

영상신호 압축을 위한 MPEG 표준화 동향

南在烈, 扈堯盛, 朴祥圭, 尹熙宗, 安致得
韓國電子通信研究所

1. 서론

디지털 비디오는 영상회의, 영상전화등 통신 분야 뿐만 아니라 컴퓨터 및 가전업계와 같은 많은 응용분야에서 이용될 수 있다. 정보처리 업계들의 서로 다른 응용분야들간의 기술공유 관점에서 ISO (International Organization for Standardization) 는 디지털 저장매체 (digital storage media, DSM)용의 비디오 및 관련 오디오 표준개발을 시작했다. 그러한 표준화 노력은 MPEG (Moving pictures Expert Group)을 탄생시켰으며, ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11 이 MPEG 위원회 공식 명칭이다.

MPEG 위원회 활동은 1990년에 MPEG-1 CD를 만드는 목표를 갖고 1988년에 시작되었다. MPEG 표준화 활동은 비디오, 오디오, 시스템, 및 순응시험으로 구성되어 있다. MPEG-비디오는 비디오 신호 압축 알고리즘 표준화를, MPEG-오디오는 디지털 오디오 신호압축 알고리즘 표준화를, MPEG-시스템은 압축된 다단 비디오 및 오디오 비트 스트림의 동기 및 다중화 문제를, 그리고 MPEG-순응시험은 앞세부분의 구현을 증명하기 위한 순응시험 (compliance test)을 다루고 있다. MPEG 표준 방식안은 응용코덱의 데이터율에 따라서 MPEG-1 및 MPEG-2 (MPEG-3 포함)로 일반적으로 나눈다. MPEG-1은 비디오 및 관련 오디오를 약 1.5Mbps 이하로, MPEG-2는 약 15Mbps 급으로 압축시킬 수 있는 알고리즘들을 연구하고 있다. 현재 MPEG은 1.5Mbps 급의 MPEG-1 DIS (Draft for International Standard) 가 완성되었고, 15Mbps 급의 MPEG-2의 요구사항(requirement) 및 관련

기술들의 수렴이 거의 이루어져서 1993년 11월 서울 회의에서는 CD(Committee Draft) 완성이 가능하리라 예상된다.

MPEG 표준화 활동에는 멀티미디어 응용을 목표로한 다양한 정보처리 업계들이 참여하고 있기 때문에 디지털 저장 매체를 위한 비디오 표현방식은 많은 분야에서 응용될 수 있어야 하며, 이는 MPEG 이 포괄적 표준(universal standard)이 되면 가능하다. 포괄적 표준이란 특정한 응용에 국한되지 않는 표준을 의미하는데, 이는 특정한 응용의 요구사항들을 무시한다는 것은 아니다. MPEG 비디오 압축 알고리즘에 대한 요구사항들은 이 표준의 이용 가능한 응용분야로 부터 나왔다. MPEG의 주요 응용분야로는 CD-ROM, DAT등과 같은 디지털 저장매체, 전자출판, 비디오 게임 및 영화와 같은 비대칭 응용 (asymmetric application) 분야, 그리고 전자우편, 영상전화 및 영상회의와 같은 대칭응용 (symmetric application) 분야로 나눌 수 있다. 이러한 응용분야들의 요구사항들을 만족시키기 위해 MPEG 비디오 알고리즘은 랜덤 액세스(random access), 고속 순방향/역방향 탐색(fast forward/reverse searches), 역방향 녹음재생(reverse playback), 오디오/비디오 동기, 오류에 대한 강건함(robustness to errors), 작은 부호화/복호화 지연 및 포맷 유연성(format flexibility) 등의 기능들을 갖고 있다. MPEG 비디오 알고리즘의 어려운 점은 프레임 내 (intraframe) 부호화만으로는 얻을 수 없는 높은 압축을 요구하는 품질 요구사항과 순수 프레임 내 부호화로 만족되는 랜덤 액세스 요구사항을 모두 만족해야 한다는 것이다.

본고에서는 MPEG 표준화 활동중에서 가장 핵심

적이고 진행속도가 빠른 MPEG-비디오 표준화 활동에 초점을 맞추어 소개하고, 향후 MPEG 알고리즘을 이용한 코덱 시스템을 구현할 경우 비디오와 함께 서비스에 중대한 영향을 미칠 오디오의 부호화를 다루는 MPEG-오디오, 이들 오디오 및 비디오의 다중화 및 동기화등을 다루는 MPEG-시스템 (MPEG-2를 중심으로한 최근 기술 동향) 및 현재 그 필요성이 인정되고 있는 MPEG-4 표준화에 관해서도 간략히 언급하고자 한다.

II. MPEG 표준화 활동

MPEG 위원회 활동은 1988년에 MPEG-1 CD (1990년)를 만드는 목표를 갖고 시작되었다. 1988년에 처음 위원회가 열렸을 때에는 15명이 참가했으나 1990년에 접어들면서 매회 약 150명 정도 참가해 왔으며, 특히 MPEG-1 DIS가 완성되고 MPEG-2 WD(Working Draft)가 거의 완성된 1993년 7월 부터는 더 많은 관련 업계 및 학계가 참여하고 있다. MPEG 표준화 활동은 항상 목표 완료시일을 설정해 놓고 표준화 작업을 하고 있는데, 이는 다른 표준화 위원회와의 중복된 일을 피하기 위해서 뿐만 아니라 다른 표준화 위원회 활동들이 MPEG 표준화 활동에 매우 중요한 배경 및 기술적 입력이 되기 때문이다.

1. 관련 표준화 활동

1) JPEG 표준화

JPEG (Joint Photographic Expert Group) 표준화 활동은 MPEG 표준화 연구 태동에 상당한 역할을 담당했는데, 두 위원회는 원래 ISO 산하의 같은 WG (Working Group)에 속해 있었으며 또한 참여 회원에 있어서도 상당한 중복이 있었다. JPEG 표준화 목적이 오직 정지영상 압축(still-image compression)에만 초점을 두고 있으나 정지영상과 동영상(moving image)의 차이는 작다. 즉, 비디오 시퀀스를 개별적으로 부호화되지만 일정한 율로 디스플레이되는 정지영상의 시퀀스로 생각할 수 있다. 하지만, "정지영상의 시퀀스" 개념은 모든 비디오 시퀀스가 많이 갖고 있는 프레임간 중복성(frame to frame redundancy)을 고려하지 않는 단점이 있다.

실제로 시간 중복성(temporal redundancy)을 이용하면 약 3배 정도의 부가적인 압축을 얻을 수 있는 잠재력이 있다. 따라서 매우 제한된 대역폭을 갖는 저장매체(DSM)를 이용하는 많은 응용분야에서 이 잠재력이 주는 의미는 대단히 중요해서 ISO의 영상 표준화 활동은 자연스럽게 동영상 분야에서도 활발히 이루어졌다.

2) 영상전화를 위한 ITU-TS 전문가 그룹

앞에서 언급한 것처럼 비디오 압축 표준화 활동은 영상회의 및 영상전화 응용을 위해서 처음 시작되었다. ISDN 개념 및 서비스 계획은 px64 Kbits/s 급(p:1~32)의 영상 압축 기술 표준화의 계기가 되었다. ITU-TS SG15 산하의 영상전화 전문가 그룹이 표준화를 담당했으며, ITU-TS 권고 H.261 "Video Codec for Audio-visual Services at px64 Kbits/s"를 만들었다. ITU-TS 전문가 그룹은 150msec 이하의 지연(delay)을 갖는 실시간 부호화/복호화 시스템에 초점을 맞추었다. 또한, 약 64 Kbits/s 정도의 낮은 비트율에서의 동작 중요성 때문에 부가정보(overhead)는 매우 엄격히 다루어졌다. MPEG 위원회에 의해서 ITU-TS 전문가 그룹의 H.261 표준은 동영상 표준으로 매우 우수하다고 평가되었고, 단지 화질(visual quality)만 1~1.5 Mbits/s 정도에서 최적화가 되도록 개선함으로써 상당부분이 DSM 목적으로 사용될 수 있었다. 결과적으로 MPEG 표준은 엄격히는 ITU-TS 권고안 H.261의 수퍼세트는 아니지만 많은 공통부분(commonality)를 갖고 있다.

