

## 〈主 題〉

# 초고속 멀티미디어 통신 서비스를 위한 화상 데이터 압축 기술 분석

전 준 현

(한국통신 멀티미디어 연구소 선임 연구원)

## □차 례□

- |                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| I. 서 론                     | Ⅲ. 디지털 동화상 압축/복원 기술 분석 |
| Ⅱ. 멀티미디어 서비스 분류와 국제 표준화 동향 | Ⅳ. 결 론                 |

현재 각국에서는 통신망의 진화와 함께 초고속 통신망에서의 다양한 멀티미디어 서비스 개발을 위해 동화상 압축 부호화와 같은 핵심 기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 국내에서도 현재 정부 주도의 초고속 통신망 사업과 관련하여 향후 2010년까지 광섬유 네트워크를 통하여 우리 나라 전역에 초고속 멀티미디어 서비스 제공을 위한 핵심 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 이러한 멀티미디어 초고속 통신 서비스를 제공하기 위해서는 초고속 통신망 기반기술과 더불어 멀티미디어 컴퓨터 기술, 멀티미디어 서버 기술, 화상 대역 압축기술등과 같은 멀티미디어 서비스 기반 기술들이 필요하며, 따라서 본 고에서는 이중 핵심 기술이라 할 수 있는 디지털 동화상 압축/복원 표준 기술들에 대해서 서술 하였다.

## I. 서 론

B-ISDN을 기반으로 하는 초고속 정보통신 기반 구축 종합계획은 다양한 미디어(멀티미디어)로 이루어진 대용량의 정보를 수요자에게 초고속으로 전달해 줄 수 있는 초고속 정보고속 도로를 2015년까지 구축하여 전문가는 물론 일반 국민들도 손쉽게 이용할 수 있는 정보통신 서비스를 제공하는 것을 기본 목표로 하고 있다.

대용량화, 소형화, 고집적화, 고속화, 디지털화, 지능화, 인간화(Human Interface)로 대표되는 정보통신 기술은 기존의 서비스의 질적 개선과 다양한 서비스

를 창출하는 효과를 보이고 있다. 일례로 고속·대용량 네트워크의 출현과 디지털 동화상 처리기술의 발전은 고품질의 화상을 경제적으로 전송할 수 있어 공간과 시간의 간격을 극복할 수 있게 하였으며 네트워크의 지능화 및 고도화의 실현은 서비스 형태의 다양화, 신뢰성을 증진시킴으로써 이용자의 편의성을 도모함과 동시에 서비스의 제공영역을 확대시켜 사용자의 선택폭을 증진시키는 효과를 가져왔다. 그 결과 오늘날 통신서비스는 단순한 음성 및 데이터전송에서 벗어나 영상매체를 전송하는 방송과 융합되면서 통신 서비스는 단순히 보고 듣는 서비스에서 멀티미디어를 이용한 복합화된 서비스 그리고 융통성 있는 지능화된 서비스로 나아가서 궁극적으로는 개인지향적인 형태로 발전하게 되었다.

이와 같이 멀티미디어 초고속 통신망으로의 전환은 인간의 생활에 막대한 영향을 미칠 수 있다. 그러나 통신망의 초고속화 및 광대역화는 통신망을 통해 제공될 통신 서비스의 발달과 어려워져야만 충분한 효력을 발휘할 수 있다. 현재 각국에서는 통신망의 진화와 함께 초고속 통신망에서의 다양한 멀티미디어 서비스 개발을 위해 동화상 압축 부호화와 같은 핵심 기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 국내에서도 현재 정부 주도의 초고속 통신망 사업과 관련하여 초고속 멀티미디어 서비스 개발의 일환으로 멀티미디어 통신 서비스 개발에 박차를 가하고 있다. 그 결과 기술적으로는 선진 외국들의 개발 수준과 대등한 위치까지 도달하였으며, 향후 2010년까지 광섬유 네트워크를

통하여 우리나라 전역에 대량의 데이터와 동화상을 가정까지 전달할 계획에 있다[1,2].

이러한 멀티미디어 통신 서비스를 제공하기 위해서는 초고속 통신망 기반기술과 더불어 멀티미디어 컴퓨터 기술, 멀티미디어 서버 기술, 화상대역 압축기술 등과 같은 멀티미디어 서비스 기반기술들이 필요하며, 국내외적으로 관련 기술 확보에 심혈을 기울이고 있다. 이와 함께 기존의 ITU(International Telecommunication Union)나 ISO(International Organization for Standardization)와 같은 국제 표준화 기구의 노력과 함께 DAVIC(Digital Audio-Visual Council), MMCF(Multi-Media Communication Forum)등의 멀티미디어 서비스 관련 사실 표준화 기구에서는 2년안에 디지털 주문형 서비스, 화상회의 서비스, 멀티미디어 검색 서비스등에 필요한 시스템의 구조와 데이터 처리방식 등을 표준화할 계획이다.

본 고에서는 제2장에서는 먼저 초고속 통신망에서 제공되어지는 다양한 멀티미디어 서비스별 유형과 이를 위한 동화상 압축/복원 기술인 JPEG(Joint Photographic Experts Group), MPEG(Moving Picture Experts Group), H.261 등의 국제 표준화 동향 등을 다루었으며, 제3장에서는 본 고의 핵심인 JPEG, MPEG, H.261 등의 동화상 압축/복원 알고리즘에 대해 심도 있게 다루었다. 끝으로 제4장에서는 결론을 맺었다.

## II. 멀티미디어 서비스 분류와 국제 표준화 동향

정보고속도로(Information SuperHighway)란 미국 클린턴 행정부가 2015년까지 광섬유 네트워크를 통하여 미국 전역에 대량의 데이터와 동화상을 가정까지 전달하는 초고속 광대역 통신망을 구축하는 것을 의미한다. 이것은 21세기의 국가 경쟁력을 강화시키는 새로운 사회 간접 자본으로써 초고속, 대용량, 멀티미디어 서비스 이용을 위한 정보통신망과 관련된 정보통신기기 및 소프트웨어와 법, 제도, 관습, 문화 등을 망라하는 총체적 환경을 제공하는데 그 목적이 있으며, 다양한 형태의 정보 전송을 위한 "정보의 고속도로"를 구현하고자 함이다. 이에 따라 멀티미디어 산업 및 정보통신 산업 활성화를 높이고 다양하고 부가가치를 창출할 수 있는 정보기술 및 서비스 창출과 보편적 정보 통신 서비스의 구현하여 공공기관, 연구소, 주요기업 등 선도그룹간의 자유로운 정보공유를 바탕으로 국가사회 전반의 효율성을 제공하는데 있다.

본 장에서는 멀티미디어 초고속 통신 서비스에서 제공되어지는 분야별 서비스 분류와 핵심이 되는 디지털 동영상 압축/복원의 국제 표준기구 및 동향에 대해서 요약 설명하였다.

### 2.1 멀티미디어 초고속 통신서비스 분류

초고속 통신망에서의 다양한 고부가가치 서비스 제공을 위한 멀티미디어 초고속 통신망 서비스를 분야별로 구분하여 대표적인 서비스별 분류를 요약하면 표1과 같다. 이와 같이 멀티미디어 초고속통신망 서비스는 표1에 나타난 바와 같이 주문형 서비스(On Demand Service), 방송/분배형 서비스(Broadcasting Service), 대화형 서비스(Bi-directional Communication Service)와 같은 기본서비스가 있으며, 이 밖에 원격 교육, 원격쇼핑, 원격진료와 같은 응용서비스(Vertical Application Service)로 구분된다[2].

<표 1> 멀티미디어 초고속 통신 서비스 분류

서비스 유형	형 태	서 비 스
주문형 서비스 (OnDemand Service)	사용자 요구에 따른 영화, 오락등의 프로그램을 제공	MOD(Movie on Demand) NOD(News on Demand) AOD(Audio on Demand)등
분배형 서비스 (Broadcasting Service)	사용자에게 TV/Radio/Data프로그램을 실시간으로 접속 제공	PPV(Pay-Per-View) Pay TV Delayed Broadcasting. N-VOD(Near Video on Demand)
대화형 서비스 (Bi-direction Communication Service)	원격지의 단일 또는 다수 사용자간 통신 서비스 제공	• 영상 회의/전화 • 멀티미디어 CSCW (Computer Supported wopate Work)

오늘날 초고속 통신망을 이용한 정보 통신 기술 분야는 반도체 기술과 컴퓨터 기술의 급속한 발전을 기반으로 하여 멀티미디어화라는 거대한 모체를 형성하였으며 컴퓨터, 통신, 방송, 가전, 오락등 전 분야의 복합 서비스로의 발전을 꾀하고 있다. 앞의 표1에서 보여준 바와 같이 이러한 멀티미디어 초고속 통신 서비스의 핵심은 바로 디지털 동영상 통신 서비스 기술이며, 이는 방송과 통신의 통합 과정에 일대 전환점을 마련하였다. 이러한 미래의 디지털 동영상 통신서비스 핵심으로 사용하게 될 기술이 바로 데이터 압축/복원 기술이며, 이 기술의 중요성을 인식한 선진 각국의 컴퓨터, 통신, 방송 사업자들은 서로의 필요성에 의해 국제적인 콘소시움이나 국제 표준화 기구를 형성하여 공동으로 기술 개발과 투자를 하여 국제 표준규격을 제정하기에 이르렀다.

그 결과 현재 멀티미디어 서비스의 핵심 기술이 되는 MPEG, JPEG, H.261, MHEG 등의 표준들이 제정되었으며, 현재 각 서비스별로 실용화되어 적용되고 있다. 일례로 표2는 표1의 서비스 유형에 따라 적용되고 있는 국제 표준 규격과 품질 및 전송 속도를 보여주고 있다[4,5,7,8,9,13].

〈표 2〉 서비스 유형에 따른 국제 표준 규격

서비스유형	미 디 어	코딩방식	미디어 품질	전송속도
대화형	동 영 상	H.261	CIF/QCIF	2Mbps
	정 지 영 상	JPEG	1bit/pixel	비실시간
	음 향	G.711, G.722	3KHz/7KHz	64Kbps
분배형	동 영 상	MPEG-2	MP@ML	2~6Mbps
	정 지 영 상	JPEG	1bit/pixel	비실시간
	음 향	MPEG-1/2	Stereo	384Kbps
주문형	동 영 상	MPEG-1/2 (H.261)	MP@ML(CIF)	비실시간
	정 지 영 상	JPEG	1bit/pixel	비실시간
	음 향	MPEG-1	Stereo(Mono)	비실시간

2. 2 디지털 동영상 압축/복원 기술 표준

멀티미디어 통신 서비스 관련 표준은 다양하고 복잡한 기술의 총체 적인 성격을 띠고 있기 때문에 여러 표준화 그룹들이 상호 긴밀한 협력체계를 구성하여 관련 표준 개발을 하고 있다.

본 고에서는 이러한 기구들을 중심으로 최근 활발하게 진행되고 있는 멀티미디어 통신 서비스중 디지털 동영상 압축/복원과 관련한 표준화 활동에 대한 기술적인 동향을 살펴보고자 한다.

2.2.1 JPEG 정지영상 압축/복원 표준 기술

1992년 6월부터 ISO의 WG8에서 정지화상의 압축/복원에 대한 표준화 작업이 시작되었다. 이무렵 CCITT SG8에서는 텔리마텍 서비스의 하나인 비디오텍스에 대한 표준화가 진행되고 있었는데, 비디오텍스에서 칼라 이미지 정보를 처리해야 할 필요성에 따라서, 화상정보 압축에 대한 표준화를 공동으로 수행하기 위한 JPEG을 결성하게 되었다. 화상정보에 대

한 표준화의 필요성이 부각됨에 따라 JPEG의 조직은 현재는 멀티미디어 정보에 대한 부호화를 담당하는 SC29의 WG10에서 표준화가 끝나게 됨에 따라 WG9과 통합되어 WG1에서 운영되고 있다[13].

JPEG은 원래 ISO/TC97/SC2/WG10과 ITU-T(구 CCITT)SG8의 공동 프로젝트이다. JPEG이 결성된 후 1987년 7월 10일까지의 흑백/칼라 화상에 대한 여러 가지 압축 방식이 제안되어 비교 검토되었는데, 재생된 화질의 평가, 하드웨어로 구성되는 부호기/복호기에 대한 성능, 압축률등을 상호 비교하여, 1988년에 최종적으로 ADCT(Adaptive Discrete Cosine Transform)을 기초로 하는 알고리즘을 채택하기로 결정하였으며, 이러한 부호화방식을 JPEG 방식이라고하기로 결정하였다. 이후 1989년에 JPEG 부호화방식 초안을 채택하여 수정 작업을 거친후, 1990년 12월에 CD(Committee Draft)초안이 완성되었으며, 최종적으로 1992년 국제표준으로 JPEG알고리즘이 확정되었다. JPEG는 현재 비디오 시퀀스의 압축(MJPEG:Motion JPEG)에도 이용되고 있다[14].

2.2.2 MPEG 비디오 관련 국제 표준화 동향 분석

ISO(국제 표준 위원회)와 IEC(국제 전기학회)가 설립한 공동 기술 협의회 JTC1(Joint Technical Committee 1)산하에 여러 개의 SC(Sub-Committee)가 있는데 이중에서 SC29가 가장 활발하게 활동하고 있는 그룹으로 여기에 화상 압축에 관련된 여러 개의 WG(Working group)이 있다. 이중에서 동화상 압축에 관련된 그룹은 WG11로 명명되어 일명 MPEG이라 불리우고 있으며 1988년 5월 캐나다 오타와 에서 제 1회 회합을 시작으로동화상 및 오디오 부호화에 대한 표준활동을 진행해 오고 있다. 이와 같이 MPEG은 1988년부터 지금까지 MPEG-1, MPEG-2라는 2개의 커다란 표준기술을 제정하였으며, 내부적으로는 많은 응용분야까지 포함하는 기술들을 완성하였다. 표3은 MPEG이 시작할때부터 향후의 계획까지를 단계별로 정리해 놓은 것이다.

