

〈主 題〉

MPEG-2의 현황과 기업화

허 영

(한국전기연구소 정보통신연구팀 책임연구원)

□ 차 례 □

I. 서 론	IV. 기업화 동향
II. MPEG-2 표준화 개요	V. 결 론
III. MPEG-2 요소기술	

I. 서 론

정보를 압축하고 복원 하는 과정은 멀티미디어에 있어서 가장 중요한 기술 중의 하나이다. 멀티미디어에서는 각종형태의 정보(문자, 음성, 정지화상, 동화상)를 통합하여 시간이나 공간 관계를 명확히 표현·가공·저장 할 필요가 있다. 각종 미디어의 성질이 유사 한 경우는 통합처리가 가능 하지만 영상 미디어는 통상 음성 미디어나 문자 미디어에 비해 정보량이 수배 이상 많기 때문에 종래의 기술로서는 영상 미디어를 다른 미디어와 통합 처리하는 것이 불가능 하였으므로 멀티미디어의 실현이 곤란 하였다. 또한 한정된 전송대역폭의 효율적인 이용이나 디지털화 되어가는 각종 정보관련 단말기들 간의 호환성과 국가 상호간의 연동성을 보장하는 하는 일이 무엇보다도 멀티미디어의 실현에 중요한 고려사항이다. 이상의 요구조건들을 만족하고 멀티미디어의 실현을 가능하게 하기 위한 기술이 국제표준화된 영상압축기술이다. 영상신호 압축 기술 가운데서 동화상 신호 압축 방식에는 H.261 (ITU-T 권고) 또는 MPEG (Moving Picture Coding Experts Group) 등의 국제표준화 실용 기술등이 있으며 이중에서 MPEG 은 컴퓨터, 통신, 방송, 정보가전, Entertainment 등 현재 많은 부분에서 그 응용이 확대되어 가고 있다.

MPEG은 동영상과 이에 수반되는 음성 신호 또는 혼합된 부호화 기술을 위한 표준 규격을 만들기 위해

1988년 4월에 설립되었으며 국제 표준화 기구인 ISO/IEC (International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission) 산하에 Information Technology 에 관련된 합동 기술 위원회 (JTC 1: Joint Technical Committee 1) 에 속한 전문분과 위원회중에서 미디어의 표준 부호화를 담당하는 SC (Sub-Committee) 29 에 속해 있다. 여기에는 각 분야 별로 작업반(WG: Working Group)들이 구성되어 있는데 정지화상 표준화 그룹으로 되어 있는 JPEG 과 JBIG (WG1), multimedia 부호화 표준을 담당하는 MHEG (WG12) 그리고 "Coding of moving pictures and associated audio"를 담당하는 MPEG (WG11) 등이 있으며 따라서 MPEG은 공식적으로 ISO/IEC/JTC1/SC29/ WG11로 표현 한다. 디지털 저장 매체를 주된 응용분야로한 MPEG-1 표준 (ISO/IEC 11172)에 대한 최초의 국제표준인 IS (International Standard) 는 1992년 11월에 완성되었다. MPEG-1 표준은 CD (compact disk), DAT (digital audio tape), 하드디스크, 광 저장 장치등 1.5 Mbps 정도의 전송율을 갖는 디지털 저장매체 (DSM: digital storage media)에 동영상 데이터를 압축하여 저장하기 위한 국제표준 규격이며 MPEG-2는 MPEG-1을 기반으로 하여 매우 광범위한 분야를 지원 할 수 있도록 디지털 저장매체 뿐만 아니라 방송, 통신분야의 application 에 대하여서도 범용적으로 이용이 가능한 부호화 방식으로서 1994년 11월 싱가포르

회의에서 시스템 부호화, 비디오 부호화, 오디오 부호화의 3 part로 구분되어 각각 ISO/IEC 13818-1, 2, 3으로 제정된 IS가 완성되었다. 이 가운데 시스템과 비디오 부호화의 표준은 ITU-T/SG15 WP1과 합동으로 표준화 작업이 이루어져 각각 ITU-T 권고 H.222 와 H.262 으로서 1995년 7월에 승인 되었다. MPEG-2는 10Mbps까지의 전송률을 갖는 알고리즘으로 출발 하였고 MPEG-3 가 그 이상의 전송률을 갖는 것으로 정의 되었으나 MPEG-2의 전송률에 있어서 10Mbps의 제한이 없어지고 향후 HDTV 까지도 포함 하는 것으로 변경이 되었다. 따라서 MPEG-3는 자연히 MPEG-2로 흡수되었고 이동 영상전화와 같은 저속의 전송률을 응용하기 위한 MPEG-4 표준화 작업이 활발히 진행되고 있으며 1998년 11월에 IS 가 완성될 예정에 있다.

이와같은 국제표준은 multimedia 시대의 핵심기술로서 특정의 응용분야에 국한된 것이 아니고 다양한 응용분야에 적용 가능한 범용 표준(generic standard) 이 되는 것이 큰 장점이다. 이로 인해 서로다른 application 간에 디지털 AV (Audio-visual) 정보의 상호 통신이 가능하게 된다.

본고에서는 멀티미디어의 핵심 기술인 MPEG-2에 대한 표준화 작업의 기본 개념과 기능요구 조건들에 대하여 간략히 소개하고 요소기술과 관련 제품 개발 동향에 대하여 간단히 언급하고자 한다.

II. MPEG-2 표준화 개요

MPEG 에서는 기술 개발 담당 subgroup 과는 독립된 requirement subgroup을 설치하여 범용표준 실현을 위한 요구조건을 취합하고 동시에 부호화 작업에 있어서 다양한 application들이 공통으로 사용할 수 있도록 subset들을 만들어 표준화 작업을 지원한다.

MPEG-2 표준화 작업의 과정을 그림 1 에 나타내었다. MPEG-1 표준은 주로 CD-ROM 과 같은 디지털 저장 매디어의 응용을 대상으로 하고 있으며 MPEG-2 표준은 범용성을 추구하기 때문에 우선 다양한 application의 특성과 기능성에 관한 요구조건을 수집하는 것로부터 시작하였다. 이 작업은 MPEG 뿐만 아니라 ITU-T SG15 ATM 비디오 부호화 전문 그룹과 공동으로 수행하고 그밖에 ITU-R, SMPTE 등 외부기관과의 협력을 통해 추진 하기도 한다. 관련되는 응용분야로는 대개 방송, 분배, 저장 미디어,

통신 정보검색 등이 포함되며 구체적으로는 표 1에 나타내었다. 이와 같은 요구조건은 기술 담당 subgroup에서 관련된 부호화 요소기술로 번역되고 필요한 기술의 신규개발 혹은 기존기술의 parameter 선정 및 변경등에 이용된다. 요소기술의 표준화 방법은 각각의 subgroup 으로 구분 되어 수행되며 시스템 부호화에서는 설계, 비디오 부호화에서는 reference model을 이용한 시뮬레이션 실험, 오디오 부호화에서는 하드웨어에 의한 품질평가 시험이 주로 시행되고 있다. 마지막으로 표준 초안은 최초 설계된 요구조건과 비교 분석된다.

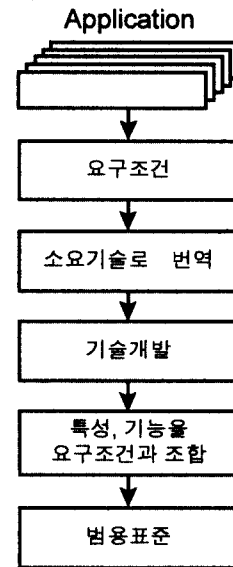


그림 1. MPEG-2 표준의 작성 과정

2.1 기능 요구조건

다양한 application 들로부터 요구조건에 관한 정보는 용어들의 정의, parameter 값등과 함께 하나의 문서로 정리되었으며 이것을 기초로 하여 제정되는 표준이 만족해야 할 필수 조건들은 기술 개발 담당의 각 subgroup 지침으로서 간단한 문서로 정리 되었다. 표 2에는 한 예로서 비디오에 관한 요구조건을 나타내었는데 이 요구 조건들은 표준을 제품이라고 가정 하였을때 그 사양서에 해당될 수 있으며 그림 1에 표시한 최종단계의 점검을 위해서도 사용 된다.

