

# 제6장

## MPEG-2



## ■ MPEG-2 기초

### 1. MPEG-2 PART

⇒ MPEG표준에서 MPEG-1과 같이 뒤에 붙은 1,2,4등은 단계(Phase)를 나타내고 각 단계를 기술분야별로 세분화한 것이 분야(Part)이다. MPEG-1은 5개 파트로, MPEG-2는 9개 파트로 되어 있다.

#### 1) MPEG-2의 PART 9

- ① 13818-1(Systems) ; 음성,영상 및 데이터의 전송과 저장을 위한 부호화 형식을 규정하고 2개의 데이터형식(TS,PS)을 정의한다.
- ② 13818-2(Video) ; 영상의 저장,방송,통신 등 다양한 용도 및 SIF화상에서부터 HDTV화상까지 그 기능면에서 차이를 나타내는 5단계의 프로파일과 화상크기의 차이를 나타내는 4단계레벨로 분리하고 있으며, 비월주사를 효율적으로 부호화하고 있다.
- ③ 13818-3(Audio) ; 높은 현장감을 얻기 위해 멀티채널 서라운드부호화등을 규정하고 있다.
- ④ 13818-4(Conformance Testing) ; 시스템,영상 및 음성 각각에 대해 MPEG-2의 비트스트림과 디코더가 규격에 적합한지를 시험하는 방법을 규정하고 있다.
- ⑤ 13818-5(Simulation Software) ; 미국규격협회표준인 ANSI C 언어로 쓰여진 영상 및 음성의 소프트웨어 부호화와 복호화의 예가 포함되어 있다.
- ⑥ 13818-6(DSM-CC extension) ; 디지털저장매체 명령과 제어는 망에 접속된 디지털저장매체로부터 MPEG-1이나 MPEG-2에 의해 압축데이터를 효율적으로 뽑아내기 위한 명령과 제어방법을 규정하고 있다.
- ⑦ 13818-7(AAC;Advanced Audio Coding) ; AAC는 MPEG-1 오디오와는 호환성을 고려하지 않고 처음부터 서라운드 기능에 적합한 부호화 방식을 채택하였다.
- ⑧ 13818-9(Real-Time Interface) ; 25 $\mu$ s 저지터 응용을 위한 인터페이스 사양을 규정하고 있다.
- ⑨ 13818-10(DSM-CC Conformance Testing) ; DSM-CC 적합성 시험

## 2) MPEG-2의 추가(최종수정판;AMD;Amendments)

- ① 13818-1 AMD 3(Private Data Identification)
- ② 13818-2 AMD 2(4:2:2 Profile) ; main profile에서는 4:2:0만 지원되었으나 색 재현성이 저하되므로 색차신호의 횡방향해상도를 2배로 한 4:2:2 프로파일(D1해상도;BT601규격)이 추가로 승인되었다.
- ③ 13818-2 AMD 3(Multiview Profile)
- ④ 13818-2 AMD 4(ITU-T extension)

## 2. MPEG-2 특징



### 1) 기본 특성

- ① 저장미디어뿐만 아니라 통신과 방송 및 멀티미디어 적용을 위해 설계되었다.
- ② SDTV품질(SIF)에서부터 HDTV품질까지 확장가능하도록 설계되었다.
- ③ 순차주사뿐만 아니라 비월주사까지 수용하였다.
- ④ Scalability(가변분해능력)를 가지도록 설계되었다.
- ⑤ 복호기는 MPEG-1 비트열도 복호(역방향호환성)할 수 있도록 하였다.

### 2) 기본 설계 개념

- ① Interoperability(상호운용성) 추구 : 서로 다른 미디어와 다른 플랫폼(컴퓨터 등의 기종) 등과 정보교환이 가능하도록 추구
- ② Scalability(가변분해능력) 추구 ; 부호화비트열에서 일부 비트열로 그 아래 해상도의 영상을 재생할 수 있도록 추구(HD영상→SD영상)
- ③ Extensibility(확장성) 추구 ; 어떤 비트열로 전송되는 부호화비트열에 일정 비트의 데이터를 추가함으로써 그 보다 높은 해상도의 영상품질을 재생할 수 있도록 추구(SD영상→HD영상)

### 3. MPEG-2 와 MPEG-1의 차이



		MPEG-1	MPEG-2
영상 포맷	주사	순차주사	순차주사 또는 비월주사
	포맷	SIF	SIF, EDTV, HDTV
	크로마	4:2:0	4:2:0, 4:2:2, 4:4:4
	Profile	지원않음	Profile과 Level에 의한 기능
화질		VHS	Distribution/contribution
비트율유연성		CBR, VBR	CBR, VBR
비트율		가변(< 1.856Mbps)	가변(< 100Mbps)
저지연모드		< 150ms	< 150ms(when no B)
접근방법		Random access	Random access
GOP구조		GOP구조를 갖는다.	GOP구조를 갖지 않아도 된다.
Scalability		규정없음.	3종류(SNR, spatial, temporal)
양립성		규정없음	Forward, backward, up, down
전송에러		Error 검출	에러은닉(복구) 제공
bitstream 편집		Yes(GOP)	Yes(GOP)
트릭모드		지원	강력하게 지원
DCT		순차주사	Field(순차) or frame(비월)
움직임예측필드		순차주사	Field, frame, dual-prime
움직임벡터		MV for P, B	For P, B, & concealment MV
주사		zigzag	Zigzag & alternate

## ■ MPEG-2 시스템 표준

### 1. MPEG-2 시스템과 다중화

⇒ 개별적으로 부호화된 영상과 음성 및 데이터 비트 스트림 각각을 시분할 다중화 하여 하나의 비트 스트림을 만들고, 이들 신호들간에 동기를 유지하고 ATM망을 통해 전송하기 위해 시스템표준을 만들어야 한다.

#### 1) 시스템표준의 필요성

- ① MPEG-2 영상 비트열과 음성 비트열 및 데이터 비트열을 전송하거나 저장하기 위해 이들 비트열 들을 하나로 묶어야 한다(다중화한다).
- ② 하나의 비트열로 다중화 하기 위해서는 통신 채널이나 저장 미디어 등이 갖는 프로토콜이나 저장 포맷에 적합한 형식으로 만들 필요가 있다.(유연성제공)
- ③ 다중화에서 가장 중요한 점은 수신측에서 비트 스트림을 복호할 때 원 신호의 순서와 시간이 일치하도록 동기를 맞추는 일이다.(동기재생)
  - 이를 위해 복호 및 재생 기준시간을 알려주는 정보의 전송이 필요함.

#### 2) MPEG 2 시스템의 다중화방식

- ① 단일 프로그램을 오류가 없는 채널 환경에서 다중화 하는데 적합한 프로그램 스트림(PS :Program Stream)이 있는데, MPEG-1 시스템을 약간 개선한 것이다.
- ② 오류가 있는 채널환경에서도 복수의 프로그램을 다중화하는데 적합한 트랜스포트 스트림(TS:Transport Stream)이 있다.
  - 복수의 프로그램을 하나의 비트열로 다중화 하므로 멀티미디어 시대의 디지털 TV방송 등에 적합하고 제한수신을 위한 스크램블 기능(비트열을 암호화하여 유료 가입자 이외에는 시청할 수 없게 하는 것)을 부가할 수 있도록 되어 있다.
  - 또한 랜덤 액세스가 용이하도록 디렉토리 정보나 개별 비트열에 관한 정보 등을 실을 수 있다.

#### 3) 다중화는 시분할 패킷다중화

- ① MPEG-2에서 영상 및 음성 등 각각의 데이터를 패킷(packet)이라는 적당한 길이의 비트열(PES:Packetized Elementary Stream)로 데이터를

분할하고 이 패킷을 기본단위로 하여 시분할 다중화한다.

- ② 각 패킷은 헤더가 있어 패킷에 관련된 다양한 정보를 담고 있다.
  - Header정보 : 해당 패킷이 영상인지 음향인지 등의 속성을 식별하는 정보, CRC와 같은 에러검출 정정부호 등
- ③ MPEG-2에서는 다양한 응용분야에 적용 가능토록 패킷의 최대길이를 216(64?)바이트로 하고 패킷도 고정길이 뿐만 아니라 가변길이 전송 및 불연속 전송도 가능토록 하였다.
- ④ 각각의 PES를 하나의 비트열로 다중화 하여 PS나 TS를 만든다.
- ⑤ 패킷 길이는 전송채널이나 매체에 의존한다.
- ⑥ ATM(Asynchronous Transfer Mode.비동기 전달모드)에서는 53 바이트의 패킷(셀)을 사용한다.
  - Header(패킷에 관한 기본 정보) 5바이트+사용자정보(Payload) 48바이트
  - Header의 비율이 높아 사용자 정보의 전송효율이 떨어지지만 지연시간과 버퍼 메모리양이 적게 되는 이점이 있다.

#### 4) TS패킷 188바이트 필요성

- ① TS패킷은 ATM과의 접속성을 고려하여 1백88바이트 고정길이이다.
- ② ATM셀의 사용자정보 48바이트중 한 바이트를 AAL(ATM Adaptation Layer)용으로 사용하면 실제 사용자 정보는 47바이트가 된다.
- ③ 따라서 하나의 TS패킷은 4개의 ATM셀에 실어서 전송할 수 있다.
- ④ 각 TS패킷의 첫 4바이트는 Header용이므로 나머지 1백84바이트가 실제 영상과 음성 등을 실어 나르는 사용자정보 부분이다.
- ⑤ TS패킷의 길이는 에러정정을 고려하여 결정되었다.
  - 블록 에러정정부호로서 가장 탁월한 성능을 갖는 리드솔로몬부호를 적용하려면 TS 패킷의 길이는 2백55보다 충분히 작은 것이 바람직하므로 결국 ATM과의 접속성을 고려하여 1백88바이트로 결정된 것이다.
    - 예) 무궁화위성을 이용한 디지털 방송에서는 각 TS 패킷에 16바이트의 오류정정부호를 부가한 RS(204, 188)를 사용하고 있어 수신측에서 2백4바이트중 8바이트까지의 오류를 정정할 수 있다.
- ⑦ 균집오류에 강한 리드솔로몬 부호와 산발적 오류에 강한 길쌈 부호(Convolutional Code) 또는 길쌈부호를 변조부와 결합하여 성능을 개선한 TCM(Trellis Coded Modulation)을 함께 사용하고 있다.

## 5) 동기방식

MPEG-2 시스템에서는 두가지 형태의 동기가 필요하다.

- ① 데이터 신호원 클럭과 복호기 클럭사이의 동기
  - SCR(System Clock Reference)과 PCR(Program Clock Reference)이 기준시각
- ② 다중화된 여러 기초스트림(ES)의 재생을 위한 동기
  - Time Stamp ; 패킷헤드에 포함되어 있음.
- ③ 여러개의 기초스트림이 있을 경우에는 스트림을 재생할 때마다 기존에 재생된 스트림과의 동기를 맞추기보다는 기준시간을 참조하는 것이 편리하다.
  - 기준시간이라 함은 여러개 복호기 클럭중의 하나이거나 저장매체나 채널의 클럭 또는 별도 외부클럭일 수 있다.

## 6) Time Stamp

- ① 각 액세스단위로 복호하고 재생하는 시각을 관리하기 위한 정보
- ② 재생출력을 위한 PTS(Presentation Time Stamp)와 DTS(Decoding Time Stamp)의 두종류가 있다.
- ③ MPEG-2복호기에서는 시스템클럭 STC(System Time Clock)가 PTS에 일치하는 순간에 해당하는 액세스단위를 재생출력한다.
- ④ 클럭주파수는 NTSC와 PAL방식의 프레임주파수의 공배수로서 음성표본의 주기보다 높은 정밀도를 얻기 위하여 90kHz를 사용한다.
- ⑤ 타임스탬프를 두가지로 구분하는 이유는 MPEG 영상이 실제로 재생되는 순서와 부호화되어 전송되는 순서가 다를 수 있기 때문이다.
  - B picture를 사용하는 경우 GOP의 구조상 B picture는 자신보다 시간적으로 뒤에 오는 I 또는 P를 참조해야 하므로, 복호시에 이들 기준화면을 먼저 복호하지만 재생할 순서는 B picture를 먼저 재생해야 하므로 복호화하는 순서와 재생출력하는 순서가 달라질 수 있다.
- ⑥ 현재 패킷이 액세스단위의 선두를 나타내는 경우에는 헤더에 부가된다.
- ⑦ MPEG시스템에서는 PTS와 DTS가 다른 경우에는 양쪽의 타임스탬프를 모두 붙이고, 일치하는 경우에는 PTS만을 붙인다.
  - B picture를 사용하는 영상스트림의 경우 ;  
I, P picture는 PTS와 DTS를, B picture는 PTS만을 가진다
  - B picture를 사용하지 않는 영상스트림의 경우 ;

DTS는 필요없고 I, P picture에서 모두 PTS만을 가진다.

### 7) SCR과 PCR

- ① 부호기에서 복호기까지 최종적인 동기를 위해, MPEG에서는 부호기에서 데이터가 얻어지는 시간을 저장하고, 이 정보를 부호화 비트스트림에 함께 전송하여 복호기에서 재생할 때 이를 이용하는데 이런 목적의 필드가 PCR과 SCR이다.
- ② MPEG-2에서 프로그램스트림(PS)에서는 SCR을, 트랜스포트스트림(TS)에서는 PCR을 사용하여 복호기와 데이터신호원 사이의 동기를 유지한다.
- ③ 최종 바이트가 도착하는 순간에 SCR 또는 PCR이 나타내는 값으로 기준시각을 맞춘다.

### 8) PLL 사용의무

- ① STC와 일체가 된 PLL을 사용하면 복호기에서 부호기 시스템 클럭주파수와 완전히 일치한 시스템클럭을 얻을 수 있다.
- ② MPEG-2 TS에서는 복호기에서 PLL 사용을 의무화하고 있다.
- ③ MPEG-1에서는 동기 클럭주파수가 90kHz면 충분하다고 생각되었지만, MPEG-2에서는 PLL을 고려하여 27MHz로 변경하였다.

### 9) 비트스트림의 ATM망 매핑방법

MPEG-2 비트스트림을 ATM셀로 매핑하는 방법에는 AAL1을 이용한 CBR(일정비트율)전송과 AAL5를 이용한 전송이 있다.

#### 가) AAL 5

- ① 두개의 TS패킷은 8개의 ATM셀에 정확히 매핑된다.
- ② 단점으로는 시간정보를 추출할 수 없으며, 순방향에러제어(Forward Error Correction)를 하지 못한다.
- ③ 장점으로는 데이터 및 신호전송용 AAL-5가 이미 장착된 종단 사용자 장치에 대해서는 추가로 경비부담없이 영상 서비스를 제공할 수 있다.
- ④ NULL convergence sublayer를 적용하여 네트워크 기능을 추가로 정의하지 않아도 된다.

#### 나) AAL1

- ① AAL5에 비해 실시간 어플리케이션을 위해 정의되었다.



- ② AAL1은 ATM망 내에 회선 에물레이션 서비스를 제공하기 위해 만들어졌기 때문에 CBR에만 적용한다.
- ③ 순방향에러제어 기능도 제공한다. 따라서 MPEG-2 영상전송에 필요한 기능들을 가지고 있다.
- ④ 데이터 및 신호전송용으로 AAL-5가 이미 장착되어 있는 장치에 대해서는 MPEG-2전송을 위해 별도로 AAL-1을 장착해야 한다.

**2. MPEG-2 시스템 다중화 방법**



**1) MPEG-2 시스템 구성**

- ① MPEG-1은 CD-ROM과 같은 저장매체를 주된 응용분야로 한 표준이지만, MPEG-2는 이에 부가하여 통신이나 방송등 다양한 분야를 위한 범용표준이므로 다양한 응용분야에 대응할 수 있도록 PS와 TS 두가지 다중화방법을 규정하고 있다.
- ② MPEG-2시스템표준에는 부호기의 구조에 대한 규정을 하고 있지 않지만 그림과 같은 영상 및 음성 기본스트림의 다중화에 대한 기본 구조를 제시하고 있다.

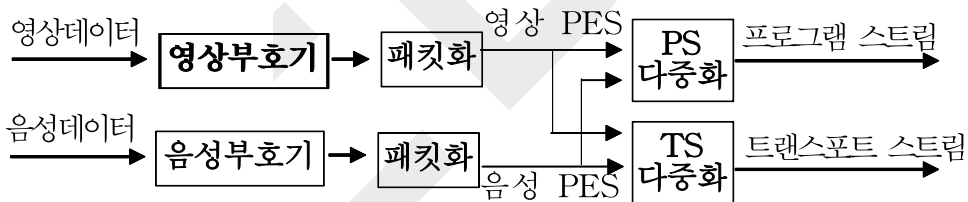


그림6-1. MPEG-2 시스템구성

**2) MPEG-2 다중화 과정**

- ① 부호기를 통해 출력되는 기초스트림은 PES(Packetized Elementary Stream) 패킷으로 패킷화된다.
- ② PES패킷의 가장 중요 역할은 여러 개의 기초스트림을 재생할 때 필요한 동기신호를 포함하고 있다는 점이다.
- ③ 다음 단계로 PES 패킷들이 시스템의 계층정보들과 함께 PS 또는 TS로 다중화된다.
- ④ 부호기 출력부터 PS 또는 TS신호출력까지를 다중화과정이라 한다.

- ⑤ MPEG-2 시스템의 비트스트림은 시스템계층(시스템복호기 입력단계)과 압축계층(영상 및 음성복호기 입력단계)로 나눌 수 있다.

### 3. PS와 TS 기초와 PES



#### 1) 프로그램스트림과 트랜스포트스트림

##### ① PS(프로그램스트림)

- CD-ROM과 같이 상대적으로 데이터의 오류나 손실이 적은 매체를 위해 정의된 다중화방법으로, MPEG-1의 시스템표준과 동일한 역할을 수행한다.
- 영상이나 음성 등 개별적으로 부호화된 스트림을 다중화하여 하나의 프로그램으로 구성하는 비트스트림으로 만드는 역할을 수행한다.

##### ② TS(트랜스포트스트림)

- 잡음이 많은 채널처럼 전송로 에러 또는 데이터의 손실이 일어날 수 있는 환경에 대응하기 위해 정의되었다.
- 여러개의 프로그램을 다중화하여 하나의 비트스트림으로 만들 수 있도록 규정하고 있다.
- 디지털 위성방송시스템처럼 하나의 중계기에 여러개의 프로그램을 전송하는 경우처럼 방송을 염두에 두고서 만든 방식이다.
- 편성의 유연성이나, 스크램블 기능, 랜덤액세스가 용이한 디렉토리 정보나 개별 스트림의 종류별 정보 등 다양한 부가기능을 위한 정보를 포함하고 있다.

#### 2) PES 데이터구조의 특징

- ① MPEG-2 시스템의 PS 및 TS는 모두 PES 패킷을 사용한다.
- ② PES 패킷은 두가지의 다중화 방법에서 공동으로 사용되기 때문에 MPEG-1의 패킷에 비해 헤더부분이 복잡하다.
- ③ PS와 TS에서 패킷구조를 공통으로 한 것은 두 비트 스트림사이의 변환이 가능토록 하기 위함이다.

	PS	TS
패킷 길이	가변	고정
PES패킷	그룹화하여 팩구성	분할하여 TS에 실림*
* ATM셀의 패킷길이는 48바이트(1바이트는 동기용, 실제 데이터는 47바이트)이므로 트랜스포트 패킷 하나는 네 개의 ATM셀에 실어 전송가능		

### 3) PES 계층의 기본구조

- ① PES계층의 기본기능은 비트스트림을 역다중화하고 동기에 맞추어 기본스트림을 재생한다.
- ② 역다중화는 다중화된 비트스트림에서 각각의 기본스트림을 재구성한다.
- ③ 기초스트림은 여러개의 PES패킷으로 나누어진 후 연속적으로 배열되고, 여러 기초 스트림으로부터 온 PES패킷들은 다음 계층으로 다중화된다.
- ④ PS는 여러개의 PES패킷이 하나의 Pack이 될 수 있으므로 하나의 팩은 여러개의 기초스트림 데이터를 포함할 수 있다. 그러나 PES패킷은 하나의 기초스트림의 데이터만을 포함한다.
- ⑤ TS는 PES패킷이나 트랜스포트패킷 모두 하나의 기본스트림으로 구성된다.
- ⑥ MPEG-2에서는 역다중화를 위해 패킷헤더 내에 Stream ID 정보를 포함한다.
- ⑦ MPEG-2 시스템에서는 두가지 유형의 동기가 필요함.
  - 데이터 신호원과 복호기의 클럭사이의 동기 ;
    - SCR 또는 PCR 등 기준시각 정보
    - 27MHz의 확장된 기준
  - 다중화된 여러 기본스트림들의 재생에 관한 동기 ;
    - 타임스탬프 ; 90kHz를 기준
  - 나머지는 다중화된 데이터나 스트림에 들어 있는 DSM(Digital Storage Media)의 타이밍 타임스탬프를 이용하여 동기를 얻을 수 있다.

### 4) PES 패킷의 데이터구조

PES 패킷의 헤더구조는 복잡하지만 계층적이므로 이해하기가 쉽다.