〈표 3〉 MPEG 표준화 관련 일정표

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
MPEG-1	Start			CD DIS		IS					
MPEG-2		Start				CD	DIS IS				
MPEG-4						Start	Require	Proposal Test	WD	CD	DIS IS

(주) CD : Committee Draft, DIS : Draft of International Standard, IS : International Standard, WD : Working Draft

표에서 보는 것처럼 MPEG-1, MPEG-2는 표준화 작업이 완료되었음을 알 수 있다. 그리고 새로운 표준화 작업인 MPEG-4가 이제 막 시작(1993년 9월)되고 있음도 알 수 있다. 다음은 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 별 동화상 압축 표준 현황을 요약하였다.

가. MPEG-1 비디오 표준화 동향[7]

MPEG-1(Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5 Mbits/s)의 속도로 데이터를 읽고 쓰는 방식으로 CD, DAT, magnetic hard disc 등에 저장해 표현할 수 있는 정보의 양을 늘리고자 하는 것으로 현재 많은 Karaoke 시스템, CD-Vision, CD-FMV(Full Motion Video)등에 사용되고 있다.

MPEG-1의 비디오 그룹은 순차주사(Progressive scan) 형태의 SIF(Source Input Format: 최대 360×288) format의 칼라 동화상(Yuv 4:2:0 구조)에 대해서 비디오 신호만 1.15 Mbps 이하로 압축하는 표준화 방식을 개발하였는데 주요 핵심 기술로는 이전 프레임(frame)과 현재 프레임의 차를 이용하여 움직임 추정하고 이를 보상해주는 ME/MC(Motion Estimation/Motion Compensation) 기법과 유효 데이터를 최소화 하기 위한 변환 부호화인 DCT의 적용이라고 볼 수 있다. 동작부는 크게 다음과 같이 분류될 수 있다.

- Pre-filtering & Format conversion
- ME/MC & DCT
- Quantization
- VLC(Variable Length Coder)
- Rate Control

실제로 MPEG-1에 대한 실험결과 화질이 기대만큼 만족스럽지 못하여 산업계로부터의 관심을 끌지 못하였으며 이에 대응하여 비트율 상향 조절을 통한 새로운 표준화안 제정의 필요성이 대두되었으며 다양한 응용분야의 요구사항을 기반으로 하여 새로이 연구되기 시작한 것이 MPEG-2이다.

나. MPEG-2 비디오 표준화 동향[8]

MPEG-2(Generic Coding of Moving Picture and Associated Audio)는 현재 응용 분야가 satellite 또는 terrestrial 텔레비전 방송, HDTV(High Definition Television), 디지털 오디오 방송(DAB), 위의 CATV(Cable TV Distribution), CDAD(Cable Digital Audio Distribution), ENG(Electronic News Gathering), IPC(Interpersonal Communication), ISM(Interactive Storage Media), NDB(Network Database Service),

DSM(Digital Storage Media), EC(Electronic Cinema), HTT(Home Television Theatre), ISDN(Integrated Services Digital Network) 등과 같이 다양한 응용분야를 갖는 것으로 특히 방송 및 이기종간의 정보교환 및 활용에 적합하도록 설계되어 있다. MPEG-1의 결과가 산업계의 전문가들에 의해 만족할 만한 호응을 얻지 못하자 MPEG위원회는 이것이 MPEG-2라는 것으로 화상의 크기는 CCIR601(최대 720×576)을 비롯해서 HD(High Definition)sequence 까지 포함하는 것으로 비트율은 처음에는 10Mbps이하라고 규정하였으나 HDTV까지 포함하면서 상한성의 제한을 없애 버렸다. MPEG-2는 MPEG-1에 비해 많은 개선음 이룩하였으며, 디지털 저장매체 뿐만 아니라 방송, 통신, 컴퓨터 분야에 광범위하게 쓰이는 기술로 주목받기 시작했다. MPEG-2는 MPEG-1을 개량한 기술이기 때문에 MPEG-1과 특별히 다른 부분은 없지만 각각의 동작부에서 최적의 기법들이 도입되고 있다. MPEG-1에 비해 로이 추가된 기술들로는

- Field/Frame 가변구조 대응
- HVS(Human Visual System)을 고려한 화상 복잡도(Activity) 계산 및 양자화 결정에 응용
- Field구조를 이용한 최적의 ME/MC
- Scalability 및 MPEG-1, H.261과 Compatibility 계공등을 들 수 있겠다.

MPEG-2는 1989년에 시작하여 1994년에 IS가 될 정도로 오랜 세월동안 전세계 전문가들에 의해 다듬어져 왔기 때문에 상당히 고도의 기술로 앞으로의 다양한 응용분야에서 여러 가지 제품에 채택될 것으로 생각한다.

다. MPEG-4 비디오 표준화 동향[10,12]

MPEG-4는 목표로 하고 있는 응용분야가 Videophone, Videoconferencing, Tele-commuting, Mobile secure personal audiovisual terminal, Distance Learning, Interactive Health Services, Games with Live Video, Multimedia Database Retrieval, Multimedia Database Access, Multimedia Messaging, Multimedia Broadcasting, Games, Internet, Video, Remote Monitoring and Control, News gathering, Traffic Management, High Mobility Remote Monitoring, command and Control Multimedia 등으로 ISDN, PSTN등과 같은 저전송의 공중망이나, LAN, Internet등과 같은 컴퓨터 네트워크를 통한 동화상의 전송 및 서비스에 관련된 표준을 확정하는 것으로 아직은 구체적인 방향이 확정되진 않았지만 미래 디지털

오디오/비디오 응용기기의 핵심기술로 부각될 것으로 주지의 사실이다.

MPEG-4 비디오는 기존에 개발되었던 MPEG-1, MPEG-2의 기술들을 더 한층 발전시키는 방향도 생각해 볼 수 있지만 제한된 전송로상에서 기존의 기술로는 도저히 만족한 화질을 얻을 수 없을 것이라는 것이 참가한 전문가들의 공통된 의견으로서 대부분의 전문가들은 새로운 기술의 출현이 절대적으로 필요하다고 강조하고 있다. 현재 초점이 되고 있는 MPEG-4 표준화 작업은 4.8kbps에서 약 64kbps까지의 비트율로 오디오-비디오 데이터를 전송하기 위한 부호화 기술을 정하려는 것으로 현재 표준 제정 작업이 시작된 상태이다. MPEG-4는 블록(Block) 중심의 부호화를 수행하도록 했던 지금까지의 표준들(예를 들어 H.261, MPEG-1, MPEG-2)과는 달리 화상의 내용을 고려하는(content-based) 부호화 방식이 될 것으로 예상되며, MPEG-4는 향후 저가격(low-cost), 고성능 기술(high-performance technology)이 실현되므로써 제공될 여러 가지 가능성들과 현재 급속히 팽창되고 있는 멀티미디어 데이터베이스(multimedia database)들의 등장을 인식하여 하나의 유연한 틀을 제공할 것이다. 또한 새로운 기능(functionality)은 물론 기존의 H.261, JPEG, MPEG-1, MPEG-2 등의 기능들 모두를 지원하는 공개된 도구군(an open set of tools)을 제공하게 될 것이다. MPEG-4의 접근 방식은 기존의 틀을 벗어난 방식으로 보다 편리하게 관련 통신 서비스 도구(tool)들을 다운로드(downloading)하므로써 사용될 수 있다는 점에서 특히 획기적이라 할 수 있다.

현재 MPEG-4를 위해 연구되고 있는 기술로는 기존의 기술을 개량한 MC(Motion Compensation)+DCT(Discrete Cosine Transform), 대역분할 부호화(Sub-band coding), 새로운 변환기술인 프랙탈(Fractal coding), 화상의 형태를 해석하여 파라메타를 전송하고 이를 이용하여 화상을 합성하는 분석/합성 부호화(Analysis-Synthesis coding), 준비된 모델을 이용하여 전송 데이터 량을 최소화 하고자 하는 모델기반부호화(Model-based coding), 화상의 기하학적 구조와 움직임의 동질성을 이용한 분할 부호화(Segmentation coding : Luminance, Motion information 이용) 등이 대표적인 것이라고 말할 수 있다. 표4는 MPEG-4 표준화 작업 일정 이 나타나 있다. 전체의 작업 계획은 2번의 경쟁 단계(competitive stage)와 여러 과정들로 구성된 1번의 협력 단계(collaborative stage)를 통하여 추진될 것이며, 여러 가능한 기술들이 효율적으로 최

적화될 수 있도록 먼저 여러 기법들이 제안되어 경쟁을 하게 될 것이다. 첫번째 경쟁 단계의 결과에 따라 추가적인 내용이 두번째 경쟁 단계에서 제출될 것으로 보인다. 한편, 작업 계획에는 제출된 기법들의 성능을 평가하기 위한 환경과 가장 우수한 기법을 선택하기 위한 방법이 포함될 것이다. 협력 단계에서는 경쟁 단계들의 결과들이 합쳐져 가장 우수한 성능을 보이게 될 표준이 만들어질 수 있을 것으로 보인다. 작업이 성공적으로 수행된다면, 유연성과 확장성을 갖춘 구문과 오디오-비디오 부호화 도구, 알고리즘 및 응용 프로파일들이 만들어질 것이다.

〈표 4〉 MPEG-4 표준화 작업 일정

94년 11월	1차 제안 요청(구문, 도구, 알고리즘 등)
95년 3월	PPD완성
95년 7월	1차 평가 방법 완성
95년 10월 1일	1차 제안 완료
95년 11월	1차 평가 2차 제안 요청
96년 1월	VM(Verification Models)1차 버전
96년 3월	VMs 2차 버전 2차 평가 방법 완성
96년 7월	VMs개신 과정 시작
96년 10월	2차 제안 완료
96년 11월	2차 평가 WD(Working Draft)1차 버전
97년 7월	WD 완성
97년 11월	CD(Committee Draft)
98년 3월	DIS(Draft International Standard)
98년 11월	IS(International Standard)

### 2.2.3 화상회의 관련 ITU-T 비디오 관련 국제 표준화 동향 분석

화상정보 압축에 대한 표준화활동은 화상회의 및 화상전화 응용을 위하여 처음 시작되었다. ISDN 통신 방식에 대한 개념이 등장하고 여기에서 필요한 서비스가 개발됨에 따라 ISDN의 기본전송속도인 64Kbps의 배수로 처리되는 방식인 px64Kbps(p:1~20)가 화상압축 표준화의 기틀이 되었다. 이에대한 작업은 ITU-T SG15 산하의 화상전화 전문가그룹이 담당했으며, ITU-T 권고안 H.261 "Video codec for Audio-Visual Services at px64Kbps"가 발표되었으며, 이 작업은 150msec이하의 지연을 갖는 실시간 부호화/복호화 시스템에 초점을 맞추었다.

H.261은 약 64Kbps 정도의 낮은 비트율에서 동작되어야하는 제한성 때문에, 부가 정보의 조건은 매우 엄격히 취급되었다. MPEG 위원회에 의하여 H.261

표준은 동화상 표준으로 매우 우수하다고 평가되었고, 단지 화질만 1~1.5Mbps 정도에서 최적화가 되도록 개선함으로써 제한된 대역폭을 갖는 저장 매체에서의 저장 방식으로 사용될 수 있도록 보완되었다. MPEG 표준은 엄격히 판단하면 H.261의 슈퍼세트는 아니라고 할지라도 많은 공통부분을 갖고 있으며, 여러 표준화 회원들이 MPEG 과 H.261과의 호환성이 보장되기를 원하고 있다[5,6].

H.261(px64) 비디오 코딩 표준은 ISDN을 주요 대상으로 하고 있다. ISDN 에서두개의 B채널(또는 일부)이 오디오와 비디오를 전송하기 위해 사용될 수 있다. 이것은 B채널을 통해 연결된 두 사용자가 비디오 신호를 위한 동일한 코덱(codec)을 사용할 경우에만 한다. ISDN의 경우 사용자가 응용 프로그램에서 두개의 B채널과 한개의 D채널을 사용할 수 있다. 1984년 CCITT SG15에서 동화상 압축에 대한 표준을 제정할 목적으로 위원회를 구성하였다. 처음에는 mx384 kbits/s(m=1, 2, ... 5)압축 데이터 스트림이 강조되었고, 나중에 nx64kbits/s (n=1, 2, ... 5)의 표준화에 대한 요구가 등장하였다. 압축기술의 발전과 N-ISDN에 대한 지원 필요성이 강조되어 px64kbits/s(p=1, 2, ... 30)의 압축 데이터 스트림이 채택되었다. 1990년 12월 CCITT권고안(:Vidio codec for Audiovisual Servides at px64bits/s)이 확정되었다. 그 결과 권고 H.261은 압축/복원의 실시간 처리를 위해 개발되었다[6,13].

H.261에서 입력단의 화상이 초당 29.97프레임이 되어야 하고 압축과정에서 초당 10개, 또는 15개의 압축영상을 생성할 수 있어야 한다. 압축/복원에 대한 최대 신호 지연이 150ms 초과하지 말아야 한다. 종횡비 4:3의 두가지 포맷이 정의되는데, CIF(Common Intermediate Format)는 352×288의 휘도(Luminance) 성분과 176×144의 채도(chrominance) 성분을 정의한다. QCIF (Quard CIF)는 CIF해상도의 4분의 일(각각 176×144와 88×72)을 정의한다. 모든 H.261의 구현은 반드시 QCIF를 지원해야 하고, CIF는 선택사항(option)이다[5].

그밖에 ITU-T SG15의 LBC(Low Bitrate Coding) 그룹에서는 64 Kbps 미만의 GSTN(General Switch Telephone Network) 망에서 동화상 전화 서비스를 위한 H.263을 '95년 11월에 표준화하였다. H.263은 QCIF를 기본으로 지원하되 CIF를 호환으로 V.34 모뎀을 사용하여 아날로그 전화망에서 28.8 Kbps 동화상 통신 서비스를 제공하도록 하였다. 기본 알고리즘

은 H.261과 거의 유사하기 때문에 본 고에서 H.263의 기술 분석은 생략 하였다.