3) CMTT/2 활동

디지털 비디오 압축은 영상회의 또는 영상전화 응용과 같은 통신 분야 뿐만아니라 방송 분야에서도 압축된 TV신호 전송을 위해서 이용될 수 있다. CMTT/2는 34M 와 45Mbits/s 급의 TV신호 압축에 관해서 연구하고 있다. CMTT/2 표준화 활동은 송달품질(contribution-quality) 코덱 개발에 초점을 두고 시작되었다. 사용된 기술들이 MPEG에서 고려하는 방법들과 상당히 많은 공통점을 갖고는 있으나, 문제점들, 목표 대역폭 및 요구사항들은 많이 다르다.

4) ATM 비디오 부호화를 위한 ITU-TS 전문가 그룹

ITU-TS에서 차세대 ISDN으로서 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 방식에 근거한 B-

ISDN (Broadband-ISDN)을 기본 권고함에 따라 ATM 환경하에서 적합한 영상 부호화 표준(video coding standard)이 필요하게 되었다. ATM 영상 부호화를 위한 전문가 그룹은 1990년 7월 ITU-TS SG15 회의에서 만들어졌으며, ATM 환경하에서 사용될 비디오 코덱 표준화를 목표로 하고 있다. 전문가 그룹은 현재 15개국의 구성원들(coordinating member)로 이루어져 있으며, 이 그룹은 1994년 ATM 영상 부호화 표준화에 관한 권고안 H.26X의 완성을 목표로 지금까지 12차례의 모임을 가졌으며 (1993년 7월 현재), MPEG과의 여러 차례 합동회의를 통해 H.26X/MPEG-2 요구사항, Test Model 6 및 WD를 완성하고 TM6의 개선 작업 및 WD의 수정, 보완을 추진하고 있다.

2. MPEG-1 표준화

1) 현황

ISO MPEG-1 DIS의 첫 세부분은 "Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5Mbits/s"로 명명되었다. MPEG-1 표준의 이 세부분, 시스템 (ISO IS 11173-1), 비디오 (ISO IS 11173-2), 오디오 (ISO IS 11173-3)는 1994년 IS (International Standard)로 공표되기 위해서 ISO 중앙 사무국으로 보내졌다. MPEG-1의 네번째 부분 (ISO 11173-4)은 앞 세부분을 구현하기 위한 순응시험 (compliance testing)을 기술하고 있다. MPEG의 순응시험 (ISO 11173-4)은 ISO CD 수준으로 발전하였다.

2) 기술적 내용

(1) 시스템

MPEG-1 시스템 규격은 부호화된 오디오 및 비디오 스트림들을 하나의 데이터 스트림으로의 결합을 규정하고 있다. 이와 같은 부호화 규격은 오디오, 비디오 동기 정보, 랜덤 엔트리 포인트에서 데이터 스트림에 접근을 위한 정보등을 포함하고 있다. MPEG-1 시스템 부호화의 기본 원리는 복호화기에서 하나의 시스템 클럭으로 오디오 및 비디오의 복호화 및 디스플레이 시간을 명시할 수 있는 시간 지점 표(time stamps)의 사용이다.

(2) Video

MPEG-1 비디오 규격은 non-interlaced 비디오 압축을 규정하고 있다. 적용된 압축 알고리즘은 약

1.5 Mbits/s 비트율에 대하여 최적화 되어 있으나, 다른 비트율 및 영상 해상도에 대해서도 매우 효과적으로 수행된다.

(3) Audio

MPEG-1 오디오 규격은 오디오 압축을 규정하고 있다. 적용된 압축 알고리즘은 스테레오 또는 이중채널 (dual channel)을 위한 64 kbits/s에서부터 448kbits/s까지 비트율을 지원한다. 또한, 오디오 규격은 32kbits/s부터 시작해서 mono-channel 부호화도 지원한다. 복잡도 및 성능에 따라 계층 I, II 및 III로 나누어져 사용될 수 있는데, 계층 II에서 스테레오 프로그램에 대한 콤팩트 디스크(compact disk) 수준의 음질은 192 kbits/s ~ 256 kbits/s 비트율에서 얻을 수 있다.

(4) 응용

디지털 형태로 압축된 비디오 및 오디오를 요구하는 많은 응용분야에서 MPEG-1 표준을 이용할 것으로 예상된다. 상업 및 가전 제품들은 이미 MPEG-1 표준의 세부분을 모두 이용하고 있는데 CD에 영상 및 오디오를 저장하는 것은 좋은 예이다. MPEG-1 표준을 이용할 수 있는 다른 분야로는 멀티 미디어 데스크탑 컴퓨터, 비디오 편집/출판 시스템 및 방송 시스템을 들 수 있다.

3. MPEG-2 표준화

1) MPEG-2 요구사항

현재 한창 진행중인 MPEG-2 표준화 작업의 한 부분인 "요구사항 소그룹 (Requirement Subgroup)"에서는 비디오, 오디오, 시스템등 MPEG-2 표준방식안의 다른 부분들을 다루는 소그룹들이 처리해야 할 여러 항목들에 대한 정의, 기본 방향 및 제약 조건들을 제시하는 중요한 몫을 담당한다. 또한 각 소그룹 안에서 생기는 문제점들을 MPEG-2내의 다른 소그룹들과의 합동회의를 통하여 서로 상충되지 않도록 중재하는 역할을 한다. 본 절에서는 MPEG-2에서 최근에 도입된 Profile과 Level에 대한 개념을 알아보고, MPEG-2의 비디오에 대한 요구 사항들을 살펴보고자 한다.

(1) Profile과 Level의 개념

MPEG-2에서 Profile이란 특정한 이용을 목적으로 MPEG-2 신택스에 포함되어 있는 여러가지 기능 (functionality)들 중에서 필요한 부분만을 모아서 만든 특정 기능들의 집합을 말한다. 특히 기능

과 가격면을 고려하여 MPEG-2 표준방식이 도입될 초창기에 가능한 대로 넓은 응용범위에서 사용될 수 있도록 MPEG-2 Main Profile을 마련하고 있다. 나중이라도 필요에 따라 기존에 존재하는 Profile을 확장 또는 축소하여 새로운 Profile을 정의할 수는 있지만, 가능한 한 Profile의 종류를 제한하여 국제 표준화의 여러 잇점을 최대한으로 유지하도록 권고하고 있다. 현재 MPEG-2 모임에서는 Main Profile외에도 Simple Profile과 Next Profile을 정의하기 위해 노력하고 있다.

MPEG - 2의 특정 Profile에서 관련되는 변수들에 대한 제한 조건을 두어 몇가지 다른 Level들을 정의 한다. 예를들면, 수행할 수 있는 기능은 비슷하더라도 입력으로 수용할 수 있는 영상의 크기를 제한함으로써 서로 다른 응용 분야에 보다 경제적으로 이용할 수 있게 한다. MPEG-2에서는 기능과 가격면을 고려하여 Main Level을 정의하고 있으며, Low Level과 High Level등도 정의해 가고 있다. 아래의 그림1은 MPEG-2에서의 Profile과 Level의 개념을 잘 설명하고 있으며, 표1은 최근 정해진 Level 변수들의 상한값들을 포함하고 있다.