MPEG-2 표준이전에 이미 MPEG-1, H.261 등의 표준이 완성 되었으므로, 새로운 표준과의 호환성(Compatibility)이 문제가 된다. 따라서 그림 2에 표시한 바와 같이 기존 표준에 의해 부호화된 bit stream

표 1. MPEG-2 표준의 Application

분 야	용 용 분 야
방송 · 분배	<ul style="list-style-type: none"> · 디지털 TV 직접 위성 방송 · 디지털 TV의 지상방송 · 뉴스 그외 정보 · 지상, 위성에 의한 디지털 오디오 방송 · 광, 동축 등에 의한 TV 신호의 케이블 분배 · 오디오신호의 케이블 분배 · ENG, SNG · Head end의 고정 위성서비스
저장 미디어	<ul style="list-style-type: none"> · 광디스크 등 대화형 저장 미디어 · 디지털 VTR등 Tape 저장 미디어
통신	<ul style="list-style-type: none"> · TV 회의, TV 전화등 개인간 통신 · 원격영상 감시 · 멀티미디어 전자메일
정보검색	<ul style="list-style-type: none"> · 전자 시네마 · 가정 TV 극장 · ATM 등에 의한 Network Data bus

을 새로운 표준의 decoder가 복호 가능한 전방호환성 (Forward compatibility)과 새로운 표준의 bit stream을 기존 표준의 decoder가 복호 할수 있는 후방 호환성 (Backward compatibility) 이 있다. 비디오 부호화에서는 후방호환성의 메카니즘으로서 다음 장에서 설명할 공간 scalability (공간해상도 계층화 기능)을 수용해야 하고 전방호환성에 대하여서는 특별한 규정이 없지만 가능한 권장을 하며 오디오 부호화에서는 MPEG-1 표준에 대하여 모두 필수조건으로 되어 있다. Scalability는 bit stream 의 일부가 제거되어도 복호기가 동일한 영상이나 음성을 재현 할 수 있는 기능으로서 MPEG-2 표준의 주요 특징 중의 하나이다. 비디오 부호화에서는 다음과 같은 scalability 가 가능하다.

- 공간 Scalability: 서로 다른 공간 해상도의 영상 (보통 TV 와 HDTV 영상의 경우)
- 시간 Scalability: 서로 다른 시간 해상도의 영상 (30 frame/sec 과 15 frame/sec)
- SNR Scalability: 서로 다른 부호화 잡음의 영상

이외에도 MPEG-2 표준에서는 실 시간 방송, 통신 이 새로운 응용분야에 포함되었으며, 부호화·복호화 지연을 최소한으로 하고, 수신 프로그램을 변경할 때 (Frequency hopping) 신속히 영상이나 음성이 재생 되는 기능과 전송 채널에 부호 에러 와 cell / packet 손실이 있어도 어느정도 인내성을 갖는 기능 등이 MPEG-1 표준에서의 요구조건과는 다른 점이다. 또한 시스템 부호화에서는 서로 다른 기준 클럭을 갖는 복수 프로그램 (1개의 program을 구성하는 영상, 음성은 동일 기준 클럭을 공유한다) 의 다중·분리가 가능한 것, 비디오 부호화에서는 interlace 신호를 취급하는 것등이 MPEG-1 표준에는 없는 새로운 기능 등이다. (표 3 참조)

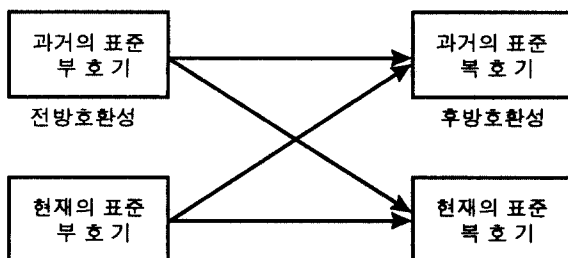


그림 2. 전방 호환성과 후방 호환성

2.2 범용 부호화 표준의 구성

광범위한 응용대상의 요구조건을 모두 만족하는 범

표 2. MPEG-2 비디오의 요구조건

항 목	요 구 조 건
영상 format	ITU-R 권고 601 (4:2:0, 4:4:4) EDTV (aspect 비율 16:9), HDTV 순차주사 (progressive), 컴퓨터용(pixel aspect비율 1:1)
영상품질	3~5 Mb/s : PAL, SECAM, NTSC 레벨, 8~10 Mb/s : ITU-R 권고 601에 유사한 레벨
Bit rate의 유연성	CBR (Constant Bit Rate : 고정rate), VBR (Variable Bit Rate : 가변rate)
부호화·복호화 지연	통신 application에서는 150ms이하
Random access/ Channel Hopping	Random access 대응 시간은 0.5 sec 이하 Channel Hopping 반응시간은 0.3~1 sec
Bit stream Scalability	Bit stream의 일부를 복호화하여 적절한 품질의 영상을 제한 공간해상도, 시간해상도, SNR
complexity	CATV, 방송, 저장video 서비스: 복잡한 encoder / 간단한 decoder ENG: 간단한 encoder/ 복잡한 decoder
호환성	Forward 호환 : 신표준 decoder가 구표준 decoder를 복호화 가능 Backward 호환 : 구표준 decoder가 신표준 decoder를 복호화 가능 Upward 호환 : 고해상도 decoder가 저해상도 encoder의 데이터를 복호화 가능 Downward 호환 : 저해상도 decoder가 고해상도 encoder의 데이터를 복호화 가능
편집기능	부호화 상태 (GOP: Group of Picture) 편집 가능
Trick mode	Fast forward, slow 재생등 VCR 에서의 전형적인 기능
부호화·복호화 반복	편집과 program 분배시 화질 열화 보강
저장, 전송 고려사항	Bit 의 에러대책, cell loss 대책
비디오 윈도우	16:9의 영상에서 4:3 의 영상으로 분리 표시 기능

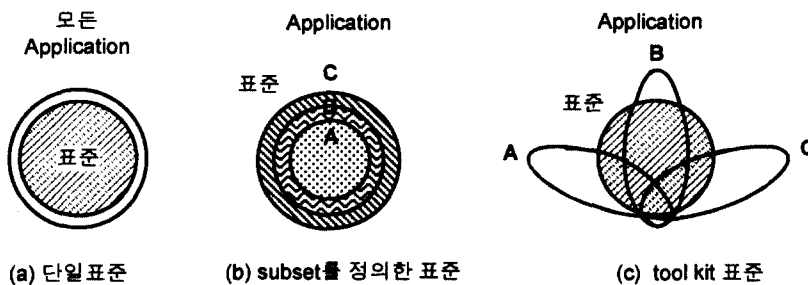


그림 3. 범용 부호화 표준의 구성도

표 3. MPEG-1과 MPEG-2 표준 비교

		MPEG-1	MPEG-2
신 호 형 식		4:2:2 Non-interlace(Progressive)	Profile에서 규정 Interlace/non-interlace
영 상 format		1/30 초	1/60 초
부 호 화	움 직 임 보 상	1/2 pixel단위로 frame간 움 직 임 보 상	1/2 pixel 단위 및 Field/frame/ Dual prime 움 직 임 보 상
	DCT	Field내신호와 frame간 신호에 대하여 DCT	Field 내의 신호 field 사이, Frame간 신호에 대하여DCT
	적 용 방 식	I/P/B 적용	I/P/B 적용
	Scanning	Zig-zag	Zig-zag/Alternate scan
양 자 화		선형 양자화	선형/비선형 양자화
2 진 부 호 화		2차원 VLC	2차원 VLC
전 송 속 도		1.5 Mbps	TV : 4~10 Mbps, HDTV: 30~70 Mbps

용 표준이 저렴한 가격으로 실현되기 위해서는 표준에 근거한 모든 복호기는 어떤 형태의 bit stream도 표준에 근거하고 있는 한 수신 복호해야 하며 따라서 서로 다른 application 사이에서 디지털 AV 정보의 상호 유통이 가능 할 수가 있다. 그러나 표준이 정하는 모든 부호화 tool을 갖고 있는 superset의 복호기는 표준이 복잡한 부호화 tool 을 포함 할 경우 특정 application에 대하여서는 불 필요 할 수도 있으므로 실용적이라고 단언 할 수는 없다. 또한 비디오 부호화의 영상 format 에 따라 하드웨어 량에 직접 관련된 parameter 도 있으므로 항상 대 용량의 복호기를 사용하는 것은 비 현실적이다.