### III. 디지털 동화상 압축/복원 기술 분석

초고속 통신망 계획에 따라 ISDN, 위성등 전송매체의 발달에 힘입어 다양한 A/V(Audio/Video) 서비스 수요가 등장함에 따라 다양한 시스템간, 지역간의 interoperability 등을 보장하기 위한 화상 코덱 기술 표준화의 필요성이 자연스럽게 대두되었다. 화상 부호화 관련 표준화는 맨 먼저 정지 화상 부호화를 위한 표준방식인 JPEG 방식 개발을 시작으로 화상회의 및 화상전화용의 H.261 이 완성되었으며 디지털 매체 뿐만아니라 통신, 방송용으로 이용될 수 있는 동영상 압축 방식인 MPEG 표준이 완성되었다. 특히 동영상 부호화 표준인 MPEG방식은 향후 디지털 TV, HDTV, ATM용 비디오 코덱등 다양한 분야에서 표준 방식으로 채택되어 이용되고 있다.

일반적인 TV의 디지털 화상은 720X480의 공간 해상도를 갖고 있다. R,G,B 각 색신호는 8비트로 표현되며 1초에 30프레임을 전송할 경우 원화상은 거의 240×106 비트/초의 데이터량을 전송하여야 한다. 따라서 디지털 화상 전송 및 저장을 위한 넓은 채널 대역폭 및 많은 메모리 요구사항은 자연스럽게 화상 압축 기법의 개발을 필요로 하게 되었다. 디지털 화상 압축 기법들은 크게 화상의 예측성(Predictability), 불규칙성(Randomness) 및 평탄성(Smoothness) 등의 특성을 이용하는 예측 부호화와 화상을 다른 영역으로 변환함으로써 많은 정보들이 몇개의 샘플들에 집중되는 에너지 집중 현상(Energy packing effect)을 이용하는 변환부호화로 나눌 수 있다[8,14].

또한 디지털 데이터를 손실없이 압축하는 기법들도 많이 개발되었다. 본 절에서는 이들 동영상 압축/복원 기술을 현재 상용화 되고 있는 표준을 중심으로 요약 설명하였다.

#### 3.1 JPEG, MPEG 기술 분석

화상통신서비스를 위한 중요한 기술중의 하나는 화상정보를 압축하는 기술로서, 현재 ITU(International Telecommunication Union)나 ISO(International Organization for Standardization)의 JTC1에서 표준화가 수행되고 있는데, 이중 SC29의 성공적인 표준으로 JPEG(Joint Photographic Experts Group), MPEG(Moving Pictures Experts Group)을 꼽을 수가

있다. JPEG과 MPEG의 표준 기술을 살펴보면 다음과 같다[3,7,8,10].

3.1.1 JPEG(DCT-Based 압축 알고리즘)

JPEG 표준안은 "DCT-Based" 부호화 알고리즘을 기본으로한 정지 화상 압축 방식이다. 여기서 DCT변환(Discrete Cosine Transform)은 화상신호 부호화에 매우 효과적인 것으로 알려져, JPEG 뿐만아니라 H.261, MPEG등의 국제 표준에 널리 채택되어 왔다. DCT변환은 화상신호의 공간적인 상관성이 대단히 크다는 사실에 바탕을 둔것으로,최적 변환 방식인 KLT(Karhunen Loeve Transform)의 성능과 거의 유사하며 하드웨어 구현과 실시간 처리가 가능할 뿐만아니라 에너지 집중 효율이 높아 중복되는 정보를 감축하는 측면에서도 우수하여 화상 부호화에 많이 이용하고 있다. 또한 DCT 방식은 처리속도, 압축성능 및 하드웨어 복잡도등에서 최적화가 상당히 실현된 많은 실시간 상용 칩들이 (Thomson사의 STI3220, LSI Logic사의 L64735 외 10여종) 개발되었기 때문에 움직임 보상된 예측부호화와 결합된 하이브리드 압축 알고리즘 형태로 국제표준(JPEG, H.261, H.262, MPEG-1, MPEG-2)에서는 대부분 DCT를 변환부호화 방식으로 이용하고 있다.

JPEG의 부호화 복호화 과정은 그림1과 같으며, 다음과 같은 사항이 고려되도록 표준안이 결정되었다.

- 압축에 따른 화질의 상태를 고려하여 사용자의 목적에 따라 화질의 상태를 고려하여 사용자의 목적에 따라 화질과 압축률을 선택할 수 있도록 하였다.
- 화상의 색상범위나 화소의 중횡비(aspect ratio)등에 대한 제한이 없이 어떠한 종류의 화상에도 JPEG 알고리즘을 적용할 수 있게 하였다.
- 알고리즘 수행시의 성능을 향상시키기 위해 하드웨어로 구현할 수 있을 뿐만아니라 CPU의 성능에 따라 알고리즘 계산의 복잡성을 변화시켜 소프트웨어로도 구현할 수 있도록 하였다.
- JPEG알고리즘은 4가지의 동작 모드를 제공한다.
  - 좌에서 우로, 상에서 하로의 순차적 부호화를 할 수 있도록 한다.
  - 화상을 수차례에 걸쳐 부호화함으로써 원거리에서 전송받는 사용자가 지루하지 않도록 한다.
  - 압축된 데이터로부터 원화상을 완벽하게 복원할 수 있도록 무손실(lossless) 부호화를 가능하도록 한다.

- 화상을 여러 종류의 해상도로 부호화하여 사용자가 낮은 해상도의 화상을 취할 수 있도록 한다.
- 다음은 JPEG 뿐만아니라 앞으로 논의될 MPEG, H.261에서 기본적으로 사용되어지는 "DCT-Based" 부호화 방식에 대한 기술을 요약 설명한 것이다[1,3].

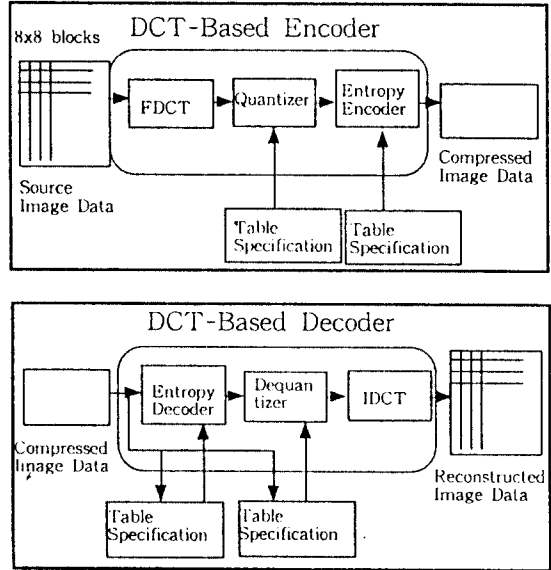


그림 1. JPEG 부호화기/복호화기

가. FDCT, IDCT

DCT는 고속 알고리즘을 갖는 최고의 직교변환(orthogonal transform)으로 여러종류의 화상에 최적의 성능을 발휘한다. 그림1은 "DCT-Based" 부호기와 복호기의 처리과정을 나타낸 것으로 이때 원화상은 8x8의 블록으로 분할되고 블록내의 각 화소에 대하여 FDCT(Forward DCT) 변환을 수행한다. 반대로 복호기의 출력단에서 복원되는 화소는 IDCT(Inverse DCT)변환에 의해 8x8의 화상이 복원된다. 이때 8x8 IDCT는 IEEE Draft Standard "Specification for the Implementation of 8x8 inverse Discrete Cosine Transform," pp.1180/D2, July 18, 1990을 따른다.

나. 양자화/역양자화

FDCT변환을 수행하면 64개의 DCT 계수인 F(u, v)가 얻어진다. 여기에서 F(0, 0)를 DC 계수라 하고 나머지를 AC 계수라 한다. JPEG 알고리즘은 정보량을 줄이기 위해 시각적으로 무시할 만한 정도의 화질 손상을 감수하고 AC 계수들에 대해 양자화(quantization)과정을 수행하는데 양자화는 DCT 계수를 양자화 스텝 크기로 나누었을 때 가장 근접한 정수로 정의한다. 역양자화(Dequantization)는 양자화 과

정의 역변환으로 계산된다.

다. 엔트로피(entropy)부호화

“DCT-Based” 부호화과정의 마지막 단계는 엔트로피 부호화 과정이다. 엔트로피 부호화는 DCT 계수들의 통계적인 특성을 바탕으로 정보의 손실없이 DCT 계수들을 좀 더 압축할 수 있도록 한다.

엔트로피 부호화 기법에는 허프만 부호화 기법을 이용한 가변장 부호화(Variable Length Coding, VLC)기법, 줄길이 부호화(Run Length Coding, RLC) 기법 및 비트 플레인 부호화(Bit Plane Coding, BPC) 등 여러 가지가 있으나, 가변장 부호화 및 줄길이 부호화기법이 가장 널리 이용되고 있다. 이러한 기법들은 JPEG뿐만 아니라 H.261이나 MPEG과 같은 화상 압축 관련 국제 표준에서도 엔트로피 부호화 기법으로 사용되고 있다.

가변장 부호화는 부호화되는 심볼(symbol)의 확률적 분포에 따라 자주 발생하는 심볼은 적은 비트를 할당하고 발생 빈도가 잦은 심볼에 대해서는 많은 비트를 할당함으로써 전체적으로 비트 발생율을 최소화하는 기법이다. 가변장 부호를 이용하면 고정길이 부호를 사용하는 것 보다 효과적으로 비트발생율을 감축할 수 있다. 가변장 부호의 종류에는 여러 가지가 있으나 구현이 용이한 허프만 부호가 가장 널리 이용되고 있다. 가변장 부호를 이용하여 부호화되는 데이터는 여러 가지가 있으나, MPEG의 경우 양자화된 DCT계수, 움직임벡터, 매크로블럭 주소, 매크로블럭 타입, 및 부호화된 블럭 패턴등을 가변장 부호화 함으로써 발생 비트율을 많이 감축하고 있다.

줄길이 부호화는 주로 DCT와 같은 변환 부호화의 압축효율을 증가시키기 위하여 사용된다. 변환된 DCT 계수들은 일반적으로 대부분의 에너지가 낮은 주파수에 집중되고 높은 주파수 성분들은 거의 0에 가까운 값을 갖는다. 이때 0 근처에서 Dead-zone을 갖는 양자화기를 사용하여 양자화하면 고주파수의 계수들은 0의 값을 갖는다. 양자화된 DCT 계수들은 일반적으로 라플라시안 형태의 분포를 갖기 때문에 가능한 한 긴 0의 1차원 데이터 열로 만들기 위해서 그림2와 같이 지그재그(zig-zag) 주사 또는 교차(alternate) 주사를 한다. 이렇게 만들어진 1차원 데이터 열은 0의 값을 갖는 데이터 수가 많으므로 계속되는 0의 개수와 바로 연속되는 0이 아닌 계수값으로 구성된 2차원(연속된 0의 개수, 0이 아닌 계수값) 심볼로 만든다. 2차원 심볼에 가변장 부호화를 적용하여 비트발생율을 최소화 한다. 일반적으로 “DCT-

Based” 알고리즘을 사용하는 H.261, MPEG 표준들은 이와같이 두가지의 엔트로피 부호화 방법(가변장 부호화 방법과 줄길이 부호화 방법)을 모두 사용하고 있다.

양자화된 DCT 계수중에서 DC 계수는 8×8 블럭내 64개 화소들의 평균값으로 나머지 63개의 AC계수들과는 별개로 취급된다. DC 계수의 부호화는 한 블럭의 DC 계수와, 그와 인접한 블럭의 DC 계수와의 차(difference)에 따라 Huffman부호화 테이블로부터 코드를 할당한다. 또한 AC 계수의 부호화를 위해 AC 계수를 지그재그로 스캔한 후 스캔된 AC 계수를 가변장 부호화 및 줄길이 부호화 하여 이에 따라 허프만(Huffman) 코드를 할당한다. 줄길이 부호시 연속되는 0의 길이가 16개 이상이 되면 16개 단위로 끊어 ZRL(Zero Run Length) 코드를 할당한다. 맨 마지막 AC 계수 (F(7,7))가 0인 경우에는 한 블럭의 부호화가 끝난 후에 EOB(End of Block) 코드를 추가한다.

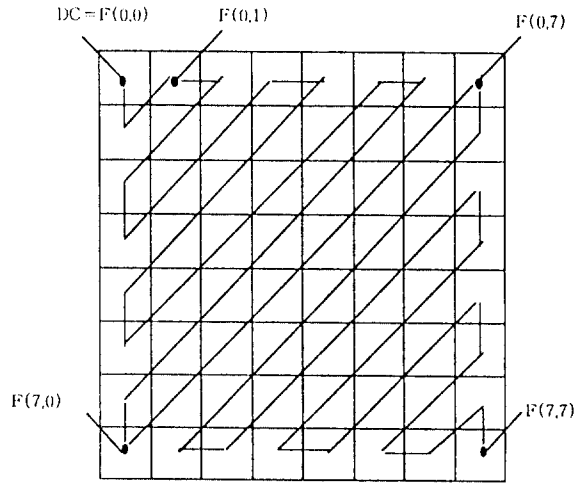


그림 2. 지그재그 스캔

### 3.1.2 MPEG

ISO(International Standards Organization)와 IEC(International Electrotechnical Commission)는 협력하여 디지털 동영상 압축 표준을 제정하였는데 우선 CD와 같은 매체를 대상으로 15Mbps의 동영상 압축 표준인 MPEG-1(ISO/IEC 11172)을 표준화 하였다. MPEG-1은 주로 제한된 파라미터를 갖는 비트열(Constrained Parameter Bitstream)에서 사용되고 있으며 이는 수평방향 화소수가 768이하, 수직방향 화소수가576이하, 전체화면이 396 Macroblock이하, 프레임율이 30Hz이하, 복호기 buffer size가 370,680 bits 이



하, 전송률이 1,856,000 bps이하의 영역이다. 이러한 MPEG알고리즘은 DCT(Discrete Cosine Transform), 양자화, VLC(Variable Length Coding), 움직임 추정/보상(ME/MC: Motion Estimation/Compensation)을 기반으로 한 알고리즘을 사용하며 그림3과 같은 계층적 구조를 가지고 있는데, 시퀀스층(Sequence Layer) 아래에 랜덤 액세스(Random access)를 위한 기본단위인 GOP층(Group of Picture Layer), GOP아래에 화면층(Picture Layer), 화면층아래에 오류가 발생했을 시 오류의 영향을 국한시키는 슬라이스층(Slice Layer), 슬라이스층 아래에 움직임 보상의 단위인 매크로블럭층(Macroblock Layer), 매크로블럭(MB: Macroblock)아래에 DCT 단위인 블럭층(Block Layer)으로 구성되어 있다. 따라서 비트열 중간에서 복호화할 경우에는 GOP 단위로 랜덤액세스(Random Access)할 수 있고, 비트열에 오류가 발생할 시에는 슬라이스 단위로 오류는닉이 수행되며 다음 슬라이스에서는 오류의 영향이 미치지 않게 된다[7].