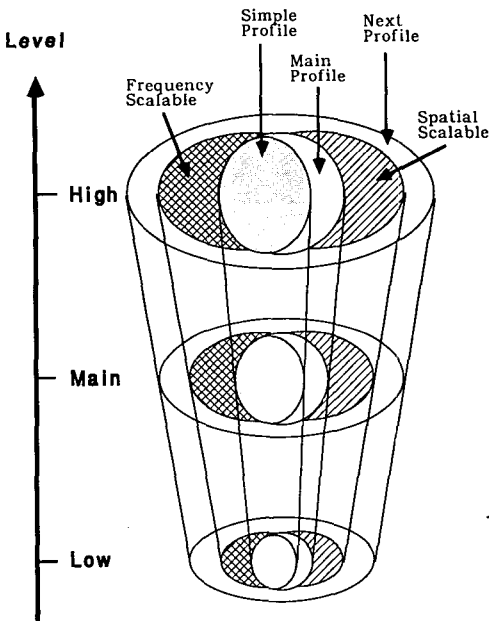


그림 1. Profile과 Level 개념도

표 1. Level 변수의 상한값

Level	변수	Simple 4:2:0 single layer	Main 4:2:0 single layer	Next 4:2:2 scalable
High Level (60Mbps까지)	수평 화소수	1920	1920	1920
	화면 주사선수	1152	1152	1152
	초당 화면물	60	60	60
	초당 화소수	62.7M	62.7M	62.7M
High-1440Level (60Mbps까지)	수평 화소수	1440	1440	1440
	화면 주사선수	1152	1152	1152
	초당 화면물	60	60	60
	초당 화소수	47.0M	47.0M	47.0M
Main Level (15Mbps까지)	수평 화소수	720	720	720
	화면 주사선수	576	576	576
	초당 화면물	30	30	30
	초당 화소수	10.4M	10.4M	11.06M
Low Level (4Mbps까지)	수평 화소수	352	352	Not Decided
	화면 주사선수	288	288	
	초당 화면물	30	30	
	초당 화소수	2.53M	2.53M	

(2) 비디오 요구사항

MPEG - 2의 비디오 요구사항은 ATM영상 압축을 위한 ITU-TS 전문가 그룹과 디지털 TV 및 고성능 TV의 재 분배를 위한 CMTT/2 특별 그룹들과 긴밀한 관계하에 결정되었다. MPEG - 2에서 핵심을 이루고 있는 Main Profile에 포함되어 있는 주요 사항을 정리해 보면 표2와 같다.

표 2. Main Profile의 주요사항

항 목	내 용	비 고
해상도	-720×576×50 -720×480×59.94 Interlaced	-Aspectratio, 4:3
주사방식	-Interlaced -Progressive	
색도 형식	4:2:0	
Data rate	up to 15Mbps(비디오)	
VBV buffer 크기	1.75M bits	
Scalability	없음	수용하지 않음
예측모드	-Adapter Field/Frame -Dual only for 2 successive P-frames	
Skipped Frames	Only allowed for M=1	
호환성 (Compatibility)	MPEG-1 forward compatibility	
Leaky Prediction	없음	수용하지 않음
DCT	-only 8×8DCT	
움직임 추정	-only 16×16(frame) -16×8(for field)	
양자화 Matrix	-2 down loadable Matrix	
계수 주사방법	-zig-zag scanning -alternate scanning	
양자화	-linear quantizer -nonlinear quantizer	
Data 분리	없음	수용하지 않음
입력 Data포시	8 Bits/Pel	
Low Delay	교려됨	B-Frame 수용여부 결정

2) MPEG-1 및 MPEG-2 의 차이점

MPEG-2에서 MPEG-1 이상으로 요구되는 중요 요구사항은 아래와 같다.

① 비디오

- 약 3 ~ 20 Mbits/s 에서 최적화된 화질
- 다양한 비디오 포맷 수용(적행주사 및 순행주사 포함)
- 다중해상도 비트 스트림 및 복호기 scalability 수용
- Channel-hopping을 위한 랜덤 액세스 기능
- MPEG-1 및 ITU-TS 권고 H.261과의 호환성 (compatibility)
- 전송 또는 저장 응용을 위한 오류 극복 방안
- 저지연 부호화/복호화 방안

② 오디오

- 5.1 Multi-channel sound
- Multi-lingual 오디오 트랙
- 24KHz 샘플링 주파수 이하에서 동작하는 오디오 부호화

③ 시스템

- 새로운 오디오 및 비디오 포맷을 MPEG-1 규격으로 부터 확장 가능하게 지원
- 멀티프로그램 응용을 위해서 여러개의 MPEG-1 시스템 스트림의 다중화를 가능케함

3) 표준화 계획

MPEG-2 표준화는 1993년 7월 미국 뉴욕 회의에서 각 세부문의 WD가 완성되었으며 1993년 11월 서울 회의에서 MPEG-2 CD 가 완성될 예정이다. 이 CD는 코덱 시스템 및 칩 제조업자들(C-Cube, LSI-Logic, TI, GCT, IIT, 삼성 등)이 조기에 시스템 및 칩 세트를 구현하여 상용화할 수 있게하는 기본 표준이 될것이다. MPEG-2 ISO DIS 의 완성은 1994년 초로 예정되어 있다.

III. MPEG-비디오

1. MPEG 비디오 알고리즘

MPEG 비디오 압축 알고리즘은 두 가지 기본 기술을 바탕으로 한다. (1)시간 중복성(temporal redundancy)을 줄이기 위해서 블럭 단위의 움직임 추정 및 보상(motion estimation and compensation)을 이용하고, (2)공간 중복성(spatial redundancy)을 줄이기

위해서 변환(discrete cosine transform, DCT) 압축 기법을 이용한다. 움직임 보상 기법들은 순수 예측 부호화 및 보간 부호화 예측기를 이용한다. 예측 오차(prediction error)는 DCT에 의해서 더욱 압축된다. 움직임 정보(벡터)는 16x16 블럭을 기본으로 구해지고 변환계수 정보와 함께 전송된다. 움직임 정보는 최대의 부호화 효율을 얻기 위해서 가변 길이 부호화(variable-length coding, VLC)된다.

1) 시간 중복성 감축

저장된 비디오의 랜덤 액세스 및 움직임 보상된 공간에 의한 상당한 비트율 감축의 중요성을 고려하여, MPEG에서는 3가지 타입의 영상을 고려하고 있다. 즉, Intra 영상(I-영상), predicted 영상(P-영상), 그리고 Interpolated 영상(B-영상, 양방향 예측). I-영상은 랜덤 액세스를 위한 액세스 점을 제공하나 압축률은 높지 않다. P-영상은 이전 영상(I 또는 P)을 기준영상으로 이용한다. B-영상은 가장 높은 압축을 제공하나 예측을 위해서 이전영상 및 다음영상이 기준 영상으로 필요하다. B-영상은 기준영상으로 이용되지 않는다. MPEG에서는 이와 같은 영상 타입들의 조합으로 랜덤 액세스를 보장하는 GOP(Group of Pictures) 구조를 도입했으며 이들의 관계는 그림 2에 나타났다.

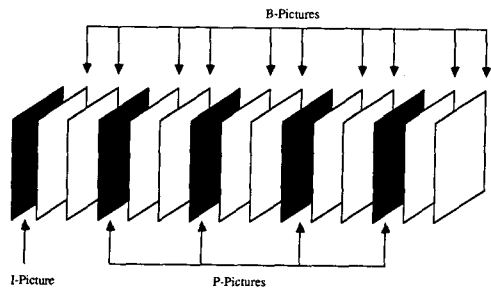


그림 2. Group of Pictures 구조 (N=15, M=3)

(1) 움직임 추정

움직임 추정은 비디오 시퀀스로부터 움직임 벡터를 추출하기 위해서 사용된 여러가지 방법들을 포함한다. MPEG 비디오 신택스는 움직임 벡터를 어떻게 표현하느냐를 명문화한다(움직임 보상 방법에 따라 각 매크로 블럭당 하나 또는 두개의 움직임 벡터). 그러나 어떻게 움직임 벡터들을 찾느냐는 MPEG 비디오에서는 표준화되지 않는다. 하지만 블럭 기본은

로 움직임 벡터를 표현하기 때문에 구획 맞추기 (block-matching) 기법들이 많이 이용된다. 구획 맞추기 기법들에서 가능한 움직임 벡터 탐색범위 (search range)와 현 블록과 각 예측기 후보 블록 사이의 부조화(mismatch)를 측정하는 비용 함수 (cost function) 선택은 완전히 구현상의 문제로 표준화되지 않는다. 모든 가능한 움직임 벡터들을 모두 고려하는 전체탐색(full search) 방법은 움직임 예측 성능은 우수하나 탐색범위가 늘어남에 따라 매우 높은 계산복잡도 (computational complexity) 가 요구된다. 움직임 벡터의 정확도와 움직임 추정 과정의 복잡도 사이의 절충은 시스템 구현자가 내려야 한다.

(2) 움직임 보상

a) 예측

시간 중복성을 이용하는 기술들 중에서 가장 널리 이용되는 것은 움직임 보상된 예측 기법으로 ITU-TS 권고 H.261과 같은 영상전화용 압축 알고리즘의 기본으로 이용된다.