일반적으로 범용 부호화 표준의 구성 방법을 그림 3에 나타내었다. 그림에서 (a) 단일표준 과 (c) tool kit 표준이 bit stream 의 유통성을 보장하며 application 종류에 따라 최적화가 가능하다. 여기서는 표준의 구성요소가 되는 부호화 tool 을 작은 점들로 하고 그 집합체가 되는 subset를 원으로 그려 표현하며 표준은 부호화 tool 과 subset 전체로서 구성되고 있음을 나타낸다. MPEG-2 비디오 부호화 표준은 이들 (a), (c) 의 중간 해로서 (b)와 같이 나타낼 수 있는데 표준 가운데에서 한정된 수 만큼의 subset 을 정의 하고 있다. Subset 가 계층적으로 정의 되고 있

지만 bit stream 의 유통성을 높일 수 있으며 부호화·복호화 장치들의 유사성 정도에 따라서 양산화에도 기여 할 수 있다.

MPEG-2 비디오 부호화 표준 subset를 표 4에 표시하였다. Subset 는 필요한 부호화 tool을 표시하는 Profile 과 화상 크기를 표시하는 Level 의 2 차원 평면으로 표시되며 각 subset는 "MP @ML"(Main Profile at Main Level) 과 같이 표기한다. 현재 application의 시장성을 고려하여 표4 에 기술된 11 개 subset가 정의되고 있다. 이것들은 계층적인 구조로 되어 있기 때문에 subset 에 따라서는 복호기가 하위 subset의 bit stream 을 재생 할 수도 있다. 예를 들면 MP@ML 복호기는 MP@ML bit stream 을 복호하지만 MP@LL 이나 SP@ML 시방의 bit stream도 복호 할 수 있다. Bit stream 과 복호기의 조합이 함께 표준에 기록되어 있으며 각 subset 복호기가 복호 하는 범위를 명시 하고 있다. 또한 계층적으로는 현재 존재하지 않지만 차후 subset 가 추가되는 경우에도 유효 하도록 하고 있다. 표4의 subset 가운데 MP@ML 은 디지털화 된 표준 TV 신호를 이용한 최근의 광범위한 application을 위한 subset로서 현재 많은 기업 등에서 이 시방을 만족하는 복호기를 중점적으로 개발 하고 있다.

표 4. MPEG-2 비디오 부호화 표준 Subset

High 920×1080×30 920×1152×25		MP@HL 80Mbps				HP@HL 100,80,25Mbps
High 1440 1440×1080×30 1440×1152×25		MP@H14 60Mbps			Spatial@H14 60,40,15Mbps	HP@H14 80,60,20Mbps
Main 120×480×29.97 120×576×25 ITU-R BT.601	SP@ML	MP@ML 15Mbps	4:2:2@ML 50Mbps (720×512×30) 720×608×25)	SNR@ML 15,10Mbps		HP@ML 25,15,4Mbps
Low 1152×288×29.97		MP@LL 4Mbps		SNR@LL 4.3Mbps		
Level Profile	Simple	Main	4:2:2	SNR	Spatial	High
	4:2:0	4:2:0	4:2:2	4:2:0	4:2:0	4:2:2
	IP	IBP	IBP	IBP	IBP	IBP

- 는 현재 Conformance 정의에 있어서 미정의
- Bit-rate는 허용되는 최고 rate를 표시 (SNR, Spatial, High의 각 Profile에서는 각 계층에 있어서 최고 Bit-rate가 정의된다)

MPEG 오디오 표준은 비디오와 동시에 규격화 되었는데 유럽의 MUSICAM 방식이 기본으로 채용되며 bit 율에 따라 layer I, layer II, 및 layer III 3종류의 알고리즘으로 구성 된다. layer I에서부터 layer III의 순으로 복잡도가 증가하지만, 동시에 음질도 향상되며 샘플링 주파수를 대상으로 하는 부호화 채널 수에 따라서, MPEG-1, MPEG-2 MC (Multi-channel), MPEG-2 LSF (Low Sampling-Frequency)로 분류하기도 하고 layer I과 layer II는 상당히 유사하기 때문에, layer I과 II를 합쳐서 취급 하는 경우가 많다. Layer I/II와 layer III의 공통점은 알고리즘이 32대역의 subband 부호화를 이용 하는 것인데 두 개의 채널로서 샘플링 주파수는 32, 44.1, 48 kHz의 세가지를 이용하고 있다. 이런 것들이 기본 구성요소로서 MPEG-1 오디오 알고리즘을 구성한다. MPEG-1 오디오 알고리즘에 있어서 샘플링 주파수를 32, 44.1, 48 kHz의 1/2로 줄인 16, 22, 24 kHz로 하면 MPEG-2 LSF가 된다. 또 MPEG-1 오디오 알고리즘에 있어서 채널 수를 5로 하거나 저주파대역 강조용의 협대역 채널 0.1을 더하여 5.1 채널로 구성한 것이

MPEG-2 MC 이다. 즉, MPEG-2 오디오를 기준으로 MPEG-1 오디오를 부가하게 되면, MPEG-2 2C (2-Channel) 또는 MPEG-2 HSF (High Sampling-Frequency)라고 부를 수 있다. 그림 4에 MPEG 오디오 알고리즘의 기본구성을 나타내었다. 그림에서 MPEG-1 오디오가 MPEG 오디오 알고리즘의 핵심인 것을 알 수 있다. 그림 5는 MPEG-1 오디오 알고리즘의 기본 블록도를 나타내고 있으며 주 알고리즘은 subband 부호화 방식을 사용하고, 대역 분할은 복수개의 QMF (Quadrature Mirror Filter)를 이용한 Polyphase Filter Bank (PFB)로 실현 된다.

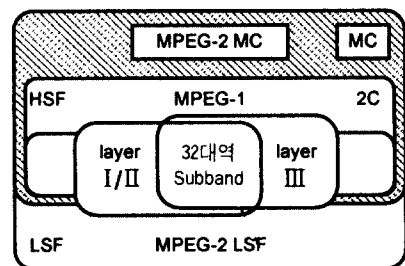


그림 4. MPEG 오디오 알고리즘의 기본구성

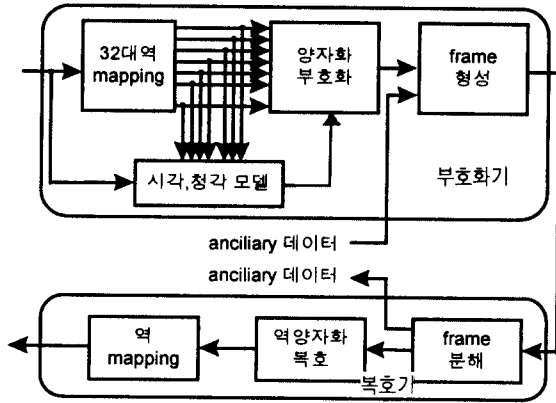


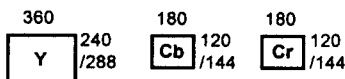
그림 5. MPEG 오디오 알고리즘 기본 블록도

III. MPEG-2 요소기술

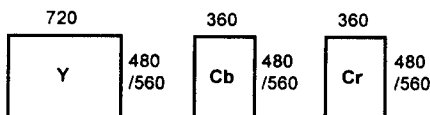
MPEG-2에 있어서 압축기술의 주안점은 고화질화와 고기능화이다. MPEG-2는 기본적으로 MPEG-1과 동일한 요소기술을 이용하고 있지만 디지털 신호의 특징을 충분히 활용하여 디지털 방송뿐만 아니라 비디오 게임과 영상 정보통신등 multimedia의 광범위한 응용과 차세대의 고품질 TV기술로 확장이 기대되고 있다. 이 장에서는 MPEG-2의 요소기술을 간단히 정리 하여본다.