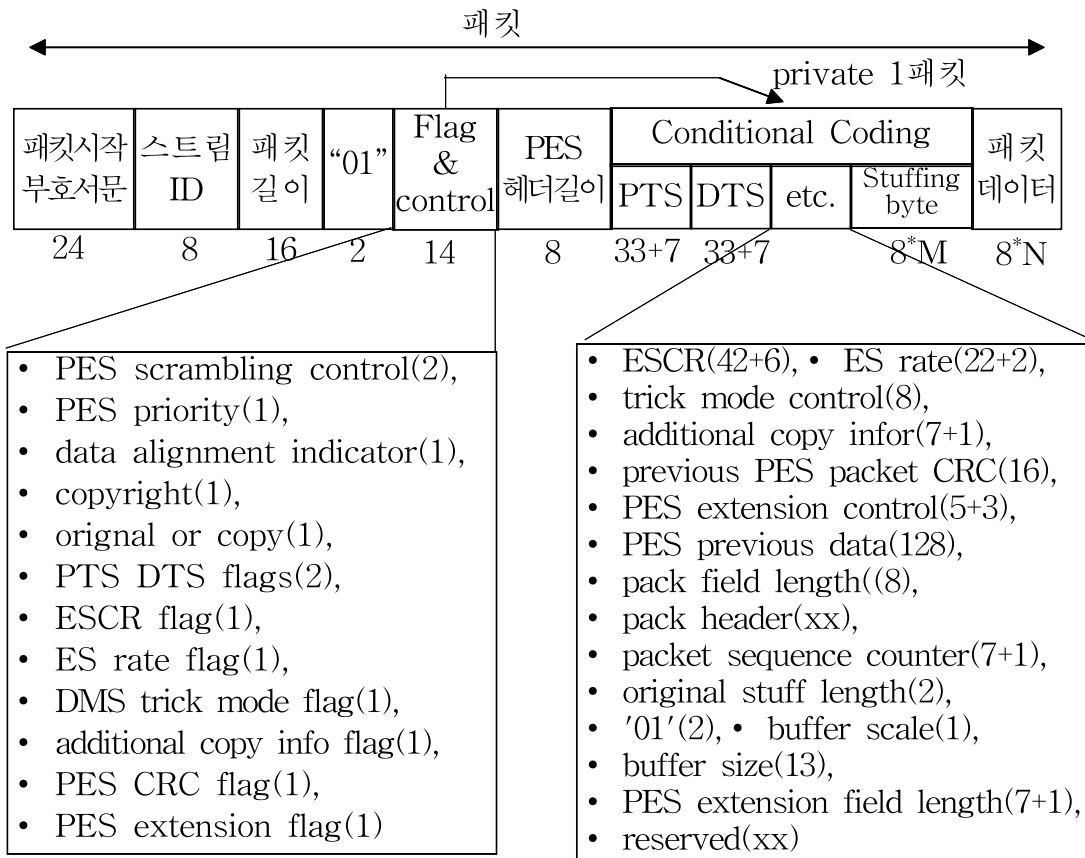


그림6-2. PES 패킷의 데이터구조

- ① 패킷시작부호(32비트) ;
  - packet start code prefix(24비트) ; PES패킷의 시작을 알려주는 부호 ; 고정(0x000001)
  - stream id(8비트) ; 기본스트림의 유형에 따라 고유번호가 주어지 있다.
- ② PES packet length(16비트) ; 다음에 오는 PES패킷의 길이를 나타낸다.
- ③ '01' ;이 2비트는 MPEG-1인 경우에 사용하는 '00'과 구별하기 위해 사용된다.
- ④ PES scrambling control(2비트) ; PES 데이터의 스크램블링 여부를 나타냄
- ⑤ PES packet priority(1비트) ; 패킷의 우선순위를 나타냄
- ⑥ data alignment indicator(1비트) ; '1'로 지정되어 있으면 PES 패킷헤더 다음에 오는 정보가 액세스단위의 시작이라는 것을 의미함.

- ⑦ copyright(1비트) ; PES 패킷 데이터의 저작권 보호유무를 나타냄.
- ⑧ original or copy(1비트) ; 원본 또는 복사본을 나타냄.
- ⑨ PTS & DTS flags(2비트) ; PTS 또는 DTS가 주어지는 지를 나타냄.
  - PTS와 DTS는 각각 33비트 필드로서, 현재의 PES 패킷에서 처음으로 시작되는 액세스단위의 재생시간 및 복호시간을 나타내는 타임스탬프이다.
- ⑩ DSM trick mode flag(1비트) ; 디지털 저장매체용 trick mode control 필드의 사용여부를 나타냄.
- ⑪ PES CRC flag(1비트) ; 전송상의 비트오류를 검출하는데 사용하는 CRC부호의 존재여부를 나타냄.

## 4. PS 데이터 구조



### 1) MPEG-2 PS 데이터구조

- ① MPEG-2 프로그램스트림은 시스템계층의 스트림으로서 MPEG-1과 유사한 구조로 Pack계층과 PES계층으로 나누어진다.
- ② Pack 계층은 다중화된 비트스트림 전체에 대한 기능을 수행하는 상위 계층이다.
- ③ PES 계층은 각 기본스트림에 대한 기능을 수행하는 하위계층이다.

### 2) 팩계층의 데이터구조

- ① MPEG-2 PS의 상위계층인 팩계층은 입력데이터 추출속도 조절, 클럭 조절, 버퍼 조절 등의 기본적인 기능을 수행한다.
- ② 데이터 추출속도 조절기능을 통해 복호기 버퍼가 오버플로우나 언더플로우가 되지 않도록 할 수 있다.
- ③ 데이터 추출속도 조절기능이 없다면, 복호기 버퍼 조절을 위해 기초스트림 복호기의 타이밍을 저장매체의 클럭에 맞추어야 한다.
- ④ 팩계층의 데이터 구조는 다음과 같다.
  - 하나의 프로그램은 첫 번째 팩의 헤더에서 시작하여 종료부호에 의해 끝난다.
  - 팩은 여러개의 PES 패킷으로 구성되어 있으며, 시작부분에는 팩헤더가 있다.
  - 팩헤더는 MPEG-1에서는 12바이트로 고정길이지만, MPEG-2의 프로

그램스트림에서는 14에서 21바이트까지 가변길이가 된다.

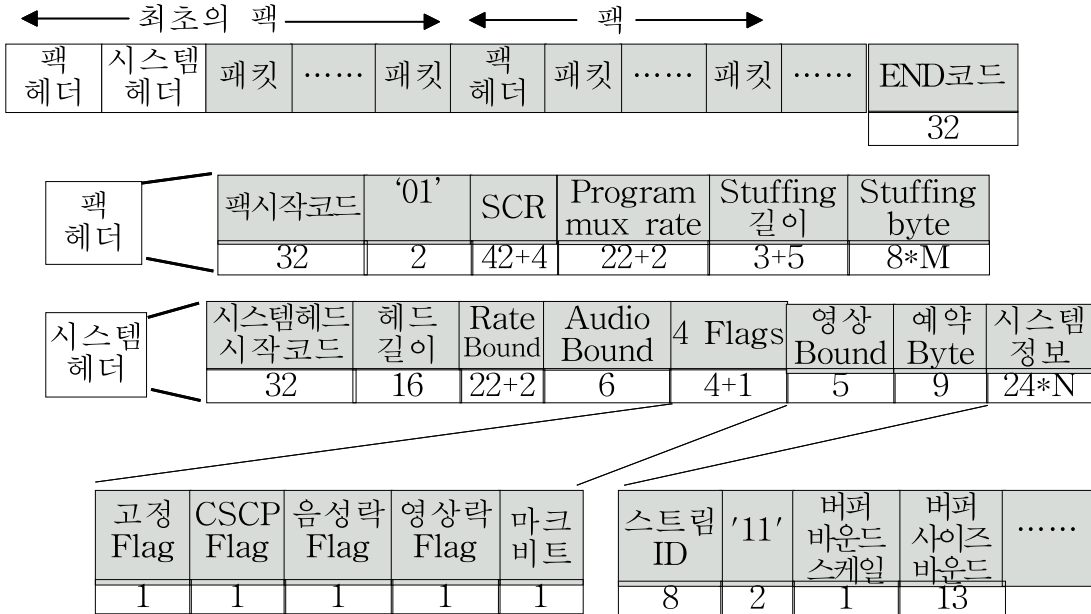


그림6-3. 프로그램 스트림 팩계층구조

- pack start code ; 팩헤더의 선두에 오는 시작부호(0x000001BA)로 MPEG-2 TS의 트랜스포트 패킷을 제외하면, 팩이나 패킷의 시작을 나타내는 시작부호와 종료부호의 길이는 4바이트로 일정하다. 이는 MPEG 영상부호화에서 시작부호와 맞추어주기 위한 것이다.
- '01' ; MPEG-1(의 PS는 '00')과의 구별을 위함
- SCR ; SCR 필드의 마지막 바이트가 복호기에 도착해야 할 시간을 27MHz의 단위로 표시함.
- program mux rate ; 해당 팩내에 포함된 MPEG-2 PS가 입력되는 데이터율을 50바이트/초 단위로 나타낸다. 이 값은 변경될 수 있으며 가변비트율의 경우 순간순간의 값을 나타냄.
- stuffing length ; 다음에 이어질 stuffing 바이트의 길이를 지정

- 프로그램의 첫 번째 팩에는 팩헤더에 이어서 시스템헤더를 두어 비트 스트림 전체에 대한 정보를 나타낸다.
- 첫 번째 팩에는 시스템헤더가 반드시 있어야 하나 두 번째부터의 팩에는 없을 수 있다.
- system header ; 시스템헤더에는 32비트의 시작부호에 이어 시스템 자신의 길이를 나타내는 정보가 포함된다.
- 실제 데이터부분에는 비트율, 음성채널수, 영상채널수, 각종 플래그 등의 정보가 포함.

- 플래그의 항목은 다음과 같다.
  - fixed flag ; 시스템 비트율의 고정/가변을 나타내는 플래그
  - CSPS(Constrained System Parameter Stream) flag ; 시스템 비트스트림 파라미터에 제한을 두어 실제 복호기에서의 호환성을 실현하는 것을 목적으로 하는 플래그
  - audio lock flag ; 시스템 음성비트스트림의 위상이 시스템클럭과 일치하고 있는 지를 나타내는 플래그
  - video lock flag ; 시스템 영상비트스트림의 위상이 시스템클럭과 일치하고 있는 지를 나타내는 플래그

### 3) 프로그램 관련 정보 패킷

MPEG-2 PS에는 각 기초스트림사이의 관련정보를 제공하는 2종류의 패킷을 두고 있다.

- ① PSM(Program Stream Map) ; PS내의 기초스트림 및 각 기초스트림간의 관계를 기술하는 패킷으로 PSM 스트림 ID로는 0xBC를 사용함.
- ② PSD(Program Stream Directory) ; 저장매체에서 사용하는 랜덤액세스를 위한 정보로서, 개별 비트스트림마다 랜덤액세스를 위한 진입위치를 비트스트림의 선두로부터 바이트수로 표현함.
  - 진입위치는 영상의 경우 I Picture의 시작부분이 된다.
  - PSD의 스트림 ID는 0xFF이다.

## 5. TS 데이터 구조



### 1) TS 데이터구조의 기초

- ① 188바이트 고정길이의 트랜스포트 패킷을 기본단위로 다중화되고 분리된다.
- ② 비교적 짧고 구조도 단순하지만, 여러개의 프로그램을 운반하는 비트스트림이기 때문에 계층적 운용규정을 이해하여야 함.
- ③ 상위계층으로서 트랜스포트패킷이 있지만 이는 PES패킷보다 짧고 PES패킷을 분할해서 구성함.

### 2) 트랜스포트 패킷의 데이터구조

- ① TS패킷의 길이는 188바이트로 고정적이지만, 헤더정보는 가변적 구조

입.

- ② 헤더에는 적응필드를 두고 있는데 이는 개별적 비트스트림의 시간적인 상태변화에 대응할 수 있도록 비트스트림에 관한 부가정보 등을 옵션으로 포함하고 있다.

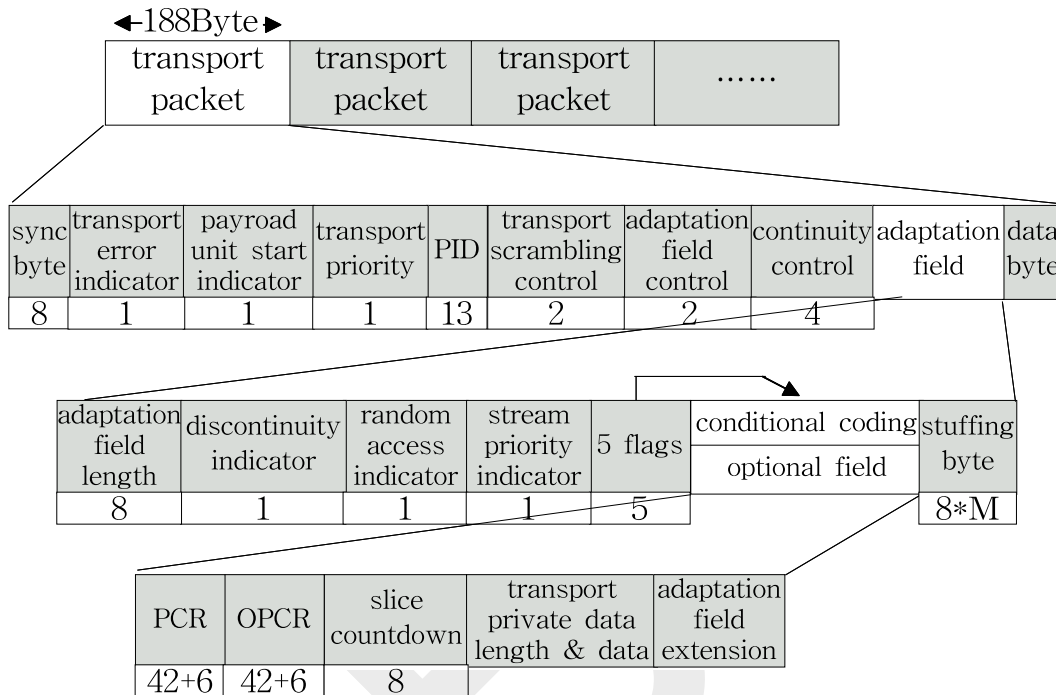


그림6-4. TS패킷의 데이터구조

가) 헤더정보

- ① sync byte ; 트랜스포트 패킷의 시작을 알려줌
- ② transport error indicator ; ‘1’이면 현재 패킷에 적어도 하나의 오류가 존재한다는 의미이다.
- ③ payload unit start indicator ; ‘1’이면 현재 패킷 페이로드가 PES패킷 헤더로 시작하는 것을 의미한다.
  - ‘0’이면 PES패킷 헤더가 존재하지 않다는 것을 의미한다.
  - PES패킷의 처음은 언제나 새로운 트랜스포트 패킷으로 시작해야 한다.
- ④ transport priority ; 현재 전송되고 있는 패킷의 우선순위를 나타냄.
- ⑤ PID(packet identification ; 13비트) ; 각 프로그램의 기초스트림을 전송하는 패킷들에 대한 고유번호를 부여한다.
  - 몇몇 PID값은 특정용으로 사용됨. 0x0000은 PAT, 0x0001은 CAT
- ⑥ transport scrambling control ; 패킷내의 페이로드의 스크램블 여부를



나타낸다.

- ⑦ adaptation field control ; 이후에 나타나는 적응필드와 페이로드의 존재 여부를 나타냄.
- ⑧ continuity counter ; 같은 PID를 가진 패킷이 도중에 유실되었는지를 검출하기 위한 정보이다.

나) 적응필드

- ① adaptation field length ; 이 필드 다음에 오는 적응필드의 길이를 나타낸다.
- ② discontinuity indicator ; 다음에 이어지는 동일한 PID의 패킷에 의해 시스템클럭이 리셋되어 새로운 내용으로 변하는 것을 나타냄.
- ③ random access indicator ; 영상의 시퀀스 헤드 또는 음성프레임의 시작을 표시하여, 랜덤액세스의 진입점임을 나타낸다.
- ④ stream priority indicator ; 패킷의 페이로드내에 해당 개별적인 비트스트림의 중요부분(영상의 I picture 등)이 있음을 나타낸다.
- ⑤ PCR ; PCR필드의 마지막 바이트가 복호기에 도착해야 할 시간을 27MHz 단위로 표시함.
- ⑥ OPCR(Original PCR) ; 한 개의 프로그램으로 구성된 TS에서는 프로그램을 복원하는데 사용되지만 여러개의 프로그램으로 구성되어 있으면 무시된다.
- ⑦ splicing countdown ; splicing point, 즉 편집가능한 위치까지의 PID를 갖는 트랜스포트 패킷이 몇 개가 남았는지 나타냄.

### 3) 프로그램 사양정보

- ① TS는 영상, 음성, 기타 데이터 등 여러개의 기초스트림이 다중화되어 이루어진다.
- ② TS를 복호하고 재생하기 위해서는 기초스트림 사이의 관계 및 프로그램 사이의 관계에 대한 정보가 필요하게 된다.
- ③ 여러개의 프로그램 중 원하는 프로그램 하나를 일단 선택하고 그 프로그램을 재생하기 위해 필요한 개별적인 비트스트림의 트랜스포트 패킷의 PID를 알아야 한다.
- ④ 선택한 개별 비트스트림의 파라미터 정보나 연계정보 등을 알아야 한다.
- ⑤ 이러한 정보들을 통칭하여 프로그램사양정보(PSI ; Program Specific Information)라 하며 MPEG-2 TS에서는 그 내용에 따라 4가지로 나뉜다.

어진다.

- PAT(program association table ; 프로그램할당테이블) ; 16비트의 각 프로그램 번호를 프로그램 맵 테이블의 PMT의 PID에 연결하는 테이블로 PAT의 PID는 '0x0000'으로 정해져 있다.
- PMT(program map table) ; 해당 프로그램을 구성하는 영상, 음성 등 개별 비트스트림으로부터 만들어진 모든 트랜스포트 패킷의 PID 목록과 부속정보를 기술하고 있다.
  - 한 프로그램 내의 모든 기초스트림들에 대한 PID는 동일한 PMT 패킷에 포함되어 전송됨.
  - 프로그램과 트랜스포트 패킷 연결을 위해, 이 모든 정보를 하나의 테이블에서 다루면 테이블이 너무 커져서 필요한 메모리가 커지고 후반부의 프로그램 정보검색 시간이 많이 걸리므로 PAT와 PMT의 이중구조를 가진다.
- NIT(network information table) ; 이 PSI는 FDM(Frequency Division Multiplexing)주파수, 중계기 숫자 등 네트워크의 물리적인 파라미터를 전송하기 위해 사용됨.
  - NIT는 PAT에서 프로그램번호가 0인 경우에 해당함.
- CAT(conditional access table ; 제한수신테이블) ; 스크램블을 걸어서 허가받은 사용자 이외의 사람이 복호재생하는 것을 방지하기 위한 테이블로 이 PID는 '0x0001'로 고정됨.

## ■ MPEG-2 영상부호화 표준

### 1. MPEG-2 영상부호화의 기본원리

⇒ H.261이나 MPEG-1과 유사하게 다음의 Redundancy(중복성)을 제거하여 압축을 행하고 부호화한다.

#### 1) 중복성 제거

##### ① Spectral(색신호) 중복성 제거

- 원 컴포넌트영상(R,G,B)신호를 휘도신호와 색차신호로 분리하고, 색차신호 각각의 전송대역을 휘도신호 대역의 1/2배로 하여 대역압축을 행한다.

##### ② Spatial(공간적) 중복성 제거

- 한 화면을 구성하는 화소수는 SD의 경우  $483 \times 483 \times 4/3$ 개가 되며, HD의 경우  $1080 \times 1080 \times 16/9$ 개가 된다. 즉, 수많은 화소들로 이루어져 있는데 이들 화소간에는 서로 같거나 대단히 유사하다.
- $8 \times 8$ 화소 블록 단위로 DCT와 양자화를 거쳐 공간적 중복성을 줄인다.

##### ③ Temporal(시간적) 중복성 제거

- NTSC TV화면은 1초에 30매의 화면이 전송된다. 즉, 1/30초당 하나의 화면(프레임)이 전송된다는 의미이다.
- 움직임이 없는 화면은 매 프레임이 거의 동일하겠지만, 움직임이 있는 프레임이라 하더라도 각 프레임사이에는 배경은 거의 유사하고 일정부분만 움직임이 이동하는 결과를 가져온다.
- $16 \times 16$ 화소의 MB를 대상으로 움직임을 추정하여 움직임벡터만을 전송함으로써 압축을 행한다.

##### ④ Statistical(통계적) 중복성 제거

- DCT 및 양자화 과정을 거치면서 발생된 계수들 사이에는 통계적으로 중복성이 생긴다.
- 발생확률이 높은 계수에 짧은 길이의 부호어를 할당하고, 발생확률이 낮은 계수에 긴 길이의 부호어를 할당하여 전체적으로 발생하는 데이터량을 줄이는 방식이다.
- VLC로 주로 허프만부호화를 이용하여 통계적중복성을 줄인다.

## 2. Profile과 Level

⇒ MPEG2 영상은 해상도와 기능에 따라 몇 가지로 분류된다. 화면의 해상도는 4개의 레벨로 분류되는데, MPEG1 영상의 Simple, 현행 TV 화면크기인 Main, 유럽 고선명TV의 화면크기인 High1440, 미국 고선명 TV를 위한 규격인 High가 있다. 또한 기능에 따라서는 5(+1)개의 Profile로 나누어진다. 양방향 예측을 이용하는 B프레임을 제외하여 구현을 용이하게 한 Simple, 많은 기능을 포함하여 대부분의 응용분야에 채택되고 있는 Main, 계층 구조를 가지면서 보다 기능이 확장된 SNR Scalable, Spatial Scalable, High 등이 있다.

### 1) PROFILE

프로파일이란 MPEG-2 신택스에서 제공하는 여러 가지 기능 가운데 특정 응용분야에서 필요한 기능들만으로 구성된 집합으로 알고리즘의 복잡도 즉, 기능적인 분류인 신택스의 차이를 나타내는 척도로 5(+1)가지가 있다.

