i	– 0.1074 – 0.1147 i	– 0.0423 +0.088 8i	– 0.1181 +0.053 4i	– 0.104 5– 0.139 2i	0.0341 – 0.0753 i	0.0106 – 0.0458 i
13	– 0.1158 +0.114 4i	– 0.0186 +0.022 8i	0.0361 +0.087 8i	0.0709 +0.010 4i	0.0681 – 0.0220 i	– 0.0447 +0.129 1i	– 0.108 4+0.0 149i	– 0.0615 +0.001 5i	– 0.0337 – 0.0743 i
14	0.0197 +0.151 6i	0.1920 – 0.0084 i	0.1156 – 0.0646 i	0.0134 – 0.0183 i	– 0.1486 – 0.0084 i	0.1023 – 0.0167i	0.075 8– 0.085 2i	– 0.1283 +0.045 7i	– 0.0617 +0.051 7i
15	– 0.0359 +0.037 6i	0.0029 – 0.0932 i	– 0.1034 – 0.0663 i	0.0391 +0.055 0i	0.1086 – 0.0260 i	– 0.0501 – 0.1357i	0.079 9– 0.039 3i	0.0546 – 0.1677 i	0.0011 +0.032 3i
16	– 0.0932 +0.081 8i	0.1438 +0.036 1i	– 0.1042 – 0.0011 i	0.2130 +0.169 5i	– 0.0102 +0.076 3i	– 0.0843 – 0.1035i	0.209 2+0.1 991i	– 0.0932 +0.233 5i	– 0.0128 +0.003 4i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

17	- 0.0454 +0.109 3i	- 0.0405 +0.099 6i	0.0373 +0.051 5i	- 0.2063 +0.063 5i	- 0.0520 - 0.0592 i	- 0.0382 - 0.0540i	- 0.113 9- 0.038 9i	- 0.1123 +0.029 0i	- 0.0525 - 0.0809 i
18	0.0692 - 0.0114i	- 0.1229 +0.154 9i	- 0.1169 - 0.0665 i	- 0.0821 +0.025 7i	0.0022 - 0.0342 i	- 0.0657 - 0.1025i	- 0.052 9- 0.030 4i	0.1421 +0.087 7i	- 0.0457 +0.123 5i
19	- 0.0801 - 0.0271i	- 0.0177 - 0.1009 i	- 0.1598 - 0.0456 i	- 0.1664 - 0.1884 i	- 0.0331 +0.060 1i	- 0.0362 - 0.0847i	- 0.090 2- 0.102 6i	0.0467 - 0.1229 i	0.1259 +0.036 2i
20	- 0.1156 - 0.0505i	0.0610 - 0.0604 i	0.0191 - 0.0271 i	0.0600 +0.078 9i	- 0.0826 +0.013 6i	0.0219 - 0.0437i	0.085 9+0.0 258i	0.0059 +0.098 7i	- 0.0608 - 0.0147 i
21	0.2071 - 0.0987i	0.3258 - 0.0067 i	0.0155 - 0.0469 i	0.1633 +0.171 7i	0.1155 +0.269 2i	0.0146 - 0.0333i	0.131 1+0.1 771i	0.0374 - 0.0089 i	- 0.0241 - 0.2151 i
22	0.0217 +0.129 8i	0.0486 +0.143 0i	- 0.0536 +0.160 6i	- 0.1040 +0.129 5i	0.0776 - 0.2126 i	- 0.1189 +0.149 8i	0.021 2+0.0 289i	- 0.0469 - 0.1116 i	- 0.2348 +0.057 7i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

23	0.0305 +0.118 9i	0.0057 +0.016 9i	- 0.0881 +0.106 3i	0.1314 - 0.0204 i	0.0330 - 0.0684 i	- 0.1678 +0.073 3i	0.134 7- 0.007 5i	- 0.0315 +0.037 2i	0.0898 +0.050 9i
24	0.1325 +0.181 6i	- 0.0468 +0.040 0i	0.0136 +0.116 0i	- 0.1336 +0.056 4i	0.0150 - 0.0269 i	- 0.0205 +0.034 9i	- 0.049 2+0.1 194i	- 0.0329 +0.024 9i	0.0000 - 0.0149 i
25	0.0220 +0.167 3i	- 0.0580 +0.150 2i	- 0.0165 +0.098 0i	- 0.0383 +0.178 8i	- 0.1286 +0.025 4i	- 0.0220 +0.134 5i	- 0.059 8+0.0 809i	- 0.1220 +0.163 4i	- 0.1193 +0.047 9i
26	0.2034 - 0.1647i	0.0839 +0.260 1i	0.3054 - 0.0506 i	- 0.1792 +0.252 4i	- 0.0529 - 0.3026 i	0.2133 - 0.0547i	- 0.067 6+0.2 751i	0.0901 - 0.0367 i	- 0.1443 +0.047 3i
27	0.1139 +0.009 2i	- 0.0909 - 0.0273 i	0.1229 +0.197 0i	- 0.0639 +0.030 8i	0.0871 +0.188 6i	0.1213 +0.197 3i	- 0.003 3+0.0 489i	0.1698 +0.154 8i	0.0574 - 0.1223 i
28	- 0.0485 +0.212 0i	0.0683 +0.043 3i	- 0.1988 +0.274 7i	- 0.0327 +0.049 9i	- 0.0810 +0.012 0i	- 0.1696 +0.308 6i	- 0.129 4+0.1 162i	- 0.0707 - 0.0577 i	0.0818 +0.068 3i
29	0.0006 +0.020 5i	- 0.1055 +0.066 8i	0.0473 +0.036 5i	- 0.0426 - -	0.0934 - 0.0558 i	- 0.0591 - 0.0141i	- 0.128 0+0.0 001i	- 0.1228 +0.075 9i	0.1011 - 0.1585 i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

				0.0327 i					
30	- 0.0667 +0.007 1i	- 0.2471 - 0.0933 i	- 0.0451 +0.111 4i	- 0.1421 - 0.0480 i	0.1699 - 0.0469 i	0.0167 +0.048 1i	- 0.053 6- 0.131 4i	0.2568 +0.096 9i	- 0.0604 - 0.0786 i
31	- 0.2077 - 0.2282i	0.0682 +0.238 1i	- 0.1865 - 0.1219 i	0.0324 +0.143 8i	0.1644 - 0.1603 i	- 0.1727 - 0.1232i	0.033 4+0.1 431i	- 0.0160 +0.014 8i	0.0911 - 0.2836 i
32	- 0.1265 +0.079 8i	0.0195 - 0.1981 i	- 0.0820 - 0.0034 i	0.0780 - 0.0666 i	- 0.1104 +0.012 5i	- 0.0513 +0.015 7i	0.052 0+0.0 127i	0.1090 - 0.0340 i	- 0.1751 - 0.0192 i
33	0.0276 +0.112 3i	- 0.0465 +0.003 6i	- 0.1170 +0.083 6i	- 0.1150 - 0.0442 i	0.0423 - 0.0163 i	- 0.1042 +0.150 8i	- 0.085 9- 0.072 8i	- 0.0061 +0.215 5i	0.0056 +0.152 4i
34	- 0.0043 +0.141 9i	- 0.0331 +0.025 7i	0.0354 +0.083 9i	0.1399 +0.027 7i	0.0720 +0.048 0i	0.0128 +0.026 1i	- 0.014 7+0.0 550i	0.0134 +0.047 7i	0.0249 - 0.0000 i
35	0.0147 - 0.0002i	0.1589 +0.060 3i	0.2146 +0.000 2i	0.0795 +0.089 2i	0.0027 - 0.0066 i	0.1502 +0.007 5i	0.134 0+0.2 318i	0.0510 +0.054 6i	- 0.1729 +0.033 7i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

36	0.0066 - 0.0353i	0.0641 +0.123 3i	0.1105 - 0.1351 i	- 0.0085 - 0.0374 i	- 0.0916 +0.001 6i	0.1558 - 0.0742i	- 0.018 2- 0.070 8i	- 0.0063 +0.018 3i	- 0.0397 - 0.0840 i
37	- 0.1775 +0.153 2i	0.0678 +0.119 1i	- 0.0920 +0.087 5i	0.0953 +0.098 0i	- 0.0783 +0.255 0i	- 0.1810 +0.074 6i	0.093 8+0.1 883i	- 0.0733 +0.190 9i	- 0.0398 - 0.3157 i
38	- 0.0491 +0.076 2i	0.0271 - 0.2271 i	- 0.0300 - 0.1244 i	0.1254 - 0.1780 i	- 0.1807 +0.109 4i	0.0573 - 0.0604i	0.050 5- 0.087 8i	- 0.0475 +0.118 7i	0.2074 - 0.0389 i
39	- 0.1185 - 0.1370i	0.0877 +0.128 2i	- 0.1987 - 0.0400 i	- 0.1259 +0.084 9i	0.0347 +0.101 0i	- 0.1213 - 0.1572i	- 0.031 6+0.0 609i	- 0.0415 +0.133 5i	- 0.0265 +0.247 6i
40	0.1381 +0.119 7i	- 0.1054 +0.071 9i	0.0853 +0.050 6i	- 0.1303 +0.000 4i	- 0.0434 +0.156 0i	- 0.0473 +0.265 1i	- 0.137 3+0.0 291i	0.0628 +0.118 2i	0.2462 - 0.1978 i
41	0.0402 - 0.1385i	0.1926 - 0.0134 i	- 0.1360 - 0.1131 i	0.1888 +0.058 4i	0.0427 +0.117 0i	- 0.1701 - 0.1300i	0.282 3+0.0 664i	- 0.0947 +0.003 6i	0.1360 +0.108 1i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

42	- 0.0414 - 0.0215i	0.0272 - 0.0083 i	0.0036 +0.070 1i	- 0.1031 - 0.0692 i	- 0.0744 - 0.0089 i	- 0.0475 +0.089 1i	0.026 9- 0.026 2i	0.0648 - 0.2780 i	0.0269 +0.032 3i
43	0.0425 - 0.2408i	- 0.0126 +0.032 4i	0.1415 - 0.1823 i	- 0.0871 - 0.0654 i	- 0.1619 - 0.0234 i	0.0860 - 0.1701i	- 0.017 4- 0.005 7i	- 0.0856 +0.020 0i	0.0348 - 0.1474 i
44	0.0778 +0.146 1i	0.1290 - 0.0779 i	- 0.0022 +0.130 9i	- 0.0039 - 0.0491 i	0.1864 +0.152 3i	0.0287 - 0.0118i	0.065 1- 0.040 8i	0.0757 +0.077 6i	- 0.0682 - 0.0088 i
45	- 0.2283 +0.022 3i	0.1207 - 0.0885 i	- 0.1185 - 0.1542 i	- 0.0021 +0.059 1i	0.1173 - 0.0573 i	- 0.2152 - 0.1151i	0.170 2+0.0 152i	0.0913 - 0.1074 i	0.0387 - 0.0759 i
46	0.0196 +0.057 8i	- 0.0827 - 0.1182 i	0.0331 - 0.0297 i	- 0.1821 - 0.1699 i	- 0.0136 +0.054 7i	0.0911 - 0.0229i	- 0.106 7- 0.180 7i	- 0.0469 - 0.0884 i	- 0.0351 +0.103 7i
47	- 0.0309 - 0.1078i	- 0.0020 - 0.0275 i	- 0.0268 - 0.0252 i	- 0.0221 +0.045 0i	- 0.0126 - 0.0084 i	0.0227 +0.019 1i	- 0.066 1- 0.090 9i	0.0390 - 0.2093 i	- 0.1447 - 0.0196 i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

48	0.0340 +0.015 6i	0.0280 - 0.0564 i	0.1085 +0.109 0i	- 0.1060 +0.169 8i	- 0.0269 +0.009 7i	0.0164 +0.022 4i	- 0.114 8+0.1 257i	0.0610 - 0.1203 i	- 0.1227 - 0.0640 i
49	0.0431 - 0.0505i	- 0.1056 - 0.0500 i	- 0.1165 - 0.0823 i	0.0634 +0.028 6i	0.1539 +0.092 5i	- 0.0265 - 0.0111i	- 0.086 4- 0.022 9i	0.0021 +0.146 5i	0.0076 - 0.1253 i
50	- 0.0656 - 0.1008i	- 0.1652 - 0.0210 i	0.0427 - 0.0327 i	0.0531 +0.034 1i	- 0.0388 +0.040 7i	- 0.0469 - 0.0784i	- 0.055 7- 0.017 3i	- 0.0649 +0.078 8i	- 0.0569 - 0.0363 i
51	0.0719 +0.128 0i	- 0.0103 +0.131 2i	- 0.0317 - 0.0209 i	0.0299 +0.098 4i	- 0.0974 +0.157 6i	- 0.0250 +0.130 9i	- 0.048 9+0.1 720i	- 0.2232 +0.098 3i	- 0.0810 - 0.0190 i
52	- 0.0367 - 0.0387i	- 0.0025 +0.029 2i	- 0.0064 +0.044 6i	0.0960 - 0.0295 i	- 0.0565 +0.008 7i	- 0.0179 - 0.0898i	0.018 9+0.0 422i	0.0063 - 0.0601 i	- 0.0890 - 0.1005 i
53	0.0549 +0.087 5i	0.0094 - 0.0186 i	- 0.0394 +0.037 1i	0.1152 - 0.0318 i	- 0.1553 - 0.1074 i	0.0119 +0.026 6i	0.123 7+0.0 095i	- 0.0743 - 0.1217 i	- 0.0343 +0.029 3i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

54	- 0.0199 - 0.0339i	0.0529 +0.021 1i	0.0534 - 0.0665 i	- 0.0462 - 0.0994 i	0.0834 +0.016 4i	0.0177 - 0.0294i	0.009 6+0.0 209i	- 0.0850 +0.044 2i	- 0.0496 +0.005 4i
55	0.0247 - 0.0080i	0.0285 +0.058 2i	0.0524 +0.060 9i	- 0.0231 - 0.0581 i	0.1502 - 0.0071 i	0.0367 - 0.0083i	- 0.019 2- 0.047 8i	0.0500 - 0.0122 i	- 0.0468 - 0.0352 i
56	- 0.0482 - 0.0159i	0.0386 - 0.0935 i	- 0.0057 - 0.0144 i	- 0.0681 +0.027 8i	0.1019 +0.102 2i	- 0.0132 - 0.0501i	0.051 1- 0.006 0i	0.0083 +0.035 5i	0.0064 - 0.0181 i
57	0.0474 - 0.0310i	0.0283 - 0.0598 i	0.0164 +0.005 2i	- 0.0226 +0.001 8i	0.0256 +0.091 9i	0.0458 - 0.0252i	0.012 3+0.0 400i	0.0793 +0.064 3i	- 0.0094 +0.016 8i
58	- 0.0262 +0.005 5i	- 0.0550 +0.005 3i	- 0.0345 - 0.0144 i	- 0.0124 - 0.0168 i	- 0.0529 +0.082 8i	- 0.0354 +0.019 7i	- 0.045 6- 0.049 7i	0.0799 +0.042 1i	0.0138 +0.025 6i
59	- 0.0185 - 0.0061i	0.0113 - 0.0073 i	0.0396 +0.041 6i	- 0.0306 +0.050 4i	- 0.0240 +0.059 0i	0.0074 +0.028 7i	- 0.008 4+0.0 188i	- 0.0598 +0.066 9i	- 0.0331 +0.112 1i
60	0.0547 +0.023 6i	- 0.0100 -	- 0.0661	- 0.0153	- 0.0182 -	0.0374 +0.019 2i	- 0.005	- 0.0535 -	0.0025 +0.035 0i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

		0.0336 i	+0.001 7i	+0.018 5i	0.0669 i		2+0.0 608i	0.0376 i	
61	- 0.0084 +0.017 4i	- 0.0605 +0.031 8i	0.0363 +0.018 2i	0.0665 - 0.0023 i	- 0.0049 - 0.0340 i	0.0393 - 0.0109i	0.020 8- 0.008 6i	- 0.0449 - 0.0622 i	0.0306 +0.016 5i
62	0.0030 +0.015 3i	- 0.0212 +0.031 5i	0.0092 - 0.0382 i	- 0.0147 - 0.0080 i	0.0299 - 0.0039 i	- 0.0036 - 0.0001i	0.023 5- 0.015 7i	0.0532 - 0.0191 i	0.0001 +0.060 8i
63	- 0.0339 - 0.0449i	0.0100 +0.013 6i	0.0467 +0.033 7i	- 0.0025 - 0.0243 i	- 0.0036 - 0.0072 i	- 0.0159 - 0.0341i	- 0.005 1+0.0 114i	0.0824 - 0.0414 i	- 0.0023 - 0.0119 i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

<표 H-2> NM/ISO=256 일 때, 시간영역 임펄스 응답 벡터

	M=2		M=3			M=4			
n	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₃	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄
0	0.0045+ 0.0013i	0.0073- 0.0104i	0.0093+ 0.0035i	0.0061- 0.0171i	0.0090- 0.0232i	0.0004+ 0.0031i	0.0095- 0.0115i	0.0211- 0.0237i	0.0128+ 0.0022i
1	- 0.0108- 0.0006i	- 0.0166- 0.0106i	- 0.0144- 0.0004i	- 0.0228- 0.0183i	- 0.0063+ 0.0283i	- 0.0165+ 0.0023i	- 0.0214- 0.0144i	- 0.0070+ 0.0292i	- 0.0144+ 0.0046i
2	0.0279- 0.0059i	0.0135+ 0.0047i	0.0299- 0.0033i	0.0092- 0.0013i	0.0035- 0.0104i	0.0245- 0.0058i	0.0091- 0.0007i	0.0116- 0.0123i	0.0102- 0.0130i
3	0.0071+ 0.0211i	0.0036- 0.0299i	0.0160+ 0.0102i	0.0034- 0.0253i	0.0032+ 0.0081i	0.0167+ 0.0009i	0.0083- 0.0244i	0.0091+ 0.0070i	0.0048- 0.0072i
4	0.0110+ 0.0023i	0.0134- 0.0009i	0.0199+ 0.0220i	0.0078+ 0.0053i	0.0186+ 0.0177i	0.0120+ 0.0131i	0.0058+ 0.0098i	0.0220+ 0.0165i	0.0065- 0.0035i
5	0.0030+ 0.0203i	0.0218+ 0.0179i	0.0067+ 0.0215i	0.0151+ 0.0060i	0.0051- 0.0115i	0.0032+ 0.0200i	0.0153+ 0.0044i	0.0054- 0.0128i	0.0098+ 0.0061i
6	0.0056- 0.0249i	0.0187- 0.0170i	0.0100- 0.0293i	0.0271- 0.0174i	0.0117+ 0.0091i	0.0019- 0.0154i	0.0193- 0.0141i	0.0086+ 0.0114i	0.0074+ 0.0324i
7	0.0092- 0.0039i	0.0149- 0.0003i	0.0134- 0.0010i	0.0351+ 0.0050i	0.0202- 0.0270i	0.0200+ 0.0029i	0.0248+ 0.0116i	0.0135- 0.0310i	0.0179- 0.0038i
8	- 0.0148- 0.0216i	- 0.0432+ 0.0004i	- 0.0009- 0.0266i	- 0.0410+ 0.0009i	- 0.0039+ 0.0029i	- 0.0042- 0.0238i	- 0.0403+ 0.0087i	- 0.0046+ 0.0073i	- 0.0142- 0.0178i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