움직임 보상된 예측은 국부적으로(locally) 현 영상을 이전 영상의 이동(translation)으로 모델화할 수 있다고 가정한다. 국부적이란 변위(displacement)의 크기나 방향이 영상의 모든 곳에서 같을 필요는 없음을 의미한다. 움직임 정보는 영상을 복구하는데 필요한 정보로서 적절히 부호화되어 전송되어야 한다.

b) 보간

움직임 보상된 보간은 MPEG 비디오 알고리즘의 핵심기능이다(그림3). 움직임 보상된 보간은 랜덤 액세스를 향상시키고 동시에 영상화질을 상당히 개선시키면서 오류 영향을 감소시킨다. 보간에 의해서 복구되는 영상은 이전 및 미래 기준 영상의 결합으로 얻어진다. 움직임 보상된 보간(MPEG에서는 양방향 예측이라 함)은 보간 부호화에 의한 높은 압축률을 얻을 수 있는 장점 뿐만 아니라 아래와 같은 장점들이 있다.

- Uncovered area를 잘 처리할 수 있다.

(미래 기준 영상을 이용함으로써 가능)

- 더 많은 정보들을 이용할 수 있기 때문에 더욱 좋은 통계적 특성을 갖는다.(과거 및 미래 기준 영상을 평균함으로써 잡음의 영향을 줄일 수 있음)

- 예측과 부호화를 분리할 수 있다.

(오류가 전파되지 않음)

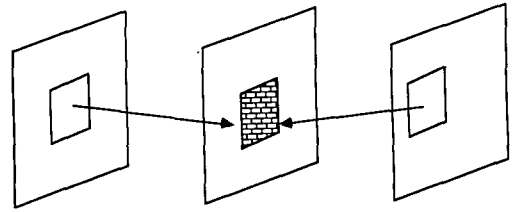


그림 3. 움직임 보상된 보간

(3) 움직임 벡터 부호화

움직임 정보에 의해서 얻어지는 부호화 이득과 움직임 정보 부호화에 필요한 데이터량은 절충되어져야 한다. 16x16 블록을 움직임 보상 기본단위로 정한 것은 그와 같은 절충의 결과이며, 그와 같은 움직임 보상단위를 매크로블록(macrobloc)이라 한다. 각 매크로 블록의 움직임 벡터는 이웃하는 전 매크로 블록의 움직임 벡터에 대해서 차등 부호화(differentially coded) 된다. 차등 움직임 벡터(differential motion vector)의 범위는 영상마다 달리 선택될 수 있으며, 공간 해상도, 시간 해상도 및 특정 시퀀스의 움직임 특성에 따라 선택된다. 최대범위는 가장 움직임이 많은 상황(영상)을 수용할 수 있도록 충분히 크게 선택해야 한다. 차등 움직임 벡터는 움직임 벡터 필드의 높은 공간 상관도(spatial correlation)를 이용하여 더 높은 부호화 효율을 얻기 위해서 가변길이 부호화(variable-length coding)된다.

2) 공간 중복성 감축

정지영상이나 예측오차 신호들은 매우 높은 공간 중복성을 갖고 있다. 중복성 감소를 위해 사용할 수 있는 기법들은 상당히 많으나, 움직임 보상 과정이 블록 기본으로 수행되므로 블록 기본의 압축 알고리즘이 선호된다. 시각적으로 가중된(visually weighted)된 스칼라 양자화 및 런-길이 부호화(run-length coding)를 결합한 변환 부호화 기법(DCT)이 이용되었다. 그 이유는 DCT가 상대적으로 장점을 갖고 있고 비교적 구현하기가 간단하기 때문이다. DCT의 장점을 간단히 살펴보면 아래와 같다.

a) DCT는 고속 알고리즘을 갖는 직교변환(orthogonal transform)으로 많은 종류의 영상들에 대해서 최적에 가까운 성능을 갖는다.

b) DCT 기본함수(basis function)는 시각 특성기준(psychovisual criteria)의 효과적인 이용을 매우 용이하게 한다.

DCT를 이용한 압축 수행 기술은 세 단계로 수행된다.

- a) DCT 수행(변환계수 계산)
- b) 변환계수의 양자화
- c) Zigzag scanning후 양자화된 계수들의 (런-크기)쌍으로의 변환

(1) Discrete Cosine Transform

MPEG에서 이용되는 2-D DCT는 아래와 같이 정의된다.

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos\left\{ \frac{(2x+1)u\pi}{16} \right\} \cos\left\{ \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right\}$$

여기서 $x, y, u, v = 0, 1, 2, \dots, 7$

$$C(u), C(v) = 1/\sqrt{2}, u, v = 0, 1, \dots, 7$$

역변환(Inverse DCT, IDCT)는 아래와 같이 정의된다.

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v) F(u, v) \cos\left\{ \frac{(2x+1)u\pi}{16} \right\} \cos\left\{ \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right\}$$

DCT 입력 및 IDCT 출력은 9비트로 표현되며([-255, 255]), 변환계수들은 12비트로 표현된다. DCT 계수들의 생동폭(dynamic range)은 [-2048, 2047]이다. 8x8 IDCT는 IEEE Draft Standard "Specification for the Implementation of 8x8 inverse Discrete Cosine Transform." p1180/D2, July 18, 1990 을 따른다.

(2) 양자화

양자화와 런-길이 부호화의 결합으로 대부분의 압축을 이룰 수 있기 때문에, DCT 계수들의 양자화는 매우 중요한 과정이다. 또한 양자화를 통해서 부호기는 주어진 비트율을 맞출 수 있다. 적응양자화(adaptive quantization)는 좋은 화질을 얻는 중요한 수단이다. MPEG 표준은 JPEG 표준과 같은 intra 부호화된 영상과 ITU-TS 권고 H.261과 같은 차등 부호화된 영상들을 모두 갖고 있기 때문에, DCT 계수 양자화를 더욱 정확히 수행하기 위해서 두표준의 특성들을 결합하였다.

① 시각적 가중에 의한 양자화

양자화 오류의 주관적인 인식은 주파수에 따라 크게 변하며, 고주파신호에 대해서는 거친(coarser) 양자화를 이용하는 것이 유리하다. 양자화 매트릭스(quantization matrix)의 정확도는 디스플레이 매

체 특성, 시청거리 및 소스의 잡음정도 등과 같은 많은 외부적인 변수들에 영향을 받는다. 따라서 응용분야에 따라 또는 각각의 시퀀스에 따라 특별한 양자화 매트릭스를 설계 할수도 있다.

② Intra 및 non-intra 블록 양자화

Intra 양자화된 블록과 차등 부호화된 블록들의 차이는 두개의 다른 양자화 구조를 사용하게 한다. 두 양자화는 모두 거의 균일(uniform) 양자화(일정한 양자화 간격을 가짐)이면서도 영(zero) 근처에서의 동작은 다르다. Intra 부호화된 블록의 양자화기는 dead-zone을 갖지 않으나, 차등부호화된 블록은 영 근처에서 dead-zone을 갖는다.

③ 수정된 양자화기

영상의 모든 공간 정보들이 인간의 시각특성에 의해서 똑같이 인식되지는 않으며, 따라서 어떤 블록들은 다른 블록들 보다 더욱 정밀하게 부호화되어야 한다. 블록들사이의 이러한 불균일성을 해결하기 위해서 양자화 간격은 블록 기준으로 수정될 수 있다. 이러한 기법을 이용함으로써 매우 유연한 율조절(rate control)이 가능하다.

(3) 엔트로피 부호화

DCT의 압축 효율을 더욱 증가시키고 전체 비트율에 대한 움직임 벡터 정보의 영향을 줄이기 위해서 가변 길이 부호화를 이용한다. DCT 계수들을 위한 Huffman-like 표를 이용하여 {런, 크기} 쌍을 부호화 한다. 비교적 높은 발생확률을 갖는 부호어만 가변길이 부호화되고 상대적으로 적게 발생하는 부호어는 극단적으로 긴 부호어를 피하고 또한 구현 비용을 줄이기 위해서 "ESCAPE" 심볼과 고정길이 부호어(fixed length code)로 부호화된다. DCT 계수를 위한 가변길이 부호어는 ITU-TS 권고 H.261에 사용된 부호어의 수퍼세트 인데, 이는 두 표준을 한 프로세스로 구현할 때 불필요한 비용을 피하기 위함이다.