- ① SP(simple profile) ; 움직임보상 DCT만을 사용한다.
  - 양방향예측을 사용하지 않으므로 시스템 지연이 작다.
- ② MP(main profile) ; SP기능 + 양방향예측 등 MPEG-2의 기본적인 기능을 추가함.
  - 방송, 통신, 저장매체 등 폭넓은 응용 가능
- ③ SNRP(SNR scalable profile) ; MP기능 + 두개의 SNR 레벨을 갖도록 한다.
  - 열악한 수신환경에서도 영상품질 열화를 줄이는 기능 제공
- ④ SSP(spatial scalable profile) ; SNRP기능 + 계층부호화 기능
  - 영상의 저해상도 성분과 고해상도 성분을 분리하여 전송함으로써 SDTV 수신기로는 저해상도 성분만을 수신하고 HDTV 수신기로는 두 성분을 함께 수신할 수 있도록 하는 기능을 제공한다.
- ⑤ HP(high profile) ; SSP 기능 + 4:2:2 색신호 형식 지원 기능
- ⑥ ST(Studio) ; 편집등을 위해 4:2:2 포맷을 지원한다.

### 2) LEVEL

- ① 레벨이란 특정한 프로파일에 대해 입력영상의 크기(화소수 및 라인수)나 해상도 및 전송률과 디코더 버퍼 사이즈와 같은 매개변수들에 제한

조건을 둔 것이다.

- ② 기능적으로는 동일하지만 다양한 응용분야에 적합하게 경제적으로 이용 가능토록 한 것이다.
- ③ 응용분야는 표와 같다.

[표6-1. 레벨의 응용분야]

Level	Size	Pixels/sec (Mbits)	bit-rate	응용
LL(Low)	352 x 240	3 M	4	VHS 장비
ML(Main)=BT.601	720 x 480	10 M	15	SDTV제작
H1440(High1440)	1440 x 1152	47 M	60	HDTV수상기
HL(High)	1920 x 1080	63 M	80	HDTV제작

### 3) 프로파일과 레벨

- ① 수평방향으로는 5(+1)종류의 프로파일, 수직방향으로는 4종류의 레벨로 구분해 모두 20(+4)개 영역으로 나뉘어짐.
  - +는 프로파일에서 스튜디오 부분이 추가되었음.
- ② 이 중 11(+2)개 부분이 사용가능한 영역임.
  - +는 STP@ML과 SSP의 확장부분이 추가되었음.
- ③ 프로파일과 레벨의 표시방법은 표 )와 같다.

[표6-2. 프로파일과 레벨 표시방법]

Profile Level	SIMPLE	MAIN	SNR	SPATIAL	HIGH	STUDIO
HIGH		MP@HL			HP@HL	
HIGH1440		MP@M1440		SSP@M1440	HP@H1440	
MAIN	SP@ML	MP@ML	SNP@ML		HP@ML	STP@ML
LOW		MP@LL	SNP@LL			

- ④ 프로파일과 레벨에 따른 해상도는 표6-3과 같다.

[표6-3 MPEG-2 프로파일과 레벨에 따른 해상도]

Level	Profile	전송속도 (Mbps)	Pix/Line	Lines/ Frame	Frame/ Sec	Picture	Chroma Format
High	Main	80	1920	1152	60	I,P,B	4:2:0
	High	100	1920	"	"	"	4:2:2
High-1440	Main	100	1440	"	"	"	4:2:0
	Spatial	15	720	576	30	"	"
	확장Sp	40,60	1440	1152	60	"	"
	High	80	"	"	"	"	4:2:2
Main	Simple	15	720	576	30	I,P	4:2:0
	Main	"	"	"	"	I,P,B	"
	SNR	"	"	"	"	"	"
	High	20	"	"	"	"	4:2:2
	Studio	50	720	608	"	"	4:2:2
Low	Main	4	352	288	"	"	4:2:0
	SNR	3,4	"	"	"	"	"

- MPEG-2의 3가지 주요 요소는 MP@LL(SIF), MP@ML(Main), ST@ML(Studio)이다.
- SIF MP@LL은 약 5Mbps 이하의 전송률에서 가장 좋은 화질을 제공한다.
  - NTSC와 PAL의 상호운용성이나 멀티미디어 응용에 일반적으로 수용되고 있다.
  - SIF 프로파일은 일부 응용에서 MPEG-1으로 대체되고 있다.
- MP@ML은 SD 시스템에서 약 5Mbps에서 15Mbps의 전송률로 최상의 화질을 제공한다.
  - 송출(play to air)과 같은 방송응용에 좋은 화질을 제공한다.
- 스튜디오 프로파일은 제작시스템과 같은 다양한 층의 SD급 영상응용에 높은 화질을 제공한다.
- High 프로파일은 HDTV 응용에 목표로 하고 있다.
  - MP@ML은 GOP가 커질수록 개개의 프레임 접근이 힘들기 때문에 일반적인 영상제작시스템에서는 이상적이지 못하다. 따라서 4:2:2 스튜디오 프로파일이 개발되었다.
    - 이는 MPEG-1과 MPEG-2의 4:2:0 샘플링 포맷까지 수용하고 있다.
    - 편집목적을 위해 개발되었으며, 이는 최종적으로 송출되기 전 여러 번 복사하거나 압축, 신장 및 재압축의 필요가 있을 때 적용된다.

[표6-4. 비트열과 복호기와의 관계]

		HP@			Spatial@	SNR@			MP@				SP@
		HL	H-14	ML	H-14	ML	LL	HL	H-14	ML	LL	ML	
HP@	HL	○											
	H-14	○	○										
	ML	○	○	○									
Spatial@	H-14	○	○		○								
SNR@	ML	○	○	○	○	○							
	LL	○	○	○	○	○	○						
MP@	HL	○						○					
	H-14	○	○		○			○	○				
	ML	○	○	○	○	○		○	○	○			
	LL	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
SP@	ML	○	○	○	○	○		○	○	○		○	

○는 복호기가 그 비트열을 복호할 수 있어야 한다는 것을 의미함.  
 • HP ; High Profile,                      • MP ; Main Profile,                      • H-14 ; High-1440 레벨  
 • Spatial ; Spatial Profile,              • SP ; Simple Profile                      • ML ; Main Level  
 • SNR ; SNR Profile,                      • HL ; High Level                          • LL ; Low Level

- ML과 HL의 경우 기능적으로 동일하지만 HL의 경우가 많은 데이터 처리가 필요함.
- MPEG-2는 다양한 응용분야를 대상으로 하기 때문에 서로 다른 프로파일과 레벨에 속한 복호기 또는 비트열 사이에 호환성을 만족하는 것이 매우 중요함.
  - 동일한 프로파일 경우 ; 높은 레벨의 복호기를 가지고 있으면, 이보다 낮은 레벨의 부호기로 부호화된 비트스트림을 복호할 수 있어야 함.
  - 동일한 레벨 경우 ; 높은 프로파일의 복호기를 가지고 있으면, 이보다 낮은 프로파일의 부호기로 부호화된 비트스트림을 복호할 수 있어야 함.
  - 계층화된 프로파일 경우 ; 낮은 레벨의 복호기를 통해 높은 레벨의 부호기에서 부호화된 비트스트림의 하부층을 복호할 수 있도록 역방향 호환성을 만족해야 함.
- MP@ML은 NTSC, PAL 등 기존의 SDTV급 방송프로그램에 대응한 것으로 위성방송이나 CATV 방송 등에 사용됨.

[표6-5. MPEG-2 MP@ML 규격]

프레임 포맷	720 x 480(주파수 29.97Hz), 720 x 576(주파수 25Hz)	
부호화 전송률	최대 15Mbps	
Y, Cr, Cb 표본화 비	4 : 2 : 0	
화면의 종류	I, P, B picture	
부호화 단위	프레임구조/필드구조	
움직임벡터 예측	프레임 구조	프레임(16x16) / 필드(16x8) / dual prime
	필드 구조	필드(16x16) / 필드(16x8) / dual prime
움직임벡터 탐색범위	수평방향 : -128 화소 ~ +127.5 화소 수직방향 : -32 화소 ~ +31.5 화소	
버퍼크기	1.75Mbit(1,835,008 비트)	
호환성	MPEG-1에 대해 순방향 호환성	
DCT DC 정밀도	8비트 / 9비트 / 10비트	
VLC 테이블	MPEG-1과 동일테이블 / 신규테이블	
DCT계수의 스캔방법	지그재그 주사 / alternative 주사	
가변비트율	채택	

- HDTV 표준규격으로는 MP@HP

### 3. 화면의 종류와 GOP



#### 1) 화면의 종류

MPEG-2 방식으로 부호화된 화면은 움직임보상방법에 따라 I, P B picture로 구분된다.

##### ① I(intra) picture

- 다른 화면의 참조없이 화면내의 모든 매크로블록이 자체 정보만을 사용하여 부호화한다.
- I picture는 영상시퀀스내에 주기적으로 들어가야 함
- 전체화질에 절대적인 영향을 미치므로 P picture나 B picture에 비해 많은 데이터를 할당하고 우수한 화질을 유지해야 함.

##### ② P(predictive) picture

- 현재 프레임을 부호화할 때 이전 프레임의 I 또는 P picture를 기준으로 한 순방향 움직임보상 예측기법을 적용하여 시간적 중복성을 제거하는 화면임.



- GOP 구조적 특징 때문에 P picture는 연속되는 P picture나 B picture 보다는 나은 화질을 유지해야 함.

③ B(bidirectional) picture

- 현재 프레임에 대해서 이전 프레임의 I 또는 P 그리고 다음 프레임의 I 또는 P 화면으로부터 각각 움직임 보상된 순방향 예측화면과 역방향 예측화면 및 순방향 및 역방향 예측을 결합한 화면 3가지 예측화면을 얻어낸 후 이들 신호중 최적의 것을 기준신호로 사용하여 시간적 중복성을 제거한 화면임.
- B picture는 다른 화면에 영향을 주지 않으므로, I 또는 P 화면에 비해 가장 적은 비트를 할당하여 부호화함.
- 화면의 비트발생량 비교  $I : P : B \approx 15 : 5 : 1$

2) GOP 구조와 부호화 모드

- ① 하나의 GOP는 I picture 한 개, P picture  $P(=N/M-1)$ 개, B picture  $N-1-P$ 개로 구성됨
  - N은 GOP 길이(I picture에서 다음 I picture가 나타나기 까지의 화면 개수)
  - (M-1)은 I와 P picture 사이에 있는 B 화면의 개수
- ② 변수 M,N의 크기가 클수록 I에 비해 P 또는 B picture의 개수가 많아 지므로 부호화율은 높아지나 복호 화질이 떨어지며, 부호화나 복호화 과정에서 지연시간이 길어지며 랜덤액세스 시간 또한 길어지는 단점이 발생함.

4. MPEG-2 영상부호화 기본 기술

☞ MPEG-2 영상부호화는 입력영상에서부터 출력비트스트림까지를 생각할 수 있다. 크기는 움직임보상 예측부호화, DCT 및 양자화, 가변길이부호화, 전송률제어로 나눌 수 있다.

1) 영상부호기

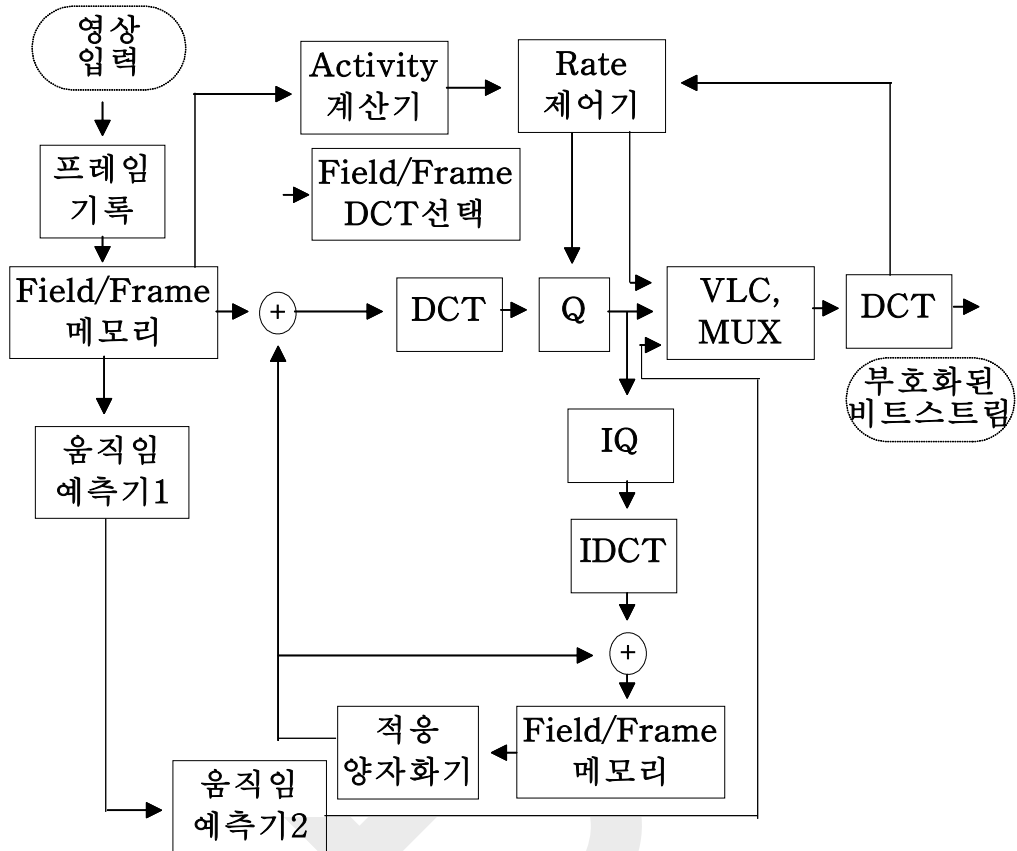


그림6-5. MPEG-2 영상 Encoder

가) 움직임보상 예측부호화

- 예측부호화란 현재 데이터를 부호화할 때 이전 데이터를 현재 데이터의 예측값으로 가정하고 예측값과 현재 데이터와의 차이 즉 예측오차를 부호화하여 전송하는 방법임.
- 복호기에선 복호를 거친 이전 데이터의 복원값에 현재 수신한 예측오차를 더하면 현재 데이터값을 복원하게 됨.
- 프레임간 예측부호화
  - 예측값 : 연속되는 프레임간의 움직임을 추정한 후 이를 보상한 이전 프레임에서의 값
  - 부호기에서는; 현 구획에 대해 추정한 움직임벡터와 예측오차를 함께 복호기에 전달
  - 복호기에서는; 움직임벡터만큼 보상한 이전 프레임의 예측값에 예측오차를 더하여 원래의 구획을 복원
- 현재 데이터값이 다음 데이터값을 복원하는데 사용하므로 신호 복원과

정중에 한번의 오류는 계속적으로 전달됨.

- 따라서 프레임간 예측부호호를 사용하지 않는 I화면을 주기적으로 전송
- 움직임 추정 및 보상방법 ; 순차주사와 비월주사 방식을 지원하기 위하여, 프레임을 대상으로 하는 방법과 필드를 대상으로 하는 방법이 있다.(MPEG-1이나 H.261은 프레임 대상으로 하는 방법)
- 매크로블록을 부호화하는 부호기에서는 모든 가능한 움직임 추정방법을 적용한 후 그 가운데 가장 작은 예측오차를 내는 모드를 복호기로 전송한다. 그러나 복호기에서는 예측모드를 다시 구할 필요가 없이 부호기로부터 전송받은 예측모드에 따라 움직임 보상을 하면 영상을 복원할 수 있다.

① 프레임 단위의 움직임 추정

- MPEG-1의 움직임추정방법으로 필드의 구분없이 프레임 단위로 움직임을 추정보상
- 매크로블록당 필요한 움직임벡터의 수는 P picture는 하나, B picture는 앞 뒤 각각 하나씩이므로 둘이 됨.
- 움직임벡터의 추정기법 방법에 대해서는 규정하지 않고 있다.
  - 시스템설계자가 정확도와 복잡도를 고려하여 결정할 문제이다. 통상 블록정합방법을 사용함.
  - 블록정합방법 ; 현재 프레임의 부호화하고자 하는 매크로블록에 대해 기준 프레임의 탐색영역내를 움직이면서 가장 작은 MAE(평균 절대오류)를 발생시키는 위치를 움직임벡터로 결정

② 필드 단위의 움직임 추정

- 현재 프레임 및 기준 프레임을 각각 위필드(top field)와 아래필드(bottom field)로 나누어 움직임을 추정함.
- 현재 프레임과 기준 프레임의 위필드와 아래필드 사이에서 각각 16x8 화소단위로 top to bottom, top to top, bottom to top, bottom to bottom 네 개의 움직임벡터를 구한 뒤, 현재 프레임의 위필드와 아래필드에 대해 가장 작은 예측오차를 발생하는 움직임벡터를 각각 하나씩 선택함.
- P picture는 매크로블록당 2개의 움직임벡터가 필요하고, B picture는 2개 또는 4개의 움직임벡터가 필요하다.
- 프레임단위의 방식에 비해 움직임벡터의 전송에 필요한 비트수가 많다.

③ dual prime 움직임 추정

- M=1, 즉 B picture가 없는 경우에만 사용 방법
- 움직임이 빠르지 않을 경우의 영상에 적용하면 비트발생량을 줄이면 서도 화질향상
- 필드단위의 방식에서 구한 top to bottom, top to top, bottom to top, bottom to bottom 4개의 움직임벡터 가운데 top to top과 bottom to bottom 움직임벡터는 그대로 사용하고, top to bottom과 bottom to top 움직임벡터는 보정을 거쳐 기준 움직임벡터를 만든다.
- 이렇게 얻은 4개의 기준 움직임벡터에 대해 수평방향과 수직방향으로 한 화소씩 이동시킨 위치에서 예측오차를 구하고, 이중 예측오차가 가장 작은 위치의 기준 움직임벡터와 변이 값을 복호기로 전송하는 방식임.
- 기준 움직임벡터 당 9개의 예측 후보 값을 계산해야 하므로 총 36가지의 예측오차를 계산하게 됨에 따라 부호기에서의 계산량이 상당히 많다.
- 복호기에서는 전송된 기준 움직임벡터와 변이값으로부터 2개의 필드 움직임 벡터 값을 계산하면 된다.

#### 나) DCT 및 양자화

##### ① DCT

- 인간의 시각특성상 저주파성분이 고주파성분보다 중요하다. 영상신호 부호화도 동일함.
- 공간영역 신호를 주파수영역신호로 변환시키는 수단.
- H.261, JPEG, MPEG1, MPEG-2 등의 채택
- 8x8 화소크기의 블록에 대해 2차원 DCT를 수행하여 영상을 주파수영역으로 변환함.
- DCT계수들 중 저주파성분에는 높은 가중치와 많은 전송비트를 할당하고, 고주파성분에는 낮은 가중치와 적은 전송비트를 할당하여 전송함.
- 영상의 화질은 전송비트에 따라 좌우됨.
- DCT변환은 해당 화면이 I이면 영상신호 자체에 적용되고, P나 B라면 예측오차에 대해 적용된다.
- I의 경우는 공간적 중복성만 줄이는 것이고, P나 B는 시간적 중복성을 줄인 영상신호에 다시 공간적 중복성을 줄인다.
- 예측오차신호는 공간적 중복성이 그다지 크지 않으므로, DCT의 효과

는 P 또는 B보다 I의 경우에서 더 크게 나타난다.

- 움직임추정과 마찬가지로 DCT를 수행할 때 해당 매크로블록의 두 필드간의 상관성에 따라 적응적으로 프레임DCT와 필드DCT블록으로 구분하여 이루어진다.

② 양자화

- DCT 결과로 얻어진 변환계수를 그대로 복호기에 보낼 수 없고 이를 한정된 비트로 나타내어야 하는데 이를 양자화라 함.
- 양자화과정은 intra DC계수, intra AC계수, inter DC계수, inter AC계수를 구분하여 이루어진다.
- intra DC계수는 화질에 가장 큰 영향을 미치는 계수로 그 정밀도에 따라 8-11비트를 할당하고, 나머지 계수는 해당 블록이 inter 블록인지 intra 블록인지에 따라 가중치행렬을 이용하여 나타낸다.

다) 가변길이부호화

- 발생확률이 높은 부호어에 대해서는 짧은 비트를 할당하고, 발생확률이 낮은 부호들에 대해서는 긴 비트를 할당하여 부호의 평균길이를 엔트로피에 가깝게 하는 수단.
- MPEG-2에서는 허프만 부호화를 사용함.
- 대상으로는 DCT 양자화계수, 움직임벡터, 매크로블록 정보 등이 있다.

① DCT 양자화계수

- DCT계수들은 양자화과정을 거치면서 고주파성분으로 갈수록 계수들의 값이 작아지고 '0'인 값들도 많이 발생한다.
- 영상신호 자체가 아닌 예측오차를 DCT 변환한 P나 B화면의 경우에는 '0'으로 나타나는 계수들이 많이 발생함.
- 이에 대비하여 DCT 변환되어 있는 2차원신호를 1차원신호로 만든 후, (run, length)부호화를 사용함.
- MPEG-2에서는 MPEG-1에서의 프레임방식을 위한 지그재그 스캔과 더불어 필드방식에 적합한 스캔 순서도 함께 사용할 수 있도록 하고 있다.

② 움직임벡터

- 이전 움직임벡터와 현재 움직임벡터 사이의 차이를 구한 뒤 이 값을 허프만 부호화함으로써 통계적인 중복성을 줄인다.
- 이 과정에서 움직임의 수직성분과 수평성분을 독립적으로 부호화한다.
- I picture의 경우는 순방향 움직임벡터만을 부호화하고, B picture의

경우는 순방향, 역방향 움직임벡터 중 실제 움직임보상에 사용하는 움직임벡터를 부호화한다.