9							-	
	0.0227+	0.0045-	0.0204-	0.0096+	0.0039-	0.0157-	0.0065-	0.0133+
	0.0006i	0.0103i	0.0031i	0.0047i	0.0035i	0.0064i	0.0029i	0.0090i
1	-	-	-	-	-	-	-	
0	0.0354+	0.0252+	0.0355-	0.0122+	0.0183-	0.0295-	0.0225+	0.0004-
	0.0028i	0.0062i	0.0003i	0.0075i	0.0057i	0.0042i	0.0106i	0.0078i
1								-
1	0.0068-	0.0069-	0.0197-	0.0137-	0.0455+	0.0148-	0.0148-	0.0136-
	0.0218i	0.0264i	0.0093i	0.0335i	0.0020i	0.0095i	0.0256i	0.0148i
1	-				-		-	
2	0.0016+	0.0301-	0.0086+	0.0226+	0.0392+	0.0146+	0.0306+	0.0230-
	0.0243i	0.0145i	0.0150i	0.0110i	0.0015i	0.0196i	0.0029i	0.0002i
1		-		-		-		-
3	0.0215+	0.0007-	0.0244-	0.0041-	0.0321+	0.0070-	0.0124-	0.0029+
	0.0011i	0.0090i	0.0167i	0.0116i	0.0336i	0.0012i	0.0195i	0.0075i
1		-		-		-		-
4	0.0128+	0.0085-	0.0133+	0.0114-	0.0056+	0.0049+	0.0092-	0.0186-
	0.0190i	0.0159i	0.0135i	0.0232i	0.0009i	0.0226i	0.0208i	0.0010i
1	-				-		-	-
5	0.0170-	0.0549-	0.0090-	0.0509+	0.0306-	0.0121-	0.0573-	0.0057-
	0.0274i	0.0085i	0.0159i	0.0034i	0.0043i	0.0134i	0.0050i	0.0272i
1		-			-		-	
6	0.0130+	0.0089-	0.0168+	0.0064-	0.0091-	0.0223+	0.0105-	0.0203+
	0.0133i	0.0140i	0.0208i	0.0086i	0.0140i	0.0167i	0.0097i	0.0036i
1	-		-		-	-	-	-
7	0.0226-	0.0317+	0.0210-	0.0288+	0.0241+	0.0111-	0.0427+	0.0039+
	0.0192i	0.0104i	0.0375i	0.0066i	0.0136i	0.0337i	0.0125i	0.0237i
1								-
8	0.0310+	0.0254+	0.0229+	0.0295+	0.0288-	0.0202-	0.0247+	0.0068+
	0.0146i	0.0035i	0.0021i	0.0044i	0.0617i	0.0008i	0.0039i	0.0133i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-		-		-	-		-	
9	0.0464+	0.0057+	0.0420+	0.0101+	0.0103+	0.0357+	0.0036+	0.0119+	0.0095-
	0.0068i	0.0023i	0.0028i	0.0048i	0.0207i	0.0115i	0.0034i	0.0227i	0.0003i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	0.0146-	0.0407+	0.0246+	0.0181+	0.0092-	0.0241+	0.0096+	0.0018-	0.0188+
	0.0082i	0.0112i	0.0031i	0.0293i	0.0465i	0.0010i	0.0298i	0.0460i	0.0256i
2	-		-			-			
1	0.0006-	0.0213+	0.0080-	0.0283+	0.0419+	0.0029-	0.0317+	0.0422+	0.0138+
	0.0058i	0.0073i	0.0268i	0.0201i	0.0171i	0.0266i	0.0184i	0.0124i	0.0215i
2		-			-			-	
2	0.0176-	0.0034+	0.0371-	0.0050+	0.0087-	0.0274-	0.0046+	0.0073-	0.0018-
	0.0200i	0.0153i	0.0356i	0.0085i	0.0099i	0.0347i	0.0082i	0.0089i	0.0024i
2		-	-	-	-	-	-	-	
3	0.0024+	0.0092-	0.0136+	0.0110-	0.0135-	0.0138+	0.0107-	0.0126-	0.0203-
	0.0210i	0.0131i	0.0227i	0.0237i	0.0066i	0.0159i	0.0248i	0.0086i	0.0007i
2	-		-			-			
4	0.0225-	0.0175-	0.0170-	0.0366-	0.0237+	0.0062-	0.0334-	0.0212+	0.0360+
	0.0259i	0.0359i	0.0142i	0.0282i	0.0160i	0.0129i	0.0321i	0.0121i	0.0254i
2	-		-		-	-		-	
5	0.0081+	0.0068-	0.0045+	0.0072+	0.0426-	0.0062+	0.0025+	0.0488-	0.0037+
	0.0521i	0.0005i	0.0480i	0.0156i	0.0066i	0.0346i	0.0164i	0.0056i	0.0131i
2	-		-			-			-
6	0.0164-	0.0384-	0.0071-	0.0320-	0.0553-	0.0111-	0.0374-	0.0524-	0.0168+
	0.0158i	0.0283i	0.0366i	0.0332i	0.0275i	0.0339i	0.0319i	0.0306i	0.0072i
2					-			-	
7	0.0399+	0.0472-	0.0288+	0.0196-	0.0581+	0.0195+	0.0079-	0.0643+	0.0255-
	0.0106i	0.0463i	0.0179i	0.0537i	0.0043i	0.0310i	0.0462i	0.0008i	0.0002i
2	-		-			-			-
8	0.0185+	0.0095-	0.0264+	0.0318-	0.0345-	0.0181+	0.0337-	0.0315-	0.0028-
	0.0221i	0.0010i	0.0225i	0.0046i	0.0152i	0.0247i	0.0101i	0.0157i	0.0044i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2	-				-			-	-
9	0.0036-	0.0449+	0.0237-	0.0559+	0.0210+	0.0279-	0.0577+	0.0223-	0.0355-
	0.0069i	0.0161i	0.0035i	0.0270i	0.0039i	0.0055i	0.0256i	0.0032i	0.0171i
3					-			-	-
0	0.0136-	0.1051+	0.0027-	0.1062+	0.0105+	0.0034-	0.0958+	0.0123+	0.0141-
	0.0067i	0.0253i	0.0245i	0.0272i	0.0159i	0.0307i	0.0245i	0.0214i	0.0232i
3		-		-			-		
1	0.0455-	0.0274+	0.0570-	0.0388+	0.0426+	0.0588-	0.0413+	0.0434+	0.0025+
	0.0925i	0.0124i	0.0796i	0.0178i	0.0036i	0.0812i	0.0127i	0.0052i	0.0042i
3			-		-	-		-	-
2	0.0238+	0.0293-	0.0026+	0.0426-	0.0281+	0.0080+	0.0530-	0.0231+	0.0118+
	0.0229i	0.0257i	0.0246i	0.0314i	0.0163i	0.0307i	0.0345i	0.0217i	0.0155i
3	-	-					-		-
3	0.0113-	0.0134+	0.0161-	0.0089+	0.0215-	0.0104-	0.0017+	0.0270-	0.0467-
	0.0309i	0.0156i	0.0355i	0.0377i	0.0323i	0.0341i	0.0302i	0.0297i	0.0381i
3					-			-	
4	0.0486+	0.0053+	0.0537+	0.0225+	0.0262+	0.0543+	0.0160+	0.0221+	0.0085+
	0.0256i	0.0121i	0.0316i	0.0198i	0.0474i	0.0322i	0.0250i	0.0443i	0.0129i
3	-		-			-			
5	0.0266-	0.0281-	0.0233-	0.0222+	0.0091+	0.0239-	0.0101+	0.0056+	0.0118+
	0.0014i	0.0126i	0.0263i	0.0202i	0.0464i	0.0256i	0.0312i	0.0435i	0.0267i
3		-			-		-	-	-
6	0.0609-	0.0056+	0.0668-	0.0023+	0.0014-	0.0737-	0.0038+	0.0002-	0.0522+
	0.0451i	0.0137i	0.0349i	0.0194i	0.0165i	0.0372i	0.0149i	0.0108i	0.0478i
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.0094+	0.0692-	0.0130+	0.0601-	0.0202-	0.0150+	0.0561-	0.0257-	0.0066+
	0.0148i	0.0589i	0.0105i	0.0445i	0.0010i	0.0085i	0.0541i	0.0058i	0.0363i
3	-				-			-	-
8	0.0168-	0.1044-	0.0028-	0.0963-	0.0209-	0.0014-	0.0918-	0.0278-	0.0050-
	0.0255i	0.0731i	0.0168i	0.0611i	0.0709i	0.0074i	0.0501i	0.0707i	0.0138i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0.0434+	0.0079-	0.0471-	0.0236+	0.0302+	0.0607-	0.0360+	0.0369+	0.0168+
	0.0156i	0.0032i	0.0035i	0.0244i	0.0489i	0.0073i	0.0266i	0.0560i	0.0023i
4	-		-	-		-			
0	0.0064-	0.0135+	0.0180-	0.0036+	0.0063-	0.0182-	0.0022+	0.0098-	0.0033-
	0.0473i	0.0164i	0.0594i	0.0153i	0.0627i	0.0675i	0.0090i	0.0661i	0.0110i
4					-			-	
1	0.0249+	0.0163+	0.0146-	0.0120+	0.0171+	0.0246+	0.0212+	0.0130+	0.0333-
	0.0037i	0.0300i	0.0098i	0.0385i	0.0505i	0.0110i	0.0352i	0.0416i	0.0079i
4	-		-		-	-		-	
2	0.0279+	0.0539-	0.0399+	0.0571-	0.0339-	0.0361+	0.0541-	0.0414-	0.0402+
	0.0322i	0.0584i	0.0276i	0.0499i	0.0098i	0.0162i	0.0472i	0.0028i	0.0284i
4	0.0254+	0.0336+	0.0364+	0.0250+	0.0145+	0.0417+	0.0411+	0.0282+	0.0216+
3	0.0327i	0.0218i	0.0317i	0.0444i	0.0195i	0.0262i	0.0436i	0.0239i	0.0573i
4	-		-			-			-
4	0.0553+	0.0577+	0.0817-	0.0264+	0.0267-	0.0793-	0.0226+	0.0148-	0.0060-
	0.0010i	0.0849i	0.0368i	0.1035i	0.0250i	0.0438i	0.1087i	0.0251i	0.0064i
4					-			-	-
5	0.0388-	0.0275+	0.0265-	0.0474+	0.0936-	0.0282-	0.0453+	0.0901-	0.0233+
	0.0333i	0.0792i	0.0181i	0.0883i	0.0208i	0.0134i	0.0905i	0.0192i	0.0283i
4	-		-	-		-			-
6	0.0175+	0.0076+	0.0291+	0.0033+	0.0327+	0.0271+	0.0125+	0.0346+	0.0079+
	0.0221i	0.0362i	0.0104i	0.0433i	0.0580i	0.0225i	0.0543i	0.0590i	0.0045i
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.0027+	0.0318+	0.0115+	0.0500+	0.0453-	0.0082+	0.0285+	0.0529-	0.0055-
	0.0341i	0.0028i	0.0348i	0.0338i	0.0261i	0.0245i	0.0339i	0.0171i	0.0450i
4	-		-	-		-	-		
8	0.0651+	0.0068-	0.0526+	0.0017+	0.0377-	0.0516+	0.0091+	0.0401-	0.0126-
	0.0130i	0.0110i	0.0168i	0.0269i	0.0197i	0.0234i	0.0193i	0.0214i	0.0068i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0.0144-	0.0429+	0.0236-	0.0472+	0.1004+	0.0201-	0.0279+	0.1002+	0.0211+
	0.0090i	0.0708i	0.0148i	0.0554i	0.0349i	0.0263i	0.0665i	0.0356i	0.0305i
5									-
0	0.0138+	0.0552+	0.0075+	0.0348-	0.0878-	0.0029+	0.0298+	0.0908-	0.0040+
	0.0292i	0.0007i	0.0208i	0.0027i	0.0337i	0.0384i	0.0005i	0.0431i	0.0159i
5		-	-	-		-	-		-
1	0.0051-	0.0155-	0.0096-	0.0051-	0.0121-	0.0074-	0.0094-	0.0073-	0.0390-
	0.0164i	0.0319i	0.0143i	0.0271i	0.0175i	0.0198i	0.0321i	0.0057i	0.0801i
5		-		-			-		-
2	0.0316-	0.0311-	0.0194-	0.0375-	0.0215+	0.0063+	0.0423+	0.0238+	0.0363+
	0.0102i	0.0200i	0.0003i	0.0075i	0.0272i	0.0011i	0.0058i	0.0227i	0.0340i
5			-			-			
3	0.0151-	0.1112+	0.0019-	0.1114+	0.0574+	0.0095-	0.1175+	0.0621+	0.0000+
	0.0249i	0.0758i	0.0297i	0.0689i	0.0202i	0.0239i	0.0629i	0.0123i	0.0104i
5	-		-			-			-
4	0.0074+	0.0359+	0.0099+	0.0183+	0.0233+	0.0131+	0.0007+	0.0217+	0.0431-
	0.0144i	0.0300i	0.0034i	0.0028i	0.0823i	0.0117i	0.0022i	0.0780i	0.0395i
5		-					-		
5	0.0317-	0.0004+	0.0373+	0.0039-	0.0185-	0.0365+	0.0003-	0.0150-	0.0296+
	0.0189i	0.0000i	0.0004i	0.0187i	0.0212i	0.0050i	0.0056i	0.0200i	0.0585i
5	0.0506+	0.1122+	0.0504+	0.0969+	0.0251+	0.0614-	0.0961+	0.0298+	0.0005+
6	0.0009i	0.0658i	0.0041i	0.0775i	0.0704i	0.0123i	0.0775i	0.0636i	0.0314i
5		-		-	-		-	-	-
7	0.0413+	0.0340+	0.0396+	0.0375+	0.0387-	0.0199+	0.0342+	0.0417-	0.0879+
	0.0186i	0.0650i	0.0078i	0.0498i	0.0211i	0.0308i	0.0347i	0.0142i	0.0294i
5	-	-	-	-	-	-	-	-	
8	0.0218-	0.0472+	0.0280-	0.0777+	0.0156+	0.0288-	0.0584+	0.0049+	0.0353-
	0.0459i	0.0367i	0.0447i	0.0331i	0.0313i	0.0496i	0.0244i	0.0294i	0.0193i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

5	-		-		-	-		-	
9	0.0635-	0.0490+	0.0684-	0.0574+	0.0131-	0.0569-	0.0618+	0.0120-	0.0246+
	0.0790i	0.0665i	0.0761i	0.0589i	0.0118i	0.0760i	0.0488i	0.0143i	0.0276i
6					-	-		-	
0	0.0002-	0.0144-	0.0013-	0.0109-	0.0195-	0.0029-	0.0094-	0.0142-	0.0653+
	0.0665i	0.0037i	0.0687i	0.0109i	0.0356i	0.0749i	0.0103i	0.0272i	0.0968i
6	-		-			-		-	
1	0.0110+	0.0780-	0.0266+	0.0641-	0.0014+	0.0351+	0.0690-	0.0087+	0.0260-
	0.0071i	0.0095i	0.0135i	0.0317i	0.0456i	0.0013i	0.0288i	0.0500i	0.0060i
6	-		-	-		-	-		
2	0.0320+	0.0143+	0.0276+	0.0058+	0.0110+	0.0374+	0.0118+	0.0184+	0.0323-
	0.0072i	0.0539i	0.0057i	0.0511i	0.0026i	0.0085i	0.0348i	0.0114i	0.0155i
6	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	0.0526-	0.0611-	0.0436-	0.0697-	0.0485+	0.0520-	0.0829-	0.0512+	0.0557+
	0.0819i	0.0106i	0.0795i	0.0182i	0.0302i	0.0930i	0.0168i	0.0293i	0.0025i
6		-		-			-		
4	0.0762-	0.0369+	0.0698-	0.0316+	0.0904+	0.0676-	0.0220+	0.0972+	0.0015-
	0.0814i	0.0393i	0.0933i	0.0295i	0.0699i	0.0855i	0.0329i	0.0890i	0.0066i
6					-			-	-
5	0.0174+	0.0945-	0.0147+	0.0957-	0.0286+	0.0141+	0.0963-	0.0258-	0.0344+
	0.0191i	0.0140i	0.0168i	0.0299i	0.0004i	0.0020i	0.0196i	0.0021i	0.0180i
6	-		-		-	-		-	-
6	0.0698-	0.0182-	0.0625-	0.0137-	0.0297+	0.0583-	0.0076-	0.0160+	0.0183+
	0.0311i	0.0327i	0.0461i	0.0455i	0.0070i	0.0240i	0.0453i	0.0054i	0.0599i
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.0830-	0.0032+	0.0810-	0.0044+	0.0921-	0.0727+	0.0010+	0.0876-	0.0084-
	0.0056i	0.0410i	0.0069i	0.0211i	0.0328i	0.0025i	0.0152i	0.0250i	0.0042i
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.0097-	0.1006+	0.0145-	0.0894+	0.0425+	0.0034-	0.1000+	0.0553+	0.0711-
	0.0280i	0.0134i	0.0330i	0.0093i	0.0557i	0.0268i	0.0111i	0.0453i	0.0018i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

6	-		-			-			-
9	0.0109- 0.0085i	0.0526- 0.1420i	0.0062- 0.0128i	0.0554- 0.1531i	0.0766- 0.0651i	0.0029- 0.0087i	0.0512- 0.1350i	0.0790- 0.0639i	0.0218- 0.0898i
7	-		-		-	-		-	-
0	0.0552+ 0.0284i	0.0129+ 0.0012i	0.0499+ 0.0237i	0.0222- 0.0039i	0.0009+ 0.0275i	0.0646+ 0.0253i	0.0320+ 0.0005i	0.0140+ 0.0222i	0.0171- 0.0459i
7		-	-	-		-	-		
1	0.0061+ 0.0184i	0.0032- 0.0237i	0.0014+ 0.0290i	0.0145- 0.0322i	0.0874- 0.0547i	0.0019+ 0.0340i	0.0234- 0.0242i	0.0795- 0.0535i	0.0344+ 0.0802i
7	-	-	-	-		-	-		-
2	0.0163+ 0.0371i	0.1229+ 0.0849i	0.0104+ 0.0420i	0.1159+ 0.0877i	0.1048+ 0.0251i	0.0122+ 0.0312i	0.1218+ 0.1005i	0.1055+ 0.0278i	0.0760+ 0.0634i
7									-
3	0.0668+ 0.0585i	0.0452- 0.0062i	0.0406+ 0.0562i	0.0507+ 0.0012i	0.0894- 0.0730i	0.0516+ 0.0568i	0.0513+ 0.0074i	0.0957- 0.0663i	0.0346+ 0.0226i
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.0539- 0.0087i	0.0511+ 0.0225i	0.0764- 0.0041i	0.0471+ 0.0277i	0.0084- 0.1051i	0.0689- 0.0054i	0.0450+ 0.0322i	0.0064- 0.1034i	0.0124+ 0.0585i
7	-	-		-	-		-	-	-
5	0.0005+ 0.0255i	0.0449- 0.0377i	0.0070+ 0.0200i	0.0506- 0.0361i	0.1391+ 0.0839i	0.0023+ 0.0206i	0.0457- 0.0417i	0.1420+ 0.0702i	0.0432+ 0.0644i
7	-	-							-
6	0.0018+ 0.0540i	0.0078+ 0.0208i	0.0039+ 0.0623i	0.0072+ 0.0263i	0.0437- 0.0193i	0.0071+ 0.0487i	0.0226+ 0.0302i	0.0524- 0.0166i	0.0762- 0.0508i
7		-		-			-	-	-
7	0.0266+ 0.1584i	0.0057- 0.0098i	0.0325+ 0.1543i	0.0025- 0.0177i	0.0022- 0.0410i	0.0229+ 0.1551i	0.0042- 0.0095i	0.0174- 0.0368i	0.0288- 0.0024i
7		-		-			-		
8	0.0391- 0.0546i	0.0526+ 0.0390i	0.0254- 0.0333i	0.0447+ 0.0313i	0.0307+ 0.0856i	0.0456- 0.0233i	0.0636+ 0.0291i	0.0305+ 0.0873i	0.0972+ 0.0269i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

7	-		-			-			
9	0.0285-	0.0603-	0.0331-	0.0686+	0.0037-	0.0221-	0.0688+	0.0137-	0.0025-
	0.1144i	0.0091i	0.1260i	0.0117i	0.0202i	0.1167i	0.0167i	0.0178i	0.0101i
8	-	-	-			-			
0	0.0200-	0.0054+	0.0274-	0.0058+	0.0605+	0.0036-	0.0092+	0.0631+	0.0278+
	0.0217i	0.0590i	0.0175i	0.0581i	0.0380i	0.0234i	0.0675i	0.0323i	0.0907i
8	-		-			-			
1	0.1922+	0.0583-	0.1802+	0.0462-	0.0200-	0.1774+	0.0504-	0.0218-	0.0737-
	0.0431i	0.0276i	0.0386i	0.0329i	0.0606i	0.0352i	0.0324i	0.0448i	0.0002i
8	-	-	-	-		-	-		-
2	0.0887-	0.0347-	0.0826-	0.0295+	0.0209+	0.0914-	0.0296+	0.0269-	0.0744+
	0.0415i	0.0286i	0.0474i	0.0021i	0.0041i	0.0488i	0.0041i	0.0052i	0.0119i
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.0105-	0.0600+	0.0258-	0.0257+	0.0083-	0.0358-	0.0358+	0.0200-	0.0087+
	0.0153i	0.0194i	0.0101i	0.0303i	0.0650i	0.0015i	0.0213i	0.0671i	0.0293i
8	-	-	-		-	-		-	
4	0.0595-	0.0010+	0.0292-	0.0089-	0.0048+	0.0459-	0.0073-	0.0154+	0.0091-
	0.0274i	0.0072i	0.0202i	0.0029i	0.0147i	0.0274i	0.0085i	0.0155i	0.0154i
8		-		-			-		-
5	0.0361-	0.0057-	0.0240-	0.0159-	0.0523+	0.0158-	0.0088-	0.0603+	0.0211+
	0.0148i	0.0407i	0.0226i	0.0158i	0.0753i	0.0174i	0.0135i	0.0687i	0.0470i
8	-								-
6	0.0054+	0.0432-	0.0220+	0.0659-	0.0217-	0.0203+	0.0602-	0.0208-	0.0259+
	0.0302i	0.0783i	0.0285i	0.0864i	0.0103i	0.0313i	0.0961i	0.0089i	0.0374i
8									-
7	0.0166-	0.0234+	0.0227-	0.0261+	0.0224+	0.0291-	0.0388+	0.0244+	0.0365+
	0.0056i	0.0464i	0.0061i	0.0398i	0.0076i	0.0062i	0.0246i	0.0041i	0.0115i
8	-		-		-	-		-	-
8	0.0272-	0.0314+	0.0075+	0.0223+	0.0859+	0.0112+	0.0285+	0.0808+	0.1417-
	0.0169i	0.0385i	0.0059i	0.0414i	0.0419i	0.0039i	0.0402i	0.0414i	0.0547i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