3.1 영상 Format

MPEG-1에서의 영상 format 은 그림 6 (a) 에 나타낸 바와 같이 휘도 신호(Y)에 있어서는 권고안 ITU-R BT.601의 일부 field 만을 이용하는데 수평방향 subsampling의 size를 1/2로 한 SIF (Source Input Format) 가 주로 이용되고 있으며 색차신호 (Cr, Cb)에 있어서는 수평 수직 양방향으로 subsampling 한 format 이 이용되고 있다.



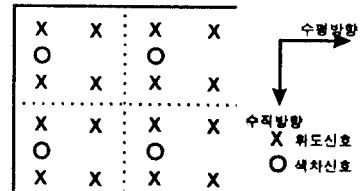
(a) SIF



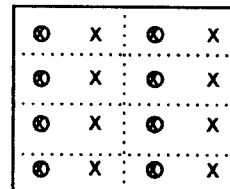
(b) ITU-R BT. 601 format

그림 6. 영상 format

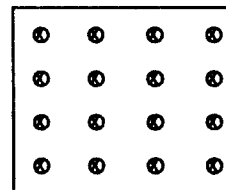
한편 MPEG-2 에서는 그림 6 (b) 와 같이 ITU-R BT.601 을 4:2:0으로 변환 시킨 format (휘도 신호: 720 × 480, 색차신호: 360 × 480)을 중심으로 이용하여 여러 형태의 공간 해상도에 대응 하고 있다. 일반적으로 Baseband의 Y 신호 와 2 개의 색차 신호 (Cr, Cb)에 대하여 A/D 변환하는 경우 sampling 주파수의 비율은 2 배로 된다. 3,375 MHz 의 4배 (Y) 와 2배 (색차신호 Cr, Cb) 로서 sampling 하는 경우는 4:2:2 component 방식이라고 하며 이때 하나의 frame 당 표본화된 sample 수는 수직 × 수평 으로 각각 480 × 720 과 480 × 360 으로 된다. 후자의 경우 색차 신호를 수직방향으로 1/2 줄일 경우는 4:2:0 부호화 방식이라 한다. MPEG-1 에서는 4:2:0 format 만이 사용되고 MPEG-2에서는 4:2:0, 4:2:2 및 4:4:4 의 3 가지 모두 사용 된다. (그림 7 참조)



(a) 4 : 2 : 0 format



(b) 4 : 2 : 2 format



(c) 4 : 4 : 4 format

그림 7. 휘도, 색차 format

3.2 Sequence 블록 구조

MPEG-2의 bit stream 은 MPEG-1과 같이 계층적인 구조로서 그림 8 에 나타낸 것 처럼 상위층 으로부터 순서적으로 Sequence 층, GOP (Group of Picture) 층, Picture 층, Slice 층, Macro Block 층, 및

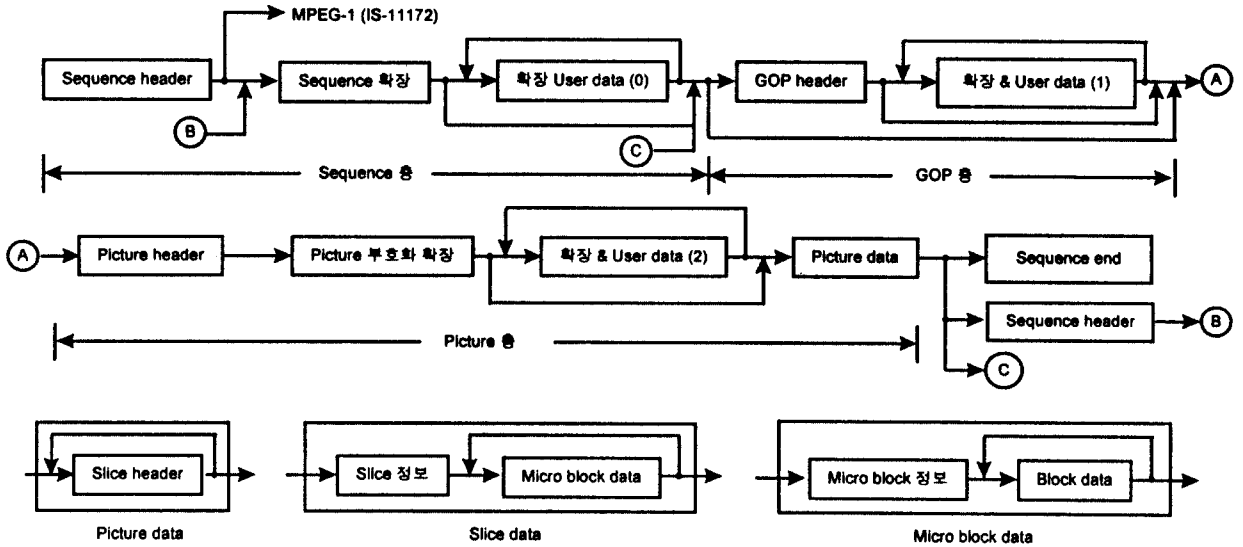


그림 8. MPEG-2 bit stream의 블록도

Block 층 으로 구성된다. Sequence 층 으로부터 Slice 층까지의 각 단계 별로 유일한 start code 가 부여되어서 각 층간에 구별이 용이 해지며 에러 정정에 대한 용도로도 사용된다.

3.3 움직임 보상 예측

(motion compensation prediction) 부호화

MPEG-2 에서도 MPEG-1과 동일 하게 random access 기능과 높은 부호화 효율을 얻기 위해 I (Intra coded) picture, P (Predictive coded) picture, B (Bidirectionally predictive coded) picture 등 세가지 picture 부호화 형태가 사용되는데 지면 관계상 이들 각각의 기능은 생략한다. 부호화를 행하는 순서는 시간적으로 후방에 위치하는 I, P picture 가 B picture 보다 먼저 부호화 되는데 예를 들면 그림 9 의 경우에서는 I1, P1, B1, B2, B3, P2 ... 와 같은 순서로 된다. 또한 복호과정도 이와 동일한 순서로 행하여지며 영상 출력시에는 원래의 순서로 나타나게 된다. 일반적으로 움직임이 완만 한 경우는 B picture를 이용하는 것으로 부호화효율이 크게 향상 될 수 있으며 움직임이 큰 경우는 B picture 에 의한 부호화 효율의 향상을 거의 기대 할 수 없다. 또한 통신등 부호화/복호화 처리에서의 지연량이 문제가 되는 응용 분야

에서는 B picture 의 사용이 제한 되기로 한다.