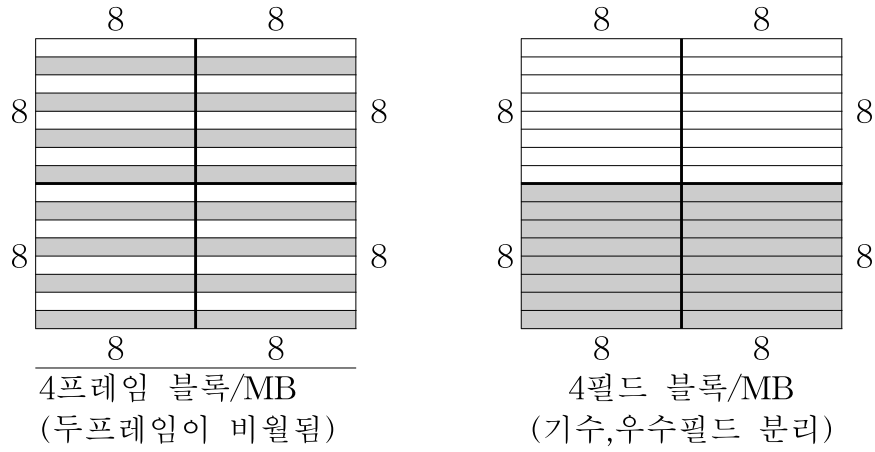
### ③ 매크로블록 정보

- 한 슬라이스에서 매크로블록의 위치, 부호화 모드, 부호화 패턴 등 매크로블록에 관한 각종 정보를 전송하기 위해 허프만부호화를 수행함.

### 라) 전송률제어

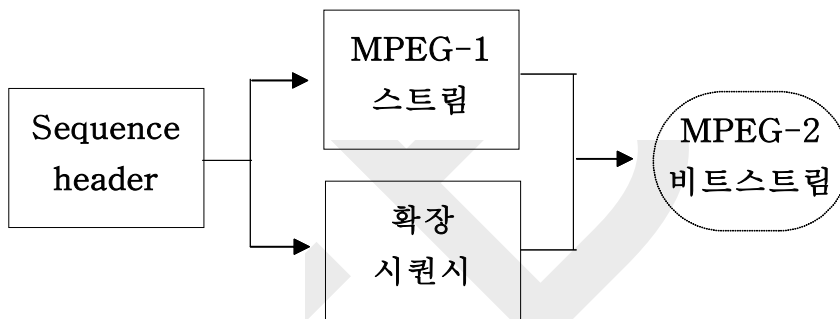
- I, P, B 3종류의 화면에서 발생하는 데이터량은 화면의 종류에 따라 차이가 심하며
- 영상내의 움직임 정도에 따라서도 데이터의 발생량이 가변적이며
- 같은 양의 데이터를 가지는 구획을 부호화했다라도 가변길이부호화를 거치면서 출력데이터량이 일정하지 않게 된다.
- 따라서 GOP내 각 화면에 데이터 발생량의 목표치를 할당하고, 영상의 특성이 변화함에 따라 이를 변화시키면서 가변길이부호화기의 출력단 버퍼에서 오버플로우나 언더플로우가 발생하지 않도록 전송률을 제어할 필요가 있다.
- 가변길이부호화기의 출력속도를 일정하게 하기 위하여 양자화과정에서의 양자화크기를 조절하는 것이 일반적 사용방법이다.
- 양자화크기를 키워 거칠게 양자화하면 그 출력계수들이 작아지고 0이 많이 발생하여 가변길이부호화기의 출력 데이터량은 줄어든다.
- 같은 MPEG-2 영상부호화 방식을 사용하더라도 부호화된 영상의 화질은 전송률 제어 방법에 따라서 차이를 보인다.
- 부호기는 좋은 전송률 제어 알고리즘을 가져야 한다.
- MPEG-2는 기본적으로 복호과정에 대한 표준이므로 구체적인 전송률 제어 방법에 관해서는 규정하고 있지 않다.

Frame /field block organization



영상 비트스트림

- Syntactic superset of MPEG-1



- Possible routes in MPEG-2 video bitstream syntax

## ■ MPEG-2 알고리즘

### 1. MPEG-2 알고리즘

⇒ 영상부호기의 기본구성은 MPEG-1과 동일하나 픽처 구조와 예측방법 및 DCT연산방법, 각종 색차포맷에 대한 대응과 양자화방법, 가변장 부호화 방법등에 있어 과 스케일러빌리티 기능에서 차이가 있다.

#### 1) 순차주사와 비월주사

- ① MPEG-1에서는 순차주사만 지원한다.
- ② MPEG-2에서는 순차주사 뿐만 아니라 비월주사도 지원한다.
- ③ 비월주사의 경우는 한 프레임이 두장의 필드로 구성되므로, 영상을 효율적으로 부호화하기 위해선 프레임단위 뿐만 아니라 필드단위로도 부호화할 필요가 있다.

#### 2) 프레임구조와 필드구조

- ① MPEG에서 영상의 단위로 Picture를 사용하는데 이는 한 장의 화면을 의미한다.
- ② MPEG-2에서는 이 한 장의 화면인 Picture에 프레임이나 필드를 할당할 수 있는데 프레임을 할당한 것을 프레임구조라 하고 필드를 할당한 것을 필드구조라 한다.
- ③ 하나의 영상시퀀스에 프레임구조와 필드구조를 혼재할 수도 있고, 하나의 구조로만 구성할 수도 있다.
- ④ 프레임구조에서의 Picture 구성(할당상태)은 MPEG-1과 같지만, 필드구조에서는 다르다.
- ⑤ 필드구조
  - 최초로 부호화되는 필드가 I 필드일 경우는 동일 프레임의 다른 필드는 I 또는 P 가능
    - 동일 프레임내 각 필드마다 픽처타입을 바꿀 수 있는 유일한 경우이다.
- ⑥ 프레임구조와 필드구조에서의 참조영상(P Picture과 I Picture의 예측원이 되는 영상)
  - 프레임구조의 경우
    - P Picture : 최근에 복호된 I 또는 P Picture를 참조한다.



- I Picture : 최근에 복호된 I 또는 P Picture 중 미래와 과거에서 각각 한 장을 참조한다.
- 필드구조의 경우
  - P 필드 : 최근에 복호된 I 또는 P 필드 두장을 사용할 수 있다.  
단, 제1화면(필드)이 I 필드로, 제2화면(필드)이 P 필드로 부호화되는 경우는 예외이다. 이 경우는 P 필드가 제1필드인 I 필드만을 예측에 사용한다.
  - B 필드 : 최근에 복호된 I 또는 P 필드 중 미래와 과거에서 각각 두 장 참조한다.

⑦ 참조영상의 기본규칙

- P 픽처는 최근에 복호된 I 또는 P 픽처로부터 움직임보상을 행하는데 프레임구조에서는 한 장의 프레임을, 필드구조에서는 두장의 필드를 참조한다.
- B 픽처는 최근에 복호된 미래와 과거의 I 또는 P 픽처를 참조하는데 프레임구조에서는 미래에서 한 장의 프레임을, 과거에서 한 장의 프레임을 참조하며, 필드구조에서는 미래에서 두장의 필드를, 과거에서 두장의 필드를 참조한다.

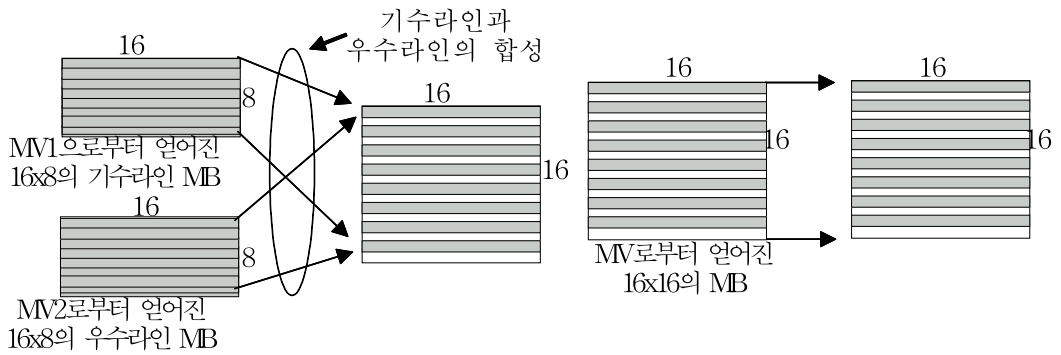
3) 프레임예측과 필드예측

- ① 예측의 방법은 MPEG-1과 같이 순방향, 역방향 및 쌍방향예측이 있으며 이들은 프레임예측과 필드예측으로 나눈다.
- ② 필드구조에서는 프레임예측을 사용할 수 없으며, 예측방식은 표와 같이 정리될 수 있다.

[표6-7. MPEG-2의 예측모드]

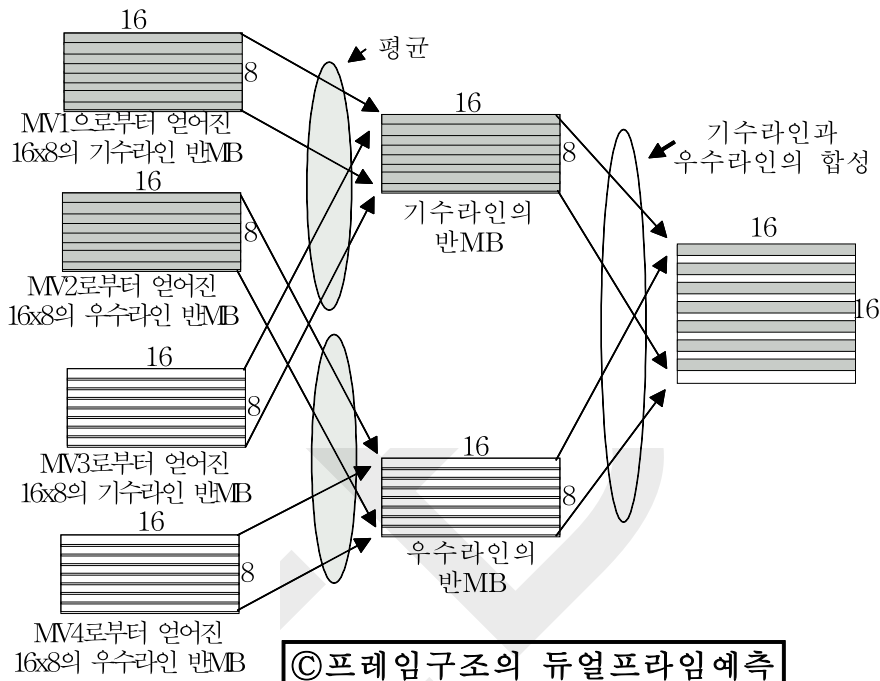
예측모드	프레임구조	필드구조
필드예측	두 개의 MV	한 개의 MV
16x8 필드예측		두 개의 MV
프레임예측	한 개의 MV	
듀얼프라임예측	MV한 개, DMV한 개	MV한 개, DMV한 개

- ③ Dual Prime예측은 M=1일 때의 예측으로 형태상 필드예측방식에 속한다.
- ④ 듀얼프라임예측은 4개의 MV가 필요하지만 실제적으로는 하나의 MV와 하나의 차분MV만이 비트열에 기술되며, 복호기에서는 4개의 MV를 만들어낸다.



㉠ 프레임구조의 필드예측

㉡ 프레임구조의 필드예측



㉢ 프레임구조의 듀얼프라임예측

그림6-6. 프레임구조의 예측모드

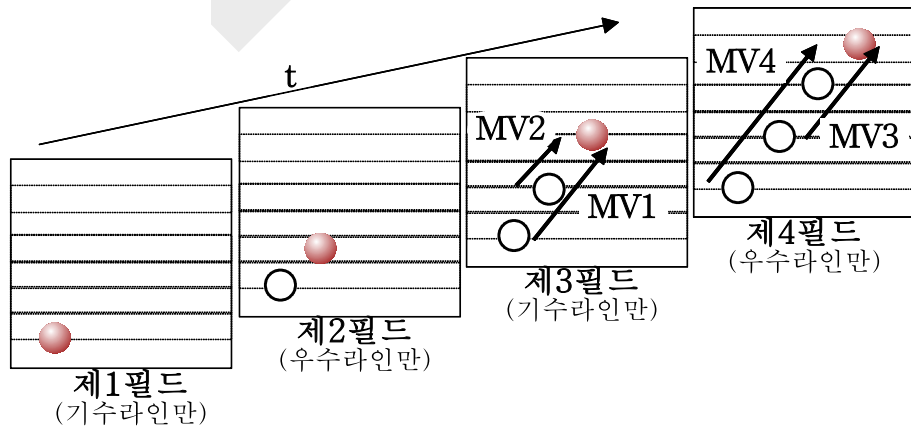


그림6-7. 프레임모드에서의 움직임벡터

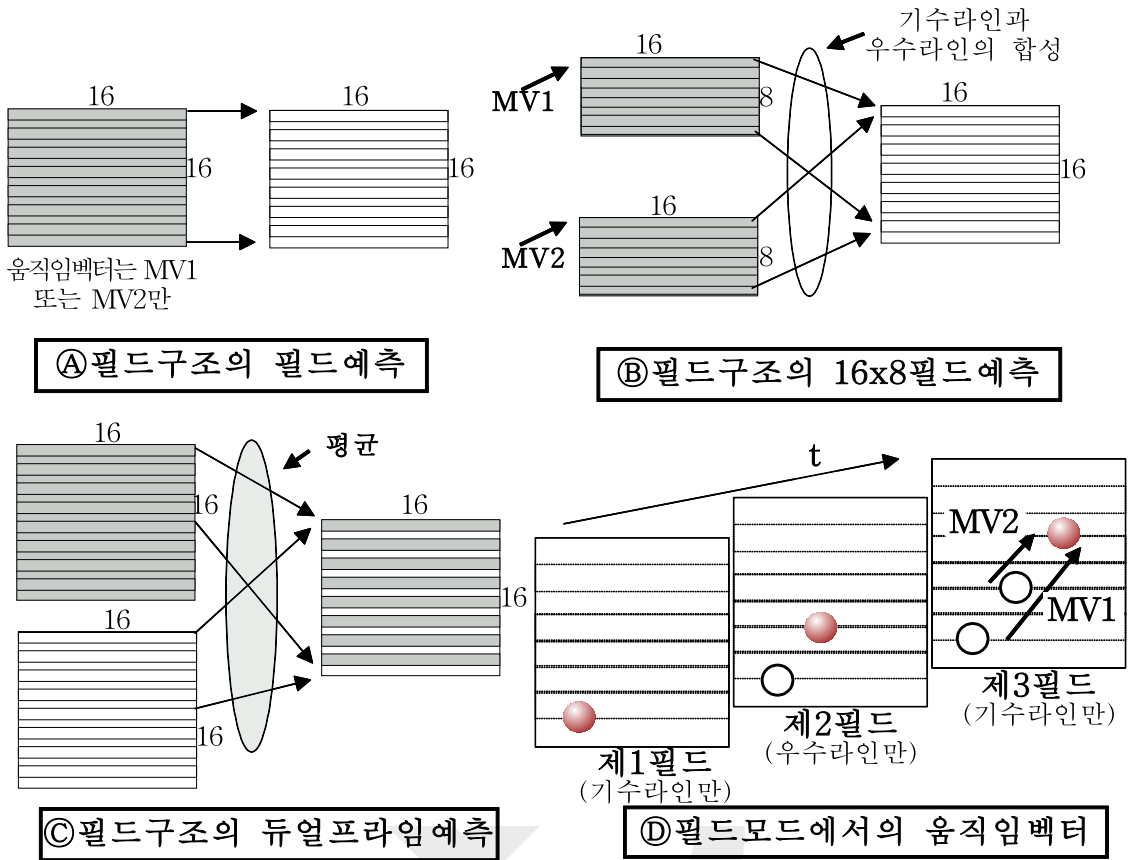
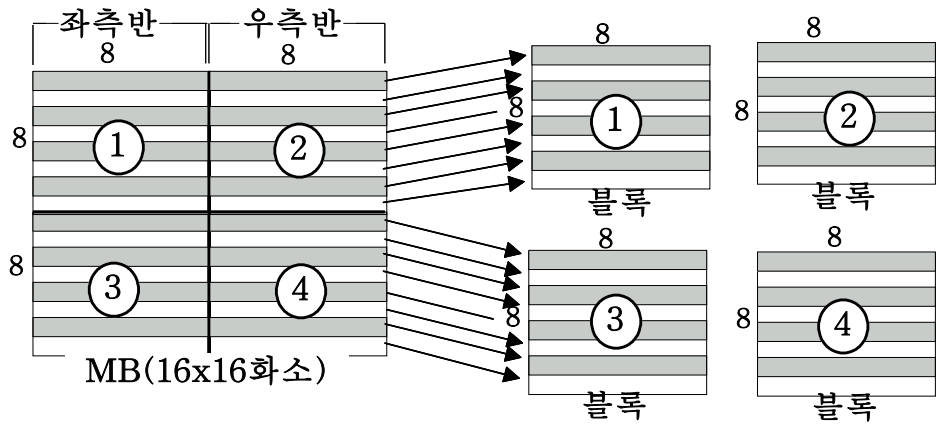


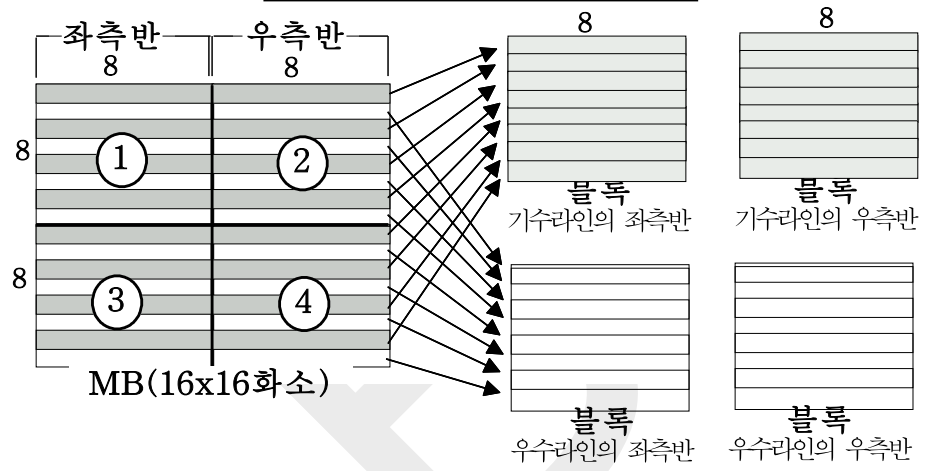
그림6-8. 필드구조의 예측모드

#### 4) 프레임DCT와 필드DCT

- ① MPEG-1에서는 DCT는 한 종류만 있으나 MPEG-2의 경우는, 프레임 구조에서는 MB단위로 프레임모드와 필드모드 중 하나로 절체할 수 있도록 되어 있으며 필드구조에서는 필드DCT 한 종류만 있다.
- ② 4:2:0의 경우 색차신호는 항상 프레임모드로 DCT되며, 4:2:2 및 4:4:4의 경우 색차신호는 예측모드와 독립적으로 프레임DCT와 필드DCT중 하나로 절체할 수 있다. 즉, 프레임예측이 선택되어도 필드DCT를 선택할 수 있다.



㉠ MPEG-2 프레임 DCT



㉡ MPEG-2 필드 DCT

그림6-9. MPEG-2 프레임DCT와 필드 DCT

5) DCT 계수의 주사방법

- ① MPEG-1에서는 지그재그주사를 행하여 DCT계수를 일차원 계수열로 변환하였는데 MPEG-2에서는 지그재그주사와 Alternate주사 두가지 중 한가지 방법으로 Picture단위로 절체하여 사용할 수 있다.
- ② 그림과 같이 Alternate주사방법은 비월주사성분에 효율적이다.

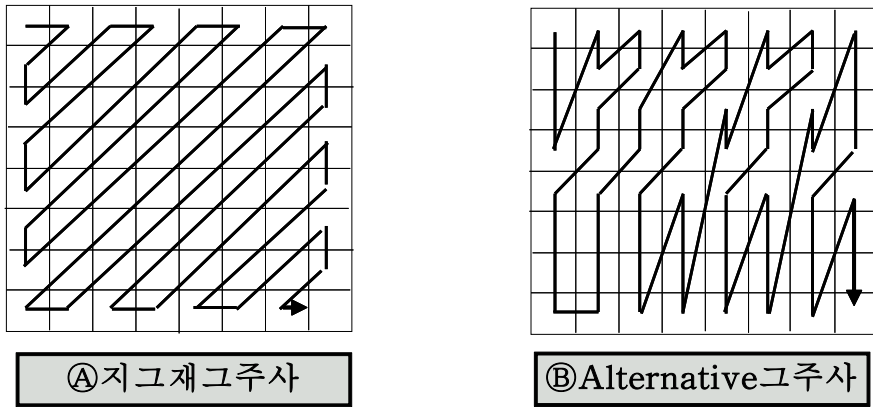


그림6-10. MPEG-2 DCT계수의 주사방법

**6) 각종 크로마포맷에 대응**

- ① MPEG-1에서는 4:2:0 영상만 취급하지만, MPEG-2에서는 4:2:0, 4:2:2 및 4:4:4 영상을 부호화할 수 있다.
- ② 4:2:0포맷은 일반적인 응용에 사용되며, 4:2:2와 4:4:4포맷은 스튜디오제 작용으로 사용된다.
- ③ 크로마포맷은 시퀀스마다 변경할 수 있다.