8	-		-		-	-		-	-
9	0.0845+	0.0422+	0.0633-	0.0315+	0.0562-	0.0673-	0.0256+	0.0620-	0.0717+
	0.0007i	0.0630i	0.0120i	0.0625i	0.0692i	0.0204i	0.0598i	0.0623i	0.0396i
9	-		-		-	-			
0	0.0234+	0.0459-	0.0072+	0.0268-	0.0042+	0.0190+	0.0152-	0.0037+	0.0187+
	0.0606i	0.0138i	0.0634i	0.0225i	0.0299i	0.0629i	0.0258i	0.0448i	0.0036i
9	-		-			-			-
1	0.0715-	0.0434+	0.0747-	0.0560+	0.0196+	0.0741-	0.0571+	0.0269+	0.0888+
	0.0344i	0.1201i	0.0503i	0.1229i	0.0285i	0.0483i	0.1337i	0.0228i	0.0405i
9									-
2	0.0904+	0.0294-	0.1021+	0.0180-	0.0202-	0.0910+	0.0309-	0.0126-	0.0574+
	0.0345i	0.0702i	0.0365i	0.0793i	0.1407i	0.0376i	0.0841i	0.1322i	0.0049i
9	-	-	-	-		-	-		-
3	0.0377-	0.0677+	0.0387-	0.0775-	0.0079-	0.0519-	0.0649-	0.0072-	0.0518-
	0.0186i	0.0032i	0.0253i	0.0089i	0.1756i	0.0298i	0.0067i	0.1659i	0.0061i
9	-		-		-	-		-	
4	0.0195-	0.0379+	0.0190-	0.0208+	0.0528-	0.0258+	0.0187+	0.0507-	0.0202-
	0.0167i	0.0265i	0.0086i	0.0134i	0.0365i	0.0056i	0.0060i	0.0395i	0.0141i
9					-			-	-
5	0.0785+	0.0332-	0.0925-	0.0352-	0.1356-	0.0995-	0.0298-	0.1385-	0.0533-
	0.0161i	0.0218i	0.0026i	0.0306i	0.0097i	0.0009i	0.0296i	0.0139i	0.0075i
9	-	-	-	-	-	-		-	
6	0.0205+	0.0077-	0.0192+	0.0008-	0.0179+	0.0163+	0.0099-	0.0272+	0.0206-
	0.0282i	0.0185i	0.0061i	0.0056i	0.0041i	0.0086i	0.0219i	0.0014i	0.0127i
9	-		-		-	-		-	
7	0.0373-	0.1006+	0.0179-	0.0968+	0.0175+	0.0276-	0.0864+	0.0127+	0.0621-
	0.0270i	0.0250i	0.0295i	0.0162i	0.0530i	0.0308i	0.0268i	0.0379i	0.1175i
9	-		-			-			-
8	0.0798+	0.1501+	0.0634+	0.1337-	0.1435+	0.0626+	0.1200-	0.1341+	0.1313-
	0.1285i	0.0007i	0.1162i	0.0187i	0.0091i	0.1174i	0.0282i	0.0126i	0.0155i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	0.0070+	0.0057-	0.0086+	0.0097-	0.0251+	0.0080+	0.0172-	0.0116-	0.0265+
	0.1068i	0.0668i	0.1066i	0.0872i	0.0045i	0.1113i	0.0794i	0.0024i	0.0178i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.1014+	0.0199-	0.1164-	0.0026-	0.0297-	0.1088-	0.0092-	0.0320-	0.0194+
0	0.0033i	0.0404i	0.0125i	0.0177i	0.0197i	0.0207i	0.0296i	0.0221i	0.0200i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0322-	0.0267+	0.0330-	0.0288+	0.0118+	0.0399-	0.0288+	0.0143+	0.0274-
1	0.0503i	0.0521i	0.0678i	0.0528i	0.0239i	0.0708i	0.0582i	0.0308i	0.0186i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0449+	0.0138+	0.0361+	0.0186+	0.0001-	0.0527+	0.0240+	0.0050-	0.0177+
2	0.1164i	0.0048i	0.1303i	0.0019i	0.0607i	0.1480i	0.0075i	0.0549i	0.0390i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0837+	0.0307-	0.0722+	0.0252-	0.0362+	0.0622-	0.0306-	0.0392+	0.0234+
3	0.0089i	0.0880i	0.0055i	0.0790i	0.0672i	0.0033i	0.0892i	0.0657i	0.0317i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0767-	0.0652+	0.0765-	0.0650+	0.0078-	0.0701-	0.0711+	0.0081-	0.0089-
4	0.0548i	0.0565i	0.0633i	0.0691i	0.0508i	0.0610i	0.0671i	0.0568i	0.0008i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0749+	0.0290-	0.0801+	0.0285-	0.0297+	0.0942+	0.0231-	0.0231+	0.0606-
5	0.0176i	0.1216i	0.0101i	0.1187i	0.0046i	0.0181i	0.1139i	0.0137i	0.0170i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0111-	0.0985+	0.0155-	0.1006+	0.0222+	0.0106-	0.0977+	0.0250-	0.0566+
6	0.0612i	0.0166i	0.0604i	0.0184i	0.0018i	0.0759i	0.0218i	0.0043i	0.0596i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0415+	0.0584+	0.0460-	0.0675+	0.0378+	0.0476+	0.0753+	0.0278+	0.0872-
7	0.0154i	0.0611i	0.0040i	0.0707i	0.0158i	0.0020i	0.0668i	0.0171i	0.1098i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	0.0571+	0.0113+	0.0541+	0.0096+	0.0262+	0.0402+	0.0236+	0.0166+	0.0477-
8	0.0488i	0.1151i	0.0487i	0.0992i	0.0463i	0.0468i	0.1099i	0.0358i	0.0136i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1					-			-	
0	0.0505+	0.0194+	0.0762+	0.0079+	0.0882-	0.0710+	0.0064+	0.0774-	0.0887+
9	0.1136i	0.0388i	0.1252i	0.0400i	0.0328i	0.1213i	0.0485i	0.0310i	0.0408i
1		-		-			-		
1	0.0158+	0.0285+	0.0262-	0.0326+	0.0488-	0.0390-	0.0175+	0.0464-	0.1657-
0	0.0007i	0.0831i	0.0261i	0.0988i	0.0531i	0.0065i	0.1053i	0.0477i	0.0408i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.0648+	0.0233+	0.0705+	0.0202+	0.0234-	0.0622+	0.0145+	0.0226-	0.0307-
1	0.0715i	0.0246i	0.0612i	0.0068i	0.0290i	0.0677i	0.0059i	0.0205i	0.0767i
1					-			-	-
1	0.0750+	0.0403-	0.0666+	0.0375-	0.0133+	0.0692+	0.0530-	0.0268+	0.0776-
2	0.0274i	0.0920i	0.0218i	0.0783i	0.0278i	0.0101i	0.0856i	0.0262i	0.0526i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.1055-	0.0303+	0.0930-	0.0111+	0.1071+	0.0946-	0.0101+	0.1065+	0.0856-
3	0.0100i	0.0736i	0.0127i	0.0627i	0.0391i	0.0057i	0.0664i	0.0432i	0.0313i
1	-		-			-			-
1	0.0026+	0.0705-	0.0211+	0.0643-	0.0277+	0.0317+	0.0534-	0.0427-	0.0014+
4	0.0536i	0.0641i	0.0416i	0.0670i	0.0094i	0.0370i	0.0607i	0.0003i	0.0291i
1									
1	0.0586+	0.0103-	0.0489+	0.0061-	0.0234+	0.0522+	0.0027-	0.0213+	0.0812+
5	0.0059i	0.0475i	0.0103i	0.0695i	0.0454i	0.0168i	0.0533i	0.0455i	0.0323i
1		-		-	-		-	-	-
1	0.0467+	0.1161-	0.0547+	0.1313-	0.0869-	0.0450+	0.1386-	0.0832-	0.0846-
6	0.0333i	0.0656i	0.0219i	0.0666i	0.0849i	0.0263i	0.0592i	0.0728i	0.1057i
1					-			-	-
1	0.0458-	0.0182-	0.0406-	0.0041+	0.1123+	0.0403-	0.0098-	0.1055+	0.0551-
7	0.0547i	0.0046i	0.0510i	0.0003i	0.0835i	0.0497i	0.0105i	0.0820i	0.0410i
1	-	-	-	-		-	-		-
1	0.0488+	0.0357-	0.0610-	0.0214-	0.0058+	0.0698-	0.0293-	0.0307+	0.0377+
8	0.0044i	0.0162i	0.0032i	0.0243i	0.0668i	0.0020i	0.0176i	0.0616i	0.0158i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1		-		-			-		
1	0.0052-	0.0784-	0.0174-	0.0860-	0.0248-	0.0136-	0.1022-	0.0310-	0.1031+
9	0.1456i	0.0139i	0.1520i	0.0068i	0.0445i	0.1523i	0.0058i	0.0445i	0.0823i
1	-		-		-	-		-	-
2	0.0093-	0.0477-	0.0048-	0.0457-	0.0160+	0.0092-	0.0386-	0.0074+	0.0074+
0	0.0251i	0.0928i	0.0278i	0.0899i	0.0586i	0.0333i	0.0929i	0.0516i	0.0167i
1	-	-	-	-		-	-		
2	0.0297-	0.0445+	0.0312-	0.0288+	0.0533+	0.0302-	0.0250+	0.0457+	0.0298+
1	0.1343i	0.0424i	0.1294i	0.0457i	0.1065i	0.1293i	0.0395i	0.1129i	0.0468i
1	-		-		-	-		-	-
2	0.1614+	0.1160-	0.1835+	0.1070-	0.0375+	0.1819+	0.1014-	0.0388+	0.0603-
2	0.0594i	0.0114i	0.0412i	0.0230i	0.0816i	0.0251i	0.0147i	0.0792i	0.0793i
1		-		-			-		
2	0.0151-	0.0406+	0.0143-	0.0502-	0.1120-	0.0168-	0.0455-	0.1166-	0.1176+
3	0.0335i	0.0022i	0.0269i	0.0085i	0.0408i	0.0055i	0.0205i	0.0501i	0.0203i
1	-	-	-	-		-	-		
2	0.0481-	0.0588+	0.0468-	0.0755-	0.0768+	0.0513+	0.0699-	0.0675+	0.0036+
4	0.0023i	0.0083i	0.0009i	0.0086i	0.0141i	0.0073i	0.0078i	0.0185i	0.0357i
1					-			-	-
2	0.1284-	0.1201+	0.1080-	0.1177+	0.1202-	0.0941-	0.1111+	0.1232-	0.0224+
5	0.0284i	0.0709i	0.0278i	0.0525i	0.0365i	0.0179i	0.0509i	0.0267i	0.0801i
1			-		-	-		-	-
2	0.0053+	0.0719-	0.0166+	0.0503-	0.0703-	0.0100-	0.0550-	0.0747-	0.0650+
6	0.0053i	0.0576i	0.0021i	0.0514i	0.0366i	0.0069i	0.0562i	0.0479i	0.0651i
1					-			-	-
2	0.0109+	0.0269-	0.0001+	0.0223-	0.0003-	0.0060+	0.0116-	0.0015-	0.0464+
7	0.0756i	0.0645i	0.0837i	0.0592i	0.0631i	0.0862i	0.0573i	0.0661i	0.0179i
1		-			-			-	-
2	0.0179+	0.0094-	0.0418+	0.0022-	0.0174-	0.0444+	0.0005-	0.0185-	0.0845+
8	0.0187i	0.0132i	0.0247i	0.0192i	0.0283i	0.0322i	0.0406i	0.0200i	0.1009i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	0.0849+	0.0260+	0.0937+	0.0135-	0.0231-	0.0899+	0.0107-	0.0255-	0.0186+
9	0.0130i	0.0080i	0.0054i	0.0044i	0.0272i	0.0144i	0.0072i	0.0336i	0.0074i
1						-			-
3	0.0319-	0.0712+	0.0022-	0.0899+	0.0753-	0.0003-	0.0956+	0.0772-	0.0049+
0	0.0024i	0.0184i	0.0310i	0.0276i	0.0495i	0.0191i	0.0168i	0.0365i	0.0505i
1		-		-			-		-
3	0.0061-	0.0098-	0.0079-	0.0168-	0.0223+	0.0013-	0.0160-	0.0150+	0.0724+
1	0.0114i	0.0490i	0.0270i	0.0333i	0.1358i	0.0402i	0.0290i	0.1393i	0.0740i
1	-		-		-	-		-	-
3	0.0701+	0.0169-	0.0614+	0.0201-	0.0420+	0.0732+	0.0138-	0.0412+	0.0311-
2	0.0393i	0.0200i	0.0397i	0.0270i	0.0580i	0.0329i	0.0271i	0.0707i	0.0019i
1					-				
3	0.0817+	0.0203+	0.0787+	0.0118+	0.0073+	0.0754+	0.0265+	0.0105+	0.0256+
3	0.0911i	0.0482i	0.0843i	0.0374i	0.0303i	0.0799i	0.0422i	0.0223i	0.0078i
1	-	-	-	-	-		-	-	
3	0.0037+	0.0081+	0.0033+	0.0057+	0.0350-	0.0019+	0.0136+	0.0414-	0.1163-
4	0.0605i	0.1039i	0.0474i	0.1278i	0.0312i	0.0442i	0.1175i	0.0247i	0.0532i
1	-	-	-	-	-	-		-	-
3	0.1555+	0.0098+	0.1693+	0.0035+	0.0489-	0.1632+	0.0113+	0.0508-	0.0193-
5	0.1231i	0.0478i	0.1235i	0.0442i	0.0041i	0.1292i	0.0467i	0.0152i	0.0867i
1					-	-		-	
3	0.0104-	0.0522-	0.0122-	0.0435-	0.0194-	0.0033-	0.0348-	0.0168-	0.1069+
6	0.0311i	0.1121i	0.0348i	0.0966i	0.0817i	0.0291i	0.0961i	0.0904i	0.0163i
1									
3	0.0484-	0.0408+	0.0387-	0.0481+	0.0573+	0.0383-	0.0489+	0.0574+	0.0417-
7	0.0483i	0.0629i	0.0324i	0.0619i	0.0646i	0.0287i	0.0669i	0.0713i	0.0084i
1	-	-	-	-		-	-		-
3	0.0707-	0.0345+	0.0448-	0.0270+	0.0364-	0.0484-	0.0121+	0.0329-	0.1473-
8	0.0378i	0.0585i	0.0390i	0.0647i	0.0137i	0.0328i	0.0693i	0.0123i	0.0163i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-	-	-	-		-	-	-	
3	0.0296-	0.0329+	0.0475-	0.0510+	0.0049+	0.0322-	0.0607+	0.0088+	0.0471+
9	0.0045i	0.0637i	0.0173i	0.0717i	0.0492i	0.0234i	0.0727i	0.0524i	0.0245i
1			-		-	-		-	-
4	0.0104-	0.0160-	0.0027-	0.0150-	0.1662-	0.0061-	0.0182-	0.1721-	0.0345+
0	0.0154i	0.0203i	0.0088i	0.0242i	0.0627i	0.0265i	0.0324i	0.0558i	0.0275i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	0.0072-	0.0493-	0.0096-	0.0541-	0.0128-	0.0050-	0.0608-	0.0176-	0.0811-
1	0.0372i	0.0943i	0.0209i	0.0933i	0.0749i	0.0108i	0.0964i	0.0641i	0.0023i
1	-		-			-			
4	0.0587+	0.0236-	0.0452-	0.0074-	0.0567-	0.0351+	0.0113-	0.0461-	0.0889-
2	0.0054i	0.0585i	0.0022i	0.0543i	0.0294i	0.0002i	0.0474i	0.0371i	0.0048i
1	-	-	-	-		-	-		
4	0.0199+	0.0631+	0.0217+	0.0476+	0.0623+	0.0227+	0.0469+	0.0703+	0.0584+
3	0.2233i	0.0471i	0.2017i	0.0423i	0.1011i	0.2009i	0.0469i	0.1032i	0.0125i
1					-			-	-
4	0.0575-	0.0101-	0.0453-	0.0045-	0.0303+	0.0349-	0.0054-	0.0320+	0.0197-
4	0.0194i	0.0456i	0.0255i	0.0336i	0.0183i	0.0280i	0.0206i	0.0071i	0.0390i
1	-	-		-			-		
4	0.0081-	0.0138+	0.0117-	0.0098+	0.0269+	0.0191-	0.0110+	0.0412+	0.0107-
5	0.0201i	0.0179i	0.0240i	0.0224i	0.0697i	0.0241i	0.0124i	0.0825i	0.0147i
1	-	-	-	-	-	-	-		-
4	0.0102+	0.0227-	0.0084+	0.0402-	0.0031+	0.0037+	0.0400-	0.0114+	0.0554-
6	0.0222i	0.0014i	0.0352i	0.0055i	0.0668i	0.0320i	0.0097i	0.0560i	0.0271i
1									-
4	0.0369+	0.0072+	0.0314+	0.0088+	0.0580-	0.0299+	0.0029+	0.0612-	0.0593-
7	0.0553i	0.0436i	0.0585i	0.0368i	0.0482i	0.0478i	0.0327i	0.0583i	0.0340i
1	-		-			-		-	-
4	0.0254+	0.0784-	0.0147+	0.0933-	0.0086+	0.0168+	0.1017-	0.0033+	0.0785-
8	0.0855i	0.0961i	0.0617i	0.0768i	0.0708i	0.0554i	0.0656i	0.0810i	0.0083i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.0859+	0.0035-	0.0818+	0.0030-	0.0217+	0.0853+	0.0125-	0.0267+	0.0780-
9	0.0052i	0.0955i	0.0112i	0.0857i	0.0084i	0.0271i	0.0844i	0.0067i	0.0940i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0024-	0.0078-	0.0153-	0.0169+	0.0453+	0.0122-	0.0095+	0.0649+	0.0223+
0	0.1180i	0.0019i	0.1124i	0.0099i	0.0194i	0.1058i	0.0143i	0.0093i	0.1641i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0433-	0.0166-	0.0542-	0.0096-	0.0693-	0.0472-	0.0060-	0.0820-	0.1162-
1	0.0601i	0.0644i	0.0647i	0.0692i	0.0918i	0.0635i	0.0671i	0.0942i	0.0177i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0338-	0.0060-	0.0387-	0.0046-	0.0003-	0.0330-	0.0098-	0.0005-	0.0019+
2	0.0535i	0.0507i	0.0697i	0.0480i	0.0054i	0.0822i	0.0611i	0.0039i	0.0079i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0082+	0.0093-	0.0013-	0.0241-	0.0853-	0.0081-	0.0325-	0.0726-	0.0028-
3	0.0065i	0.0139i	0.0080i	0.0164i	0.0203i	0.0194i	0.0162i	0.0264i	0.0016i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0114+	0.0398+	0.0163+	0.0245+	0.0377+	0.0177+	0.0254+	0.0392-	0.0185+
4	0.0212i	0.0278i	0.0258i	0.0362i	0.0002i	0.0373i	0.0433i	0.0038i	0.0874i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0669+	0.0575-	0.0604+	0.0285+	0.0319-	0.0732+	0.0294+	0.0386-	0.0081-
5	0.0914i	0.0057i	0.0681i	0.0048i	0.1253i	0.0810i	0.0107i	0.1308i	0.0029i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0076-	0.0053-	0.0043-	0.0206+	0.0039-	0.0119-	0.0319+	0.0072-	0.1267-
6	0.0434i	0.0052i	0.0310i	0.0028i	0.0257i	0.0275i	0.0160i	0.0195i	0.0138i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.1692-	0.0534-	0.1639-	0.0289-	0.0704+	0.1534-	0.0346-	0.0786+	0.0145+
7	0.0465i	0.0198i	0.0362i	0.0211i	0.0516i	0.0349i	0.0148i	0.0574i	0.0262i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0061-	0.0734+	0.0066-	0.0816+	0.0259+	0.0106-	0.0849+	0.0202-	0.0726+
8	0.0173i	0.0097i	0.0128i	0.0201i	0.0011i	0.0138i	0.0119i	0.0029i	0.0598i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-	-	-	-		-	-		
5	0.0372+	0.1609+	0.0273+	0.1449+	0.0336-	0.0240+	0.1517+	0.0342-	0.0454+
9	0.0321i	0.0359i	0.0416i	0.0270i	0.0439i	0.0397i	0.0193i	0.0378i	0.0474i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.0847+	0.0013-	0.0722+	0.0024-	0.0019+	0.0689+	0.0099-	0.0011+	0.0273+
0	0.0183i	0.1555i	0.0292i	0.1677i	0.1157i	0.0332i	0.1525i	0.1198i	0.0298i
1	-	-	-	-		-	-		-
6	0.0148+	0.0824+	0.0326+	0.0629+	0.0170+	0.0435+	0.0549+	0.0202+	0.0009-
1	0.0309i	0.0782i	0.0257i	0.0872i	0.1459i	0.0261i	0.0977i	0.1299i	0.0804i
1	-		-			-			-
6	0.1216-	0.0067+	0.1075-	0.0209-	0.0538+	0.1036-	0.0163-	0.0584+	0.0094+
2	0.0398i	0.0088i	0.0301i	0.0268i	0.0024i	0.0213i	0.0293i	0.0041i	0.0020i
1		-		-	-		-	-	-
6	0.0472-	0.0857+	0.0540-	0.0689-	0.0130+	0.0646-	0.0692-	0.0159+	0.0091+
3	0.0588i	0.0026i	0.0550i	0.0030i	0.0329i	0.0473i	0.0100i	0.0202i	0.0600i
1	-	-	-	-		-	-		-
6	0.0243-	0.0223+	0.0210-	0.0246+	0.0025+	0.0205-	0.0214+	0.0091+	0.0389-
4	0.0721i	0.0247i	0.0760i	0.0289i	0.0075i	0.0833i	0.0268i	0.0178i	0.0208i
1	-		-			-			-
6	0.0627+	0.0467+	0.0843+	0.0570+	0.0163-	0.0855+	0.0630+	0.0185-	0.0103-
5	0.0034i	0.0719i	0.0032i	0.0683i	0.0529i	0.0084i	0.0659i	0.0474i	0.0089i
1	-	-	-	-		-	-		-
6	0.0449-	0.0371-	0.0484-	0.0236+	0.0152+	0.0499-	0.0328+	0.0144+	0.0351+
6	0.0218i	0.0235i	0.0353i	0.0091i	0.1191i	0.0329i	0.0053i	0.1223i	0.0082i
1									
6	0.0586-	0.1241-	0.0611-	0.1468-	0.0377+	0.0729-	0.1390-	0.0401+	0.0990-
7	0.0129i	0.0040i	0.0004i	0.0052i	0.0726i	0.0157i	0.0042i	0.0643i	0.0370i
1	-	-	-	-		-	-		
6	0.0841-	0.0691-	0.0873-	0.0256-	0.0256-	0.0924-	0.0129+	0.0179+	0.0110+
8	0.1519i	0.0179i	0.1528i	0.0040i	0.0046i	0.1429i	0.0032i	0.0047i	0.0131i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1		-		-	-		-	-	-
6	0.1192+	0.0694-	0.1130+	0.0394-	0.0175+	0.1104+	0.0456-	0.0192+	0.1548-
9	0.0433i	0.0322i	0.0324i	0.0396i	0.0525i	0.0347i	0.0309i	0.0552i	0.0949i
1		-		-	-		-	-	
7	0.0221-	0.0237-	0.0239-	0.0086-	0.0248-	0.0309-	0.0114-	0.0144-	0.1390+
0	0.0551i	0.0702i	0.0506i	0.0762i	0.0085i	0.0577i	0.0780i	0.0140i	0.0395i
1		-	-	-		-	-		
7	0.0011-	0.0382-	0.0057-	0.0559-	0.0992+	0.0019-	0.0361-	0.0939+	0.0637+
1	0.0331i	0.0010i	0.0426i	0.0037i	0.0558i	0.0302i	0.0061i	0.0553i	0.0974i
1						-			
7	0.0077+	0.0987+	0.0094+	0.0971+	0.0660+	0.0015+	0.1016+	0.0667+	0.1185-
2	0.0482i	0.0983i	0.0433i	0.0881i	0.0236i	0.0362i	0.0845i	0.0266i	0.0294i
1				-	-		-	-	-
7	0.0634+	0.0142+	0.0779+	0.0250+	0.0761+	0.0603+	0.0185+	0.0589+	0.0497-
3	0.0303i	0.0170i	0.0424i	0.0422i	0.0151i	0.0414i	0.0375i	0.0117i	0.0050i
1	-		-			-			
7	0.0655-	0.0795+	0.0453-	0.0617+	0.0410-	0.0494-	0.0561+	0.0418-	0.0020+
4	0.0616i	0.0375i	0.0686i	0.0549i	0.0222i	0.0734i	0.0548i	0.0183i	0.0127i
1	-	-	-	-		-	-		
7	0.0098-	0.0703-	0.0141-	0.0982+	0.0590+	0.0120-	0.0945+	0.0583+	0.0349+
5	0.0318i	0.0213i	0.0384i	0.0005i	0.0093i	0.0379i	0.0013i	0.0065i	0.0165i
1					-				
7	0.0003-	0.0191-	0.0009-	0.0371-	0.0004+	0.0004-	0.0399-	0.0014+	0.0555-
6	0.0170i	0.0326i	0.0171i	0.0353i	0.0330i	0.0254i	0.0431i	0.0365i	0.0116i
1	-	-	-	-		-	-		-
7	0.0281+	0.0402-	0.0260+	0.0202-	0.0649+	0.0266+	0.0148-	0.0670+	0.0109+
7	0.0317i	0.0195i	0.0515i	0.0135i	0.0620i	0.0435i	0.0108i	0.0566i	0.0746i
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.0389+	0.0722-	0.0537+	0.0738-	0.0426-	0.0488+	0.0760-	0.0439-	0.0719+
8	0.0493i	0.0347i	0.0259i	0.0271i	0.0069i	0.0352i	0.0227i	0.0116i	0.0407i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1				-	-		-	-	
7	0.0888+	0.0038+	0.1000-	0.0150+	0.0110+	0.1058-	0.0134+	0.0124+	0.0912-
9	0.0021i	0.0505i	0.0170i	0.0348i	0.0108i	0.0267i	0.0459i	0.0081i	0.0295i
1		-		-			-		-
8	0.0174-	0.0703+	0.0177-	0.0879+	0.0210-	0.0173-	0.0696+	0.0177-	0.1047-
0	0.0422i	0.0704i	0.0343i	0.0849i	0.0116i	0.0380i	0.0830i	0.0023i	0.0247i
1		-		-	-		-	-	
8	0.0724+	0.0400+	0.0729+	0.0230+	0.0669+	0.0812+	0.0221+	0.0724+	0.0595-
1	0.0211i	0.0791i	0.0267i	0.0642i	0.0569i	0.0322i	0.0703i	0.0590i	0.0057i
1		-		-			-		
8	0.0177+	0.0438-	0.0347-	0.0425-	0.0071-	0.0258+	0.0422-	0.0115-	0.0540-
2	0.0137i	0.1108i	0.0025i	0.1001i	0.0049i	0.0056i	0.1036i	0.0082i	0.0299i
1					-			-	-
8	0.0176+	0.0007+	0.0127+	0.0341+	0.0207-	0.0144+	0.0373+	0.0267+	0.0337-
3	0.0210i	0.0204i	0.0253i	0.0200i	0.0154i	0.0159i	0.0137i	0.0039i	0.0118i
1		-		-	-		-	-	
8	0.0103+	0.0389-	0.0169+	0.0240-	0.0979+	0.0149+	0.0222-	0.0838+	0.0949-
4	0.0242i	0.0243i	0.0058i	0.0101i	0.0411i	0.0106i	0.0047i	0.0484i	0.0806i
1	-		-			-			-
8	0.0493-	0.0136-	0.0396-	0.0172+	0.0491+	0.0484-	0.0168+	0.0519+	0.0282+
5	0.0425i	0.0136i	0.0369i	0.0061i	0.0319i	0.0422i	0.0170i	0.0317i	0.0736i
1					-			-	
8	0.0317-	0.1022+	0.0277-	0.1050+	0.0284+	0.0146-	0.1070+	0.0288+	0.0260-
6	0.0938i	0.0397i	0.0957i	0.0404i	0.0140i	0.0976i	0.0484i	0.0090i	0.0386i
1					-			-	
8	0.0321+	0.0214+	0.0200+	0.0082+	0.0762+	0.0217+	0.0021+	0.0736+	0.0868+
7	0.0157i	0.1137i	0.0116i	0.1332i	0.0748i	0.0224i	0.1277i	0.0737i	0.0786i
1	-	-	-	-	-	-		-	-
8	0.0674-	0.0226+	0.0572-	0.0019+	0.0723+	0.0622-	0.0101+	0.0842+	0.0041-
8	0.0269i	0.0733i	0.0277i	0.0629i	0.0291i	0.0254i	0.0724i	0.0166i	0.0161i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1		-		-	-		-	-	-
8	0.0594+	0.0638-	0.0446-	0.0665-	0.1319-	0.0412-	0.0653-	0.1247-	0.0439-
9	0.0010i	0.0740i	0.0165i	0.0687i	0.0100i	0.0070i	0.0750i	0.0084i	0.0327i
1					-			-	-
9	0.0275+	0.0503+	0.0166+	0.0794+	0.0602-	0.0223+	0.0776+	0.0482-	0.0150-
0	0.0796i	0.0227i	0.0693i	0.0071i	0.0470i	0.0752i	0.0021i	0.0541i	0.1164i
1	-		-			-	-		-
9	0.0422+	0.0187-	0.0497+	0.0007-	0.0365-	0.0536+	0.0003-	0.0330-	0.0010+
1	0.0024i	0.0026i	0.0294i	0.0082i	0.0101i	0.0136i	0.0222i	0.0078i	0.0316i
1					-			-	-
9	0.0128-	0.0239-	0.0200-	0.0285-	0.0518+	0.0261-	0.0137-	0.0502+	0.0402-
2	0.0425i	0.0151i	0.0486i	0.0298i	0.0999i	0.0386i	0.0263i	0.1074i	0.0263i
1					-			-	
9	0.0095+	0.0727+	0.0217+	0.0588+	0.0264-	0.0222-	0.0611+	0.0202-	0.0195-
3	0.0124i	0.0336i	0.0014i	0.0246i	0.0501i	0.0023i	0.0247i	0.0499i	0.0416i
1	-		-	-	-	-	-	-	
9	0.0093-	0.0205+	0.0288-	0.0006+	0.0346-	0.0280-	0.0122+	0.0393-	0.0462-
4	0.0187i	0.0658i	0.0162i	0.0671i	0.0091i	0.0185i	0.0609i	0.0030i	0.0085i
1					-			-	-
9	0.0284-	0.0344+	0.0267-	0.0164+	0.0037+	0.0213-	0.0219+	0.0041+	0.0013+
5	0.0222i	0.0325i	0.0192i	0.0152i	0.0303i	0.0039i	0.0131i	0.0345i	0.0083i
1		-		-			-		
9	0.0003-	0.0090-	0.0130-	0.0104-	0.0188-	0.0238-	0.0120-	0.0255-	0.0473-
6	0.0051i	0.0018i	0.0113i	0.0073i	0.0382i	0.0043i	0.0151i	0.0323i	0.0001i
1					-			-	-
9	0.0309+	0.0009-	0.0261+	0.0115-	0.0540-	0.0264+	0.0236-	0.0610-	0.0198-
7	0.0301i	0.0165i	0.0148i	0.0268i	0.0178i	0.0105i	0.0190i	0.0145i	0.0593i
1	-	-	-	-		-	-		
9	0.0119+	0.0239-	0.0077+	0.0158-	0.0162+	0.0012+	0.0021-	0.0197+	0.0399+
8	0.0321i	0.0247i	0.0362i	0.0287i	0.0476i	0.0556i	0.0433i	0.0492i	0.0305i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