표 3. MPEG 비디오 비트 스트림 선택스의 6계층

Sequence 계층
Group of Pictures 계층
Picture 계층
Slice 계층
Macroblock 계층
Block 계층

3) 계층구조, 선택스 및 비트 스트림

(1) 목적

계층구조의 목적은 논리적으로 애매함을 방지함으로써 복호화 과정을 쉽게 하기 위하여 비트 스트림에서 구성 데이터들(entities)을 분리하기 위함이다.

(2) 계층 선택스

MPEG 비디오 비트 스트림은 6개의 계층을 갖는다(표3). 각각의 계층은 한정적인 기능을 지원한다: 신호처리 기능(DCT, MC) 또는 논리적 기능(재동기, 랜덤 액세스점).

(3) 비트 스트림

MPEG 선택스와 일관되게 부호화된 이진수의 시퀀스를 MPEG 비트 스트림이라 정의한다. 또한 그러한 비트 스트림은 적당한 크기의 버퍼를 갖고 복호화가 가능할 수 있도록 특별한 몇가지 조건들을 만족해야 한다. 모든 비트 스트림은 두필드(비트율 및 버퍼크기)에 의해서 시퀀스 계층에서 특징지어진다. 버퍼크기는 비트 스트림을 "video buffer verifier" 조건하에서 복호화하는데 필요한 최소 버퍼크기를 말한다.

① Video buffer verifier(VBV)

Video buffer verifier는 한 MPEG 비트 스트림이 적절한 버퍼크기와 지연 요구조건을 만족하면서 복호화 가능한 것을 검증하기 위한 복호화의 가상적인 모델(abstract model)이다. 이 모델을 이용해서 MPEG CD는 복호화가 부족(underflow)이나 넘침(overflow)의 발생없이 이루어질 수 있도록, 버퍼의 충만도(buffer fullness)를 이용하여 비트 스트림에 대한 제약조건을 만들었다.

② 복호화 과정

MPEG 표준은 복호기가 아니라 복호화 과정(decoding process)을 정의하고 있다. 복호기를 구현하는 방법은 여러가지가 있으며, 표준은 특별한 한 방법을 추천하지 않는다. 그림4는 복호기 입력단에 버퍼를 갖는 전형적인 복호기 구조이다.

2. 압축 비디오 응용

1) 디지털 저장 매체

1~1.5Mbits/s (MPEG-1 경우) 대역폭을 목표로한 비디오 압축 기술은 많은 디지털 저장 매체 및 통신 채널들에 많은 응용분야를 갖고있다. CD-ROM은 높은 저장능력 및 저가격 때문에 매우 중요한 저장 매체이다. DAT는 압축된 비디오 저장에 적합한데, 기록 능력에 있어서는 이점이 있으나 랜덤 액세스가 요구되는 응용에서는 순차엑세스(sequential access) 특성때문에 단점이 있다. Winchester-type 컴퓨터 디스크는 최대의 용통성(기록능력 및 랜덤 액세스면에서)을 제공하나, 상당히 높은 가격 및 제한된 이동성(portability)의 단점이 있다. Writable optical disk는 다른 매체들의 장점들(기록능력, 랜덤 액세스, 이동성 및 저가격)을 결합한 잠재력을 갖고 있기 때문에 향후 상당히 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. ISDN, LAN 및 다른 통신 채널들도 좋은 새로운 응용분야가 될 것이다.

2) 비대칭 응용

비대칭 응용분야는 신장(decompression) 과정은 빈번히 요구되나, 압축(compression) 과정은 프로그램 제작시 한번만 수행되는 분야이다. 이러한 비대칭 응용분야에는 전자출판(electronic publishing), 비디오 게임 및 영화(entertainment: movies)등이 있다.

3) 대칭 응용.

대칭 응용들은 근본적으로 압축 및 신장과정이 동일하게 빈번히 사용된다. 대칭 응용에서는 카메라를 통하거나(video mail, video phone) 또는 미리 기록된 자료들을 편집함으로써, 비디오 정보를 만들어낸다. 이러한 응용으로는 playback-only 응용(desktop video publishing)을 위한 자료생성, 전자우편 형태(video mail) 또는 interactive face to face 응용형태(videophone, videoconferencing)의 통신 이용을 들 수 있다.

IV. MPEG-2 오디오 부호화 표준화 동향

MPEG에서는 비디오 신호 및 그에 관련한 오디오 신호를 약 1.5 Mbit/s의 데이터율로 압축하기 위하여 오디오 부호화 방식에 관한 MPEG-1 오디오 부호화 표준을 1991년에 결정한 바 있다. 이 방식의 초기 사용 목적은 오디오 신호를 디지털 저장 장치에 압축 저장하였다가 필요에 따라 재생하여 들을 수 있는 단순 재생용이

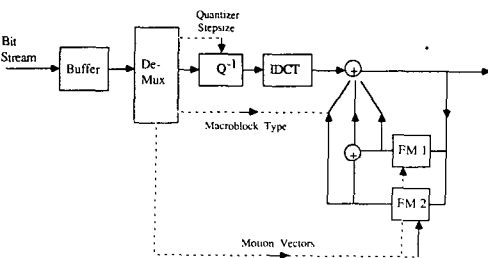


그림 4. MPEG 복호기 구조

었다. MPEG-1 표준이 완성된 이후 MPEG에서는 디지털 저장 분야 뿐만 아니라 방송과 통신 분야에서도 사용할 수 있는 오디오 신호 압축에 관한 표준화 작업을 진행시키고 있는데, 현재까지 3차 WD가 완성된 상태이고 93년 11월에 CD의 완성을 목표로 하고 있다.

1. MPEG-1 오디오 부호화 표준

MPEG-1 오디오 부호화 표준은 콤팩트 디스크 이상의 음질을 갖는 디지털 오디오 신호를 64-192 Kbit/s 데이터율로 압축할 수 있는 방식에 대하여 규정하고 있으며, 방식의 성능과 복잡도에 따라 계층 I, 계층 II, 계층 III의 세가지 방식으로 구분되어 있다. 세가지 방식은 그림 5에서 보이는 기본 구조를 공통으로 갖고 있으며, 각 계층의 특성은 표 4에서 보는 바와 같다.

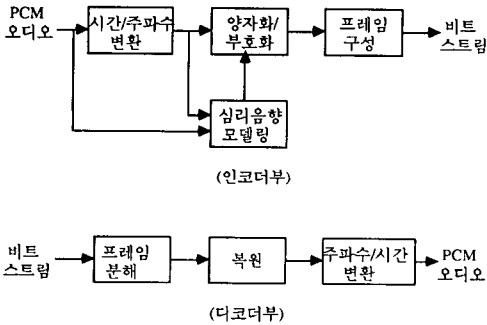


그림 5. MPEG-1 오디오 부호화/복호화 방식

표 4. MPEG-1 오디오 계층 특성

비교항목 \ 계층	계층 I	계층 II	계층 III
기본방식	MUSICAM ^{주1)}	MUSICAM+ASPEC ^{주2)}	
필터뱅크구성	Polyphase filter banks	Hybrid Polyphase/MDCT filter banks	
Analysis window 크기	고정 (512샘플)	가변 (normal, start, short, stop window)	
프레임당 샘플수	384샘플	1152샘플	1152 샘플
심리음향 모델링	Masking threshold	Masking threshold, Pre-echo 제어	
양자화 방식	Linear quantization	Non-uniform quantization	
Entropy coding	사용안함	사용함	
프레임 구성 형태	Fixed segmentation	Adaptive segmentation	
최적 데이터율	192 Kbit/s 128Kbit/s	64 Kbit/s	

주1) MUSICAM: Masking-pattern Universal Subband Integrated Coding And Multiplexing

주2) ASPEC: Adaptive Spectral Percetual Entropy Coding

계층 I은 유럽의 디지털 오디오 방송(DAB)을 위한 Eureka 147 프로젝트의 연구 결과로 나온 MUSICAM 방식을 단순화한 형태이고, 계층 II는 MUSICAM 방식과 거의 동일한 형태를 갖고 있다. 계층 III은 여러가지 오디오 부호화 방식의 혼합 형태인 ASPEC 방식을 기본으로 하여 MPEG 표준화 과정에서 계층 I과 계층 II와의 호환성을 갖기 위해 필터뱅크에 관련한 MUSICAM 방식의 일부 구조를 채택하여 구성되어 있다.