MPEG-2는 MPEG-1을 기반으로 하여 매우 광범위한 응용영역을 지원할 수 있도록 고안되었으며 현재 WD, CD, DIS를 거쳐 '94년 11월 싱가포르 미팅을 통해 IS로 채택된다. MPEG-2는 3~15Mbps까지의 전송률을 갖는 알고리즘으로 향후 HDTV까지 포함한다. 한편 미국에서는 HDTV를 위한 규격 제정을 위해 GI, MIT, AT&T, Zenith, Thomson, Philips, DSRC의 7개 기관이, 미국 HDTV 표준을 목표로한 수년간의 경쟁끝에 최근 Grand Alliance를 결성하여 MPEG-2의 동영상 압축알고리즘을 근간으로 한 미국 HDTV표준안을 채택하였다. 현재 MPEG-2는 고품질 디지털 동영상 통신 서비스를 제공하기 위한 표준으로 초고속 통신망에서 VOD와 같은 멀티미디어 통신 서비스에 많이 활용될 전망에 있다. 표5는 MPEG-1과 MPEG-2의 차이점을 나타낸 것이다[8].

MPEG-4는 기존의 협대역망인 공중교환망과 이동통신망을 포함하는 64kbps 이하의 초저속 전송로를 통한 비디오전화 등의 멀티미디어 서비스가 가능하도록

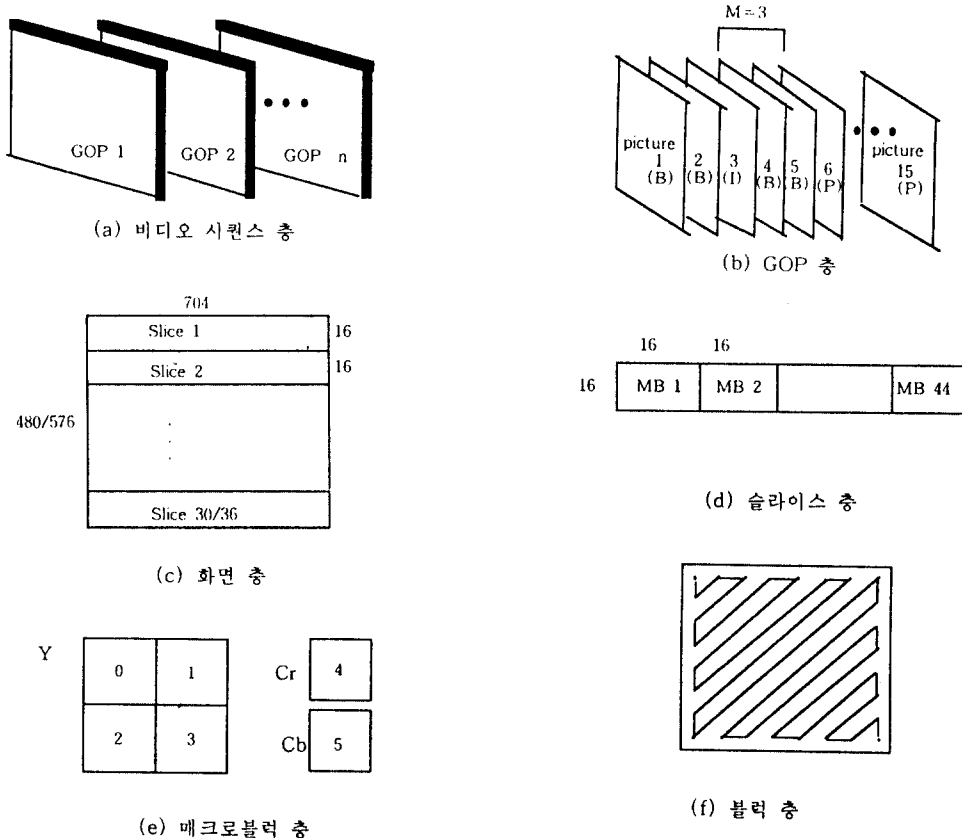


그림 3.화상 데이터의 계층 구조

<표 5> MPEG-1과 MPEG-2규격비교

사항	MPEG-2(MP@ML)	MPEG-1
화소수	720 X 480	360X240
전송률	15Mbps이하	15Mbps이하
화면처리모드	Frame 모드/Field 모드	Frame 모드
움직임해제의 예측방법	Frame간 예측/Field간 예측	Frame간 예측
IDCT mismatch	Q 코수 DCT계속의 합이 제수인 경우 (7개)계수의 마지막 (LSB)비트를 버린	Q 코수 발생한 각개의 DCT계수가 짝수인 경우 전체비트 1 감소시킨다.
Escape Sequence Syntax	VLC함수없는(Run, Level)없는 Escape code(8bit) + FLC(18bit)를 사용	VLC함수없는(Run, Level)없는 Escape code(8bit) + FLC(14bit)혹은 FLC(22bit)를 사용
Escape Sequence Usage	VLC함수있는(Run, Level)없는 escape format을 사용하는 것이 허용되지않음	VLC함수있는(Run, Level)없는 escape format을 사용하는 것이 허용됨
Chroma samples horizontal position	색차신호의 수평방향 샘플 위치는 화소 간 샘플 위치의 0.5배에 위치함	색차신호의 수평방향 샘플 위치는 화소 신호의 샘플 위치의 일치함
Slice	slice는 반드시 MB상의 모든 row 상에서 시작되고 끝나야 한다	slice는 반드시 MB상의 모든 row 상에서 시작되고 끝나야 한다
D picture	D picture는 사용하지 않는다.	picture coding type에 따라 D picture가 사용되어 있다
Full-pel motion vector	full pel forward vector와 full pel backward vector flag가 반드시 "0"이어야 한다. 즉 half pel 움직임에너는 사용한다	full pel forward vector와 full pel backward vector flag를 1로 setting하면 full pel 움직임에너는 사용되어 있다
Aspect Ratio information	sequence header에 있는 the(1)bit의 aspect ratio information과 display aspect ratio에 명시된 ratio와 pel aspect ratio에 의한다	sequence header에 있는 the(1)bit의 aspect ratio information과 display aspect ratio에 명시된 ratio와 pel aspect ratio에 의한다
Forward F code	움직임 벡터는 디코딩하는데 필요한 움직임 벡터는 디코딩하는데 필요한 F code는 F code picture header에 있는 forward picture header에 있는 forward F code와	움직임 벡터는 디코딩하는데 필요한 움직임 벡터는 디코딩하는데 필요한 F code는 F code picture header에 있는 forward picture header에 있는 forward F code와
Backward F code	backward horizontal vertical F code를 backward F code임	backward horizontal vertical F code를 backward F code임
constrained parameter flag	constrained parameter flag: 개인양 syntax constrained parameter flag가 1로 설정되면 profile와 level에따라 제약이 매워진다. 있으면 constraints:1을 명목하고 있고	constrained parameter flag: 개인양 syntax constrained parameter flag가 1로 설정되면 profile와 level에따라 제약이 매워진다. 있으면 constraints:1을 명목하고 있고
Maximum horizontal size	MPEG-2 MP@ML에정: horizontal size horizontal size < 668(비인접 horizontal size) < 739 max(2)를 초과 못한다.	MPEG-1에정: horizontal size horizontal size < 360(비인접 horizontal size) < 360 max(2)를 초과 못한다.

록 하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서, 만약 MPEG-4가 성공적으로 제정될 경우, 회사에서는 B-ISDN이나 N-ISDN을 통하여 값비싼 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공받는 한편, 집에서는 공중교환망을 통하여 차안이나 비행기안에서는 이동통신망을 통하여 값싸고 유용한 멀티미디어 서비스를 받을 수 있게 되며, 또한 각 통신망간의 멀티미디어 서비스의 원활한 소통이 이루어지게 된다. 이로 인하여 진정한 의미의 통신망의 통합화와 멀티미디어 서비스의 대중화가 이루어지게 되며, HDTV 및 VOD 등의 고품질 서비스에 대한 수요도 함께 확산되는 효과도 얻을 수 있다 [9,10].

표6은 압축 표준들의 중요 특성을 비교한 것으로 H.263, H.261, MPEG-1 및 -2의 비디오 압축 기법은 근본적으로는 움직임 보상과 DCT의 혼합기법이며 정보이론 및 부호화이론에 근거한 것으로, 64kbps 이하의 전송률에서 양호한 재생품질을 유지하는 데에 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서 MPEG-4에서는 웨이브렛변환, 프랙탈기반, 객체기반, 모델기반 및 영역기반 기법 등의 차세대 기법들을 압축기법으로 선택하고 있다. 이러한 차세대 기법들을 실현하기 위해서는 화상처리, 컴퓨터비전, 컴퓨터 그래픽스, 인공지능 등의 다양한 분야에서의 기술들이 함께 개발되어야 하기 때문에, MPEG-4의 표준화를 위한 노력은

<표 6> 비디오 압축 표준들의 주요 특성 비교

Standards	Bit Rates	Input Format	Feature	Applications	Final Date
MPEG-2	3-15 Mbps	CCIR 601(HDTV)	random access(scalability)	TV, HDTV	1993
MPEG-1	around 1.5Mbps	CIF(SIF)	random access	CD-ROM DAT Winchester disk	1991
H.261	pX 64kbps	CIF	integer-pel accuracy	videophone video conference	1990
H.263	below 64kbps	QCIF	very similar to H.261	videophone via PSTN mobile net	1995
MPEG-4			advanced technique	LAN	1998

<표 7> MPEG Profiles과 Levels

HIGH		MP@HL			HP@HL
HIGH 1440		MP@H1440		SSP@H1440	HP@H1440
MAIN	SP@ML	MP@ML	SNP@ML		HP@ML
LOW		MP@LL	SNP@LL		
level / profile	SIMPLE	MAIN	SNR	Spatial	High

<표 8> MPEG-2 MP@ML의 주요사항

프레임 포맷	720X480(주파수 29.971Hz)	
	720X576(주파수 251Hz)	
부호화 전송률	최대 15Mbps	
Y, Cr, Cb 표본화 비	4:2:0	
화면의 종류	I(Intra), P(Predictive), B(Bidirectional) Picture	
부호화 단위	프레임(Frame)구조/필드(Field)구조	
움직임 벡터	프레임 구조	프레임(16X16)/필드(16X8)/dual prime(M=1인 경우에만 존재)
예측	필드 구조	필드(16X16)/필드(16X8)/dual prime(M=1인 경우에만 존재)
움직임 벡터 탐색 범위	-128화소 ~ +127.5화소, half-pixel단위	
비퍼크기	1.75 Mbit(1.835,008 bit)	
호환성	MPEG-1에 대해 상위호환성(forward compatibility)	
DCT DC 정밀도	8bit/9bit/10bit	
VLC table	MPEG-1과 동일 테이블/신규 테이블	
DCT개수의 scan방법	MPEG-1 과 동일 스캔(zig-zag)/alternative스캔	
VBR(variable bit rate)	내용함	

압축기술 뿐만 아니라 자동화, 애니메이션, 멀티미디어, 자동인식 기술 등의 발전에도 크게 기여하게 될 것이다. 다음은 MPEG-1을 기반으로 규격화된 MPEG-2와 향후 차세대 멀티미디어 통신서비스 규격인 MPEG-4에 대해서 설명하였다.

가. MPEG-2 부호화 기술[8,12,14]

MPEG-2는 매우 광범위한 응용분야를 겨냥하고 있기 때문에, 기능과 해상도에 따라 나누어진 여러 영역중 어느 영역을 사용할 것인지를 결정하여야 한다. MPEG-2는 표7과 같이 수평방향으로 프로파일(Profile-Simple, Main, SNR, Spatial, High), 수직방향으로 레벨(Level-Low, Main, High-1440, High)을 압축으로 하여 20개의 영역으로 구분하고 있고 이중 11개 부분이 응용영역으로 권장되고 있다. 프로파일이란 MPEG-2의 신택스(syntax)중 어느 부분을 사용하여 어떤기능을 포함시키느냐에 관한 것으로 알고리즘의 복잡도를 나타내는 척도이고, 레벨이란 사용하는 파라미터를 어느 정도의 크기로 제한하느냐에 의해 결정되는 것으로 해상도를 나타내는 척도이다.