**7) Intra(화면내부호화) DC 정밀도(양자화레벨)**

- ① MPEG-1에서는 Intra MB을 부호화할 때 DC의 양자화레벨을 8비트로 하지만 MPEG-2에서는 8/9/10/11비트를 선택할 수 있어 화질을 개선할 수 있다.
- ② Intra DC의 정밀도를 Picture마다 바꿀 수 있다.

**8) Q(양자화) Scale Type**

- ① 스케일타입이란 양자화를 할 때 그 양자화폭을 선형 또는 비선형으로 하는 것을 의미한다.
- ② MPEG-1에서는 양자화폭을 선형으로 하고 있다.
- ③ MPEG-2에서는 선형 또는 비선형으로 할 수 있다.
- ④ Q 스케일타입은 Picture마다 바꿀 수 있다.

**9) Intra VLC(가변장부호화)포맷**

- ① MPEG-1에서는 DCT계수를 부호화하는 이차원VLC가 하나만 있다.
- ② MPEG-2에서는 MPEG-1과 호환성이 있는 테이블과 Intra MB전용 테이블 2가지가 있다.

- ③ 이차원VLC를 하나만 사용할 지 두가지 다 사용할 지는 Picture마다 선택할 수 있다.

**10) 양자화매트릭스 변경**

- ① MPEG-1에서는 양자화매트릭스의 변경은 시퀀스단위로 허용된다.
- ② MPEG-2에서는 Picture마다 허용된다.
- ③ 아래 표와 같이 크로마포맷에 따라 사용되는 매트릭스의 수가 변한다.

[표6-8. 크로마포맷과 양자화매트릭스]

크로마포맷	Y Intra용도	Y Inter용도	C Intra용도	C Inter용도
4:2:0	지정 가능	지정 가능	Y Intra용 사용	Y Intra용 사용
4:2:2	"	"	지정 가능	지정 가능
4:4:4	"	"	"	"

**11) 화소당 비트수**

- ① MPEG-1에서는 휘도신호와 색차신호 모두 화소당 8비트
- ② MPEG-2에서는 화소당 8비트 또는 10비트

**12) Trick 모드 지원**

- ① MPEG-1에서는 지원되지 않는다.
- ② MPEG-2에서는 슬라이스계층에 ISF(Intra Slice Flag)와 IS(Intra Slice) 라는 데이터를 두어 VCR등의 재생장치의 FWD나 REW에 사용한다.

**13) 에러내성의 강화**

- ① ATM망에 내서는 망의 폭주로 셀의 상실로 영상의 일부 정보가 유실될 경우가 있다.
- ② Intra MB이외에는 MC정보가 있으나 주변 MB이 모두 Intra MB일 경우에는 ME를 할 수 없으므로 보상이 어렵다.
- ③ 따라서 Intra MB에 MV를 부가해 복호기에서 에러은닉을 위해 사용할 수 있다.
- ④ 시행방법은 규정되어 있지 않고 복호기에 맡겨져 있다.

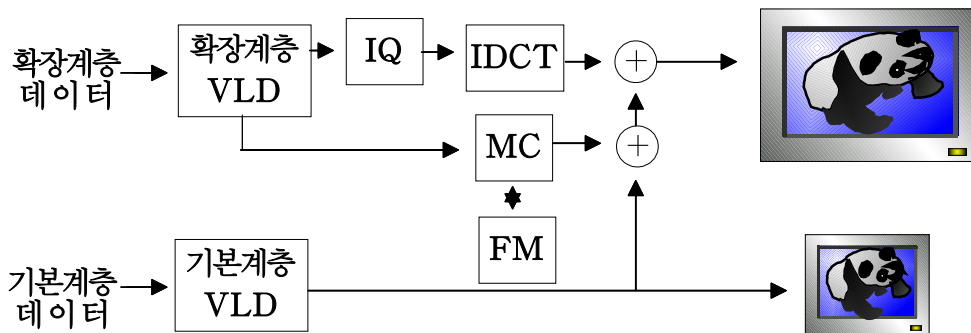
**2. Scalability**

☞ Scalability는 한정된 대역폭을 갖는 통신망을 통해 동일 화면이면서 해

상도가 다른 2개의 영상( 예로 SDTV영상과 HDTV영상)을 효율적으로 전송하기 위한 기술이다.

- ① 우리말로 계층적분해능력, 계위, 범위성 및 확장성으로 번역되고 있다.
- ② 부호화 개념에 두 개의 계층(Layer)을 두어 부호화한다.
- ③ 화질이 낮은 영상을 부호화하는 기본계층과, 화질이 낮은 영상을 확장계층과 예측을 통해 부호화하는 확장계층이 있다.

### 1) 공간적 Scalability



- ① 공간적으로 해상도가 다른 두 개의 영상을 하나의 통신망을 통해 동시에 전송하기 위한 기술이다.
- ② 그림 )와 같이 저해상도 수상기(모니터)는 기본계층의 데이터만으로 복호를 행하고, 고해상도 수상기(모니터)는 기본계층의 데이터와 확장계층의 데이터 둘 다 이용하여 복호를 행한다.
- ③ 확장계층의 데이터는 그림 )와 같이 기본계층의 영상을 1단계 보간(interpolation)을 통해 크기를 고해상도 영상의 크기로 업샘플링하고 2단계로는 확장계층의 영상과 보간된 영상으로부터 예측을 통해 만들어 낸다.

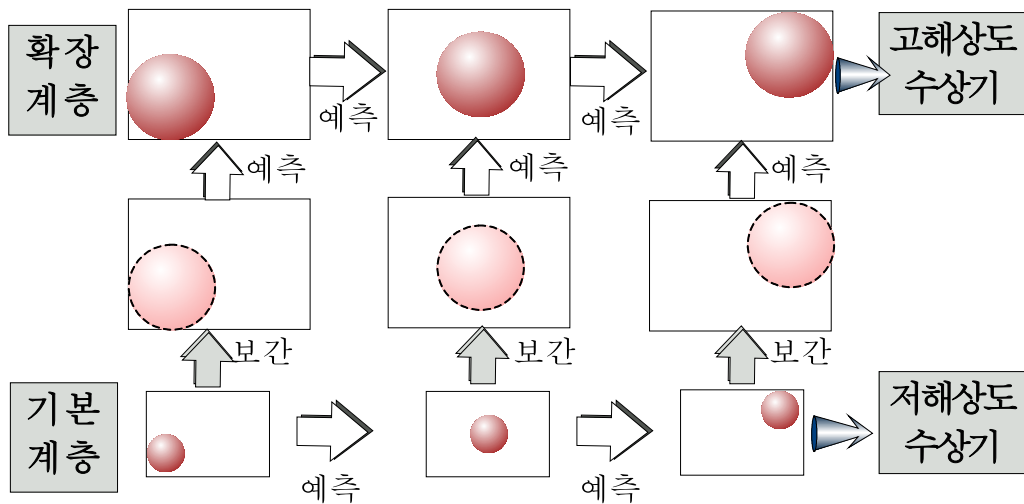


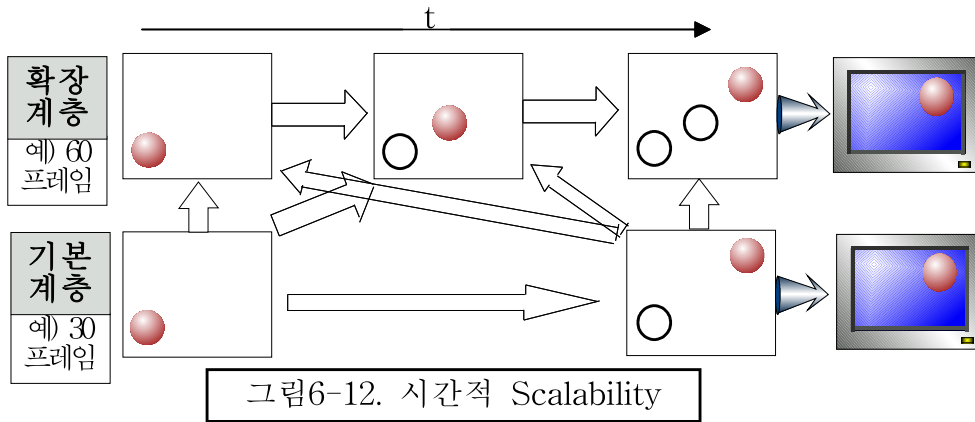
그림6-11. 공간Scalability

- ④ 기본계층의 부호화방식은 MPEG-1도 가능하다.
- ⑤ 기본계층과 확장계층의 해상도 비는 임의로 정할 수 있다.
- ⑥ 기본계층과 확장계층은 각각 독립적으로, 주사방식에 관계없다.
- ⑦ 한 통신망 통해 SDTV와 HDTV 동시방송이 가능하다.
- ⑧ 기본계층에 전송로 에러보완 신호를 실어 일종의 에러내성을 확보할 수가 있다.

2) 시간적 Scalability

- ① 공간해상도는 같지만 프레임주파수가 다른 것을 동시에 전송할 때 사용된다.
- ② 영상의 프레임 간격을 다르게 하여 계층 구조를 형성한다.
- ③ 기본계층은 시간해상도가 낮은 영상의 데이터의 부호화를 행하며, 확장계층은 시간해상도가 높은 영상의 데이터 부호화이다.
- ④ 부호화개념은 그림 과 같다. 여기서는 30프레임/s와 60프레임/s를 예로 하였다.

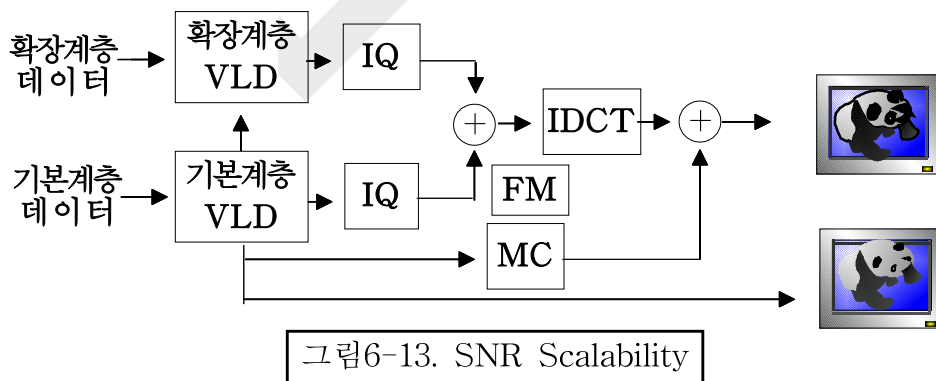




- ⑤ 수상기로의 복호를 위한 기본 시스템은 공간 Scalability와 유사하다.
- ⑥ 그림 )과 같이 기본계층은 통상의 MPEG-2부호화로 행하며, 확장계층은 확장계층의 I,P,B Picture와 기본계층의 영상을 통해 예측을 행한다.
- ⑦ 30Hz 비월주사와 60Hz 비월주사 영상을 동시에 보낸다든지 30Hz 순차주사와 60Hz 순차주사 영상을 동시에 보낼 때 유용하다.

### 3) 신호대잡음비(SNR) Scalability

- ① 화질이 다른 두 개의 같은 영상을 전송할 때 사용되는 기술이다.
- ② 기본계층은 화질이 낮은 영상 또는 SNR이 적은 영상으로 양자화스텝을 크게 하며, 확장계층은 화질이 선명한 영상 또는 SNR이 큰 영상으로 양자화스텝을 적게 한다.
- ③ 부호화된 DCT 계수상에서의 계층구조를 이용함으로써 품질을 향상시키는 방법이다.
- ④ 공간 확장성과 마찬가지로 에러 내성을 확보할 수 있다.
- ⑤ 복호를 위한 기본블록도를 그림 )와 같다.



- ⑥ SNR Scalability를 이용하여 4:2:0영상과 4:2:2영상을 동시방송할 수 있다.

### 3. MPEG-2 영상데이터 구조

☞ MPEG-2 영상부호화방식에 의한 영상데이터 계층구조는 다음과 같이 6계층으로 이루어져 있다.

- ① 영상 시퀀스 계층 ; GOP가 모여 구성되며 부호기에 입력되는 영상의 집합으로 정의된다.
- ② GOP 계층 ; 화면이 모여 구성, 시간축 오류전달 방지, 랜덤액세스 및 고속재생의 단위
- ③ 화면(picture) 계층 ; 슬라이스가 모여 구성
- ④ Slice 계층 ; 수평방향으로 연속된 매크로블록으로 구성
- ⑤ Macroblock 계층 ; 4개의 블록 즉, 16x16화소로 구성, 움직임보상의 단위
- ⑥ Block 계층 ; 8x8 화소로 구성, DCT를 수행하는 기본단위

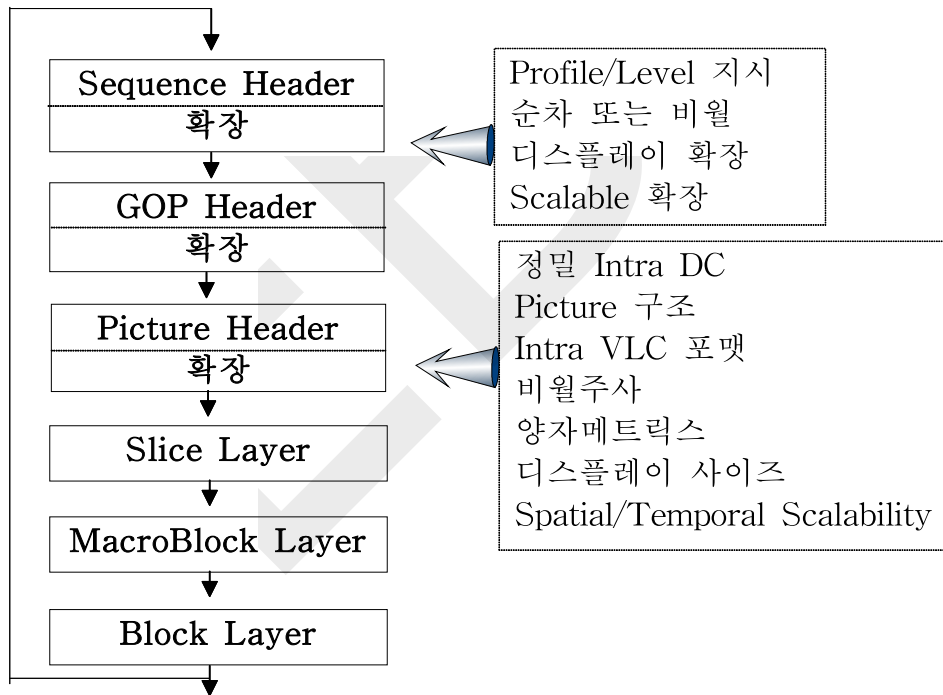


그림6-14. MPEG-2 영상데이터구조

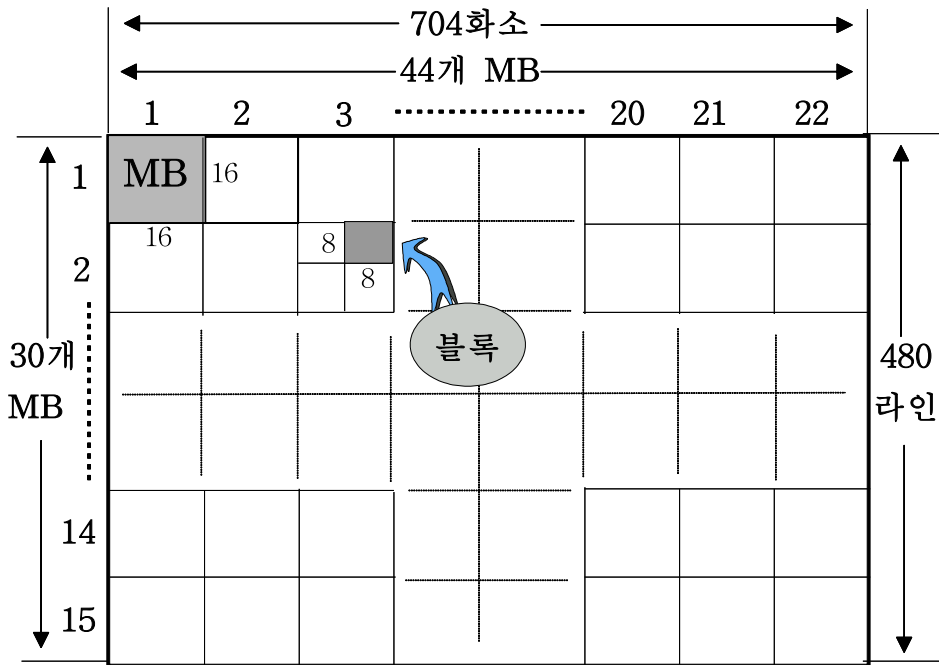


그림6-15. MPEG-2의ML화면(NTSC)

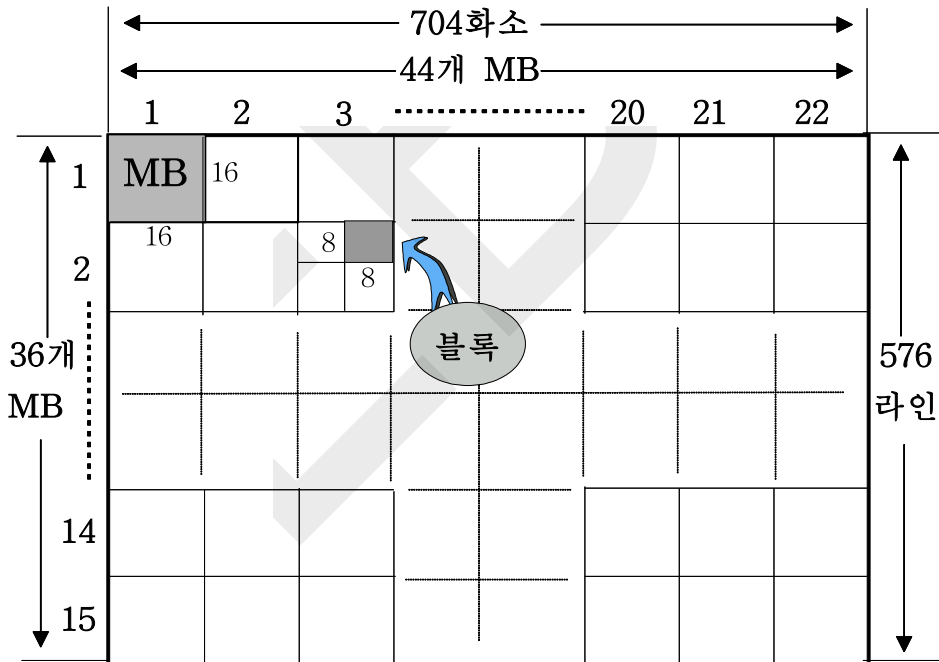


그림6-16. MPEG-2의 ML화면(PAL)

1) 영상신호다중화(MPEG-1 선택스)