각 계층의 선택은 응용 분야에서 요구하는 부호화 성능과 복잡도에 따라 결정되는데 데이터율이 낮을수록 계층 III이 유리한 반면 복잡도에 있어서는 계층 I이 가장 간단하게 구성될 수 있다. 앞으로 세가지 계층은 응용 분야에 따라 독립적으로 사용될 가능성이 높다.

2. MPEG-2 멀티채널 오디오 부호화 표준

MPEG-1 오디오 방식과 MPEG-2 오디오 방식과의 큰 차이점은 MPEG-1 오디오 방식의 경우 최대 두채널 (좌, 우)의 오디오 신호만을 부호화 대상으로 하는 반면, MPEG-2 오디오 방식의 경우는 현장감을 필요로 하는 방송용 오디오를 위해 두채널 이상의 멀티채널 오디오 신호를 부호화 대상으로 하는데에 있다. MPEG-2 오디오의 각 채널을 부호화하는 압축 방식에 있어서는 기본적으로 MPEG-1 오디오 압축 방식이 이용된다.

기존 두채널 오디오가 갖고 있는 음상 정위(Sound image localization)의 불안정성을 개선하고 보다 충실한 현장감을 재생하기 위해서는 좌우 채널 뿐만 아니라 중앙 채널, 서라운드 채널 그리고 저주파 효과 채널을 필요로 하고, 이들 채널외에도 방송용 오디오가 제공해야할 음성다중 채널을 비롯한 부가 오디오 채널이 필요한데 이들 채널 신호를 부호화할 수 있는 방향으로 MPEG-2 오디오 부호화 표준이 이루어지고 있다.

MPEG-2 오디오 방식에서 지원할 수 있는 오디오 채널의 구성 형태는 표 5와 같고 이들 채널은 프로그램의 채널 구성 형태에 따라 선택적으로 사용된다. MPEG-2 오디오 방식에서는 오디오 채널 신호간의 관련성과 스테레오 오디오 신호에 대한 청각 특성을 이용하여 다수의 오디오 채널을 효과적으로 부호화 하기 위해 표 6에서 보이는 방법들을 고려하고 있다.

표 5. MPEG-2 오디오 채널 구성

항목	채널 형태	비고
채널형태		
기본채널	좌, 우 채널	MPEG-1 오디오와의 호환성
멀티채널	중앙, 좌측서라운드, 우측 서라운드, 저주파효과 채널	
음성다중	음성다중, 부가오디오(예:음악전용) 보조오디오(예:난청자용, 시각장애자용)	0-7 개

표 6. 멀티 채널 부호화 방법

방법	내용
Independent coding Intensity stereo coding	각 채널을 독립적으로 처리하는 방법 MPEG-1 오디오 방식에서의 Intensity stereo coding과 동일한 방식으로, 청각 특성상 음상 정위에 있어서 고주파대역의 오디오 신호가 그다지 기여도가 크지 않기 때문에 각 채널의 고주파 대역 신호를 별도로 전송하지 않고, 공통의 고주파 신호 성분만을 이용하는 방법
Dynamic crosstalk	청각 특성상 일부 채널의 주파수 성분은 스테레오 감을 주는 데 있어서 필요없는 성분이 존재하는데 이런 성분들에 대해서 다른 채널의 성분을 그대로 복사해서 사용하는 방법
Adaptive multi-channel prediction	채널 신호간의 연관성을 이용하는 방법으로서 인접한 채널의 신호 값으로 부터 예측값을 추정하는 일종의 예측 부호화 방식이다. 오디오 신호의 통계적 성질에 따라 부호화 효율이 변화한다.

3. MPEG 오디오 부호화 표준의 응용

이미 완성된 MPEG-1 오디오 표준의 경우는 멀티미디어 기록/재생 분야에서의 상품화가 활발히 진행 중이다. 특히 LSI Logic사등 반도체 칩 제조업자들은 MPEG-1 오디오 디코딩 칩들을 제조하여 상품화를 가속시키고 있다. 유럽에서는 MPEG-1 오디오 방식을 이용한 DAB 상용서비스가 1995년 부터 실시될 예정이며, ISDN 을 이용한 오디오 프로그램의 교환에도 MPEG-1 오디오 방식이 이용될 것으로 보인다. MPEG-2 오디오 방식의 경우 국내에서는 디지털 TV 방송이나 고선명 TV 방송에서의 사용이 검토되고 있으며, 국외의 경우는 국내와 마찬가지로 위성이나 CATV 망을 통한 디지털 TV 방송이 MPEG 부호화 방식을 사용하는 추세이기 때문에 앞으로 MPEG-2 오디오 방식의 사용이 크게 증가할 것으로 예상된다.

V. MPEG - 시스템

1. 개요

MPEG-2 시스템 부에서는 비디오, 오디오 및 부가데이터를 다중화하여 하나의 비트 스트림으로 출력하는 것을 목표로 한다. 다중화하는 원칙으로서는 다음과 같은 점들이 고려되었다.

- 광범위한 응용분야를 고려하여 차후의 확장성을 최대한 보장한다.
- 한 개의 비트 스트림으로 여러개의 프로그램 채널을 다중화할 수도 있다.
- 운송 (transport) 목적의 패킷은 따로 정의한다. 즉, 패킷화된 기본 스트림(Packetized Elementary Stream: PES)과 운송패킷 (transport packet) 의 2계층 패킷구조를 채택한다.
- 전체 다중화 구조를 제어하고, 시스템정보를 관리하는 제어채널이 별도로 존재한다.

패킷기반의 다중화방식에서는 오디오, 비디오 간의 동기화를 위한 특별한 메카니즘이 필요하다. 이를 위해, MPEG-1와 마찬가지로 시간 지정표와 기준클럭을 같이 전송하는 방식을 취한다. 또한, 운송패킷의 손실이 발생할 수 있다는 점이 전제된다. 이러한 패킷 손실에 대비하기 위해 패킷의 우선순위를 표현하는 필드가 필요하다. 또한, 패킷의 부분적 비트 오류를 검출하기 위한 CRC 필드의 추가도 필요하다. 프로그램의 압부호화도 중요한 기능의 하나이다. MPEG-2 표준의 일부로서 압부호화의 제어 키(Control Key)를 표시하는 ECM(Entitlement Control Messages)과 EMM(Entitlement Management Message)에 관련된 정보를 표시하는 필드가 비트 선택스에 들어 있다. 시스템부는 비디오, 오디오 코덱과는 독립적으로 기능해야 하지만 완전히 그렇다고는 할 수 없다. 비디오 스트림의 표현단위인 slice나 picture는 시스템 계층의 패킷과 반드시 정렬되지는 않는다. 그러나, 데이터의 재현시간을 표시하는 PTS (presentation time stamp)를 계산하기 위해서는 비디오 코덱으로부터 재현시간에 대한 정보를 얻을 수 있어야 할 것이다.

2. 다중화 모델

PES (packetized elementary stream) 패킷과 TS (transport stream) 패킷에 의한 2 계층 구조를 기본으로 한다. PES 패킷은 다중화의 단위가 되고,

TS 패킷은 전송의 단위가 된다. 패킷동기를 위한 타이밍정보는 각 소스인코더로부터 일정양의 데이터를 받아 패킷화함과 동시에 얻어진다. 타이밍의 기준은 시스템클럭 (system timing clock: STC)으로부터 얻어 지는데 27 MHz(허용 주파수 드리프트오차: +0.005%)를 사용한다. 채널대역을 여러 프로그램이 공유할 때, 다음 두가지 사항이 결정되어야 한다.