예를 들어 메인 프로파일(Main Profile)과 심플 프로파일(Simple Profile)과의 차이는B(Bidirectional prediction)화면과 관계되는 신택스 사용 유무에 달려 있으며, 방송환경에 많이 사용될 메인레벨(Main Level)과 하이레벨(High Level)의 차이는 메인레벨(Main Level)에서는 수평화소는 720이하, 수직화소는 576이하, 프레임율은 30Hz이하 등으로 제한되어 있는 반면 High Level은 수평화소는 1920이하, 수직화소는 1152이하, 프레임율은 60Hz이하로 되어있어 전체적으로 많은 데이터 처리가 요구되나 신택스상으로는 동일하다. 이중 가장 많이 사용될 영역으로는 메인프로파일/메인레벨(Main Profile, Main Level)의 영역으로 기존 NTSC, PAL, SECAM등의 방송을 대체할 수 있어 현재 미국 유럽등에서 위성방송, 케이블TV방송 등에 적용하고 있거나 적용을 검토하고 있고 한국의 디지털 위성방송에도 적용될 예정이다. 또한 메인프로파일/하이레벨(Main Profile, High Level)은 미국을 비롯한 여러 나라의 디지털 HDTV의 표준규격으로 채택될 전망이다.

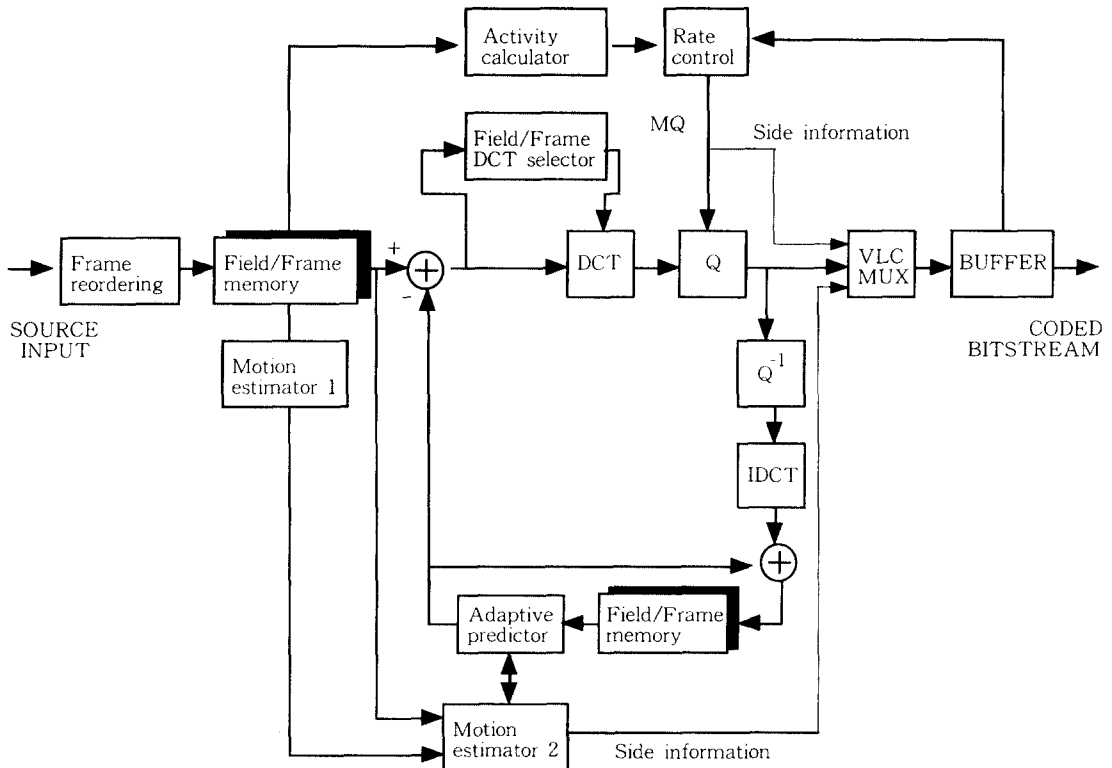


그림 4. MPEG-2 부호화기 블록 다이어그램

MPEG-2에서는 호환성(compatibility)이 중요한 요소인데, 이는 서로 다른 영역에 있는 복호기와 비트열간의 호환성을 말한다. 예를 들어 같은 프로파일(Profile)내에서의 한 레벨(Level)의 복호기는 낮은 레벨(Level)의 비트열을 복호화할 수 있어야 하며, 같은 레벨(Level)내의 한 프로파일(Profile)의 복호기도 낮은 프로파일(Profile)의 비트열을 복호화 할 수 있어야 한다. 또한 메인레벨/심플프로파일(Main Level, Simple Profile)의 복호기는 로우레벨/메인프로파일(Low Level, Main Profile)의 비트열을 복호화 할 수 있어야 한다. 표8에 MPEG-2 MP@ML의 규격이 요약되어 있다.

다음은 MPEG-2의 핵심기술에 대해서 살펴 보기로 하자.

1) 부호기/복호기 개요

그림4에는 MPEG-2 화상 부호기의 전형적인 Block 다이어그램이 나타나 있다. 화상신호의인 중복성을 제거한다. 압축은 화상신호에 내재하는 다음과 같은 각종 중복성을 제거 함으로써 얻어진다.

① 시간적 중복성(temporal redundancy) 제거: 시간적으로 인접한 두 화면간에도 상관도가 높으므로 매크로블럭(16×16 화소)단위로 두 화면간의 움직임 추정하여 보상함으로써 시간적인 중복성을 제거한다.

② 공간적 중복성(spatial redundancy) 제거: 화면내에 인접하는 화소간에는 상관도가 높으므로 블럭(8×8화소)단위로 변환부호화의 일종인 DCT 및 양자화 과정을 통하여 공간적 통계적 중복(statistical redundancy) 제거: DCT와 양자화과정을 거친 계수값들을 가변장 부호화(VLC)의 일종인 허프만 부호화를 이용하여 통계적 중복성을 제거한다.

위에서 언급한 중복성 제거 기술을 설명하기에 앞서 MPEG의 압축 기법은 화면 형태에 따라 다르므로 화면 구성에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

2) 화면(picture) 구성

MPEG은 그림3에 나타낸 바와 같은 구조를 가지며, 움직임 보상의 방법에 따라 I, P, B 3종류의 화면

(picture)이 있고, 랜덤 액세스(random access)가 가능한 I 화면 주기에 따라 I, P, B를 묶어 하나의 GOP(Group of Picture)를 구성한다.

GOP구조는 한개의 GOP마다 1개의 I 화면, N/M-1개의 P 화면, N-1-P개의 B 화면으로 구성된다. 여기서 파라미터 M은 I 화면과 P 화면사이의 B 화면의 개수+1을 말하는 변수이고, N은 한 GOP의 길이를 말하는 변수이다. 따라서 M=1이라면 I, P 화면 사이에 B 화면이 없는 IPPP...IPPP구조의 GOP구조를 의미하는 것이며 N=9, M=3이라면 IBBPBBPBBI...와 같은 GOP 구조를 갖게 된다.

다음은 I, P, B 화면들에 대한 특성을 나타낸 것이다.

- I(Intra) 화면: 화면내의 모든 매크로블럭이 Intra Mode로만 구성되기 때문에 시간적 중복성은 여전히 존재한다. 채널 전환시의 원화복구나 오류의 전파를 막기 위한 일정 간격으로 I 화면을 두어야 한다. I 화면은 전체 화질에 절대적인 영향을 미치므로 P, B 화면에 비해 고화 질을 유지할 수 있도록 부호화 하여야 한다.
- P(Predictive) 화면: 현재 프레임에 대해서 이전 프레임의 I 화면 혹은 P 화면을 기준으로 하여 순방향(forward) 움직임 보상 예측기법을 적용하여 시간적 중복성(temporal redundancy)을 제거한다. GOP의 구조적 특징 때문에 P 화면은 연속되는 P 화면 및 B 화면에 영향을 미치기 때문에 I 화면보다는 다소 떨어지지만 B 화면보다는 나은 화질을 유지하여야 한다.
- B(Bidirectional) 화면: 현재 프레임에 대해서 이전 프레임의 I/P 화면 그리고 다음 프레임의 I/P 화면로부터 각각 움직임 보상된 순방향 예측화면, 역방향 예측화면, 순방향 및 역방향을 보간(Interpolation)한 화면을 사용하여 세가지 예측신호를 얻어낸후 이들 예측신호 중 최적의 것을 화상간의 예측신호로 사용하여 시간적 중복성을 제거한다. GOP의 구조상 B-화면은 다른 화면에 영향을 주지 않으므로 I, P 화면에 비해 가장 적은 비트를 할당하여 부호화 한다.

평균적으로 I, P, B 화면 각각으로부터의 비트 발생량은 15 : 5 : 1 정도의 비율이 된다. 이러한 GOP 구조를 기준으로 MPEG은 그림3과 같은 계층 구조를 갖게 되는데 여기서 각 화면 들은 압축/복원 기본인 1개의 매크로블럭(16×16 크기의 Y, 8×8 크기의 Cr, 8×8 크기의 Cb)을 기본 단위로 사용하게 된다.

MPEG에서는 각 화면 형태에 따라 중복성 제거와 부호화 방법을 달리 사용하는데 앞에서 언급한 바와 같이 크게 3가지로 나뉘어진다.

### 3) 시간 중복성 제거 (: 움직임 추정 및 보상)

감축 저장된 비디오의 랜덤 액세스 및 움직임 보상된 보간에 의한 상당한 비트율 감축의 중요성을 고려하여, MPEG에서는 인트라 화면(Intra picture : I-화면), 예측 화면(Predicted Picture : P-화면), 그리고 보간 화면(Interpolated Picture: B-화면, 양방향 예측)의 3가지 화면 타입을 이용하고 있다. 이에 따라 MPEG-2에서는 움직임 추정(Motion Estimation : ME) 및 보상(Motion Compensation : MC)을 위한 방법으로 "Frame" MC, "Field" MC, "Dual Prime" MC의 3가지가 있다. 이외에도 보다 정교한 움직임 추정 및 보상방법인 FAMC(Field time adjusted motion compensation), "Simplified" FAMC, SVMC(Single vector motion compensation)방법들이 제안되고 검토되었으나 구현상의 어려움 때문에 표준에서 제외되었다. 한편 MPEG-2에서는 기본적으로 모든 움직임 추정 및 보상은 반화소 단위까지 하는 것을 규정하고 있다.

#### (1) "Frame" ME/MC

"Frame" ME/MC는 MPEG-1에서부터 사용하여 온 움직임 추정방법으로 "Top Field"와 "Bottom Field"의 구분없이 프레임(Frame) 구조로 움직임을 추정하고 보상하는 것으로, 현재 프레임의 부호화하고자 하는 매크로블럭에 대해 기준 프레임의 탐색 영역내에서 반화소 정밀도까지 완전탐색(full search)을 수행하여 이중 가장 작은 MAE(mean absolute error)를 발생시키는 위치를 움직임 벡터로 결정한다. 실질적으로는 데이터가 화소단위로 주어져 있으므로 화소단위의 1차 완전 탐색을 통해 화소단위 움직임 벡터를 구하고 그후 반화소 단위의 보간 및 2차 탐색을 통해 반화소 단위의 움직임 벡터를 구한다. "Frame" ME의 경우에는 P 화면에서는 한개의 매크로블럭당 1개의 움직임 벡터(motion vector)를, B 화면에서는 한개의 매크로블럭당 1개 혹은 2개의 움직임 벡터를 전송하기 때문에 "Field" ME/MC에 비하여 움직임 벡터전송에 필요한 비트 수가 적다.

#### (2) "Field" ME/MC

프레임 구조 화면(Frame structured picture)에 있어서 각 필드별로 움직임의 추정 및 보상을 수행하는 방식으로서, 현재 프레임의 "Top Field"와 "Bottom Field", 기준 프레임의 "Top Field"와 "Bottom Field"

사이에서 각각 16×8 서브 매크로블럭 단위로 "Top to Bottom", "Top to Top", "Bottom to Top", "Bottom to Bottom"의 4가지의 움직임 벡터를 구한 뒤, 현재프레임의 "Top Field"와 "Bottom Field" 각각에 대해 최소의 움직임 보상에러를 발생시키는 하나의 움직임 임베터를 선택한다. 따라서 P 화면에서는 한개의 매크로블럭당 2개의 움직임벡터, B 화면에서는 한개의 매크로블럭당 2개 혹은 4개의 움직임벡터를 전송한다. MPEG-2에서는 모든 매크로블럭에 대해서 "Frame/Field Prediction" 방법을 다 적용하여 본 뒤 그 중 보다 작은 예측오차를 갖는 예측모드(Prediction mode)를 사용한다(부호기 측). 복호기 측에서는 부호기에서 사용한 예측모드가 전송되므로 이에 따라 움직임 보상을 수행하여 화상을 복원한다.

(3) "Dual Prime" ME/MC

이 방법은 "Toshiba"에서 제안한 움직임 추정/보상 방법으로서 "Field" ME/MC 방법이 비교적 매크로블럭당 발생하는 움직임 벡터를 전송하기 위한 비트수가 많은데 반하여, 한개의 매크로 블럭당 1개의 움직임 벡터와 차분 움직임 벡터(DMV : Differential Motion Vector)는 것으로 비교적 느린 움직임을 갖는 시퀀스에 효과적인 것으로 알려져 있다. 이 방법은 M=1인 경우, 즉 IPPPPIP...와 같은 경우에만 사용하도록 규정하고 있다. 즉 B 화면이 허용되는 경우에는 이를 이용하여 더 좋은 화질을 얻을수 있으나, 그렇지 않은 경우에는 "Dual prime prediction"을 사용함으로써 가능한한 적은 비트 발생량으로 화질의 향상을 가져올 수 있다.