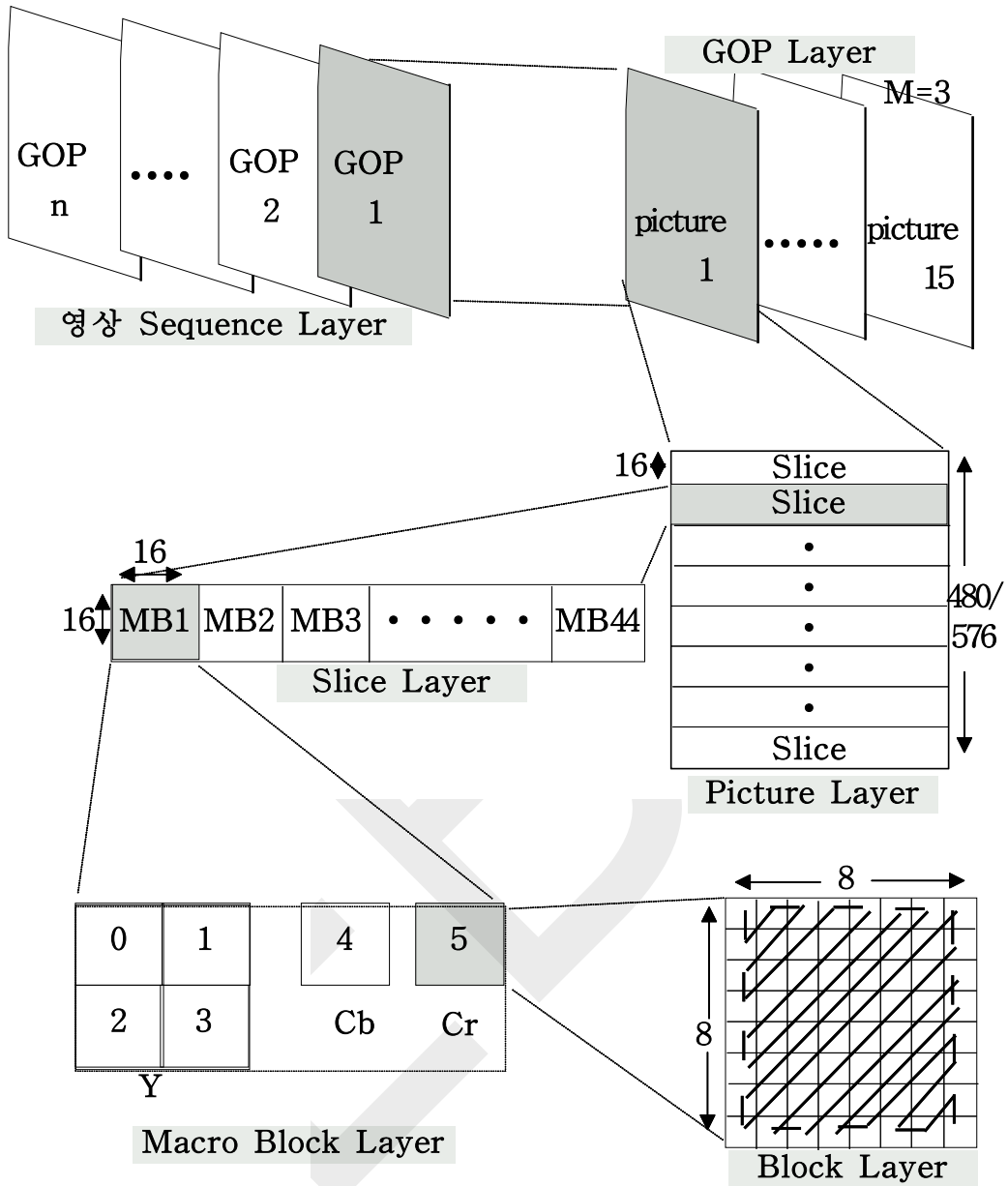
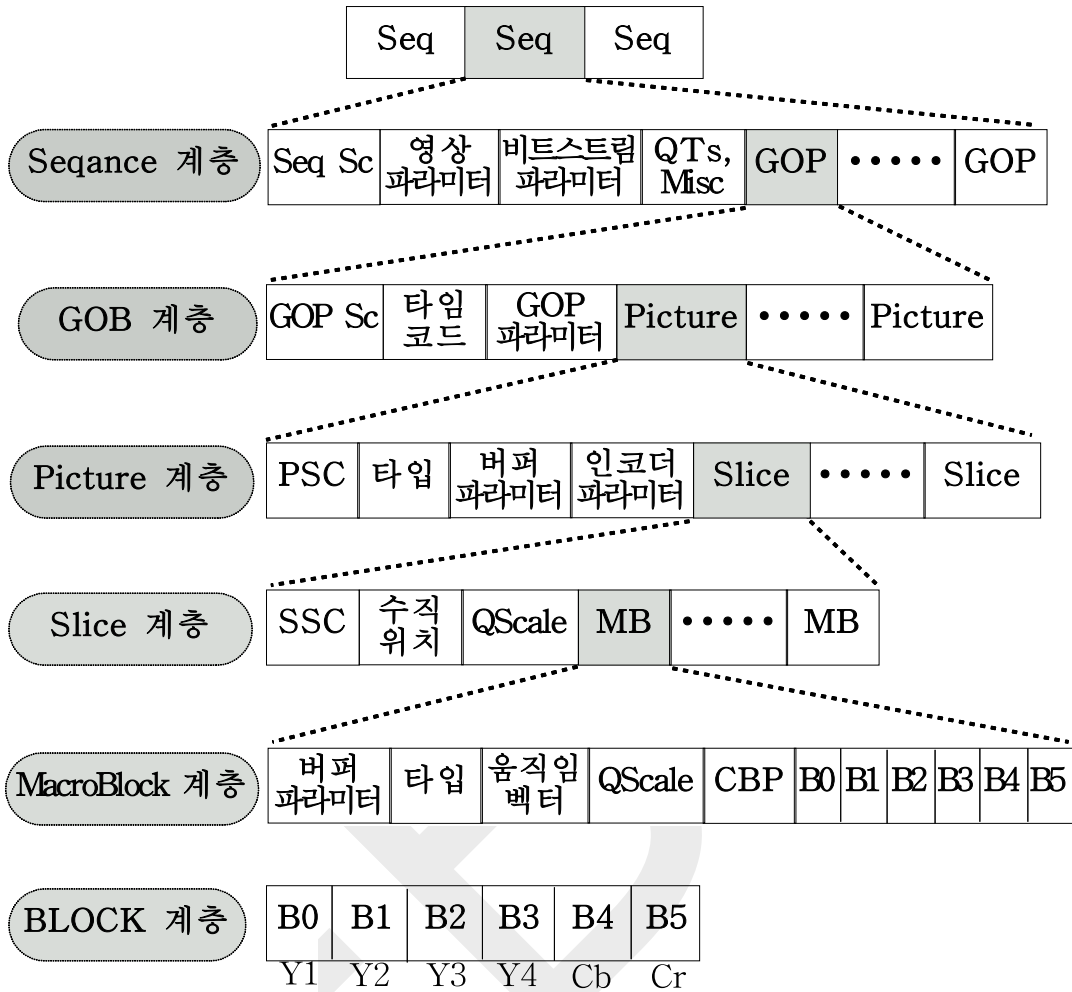
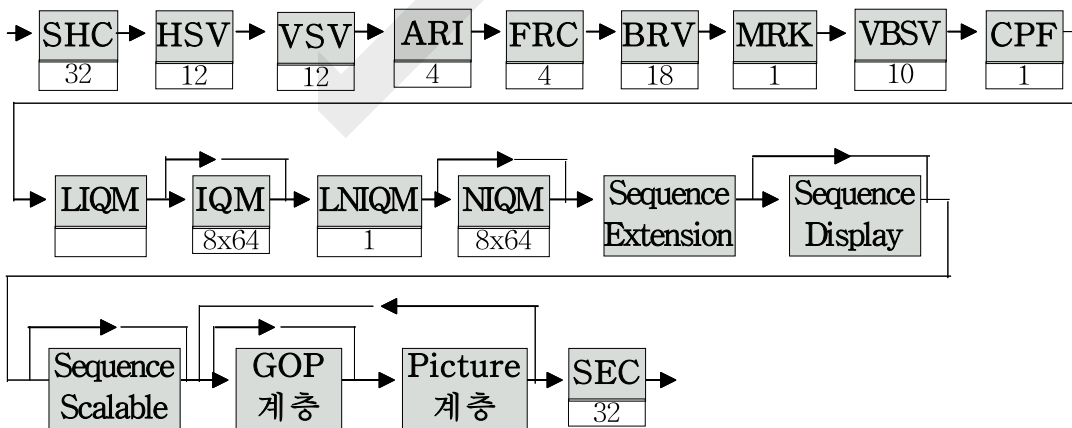


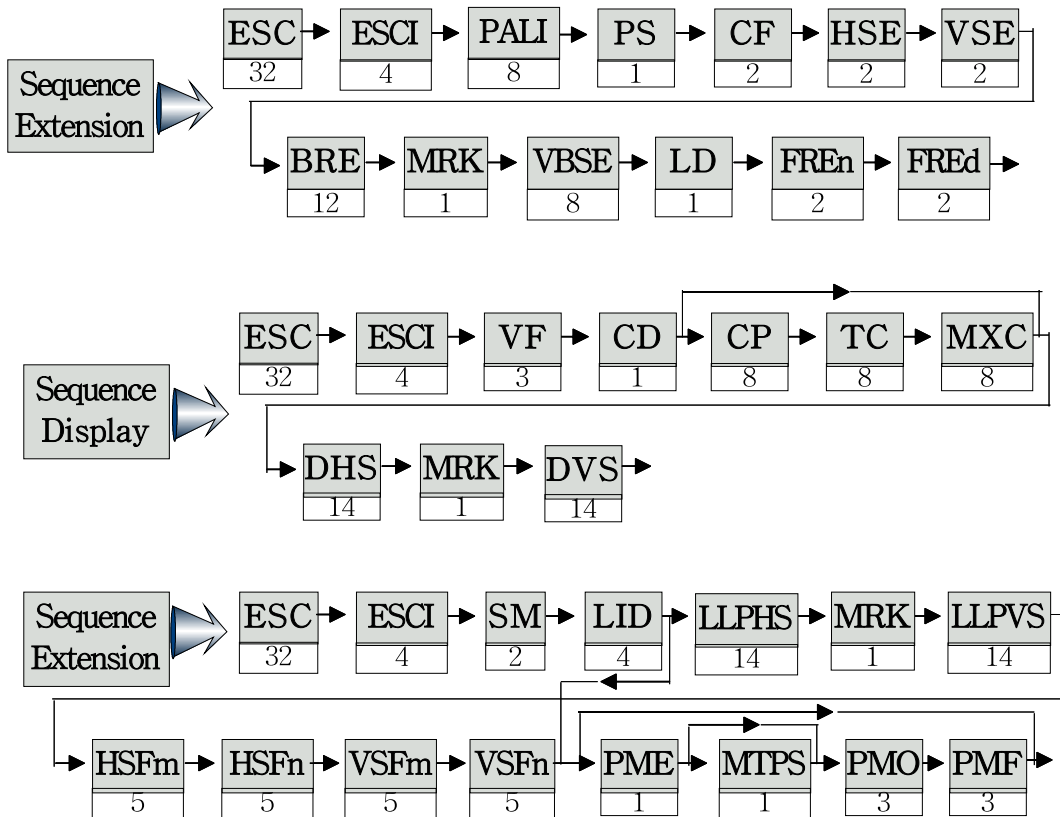
그림6-17. MPEG-1 데이터구조

2) MPEG-1 video stream 구조



3) Sequence 계층





- SHD(Sequence Header Code) ; 시퀀스계층의 시작동기코드
- HSV(Horizontal Size Value) ; 수평화소수로 반드시 MB의 배수가 될 필요가 없지만, 12비트 모두 0이 되는 것을 방지하기 위해 4098의 배수는 될 수 없다.
- VSV(Vertical Size Value) ; 수직라인수로 4096의 배수는 금지된다.
- ARI(Aspect Ratio Information) ; 화면의 종횡비 또는 디스플레이 화면비(DAR ; Display Aspect Ratio)를 말하며, SAR(Sample Aspect Ratio; 한 화소의 종횡비)와는 구별된다.
  - 3:4, 9:16 및 1:2.21 3종류가 있다.
- FRC(Frame Rate Code) ; 영상의 표시주기로 23.976(24/1.001), 24, 25, 29.97(30/1.001), 30, 50, 59.94(60/1.001) 및 60Hz가 있다.
- BRV(Bit Rate Value) ; 발생하는 비트량을 제한하기 위해 400bps단위로 계산하여 반올림한다.
  - 예로 32x400+25비트이면 32을 비트레이트값으로 전송한다.
  - 이 값은 반올림된 값으로 실제 전송률과는 다르며, VBV버퍼 작용에서 최대 비트레이트가 되며, 단순히 상한값만을 제공한다.
  - 상한값을 정해주는 이유는 버퍼의 크기를 정하기 위해서이다. 그러면 비트스트림을 복호할 수 있는 지 판별할 수 있다.

- MRK(Marker Bit) ; 시작코드 모방을 방지하기 위해 놓는 비트로, 0이 계속 나오면 시작코드와 혼동될 염려가 있으므로, 아래위 변수 중 0만 나올 가능성이 있는 곳에 삽입된다.
- VBSV(VBV Buffer Size Value) ; 발생부호량을 제어하기 위한 가상버퍼의 크기를 정하는 값
  - 비트스트림은 특정한 버퍼를 가정해서 부호화하는 것이기 때문에 그 비트스트림을 복호할 수 있는 최소 가상버퍼의 크기를 정해 주어야 한다.
  - 디코더의 버퍼 크기가 이보다 작으면 그 비트스트림은 복호불가능하다.
- CPF(Constrained Parameter Flag) ; 각 변수가 제한 이내에 있음을 표시한다.
- LIQM(Load Intra Quantizer Matrix) ; 인트라MB 양자화매트릭스 데이터가 있음을 의미한다.
  - “1”이면 4:2:0 포맷에 대해서 양자화 매트릭스를 지그재그 순으로 다운로드 한다.
  - “0”이면 양자화매트릭스를 그대로 유지한다. 단, 시퀀스헤드에서 “0”이면 디폴트값을 이용한다.
  - 4:2:2나 4:4:4의 경우는 색신호에 대한 양자화매트릭스를 따로 다운로드해야 한다.
- IQM(Intra Quantizer Matrix) ; 인트라MB용 양자화매트릭스값으로 지그재그주사된 값들을 8비트로 차례로 전송한다.
- LNIQM(Load Non Intra Quantizer Matrix) ; 비트라MB 양자화매트릭스 데이터 존재 표시이다.
- NIQM(Non IQM) ; 비인트라 MB용 양자화매트릭스값으로 디폴트값은 모든 계수에 대해 16이다.
- ESC(Extension Start Code) ; 확장데이터 시작동기 코드로 MPEG-2의 확장데이터가 이어짐을 나타낸다.
- UDSC(User Data Start Code) ; 사용자 데이터 시작을 나타내는 동기코드이다.
- UD(User Data) ; 사용자용 데이터로 디코더와 인코더 사이에서 n바이트 전송한다.
  - 23개 이상의 0비트는 금지한다.
- PALI(Profile And Level Indication) ; 프로파일과 레벨을 지정한다.

- PS(Progressive Sequence) ; 한 시퀀스내 순차주사프레임만 있느냐 아니면 하나라도 비월주사 픽처를 포함하고 있는가를 나타낸다.
- CF(Chroma Format) : 현재 3가지 포맷만을 기술하고 있다.
  - 4:2:0, 4:2:2, 4:4:4
- HSE(Horizontal Size Extension)
- VSE(Vertical Size Extension)
- BRE(Bit Rate Extension)
- VBSE(VBV Buffer Size Extension)
- LD(Low Delay) ; B프레임의 존재유무를 나타낸다.
  - B 프레임이 없으면 재배열하지 않아 지연이 없으며 버퍼가 언더플로우 상태로 들어갈 수 있다.
- FREn(Frame Rate Extension n) ; 프레임레이트 계산에 이용된다.
- FREd(Frame Rate Extension d) ; 프레임레이트 계산에 이용된다.
- ESCI(Extension Start Code Identifier) ; 어떤 확장데이터가 보내지는가를 나타내는 코드
- VF(Video Format) ; 영상포맷을 나타내는데 컴포넌트, PAL, NTSC, SECAM, MAC 및 지정하지 않은 영상포맷중에서 하나를 선정한다.
- CD(Color Description) ; CP,TC 및 MXC존재유무를 나타낸다.
- CPP(Color Primaries) ; 3원색의 x,y값을 나타낸다.

[표6-9. 원색의 색좌표]

	BT.709		BT470-2M		BT470-2B,G		170M		240M	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
R	0.640	0.330	0.67	0.33	0.64	0.33	0.630	0.340	0.630	0.340
G	0.300	0.600	0.21	0.71	0.29	0.60	0.310	0.595	0.310	0.595
B	0.150	0.060	0.14	0.08	0.15	0.06	0.155	0.070	0.155	0.070
White	D65		C		D65		D65		D65	
	0.3127	0.3290	0.310	0.316	0.313	0.329	0.3127	0.3290	0.3127	0.3291

- TC(Transfer Characteristics) ; 신호의 광전변환 특성을 나타낸다.



[표6-10 전달특성]

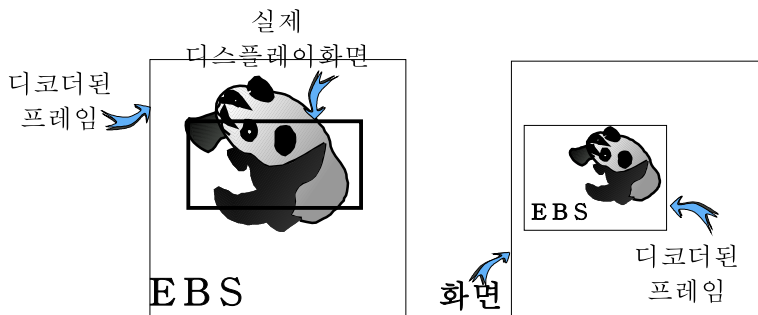
BT.709	$V=1.1115Lc^{0.45}-0.1115$ for $0.018 \leq Lc \leq 1$ $V=4.500Lc$ for $0 \leq Lc \leq 0.018$
BT470-2 M	디스플레이 감마 2.2
BT470-2 B,G	디스플레이 감마 2.8
SMPTE170M	BT.709와 동일
SMPTE240M	$V=1.099Lc^{0.45}-0.099$ for $0.0228 \leq Lc$ $V=4.0Lc$ for $Lc < 0.0228$
선형 전달특성	$V=Lc$

- MXC(Matrix Coefficients) ; 휘도신호와 색차신호의 값을 나타낸다.

[표6-11 전달특성]

		$E'_G$	$E'_B$	$E'_R$
BT.709	$E'_Y$	0.7154	0.0721	0.2125
	$E'_{PB}$	-0.386	0.500	-0.115
	$E'_{PR}$	-0.454	-0.046	0.500
FCC	$E'_Y$	0.59	0.11	0.30
	$E'_{PB}$	-0.33	0.500	-0.169
	$E'_{PR}$	-0.421	-0.079	0.500
BT470-2 B,G	$E'_Y$	0.587	0.114	0.299
	$E'_{PB}$	-0.331	0.500	-0.169
	$E'_{PR}$	-0.419	-0.081	0.500
SMPTE170M	$E'_Y$	0.587	0.114	0.299
	$E'_{PB}$	-0.331	0.500	-0.169
	$E'_{PR}$	-0.419	-0.081	0.500
SMPTE240M	$E'_Y$	0.701	0.087	0.212
	$E'_{PB}$	-0.384	0.500	-0.116
	$E'_{PR}$	-0.445	-0.055	0.500

- DHS(Display Horizontal Size) ; 실제로 의도하는 디스플레이의 수평크기이다. 아래 그림과 같이 디코더된 프레임의 일부만을 나타내는 가 아니면 디코더된 화면이 전체화면의 일부로서 나타난다.

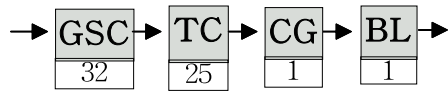


- DVS(Display Vertical Size) ; 디스플레이하고자 하는 부분의 수직크기
- ESCI(Extension Start Code Identifier) ; 어떤 확장데이터가 보내지는가를 나타내는 코드
- SM(Scalable Mode) ; Scalability 지정모드로서 하나의 비트스트림이 scalable하다가 안하다가 할 수 없다.
  - 시퀀스내에서도 마찬가지로이다.
  - 시퀀스scalable extension이 없다면 그 비트스트림은 scalability를 사용하지 않는 것으로 간주한다.
  - 시퀀스scalable extension이 존재하더라도 spatial scalability의 경우에는 picture\_spatial\_scalable\_extension이 존재하지 않는 픽처에 대해서만 non\_scalable 모드로 디코딩한다.
- LID(Layer ID) ; scalability의 계층을 나타내는데 기본계층은 0, 계층이 높은 순으로 1,2,3..순으로 나타낸다.
- LLPHS(Low Layer Prediction Horizontal Size) ; 공간Scalability 업샘플링용으로 lower계층프레임의 수평크기
- LLPVS(Low Layer Prediction Vertical Size)
- HSFm(Horizontal Subsampling Factor m)
- HSFn(Horizontal Subsampling Factor n)
- VSFm(Vertical Subsampling Factor m)
- VSFn(Vertical Subsampling Factor n)
- PME(Picture Mux Enable) ; 시간Scalability에서 복호된 픽처가 디스플레이되기 전에 재다중이 필요한가 필요하지 않은가(PMO와 PMF)를 나타낸다.
  - 재다중이란 시간Scalability에서 기본계층의 디코딩된 픽처와 확장계층의 디코딩된 픽처를 서로 사이사이에 끼워넣어서 완전한 픽처rate를 얻는 것을 말한다.
- MTPS(Mux To Progressive Sequence) ; 시간Scalability에서 두 개의 계층에 대응하는 복호픽처시퀀스를 순차주사로 할 것인가 비월주사로 할 것인가를 나타낸다.
- PMO(Picture Mux Order) ; 시간Scalability에서 재다중할 때 확장계층에서 얻어진 디코딩된 픽처를 기본계층의 첫 번째 픽처앞에 몇장 끼워넣는가를 나타낸다.
- PMF(Picture Mux Factor) ; 시간Scalability에서 재다중할 때 기본계층에서 얻어진 픽처들 사이에 확장계층의 디코딩픽처를 몇장씩 끼워넣는

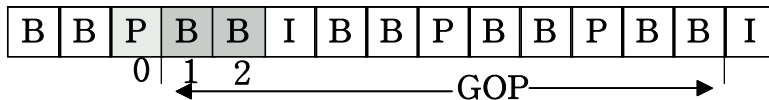
가를 나타낸다.

- SEC(Sequence End Code) ; 복수의 시퀀스 종료동기 코드이다.