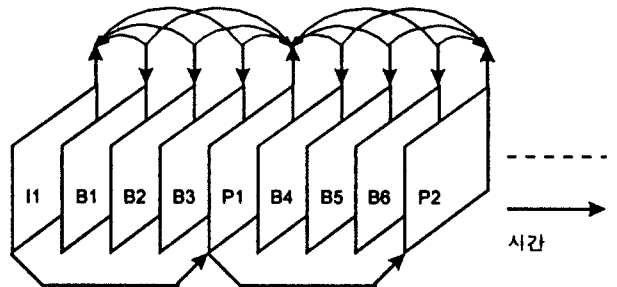


그림 9. IPB 예측 구조

Interlace 영상을 대상으로 하고 있는 MPEG-2 에서는 각 화면 부호화 단위로서 Frame Picture 와 Field Picture 의 두 종류가 있으며 frame 단위에서 picture structure 로 선택된다. Frame 구조에서는 interlace 된 두 개의 field를 합성한 Frame Picture 단위로 동기 보상 예측과 DCT 부호화를 행한다(그림 10 (a)). Field 구조에서는 interlace 된 두 개 field 의 각 Field Picture 단위로 부호화를 행한다. 또한 P picture 의 경우 바로 이전에 부호화된 두 개의 field로부터 움직임 보상 예측에 의해 부호화 한다. 여기서 전술한 picture coding type (I, B, P picture) 은 frame 단위에서 결정된다 (그림 10(b)).

3.4 DCT 부호화

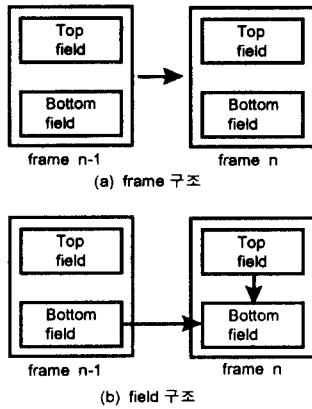


그림 10. Frame 구조와 Field 구조

움직임 보상 예측 모드의 움직임 벡터 (MV: motion vector) 검출에 있어서 MPEG-2 는 MPEG-1 과 달리 interlace 구조를 채택 하고 있기 때문에 MPEG-1에서 사용되고 있는 움직임 보상 예측을 기본으로 하되 더욱 고도한 예측 방식이 이용되고 있으며 MPEG-2 부호화 요소기술 가운데 가장 중요한 기술 중의 하나 이다.

MPEG-2 압축알고리즘의 기본은 MPEG-1과 동일한 방법이지만 양방향 움직임 보상 (motion compensation) 예측과 이산 cosine 변환 (DCT: discrete cosine transform)이 이용되고 있으며 방송 신호에 사용되고 있는 interlace 영상을 효율적으로 부호화 하는 기술이 채용 되었다. Interlace 신호에서는 시간적으로 1/60초 차이를 갖는 두 개의 field에 의해 하나의 frame이 구성된다. 피사체가 빠르게 이동하는 경우 한 개의 frame을 구성하는 두개 field 내용 차이가 커지게되며 반대로 정지하거나 서서히 움직이는 경우 두 field 내용의 차이는 작아진다. 전자의 경우, DCT를 행하는 블록을 field 간에 걸쳐서 구성하고 후자의 경우는 field 내로 국한시켜 구성하므로서 압축 효율을 크게 향상 시킬 수가 있다.

예를 들면 각 MB 예측 오차 신호 (intra macroblock 에서는 입력 신호) 는 우선 블록으로 분해 되고 각 블록에 대하여 8×8 DCT 부호화가 행하여 진다. 이때 MPEG-2의 frame 구조에 있어서는 두 종류의 DCT 부호화 모드를 MB 단위로 분할 하는 것이 가능 하다. 그림 11에 각 DCT 부호화 모드에 있어서 MB 휘도 신호와 블록 관계를 나타내었다.

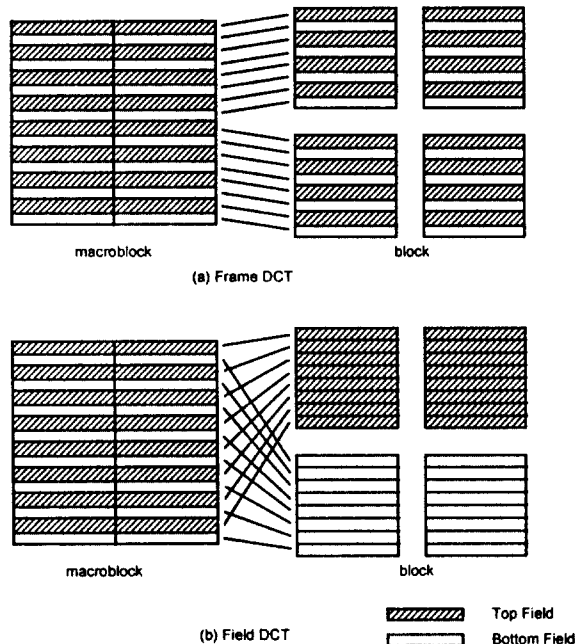


그림 11. MPEG-2 복호기 LSI TC81201F의 구성도

Frame DCT 부호화 모드에 있어서는 MB 휘도 신호를 4 개의 블록으로 분해 할 때 각 블록이 그림 11 (a) 와 같이 frame으로 구성되도록 분해 되며 Field DCT 부호화 모드에 있어서는 그림 11 (b) 와 같이 각 블록이 field 로 구성되도록 분해 된다. 두 개의 DCT 모드를 적응적으로 전환 하므로서 움직임 보상에 있어서 Frame/Field 적용 처리 방식과 함께 interlace 신호에 대한 부호화 효율이 향상된다. MPEG-2 에서는 이와 같은 적응화 처리방식이 다양히 채용되고 있으며 화질향상을 높이는 key point 로서 작용하고 있다.

3.5 Scalability

MPEG-2 는 사용용도를 어느 특정 분야로 국한 시키지 않은 범용 부호화 (generic coding) 방식으로서 각종 user 요구 (낮은 지연율 · 고화질 · random access · scalability 등)를 만족 할 수 있도록 고안 되

었다. MPEG-2에서는 이들 요구에 대응 할 수 있도록 부호화의 기능과 parameter (영상 크기, 양자화 특성, 부호화 속도등)들의 선택이 가능하다. Parameter 를 부호화 정보의 header에 기록하고 복호기에서는 이 header 정보를 기초로 하여 복호 동작이 결정 된다. MPEG-2에서 도입되고 있는 scalability 개념은 앞에서 언급한 바와 같이 bitstream의 일부를 부분적으로 복호 하므로서 SNR (signal to noise ratio), 공간 해상도, 시간 방향의 해상도등을 단계적으로 가변하는 기능을 말한다. Scalability를 실현하기 위해서는 계층 부호화 라고 하는 방법이 이용되는데, MPEG-2 에 정의되고 있는 Main Profile 이상의 SNR, 공간 그리고 High Profile 등은 scalability를 실현하기위하여 계층 부호화를 지원 하며 표 5에 적용되고 있는 기술과 기능 등을 나타내었다.