"Dual prime prediction"방법은 "Field prediction mode"에서 구한 "Top to Bottom", "Top to Top", "Bottom to Top", "Bottom to Bottom" 4개의 움직임 벡터중 "Top to Top"과 "Bottom to Bottom" 움직임 벡터는 그대로 기본 이동 벡터로 사용하고, "Top to Bottom"과 "Bottom to Top" 움직임 벡터는 각각 스케일링(×2, ×2/3)과 버림(truncation)을 하여 기본 이동 벡터(base motion vector) 각각에 대하여 수평방향과 수직방향으로 -1, 0, +1 씩의 미세조정(DMV)을 가하여 두개의 16×8 서브 매크로블럭(sub MB)에 대해 움직임 보상에러가 최소가 되도록 하는 기본 이동 벡터와 변위값(DMV)을 보내는 방식이다. "Dual prime" ME는 부호기에서의 계산량이 상당히 많은 편으로 한개의 기본 이동 벡터당 9개의 예측후보값을 계산해내야하므로 총 36가지의 후보중 한개의 기본 이동 벡터와 DMV를 계산해야 한다. 한편 복호기측

에서는 전송되어온 기본 이동 벡터와 DMV값으로부터 2개의 "Field motion vector"값을 계산해내기만 하면 되므로 비교적 간단하게 구현이 가능하다.

4) 공간 중복성 압축 (DCT + 양자화)

정지영상이나 예측오차 신호들은 매우 높은 공간 중복성을 갖고 있다. 중복성 감소를 위해 사용할 수 있는 기법들은 상당히 많으나, 움직임 보상 과정이 블럭 기본으로 수행되므로 블럭 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.

- DCT는 고속 알고리즘을 갖는 직교변환(Orthogonal transform)으로 많은 종류의 화상들에 대해서 최적에 가까운 성능을 갖는다.
- DCT 기본함수(Basis function)는 시각 특성기준(Psychovisual criteria)의 효과적인 이용을 매우 용이하게 한다.

DCT를 이용한 압축 수행 기술은 세 단계로 수행된다.

- DCT 수행(변환계수 계산)
- 변환계수의 양자화
- Zigzag 주사 또는 Alternate 주사 후 양자화된 계수들의 (런-크기)쌍으로의 변환

(1) Discrete Cosine Transform

MPEG에서는 JPEG에서와 마찬가지로 8×8 블럭에 대해서 DCT 변환 및 역변환을 수행하며, 앞에서 언급한 JPEG 방식과 동일 하다. 단디 MPEG에서는 DCT 입력 및 IDCT 출력이 각각 9비트([-255, 255])와 12비트([-2048, 2047])로 표현된다.

(2) 양자화

MPEG에서도 JPEG과 마찬가지로 양자화와 런-길이 부호화의 결합으로 대부분의 압축을 이룰 수 있다. 특히 MPEG에서는 양자화를 통해서 부호기는 주어진 비트율을 맞출 수 있기 때문에 DCT 계수들의 양자화는 매우 중요한 과정이다. 따라서 MPEG의 적응양자화(Adaptive quantization)는 좋은 화질을 얻는 중요한 수단의 하나이다. MPEG 표준은 I 화면과 같은 정지 화상과 P,B 화면과 같은 예측 화면들을 모두 갖고 있기 때문에, DCT 계수 양자화를 더욱 정확히 수행하기 위해서 화면 형태의 통계 특성을 고려하여 다음과 같이 양자화 하였다.

## a) 시각적 가중에 의한 양자화

양자화 오류의 주관적인 인식은 주파수에 따라 크게 변하며 고주파신호에 대해서는 거친(Coarser) 양자화기를 이용하는 것이 유리하다. 양자화 매트릭스(Quantization matrix)의 정확도는 디스플레이 매체 특성, 시청거리 및 소스의 잡음정도 등과 같은 많은 외부적인 변수들에 영향을 받는다. 따라서 응용분야에 따라 또는 각각의 시퀀스에 따라 특별한 양자화 매트릭스를 설계 할 수도 있다.

## b) "Intra" 및 "non-intra" 블록 양자화

"Intra" 양자화된 블록과 "non-intra" 부호화된 블록들의 차이는 두개의 다른 양자화 구조를 사용한다. 두 양자화기는 모두 거의 균일(Uniform) 양자화기(일정한 양자화 간격을 가짐)이면서도 영(Zero) 근처에서는 서로 다른 동작 특성을 갖는다. "Intra" 부호화된 블록의 양자화기는 데드존(dead-zone)을 갖지 않으나, "non-intra" 부호화된 블록은 영 근처에서 데드존을 갖는다.

## c) 수정된 양자화기

화상의 모든 공간 정보들이 인간의 시간특성에 의해서 똑같이 인식되지는 않으며, 따라서 어떤 블록들은 다른 블록들보다 더욱 정밀하게 부호화되어야 한다. 블록들사이의 이러한 불균일성을 해결하기 위해서 양자화 간격은 블록 기준으로 수정될 수 있다. 이러한 기법을 이용함으로써 매우 유연한 울조절(Rate control)이 가능하다.

## 5) 통계적 중복성 제거(VLC: Variable Length Coding)

VLC(가변장 부호화)는 발생확률이 높은 부호어들에 대해서는 부호당 짧은 비트를 할당하고, 발생확률이 낮은 부호어들에 대해서는 부호당 긴 비트를 할당하여 부호의 평균길이를 엔트로피에 가깝게 하는 수단으로서 허프만 부호화(Huffman coding), 산술 부호화(Arithmetic Coding)등의 방법이 있다. 화상 부호화에 있어서는 이중 허프만 부호화를 사용하는데, 양자화된 DCT계수, 움직임 벡터의 차신호, 그리고 매크로블럭에 관련된 각종 정보가 그 대상이다.

## (1) DCT계수의 VLC

DCT 변환과 양자화 과정을 거친 화상신호는 "0"인 계수값이 많으므로 보다 효율적인 부호화를 위해 지그재그 스캔과정을 통해 "(Run, Level)" 심복로 변환되어 VLC 부호화 된다. 8×8 블록의 끝을 나타낸다. 이때 "intra DC" 계수와 그외의 것으로 구분하여 다음과 같은 방법으로 부호화하게 된다.

- "Intra DC" 계수: 이웃 블록의 DC 계수간의 차이값을 1차원 허프만부호화

- 그 외의 계수 : "(Run, Level)" 심복의 2차원 허프만 부호화.

## (2) 움직임 벡터의 VLC

현 매크로블럭과 같은 타입의 바로 전 매크로블럭의 움직임 벡터와 현재 움직임벡터 간에 DPCM을 수행한뒤 이 값을 허프만 부호화 한다. 수직/수평 성분별로 독립적으로 부호화하며 P화면 경우는 순방향 움직임 벡터가 전송되는 반면 B 화면인 경우는 순방향, 역방향 움직임 벡터 중 실제 움직임 보상에 사용하는 움직임 벡터만을 부호화 한다.

## (3) 매크로블럭 정보에 대한 VLC

한 슬라이스에서 매크로블럭 위치정보(Macroblock Address : MBA), 매크로블럭의 부호화 모드(매크로블럭 Type), 그리고 매크로블럭내에서의 블록들의 부호화 패턴(Coded Block Pattern : CBP)정보에 대해서 허프만 부호화를 수행한다.

## 6) 계층구조, 선택스 및 비트 스트림

## (1) 목적

계층구조의 목적은 논리적으로 애매함을 방지함으로써 복호화 과정을 쉽게 하기 위하여 비트 스트림에서 구성 정보들을 차별화하기 위함이다.

## (2) 계층 선택스

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

## (3) 비트 스트림

MPEG 선택스에 따라 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(비트올 및 버퍼크기)에 의해서 시퀀스 계층에서 특징지어진다. 버퍼크기는 비트 스트림을 "Video buffer verifier" 조건하에서 복호화하는데 필요한 최소 버퍼크기를 말한다.

## (4) Video buffer verifier(VBV)

VBV는 한 MPEG 비트 스트림이 적절한 버퍼크기와 지연 요구조건을 만족하면서 복호화 가능한 것을 검증하기 위한 복호화의 가상적인 모델(Abstract model)이다. 이 모델을 이용해서 MPEG은 복호화가 버퍼의 결핍(Underflow)이나 넘침(Overflow)의 발생 없이 이루어질 수 있도록, 버퍼의 충만도 (Buffer

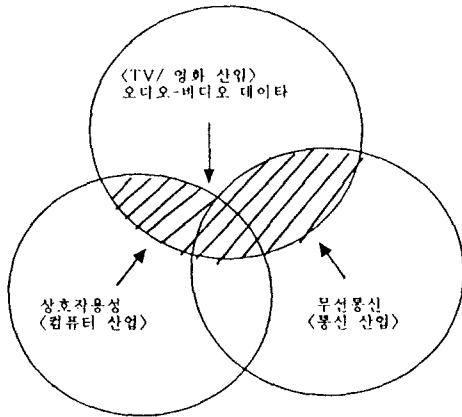


그림 5. MPEG-4 응용 범위

fullness)를 이용하여 비트 스트림에 대한 제약 조건을 만들었다.

(5) 복호화 과정

MPEG 표준은 복호기가 아니라 복호화 과정(Decoding process)를 정의하고 있다. 복호기를 구현하는 방법은 여러 가지가 있으며, 표준은 특별한 한 방법을 추천하지 않는다.

이상 MPEG-2의 화상부호화방식의 기술적 내용을 개략적으로 설명하였다. MPEG-2는 방송용으로 뿐만

아니라 ATM망, 컴퓨터망(Computer Network), 나아가서는 정보 고속도로(Information Super Highway)등에 서로 연결되어 자유스럽게 동화상 데이터가 전달되는 것을 목적으로 한 것이기 때문에 향후 이를 이용한 다양한 응용이 시도될 것으로 보인다.

나. MPEG-4[9,10,12]

오늘날 세계는 다음과 같은 큰 조류에 특별한 관심을 보이고 있다고 할 수 있다:

- 무선통신(wireless communication)
- 상호작용적 컴퓨터 응용(interactive computer application)
- 오디오-비디오 서비스 응용 범위 확대

이러한 현상들은 서로 결합되어 공통 부분으로서 지금까지의 표준에 의해서는 지원되지 않는 새로운 기대(expectation)와 요구(requirement)들로 나타나게 되었다. MPEG-4는 이러한 새로운 경향에 초점이 맞추어져 있으며, 궁극적으로 세 분야에 공통적으로 관련된 응용들을 그림5와 같이 공유하기 위한 것으로 상호 작용성, 고압축률(high compression ratio), 그리고 보편적 접근성(universal accessibility)을 가진 오디오-비디오 부호화 표준을 제공하는데 그 목적이 있다.

<표 9> MPEG-4의 주요 기능들

Functionality	Description	Example Uses
Coding of Multiple Concurrent Data Streams	MPEG-4 shall provide the ability to code multiple views/soundtracks of a scene efficiently and provide sufficient synchronization between the resulting elementary streams. From stereoscopic video applications, MPEG-4 shall include the ability to exploit redundancy in multiple views of the same scene, permitting joint coding solutions that allow compatibility with normal video as well as the one's without the compatibility constraint.	- Multimedia entertainment, e.g. virtual reality games, 3D movies; - Multimedia presentations and education;
Content-Based Manipulation and Bitstream Editing	MPEG-4 shall provide a syntax and coding scheme to support content-based manipulation and bistream editing without the need for transcoding. The syntax shall be flexible enough to provide extension for future uses.	- Insertion of sign language interpreter or subtitles; - Digital effects(e.g. fade-ins); Content-based bitstream multiplexing
Content-Based Multimedia Data Access Tools	MPEG-4 shall provide data access based on the audio-visual content by using various accessing tools such as indexing, hyperlinking, querying, browsing, uploading, downloading, and deleting.	- Retrieve information from on-line libraries and travel information databases.
Content-Based Scalability	MPEG-4 shall provide ability to achieve scalability with a fine granularity in spatial resolution, temporal resolution, quality, and complexity. Further, in MPEG-4 these scalabilities are especially intended to result in content-based scaling of audio-visual information.	- User or automated selection of decoded quality of objects in the scene; - Database browsing at different scales, resolutions, and qualities.



(표9 계속)

Functionality	Description	Example Uses
Hybrid Natural and Synthetic Data Coding	MPEG-4 shall support efficient methods for combining synthetic scenes with natural scenes(e.g. text and graphics overlays), the ability to code and manipulate natural and synthetic audio and video data, and decoder-controllable methods of compositing synthetic data with ordinary video and audio, allowing for interactivity.	- A viewer can translate or remove a graphic overlay to view the video beneath it. - Graphics can be rendered from different viewpoints. - Animations can be composited with ordinary video in a game.
Improved Coding Efficiency	For specific applications targeted by MPEG-4, MPEG-4 shall provide subjectively better audio-visual quality at comparable bit-rates compared to existing or other emerging standards.	- Efficient transmission of audio-visual data on low-bandwidth channels. - Efficient storage of audio-visual data on limited capacity media, e.g. magnetic disks.
Improved Temporal Random Access at Very-Low Bitrates	MPEG-4 shall provide efficient methods for random access at very low bitrates.	- Audio-visual data can be randomly accessed from a remote terminal over limited capacity media.
Robustness in Error-Prone Environments	MPEG-4 shall provide an error robustness capability to allow access to applications over a variety of wireless and wired networks and storage media. Sufficient error robustness shall be provided for low bit-rate applications under severe error conditions (e.g. long error bursts).	- Transmitting from a database over a wireless network; - Communicating with a mobile terminal. - Gathering audio-visual data from a remote location.

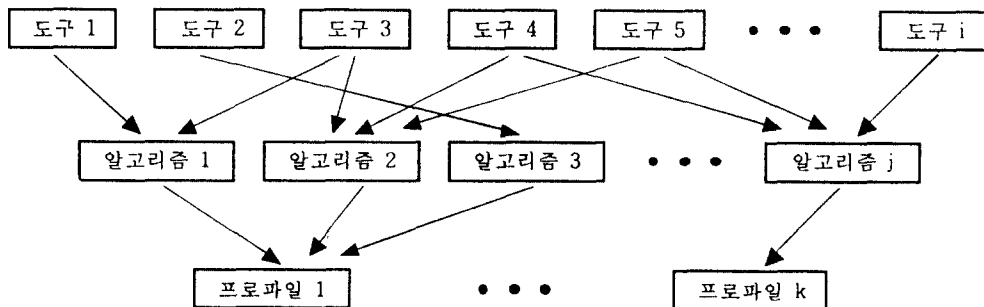


그림 6. MPEG-4 구성 요소

MPEG-4에서는 기존 혹은 현재 만들어지고 있는 표준에 의해 잘 지원되지 않는 8가지의 주요 기능(functionality)들이 결정되었다. 표9에는 최근 MPEG 회의에서 결정된 8가지의 기능들과 이들에 대한 설명 및 사용 가능한 예가 나타나 있다. 이러한 기능들은 부호화 도구(coding tool)들에 의해 지원될 것이며, 만약 특정한 응용이 몇가지 기능들의 조합을 제공하려고 한다면 부호화 도구들을 사용하여 이를 수용할 수

있도록 신텍스(syntax)가 유연할 것이다.