#### 4) GOP계층

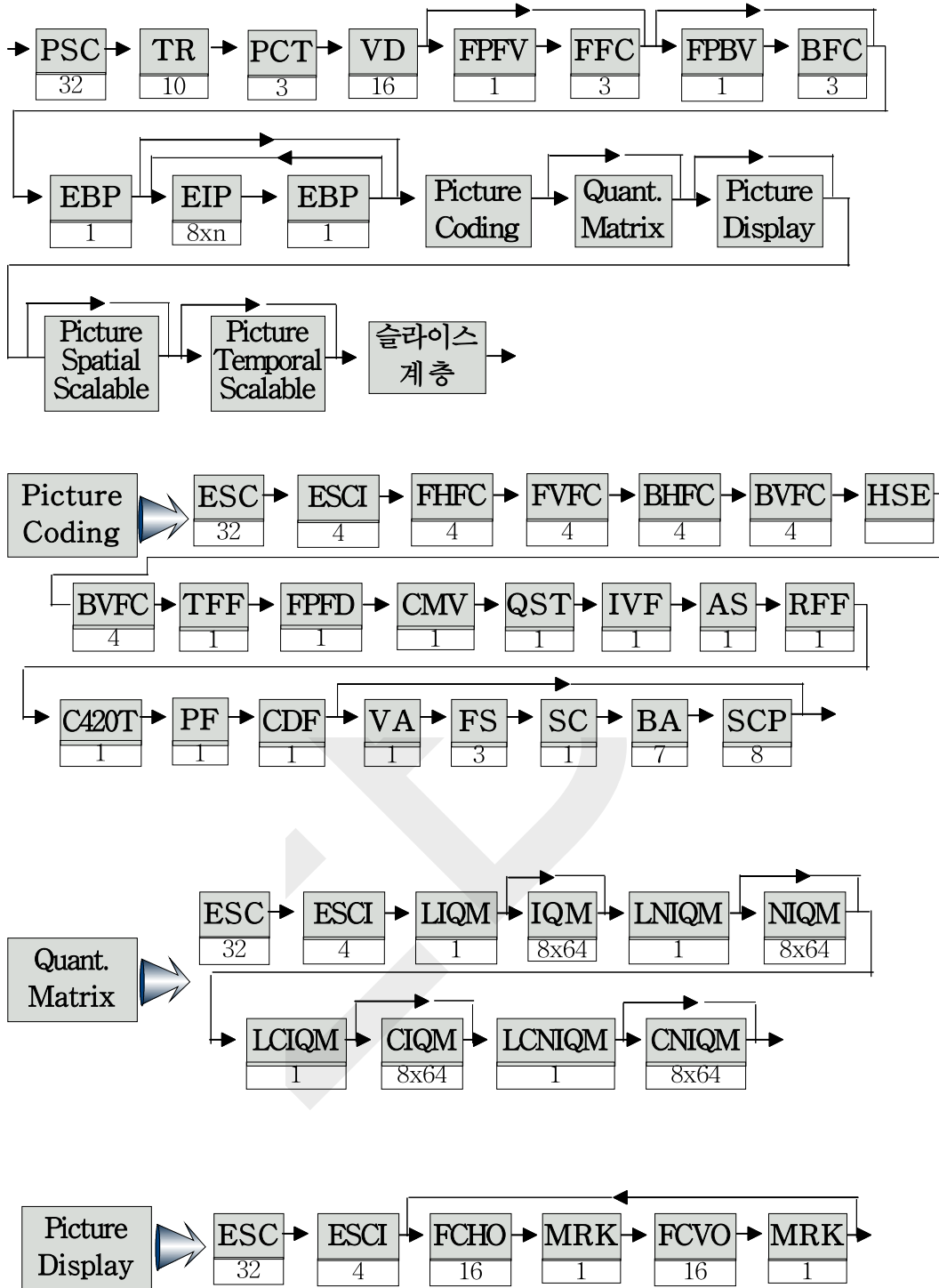


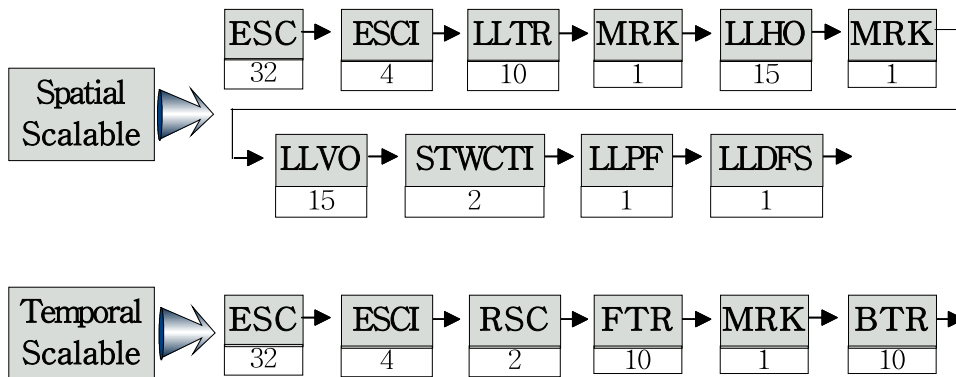
- GSC(Group Start Code) ; GOP 시작동기 코드
- TC(Time Code) ; 시퀀스의 선두로부터의 시각을 나타내는 코드
  - 디지털VCR 등의 기준으로서 중요하며 GOP헤더 바로 다음에 나오는 픽처의 시각을 나타낸다.
  - 시, 분, 초 및 픽처로 나타낸다.
  - 여기서 픽처는 1초동안에 전송되는 픽처의 수를 나타내며, 드롭프레임이나 풀프레임이냐에 따라 계산방식이 다르다.
- CG(Closed GOP) ; GOP내의 영상이 다른 GOP로부터 독립재생이 가능한가를 나타내는 플래그이다.



- 위와 같이 GOP가 구성되어 있다고 가정하면 1과 2의 B픽처는 앞 GOP의 0 P픽처를 참조로 하는데 편집과정에서 앞 GOP가 없어진다면, 0의 P픽처가 없으므로 참조할 수 없어 결국은 복원할 수가 없다. 따라서 1과 2의 B픽처를 쌍방향예측을 행하는 것이 아니라 역방향움직임벡터만을 사용하거나 Intra부호화를 이용하면 가능하다. 이와 같이 다른 GOP로부터 독립재생이 가능할 수 있다.
- BL(Broken Link) ; 편집등을 위해 GOP내의 선두의 B픽처가 정확히 재생될 수 없음을 나타내는 플래그로 CG가 “0”이면, BL은 “1”을 발생하여 디코더에서 역방향움직임벡터만을 이용하거나 1과 2의 픽처(프레임)를 스킵하고 디스플레이하지 않을 수 있다.

5) PICTURE계층



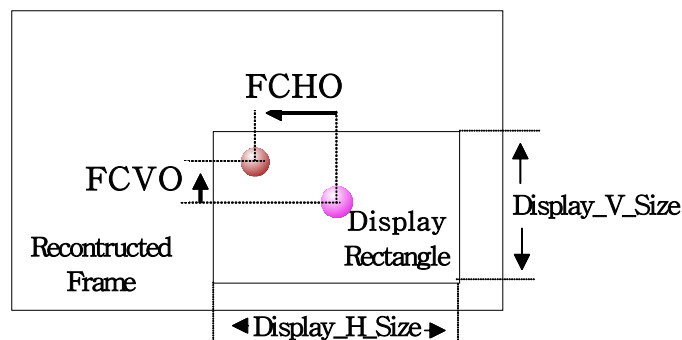


- PSC(Picture Start Code) ; 픽처층의 시작동기 코드
- TR(Temporal Reference) ; 부호화된 픽처의 표시순서를 나타내는 번호로 할당되지 않은 정수이다.
  - TR이 같다는 것은 기본적으로 시간축상에서 같은 시간에 있음을 의미한다.
  - 필드픽처구조의 경우 한 프레임이 두 개의 필드로 부호화되므로 두 픽처의 픽처헤더에 있는 TR은 같다. 즉, 두필드에 같은 TR을 할당함으로써 디스플레이를 합해 프레임단위로 한다는 뜻이 된다.
  - GOP 다음 픽처의 TR은 0으로 초기화한다.
- PCT(Picture Coding Type) ; 픽처의 부호화 형태를 나타낸다.
- VD(VBV Delay) ; 랜덤 액세스시 버퍼의 초기상태를 나타내는데 처음 빈 상태에서 VBV 버퍼를 일정수준으로 메우는데 이용된다.
- FPFV(Full Pel Forward Vector) ; 순방향MV정밀도가 정수인가 반화소단위인가를 나타낸다.
  - MPEG-1에서만 사용된다.
- FFC(Forward F Code) ; 순방향MV탐색범위를 나타내는데 MPEG-1에서만 사용된다.
- FPBV(Full Pel Backward Vector) ; 역방향MV정밀도가 정수인가 반화소단위인가를 나타낸다.
  - MPEG-1에서만 사용된다.
- BFC(Backward F Code) ; 역방향MV탐색범위를 나타내는데 MPEG-1에서만 사용된다.
- EBP(Extra Bit Picture) ; extra\_information-picture의 유무를 나타낸다.
- EIP(Extra Information Picture) ; 미래 사용을 위한 용도
- ESCI(Extension Start Code Identifier) ; 어떤 확장데이터가 보내지는가를 나타내는 코드
- FHFC(Forward Horizontal F Code) ; 순방향수평MV탐색범위

- FVFC(Forward Vertical F Code) ; 순방향수직MV탐색범위
- BHFC(Backward Horizontal F Code) ; 역방향수평MV탐색범위
- BVFC(Backward Vertical F Code) ; 역방향수직MV탐색범위
- IDP(Intra DC Precision) ; 인트라 블록 DC계수의 정밀도(부호화비트수)를 나타낸다.
- PSTR(Picture Structure) ; 프레임구조인가 필드구조인가를 나타내는데 Top Field, Bottom Field 및 Frame Picture중 하나를 선택한다.
  - 프레임으로 이루어진 필드픽처에서 한 프레임의 두 개 필드는 부호화 형태가 같아야 하지만 첫 필드가 I이고, 두 번째 필드가 P타입일 경우가 있다.
  - 첫 필드가 Top이 다음 필드는 Bottom이어야 하고 첫 필드가 Bottom이면 두 번째 필드는 Top이어야 한다.
- TFF(Top Field First) ; 디스플레이순서를 나타낸다.
  - 필드픽처는 들어오는(전송되어온) 순서대로 필드를 디스플레이 한다.
  - 필드구조로 된 프레임픽처는 프레임단위로 전송되기 때문에 어떤 필드를 먼저 디스플레이할 지 선택할 수 있다.(Top필드가 먼저 디스플레이될 수도 있고 Bottom필드가 먼저 디스플레이될 수도 있다.)
  - 프레임구조로 된 프레임픽처는 단순히 그 프레임자체를 반복하는 경우도 있다.
- FPDF(Frame Predictive Frame DCT) ; 그 픽처에서 프레임DCT와 프레임예측이 사용됨을 나타낸다.
- CMV(Concealment Motion Vector) ; Intra MB에 전송에러를 은닉하기 위한 MV가 있음을 표시한다.
  - 채널상태가 좋지 않아 Intra블록의 데이터가 깨지면 임시방편으로 그 전 프레임에서 MV를 가져와 에러를 은닉하기 위한 대책으로 Intra MB의 MV를 보낸다는 뜻이다.
- QST(Q Scale Type) ; 양자화스케일이 선형인지 비선형스케인지를 나타낸다.
- IVF(Intra VLC Format) ; Intra 블록의 DC계수를 제외한 DCT계수를 디코딩하는데 사용되는 표를 선택한다.
- AS(Alternate Scan) ; Aternate주사를 사용할 것인지 지그재그주사를 사용할 것인지를 선택한다.
- RFF(Repeat First Field) ; 24Hz의 영화를 TV신호(30Hz비율 또는 60Hz 순차)로 변환할 때 이용된다.

- 3:2 pulldown방식이 이용된다.
- 전송하는 프레임은 반드시 순차주사이어야 한다.
- 24Hz의 30Hz 비월주사 변환방법
  - Ⓐ 제1프레임은 Top필드가 먼저 디스플레이되고 첫 번째 필드를 반복
  - Ⓑ 제2프레임은 필드반복은 없고 Bottom필드가 먼저 디스플레이
  - Ⓒ 제3프레임은 Bottom필드가 먼저 디스플레이되고 첫 번째 필드를 반복
  - Ⓓ 제4프레임은 필드반복은 없고 Top필드가 먼저 디스플레이된다.
- 24Hz의 60Hz 순차주사 변환방법
  - Ⓐ 제1프레임은 똑 같은 프레임을 3장 연속 디스플레이
  - Ⓑ 제2프레임은 똑 같은 프레임을 2장 연속 디스플레이
  - Ⓒ 제3프레임은 똑 같은 프레임을 3장 연속 디스플레이
  - Ⓓ 제4프레임은 똑 같은 프레임을 2장 연속 디스플레이
- C420T(Chroma 4:2:0 Type) ; 역사적인 이유만으로 존재하는 플래그로 색신호포맷이 4:2:0이면 순차프레임 변수값과 무조건 값을 같게 한다는 의미이다.
- PF(Progressive Frame) ; 그 픽처가 순차주사로 얻어진 프레임인가를 나타낸다.
- CDF(Composite Display Flag) ; 원래 신호가 컴포지트인가 컴포넌트인가를 나타낸다.
- VA(V Axis) ; 원래 신호가 PAL방식신호임을 나타낸다.
- FS(Field Sequence) ; PAL에서의 필드를 1~8까지로 나타내며, NTSC에서의 필드를 1~4까지 나타낸다.
- SC(Sub-Carrier) ; 색부반송파와 라인주파수가 PAL 또는 NTSC규격에 맞는지 맞지 않는지를 나타낸다.
- BA(Burst Amplitude) ; PAL과 NTSC의 경우 버스트진폭을 정하기 위해 있는데 ITU-R601의 경우는 색부반송파 진폭을 양자화한 전송한다.
- SCP(SC Phase) ; ITU-R BT.470에 의한 색부반송파의 위상을 나타내기 위한 변수로서 256단계가 있다.
- LIQM(Load Intra Quantizer Matrix) ; Intra MB용 양자화매트릭스 데이터의 존재를 표시한다.
  - 양자화매트릭스를 지그재그순서로 다운로드한다.
- IQM(Intra Quantizer Matrix) ; Intra MB용 양자화매트릭스의 값으로 지그재그주사된 값들을 8비트로 순서대로 전송한다.

- LNIQM(Load Non Intra Quantizer Matrix)
- NIQM(Non Intra Quantizer Matrix)
- LCIQM(Load Chroma Intra Quantizer Matrix)
- CIQM(Chroma Intra Quantizer Matrix)
- LCNIQM(Load Chroma Non Intra Quantizer Matrix)
- CNIQM(Chroma Non Intra Quantizer Matrix)
- FCHO(Frame Center Horizontal Offset) ; 그림과 같이 디스플레이중심으로 부터 재구성되는 프레임의 중심점까지의 수평변이를 나타낸다. 즉, 디스플레이 영역을 수평방향으로 이동하는 값이다.

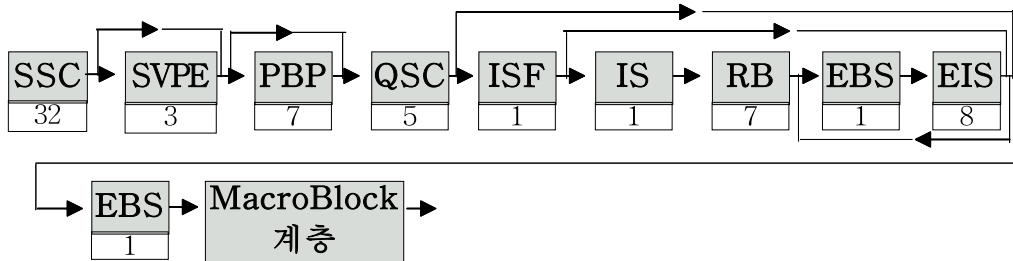


- FCVO(Frame Center Vertical Offset) ; 디스플레이영역을 수직방향으로 이동하는 값
- LLTR(Low Layer Temporal Reference) ; 공간Scalability에서 예측에 사용되는 하위계층의 시간참조 표시
- LLHO(Low Layer Horizontal Offset) ; 공간Scalability에서 예측에 사용되는 하위계층픽처의 수평 오프셋을 나타낸다.
- LLVO(Low Layer Vertical Offset)
- STWCTI(Spatial Temporal Weigh Code Table Index) ; 공간Scalability에서 하위계층의 영상을 업샘플링하는 방법 표시
- LLPF(Low Layer Progressive Frame) ; 공간Scalability에서 하위계층이 순차주사영상임을 표시
- LLDFS(Low Layer Deinterlaced Field Select) ; 하위계층의 재샘플링과정에서 순차시킨후 다시 비월로 만들려고 할 때 어떤 필드(Top필드 또는 Bottom필드)를 선택할 것인가를 나타내는 변수이다.
- RSC(Reference Select Code) ; 공간Scalability에서 움직임보상용의 참조 영상을 선택하는데 사용되는 코드이다.
- FTR(Forward Temporal Reference) ; 시간Scalability에서 순방향예측에 사용되는 픽처의 시간참조를 표시한다.



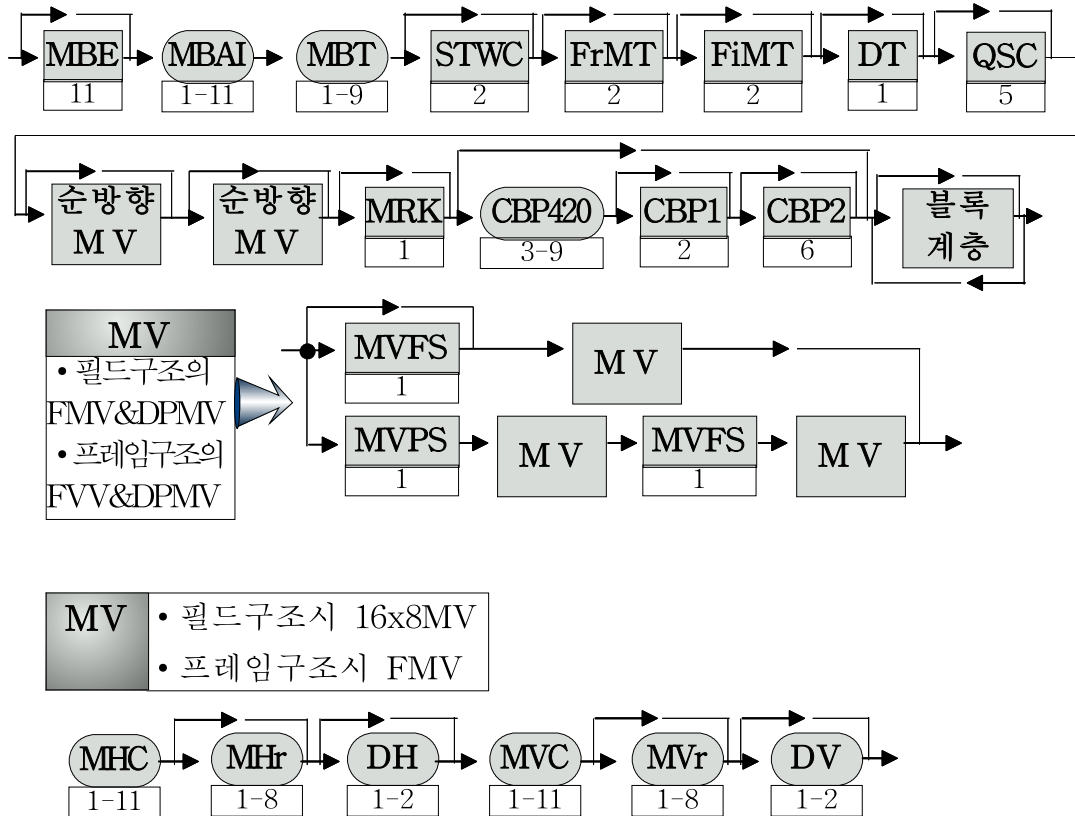
- BTR(Backward Temporal Reference) ; 시간Scalability에서 역방향예측에 사용되는 픽처의 시간참조를 표시한다.