예로서 여기서는 SNR scalability 에 대해서 간략히 알아본다. SNR scalability 는 주파수 영역 (DCT 계수)에서의 계층적 부호화를 실현 한다. 기본적으로

표 5. Scalable profile의 기술 및 기능

종 류	부호화 방법	실현 기능
SNR Scalable Profile	SNR scalability	점진적인 degradation
공간 Scalable Profile	공간 scalability	서로다른 해상도 간의 호환성
High Scalable Profile	SNR/공간 scalability	SNR/공간 scalability 의 결합

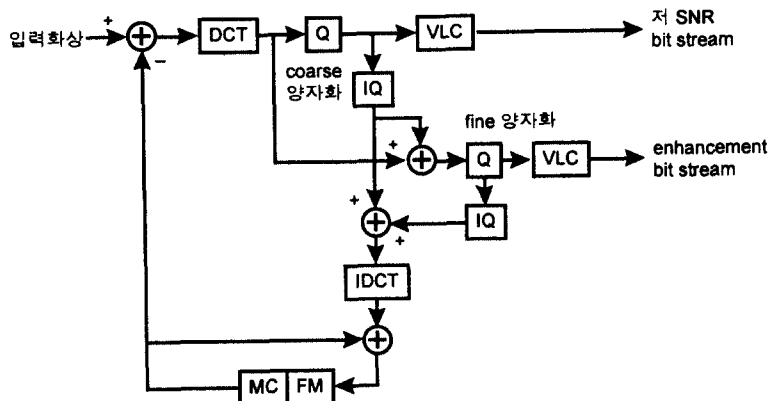


그림 12. SNR Scalability의 부호화기 블록도

base 인 화질 (기준이 되는 낮은 SNR)을 제공하는 신호를 우선 순위가 높은 전송로로 송출 하고 공간 해상도는 base 와 동일 하지만 부호화 잡음을 경감 시키므로서 base의 화질을 향상 시키기 위한 enhancement 신호를 우선도가 낮은 전송로로 송출한다. 따라서 양쪽 신호를 모두 수신하는 곳에서는 고 화질의 영상 복원이 가능 하게 된다. 한편 전송상태 가 악화하여 enhancement 신호를 수신 하지 못한 경우에도 base 신호는 우선순위가 높은 전송로로 송수신 되기 때문에 기준이 되는 화질은 확보될 수 있다. 부호화 과정은 그림 12 와 같은 방법으로 실현된다.

3.6 Profile / Level 특징

3.6.1 Mail Profile Main Level (MP@ML)

MP@ML 은 그 이름에서도 알 수 있듯이 가장 많이 이용되고 있는 방식으로서 방송에 이용되고 있는 신호의 Studio 규격 Level (720 × 480)을 처리 대상으로 한다. Studio 규격에서 색차 신호 (Cr Cb)는 휘도 신호 (Y) 에 비하여 수평방향의 해상도는 1/2로 줄고 수직방향은 동일한 해상도 (4:2:2)로 되어 있으나 MPEG-2의 Main Profile에서는 인간의 시각특성을 고려하여 수직방향에 대하여서도 휘도신호의 해상도를 1/2로 줄인 4:2:0 format이 주로 이용되고 있다. 기능적으로는 시간적인 예측으로 미래 frame을 이용한 양방향 예측이 허용되고 있다. 양방향 예측을 이용하기 때문에 지연이 다소 증가 하지만 저장미디어등 지연이 중대한 문제가 되지 않는 응용 분야에서는 부호화 효율이 향상 되기 때문에 효과적이다.

3.6.2 Low Level 과 High Level

앞서 기술 한바와 같이 Level 은 영상 사이즈에 따라 4 단계로 정해져 있다. Main Level 이외에 대하여서 Low Level 은 TV 전화 및 TV 회의에서 처럼 그다지 높지 않는 해상도가 요구 되는 응용분야에 이용되고 있으며 HDTV 에 대하여서는 High 1440 (1440 × 1152) 과 High (1920 × 1152) 의 두가지 level 이 정해져 있다.

3.6.3 Simple Profile

미래 frame 으로부터 예측을 이용하지 않는 모드로

서 입력된 frame 은 즉시에 부호화 처리 또는 재생, 표시를 할 수 있기 때문에 지연이 감소된다. TV전화나 TV 회의등의 통신분야나 방송에서의 생중계와 같이 대화성이 증시되는 응용분야에 이용되고 있다.

3.6.4 4:2:2 Profile

색차신호의 해상도로서 전송한 4:2:2 format를 이용한다. Studio 규격 자체가 부호화 대상이므로 방송국 등에서의 소재기록 · 고화질 소재전송등에 이용 가능하다.

3.6.5 SNR Scalable Profile

기준 bit rate에 대하여 화질을 단계적으로 향상시키는 기능을 갖는 모드로서 부호열은 base 인 화질을 복원하기 위한 bit stream 을 얻는 base layer 와 보다 세밀한 추가 정보를 얻는 enhancement layer로 구성되는 계층적 구조로 되어 있다. 예를 들면 base layer 의 부호화 정보를 enhancement layer 의 부호화 정보보다도 양호한 회선으로 전송 하므로서 에러율이 높은 악 조건 하에서도 어느정도 화질을 확보 할 수 있는 장점이 있다.

3.6.6 공간 Scalable Profile

부호화 bit stream 중에서 모든 부호화 bit stream 을 재생 하면 원래 크기의 영상이 복원되고 일부를 복호하는 것에 의해 크기가 작은 영상을 복원하는 것이 가능한 모드이다. Bit stream 은 계층적 구조로 되며 이 profile 의 적용 예로서는 HDTV의 계층부호화가 있다. 표준 TV에 대하여 데이터를 base layer 로서 전송하고 HDTV와 차이 신호를 enhancement layer 로서 부호화 한다. 복원 하는 측에서는 모든 부호화 bit stream을 복호하므로서 HDTV 신호가 얻어지고 한편으로 base layer 의 부호화 bit stream 을 복호하므로서 표준 TV 신호가 얻어 지게 된다.

3.6.7 High profile

더욱 기능이 높은 profile으로서 SNR scalability, 공간 scalability는 물론 색차신호 4:2:2 format 도 지원한다.

이외에도 영상 사이의 예측 과정을 비교적 많이 이

용하르로서 고부호화율을 실현하는 MPEG-2 에서는 특히 에러에 대한 대책이 크게 강조 되고 있다. 그예로서 에러 concealment 방법이나 slice 의 크기를 줄이는 기술등이 집중 연구 되고 있으며 양자화 기술, Bit 제어를 위한 Buffer 제어기술 등에도 많은 검토가 이루어지고 있다.

IV. 기업화 동향

4.1 Chip 개발현황

IBM이 최근 발표한 chip set 인 MPEGME30은 I-Frame 만을 부호화하는 MPEGSE10 (I Chip), Refine 기능의 MPEGSE20 (R Chip) 그리고 Search 기능의 MPEGSE30 (S Chip) 으로 구성된다. I chip 은 MPEG-2의 복호화를 완벽히 수행하기위한 핵심 기능을 수행하며 I picture 만을 사용하여 압축하고 NTSC 나 PAL 방식을 지원하기위한 CCIR 601 까지의 동영상 부호화를 지원한다. R chip을 추가하면 P (predictive) picture도 부호화가 가능하고 6 MB 의 DRAM 으로서 PAL 지원이 가능하며 여기에 S chip 을 추가 할 경우는 B (bidirectional) picture를 포함하

여 완전한 부호화 기능을 수행할 수 있게된다. 이때 IPB 부호화 과정에서는 세 frame 의 지연 만이 있게 된다. 복호기로서는 MPEGCD20 과 MPEGCD21 의 Audio/Video (A/V) family가 발표 되었는데 이 A/V chip 들은 MPEG-2 표준 MP@ML 비디오 와 MPEG-2 stereo Layer I & II (CD 음질 수준) 오디오를 부호화 하는 single chip 으로 통합되었으며 최소한 MPEG-2 (IPB picture) 전송률을 15 Mb/s (MP@ML) 까지 유지 할 수 있다. MPEGCD20 은 I picture 만을 처리 할 수 있는데 50 Mb/s 까지 압축을 유지가 가능하며 MPEGCD21은 4:2:2 format의 IPB picture를 모두 처리 하르로서 50 Mb/s 까지 압축율을 유지 할 수 있다. 더욱이 비디오와 오디오가 항상 동기를 유지 하도록 내장형 PLL 방식이 채용되고 있다.