- 각 프로그램들은 어떤 시점에서 똑같은 대역폭을 갖도록 할 것인가(균일), 서로 다를 수 있게 할 것인가(불균일). 이것은 소스자체가 가변 부호화율로 인코딩되었거나, 한 프로그램을 구성하는 비디오 기본 스트림(Elementary Stream: ES)나 오디오 기본 스트림의 수를 가변으로 하여 전체 프로그램의 대역폭이 변하는 경우이다.
- 전체 프로그램의 수를 고정시킬 것인가(static), 가변(dynamic)으로 할 것인가

두 문제는 완전히 독립적으로 결정할 수는 없다. 가장 간단한 경우는 전체 프로그램의 수를 고정시키면서 균일한 대역폭을 할당하는 경우이고, 가장 복잡한 경우는 전체프로그램의 수를 가변으로 하면서 각 프로그램은 어느 시점에서 서로 다른 대역폭을 갖도록 허용하는 경우다. 프로그램의 수를 고정시키면서, 어느 시점에서 각 프로그램의 대역폭을 불균일하게 하는 경우는 한 채널에 다수의 프로그램을 전송할 때, 가장 의의가 크다고 할 수 있다. 반대로 프로그램의 수를 가변시키면서, 프로그램의 대역폭을 균일하게 하는 것은 방송에서는 수요가 크다고 할 수 없다. 방송 정정상 후 프로그램을 늘리거나 줄일 가능성을 배제한다면, 그 의의가 거의 없다고 할 수 있다. 현재 MPEG-2 시스템표준은 모든 변수를 동적으로 가변할 수 있도록 고려되어 있다. 만약 비교적 대역폭이 좁고, 한정된 채널을 운용하는 위성방송에의 적용을 고려한다면 MPEG-2 시스템 표준의 부분 집합으로 충분하다고 할 수 있다.

3. 인코더

비디오인코더에 의해 압축부호화된 비디오데이터 스트림은 PES 패킷으로 패킷화 된다. 오디오데이터도 마찬가지로 PES 패킷화된다 (그림 6). 각 PES 패킷과 부가데이터는 다중화되어 TS 패킷으로 묶여진다. 이때 다른 프로그램의 TS 패킷도 함께 하나의 TS 패킷으로 묶여질 수 있다. TS패킷은 4바이트의 헤더를 갖고며, 그 중에는 13 비트의 PID (Packet

Identifier)가 포함되어 있다. PID를 할당하는 한 가지 원칙은 하나의PID는 하나의 기초 스트림과 연관된다는 것이다. 즉, 한 TS 패킷에는 두 종류이상의 PES 패킷이 실릴 수 없다는 것이다. TS 패킷의 PID와 PES 패킷과의 관련에 관한 정보는 PSI (Program Specific Information) 표에 들어 있고, PSI 표는 틸틈이, 주기적으로 TS에 실어 전송되어야 한다.

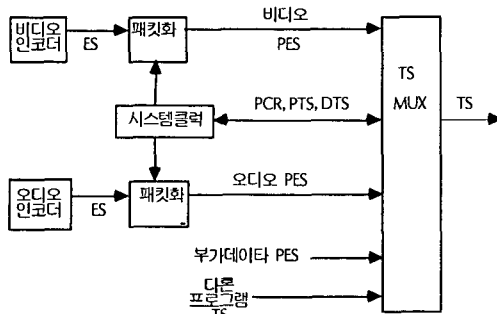


그림 6. 인코더 모델

다채널 TS를 구성하는 과정은 다음과 같다. 우선 최초의 프로그램의 "rTM" (first Transport Mux)은 프로그램을 구성하는 기본 스트림들중에서 기준되는 기본 스트림에 대해서 타이밍 데이터들을 얻어서 PES를 구성함과 동시에 TS를 구성하고 필요하면 SCR을 삽입한다. 이렇게 얻은 TS-1을 두번째 프로그램의 mux인 "sTM" (second Transport Mux)로 보낸다. sTM은 자신의 ES들로부터 유사하게 PES와 TS를 구하고 TS-1과 섞어 TS-2를 얻는다. 이때 TS-1과 remux됨으로써 PCR 필드의 위치가 옮겨졌으므로 그차이 델타 (delta)를 구해 PCR을 보정한다. 세번째이하의 프로그램의 mux는 sTM과 동일하다. 그림 7에 이 과정을 도시한다.

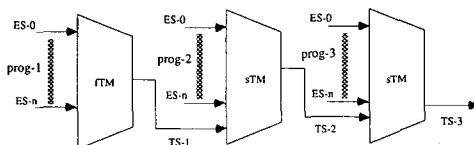


그림 7. 다채널 다중화 모델

타이밍정보에는 기준클럭정보(SCR/PCR)와 타임스탬프(DTS/PTS)의 두 가지가 있는데, 기준 클럭

은 디코더의 STC를 인코더의 STC와 동기시키기 위한 것이고, 타임스탬프는 디코더에서 PES 패킷을 디코딩하는 시간 혹은 재현하는 시간을 STC를 단위로 하여 표시한다. 이때 기준클럭은 0.1 sec 이내의 주기로 전송되어야 한다. 타임스탬프는 최대 0.7 sec 이내의 간격으로 전송되어야 한다.

4. 디코더

디코더에서는 TS를 받아서 단일 프로그램을 분리하여 한 프로그램만을 포함하는 TS를 얻은 후 디코딩을 시작한다. TS의 헤더를 읽어서 PID가 현재의 프로그램채널을 구성하는 패킷이라면 추출되어 버퍼에 넣어 진다. 이와 동시에 PCR이 추출되어 디코더 자체의 STC와 비교되어 STC를 보정하게 된다. STC는 PLL (Phase Locked Loop) 을 이용하여 인코더의 STC와 동기를 유지한다. 디코더는 PSI 표를 계속 유지하고 있어야 필요한 TS 패킷을 손실없이 얻을 수 있다. 그림 8에서는 TSC 와 TS DMUX 가 별도의 기능으로 분리되어 있지만 실제 시간상으로는 두 블록으로 나누기 힘들다. TS DMUX의 보다 중요한 기능은 TS 에서 PES 를 추출하는 것이다. PES의 디코딩 과정은 MPEG-1 시스템과 거의 유사하다. 역패킷화기(Depacketizer) 의 출력이 디코더의 접근점(access unit)이 되고, 디코더의 출력이 표현단위 (presentation unit) 가 된다. 디코더의 고려할 점들은 인코더에 비하면 단순하며, 가장 중요한 점은 SCR 값으로부터 STC를 유지하는 일이다.

많은 흥미 있는 응용 분야가 매우 낮은 비트율에서만 가능한 경우가 있다. 이러한 필요성을 해결하기 위해서 MPEG 위원회는 MPEG-4 라 불리는 새로운 국제 표준 개발을 시작 했는데, 목표 비트율은 수십 킬로비트 또는 그 이하이다. 그러한 응용은 크게 통신분야 및 저장분야로 나누어 진다. MPEG-4 의 목표 비트율인 저 비트율은 일반전화망, ISDN (Integrate Services Digital Network)등 유선 및 무선망과 같은 널리 퍼져있는 통신채널에 의해 수용될 수 있다. 그러한 응용 예는 화상전화 (video phone), 전자 비디오 뉴스 (electronic video news), 비디오 데이터 베이스의 원격 액세스 (remote access to video data base), 원격 감지 (remote sensing), 및 원격 감시 (remote surveillance) 등이 있다.

저장 분야 응용으로는 게임, 전자 서류의 주석 (annotation of electronic documents), 및 비디오 메일 (video mail)등이 있다. 이러한 응용들의 특성들은 가격, 비디오 화질/오디오 음질, 지연, 및 비트율 등과 같은 후보 알고리즘들의 요구사항을 결정하기 위해서 분석되었다. MPEG-4 표준은 기존 알고리즘의 확장을 기본으로한 단기 해결책과 새로운 알고리즘 개발을 전제로 하는 장기해결책 모두 필요성이 확인되었다.

오디오 부호화는 상당히 앞선 개발 단계에 있는 적절한 알고리즘이 있는 상황이나, 비디오 부호화는 새로운 응용을 위한 기술 수준이 초보 단계에 있다. 비디오 부호화의 새로운 방법으로 "Model-based coding" 과 "Object based coding" 기법들이 활발히 연구되고 있고, MPEG 위원회에서 매우 낮은 비트율의 오디오/비디오 부호화를 위한 알고리즘 개발을 적극 지원하고 있다. 1992년11월 런던 회의에서 MPEG 위원회는 "New Work-Item Proposal" 을 승인하였으며, ISO 및 CCITT 에 승인을 얻기 위해 상정될 것이다. 1994년 말경에 공식적인 제안요구가 나올 예정이며, 그후 3~4년안에 DIS 를 만들 계획이다.