이상에서 설명된 MPEG-4의 새로운 표준 구조와 앞으로 MPEG-4 표준 규격에서 예측되는 새로운 압축 기술에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

1) MPEG-4 표준구조[10,12]

MPEG-4 표준의 구조는 특정한 문제에 대한 완전한 해답을 줄 수 있을 것이며, 뿐 만아니라 새롭게 나타날 오디오-비디오 부호화 기술들에 대해서도 유

연하게 대처할 능력을 줄 수 있을 것이다. 이를 위하여 MPEG-4는 다음과 같은 4가지의 각기 다른 요소들로 구성될 것으로 보인다

- 선택스(syntax), 도구(Tool), 알고리즘(Algorithm), 프로파일(Profile). 그림6은 이들의 관련성을 나타낸 것이며, 각각 다음과 같이 규정된다.

(1) 선택스

선택스란 도구, 알고리즘, 프로파일들을 선택하고, 기술하고, 다운로드(downloading)할 수 있도록 만들어 주는 확장 가능한 기술용 언어(extensible description language)이다.

(2) 도구

도구란 선택스에 의하여 이용되거나 선택스에 의하여 기술될 수 있는 기법(technique)을 말한다. 예를 들어, 이동 보상(motion compensation) 기법과 윤곽선 표현(contour representation) 기법 등은 도구라 할 수 있다.

(3) 알고리즘

알고리즘이란 한가지 이상의 기능들을 지원하도록 선택되어 결합된 도구들의 조합을 말한다. 예를 들어, MPEG-1 오디오, MPEG-1비디오, MPEG-2 시스템 등은 모두 알고리즘이라고 할 수 있다.

(4) 프로파일

프로파일이란 하나의 알고리즘 혹은 알고리즘들의 조합으로서 특정한 종류의 응용들을 수행하도록 일정한

임리화상

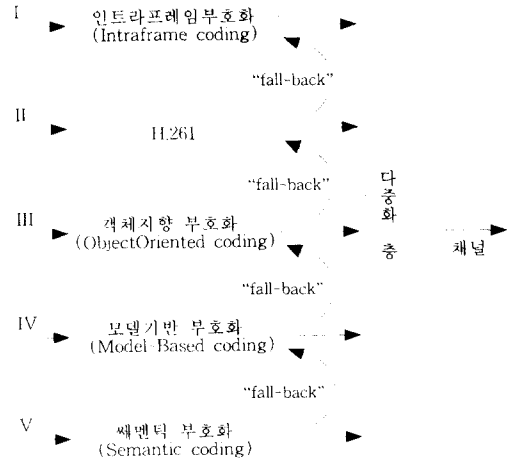


그림 7. 5 계층 부호화기

한 방법으로 규정된다. MPEG-2의 메인 프로파일(Main Profile)이 한 예라고 볼 수 있다.

2) MPEG-4 압축 기술

MPEG-4의 표준으로 선정될 부호화 기법은 기존의 표준에서 사용되고 있는 기법들과 다르게 될 것이 확실하다. 이는 MPEG-4가 H.261, MPEG-1, MPEG-2 보다 높은 고압축률 및 화상 내용(image content)을 고려하는 부호화 기술을 함께 요구하고 있기 때문

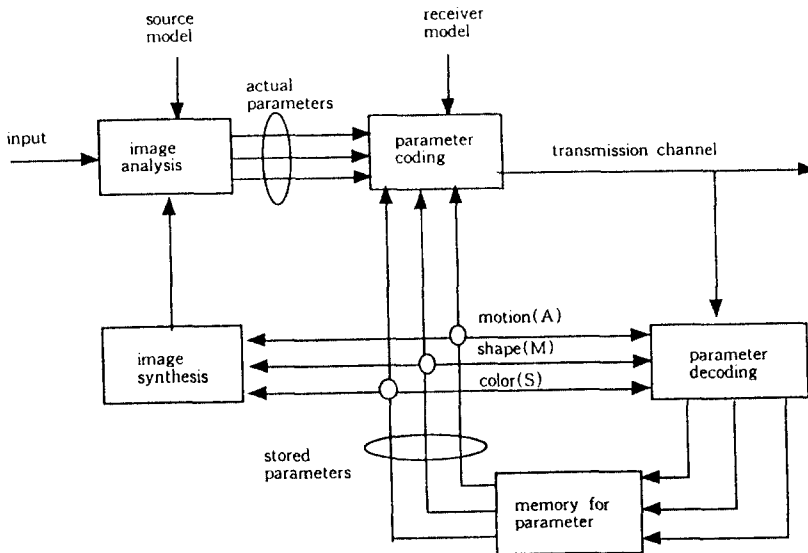


그림 8. 객체 지향 부호화기

이다.

MPEG-4 는 약 3.5Mbps의 데이터율을 가지는 10Hz 프레임률 QCIF(Quarter CIF) 화상 신호를 40 : 1 압축하면 96Kbps의 데이터율을 얻을 수 있다. 그러나 64Kbps H.261 화질을 얻기 위하여 추가로 6 : 1 압축을 하려고 할 경우, 기본적으로 포함되어야 하는 부가정보 등으로 인하여 32Kbps 이하 즉, 약 3 : 1 정도의 압축률 이하로는 압축하기 어렵게 된다. 그러나 MPEG-4는 고압축률을 필요로 하는 응용을 위하여 8Kbps 정도의 비트율에서 64Kbps H.261 화질을 얻고자 하고 있다. 즉, 기존의 표준 기법에 비하여 4 : 1 정도의 추가 압축을 실현할 수 있는 부호화 기법의 표준을 정하려고 한다. 현재의 표준 기법을 최대한 최적화한다고 해도 2 : 1 정도의 추가 압축 이상은 불가능할 것으로 판단되고 있으며, 따라서 MPEG-4는 새로운 기법에 의해서 표준이 정해질 것이 확실시 된다고 볼 수 있다.

MPEG-4를 실현할 수 있는 기술들로서 연구되고 있는 부호화 기법들을 살펴본다면 다음과 같다 [12,15,16,17,18,19]:

- 프랙탈 부호화(Fractal coding)기법
- "Contour/Texture" 부호화 기법
- 파형 변환 부호화(Wavelete Transform Coding) 기법
- 분할기반 부호화(Segmentation-based coding)기법
- 물체중심 분석- 합성 부호화(Object-oriented analysis-synthesis coding)기법
- 모델기반 부호화(Model-based coding) 기법
- 씨맨틱 부호화(Semantic coding) 기법

한편 MPEG-4에서는 일반적인 화상(generic image)을 모두 수용하려는데 반해, 위에 언급된 각각의 기법만으로는 이를 달성하기 어렵다고 볼 수 있

다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 위의 몇 가지 기법들을 계층적으로 통합한 그림7과 같은 계층적 부호화 방식이 연구되고 있다. 이 방식에서는 상위 계층에 보다 높은 압축률을 실현할 수 있는 기법을 적용하고 상위 계층에 적합하지 않은 화상이 입력되면 하위 계층의 부호화 기법을 적용하도록 하는 폴백 모드(fall-back mode)를 둔다.

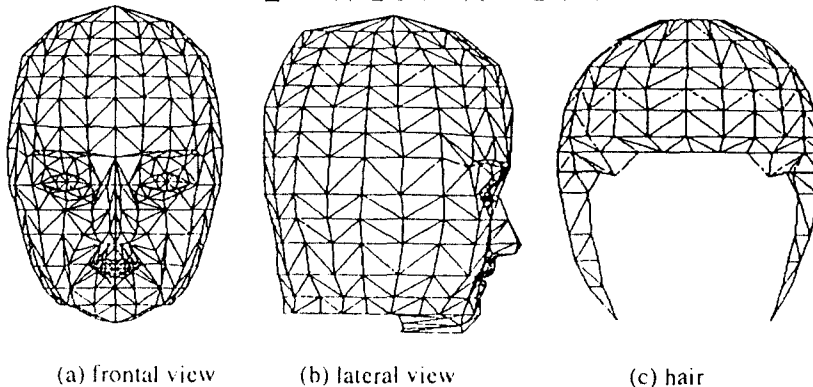
위에서 언급한 MPEG-4의 예측되는 기술 가운데 몇가지를 소개하면 다음과 같다.

#### (1) 객체 지향 동영상 부호화[17]

객체기반 압축 기법에서는, 비디오의 각 프레임 화상을 화상분석을 통하여 움직임이 없는 정적 객체(배경)와 3D(또는 2D)의 움직임 객체들로 구분한 후, 움직임 객체들의 형태, 움직임 및 칼라 정보에 관한 파라미터들을 추출하고 전송하는 기법이다. 여기서 형태라 함은 객체 영역의 개략적인 윤곽 정보를 말하며, 칼라라 함은 객체 영역 내부의 질감을 말한다. 이러한 객체기반 기법은 독일의 Hannover 공대를 중심으로 활발히 연구되고 있다.

그림8은 객체 지향 부호화기의 블록도로서 먼저 화상분석을 통하여 이전 화상의 움직임, 형태 및 칼라 파라미터들로부터 현재 화상의 움직임, 형태, 칼라 파라미터들을 추정한다. 먼저, 화상 합성, 변화 검출 및 3D 움직임 추정 등의 과정을 거쳐 현재 화상에서 배경과 움직임 객체들을 검출한다. 이 때, 흔히 움직임 객체는 하나이며 이들은 다시 몇 개의 객체 성분들로 구성되는 것으로 간주된다. 다음, 각 움직임 객체에 대해서 움직임 및 형태 정보를 전송하고, 움직임 보상을 수행하여 움직임 보상으로 보완될 수 없는 객체 내부의 영역들을 검출한다. 이들은 MF(model failure) 영역이라 하여 이들의 형태 및 칼라 파라미터들을 전송한다. 화상 합성시 사용되는 모델 객체는

그림 9. 사람얼굴의 3차원 모델의 예



추출된 움직임 객체의 2D 마스크인 실루엣(silhouette) 내에서 타원형의 깊이를 갖는 3D 철선 프레임에 질감패핑을 하여 얻게 된다. 또한 효과적인 움직임 추정을 위해서 움직임 추정은 3차원 또는 2차원 움직임 모델에 근거하여 파라미터를 산정하여 수행된다. 객체의 움직임은 그 파라미터 수에 의하여 보다 정확한 운동으로 묘사할 수가 있으나 많은 비트를 발생시킬 수가 있으므로 파라미터 수를 최적화 해야 한다. 일반적으로 3 차원 공간에서 철선의 임의 운동 모델을 고려하여 각 객체에 8 개 파라미터를 사용한다.

이와같이 객체 지향 부호화는 동화상에서 객체를 추출하고 추출된 객체의 운동을 정확하게 파라미터화함으로써 기존의 동화상 압축 방법들에 비해서 많은 압축비를 얻을 수가 있다. 그러나 구현에 따른 하드웨어의 복잡도와 비교적 단순 화상에 대해서만 적용되는 단점이 있어 앞으로 많은 연구가 필요한 영역이다.

(2) 모델기반 부호화[18]

현재 까지 동영상 부호화가 동영상내에 있는 여러 가지 종류의 중복성을 제거하기 위하여 여러 형태의 DPCM(Differential Pulse Coded Modulation), 변환 부호화를 사용한 것에 비하여 모델 기반 부호화는 사전에 준비된 모델에 대한 지식을 바탕으로 하여 입력되는 모델의 변화만을 분석하므로써 분석된 내용을 파라미터화하는 새로운 차원의 동영상 부호화 방법이다. 이러한 모델 기반 부호화는 매우 높은 압축률을 기대할 수 있을 뿐만아니라 높은 복원 화질까지 가능하지만 호화하기 전에 모델에 대한 지식을 가지고 있어야하기 때문에 일반적인 화상에 적용하기 힘들다는 것과 처리과정이 매우 복잡하다는 단점을 가진다. 따라서 화상전환나 화상회의와 같이 얼굴을 위주로 하는 응용분야에서 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

특정 사람의 얼굴을 모델링하는 과정은 사람 얼굴의 3차원적인 모델링부터 시작한다. 모든 사람의 얼굴은 비슷한 구조이므로 사람 얼굴에 대한 일반적인 3차원 모델을 준비한다. 그림9는 일반적인 사람 얼굴의 3차원 모델을 보여주고 있다.

준비된 3차원 얼굴 모델은 입력된 2차원 얼굴 화상으로부터 얼굴 크기와 윤곽선등이 조정되고 얼굴 전체 화상이 3차원 모델의 표면으로 패핑됨으로써 특정 사람의 3차원 얼굴 모델이 만들어진다.

이렇게 만들어진 3차원 모델을 동영상에 적용하면 먼저 얼굴 전체의 움직임 분석을 통하여 전체적인 얼굴의 움직임을 표현하는 움직임 파라미터를 생성하게

된다. 다음 얼굴 표정을 분석함으로써 얼굴에 나타난 여러 가지 표정을 묘사한다. 얼굴의 표정을 효과적으로 묘사하기 위해서는 사람 얼굴의 여러 가지 기본적인 움직임을 정의하고 하나의 표정에 대하여 기본적인 움직임들을 조합하므로써 원하는 표정을 표현할 수 있다. 이렇게 얼굴의 움직임과 표정을 합성할 수 있다. 단지 새롭게 나타난 부분에 대해서는 발신측에서 그 부분에 대한 정확한 정보를 제공해야 한다.