LSI Logic사의 L64005 는 MPEG-2 A/V 복호기로서 주로 STB (Set top box)를 목적으로 개발된 flexibility 가 양호한 chip 으로 B picture 에 요구되는 많은 양의 frame 메모리를 크게 개선시킴으로서 16 MB 의 DRAM 만으로 16 칼라 full 화면의 CCIR 601 PAL (720 x 576) 영상 표현이 가능하다. 이 chip은 PAL 시스템을 위한 축소된 메모리 space 선택이나 NTSC 시스템에서 사용되는 B picture 들을 위한 세

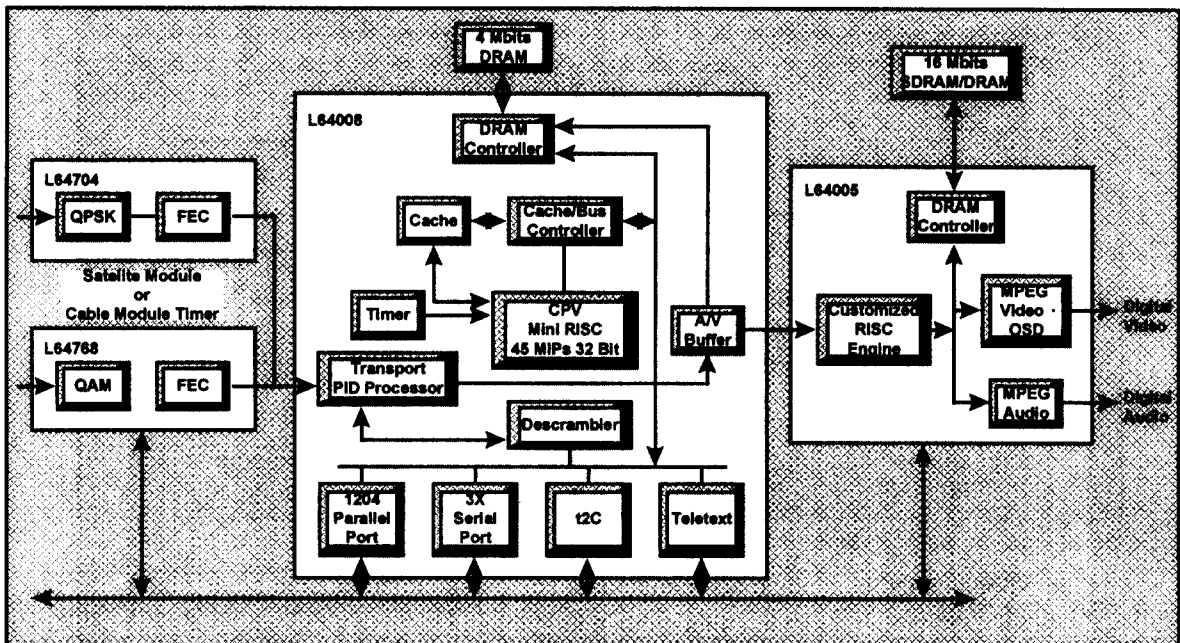


그림 13. Settop Decoder Box 블록도

개의 picture 저장을 위한 메모리 선택등이 가능하도록 토글 기능이 제공된다. 그림 13 에 L64005 chip을 사용한 Set-top 복호기 box 의 블록도를 예로 나타내었다.

일본의 Toshiba 사에서는 1994년에 개발한 prototype 복호기 chip인 T9556를 기반으로 하여 cost를 줄이고 양산이 가능한 복호용 LSI인 TC81200F를 개발 하였고 DVD 용으로 기능을 최적화 시킨 TC81201F 를 개발 하였다. 오디오용으로는 TC 81200F를 기본으로 하여 DBS용으로 MPEG1 오디오 복호기를 하나의 chip 으로 만든 prototype TC81211F 를 개발 하였다. TC81201F 에서는 회로의 규모나 소비전력등을 줄이기 위해 그림 14와 같은 achitecture로 설계되었다. 우선 16 Bit 폭의 16MB SRAM 혹은 32 Bit 폭의 16MB EDO DRAM 에 효과적으로 대응되기 위해 내부 버스 구성을 64 bit 로부터 32 bit 폭으로 변경하였다. 이로 인해 버스 주위의 레지스터, 데이터 버스등에서 연산기 bit 폭이 줄어들게 되었으며 표시용 buffer 의 구성을 개선 시켜 사양에 맞는 메모리만을 확보하여 필요한 메모리 량을 16MB 이하로 축소 시킴으로써 가격의 경쟁력을 내세우고 있다.

이외에도 미국의 C-Cube 사의 CLM4700 chip set,

FutureTel 사의 PrimeView Duet, Minerva System 사의 Publisher, Optibase 사의 MPEG Forge 와 MPEG Fusion 등 다양한 기능을 갖는 제품들이 출하중에 있으며 국내에서도 연구소와 기업 등이 표준화에 관련하여 활발한 협동 연구를 진행 중이며 작년에 이미 윈엑스 MPEG-2 라는 MPEG-2 복호용 보드가 개발 되어 발표되었다.

MPEG-2 chip 의 1995년에 세계시장 규모는 약 3 억불 이었으며 DVD 의 등장과 함께 미국, 유럽, 아시아 등에서 새로운 디지털 TV의 소개로 그 수요는 폭발적으로 증가 할 것이라 예상되고 있다. DVD player 와 PC 용 DVD-ROM 드라이버의 시장 수요는 2000 년 경이 되면 4천만개가 될 것이다. 이것을 DVD 장치에 들어가는 chip의 가격으로 환산하면 약 36 억불정도로써 매우 큰 시장임을 알 수 있다.

4.2 응용시스템 예

일본의 Toshiba 사에서 개발된 DVD-VIDEO 디스크를 제작하기 위한 부호화 시스템의 DVD 규격에서는 5 GB의 디스크 용량으로 135분의 MPEG-2 영상과 8 채널의 돌비 AC3 음성 및 멀티 부영상(자막)이