1	-		-			-			-
9	0.0168-	0.0152+	0.0126-	0.0239-	0.0451-	0.0148-	0.0209-	0.0438-	0.0264-
9	0.0029i	0.0166i	0.0088i	0.0027i	0.0400i	0.0191i	0.0087i	0.0425i	0.0572i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	0.0005+	0.0063-	0.0037+	0.0232-	0.0468+	0.0112+	0.0177-	0.0535+	0.0387-
0	0.0212i	0.0585i	0.0234i	0.0698i	0.0327i	0.0218i	0.0797i	0.0342i	0.0018i
2	-	-	-	-	-	-	-		-
0	0.0300+	0.0400+	0.0291+	0.0193+	0.0018+	0.0326+	0.0266+	0.0051+	0.0857+
1	0.0279i	0.0258i	0.0419i	0.0157i	0.0444i	0.0460i	0.0221i	0.0403i	0.0098i
2			-			-			-
0	0.0030-	0.0200-	0.0118-	0.0189-	0.0426+	0.0083-	0.0276-	0.0502+	0.0581-
2	0.0286i	0.0259i	0.0150i	0.0266i	0.0093i	0.0179i	0.0203i	0.0121i	0.0174i
2		-		-	-		-	-	
0	0.0259-	0.0428+	0.0271-	0.0346+	0.0286+	0.0381-	0.0296+	0.0407+	0.0857-
3	0.0401i	0.0083i	0.0399i	0.0221i	0.0071i	0.0502i	0.0109i	0.0151i	0.0301i
2	-		-		-	-		-	-
0	0.0012+	0.0151-	0.0121+	0.0152-	0.0309-	0.0122+	0.0119-	0.0401-	0.0047+
4	0.0127i	0.0258i	0.0032i	0.0248i	0.0092i	0.0119i	0.0177i	0.0054i	0.0318i
2	-		-			-			-
0	0.0093-	0.0086-	0.0013-	0.0249+	0.0002-	0.0064+	0.0224+	0.0063-	0.0071-
5	0.0073i	0.0107i	0.0016i	0.0116i	0.0121i	0.0024i	0.0098i	0.0152i	0.0411i
2	-								
0	0.0100-	0.0368+	0.0084-	0.0519+	0.0177-	0.0007-	0.0411+	0.0193+	0.0157-
6	0.0059i	0.0410i	0.0097i	0.0550i	0.0057i	0.0033i	0.0575i	0.0040i	0.0136i
2	-		-			-			-
0	0.0290+	0.0339+	0.0451+	0.0259+	0.0381-	0.0437+	0.0389+	0.0305-	0.0672-
7	0.0482i	0.0077i	0.0443i	0.0332i	0.0057i	0.0369i	0.0251i	0.0091i	0.0296i
2	-	-	-		-	-		-	
0	0.0415+	0.0005+	0.0418+	0.0395-	0.0155+	0.0468+	0.0300+	0.0145+	0.0063+
8	0.0294i	0.0073i	0.0570i	0.0015i	0.0047i	0.0519i	0.0071i	0.0101i	0.0325i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2	-		-		-		-	
0	0.0072-	0.0138-	0.0074-	0.0087-	0.0199-	0.0014-	0.0106-	0.0102-
9	0.0452i	0.0317i	0.0479i	0.0280i	0.0427i	0.0422i	0.0328i	0.0379i
2	-	-	-				-	-
1	0.0037-	0.0218+	0.0110-	0.0015-	0.0336-	0.0029-	0.0148-	0.0358-
0	0.0259i	0.0017i	0.0353i	0.0216i	0.0453i	0.0339i	0.0189i	0.0500i
2	-	-	-	-		-	-	-
1	0.0238+	0.0089+	0.0296+	0.0233-	0.0236-	0.0288+	0.0229-	0.0188-
1	0.0300i	0.0010i	0.0323i	0.0243i	0.0113i	0.0223i	0.0278i	0.0027i
2						-		-
1	0.0270-	0.0143+	0.0311-	0.0148+	0.0058-	0.0145-	0.0030+	0.0091-
2	0.0398i	0.0550i	0.0309i	0.0589i	0.0313i	0.0327i	0.0476i	0.0166i
2								-
1	0.0298+	0.0341+	0.0226+	0.0122+	0.0267-	0.0238+	0.0127+	0.0185-
3	0.0227i	0.0227i	0.0182i	0.0175i	0.0149i	0.0242i	0.0214i	0.0087i
2	-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.0142+	0.0066-	0.0110+	0.0142-	0.0090+	0.0043+	0.0086-	0.0185+
4	0.0130i	0.0270i	0.0048i	0.0128i	0.0204i	0.0048i	0.0198i	0.0229i
2	-		-		-	-	-	-
1	0.0046-	0.0312-	0.0075-	0.0437-	0.0159+	0.0117-	0.0357-	0.0081+
5	0.0189i	0.0149i	0.0243i	0.0276i	0.0128i	0.0185i	0.0229i	0.0080i
2			-			-		-
1	0.0017-	0.0246-	0.0034-	0.0127-	0.0109+	0.0012-	0.0305-	0.0103+
6	0.0298i	0.0301i	0.0296i	0.0329i	0.0014i	0.0296i	0.0416i	0.0002i
2					-		-	
1	0.0026-	0.0039+	0.0066-	0.0097+	0.0308+	0.0078-	0.0011+	0.0278-
7	0.0097i	0.0004i	0.0163i	0.0065i	0.0018i	0.0234i	0.0044i	0.0017i
2					-		-	
1	0.0260-	0.0133-	0.0301-	0.0053-	0.0089+	0.0232-	0.0051-	0.0086+
8	0.0108i	0.0151i	0.0276i	0.0199i	0.0047i	0.0268i	0.0390i	0.0020i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2		-	-	-	-	-	-	-	-
1	0.0105+	0.0198+	0.0012+	0.0337+	0.0033+	0.0131+	0.0337+	0.0058+	0.0429+
9	0.0164i	0.0153i	0.0204i	0.0096i	0.0279i	0.0102i	0.0131i	0.0267i	0.0186i
2		-		-	-		-	-	
2	0.0120-	0.0092-	0.0144-	0.0270-	0.0257+	0.0147-	0.0243-	0.0254-	0.0275+
0	0.0159i	0.0096i	0.0319i	0.0152i	0.0005i	0.0376i	0.0181i	0.0042i	0.0011i
2		-		-	-		-	-	
2	0.0331-	0.0429-	0.0366-	0.0427-	0.0130-	0.0345-	0.0384+	0.0116-	0.0068+
1	0.0039i	0.0106i	0.0166i	0.0096i	0.0374i	0.0043i	0.0004i	0.0383i	0.0368i
2	-		-			-			-
2	0.0298-	0.0097-	0.0130-	0.0130-	0.0131+	0.0098-	0.0128-	0.0108+	0.0257-
2	0.0136i	0.0737i	0.0112i	0.0695i	0.0205i	0.0122i	0.0635i	0.0329i	0.0128i
2					-			-	-
2	0.0280+	0.0046-	0.0272+	0.0180-	0.0130+	0.0235-	0.0252-	0.0202+	0.0148+
3	0.0142i	0.0130i	0.0151i	0.0115i	0.0354i	0.0001i	0.0093i	0.0263i	0.0089i
2					-			-	-
2	0.0106+	0.0129-	0.0137+	0.0152-	0.0193-	0.0117+	0.0063+	0.0184-	0.0331+
4	0.0348i	0.0058i	0.0274i	0.0091i	0.0178i	0.0275i	0.0004i	0.0273i	0.0263i
2	-		-	-	-	-		-	-
2	0.0280+	0.0170-	0.0393+	0.0013-	0.0342+	0.0366+	0.0024-	0.0317+	0.0043+
5	0.0100i	0.0132i	0.0249i	0.0065i	0.0057i	0.0143i	0.0111i	0.0100i	0.0231i
2	-	-	-	-		-	-		
2	0.0124-	0.0002+	0.0048-	0.0011+	0.0141-	0.0001-	0.0090+	0.0196-	0.0055+
6	0.0233i	0.0411i	0.0319i	0.0314i	0.0183i	0.0301i	0.0421i	0.0292i	0.0115i
2		-		-			-	-	
2	0.0088+	0.0181+	0.0107+	0.0328+	0.0017-	0.0227+	0.0289+	0.0052-	0.0199-
7	0.0097i	0.0117i	0.0053i	0.0188i	0.0167i	0.0184i	0.0131i	0.0148i	0.0391i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.0110-	0.0175+	0.0056-	0.0220+	0.0351+	0.0073-	0.0206+	0.0308+	0.0201+
8	0.0159i	0.0156i	0.0216i	0.0128i	0.0126i	0.0195i	0.0193i	0.0140i	0.0412i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2					-		-	-	-
2	0.0194-	0.0171-	0.0226-	0.0021-	0.0064-	0.0278-	0.0057-	0.0090-	0.0018+
9	0.0227i	0.0348i	0.0259i	0.0353i	0.0034i	0.0195i	0.0389i	0.0070i	0.0373i
2		-							-
3	0.0193+	0.0171+	0.0116+	0.0068-	0.0078-	0.0095-	0.0056-	0.0127-	0.0171+
0	0.0144i	0.0149i	0.0031i	0.0003i	0.0102i	0.0022i	0.0005i	0.0124i	0.0203i
2		-			-	-	-	-	
3	0.0087+	0.0010-	0.0016+	0.0081-	0.0159+	0.0081+	0.0024+	0.0128+	0.0143-
1	0.0212i	0.0102i	0.0153i	0.0041i	0.0141i	0.0198i	0.0033i	0.0053i	0.0111i
2	-	-		-	-		-	-	-
3	0.0011-	0.0067+	0.0231-	0.0087+	0.0029-	0.0206-	0.0068+	0.0087-	0.0017+
2	0.0032i	0.0091i	0.0165i	0.0017i	0.0209i	0.0085i	0.0040i	0.0211i	0.0153i
2						-	-		
3	0.0008-	0.0035+	0.0008-	0.0058+	0.0256-	0.0043-	0.0015+	0.0289+	0.0006+
3	0.0128i	0.0365i	0.0113i	0.0142i	0.0014i	0.0150i	0.0212i	0.0034i	0.0331i
2	-	-	-	-	-		-	-	-
3	0.0143+	0.0154-	0.0108+	0.0212-	0.0088+	0.0038+	0.0220-	0.0091-	0.0093+
4	0.0075i	0.0095i	0.0108i	0.0038i	0.0150i	0.0112i	0.0047i	0.0004i	0.0003i
2		-			-			-	-
3	0.0067+	0.0002+	0.0191+	0.0021-	0.0086-	0.0204+	0.0031+	0.0156-	0.0059-
5	0.0023i	0.0072i	0.0025i	0.0034i	0.0279i	0.0041i	0.0026i	0.0245i	0.0063i
2			-		-	-			-
3	0.0048-	0.0148-	0.0050+	0.0088-	0.0030-	0.0062-	0.0070-	0.0092-	0.0174+
6	0.0023i	0.0097i	0.0091i	0.0018i	0.0175i	0.0044i	0.0146i	0.0066i	0.0213i
2		-	-	-		-	-		
3	0.0019+	0.0171+	0.0096+	0.0041+	0.0255-	0.0074+	0.0035-	0.0224-	0.0157+
7	0.0119i	0.0066i	0.0202i	0.0040i	0.0158i	0.0108i	0.0004i	0.0202i	0.0087i
2									
3	0.0062-	0.0117-	0.0193-	0.0154-	0.0069-	0.0211-	0.0091-	0.0037+	0.0032+
8	0.0109i	0.0174i	0.0312i	0.0112i	0.0032i	0.0214i	0.0077i	0.0032i	0.0060i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2		-		-	-				
3	0.0046-	0.0061-	0.0156-	0.0038+	0.0011+	0.0184-	0.0033+	0.0033+	0.0102-
9	0.0070i	0.0079i	0.0061i	0.0045i	0.0091i	0.0080i	0.0068i	0.0121i	0.0135i
2		-	-		-		-	-	-
4	0.0029+	0.0015-	0.0002-	0.0004-	0.0081-	0.0038+	0.0061-	0.0031-	0.0061+
0	0.0001i	0.0015i	0.0026i	0.0105i	0.0122i	0.0089i	0.0087i	0.0144i	0.0076i
2	-	-		-	-		-	-	
4	0.0022+	0.0070-	0.0108+	0.0160-	0.0012-	0.0050+	0.0139-	0.0002-	0.0368+
1	0.0163i	0.0044i	0.0230i	0.0010i	0.0213i	0.0260i	0.0002i	0.0118i	0.0192i
2	-	-	-	-		-	-		
4	0.0295+	0.0049+	0.0212+	0.0099-	0.0165+	0.0251+	0.0114+	0.0163+	0.0034+
2	0.0057i	0.0038i	0.0071i	0.0058i	0.0158i	0.0103i	0.0032i	0.0145i	0.0037i
2	-	-	-	-		-	-		-
4	0.0101-	0.0119-	0.0185-	0.0224+	0.0004-	0.0140-	0.0124-	0.0008-	0.0199-
3	0.0004i	0.0071i	0.0032i	0.0001i	0.0053i	0.0046i	0.0053i	0.0097i	0.0199i
2		-		-	-		-	-	-
4	0.0114+	0.0049-	0.0123-	0.0095-	0.0204-	0.0102-	0.0035-	0.0129-	0.0065-
4	0.0042i	0.0088i	0.0045i	0.0042i	0.0001i	0.0027i	0.0025i	0.0002i	0.0138i
2	-		-		-	-		-	
4	0.0068-	0.0226-	0.0010-	0.0204+	0.0004-	0.0022+	0.0208+	0.0003-	0.0144+
5	0.0129i	0.0010i	0.0055i	0.0067i	0.0044i	0.0001i	0.0024i	0.0054i	0.0109i
2		-							-
4	0.0088-	0.0028+	0.0232-	0.0001+	0.0019-	0.0288+	0.0006+	0.0086-	0.0062+
6	0.0014i	0.0009i	0.0064i	0.0198i	0.0211i	0.0004i	0.0152i	0.0256i	0.0088i
2									-
4	0.0313+	0.0186-	0.0365+	0.0130+	0.0152-	0.0359+	0.0058+	0.0285-	0.0054+
7	0.0246i	0.0140i	0.0228i	0.0022i	0.0104i	0.0226i	0.0051i	0.0079i	0.0072i
2				-		-	-		
4	0.0066+	0.0041+	0.0001+	0.0015+	0.0322+	0.0069+	0.0016+	0.0262+	0.0274-
8	0.0117i	0.0084i	0.0158i	0.0081i	0.0028i	0.0128i	0.0084i	0.0063i	0.0110i

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.0040+	0.0156+	0.0126+	0.0116+	0.0033+	0.0070+	0.0100+	0.0029+	0.0147-
9	0.0040i	0.0193i	0.0173i	0.0104i	0.0097i	0.0100i	0.0088i	0.0076i	0.0075i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0100+	0.0136-	0.0084+	0.0090-	0.0019+	0.0129+	0.0045-	0.0045+	0.0022-
0	0.0104i	0.0069i	0.0106i	0.0136i	0.0100i	0.0045i	0.0140i	0.0081i	0.0041i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0125-	0.0173-	0.0184-	0.0215-	0.0099-	0.0151-	0.0190-	0.0050-	0.0092-
1	0.0134i	0.0058i	0.0067i	0.0125i	0.0165i	0.0074i	0.0092i	0.0155i	0.0105i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0138-	0.0017+	0.0067-	0.0023+	0.0045-	0.0007-	0.0034+	0.0008-	0.0046+
2	0.0121i	0.0120i	0.0112i	0.0051i	0.0186i	0.0046i	0.0046i	0.0144i	0.0081i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0010+	0.0063+	0.0002+	0.0128+	0.0165+	0.0020+	0.0031+	0.0179+	0.0018-
3	0.0004i	0.0088i	0.0045i	0.0100i	0.0075i	0.0061i	0.0174i	0.0127i	0.0135i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0000+	0.0119+	0.0115+	0.0076+	0.0158+	0.0150+	0.0075+	0.0155+	0.0255+
4	0.0090i	0.0029i	0.0071i	0.0087i	0.0100i	0.0070i	0.0059i	0.0098i	0.0003i
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.0002-	0.0166+	0.0020-	0.0229+	0.0073+	0.0005-	0.0212+	0.0062+	0.0089+
5	0.0013i	0.0096i	0.0006i	0.0085i	0.0084i	0.0001i	0.0115i	0.0095i	0.0243i

I. 채널 본딩

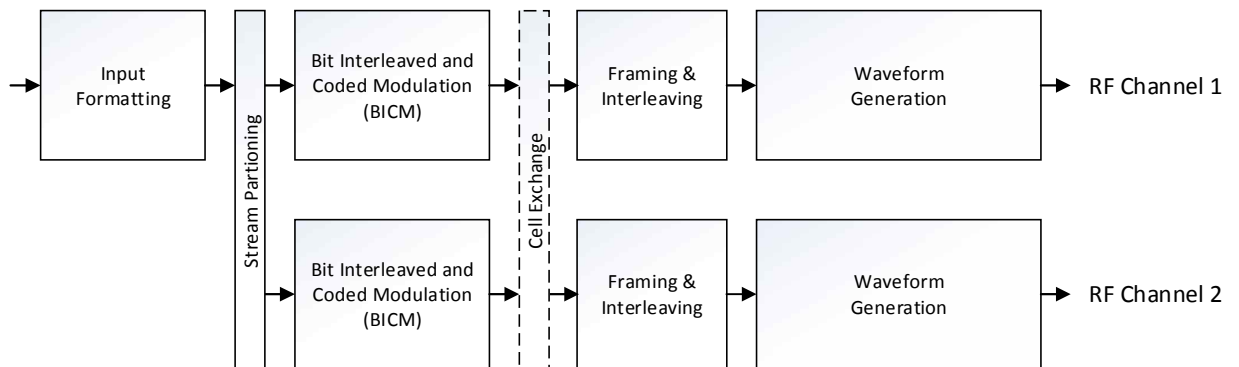
I.1. 시스템 개요

채널 본딩은 하나의 PLP 데이터 스트림을 2개 이상의 RF 채널을 통해 전송하는 기법으로 다음과 같은 특징을 가진다.

- 하나의 RF 채널 용량을 초과하는 서비스 전송이 가능하다. 즉, 전체 서비스 데이터율을 증대시킨다.

- 다수개의 RF 채널을 이용한 주파수 다이버시티 성능 제공이 가능하다.
- 지상파 UHDTV 물리계층 시스템에서는 2 개의 RF 채널만을 고려한 기법을 고려하며 2 개의 채널이 서로 인접하지 않을 수 있다.
- RF 1 and RF2 사용은 L1-Detail 시그널링에서 L1D_rf_id 를 통해 구분된다.
- 채널 본딩은 선택적 기술이며, MIMO 와 결합되어 사용되지 않는다.

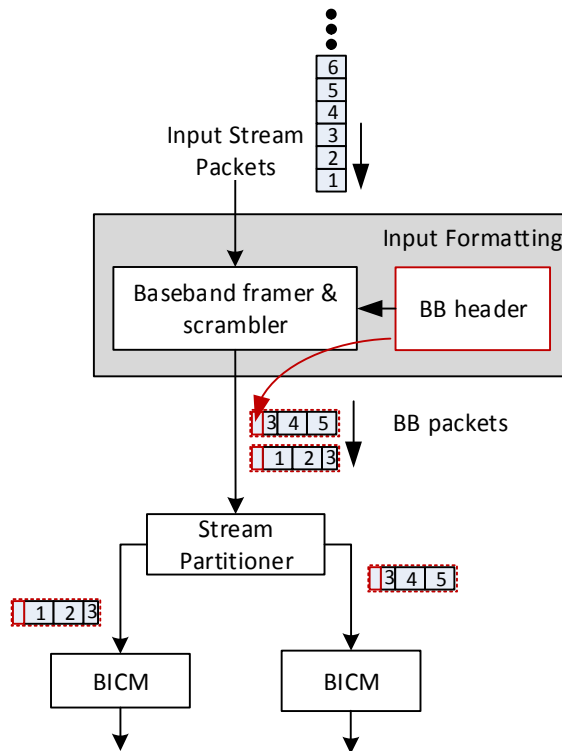
(그림 1-1)은 채널 본딩 블록도를 보인다.



(그림 1-1) 채널 본딩 블록도

(그림 1-2)는 채널 본딩을 위한 송신부 블록도를 보인다. 그림에 대한 설명은 다음과 같다.

- 채널 본딩 모드에서 PLP 데이터 패킷은 입력 포매팅 블록을 통과하며, 기저패킷의 기저 헤더가 삽입된다.
- 채널 본딩 모드가 적용되면 기저대역 헤더 확장 카운터 (baseband header extension counter)가 항상 사용되며 (5.2.2.3 절 참조), 다른 RF 채널로부터 수신된 패킷을 순차적으로 정렬할 수 있게 한다.
- 스트림 분배기 (Stream Partitioner) 출력 데이터는 독립된 서로 다른 RF 채널에 통해 전송된다.
- 채널 본딩은 기본적인 채널 본딩과 SNR 평균 채널 본딩 등 2 가지 동작 모드를 지원하며, L1D_plp_channel_bonding_format 을 통해 선택 적용된다.



(그림 1-2) 채널 본딩을 위한 송신부 블록도

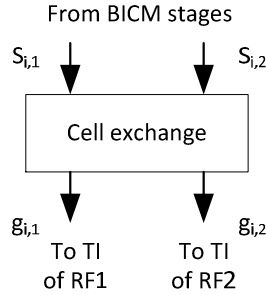
1.2. 일반 채널 본딩

일반 채널 본딩 모드에서는 ($L1D_plp_channel_bonding_format = 00$) 그림 1-1에서 보이는 셀 교환 (cell exchange) 블록을 적용하지 않는다. 즉 입력 포매팅과 스트림 분배기 이후 두 채널간 상호 연관성은 없으며, 각 RF 채널은 대역폭, 변조, 부호, FFT 크기, 보호구간 크기 등 서로 다른 파라미터로 독립적으로 설정 가능하다. 또한 수신부에서 스트림 합성에 따른 하드웨어 부담을 최소화 시키기 위해 RF 채널 전송 데이터율에 따라 스트림 분배기에서 기저대역 패킷량을 적절히 조절한다. 만일 2개의 RF 채널에 전송되는 데이터율이 동일하면 스트림 분배기에서 기저대역 패킷량을 동일하게 분배한다.

1.3. SNR 평균 채널 본딩

SNR 평균 채널 본딩 모드에서는 ($L1D_plp_channel_bonding_format = 01$) 2 RF 채널을 통한 주파수 다이버시티 성능 제공을 위해 그림 1-1의 셀 교환 블록이 BICM 처리 후

적용한다. 일반 채널 본딩 모드와 달리 SNR 평균 채널 본딩에서는 각 RF 채널 전송 데이터율은 동일하다. (그림 1-3)은 셀 교환 입출력 블록도를 보인다.



(그림 1-3) 셀 교환 입출력 블록도

다음은 셀 교환 블록에서 입출력 관계를 행렬 관점에서 설명한다.

$$\begin{pmatrix} g_{i,1} \\ g_{i,2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_{i,1} \\ s_{i,2} \end{pmatrix}, \text{ 짝수 } i \text{ 번째 셀에 적용}$$

$$\begin{pmatrix} g_{i,1} \\ g_{i,2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_{i,1} \\ s_{i,2} \end{pmatrix}, \text{ 홀수 } i \text{ 번째 셀에 적용}$$

여기서 $s_{i,1}$ ($i = 0 \cdots N_{\text{cells}} - 1$)과 $s_{i,2}$ 는 입력 셀을 나타내며, $g_{i,1}$ 과 $g_{i,2}$ 은 출력 셀을 나타낸다.

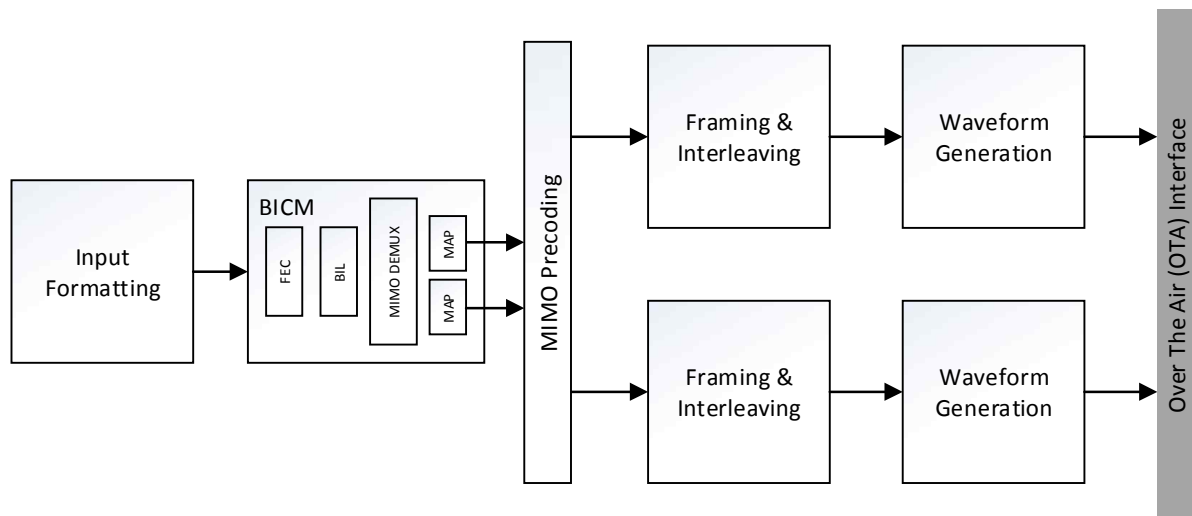
J. MIMO

J.1. 시스템 개요

MIMO 기술은 단일 RF 채널에서 서로 다른 2개의 데이터 스트림을 전송하는 공간 다중화 (spatial multiplexing) 기법을 적용하여 채널 용량을 증대 시킬 수 있으며, 공간 다이버시티 (spatial diversity) 기법을 적용하여 채널에 대한 강인성을 증대 시킬 수 있다. 특히 공간 다중화 이득은 SIMO (Single-input Multiple-Output)/MISO (Multiple-input Single-Output)와 달리 MIMO 기술을 통해서만 획득되며, 추가적인 전송 전력 증가 없이 단일 안테나를 통한 전송 채널 용량 한계를 극복한다. 그림 J-1은 MIMO전송 시스템으로 다음과 같은 특징을 지닌다.