6) SLICE계층



- SSC(Slice Start Code) ; 슬라이스 시작동기 코드로 SSC의 마지막 8비트는 슬라이스수직위치를 나타낸다.
  - 같은 열에 있는 슬라이스 수직위치는 같다.
- SVPE(Slice Vertical Position Extension) ; 프레임의 라인수가 2800 이상인 경우에 사용되는 확장코드로 SSC와 함께 슬라이스의 위치를 나타낸다.
  - 슬라이스수직위치의 최대값은 175이지만 슬라이스수직위치확장 데이터가 존재하면 1~128까지로 제한시켜야 한다.
- PBP(Priority Break Point) ; data partitioning에서 데이터를 나누는 기준(데이터범위)으로 이용된다.
  - Sequence Scalable Extension의 scalable모드가 data partitioning일 때 존재한다.
- QSC(Quantizer Scale Code) ; 슬라이스 선두 MB 양자화스텝을 지정하는 코드이다.
  - 슬라이스나 MB에 다른 quantizer\_scale\_code가 존재할 때까지는 기존 값을 그대로 유지한다.
  - 1~31까지의 정수값을 가진다.
- ISF(Intra Slice Flag) ; 다음의 IS가 존재함을 나타내는 플래그이다.
- IS(Intra Slice) ; 그 슬라이스내의 모든 MB이 Intra임을 지정한다.
  - VCR 등에서 FWD, REW를 위한 부가정보이다.
- RB(Reserved Bits) ; 미래 확장 예약 비트
- EBS(Extra Bit Slice) ; 뒤에 EIS가 존재함을 나타낸다.
- EIS(Extra Information Slice) ; 미래 확장을 위해 사용

7) Macro Block계층



- MBE(MacroBlock Escape) ; MBA가 33이상인 경우에 사용한다.
  - MBE가 있으면 address difference는 33+MBA
- MBAI(MB Address Increment) ; 앞에 스킵한 MB의 수+1을 나타내는 (address difference을 부호화하는) 가변장부호화(VLC) 채택
  - MB중 보낼 데이터가 없는 경우를 skipped MB이라 하고, 스킵하지 않는 MB을 nonskipped MB라고 한다.
  - 그림과 같이 MBA는 왼쪽위의 MB에서부터 0,1,2,3..순으로 증가한다.
  - 통상 previous\_macroblock\_address는 바로 전 스킵되지 않은 MB의 주소와 같다. 단, 슬라이스의 첫 MB의주소는 다음과 같이 계산한다.  
주소 = (mb\_row\*mb\_width)-1

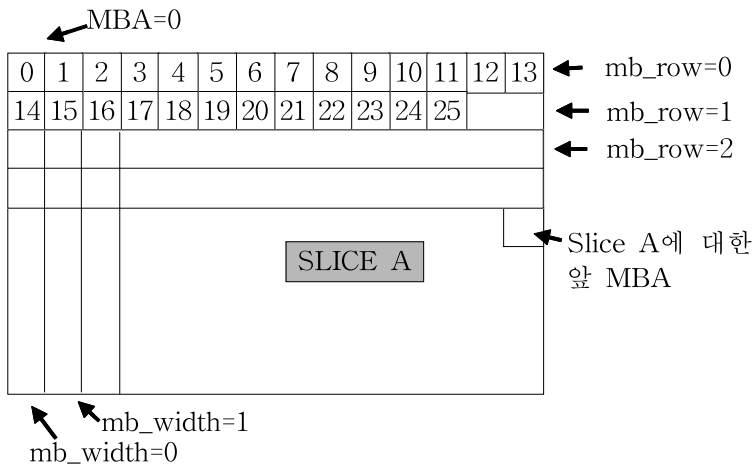
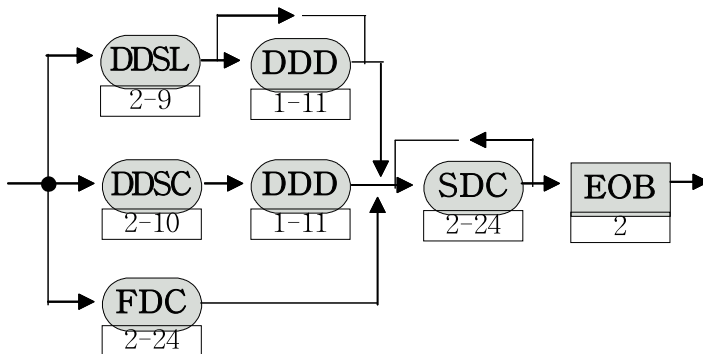


그림6-18 MBA

- 슬라이스구조가 프레임마다 가변적일 수 있으므로 슬라이스의 처음 MB의 주소(previous\_macroblock\_address)는 그림과 같이 바로 직전의 열의 끝 MB의 주소로 한다.
- 슬라이스의 첫 번째 MB와 끝 MB은 절대 스킵될 수 없다.
- B픽처에서 Intra로 부호화되는 MB 바로 뒤의 MB도 절대로 스킵될 수 없다.
- MBT(MB Type) ; MB의 부호화모드를 표시하는 가변장부호화
- STWC(Spatial Temporal Weight Code) ; 시간Scalability에서 하위계층 화면의 업샘플링 방법을 나타낸다.
  - 공간예측과 시간예측의 섞는 비율을 나타낸다.
- FrMT(Frame Motion Type) ; 프레임픽처인 경우 존재한다.
- FiMT(Field Motion Type) ; 필드픽처인 경우 존재한다.
- DT(DCT Type) ; 필드DCT인가 프레임DCT인가를 나타낸다.
- QSC(Quantizer Scale Code)
- MVFS(Motion Vertical Field Select) ; 필드예측의 경우 ME로 Top필드를 사용할 것인가 Bottom필드를 사용할 것인가를 결정한다.
- MHC(Motion Horizontal Code) ; MB의 MV 수평성분과 직전의 벡터차를 VLC한 것이다.
- MHr(Motion Horizontal r)
- DH(DMV Horizontal) ; Dual Prime 예측의 경우 수평차분벡터를 나타내는 VLC이다.
- MVC(Motion Vertical Code) ; MB의 MV 수직성분과 직전의 벡터차를 VLC한 것이다.
- MVr(Motion Vertical r)

- DV(DMV Vertical) ; Dual Prime 예측의 경우 수직차분벡터를 나타내는 VLC이다.
- CBP420(Coded Block Patern 4:2:0) ; 크로마포맷이 4:2:0인 경우 CBP
- CBP1(Coded Block Patern 4:2:2) ; 크로마포맷이 4:2:2인 경우 CBP
- CBP2(Coded Block Patern 4:4:4) ; 크로마포맷이 4:4:4인 경우 CBP

8) Block계층



- DDSL(DCT DC Size Luminance) ; 휘도신호의 DCT DC차분의 비트수를 나타낸다.
- DDSC(DCT DC Size Chrominance) ; 색차신호의 DCT DC차분의 비트수를 나타낸다.
- DDD(DCT DC Differential) ; 그 블록의 DC성분과 앞블록의 DC성분의 차분을 가변장부호화한다.
- FDC(First DCT Coefficients) ; Intra MB이 아닌 경우 DCT계수를 (0,0) 부터 지그재그 순서로 보내는데, 최초 0이 아닌 계수를 그 값 직전의 0의 계수의 수와 조를 이루어 행하는 가변장부호화
- SDC(Subsequent DCT Coefficients) ; Intra MB의 다음 계수와 인트라 MB인 경우 DCT계수를 지그재그 순서로 보내는데, 0이 아닌 계수와 그 직전의 0의 계수의 수와 조를 이루어 행하는 가변장부호화
- EOB(End Of Block) ; 블록에서 이후 계수가 모두 0인 것을 나타낸다.

### Prediction modes in MPEG-2

필드 Picture	프레임 Picture
필드를 기준	프레임을 기준
16x8 MC	필드 기준
Dual Prime	Dual Prime



## ■ MPEG-2 복호과정

### 1. MPEG과 음성부호화

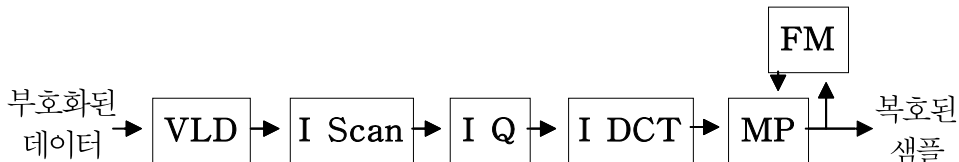


그림6-19. MPEG-2 복호과정

#### 1) VLD(가변장부호화)

비트스트림으로부터 가변장부호화된 DCT계수를 뽑아서 그 역과정을 거치는 것이다. 통상 Intra부호화에서 DC계수는 크므로 그 절대크기를 바로 전송하지 않고 예측기를 이용하여 앞 블록의 해당되는 값과 비교하여 그 차이만을 전송하는 방식을 사용한다.

##### 가) Intra 블록에서의 DC계수들

- ① Intra블록의 DC차이값을 `dct_dc_size`와 `dct_dc_differential` 두 부분으로 나누어 부호화한다.
- ② `dct_dc_size`가 0이면 `dct_dc_size`의 부호만 전송되고, 0이 아니면 `dct_dc_size`의 비트수만큼 `dct_dc_differential` 값을 전송하는데 디코더에서는 이 `dct_dc_differential`값을 이용해서 `dct_diff`를 구해 예측기값에 더한다.
- ③ 예측기값은 새롭게 갱신되는데 에러누적을 방지하기 위해 다음의 경우에는 리셋된다.
  - 슬라이스 처음
  - Non\_intra MB이 디코딩될 때 마다
  - MB이 스킵될 때마다

##### 나) 다른 계수들

두 개의 테이블 중 하나에 의해 가변장부호화가 이루어지는데 부호기에서는 두 VLC테이블 중 비트수를 적게 발생하는 것을 선택하여 부호화하고 이를 `intra_vlc_format`을 통해 디코더에 알려준다.

## 2) Inverse Scan(역 주사)

- ① 1차원 DCT계수를 주사방법에 따라 2차원으로 바꾸어 주는 작업이다.
- ② 지그재그주사와 alternate주사 두가지 방법이 있다.

## 3) Inverse Quantization

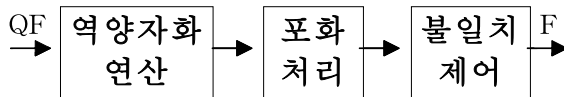


그림6-20. 역양자화과정

- ① 역양자화 연산(Inverse Quantization Arithmetic)은 가중치매트릭스값과 QSC(양자화스케일부호기)를 이용해서 DCT계수값을 복원하는 작업이다.
- ② 포화처리(Saturation)는 IDCT에서 에러가 발생하지 않도록 복원된 DCT계수값이 -2048과 +2047을 벗어나는 것을 막아주기 위해서 있다.
- ③ 불일치처리(Mismatch Control)는 부호기의 DCT와 복호기의 IDCT가 서로 맞지 않아 에러가 누적되는 것을 방지하기 위해 있다.
  - H.261과 동일한 방법을 사용하는데 한 블록내의 모든 계수를 더해 홀수가 나오면 그냥 두고 짝수인 경우에만 조정을 행한다.
  - P Type의 MB이 132번 반복되기 전에 그 MB을 I Type으로 바꿔주기를 권고하고 있다.

## 4) Inverse DCT

- ① IDCT된 결과는 9비트로 표시되고 그 범위는 -256~+255이다.
- ② 스킵된 MB에서의 IDCT 결과는 모두 0이되어야 한다.

5) 움직임보상(MC)

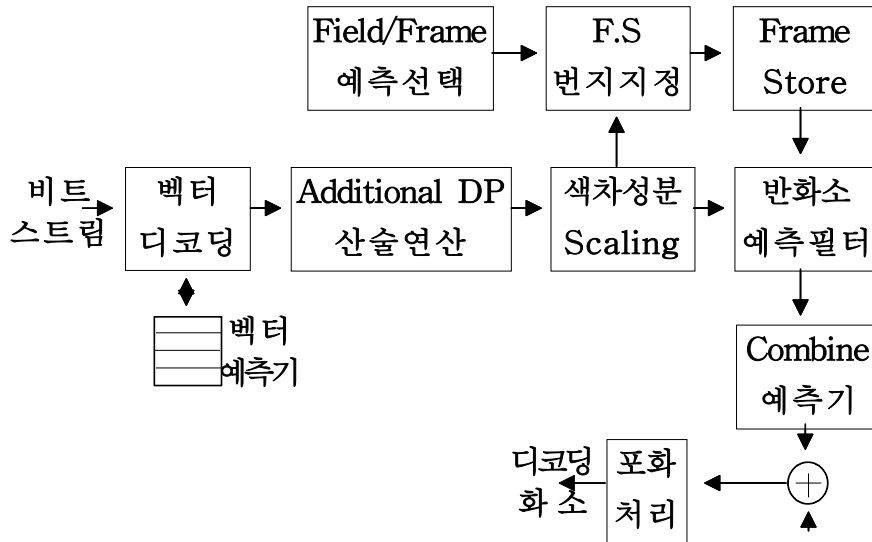


그림6-21. 움직임보상 처리

- ① MPEG-2는 D.P(Dual Prime) 산술연산이 추가되었으며, 필드단위와 프레임단위의 움직임보상(MC)이 가능하다.
- ② 필드픽처에서는 필드예측을, 프레임픽처에서는 필드예측이나 프레임예측이 가능하다.
- ③ MB당 필요한 움직임벡터수는 표와 같다.

[표6-12. 16x16 MB당 필요한 움직임벡터(MV) 수]

	P Type	B Type
프레임예측	1개	2개(순방향,역방향)
필드예측	2개(Top, Bottom)	4개(Top, Bottom,순방향,역방향)

- ④ 필드픽처에서 16x8예측모드를, P픽처에서는 D.P모드를 규정하고 있다.
  - D.P에서는 인코더에서 하나의 MV와 차분MV를 보내고 디코더에서 이것을 이용하여 4개의 순방향MV를 만들어낸다.
- ⑤ 16x8예측모드는 아래 그림과 같이 필드픽처에서의 16x16MB를 아래위로 16x8블록으로 나누어 각각의 블록에 대해 1개씩 MV를 전송한다.

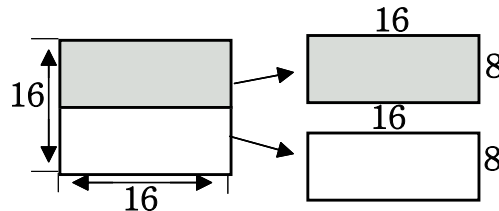


그림6-22. 필드픽처에서의 MB와 16x8예측모드



## 6) 필드예측과 프레임예측 선택

### 가) 필드예측

- ① 필드예측은 필드픽처나 프레임픽처에서 모두 이용될 수 있다.
- ② 통상 예측에서는 Top과 Bottom을 , 디스플레이에서는 First와 Second를 사용하는데 Top필드가 First필드가 되는 것은 아니다.

### 나) 프레임예측

- ① P픽처에서의 프레임예측 ; 가장 최근에 복원된 프레임 1개로부터 행해진다.
- ② B픽처에서의 프레임예측 ; 가장 최근에 복원된 프레임 2개로부터 행해진다.

## 7) 움직임벡터(MV) 디코딩

- ① MV는 한 MB당 최대 4개까지 나올 수 있다.
- ② 비트양이 많아 바로 전 MB의 MV를 움직임벡터예측기에 저장하여 이 MV와의 차이(DMV)만을 가변장부호화하여 전송한다.
- ③ 인코더에서 움직임추정(ME)을 행할 때 탐색영역을 정해 블록매칭방법을 이용하여 MV를 구한다.
  - 인코더에서는 탐색영역을  $f\_code$ 로 디코더에 알려주며 디코더에서는 이  $f\_code$ 만 보고 탐색영역을 알아낸다.

## 8) 벡터예측기(Vector Predictors)

- ① 벡터예측기는 전 MB의 MV값 PMV를 저장하는 곳이며, 총 4개의 예측기가 있다.
- ② 수직,수평컴포넌트까지 생각하면, 8개의 값이 있으나 모든 MB당 8개가 이용되지 않으므로 빠진 부분은 폐측기를 리셋해야 한다.

## 9) Additional Dual Prime Arithmetic

- ① 듀얼프라임예측기는 P픽처에서만 사용된다.
- ② 한 필드당 2개씩, 한 프레임당 4개의 MV를 구한다.
  - 여기서 필드와 구분하기 위해 필드 대신에 패리티라는 용어를 사용한다.
- ③ 디코더에서는 패리티가 같은 필드의 MV로부터 패리티가 다른 필드의 MV를 구해낸다.

- 한 필드에 대해 한 개는 전송되어 온 것이며, 또 다른 하나는 디코더에서 계산한 것 두 개의 MV가 존재하며, 이의 평균을 취하여 한 개의 필드를 MC한다.

#### 10) 평균예측

- ① 2개 이상의 움직임예측이 있을 때 그 2개를 MB당 평균해서 최종적으로 MC를 행하는 과정으로 B픽처와 P픽처에서는 듀얼프라임인 경우에만 이용된다.



## ■ MPEG-2 오디오 표준

### 1. MPEG과 음성부호화

⇒ MPEG 오디오는 부호기 및 복호기의 입출력 신호형태가 표준PCM형식, 즉 CD나 DAT의 입출력형식과 동일하므로 기존의 디지털오디오 시스템과 호환성을 유지한다.

- ① MPEG-1 오디오로 부호화된 모든 음성데이터는 MPEG-2에서 복호될 수 있어야 한다는 순방향호환성을 규정하고 있으며
- ② MPEG-2로 부호화된 음성은 MPEG-1 복호기를 통해 제한적이라도 복호가능해야 한다는 역방향호환성을 규정하고 있다.
- ③ 음성부호화는 그 응용범위가 넓고 시스템마다 요구되는 음성품질이나 압축률이 다양하다.

### 2. MPEG-2 오디오의 확장기능

⇒ MPEG-2 오디오에서는 MPEG-1에 비해 고품질의 다양한 기능을 지원하기 위해 낮은주파수의 표본화주파수를 제공하고, 다중채널을 지원하며, MPEG-1과의 호환성을 유지시키는 등의 몇가지 기능을 추가함.

#### 1) 저주파 표본화주파수

- ① CCITT G.722 권고안인 채널당 64kbps 전송률의 시스템보다 더 우수한 음질 제공을 위해 MPEG-1 표본화주파수(32kHz, 41.1kHz, 48kHz)의 절반에 해당하는 낮은 주파수(16kHz, 20.05kHz, 24kHz)의 표본화모드를 지원한다.

[표6-13. 계층별 오디오프레임 지연시간]

표본화주파수 \ 계층	16kHz	22.05kHz	24kHz
계층 I	24ms	17.40ms	16ms
계층 II	72ms	52.50ms	48ms
계층 III	36ms	26.25ms	24ms

#### 2) 다중채널의 지원

다채널을 통해 스테레오 음성의 확장이나 다중음성채널용이나 다중언

어용으로 사용이 가능하다.

① 3/2 스테레오 및 저주파효과(LFE)

- 3/2 스테레오 및 LFE 채널을 이용하여 다채널의 입체음향 서비스 제공
- 3/2 스테레오는 '92년 11월에 작성된 ITU-R 권고 755 '다중채널 입체음향 시스템'을 부분 적용한 것임.
- LFE채널에서의 표본화주파수는 기본채널에서의 표본화주파수의 1/96 배이며, 대상 주파수영역은 15Hz - 120Hz이다.

② 다중언어 서비스

- HDTV와 같은 분야에서는 2개 이상의 언어를 동시에 별도의 채널로 전송할 필요가 있다.

[표6-14. 채널수에 따른 채널 구성]

채널 수	배열	채널의 구성
5	3/2	5채널(L, C, R, LS, RS)
	3/0+2/0	한프로그램에 L, C, R채널, 다른 프로그램에 L2, R2채널
	2/1+2/0	한프로그램에 L, R, S채널, 다른 프로그램에 L2, R2채널
4	3/1	L, C, R채널과 하나의 S채널
	2/2	L, R채널과 LS, RS채널
	2/0+2/0	한프로그램에 L, R채널, 다른 프로그램에 L2, R2채널
3	3/0	서라운드 없이 L, C, R채널
	2/1	L, R채널과 하나의 S채널
2	2/0	스테레오 채널모드(MPEG-1 오디오)
1	1/0	단일 채널모드(MPEG-1 오디오)

- 이를 위해 음성다중된 2/0 스테레오 프로그램을 전송하거나, 2/0, 3/0 스테레오 음성에 부가데이터를 더해 전송하는 등 다양한 형태의 서비스 제공이 가능

3) MPEG-1과의 호환성

① 순방향 호환성

MPEG-1으로 부호화된 오디오 비트스트림을 MPEG-2 오디오 복호기를 통해 복호할 수 있는 기능

② 역방향 호환성

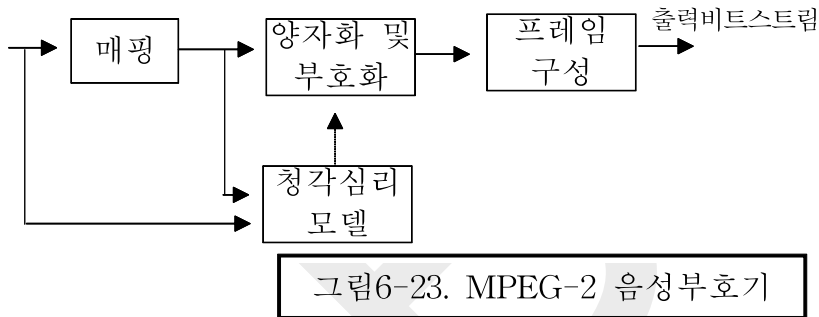
- MPEG-2로 부호화된 오디오 비트스트림 중 기본적인 두 채널인 L 과 R의 스테레오 데이터를 MPEG-1 오디오 복호기를 통해 복호할 수 있

는 기능

- 다중채널 음성데이터를 적절히 down matrixing하여 구성하여 가능하게 함.
- 모든 MPEG-2 오디오 스트림에 역방향 호환성이 적용되지는 않는다.

#### 4) 음성부호화의 기본원리

- MPEG-1과 마찬가지로 오디오 부호화 알고리즘에 관해 표준화가 되어 있지 않다.
- 단지 음성부호기를 거친 출력데이터가 문법 및 규칙에 맞으면 된다.
- 부호기에서는 인간의 청각특성을 반영하는 매개변수를 추출하거나, 양자화 또는 스케일링을 함에 있어 여러 가지 기법을 적용할 수 있다.



##### ① 매핑 단계

- 디지털 음성신호를 받아 필터링 및 표본화를 수행하면서 여러개의 주파수대역으로 나누어 Subband 표본으로 나타낸다.

##### ② 청각심리모델(psychoacoustic model) 단계

- 부호화과정에서 필요한 매개변수를 추출함.
- 매개변수는 각 주파수대역마다 얼마나 많은 비트가 필요한 지 나타내는 것으로 주파수영역에서의 마스킹효과와 같은 인간의 청각특성을 반영하여 구한다.

##### ③ 양자화 및 부호화 단계

- 양자화 및 부호화 과정에서는 매핑에서 출력된 subband 표본을 양자화하고 부호화하는데 이때 청각심리모델에서 구한 비트할당 매개변수를 이용한다.

##### ④ 프레임구성 단계

- 부호화된 subband 표본, 스케일지수, 비트할당 정보 등을 프레임단위로 포장하는데 이때 필요에 따라 헤더에 오류정정부호나 부가 정보를 추가할 수 있다.

### 5) MPEG-2 오디오의 계층구조

- MPEG-1과 마찬가지로 3가지 응용계층을 제공하여 시스템의 복잡도, 표본화주파수, 제공하는 음질 등에 따라 다양한 형태의 부호기와 복호기를 구성할 수 있도록 하고 있다.

#### ① 계층-I (Layer-I)

- 입력신호를 32개의 주파수대역으로 나누는 polyphase 필터링
- 신호를 일정한 크기의 프레임으로 구성
- 프레임마다 청각심리모델을 적용한 subband 비트할당
- 각 subband 블록에 대한 압축 및 신장, 양자화 및 프레임 구성

#### ② 계층-II (Layer-II)

- 계층-I에서의 기능
- 계층-I 모델에서 추가된 비트할당
- 스케일 지수 상관관계의 이용
- 표본부호의 중복성을 이용한 그룹 부호화

#### ③ 계층-III (Layer-III)

- 계층-II에서의 기능
- hybrid filter bank를 이용하여 분할주파수대역의 해상도 향상
- 양자화 데이터의 엔트로피 부호화