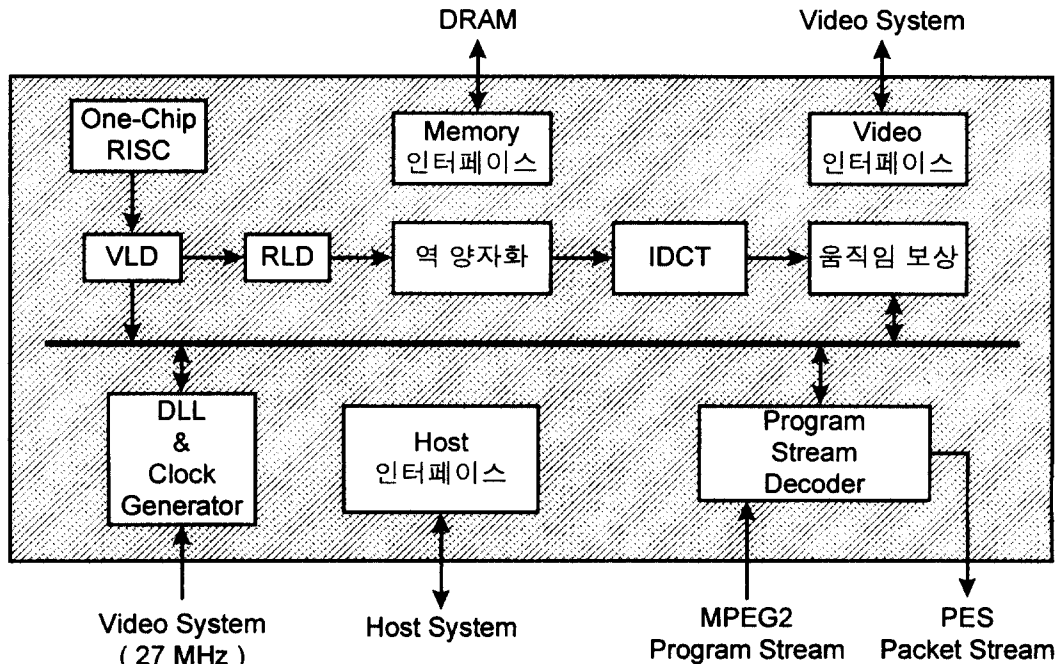


그림 14. TC81201F 복호용 LSI Chip의 블록도

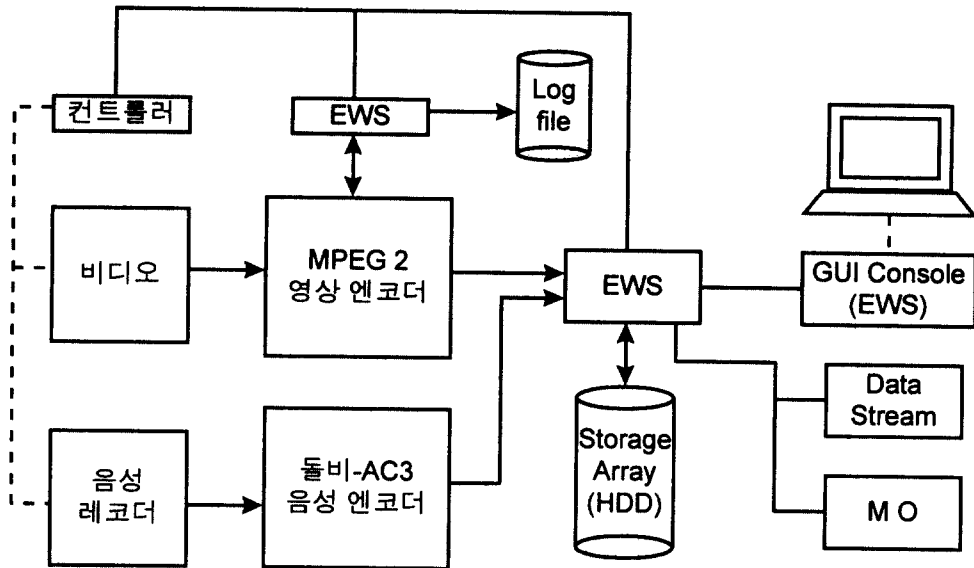


그림 15. DVD-VIDEO 부호화기 시스템 구성도

기록된다. 영상에 할당되는 데이터 rate 는 평균 4 Mbit/s 이지만 TV 신호를 이 비율로 압축하게 되면 영상의 양호한 화질을 확보 하기가 곤란 할 경우가 있다. 영상정보가 주로 source 인 DVD-VIDEO 디스크 에서는 제작에 어느정도 시간이 걸리는 것은 허용 되기 때문에 가변을 부호화와 운용자가 직접 수동으로 화질 개선을 행하는 manual-editing 기능을 채택 하고 있다. Manual-editing 기능에서는 부호기 후단의 영상을 보고 시간방향 혹은 영상 영역에 대응한 부호화 bit 의 재분배를 운용자가 수동으로 행한다. 어느 일정 시간 화면에 보다 많은 부호 bit를 부여하기도 하고 한 화면의 일부분에 많은 부호 bit 를 할당하며 수정을 하는 것은 압축 후의 bit stream 에 대하여서도 가능하며 이같은 기능은 콘솔 상에서 GUI에 의해 실행된다. 그림 15 에 나타난 DVD-VIDEO 부호화 시스템은 MPEG-2 영상 부호화기, 돌비 AC 3 영상 부호화기, 데이터 저장용 하드 디스크 어레이 (HDD) 및 제어용 workstation (EWS) 등으로 구성 된다.

이외에도 MPEG-2 응용 시스템으로서 디지털 전송 및 방송에 관련한 위성, 지상 및 CATV 에의한 디지털 전송 방식이 최근 크게 부상되고 있으며 종래의 대역폭 내에서도 수배 이상의 채널 수를 전송하는 것이 가능하게 된다. 전송회선의 상태에 따라 전송 부호화방식이 다르며 QPSK (4상위상변조), COFDM

(부호화 직교 주파수 분할 다중), 64 QAM (직교진폭변조) 변조방식 등이 주로 이용 될 것이며 방송 송신이외에 증계전송을 위한 SNG (Satellite News Gathering), FPU (Field Pickup Unit) 에도 사용이 보편화 될 것이다. 한편 기업이나 학교와 같은 교육기관등에서는 MPEG-2 압축영상을 이용한 비디오 서버에 의한 쌍방향 고품위 정보 서비스 시스템 등과 TV 방송국이나 멀티미디어 프로덕션에서의 콘텐츠 편집 가공분야에도 활용이 예상되고 있으며 TV 회의와 설비 감시등 영상 및 관련정보를 고속의 LAN에서 B-ISDN 등을 통해 원격지로 전송하는 고화질의 동영상 전송시스템에도 크게 응용 될 것이다. 향후 곧 MPEG-2 표준은 모든 디지털 STB와 이에 기반한 인터넷 터미널 그리고 컴퓨터등에 사용될 주요기술이며 차세대 PC 나 DVD player 에 필수적인 핵심기술이 될 것이 분명하다.

V. 결 론

TV 회의용의 H.261 으로 시작하여 움직임 보상 기술과 DCT를 이용한 동영상 부호화의 고 해상도, 고 부호화율 영역으로까지 기술이 발전 하여 MPEG-2 라는 범용부호화의 표준을 완성하게 되었다.

MPEG-2 부호화 표준은 고도한 부호화 기술을 구사하여 다양한 application에 적용 가능한 범용 표준이다. 이미 위성방송, CATV, HDTV, 디지털 TV, ATM network에 의한 AV 통신, 저장 미디어, 동화상 데이터 bus 등의 산업계로부터 큰 지지를 받고 있으며 multimedia system의 인프라를 지원하는 근본적인 표준이 되었다. 앞으로도 MPEG-2 표준은 방송, 통신, multimedia 에 있어서 현재의 NTSC/PAL 으로부터 HDTV 까지 광범위한 응용분야를 포함하는 실질적인 세계표준으로서 확고한 위치를 유지 할것임에 틀림 없다.

System", Toshiba Review Vol.51, No.1 1996

[9] MPEG-Audio Subgroup, "ISO 11172-3 Compatible Low Bit Rate Multi-Channel Audio Coding System and Conventional Stereo Coding at Lower Sampling Frequencies", ISO/IEC JTC/SC29/WG11 N 0803, Nov. 1994

[10] The Journal of the Institute of Television Engineering of Japan, Vol 49, No.4 1995

[11] J. L. Mitchell, et al., "MPEG Video Compression Standard", Chapman and Hall, 1997

참 고 문 헌

[1] K. R. Rao and J.J. Hwang, "Techniques & Standards for Image · Video & Audio Coding", Prentice Hall, 1996

[2] MPEG Requirements Sub-Group "Information on Requirements for MPEG-2" JTC1/SC29/WG11 Document N 0300 Nov. 1992

[3] S. Okubo, "Requirements for High Quality Video Coding Standards", Signal Processing & Image Communication, vol.4, No.2 pp.141-151 April 1992.

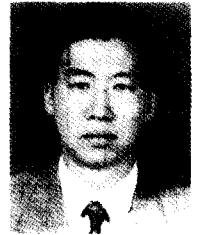
[4] ISO/IEC 11172-1/2/3, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s: International Standard", 1993.

[5] ISO/IEC 13818 "Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Recommendation H.262", Draft International Standard, 1994.

[6] ISO/IEC 11172-4, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbit/s: Compliance testing" 1994.

[7] ISO/IEC 13818-1/2/3, "Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, International Standard" 1995.

[8] S. Yamaguchi, "MPEG2 Real-Time Encoder



허 영

- 1975년~80년 : 한양대학교 전자통신공학과 공학사
- 1983년~85년 : 한양대학교 전자계산공학과 공학석사
- 1991년~95년 : 미국 University of Texas at Arlington 전기공학과 공학박사
- 1983년~87년 : 육군사관학교 전자공학과 전임강사
- 1995년 : 미국 University of Texas at Arlington 전기공학과 강사
- 1997년 9월 ~ : 경남대학교 전자공학과 겸임교수
- 1987년~현재 : 한국전기연구소 정보통신연구팀 책임연구원