- MIMO 는 선택 (optional) 기술로 분류된다.
- 2X2 MIMO 안테나 시스템으로 송수신부에 각각 2 개의 안테나를 고려한다.

- 송수신부는 수평/수직 2 개 극성을 가지는 교차 편파 (cross-polarized) 안테나를 사용한다.
- (그림 J-1)에서 2 개 데이터 스트림 생성은 MIMO 역 다중화 (demux) 블록을 통해 수행되며, 두 스트림간 상호 코딩은 MIMO 프리코더 (precoder) 블록을 통해 수행된다.
- 각 데이터 스트림은 SISO 전송 시스템에서 사용된 FEC 부호, 비트 인터리버, 성상매핑, 주파수 인터리버, 시간 인터리버 등 대부분 동일한 구성요소를 가진다.
- MIMO 시스템을 위한 파일럿 패턴은 SISO 파일럿 패턴을 기반으로 새롭게 확장되어 적용된다.



(그림 J-1) MIMO 전송 시스템

MIMO 신호처리 기법은 부트스트랩, 프리앰블, 시그널링에는 적용되지 않으며, 단지 데이터 신호에 대해서만 적용된다. 또한 MIMO 기술은 ACE 기법과 LDM 기법과 같이 사용되지 않는다.

J.2. FEC 부호화

6.1에서 기술된 FEC 부호를 동일하게 이용한다.

J.3. 비트 인터리빙

6.2에서 기술된 비트 인터리빙 기법을 이용한다.

J.4. MIMO 역다중화

MIMO 역다중화 기법은 SISO 역다중화기의 출력 벡터를 2개의 성상 매퍼에 분산하여 전달하며, FEC 프레임 크기 (예, $M_{inner} = 16200/64800$)에 상관없이 홀수 번째 벡터는 첫 번째 전송 안테나 부분에 전달되며, 짝수 번째 벡터는 두 번째 전송 안테나 부분에 전달된다.

J.5. 성상 기법

6.3절에 기술된 동일한 성상도를 이용하며 2개의 송신 안테나에 동일한 성상을 적용한다. MIMO L1 시그널링은 성상도 차수를 전송하는 SISO 시스템과 다르게 <표 J-1>에 나타나는 셀 유닛 당 비트 수 (bpcu) 정보를 전송한다.

<표 J-1> 셀 유닛 당 비트 수 (bpcu)

Bits per Cell Unit (bpcu)	MIMO Modulation	
4	Tx1	QPSK
	Tx2	QPSK
8	Tx1	16QAM
	Tx2	16QAM
12	Tx1	64QAM
	Tx2	64QAM
16	Tx1	256QAM
	Tx2	256QAM
20	Tx1	1024QAM

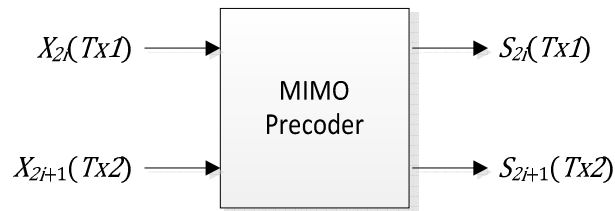
	Tx2	1024QAM
24	Tx1	4096QAM
	Tx2	4096QAM

J.6. MIMO-LDM 을 위한 성상 기법

지상파 UHDTV 물리계층 시스템에는 적용되지 않는다.

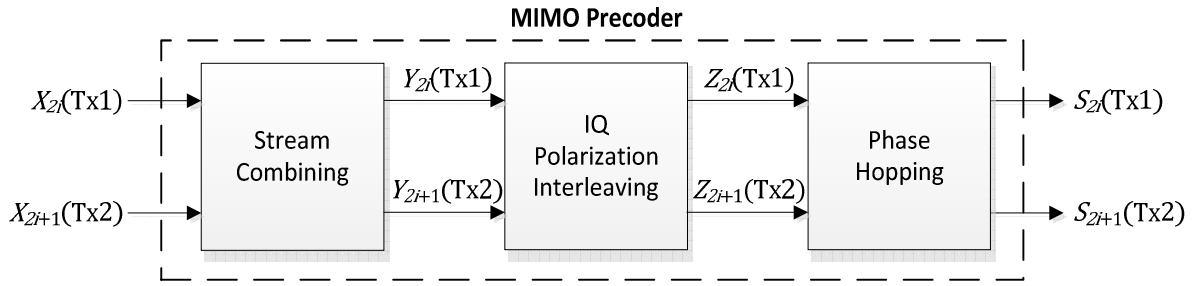
J.7. MIMO 프리코더

MIMO 프리코더는 한 쌍의 셀 심볼 (X_{2i}, X_{2i+1})을 입력 받아 동작하며, 동시에 프리코딩된 한 쌍의 셀 심볼 (S_{2i}, S_{2i+1})을 출력한다. 다음으로 프리코딩된 셀 심볼 S_{2i} 과 S_{2i+1} 은 각각 첫 번째 전송 안테나와 두 번째 전송 안테나에 전달된다. (그림 J-2)는 MIMO 프리코더 입출력 블록도를 나타낸다. MIMO 프리코더는 부트스트랩과 프리앰블에는 적용되지 않으며, 단지 데이터 심볼에만 적용된다.



(그림 J-2) MIMO 프리코더 입출력 블록도

(그림 J-3)는 스트림 결합 (Stream Combining), I/Q 편파 인터리빙 (IQ Polarization Interleaving), 위상 호핑 (Phase Hopping)등 3개의 블록으로 구성된 MIMO 프리코더의 세부 블록도 구성을 나타낸다.



(그림 J-3) MIMO 프리코더의 세부 블록도 구성도

(그림 J-3)의 각 세부 블록은 PLP 수준에서 선택적으로 동작될 수 있으며, 각 블록간 입출력 관계는 다음과 같다.

$$S_{2i}(Tx1) = Z_{2i}(Tx1) = Y_{2i}(Tx1) = X_{2i}(Tx1)$$

$$S_{2i+1}(Tx2) = Z_{2i+1}(Tx2) = Y_{2i+1}(Tx2) = X_{2i+1}(Tx2)$$

다음은 (그림 J-3)의 각 세부 블록에 대한 구체적인 입출력 동작에 대한 설명이다.

J.7.1. 스트림 결합

스트림 결합 동작은 다음과 같이 행렬 연산을 통해 수행된다.

$$\begin{bmatrix} Y_{2i}(Tx1) \\ Y_{2i+1}(Tx2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{2i}(Tx1) \\ X_{2i+1}(Tx2) \end{bmatrix}$$

여기서 θ 는 회전각을 의미하며, 각 PLP에서 사용된 부호율과 변조 차수에 따라 다르게 설정 및 적용된다. <표 J-2> 부호율과 성상 차수에 따른 회전각을 정의한다.

<표 J-2> 부호율과 변조 차수에 따른 회전각

MIMO Code Rate	MIMO Modulation Order					
	4bpcu (QPSK pairs)	8bpcu (16QAM pairs)	12bpcu (64QAM pairs)	16bpcu (256QAM pairs)	20bpcu (1kQAM pairs)	24bpcu (4kQAM pairs)
2/15	0°	0°	0°	0°	0°	0°
3/15	0°	0°	0°	0°	0°	0°
4/15	0°	0°	0°	0°	0°	0°
5/15	0°	0°	0°	0°	0°	0°
6/15	5°	0°	0°	0°	0°	0°

7/15	5°	0°	0°	0°	0°	0°
8/15	20°	0°	0°	0°	0°	0°
9/15	20°	0°	0°	0°	0°	0°
10/15	35°	0°	0°	0°	0°	0°
11/15	35°	5°	0°	0°	0°	0°
12/15	35°	5°	0°	0°	0°	0°
13/15	45°	5°	0°	0°	0°	0°

J.7.2. I/Q 편파 인터리빙

I/Q 편파 인터리버는 한 쌍의 입력 셀에 대해 한 셀의 I 성분과 다른 셀의 Q 성분을 조합하여 출력 셀을 생성한다. 다음은 동작 수식부를 나타낸다.

$$\begin{aligned} Z_{2i}(Tx1) &= Re\{Y_{2i}(Tx1)\} + j \cdot Im\{Y_{2i+1}(Tx2)\} \\ Z_{2i+1}(Tx2) &= Re\{Y_{2i+1}(Tx2)\} + j \cdot Im\{Y_{2i}(Tx1)\} \end{aligned}$$

J.7.3. 위상 호핑

위상 호핑은 2번째 안테나를 통해 전송되는 신호의 위상을 회전시키는 동작으로 다음과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} S_{2i}(Tx1) &= Z_{2i}(Tx1) \\ S_{2i+1}(Tx2) &= e^{j\phi(i)} \cdot Z_{2i+1}(Tx2) \\ \begin{bmatrix} S_{2i}(Tx1) \\ S_{2i+1}(Tx2) \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\phi(i)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{2i}(Tx1) \\ X_{2i+1}(Tx2) \end{bmatrix} \end{aligned}$$

여기서 ϕ 는 위상 회전각을 나타내며 다음과 같이 정의된다.

$$\phi(i) = \frac{2\pi}{N}i, (N = 9), i = 0, \dots, \frac{N_{\text{aeb}}}{2} - 1$$

여기서 N_{aeb} 은 FEC 프레임당 셀 개수를 나타내며, 위상 회전은 매 FEC 입력에서 '0'으로 초기화되며 매 한 쌍의 셀에 대해 $2\pi/9$ 만큼씩 증가된다

J.8. 시간 인터리버

MIMO에서 각 경로에 적용되는 시간 인터리버 동작 및 크기는 7.1절에서 설명된 SISO 시스템 시간 인터리버와 동일하며, MIMO 프리코딩 후 적용된다.

J.9. 프레임

MIMO에 적용되는 프레임은 다음과 같다.

- TDM (7.2.7.3 절)
- FDM (7.2.7.5 절)
- TFDm (7.2.7.6 절)

J.10. 주파수 인터리버

MIMO에서 각 경로에 적용되는 주파수 인터리버 동작 및 크기는 7.3절에서 설명된 SISO 시스템 주파수 인터리버와 동일하다.

J.11. 파일럿 패턴

J.11.1. 파일럿 안테나 인코딩

MIMO에서 적용되는 파일럿 패턴은 SISO 시스템과 비교하여 위치는 동일하며, 분산 파일럿, 추가 연속 파일럿, 엷지 파일럿, 부프레임 경계 파일럿 등의 경우에 크기와 위상을 변형하여 적용한다. 다음은 MIMO에 적용될 수 있는 파일럿 안테나 인코딩 알고리즘을 보이며, 각 프레임에서 하나의 알고리즘만 적용된다.

- Walsh-Hadamard 인코딩
- 널 파일럿 (Null Pilots) 인코딩

MIMO 파일럿은 그룹 1과 그룹 2로 구성되며. 이때 파일럿 안테나 인코딩 알고리즘에 따라서 각 안테나 별로 각 그룹에 대해서 특정한 신호처리를 하게 된다.

J.11.1.1. Walsh-Hadamard 인코딩

Walsh-Hadamard 인코딩은 분산 파일럿, 추가 연속 파일럿, 엣지 파일럿, 부프레임 경계 파일럿 설계에서 안테나 2로 전송되는 그룹 2의 부호를 반전한다. 안테나 1으로 전송되는 그룹 1과 그룹 2의 위상과, 안테나 2로 전송되는 그룹 1의 부호는 반전하지 않는다.

다음은 안테나 2로 전송되는 그룹 1과 그룹 2의 분산 파일럿을 생성하는 방법이다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 \cdot (-1)^{\frac{k}{D_X}} \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k}\right) \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

다음은 안테나 2로 전송되는 그룹 1과 그룹 2의 추가 연속 파일럿을 생성하는 방법이다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 \cdot (-1)^{k/D_X} \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k}\right) && \text{for } k \bmod D_X = 0 \\ \operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 \cdot A_{CP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k}\right) && \text{otherwise} \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

여기서 분산 파일럿과 겹치지 않는 연속 파일럿에 대해서는 모든 안테나에 대해서 그룹 1과 동일하게 부호를 반전시키지 않는다. 반면에 분산 파일럿과 겹치는 연속 파일럿에 대해서는 겹치는 분산 파일럿의 부호를 따라 반전 시킨다.

다음은 안테나 2의 엣지 파일럿을 생성하는 방법으로 홀수 번째 OFDM 심볼에 대해서 안테나 1 대비 엣지 파일럿의 부호를 반전시킨다. 안테나 2의 그룹 1과 그룹 2 모두에 다음 식을 적용한다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 \cdot (-1)^l \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k}\right) \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

안테나 2의 부프레임 경계 파일럿을 생성하는 방법은 다음과 같이 분산 파일럿 생성 방법과 동일하게 적용된다.

$$\begin{aligned}\operatorname{Re}\{c_{m,l,k}\} &= 2 \cdot (-1)^{\frac{k}{D_X}} \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k}\right) \\ \operatorname{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0\end{aligned}$$

J.11.1.2. 널 파일럿 인코딩

널 파일럿 인코딩은 각 안테나로 전송되는 그룹 1과 그룹2의 분산 파일럿의 크기를 변경한다. 널 파일럿 인코딩에서는, 안테나 1의 경우 그룹 1의 전송 전력을 3dB 증가 ($\sqrt{2}A_{SP}$) 시켜서 전송하고, 그룹 2의 전송 전력은 0으로 하여 전송한다. 같은 방식으로, 안테나 2의 경우는 그룹 2의 전송 전력을 3dB 증가 ($\sqrt{2}A_{SP}$) 시켜서 전송하고, 그룹 1의 전송 전력은 0으로 하여 전송한다.

안테나 1으로 전송되는 그룹 1과 그룹 2의 분산 파일럿 패턴은 다음 방식으로 생성된다.

$$\text{Re}\{c_{m,l,k}\} = \sqrt{2} \cdot \left(1 + (-1)^{\frac{k}{D_X D_Y} + \frac{(D_Y-1)l}{D_Y}} \right) \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k} \right)$$

$$\text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0$$

아래 수식은 안테나 2로 전송되는 그룹 1과 그룹 2의 널 파일럿 생성을 보인다.

$$\text{Re}\{c_{m,l,k}\} = \sqrt{2} \cdot \left(1 + (-1)^{\frac{k}{D_X D_Y} + \frac{(D_Y-1)l}{D_Y} + 1} \right) \cdot A_{SP} \cdot \left(\frac{1}{2} - r_{l,k} \right)$$

$$\text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0$$

분산 파일럿과 겹치는 추가 연속 파일럿은 분산 파일럿에 적용하는 널 파일럿 인코딩 방법을 동일하게 적용한다. 연속 파일럿과 추가 연속 파일럿 중 분산 파일럿과 겹치지 않는 파일럿은 SISO 대비 변경하지 않는다.

여기서 한 가지 주의할 점은, 널 파일럿 인코딩을 적용하여 분산 파일럿을 전송하는 경우에도 엣지 파일럿과 부프레임 경계 파일럿은 Walsh-Hadamard 인코딩을 적용해야 한다는 것이다. 이 때는, 앞 절에서 설명한 바와 같이, 안테나 2로 전송되는 그룹 2에 대해서 부호를 반전한다.

J.11.2. 파일럿 기법

<표 J-3> 은 SISO 에서 정의된 분산 파일럿 패턴을 기반하여 MIMO에서 적용되는 분산 파일럿 패턴을 정의한다. <표 J-3> 에서 MPa_b 는 $a = D_X$, $b = D_Y$ 를 의미한다. {(그림 J-4)부터 (J-15)}와 {(그림 J-16)부터 (J-31)}은 각각 Walsh-Hadamard 인코딩과 널 파일럿 인코딩에서의 분산 파일럿 패턴을 도식화하여 보인다.

<표 J-3> MIMO 파일럿 패턴

MIMO Pilot Scheme	Equivalent SISO Pilot Scheme	D_x	D_y
MP3_2	SP3_2	3	2
MP3_4	SP3_4	3	4
MP4_2	SP4_2	4	2
MP4_4	SP4_4	4	4
MP6_2	SP6_2	3	2
MP6_4	SP6_4	3	4
MP8_2	SP8_2	8	2
MP8_4	SP8_4	8	4
MP12_2	SP12_2	12	2
MP12_4	SP12_4	12	4
MP16_2	SP16_2	16	2
MP16_4	SP16_4	16	4
MP32_2	SP32_2	32	2
MP32_4	SP32_4	32	4

<표 J-4>는 Walsh-Hadamard 인코딩 사용 시, FFT 크기, 보호구간 조합에 따른 적용 가능한 분산 파일럿 패턴을 정의하며, N/A는 사용되지 않는 조합을 의미한다.

<표 J-4> FFT 크기, 보호구간 조합에 따른 분산 파일럿 패턴(Walsh-Hadamard 인코딩)

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

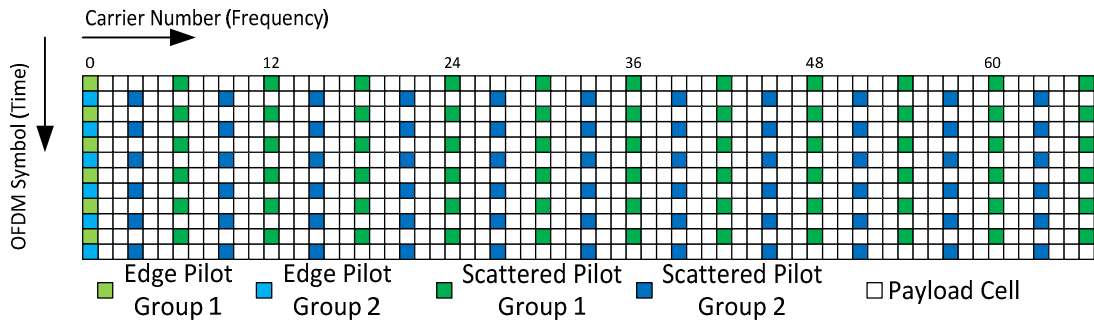
GI Pattern	Samples	8K FFT	16K FFT	32K FFT
GI1_192	192	MP16_2, MP16_4, MP8_2, MP8_4	MP16_2, MP16_4	MP16_2
GI2_384	384	MP8_2, MP8_4, MP4_2, MP4_4	MP16_2, MP16_4, MP8_2, MP8_4	MP16_2
GI3_512	512	MP6_2, MP6_4, MP3_2, MP3_4	MP12_2, M12_4, MP6_2, MP_4	MP12_2
GI4_768	768	MP4_2, MP4_4,	M8_2, M8_4, MP4_2, MP4_4	MP16_2, MP8_2
GI5_1024	1024	M3_2, MP3_4,	MP6_2, MP6_4, MP3_2, MP3_4	MP12_2, MP6_2
GI6_1536	1536	N/A	MP4_2, MP4_4,	MP8_2, MP4_2
GI7_2048	2048	N/A	MP3_2, MP3_4,	MP6_2, MP3_2
GI8_2432	2432	N/A	MP3_2, MP3_4,	MP6_2, MP3_2
GI9_3072	3072	N/A	N/A	MP_2
GI10_3648	3648	N/A	N/A	MP3_2,
GI11_4096	4096	N/A	N/A	MP3_2
GI12_4864	4864	N/A	N/A	MP3_2

<표 J-5>는 널 파일럿 인코딩 사용 시, FFT 크기, 보호구간 조합에 따른 적용 가능한 분산 파일럿 패턴을 정의하며, N/A는 사용되지 않는 조합을 의미한다.

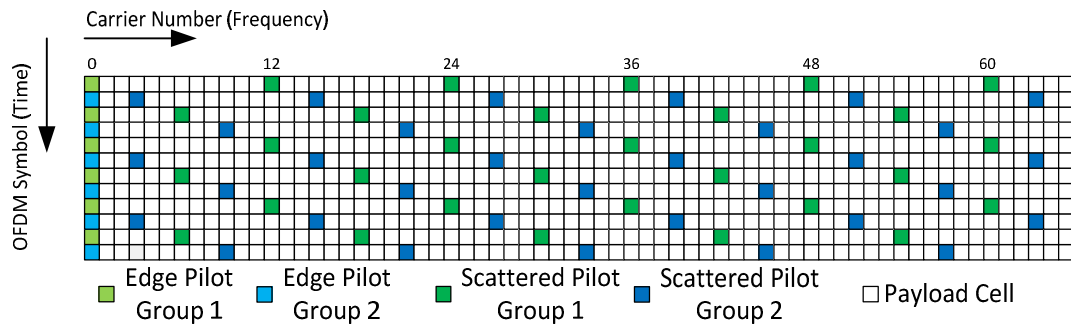
<표 J-5> FFT 크기, 보호구간 조합에 따른 분산 파일럿 패턴 (널 파일럿 인코딩)

GI Pattern	Samples	8K FFT	16K FFT	32K FFT
GI1_192	192	MP32_2, MP32_4, MP16_2, MP16_4	MP32_2, MP32_4	MP32_2
GI2_384	384	MP16_2, MP16_4, MP8_2, MP8_4	MP32_2, MP32_4, MP16_2, MP16_4	MP32_2
GI3_512	512	MP12_2, MP12_4, MP6_2, MP6_4	MP24_2, M24_4, MP12_2, MP12_4	MP24_2
GI4_768	768	MP8_2, MP8_4, MP4_2, MP4_4	M16_2, M16_4, MP8_2, MP8_4	MP32_2, MP16_2
GI5_1024	1024	MP6_2, MP6_4, MP3_2, MP3_4	MP12_2, MP12_4, MP6_2, MP6_4	MP24_2, MP12_2
GI6_1536	1536	MP4_2, MP4_4	MP8_2, MP8_4, MP4_2, MP4_4	MP16_2, MP8_2
GI7_2048	2048	MP3_2, MP3_4	MP6_2, MP6_4, MP3_2, MP3_4	MP12_2, MP6_2
GI8_2432	2432	N/A	MP6_2, MP6_4, MP3_2, MP3_4	MP12_2, MP6_2
GI9_3072	3072	N/A	MP4_2, MP4_4	MP8_2, MP3_2
GI10_3648	3648	N/A	MP4_2, MP4_4	MP8_2, MP3_2
GI11_4096	4096	N/A	MP3_2, MP3_4	MP6_2, MP3_2
GI12_4864	4864	N/A	N/A	MP6_2, MP3_2

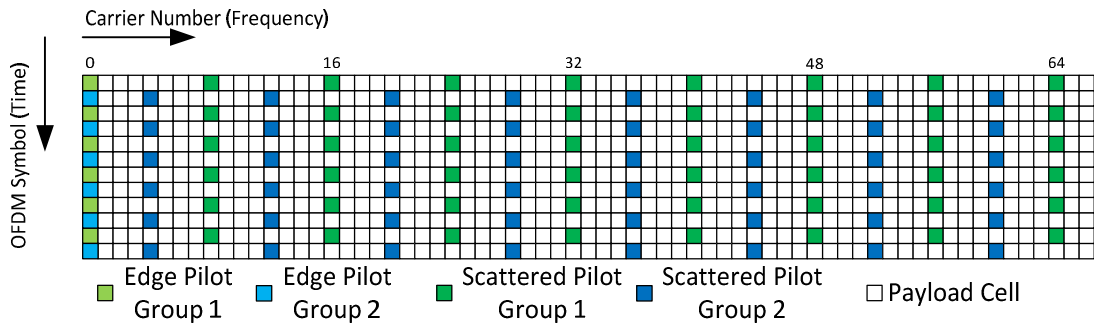
J.11.2.1. Walsh-Hadamard



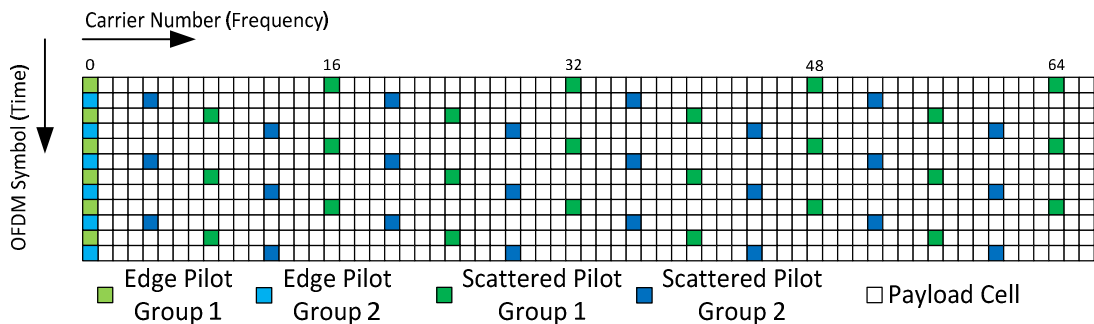
(그림 J-4) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP3_2