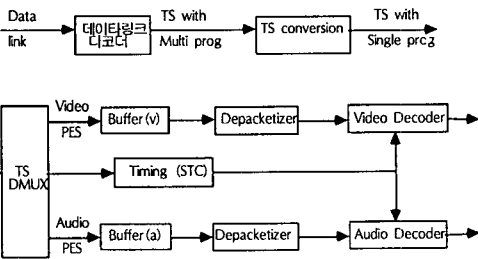


그림 8. 디코더 모델

VI. MPEG-4

디지털적으로 부호화된 비디오 및 동기된 오디오의

VII. 향후 활동 전망

MPEG 표준화 활동은 원래 CD-ROM과 같은 디지털 저장매체 (DSM) 를 위한 비디오 및 오디오 부

호화를 목표로 시작하였으나, 최근에는 방송 및 통신으로 그 적용 범위가 크게 확대 되고 있다. MPEG-1은 IS가 거의 완성된 단계에 있으며 MPEG-2 도 1993년 9월 브뤼셀 회의에서 약간의 WD 수정, 보완을 거쳐, 1993년 11월 서울 회의에서는 CD가 완성될 것으로 예상된다. MPEG-1 디코더 칩셋이 국내, 외 회사(C-Cube, LSI-Losic, GCT, IIT 등)에서 생산되고있고, MPEG-2 디코더 칩셋도 1993년 11월 CD가 완성된 후, 1994년 상반기에는 상용화 칩셋이 양산, 시판될 것으로 예상된다. 따라서 이와같은 칩셋의 보급에 힘입어 MPEG-2(비디오, 오디오, 시스템) 방식은 DSM 뿐만아니라 통신(ATM단말기), 방송 및 컴퓨터 업계까지 널리 확장 보급될것으로 예상된다.

특히 MPEG-2는 Digital TV, HDTV 등과 같은 차세대 방송분야에서 표준 방식으로 많이 이용될 것으로 예상된다. MPEG-2 비디오 Main Profile, Next Profile 방식들은 DTV 및 HDTV급의 요구사항을 대부분 만족시키고 있으며, 디지털화가 가속되고 있는 세계적인 방송 추세에 힘입어 미국의 HDTV 방식 및 유럽의 DTV, HDTV 방식들이 가능하면 MPEG 과 같은 방식 또는 연관성을 가지려고 노력하고 있다. 국내에서도 디지털 방송 시스템 연구 개발이 활발하게 진행되고 있는데 특히 1995년 발사될 무궁화 위성을 이용한 디지털 DBS 서비스를 시작할 DTV 방식의 요구사항을 MPEG-2가 거의 제공할 수 있기때문에 MPEG-2 방식은 향후 개발, 서비스될 DTV의 인코더/디코더 개발에 직접 이용될 수 있을 것이다. 그러나 MPEG 대부분의 핵심 방식들이 이미 외국회사들에 의해 특허 등록이 된 상태이기 때문에 MPEG-2에 관한 특허를 갖고 있지 않은 우리나라 입장에서는 가능하면 특허료가 작아질수 있도록 함께 노력할 필요가 있으며 또한 특정 응용분야에 대한 특허나 또는 구현상의 특허 개발에 더욱 노력을 하여야겠다.

이와같은 원인은 국내 연구기관 및 기업체가 MPEG 방식 연구 초기단계 부터 참여하지못하고 연구가 상당히 진척된 후에 참여 함으로써 실질적인 방식 제안이 될 수없었기 때문이다. 이와같은 경험을 교훈삼아 MPEG-4 연구 또는 다른 표준화 연구에는 표준 방식 연구 초기부터 참여하여 많은 국내 연구기관의 방식 들이 표준에 채택될수 있도록 노력하여야 하겠다.

參 考 文 獻

- [1] JPEG digital compression and coding of continuous-tone still image, Draft ISO 10918, 1991
- [2] Wallace, G. K. "The JPEG still picture compression standard," Commun. ACM, vol.34, no.4, pp. 31-44, April 1991
- [3] Liou, M. L., "Overview of the px64 Kbps video coding standard," Commun. ACM, vol.34, no.4, pp. 60-63, April 1991
- [4] Video codec for audio visual services at px64 Kbits/s, CCITT Rec. H.261, 1990
- [5] Digital transmission of component coded television signals at 30-34 Mbits/s and 45 Mbits/s using the discrete cosine transform, CCIR-CMTT/2, Document CMTT/2, July 1988
- [6] Experts group for ATM video coding in CCITT SGXV, "Status report on ATM video coding standardization: Issue 2," Document AVC-109, Sept. 1991
- [7] S. Okubo, "ATM EG 9th meeting report," Dec. 1992
- [8] Test model 3, Document AVC-400, Dec. 1992
- [9] Didier Le Gall, "MPEG: A video compression standard for multimedia applications," Commun. ACM, vol. 34, no.4, pp. 47-58, April 1991
- [10] L. Chiariglione, "MPEG 20th meeting report," Dec. 1992
- [11] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, CD 11172-1, 11172-2, 11172-3, Nov. 1991.
- [12] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, N403, Jul. 1993
- [13] G. Stoll, Y.F. Dehery, "High quality audio bit-rate reduction system family for different applications", Proceedings of IEEE Int'l Conf. on Communications,

333.2, pp.937-941, 1990.

[14] K. Brandenburg, G.stoll, "The ISO/MPEG-audio codec : A generic standard for coding of high quality digital audio", 92nd AES convention, Mar. 1992.

[15] K. Brandenburg, "ASPEC coding", AES 10th Int'l conference, pp.81-9-, 1992

[16] 박상규, 장현식, 안치득, 강성훈, "고선명 TV 의 오디오 기술", 1993년도 한국 통신학회 하계종합학술발표회 논문집, pp. 165-168, 1993년 7월.

[17] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N501, "MPEG-2 Systems Working Draft," July 1993.

[18] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-2 Video Working Draft," July 1993.

[19] 김재균, 김민규, "MPEG-2 표준 영상 압축기법의 최근동향," 전자공학회지 Vol. 19, No. 12, pp.44-58, 1992년 12월.

[20] 안치득, "AV 서비스를 위한 코덱 기술," 전자공학회지, 1993년 8월. ㉸

筆者紹介



南 在 烈
 1960年 8月 12日生
 1983年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1985年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사)
 1991年 8月 UTA 전기공학과 졸업(박사)

1985年 5月 한국전자통신 연구소 영상통신 연구실 선임연구원
 1993年 7月 MPEG-Korea 의장

주관심 분야 : 영상신호처리, 비디오 신호 압축, HDTV 신호압축



南 堯 盛
 1959年 1月 18日生
 1981年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)
 1983年 2月 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업(석사)
 1989年 12月 미국 California 주립대학 전기·전자 공학과 졸업(박사)

1983年 3月 ~ 1984年 8月 한국 전기 통신 연구소 연구원
 1990年 1月 ~ 1993年 5月 미국 Philips연구소 선임연구원
 1993年 6月 ~ 현재 한국전자 통신 연구소 선임연구원

주관심 분야 : 디지털 신호처리, 영상 신호 압축, HDTV와 DTV 방식 연구

筆者紹介



朴 祥 圭

1960年 4月 12日生

1982年 2月 연세대학교 전자공학과(학사)

1985年 8月 연세대학교 전자공학과(석사)

1985年 9月 ~ 현재 한국 전자 통신 연구소 영상통신연구실 선임연구원

주관심 분야 : 오디오/비디오 코딩



尹 熙 宗

1962年 11月 26日生

1985年 2月 서울공대 제어계측(학사)

1987年 2月 KAIST 전기·전자(석사)

1992年 2月 KAIST 전기·전자(박사)

1992年 6月 ~ 1993年 8月 한국전자통신 연구소 영상통신 연구실 선임연구원

주관심 분야 : 디지털 영상 처리, 멀티미디어 통신



安 致 得

1956年 8月 15日生

1980年 2月 서울대학교 공대 전자공학과(학사)

1982年 2月 서울대학교 대학원 전자공학과(석사)

1991年 7月 미국 University of Florida 전기공학과(박사)

1982年 12月 ~ 현재 한국 전자 통신 연구소

1992年 7月 영상통신연구실장

주관심 분야 : 신호처리, 영상통신