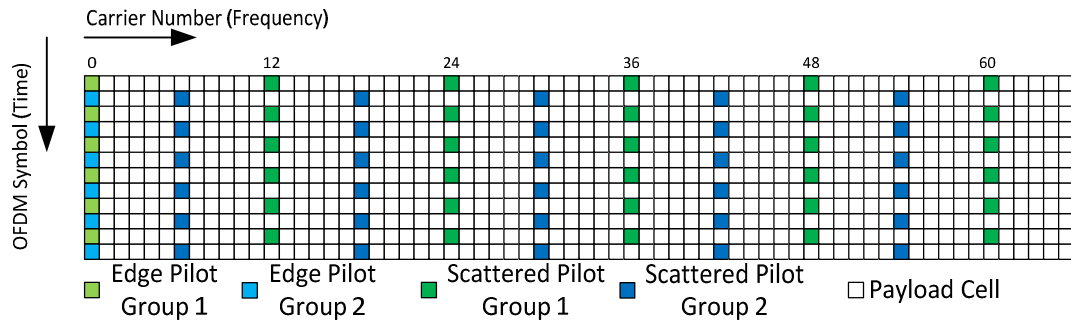
(그림 J-5) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP3_4



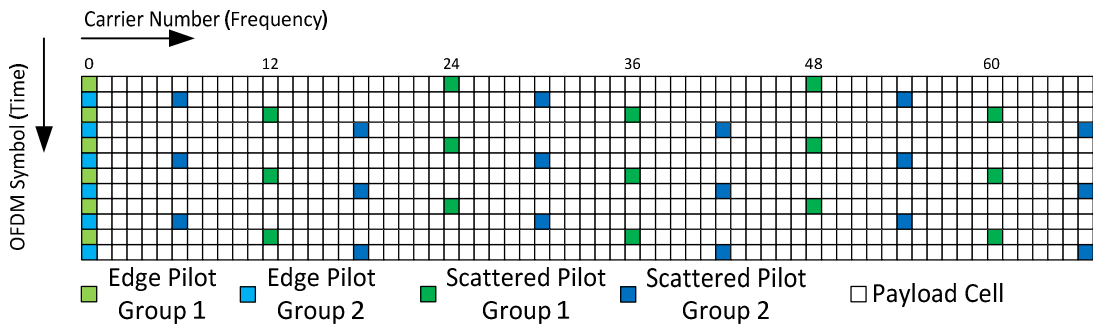
(그림 J-6) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP4_2



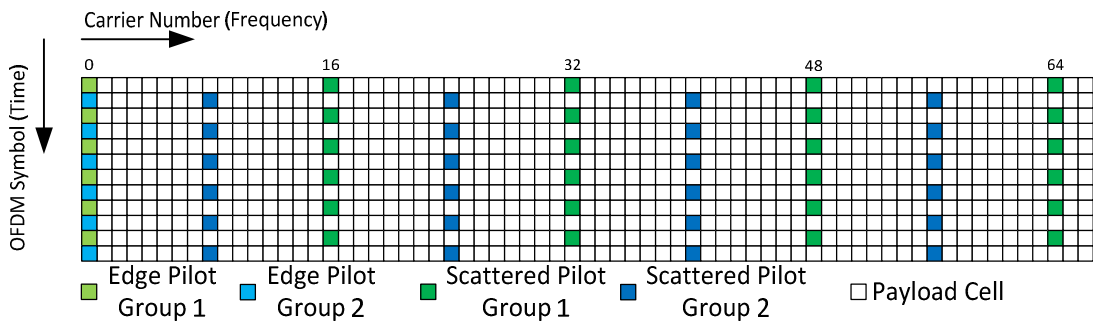
(그림 J-7) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP4_4



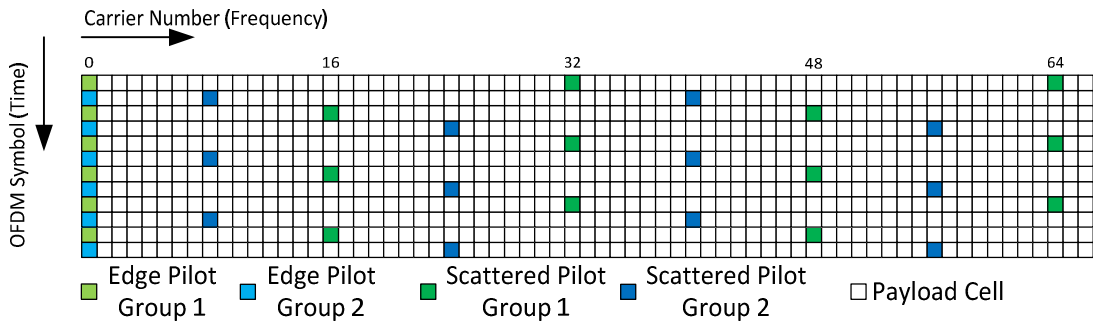
(그림 J-8) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP6_2



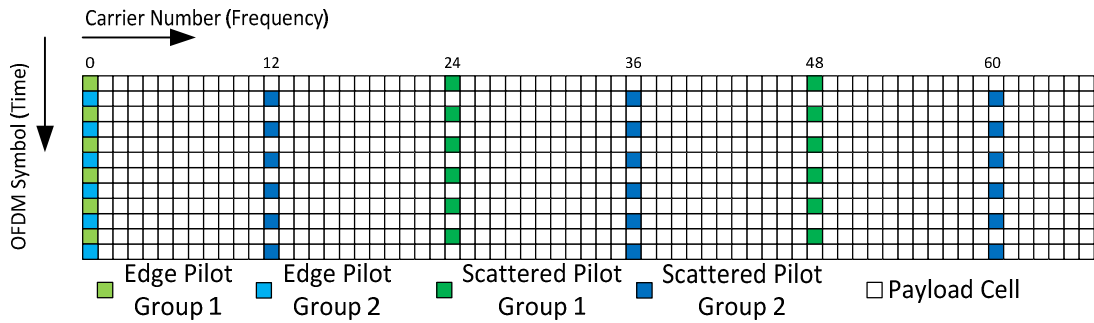
(그림 J-9) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP6_4



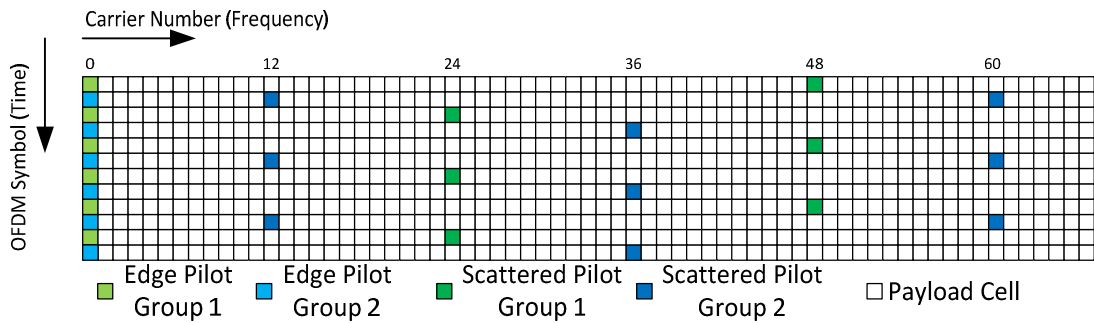
(그림 J-10) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP8_2



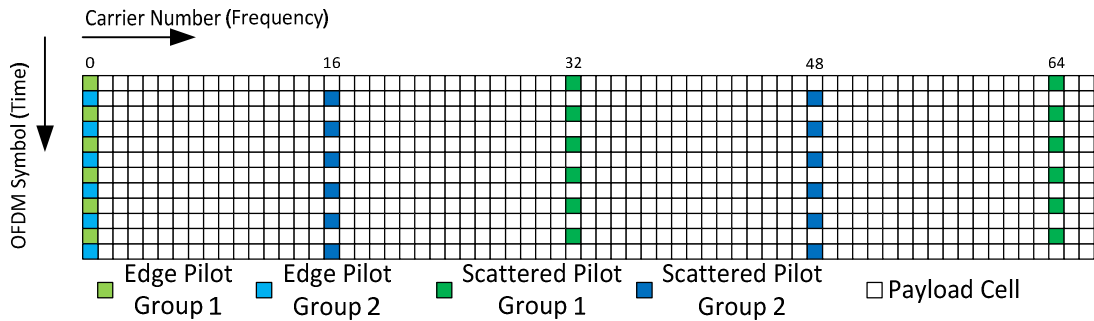
(그림 J-11) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP8_4



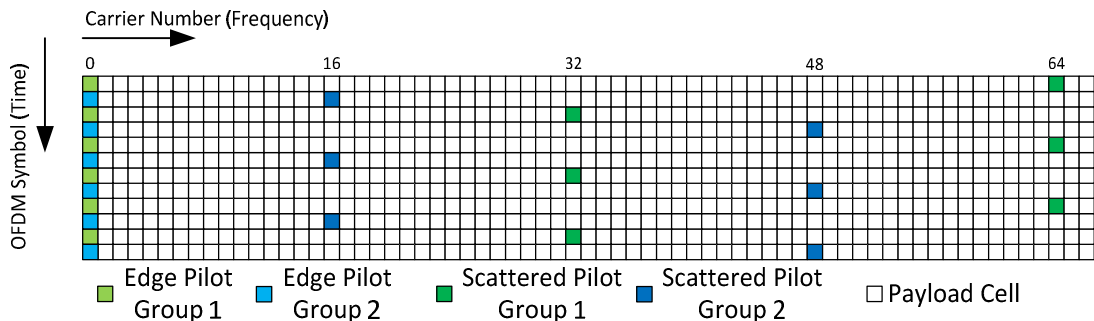
(그림 J-12) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP12_2



(그림 J-13) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP12_4

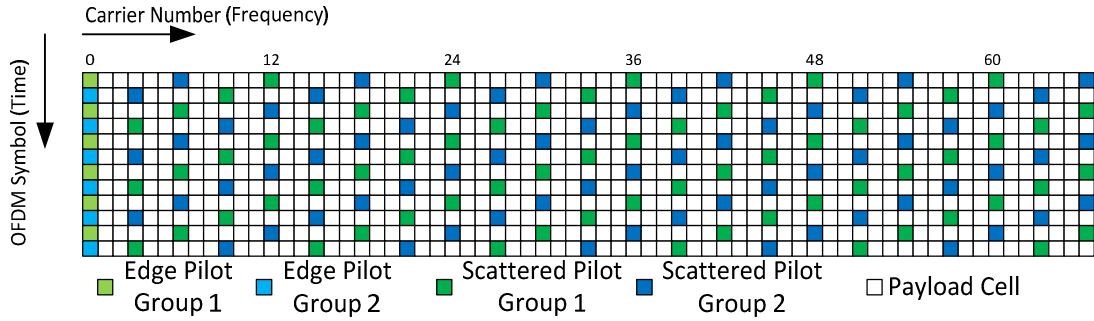


(그림 J-14) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP16_2

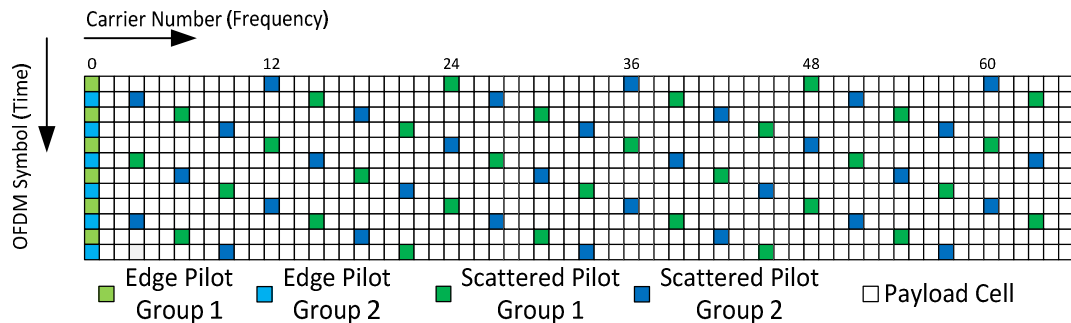


(그림 J-15) Walsh-Hadamard 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴:
MP16_4

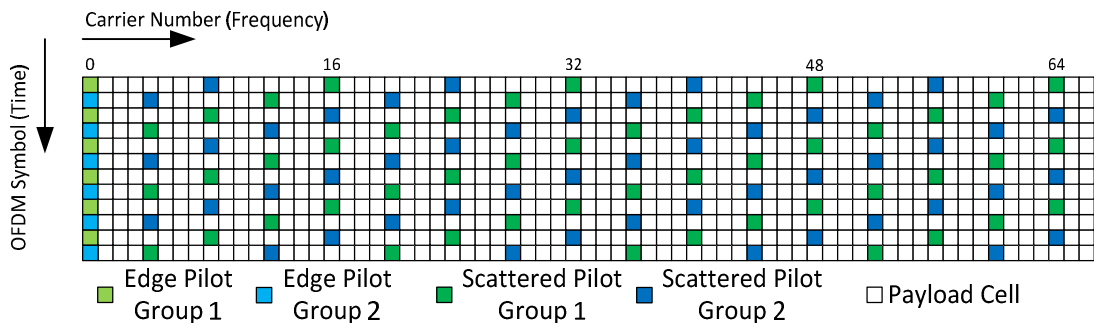
J.11.2.2. 널 파일럿



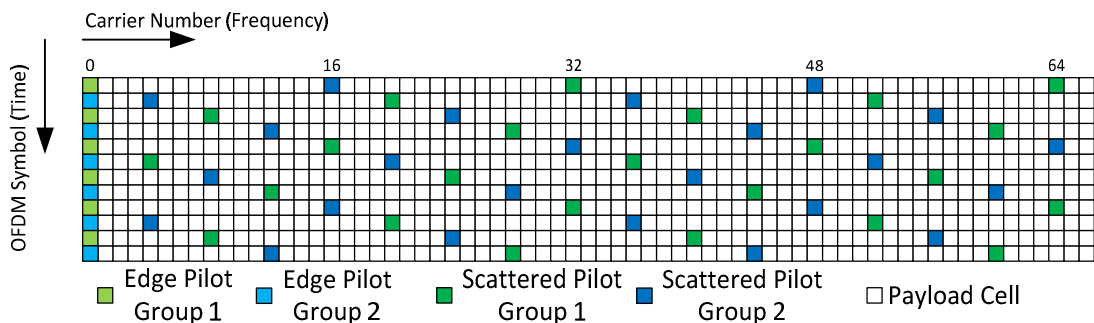
(그림 J-16) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP3_2



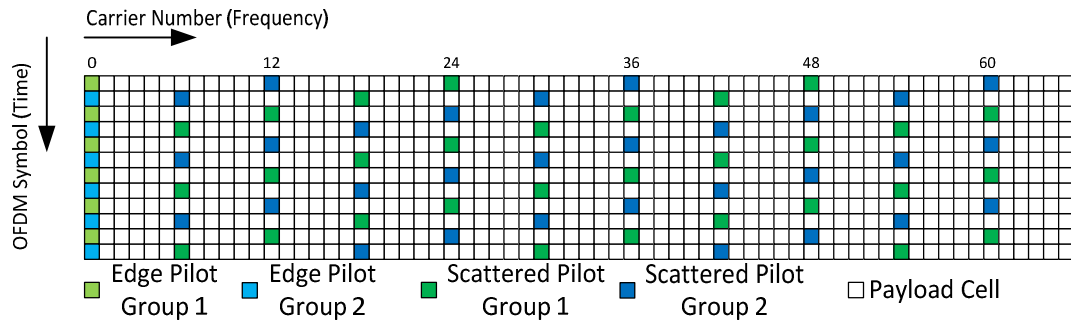
(그림 J-17) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP3_4



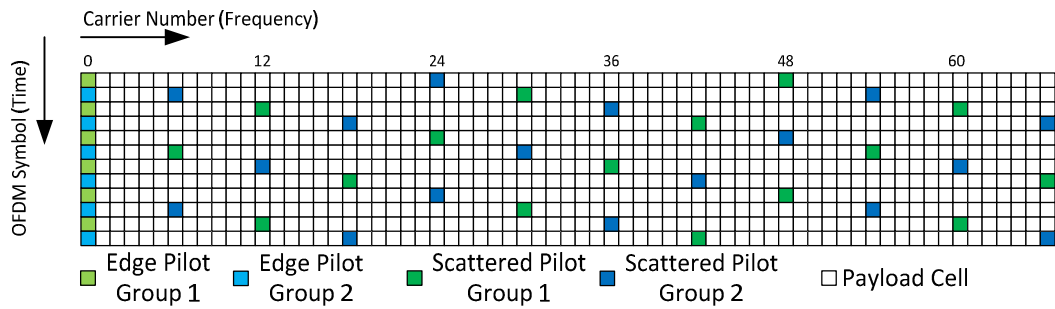
(그림 J-18) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP4_2



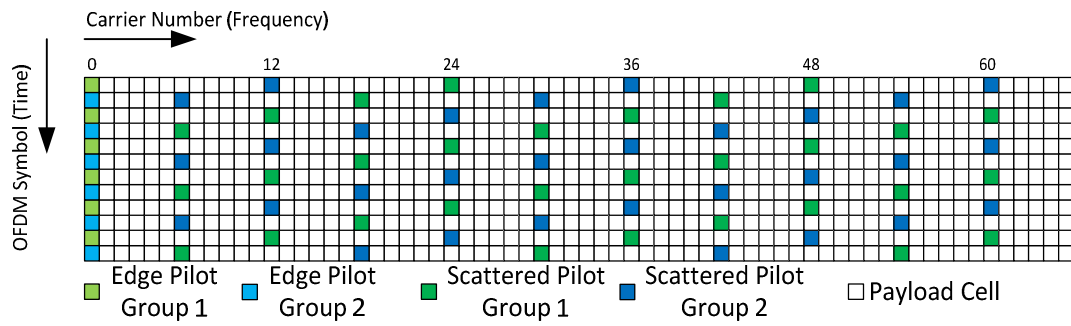
(그림 J-19) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP4_4



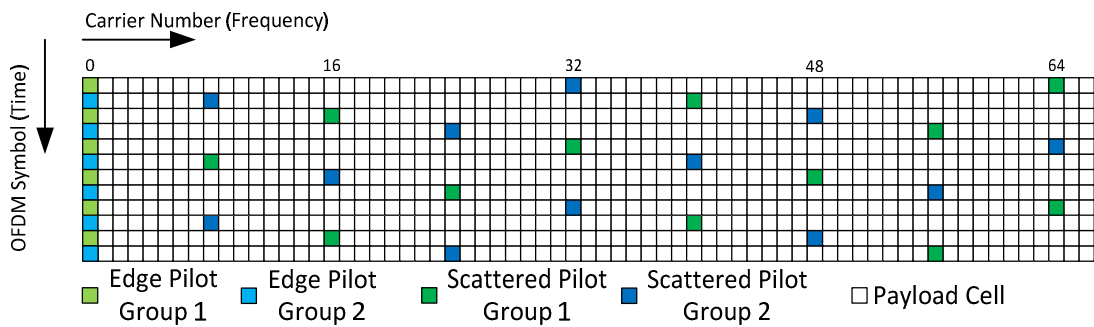
(그림 J-20) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP6_2



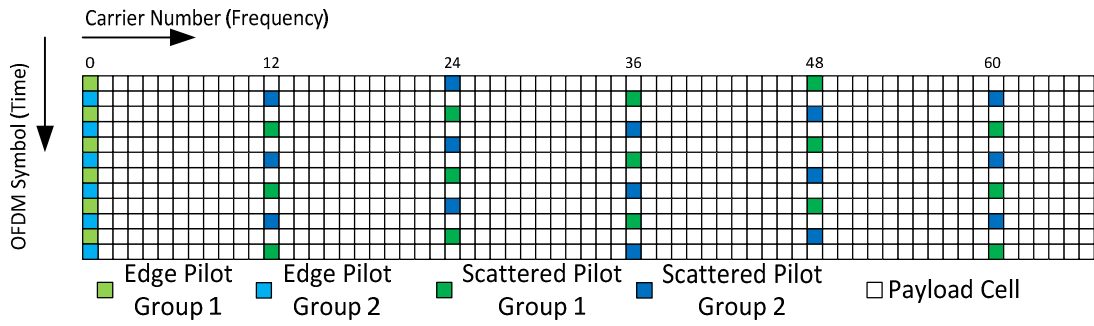
(그림 J-21) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP6_4



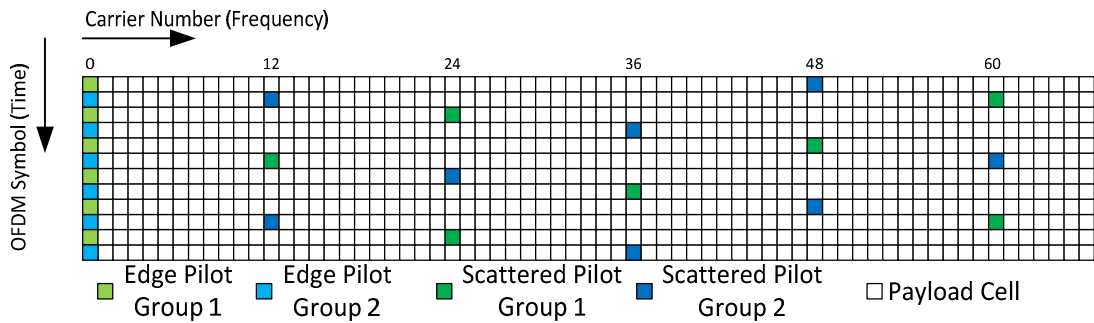
(그림 J-22) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP8_2



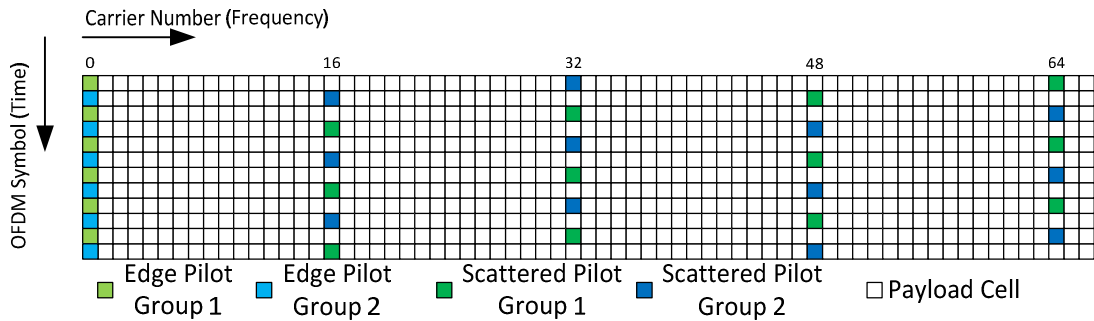
(그림 J-23) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP8_4



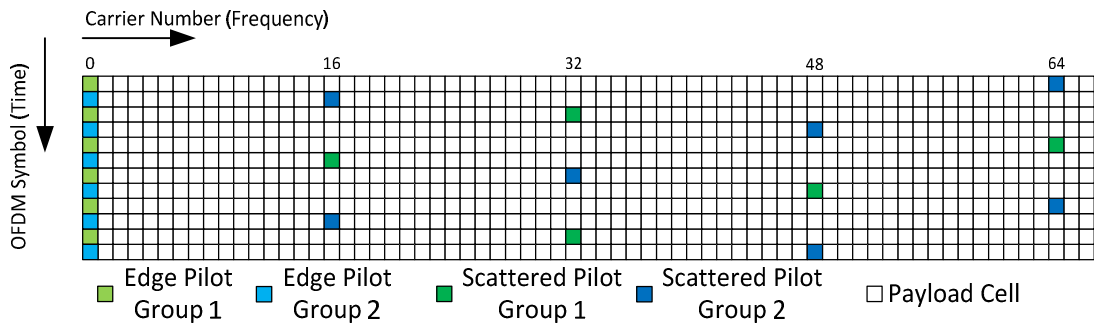
(그림 J-24) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP12_2



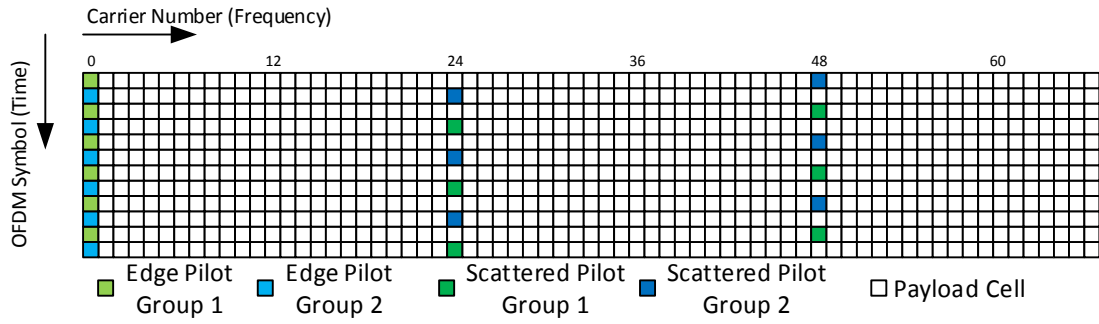
(그림 J-25) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP12_4



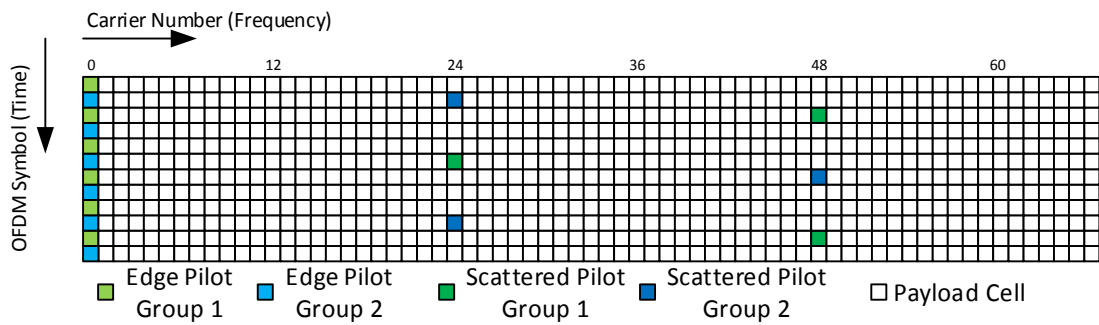
(그림 J-26) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP16_2



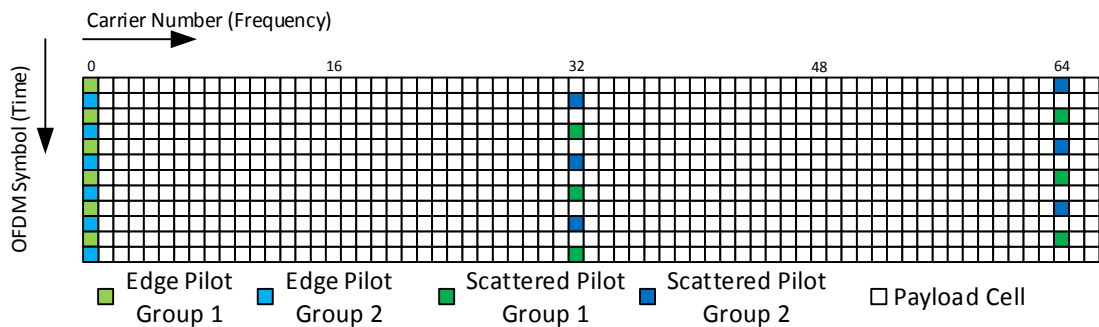
(그림 J-27) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP16_4



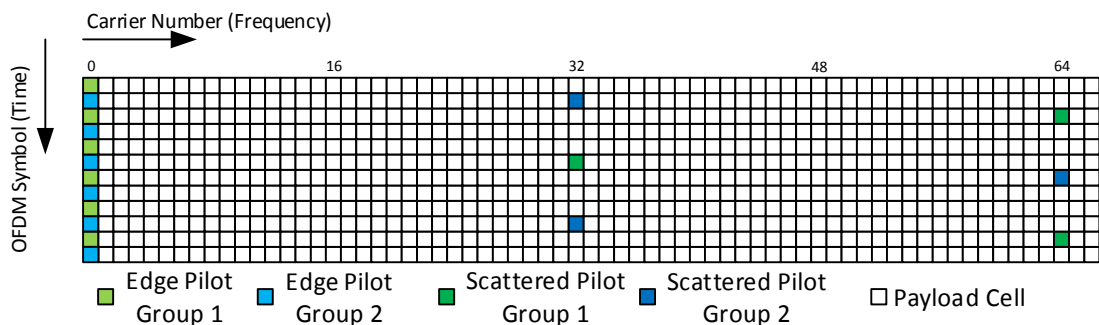
(그림 J-28) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP24_2



(그림 J-29) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP24_4



(그림 J-30) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP32_2



(그림 J-31) 널 파일럿 인코딩 MIMO 분산 파일럿 패턴: MP32_4

K. PAPR 알고리즘

K.1. PAPR 알고리즘

PAPR을 감소시키기 위해서 사용되는 특정 알고리즘은 TX 장비 제조업체가 자신의 장비에 구현하기 가장 적합한 방법을 사용한다. 참고로, K.2 절은 톤 예약에 대한 가능한 알고리즘 (TR)을 설명하고, K.3 절은 ACE에 대한 가능한 알고리즘을 설명한다.

K.2. TR 알고리즘

톤 예약 방법은 신호의 피크를 감소시키기 위해 N_{TR} 개의 예약 톤 세트를 가지고 있다. 다음 정의는 TR 알고리즘 설명에 사용된다.

n : 샘플 색인, $0 \leq n < N_{FFT}$

i : 톤 예약 방법의 반복 횟수

x_n : 톤 예약 방법에서 기저대역 시간영역 입력의 n 번째 샘플

x'_n : 톤 예약 방법에서 기저대역 시간영역 출력의 n 번째 샘플

$c_n^{(i)}$: 톤 예약 방법의 i 번째 반복 실행에서 시간영역 피크 제거 신호의 n 번째 샘플

$r_k^{(i)}$: 부반송파 색인이 k 인 예약 톤의 i 번째 반복 실행에서의 변조 신호

p_n : 아래 수식에 의해서 정의되는 기준 커널 신호의 n 번째 샘플

$$p_n = \frac{1}{N_{TR}} \sum_{k \in S_i} e^{j \frac{2\pi n(k-K_c)}{N_{FFT}}}$$

여기서, i 는 OFDM 심볼의 색인이고, S_i 는 i 번째 OFDM 심볼을 위한 예약 톤의 집합이고,

$K_c = (K_{\max} + K_{\min})/2$ 는 DC 부반송파를 나타내는 색인이다.

기준 커널 신호는 예약 톤 색인의 부반송파 위치에 1을 삽입하고 역 푸리에 변환으로 계산된다.

PAPR 알고리즘에 대하여 설명한다.

- 초기화

피크 감소 신호에 대한 초기 값은 0으로 설정된다.

$$c_n^{(0)} = 0, \quad 0 \leq n < N_{FFT}$$

$$r_k^{(0)} = 0, k \in S_I$$

● 반복 수행

1) i 는 1 부터 시작한다.

2) i 번째 반복 에서 $x_n + c_n^{(i-1)}$ 의 최대 크기 값을 찾고, 이때 최대 값은 크기 $y^{(i)}$ 와 위상 $m^{(i)}$ 로 나타낸다.

$$\begin{cases} y^{(i)} = \max_n |x_n + c_n^{(i-1)}| \\ m^{(i)} = \arg \max_n |x_n + c_n^{(i-1)}| \end{cases}, \quad \text{for } n = 0, 1, \dots, N_{FFT} - 1,$$

$y^{(i)}$ 는 정해진 클리핑 크기(V_{clip})보다 작거나 같으면, i 에서 1를 감소하고 9 번째 단계로 이동한다.

3) 피크가 제거될 수 있는 방향의 단위 크기 신호 $u^{(i)}$ 를 계산한다.

$$u^{(i)} = \frac{x_{m^{(i)}} + c_{m^{(i)}}^{(i-1)}}{y^{(i)}}$$

4) 각 예약 톤에서 다음과 같이 허용된 최대 값 $A_{\max} = \frac{5\sqrt{10} \times N_{TR}}{\sqrt{27K_{\text{total}}}}$ 을 초과하지

않는 예약 톤 진폭을 적용할 수 있는 최대 크기 교정값 $\alpha_k^{(i)}$ 를 계산한다

$$\alpha_k^{(i)} = \sqrt{A_{\max}^2 - \text{Im}\left\{\left(v_k^{(i)}\right)^* r_k^{(i-1)}\right\}^2 + \text{Re}\left\{\left(v_k^{(i)}\right)^* r_k^{(i-1)}\right\}}$$

$$\text{where } v_k^{(i)} = u^{(i)} \exp\left(-\frac{j2\pi(k - K_C)m^{(i)}}{N_{FFT}}\right)$$

5) 모든 예약 톤이 A_{\max} 를 초과하지 않는 범위 내에서 최대 교정값 $\alpha_k^{(i)}$ 을 찾는다.

$$\alpha^{(i)} = \min\left(y^{(i)} - V_{clip}, \min_{k \in S_I} \alpha_k^{(i)}\right)$$

만약, $\alpha^{(i)} = 0$ 이면, i 에서 1를 감소하고 9 번째 단계로 이동한다.

6) 순환 시프트 $m^{(i)}$ 와 크기를 기준 기준 커널 신호에서 감산하여 피크 제거 신호 $c_n^{(i)}$ 를 업데이트한다.

$$c_n^{(i)} = c_n^{(i-1)} - \alpha^{(i)} u^{(i)} p_{(n-m^{(i)}) \bmod N_{FFT}}$$

7) 각각의 예약 톤에 대해서 주파수 영역에서 계수값을 업데이트한다.

$$r_k^{(i)} = r_k^{(i-1)} - \alpha^{(i)} v_k^{(i)}$$

8) 반복 횟수 i 가 반복의 최대 허용 수보다 작은 경우에 i 를 1 증가하고 2 번째 단계로 이동한다. 그렇지 않으면, 9 번째 단계로 이동한다.

9) 반복 수행을 종료한다. 송신 신호는 데이터 신호에서 피크 제거 신호를 가산하여 얻어진다.

$$x'_n = x_n + c_n^{(i)}$$

K.3. ACE 알고리즘

ACE(active constellation extension)을 위해 2개 타입의 알고리즘이 제안되었고, 이는 성상도 차원 및 FEC 부호율에 따라 결정된다. 1차원 성상도 알고리즘은 K.3.1 장에, 2차원 성상도 알고리즘은 K.3.2 장에 설명되어있다. 아래 <표 K-1>은 변조과 부호율 조합에 따라 적용되는 ACE 알고리즘의 차원을 나타낸다.

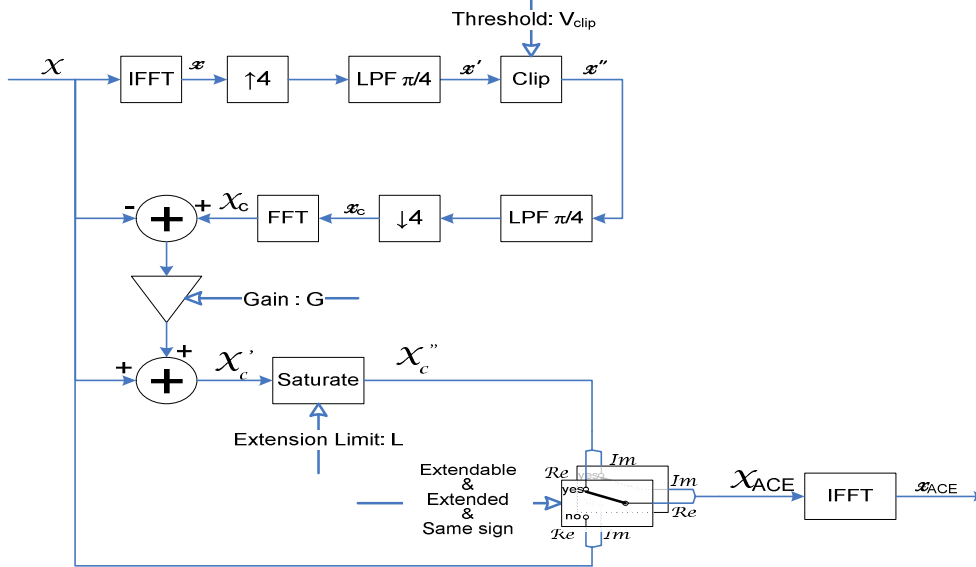
<표 K-1> 변조과 부호율 조합에 따른 ACE 알고리즘 차원

부호율/ 성상도	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/15	11/1	12/15	13/1
QPSK	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D
16QAM	1D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	1D	1D	1D
64QAM	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D
256QAM	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D
1024QA M	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D
4096QA M	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D

ACE 알고리즘은 시간 영역 신호 x_{ACE} 를 만들고, 주파수 영역 값 $X = [X_0, X_1, \dots, X_{N_{FFT}-1}]$ 을 IFFT를 통해 시간 영역의 원 신호 $x = [x_0, x_1, \dots, x_{N_{FFT}-1}]$ 로 구한다.

K.3.1. 1 차원 ACE 알고리즘

1 차원 ACE 알고리즘은 1 차원 성상도에 쓰인다.



(그림 K-1) 1 차원 성상도를 위한 ACE 알고리즘의 구현 예

$x' = [x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{FFT}-1}]$ 는 x 의 4배 오버샘플링과 저역통과 필터링으로 얻어진다.

$x' = [x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{FFT}-1}]$ 는 x' 에 클리핑 연산자를 적용하여 얻어진다.

클리핑 연산자는 다음과 같이 정의된다.

$$x'_k = \begin{cases} x'_k, & \text{if } |x'_k| \leq V_{\text{clip}} \\ V_{\text{clip}} \cdot \frac{x'_k}{|x'_k|}, & \text{if } |x'_k| > V_{\text{clip}} \end{cases}$$

클리핑 임계치 V_{clip} 는 ACE 알고리즘 관련 파라미터다.

$x_c = [x_{c0}, x_{c1}, \dots, x_{cN_{FFT}-1}]$ 는 x' 으로부터 저역통과 필터링 및 1/4 다운샘플링으로 얻어진다.

X_c 는 FFT 연산을 통해 x_c 로부터 구한다.

X'_c 는 다음과 같이 X_c 과 X 의 조합으로부터 구한다.

$$X'_c = X + G \cdot (X_c - X)$$

확장 이득 G 는 ACE 알고리즘의 파라미터다.

X'_c 는 최대치 L 값보다 크지 않은 각 값으로부터 실수와 허수를 구분한 포화 연산자를

사용하여 X'_c 로부터 구한다.

$$\begin{aligned} \text{Re}\{X'_{c,k}\} &= \begin{cases} \text{Re}\{X'_{c,k}\}, & \text{if } |\text{Re}\{X'_{c,k}\}| \leq L; \\ L, & \text{if } \text{Re}\{X'_{c,k}\} > L; \\ -L, & \text{if } \text{Re}\{X'_{c,k}\} < -L; \end{cases} \\ \text{Im}\{X'_{c,k}\} &= \begin{cases} \text{Im}\{X'_{c,k}\}, & \text{if } |\text{Im}\{X'_{c,k}\}| \leq L; \\ L, & \text{if } \text{Im}\{X'_{c,k}\} > L; \\ -L, & \text{if } \text{Im}\{X'_{c,k}\} < -L; \end{cases} \end{aligned}$$

최대치 L 는 ACE 알고리즘의 파라미터다.

X_{ACE} 는 X , X'_c 값으로부터 실수와 허수의 구분한 값으로 구성되어 있다.

$$\begin{aligned} \text{Re}\{X_{ACE,k}\} &= \begin{cases} \text{if } \text{Re}\{X_k\} \text{ is extendable} \\ \text{Re}\{X'_{c,k}\}, & \text{AND } |\text{Re}\{X'_{c,k}\}| \leq |\text{Re}\{X_k\}| \\ & \text{AND } \text{Re}\{X'_{c,k}\} \cdot \text{Re}\{X_k\} > 0 \\ \text{Re}\{X_k\}, & \text{else} \end{cases} \\ \text{Im}\{X_{ACE,k}\} &= \begin{cases} \text{if } \text{Im}\{X_k\} \text{ is extendable} \\ \text{Im}\{X'_{c,k}\}, & \text{AND } |\text{Im}\{X'_{c,k}\}| \leq |\text{Im}\{X_k\}| \\ & \text{AND } \text{Im}\{X'_{c,k}\} \cdot \text{Im}\{X_k\} > 0 \\ \text{Im}\{X_k\}, & \text{else} \end{cases} \end{aligned}$$

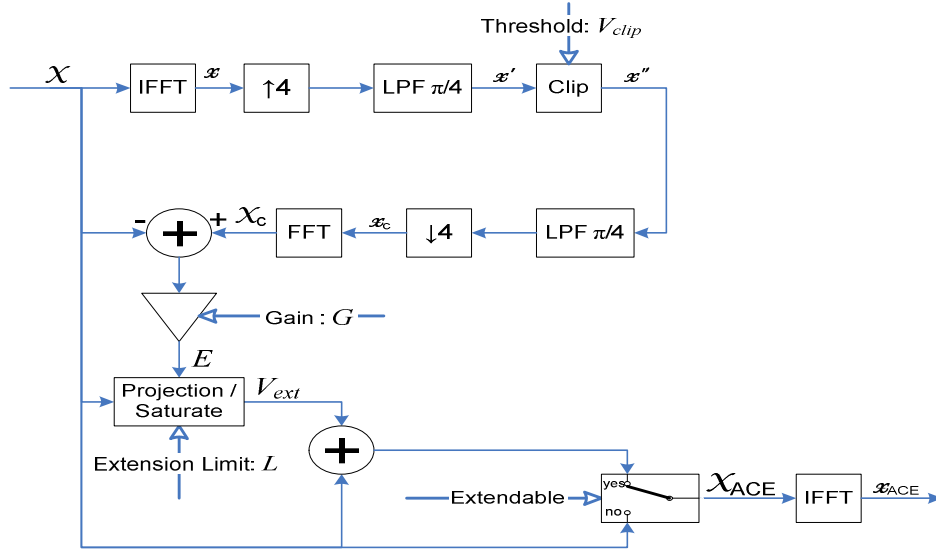
x_{ACE} 는 IFFT 연산을 통해 X_{ACE} 로부터 구한다. 다음 2가지 경우에 해당 셀이 확장 가능하게 새롭게 정의된다.

- (1) 활성화된 셀 중에서 각 구성요소의 절대값이 해당 셀의 변조 성상도와 관련된 최대값보다 크거나 같을 경우
- (2) 각 구성 값이 부프레임 경계 심볼 내의 더미 셀(dummy cell) 또는 널 셀(null cell)일 경우

이득 G 값은 1 단위로 1에서 31 사이의 범위에서 선택해야 한다. 클리핑 임계치 V_{ϕ} 는 시간 영역 신호의 표준 편차에서 0.1 dB 단위로 0dB과 12.7 dB 사이의 범위에서 선택해야 한다. 최대 확장 값 L 은 0.1 단위로 0.7과 2.4 사이의 범위에서 선택해야 한다.

K.3.2. 2 차원 ACE 알고리즘

2차원 ACE 알고리즘은 2차원 성상도에 쓰인다.



(그림 K-2) 2 차원 성상도를 위한 ACE 알고리즘의 구현 예

$x' = [x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{FFT}-1}]$ 는 4배 오버샘플링과 저역통과 필터링으로 얻어진다.

$x'' = [x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{FFT}-1}]$ 는 x' 에 클리핑 연산자를 적용하여 얻어진다.

클리핑 연산자는 다음과 같이 정의된다.

$$x'_k = \begin{cases} x'_k, & \text{if } |x'_k| \leq V_{\text{clip}} \\ V_{\text{clip}} \cdot \frac{x'_k}{|x'_k|}, & \text{if } |x'_k| > V_{\text{clip}} \end{cases}$$

클리핑 임계치 V_{clip} 는 ACE 알고리즘 관련 파라미터다.

$x_c = [x_{c0}, x_{c1}, \dots, x_{cN_{FFT}-1}]$ 는 x' 으로부터 저역통과 필터링 및 1/4 다운샘플링으로 얻어진다.

X_c 는 FFT 연산을 통해 x_c 로부터 구한다.

오차 벡터 E 는 다음과 같이 X_c 과 X 의 조합으로부터 구한다.

$$E = G \cdot (X_c - X)$$

확장 이득 G 은 ACE 알고리즘 관련 파라미터다.

확장 벡터 V_{ext} 는 다음과 같이 구한다.

$$\arg(V_{ext,k}) = \begin{cases} \frac{\theta}{2}, & \text{if } -90^\circ < \varphi_{e,k} < 90^\circ; \\ -\frac{\theta}{2}, & \text{if } -90^\circ < \varphi_{e,k} < 90^\circ; \\ \varphi_{e,k}, & \text{else.} \end{cases}$$

$$|V_{ext,k}| = \begin{cases} |E_k|, & \text{if } (|E_k| \leq L - |X_k|) \text{ AND } \left(\frac{\theta}{2} < \varphi_{e,k} < 90^\circ\right) \\ L - |X_k|, & \text{if } (|E_k| > L - |X_k|) \text{ AND } \left(-90^\circ < \varphi_{e,k} < -\frac{\theta}{2}\right) \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

φ_e 는 참조 기호 X 와 오차 벡터 E 변수 사이의 각도를 나타낸다.

각도 θ 는 ACE 블록의 입력 파라미터이고, 2차원 성상도 값과 부호율에 따라 변한다. 그 값은 <표 K-2>와 같다.

<표 K-2> 2 차원 성상도에서 ACE 알고리즘의 각도 θ (단위 : 도)

부호율/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
Cont.	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16QAM	NA	33.26°	35.6°	38.5°	44.14°	44.1°	44.49°	44.49°	42.1°	NA	NA	NA
64QAM	22.96°	39.36°	41.26°	19.01°	21.17°	22.49°	22.28°	22.49°	22.4°	19.75°	18.42°	16.81°
256QAM	36.67°	40.26°	19.11°	22.47°	8.38°	11.23°	11.23°	10.93°	11.22°	10.63°	8.8°	8.34°

X_{ACE} 는 다음과 같이 신호 X 에 확장 벡터 V_{ext} 를 더하는 방식으로 구한다.

$$X_{ACE,k} = \begin{cases} X_k + V_{ext,k}, & \text{if } X_k \text{ is extendable;} \\ X_k, & \text{else.} \end{cases}$$

x_{ACE} 는 IFFT 연산을 통해 X_{ACE} 로부터 구한다. 다음 2가지 경우에 해당 셀이 확장 가능하게 새롭게 정의된다.

- (1) 활성화된 셀 중에서 각 구성요소의 절대값이 해당 셀의 변조 성상도와 관련된 최대값보다 크거나 같을 경우
- (2) 각 구성 값이 부프레임 경계 심볼 내의 더미 셀(dummy cell) 또는 널 셀(null cell)일 경우

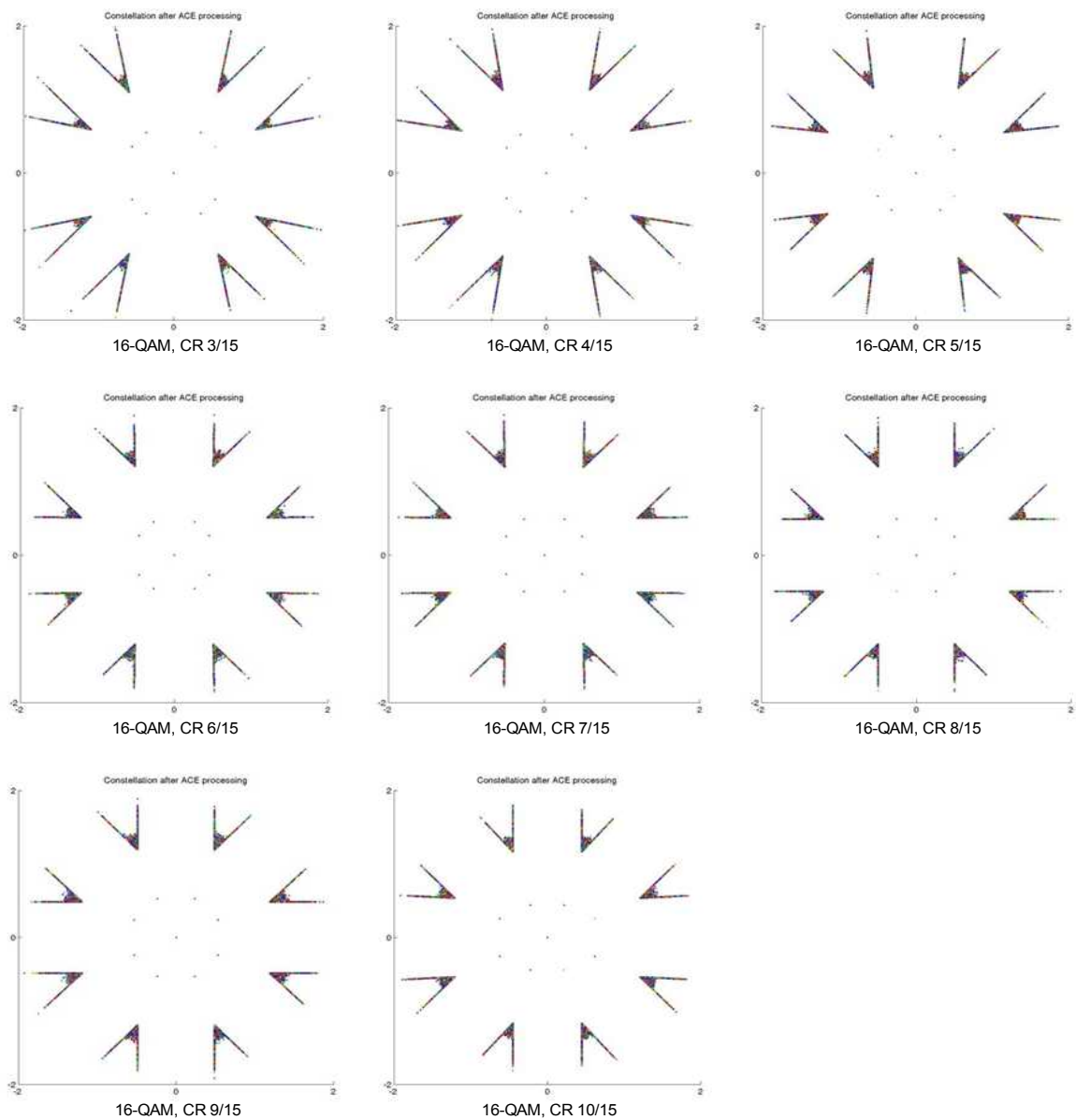
이득 G 값은 1 단위로, 1에서 31 사이의 범위에서 선택해야 한다. 클리핑 임계치 V_{ϕ} 는 시간 영역 신호의 표준 편차에서 0.1 dB 단위로 0dB과 12.7 dB 사이의 범위에서

미래방송미디어표준포럼단체표준(국문표준)

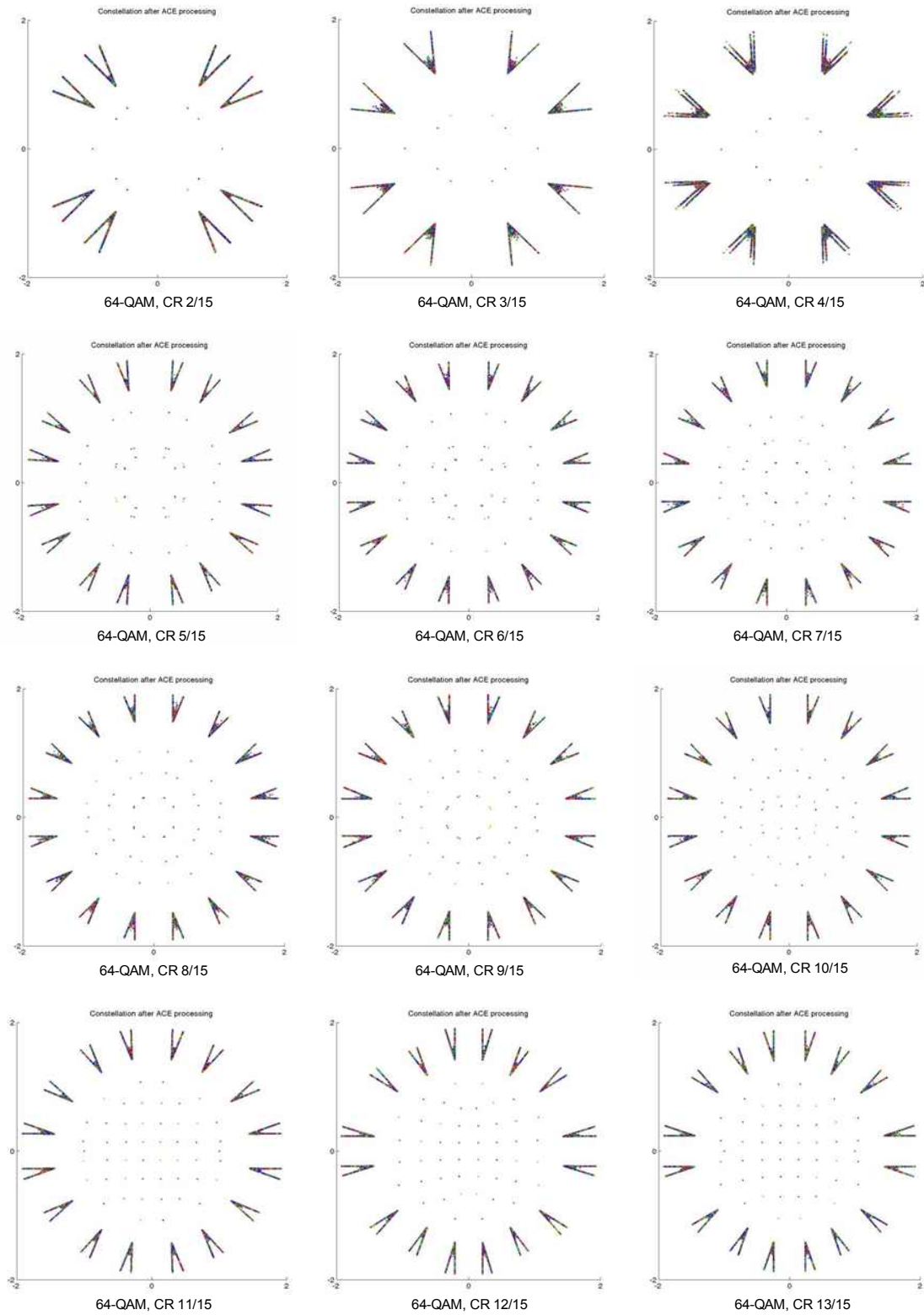
선택해야 한다. 최대 확장 값 L 은 0.1 단위로 0.7과 2.4 사이의 범위에서 선택해야 한다.

K.3.3. 2 차원 ACE 성상도 다이어그램

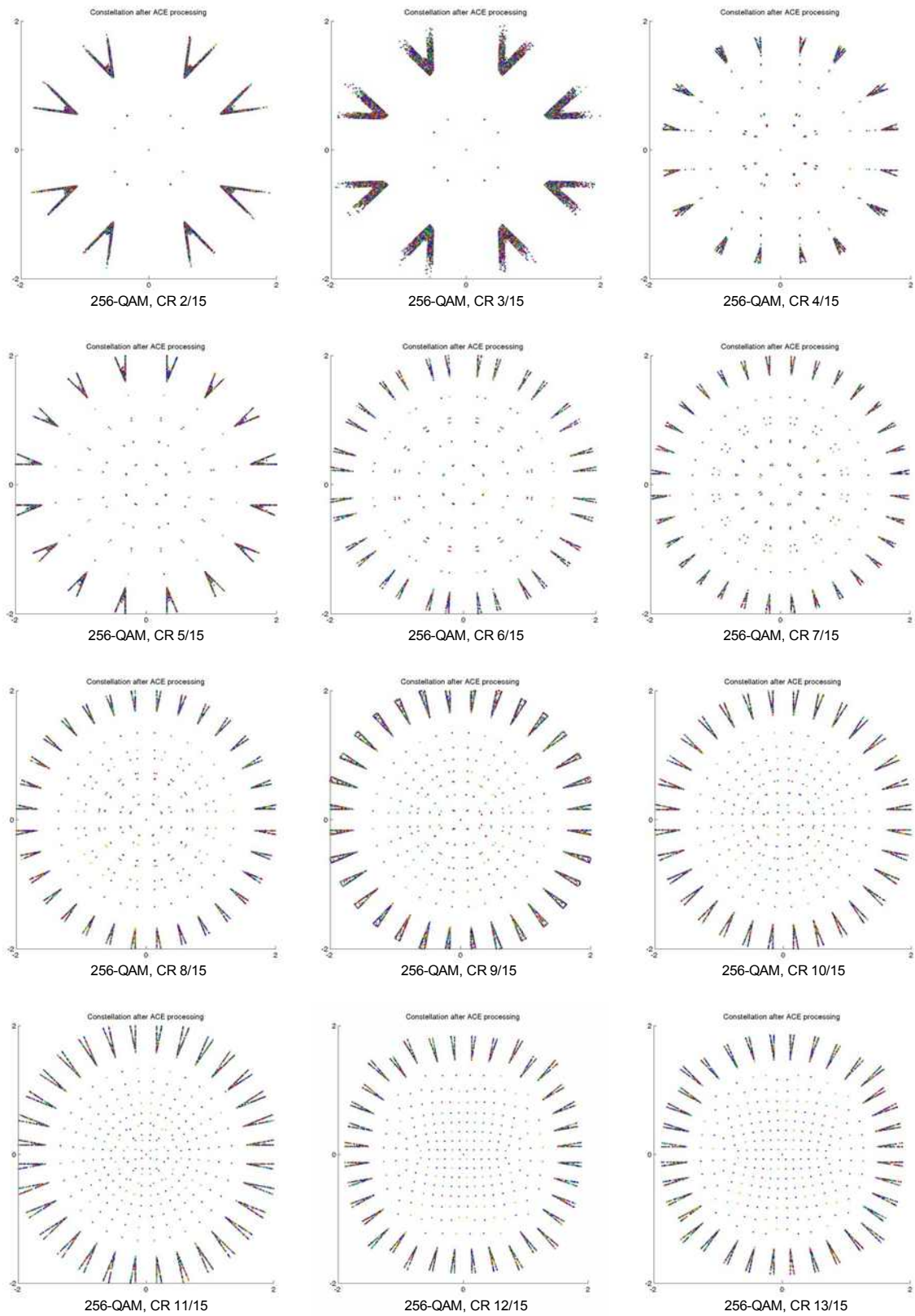
아래 그림은 2차원 ACE 알고리즘이 적용된 2차원 성상도 형태를 나타낸다.



(그림 K-3) ACE 알고리즘이 적용된 16QAM의 성상도 형태



(그림 K-4) ACE 알고리즘이 적용된 64QAM의 성상도 형태



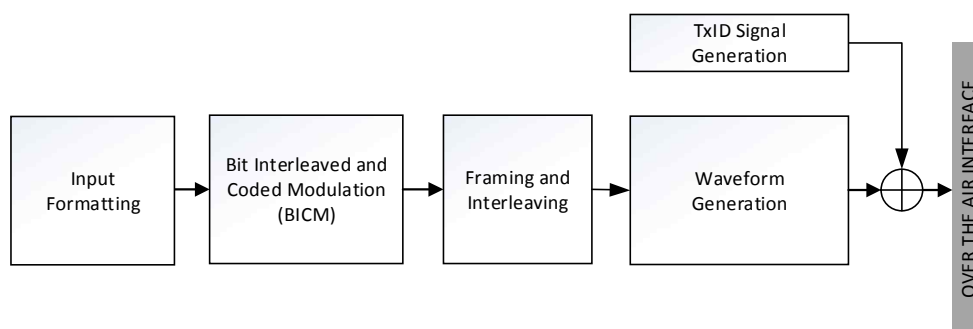
(그림 K-5) ACE 알고리즘이 적용된 256QAM의 성상도 형태

L. 송신기 식별부호 (TxID)

L.1. 개요

송신기 식별부호 (TxID)는 각 개별 송신기를 고유하게 식별할 수 있도록 한다. TxID는 RF 워터 마크 방식으로 사용하며, 이를 통해 시스템 모니터링 및 측정, 간섭원 판정, 지리적 위치, 기타 애플리케이션 등에 활용할 수 있다. TxID 신호의 특별한 용도 중 하나는 독립적으로 측정된 각 송신기의 채널 임펄스 응답을 이용하여 서비스 중인 시스템의 개별 송신기 전력 레벨과 지연 오프셋을 조정한다. 이러한 채널 임펄스 응답 정보는 특별한 모니터링 기기에 의해 측정되고 처리되지만, 현재 버전의 규격에 따른 수신기를 사용하는 일반 소비자에 의해 사용될 필요는 없다. (TxID 신호는 현재 버전의 규격에 따른 파형내의 소량의 잡음으로 나타남) TxID는 선택적인 기술이지만, 채택되면 본 부록의 요구 사항에 따라야 한다.

(그림 L-1)은 TxID 신호 생성을 포함한 전체 송신 시스템의 블록도를 보여 준다. 제어 스케줄러부터 시그널링 신호가 입력되면 하나의 네트워크 내 각각의 송신기는 방송신호 전송시 TxID를 포함한다. TxID 신호는 고유한 골드 코드 시퀀스를 전송하는 direct sequence buried spread spectrum (DSBSS) RF 워터 마크 신호이다. 각각의 TxID 신호는 시간 영역에서 현재 버전의 규격에 따른 호스트 신호에 삽입되고 현재 버전의 규격에 따른 호스트 신호에 동기되어 전송된다.

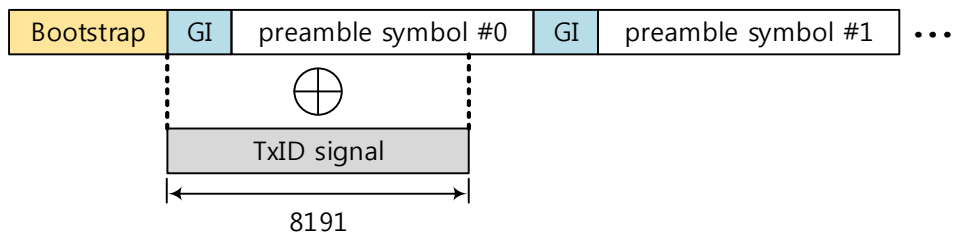


(그림 L-1) TxID 신호 생성 및 현재 버전의 규격에 따른 호스트 신호에 삽입

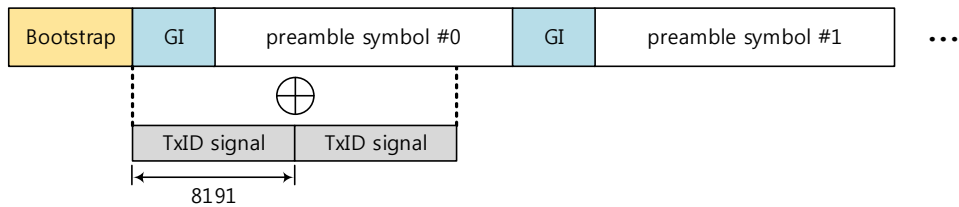
L.2. 코드 생성

TxID 신호는 가능한 가장 넓은 지리적 영역 내에 주어진 RF 채널로 각각의 송신기에

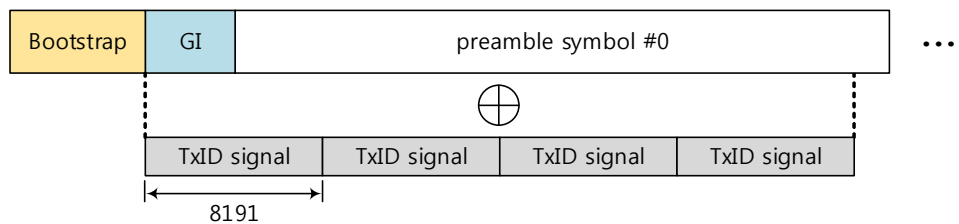
고유한 골드 코드 시퀀스를 전송하고, (그림 L-2)에서부터 (그림 L-4)에 도시된 바와 같이 첫 번째 프리앰블 심볼 구간 내에서만 전송된다. TxID 신호는 송신기 방사에 비해 상대적으로 낮은 레벨로 더해진다. 골드 코드는 특정한 피드백 배열을 가진 두 개의 시프트 레지스터에 의해 생성되고 지정된 시간에 알려진 값으로 설정된다. 시프트 레지스터는 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블에 사용된 것과 동일한 기저 대역 샘플링 레이트로 클럭킹된다.



(그림 L-2) 첫 번째 프리앰블 심볼 구간에 TxID 신호 삽입(8K FFT)



(그림 L-3) 첫 번째 프리앰블 심볼 구간에 TxID 신호 삽입(16K FFT)

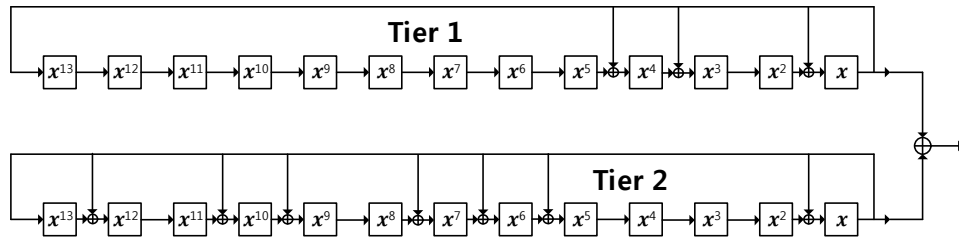


(그림 L-4) 첫 번째 프리앰블 심볼 구간에 TxID 신호 삽입(32K FFT)

L.2.1. 다중 시프트 레지스터

TxID 신호에 의해 전송된 코드는 (그림 L-5)와 같이 길이, 피드백 경로, summing 함수로 구성된 두 개의 시프트 레지스터에 의해 생성된다. 시프트 레지스터는 또한

지정된 셋업 시간간격 동안 사전로드된 입력값을 가진다. 시프트 레지스터의 결합 출력은 BPSK로 변조되고(L.3.1 절 참조) 현재 버전의 규격에 따른 호스트 신호에 삽입하여 전송한다.



(그림 L-5) 골드 시퀀스에 기반한 TxID 코드 생성

두 개의 시프트 레지스터는 다음의 생성 다항식에 의해 정의한다.

- 1 단계 생성다항식(Tier 1 generator polynomial): $x^{13} + x^4 + x^3 + x + 1$
- 2 단계 생성다항식(Tier 2 generator polynomial): $x^{13} + x^{12} + x^{10} + x^9 + x^7 + x^6 + x^5 + x + 1$

L.2.2. 클럭 레이트

(그림 L-5)와 같이 시프트 레지스터에 적용된 클럭은 부트 스트랩 심볼 2의 **bsr_coefficient** 필드에 정의되며 현재 버전의 규격에 따른 호스트 페이로드 신호의 기저 대역 샘플링 레이트로 동작한다 (9.1.3 절). 예를 들면, **bsr_coefficient** 의 신호 값이 2 라면 기저 대역 샘플링 레이트는 $6.912 = (0.384 \times (2 + 16))$ MHz이다.

L.2.3. 프리로드 값

(그림 L-5)와 같이 두 개의 시프트 레지스터들은 각 프레임의 TxID 시퀀스의 생성 이전에 프리로드된다. (그림 L-5)의 골드 코드 시퀀스 발생기의 Tier 1 시프트 레지스터는 x 는 1, 모든 다른 값은 0으로 프리로드한다. 13 비트 **txid_address**는 코드 시퀀스 발생기의 Tier 2 시프트 레지스터의 x^1 에서부터 x^{13} 에 프리로드 된다 (MSB는 x^{13} , LSB는 x^1). **txid_address** 값은 주어진 RF 채널에서 각 송신기에 고유한 값으로 할당되고, 그 값은 각각의 송신기를 제어하기 위해서 스케줄러에 의해 사용된다. 코드

시퀀스 생성기의 시프트 레지스터의 프리로드 값은 <표 L-1>에 정의된다. <표 L-1>에서 t 로 표시된 값에서 t^{13} 을 가진 **txid_address** 필드의 비트는 MSB, t^1 은 LSB로 표현한다. <표 L-1> 에서 TxID 시퀀스는 총 길이 $2^{13} - 1 = 8191$ 비트를 가지며, 각각의 송신기들에 할당될 수 있는 시퀀스의 총 수는 $2^{13} = 8192$ 이다.

<표 L-1> 코드 시퀀스 생성기의 프리로드 값

	Tier 1	Tier 2
x^{13}	0	t^{13}
x^{12}	0	t^{12}
x^{11}	0	t^{11}
x^{10}	0	t^{10}
x^9	0	t^9
x^8	0	t^8
x^7	0	t^7
x^6	0	t^6
x^5	0	t^5
x^4	0	t^4
x^3	0	t^3
x^2	0	t^2
x^1	1	t^1

L.2.4. 프리앰블 심볼과의 동기

TxID 패턴의 첫번째 비트는 시프트 레지스터에 프리로드되고 프리로드된 후 첫번째 시간동안 클럭킹된 후에 (그림 L-5)의 시프트 레지스터 배열로부터 출력된다. 첫번째 TxID 비트는 첫번째 프리앰블 심볼의 보호구간을 포함한 첫번째 프리앰블 심볼의 첫번째 샘플과 동시에 변조되어 방사된다. 두번째 TxID 비트는 첫번째 프리앰블 심볼의 보호구간을 포함한 첫번째 프리앰블 심볼의 두 번째 샘플과 동시에 변조되어 방사된다. 8K FFT 프리앰블 심볼을 사용하는 경우, 8191 비트 길이를 갖는 TxID 시퀀스는 (그림

L-2)와 같이 프레임 당 한번 방사된다. 16K FFT 프리앰블 심볼을 사용하는 경우, 8191 길이의 TxID 시퀀스는 첫번째 프리앰블 주기 안에서 두 번 반복된다. 그래서 TxID 시퀀스의 총 길이는 (그림 L-3)과 같이 16382 비트가 된다. 이 경우 두번째 TxID 시퀀스는 DC 성분을 평균화하기 위해 첫번째 TxID 시퀀스와 반대 극성을 가진다. 32K FFT 프리앰블 심볼을 사용하는 경우 길이 8191 비트 길이의 TxID 시퀀스는 첫번째 프리앰블 주기안에서 네 번 반복된다. 그래서 TxID 시퀀스의 총 길이는 (그림 L-4)와 같이 32764 비트가 된다. 이 경우 두번째와 네번째 TxID 시퀀스는 첫번째 TxID 시퀀스 대해 반대극성을 가진다. 반면에 세번째 TxID 시퀀스는 첫번째 TxID 시퀀스와 동일한 극성을 가진다. 프리앰블 심볼의 FFT 크기는 <표 G-1>에 정의된 부트스트랩 심볼 3의 preamble_structure 파라미터로 표시된다.

L.3. 코드 송신

L.3.1. BPSK 변조

생성된 골드 코드 시퀀스는 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블 심볼에 삽입하기 전에 BPSK로 변조된다. 만약 생성된 시퀀스 비트가 "0"이면 '-1'로 변조되고 생성된 시퀀스 비트가 "1"이면 '+1'로 변조된다. BPSK로 변조된 TxID 신호는 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블의 in-phase 파트에 삽입하고 quadrature 파트에는 삽입하지 않는다.

L.3.2. TxID 삽입레벨

다양한 삽입레벨로 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블에 TxID 신호를 삽입하기 때문에 오퍼레이터는 원하는 TxID 검출 성능을 유지하면서 프리앰블의 성능 감소를 최소화 할 수 있다. 사용할 TxID 삽입레벨은 (TxID 신호 방사를 하지 않는 것을 포함) 제어 스케줄러로부터 송신기로 제공된다.

<표 L-2>에서 TxID 삽입 레벨은 dB 값으로 정의하며, 스케일된 TxID 신호는 부트스트랩 바로 다음에 오는 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블에 삽입된다. dB 값이 정확한 값인데 반해 이탤릭체의 선형 스케일링 팩터들은 대략적인 값임에 유의해야한다.

<표 L-2> 현재 버전의 규격에 따른 호스트 프리앰블 아래 TxID 삽입 레벨

TxID Injection Code	Level Below Preamble (dB)	Scaling Factor (Amplitude)
0000	OFF	0
0001	45.0 dB	0.0056234
0010	42.0 dB	0.0079433
0011	39.0 dB	0.0112202
0100	36.0 dB	0.0158489
0101	33.0 dB	0.0223872
0110	30.0 dB	0.0316228
0111	27.0 dB	0.0446684
1000	24.0 dB	0.0630957
1001	21.0 dB	0.0891251
1010	18.0 dB	0.1258925
1011	15.0 dB	0.1778279
1100	12.0 dB	0.2511886
1101	9.0 dB	0.3548134
1110	Reserved	—
1111	Reserved	—

L.4. 시그널링 필드

TxID 방사의 제어를 위한 시그널링 필드는 참고문헌[1]에 정의한다.