이와 같은 방법을 통하여 사람의 얼굴을 부호화할 수 있는데 이때 단지 1-4kbps정도의 비트률로 부호화할 수 있기 때문에 현재의 전화선을 이용해서도 실시간에 고품질의 화상을 전송할 수 있다. 그러나 위에서 지적인 것과 같이 발신측과 수신측 모두 사전에 모델을 가지고 있어야 하기 때문에 일반적인 화상에 적용하기는 매우 힘들다. 알고리즘의 복잡성만 극복한다면 화상 전환나 화상 회의등과 같은 제한적인 응용분야에서 효과적으로 적용할 수 있을 것으로 전망된다.

(3) 프랙탈 부호화[19]

프랙탈 화상 압축기법은 자기유사성(self-similarity)이라는 특성을 갖는 프랙탈 기하이론에 근거한 압축 기법으로, 화상내의 각 블록들을 축소변환(contractive transformation) 파라미터들로 표현함으로써 화상을 부호화 한다. 반복 축소변환에 의한 프랙탈 화상 압축이론은 Barnsley가 최초로 제안하였고, Jacquin은 이 이론에 근거하여 블록기반 프랙탈 압축기법을 제안 하였으며 현재 Jacquin의 방법은 프랙탈 압축 기법의 근간이 되고 있다.

화상을 아주 작은 단위로 나누어 보면 각 단위는 유사한 형태로 표현될 수 있다는 생각하에 공통으로 쓸 수 있는 기본 형태를 찾는다. 일정한 크기의 블럭 화상을 기본 형태로 하여 이것을 확대, 회전 등의 기하학적 변환 및 밝기 값의 스케일링등을 통하여 전체 화상 내에서 유사성(self-similarity)을 조사하여 기본 형태와 변환 정도로 전 화상을 표현할 수 있다. 이것이 프랙탈 이론의 근간이되는 축소 변환과 콜라주 정리이다. 프랙탈 부호화시 이러한 콜라주 정리에 근거하여 주어진 전송률에서 원영상과 재생 화상과의 거리를 최소화하기 위해서 원영상과 콜라주 화상과의 거리를 최소화하는 축소변환 파라미터들을 찾게 되며, 이를 수신측에 전송한다. 수신측에서는 수신된 축소변환 파라미터에 관한 정보를 가지고 미리 준비된 초기 화상에 대하여 축소 변환 파라미터들을 반복 적용하므로써 재생 화상을 얻는다.

일반적으로 프랙탈 압축 기법은 고압축율에서도 블록화 현상이 심하지 않으며, 화상의 예지나 질감의 시각적 재생 화질이 우수한 것으로 알려져 있다. 프랙탈 압축 기법에서는 부호화에서의 전영역 탐색의 부담이 대단히 크므로 이를 줄이기 위한 노력이 계속되고 있으며, 복호화에서는 반복없이 재생하는 방법들이 연구되고 있다. 프랙탈 기법을 비디오 압축에 적용할 경우, MPEG 계열의 압축 시스템에서 DCT블록 대신에 프랙탈기반 부호화기로 대체하는 방식은 그다지 성능이 좋지 않은 것으로 알려져 있으므로, 보다 효율적인 비디오 압축에의 적용 방법에 관한 연구도 계속되고 있다. 프랙탈 기법은 부호화의 실시간 처리 측면에서는 매우 불리하지만, 실시간 복호화만 요구되는 멀티미디어 온 디맨드와 같은 응용에서는 상대적으로 유리한 기법이라고 볼 수 있다.

3.2 H.261 (P×64) 동영상 회의 표준

H.261은 px64kbit/s의 속도에서의 시청각 서비스의 움직이는 화소를 위한 비디오 코딩 및 코드 해독방식을 설명한다. 625주사선과 525주사선 텔레비전 표준을 사용하는 지역 내에서의와 그 지역들 사이에서의 사용을 다루는 하나의 단일 권고를 허용하기 위하여, 소스 부호기는 공통 중간 포맷(CIF : Common Intermediate Format)에 근거한 화상에 대해 작용한다. H.261 권고안은 대략 40kbit/s와 2Mbit/s사이의 비디오 비트 속도에서 사용하는 것으로 하고 송신 비트 스트림에는 오류 수정코드를 향한 BCH가 포함된 다[5,6].

다음은 CCITT H.261의 비디오 압축과 화상 형식, 그리고 사용되는 데이터 구조등에 대하여 설명한 것이다.

3.2.1 비디오 동화상의 형식[5,6]

CCITT에 의하여 채택된 화상전화기용 비디오동화상의 형식은 CIF(Common Intermediate Format)와 QCIF(Quarter Common Intermediate Format)이다. 단위 시간당 처리 되어야 하는 프레임의 수는 최대 30000/1001로 약 30 프레임이다. 그리고 H.261의 모든 부호기는 QCIF 형식의 비디오 이미지를 부호화가 가능해야하며 CIF는 채널의 대역폭에 따라서 선택적으로 사용된다.

CCITT에 의한 비디오 코딩 알고리즘에서는 비디오 이미지를 계층적으로 나누어 처리를 한다. 가장 상위 레벨의 화면로부터 GOB(Groups of Blocks), 매크로블럭(MacroBlock), 그리고 블럭이다. 하나의 매크로블럭의 형태는 MPEG과 구조가 같다. 즉, 매크로블럭은 4개의 8×8블럭을 나타내는 블럭과 2개의 8×8의 칼라를 나타내는 블럭으로 구성된다. GOB는 3×11 매크로 블럭으로 구성되며, QCIF형식의 비디오 이미지는 3개의 GOB를, CIF는 QCIF보다 4배 많은 GOB를 갖는다. 이러한 계층적인 구조는 압축율을 높이는데 필수적이며 각각의 계층에서 어떤 방법으로 비디오 이미지를 압축 하는가는 비디오 압축 알고리즘 부분에서 자세히 다루었다.

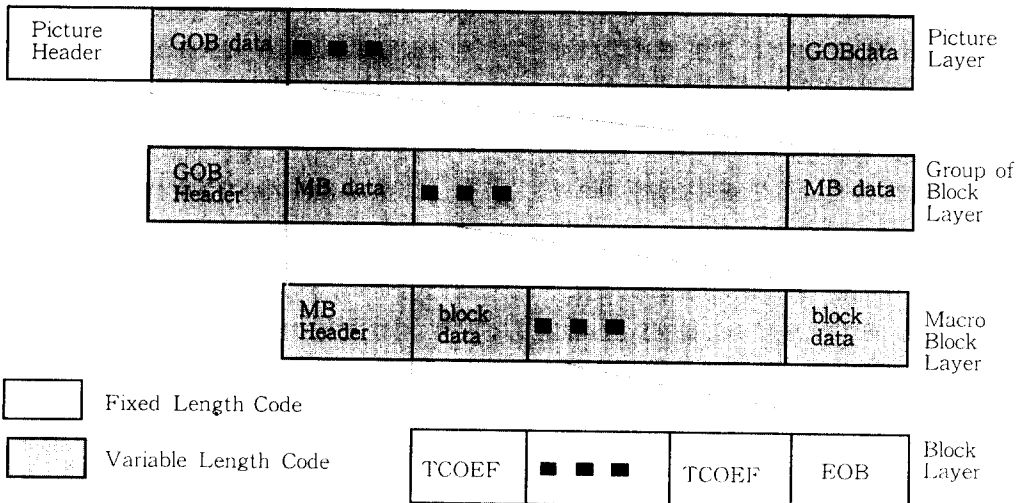


그림 10. 비디오 멀티플렉스 코드의 간단한 데이터 구조

### 3.2.2 비디오 압축 알고리즘[5,6]

비디오 코딩의 기본 목적은 비디오 이미지에 존재하는 중복성을 제거하여 적은 수의 비트로서 표현하는 것이다. H.261 시스템은 화상에 내재한 중복성을 제거하는 소스(source) 코딩부와 불안정한 전송률에 로버스트(robust)한 채널(channel) 코딩으로 나누며 부호화기 구조는 그림 4의 MPEG-2와 유사하며, 단지 화면 형태(I,B,P)에 따른 압축 방식이 다를 뿐이다. 이것은 H.261이 MPEG-2와 마찬가지로 주파수 변환을 이용한 DCT(Discrete Cosine Transform)와 움직임 추정을 하는 DPCM(Differential Pulse Code Modulation) 방법을 병용한 것이기 때문이다.

공간 중복성 제거시에는 DPCM을 하지 않으며 프레임의 각 8×8블럭은 DCT 변환 함수에 의하여 변환된 후 DCT의 계수들이 선형적인 양자화를 거친다. 양자화된 계수들은 가변 길이의 부호로 부호화 되고 비디오 멀티플렉스에 보내진다. 이때 양자화된 DCT 계수들과 기타 필요한 정보의 전송을 효율적으로 하기 위해서 가변 길이의 코딩을 위한 5개의 코드 테이블이 주어진다.

비디오 멀티플렉스의 결과는 전송을 위한 버퍼로 보내지는데 이때 전송하기 위한 정보의 양을 조절하기 위해서 양자화 스텝 길이를 조절할 수 있도록 제어 신호를 발생할 수 있다. 한편 비디오 이미지 수신측에서는 위의 코딩 과정을 역순으로 취함으로 원래의 비디오 이미지를 복원할 수 있다.

DPCM에 근간을 둔 시간 중복성 제거는 매크로 블럭단위로 움직임을 추정하여 예측을 한다.

화면 프레임은 매크로 블럭으로 나누어 움직임을 추정하는데 각각의 매크로 블럭은 이전 프레임의 이웃한 매크로 블럭과 비교하여 그 두 블럭간의 차이가 가장 작은 블럭 즉, 이전 프레임의 매크로 블럭이 현재 프레임의 매크로 블럭으로 이전되었다고 보고 이 두 블럭간의 차이가 어떤 주어진 문턱값보다 작으면 매크로 블럭을 이루는 4개의 8×8 블럭은 주파수 변환을 거치지 않고 만약 차이가 크다면 이 매크로 블럭의 차이 신호에 대하여, 각 블럭이 주파수 변환을 거쳐 코딩이 된다. 비디오 이미지의 화질을 높이기 위해서 높은 주파수의 에러 신호가 포함되면 이것을 필요시 제거하기 위해서 루프(loop) 필터를 사용하는 데 스위칭을 함으로 고주파의 신호를 제거할 수 있다. 한편 전송 버퍼에서는 공간 중복성 제거와 같이 전송매체와 버퍼의 상태에 따라 양자화 스텝을 적응적으로 조절한다.

### 3.2.3 비디오 데이터의 구조[5,6]

비디오 이미지 코딩의 표준안에 있어서 수신측에서 복호기가 원래의 이미지를 재 구성할 수 있는 데이터 구조를 정의하는 것이 매우 중요하다. 그림 10은 비디오 이미지의 4개의 계층적 구조에 대한 간단한 비트열의 구성을 보여준다. 각 화면에 대한 데이터는 화면 헤더로 시작되며 여기에는 20비트의 시작을 알리는 정보와 비디오 이미지의 형태(CIF 또는 QCIF), 시간적으로 참조한 프레임 등을 기술하며, 이어서 GOB에 대한 정보가 뒤따른다. GOB 단계에서는 위치, 양자화 레벨 등을 담고있는 GOB 헤더와 매크로 블럭에 대한 정보로 이루어진다. 매크로 블럭은 매크로 블럭의 위치를 위한 주소, 코딩의 방법, 매크로 블럭의 타입등에 관한 정보를 포함하는 헤더와 이어서 블럭에 대한 가변 정보를 포함하는 블럭 데이터로 이루어지며, 블럭 데이터 부분은 각 블럭에 대한 양자화된 DCT 변환 계수와 고정길이의 블럭의 끝을 알리는 EOB로 이루어진다.

## IV. 결 론

현재 각국에서는 통신망의 진화와 함께 초고속 통신망에서의 다양한 멀티미디어 서비스 개발을 위해 동화상 압축 부호화와 같은 핵심 기술 개발에 박차를 가하고 있으며, 국내에서도 현재 정부 주도의 초고속 통신망 사업과 관련하여 초고속 멀티미디어 서비스 개발의 일환으로 멀티미디어 통신 서비스 개발에 박차를 가하고 있다. 그 결과 기술적으로는 선진 외국들의 개발 수준과 대등한 위치까지 도달하였으며, 향후 2010년까지 광섬유 네트워크를 통하여 우리 나라 전역에 대량의 데이터와 동화상을 가정까지 전달할 계획에 있다.

이러한 멀티미디어 통신 서비스를 제공하기 위해서는 초고속 통신망 기반기술과 더불어 멀티미디어 컴퓨터 기술, 멀티미디어 서버 기술, 화상대역 압축기술 등과 같은 멀티미디어 서비스 기반기술들이 필요하며, 국내외적으로 관련 기술 확보에 심혈을 기울이고 있다. 이와 함께 기존의 ITU, ISO와 같은 국제 표준화 기구의 노력과 함께, DAVIC(Digital Audio-Visual Council), MMCF(Multi-Media Communication Forum) 등의 멀티미디어 서비스 관련 사실 표준화 기구에서는 2년안에 디지털 주문형 서비스, 화상 회의 서비스, 멀티미디어 검색 서비스등에 필요한 시스템의 구조와 데이터 처리 방식 등을 표준화할 계획이

다.

앞에서 설명한 바와 같이 이러한 멀티미디어 초고속 통신 서비스의 핵심은 바로 디지털 동영상 통신 서비스 기술이며, 이는 방송과 통신의 통합 과정에 일대 전환점을 마련하였다. 이러한 미래의 디지털 동영상 통신서비스 핵심으로 사용하게 될 기술이 바로 데이터 압축/복원 기술이며, 이 기술의 중요성을 인식한 선진 각국의 컴퓨터, 통신, 방송 사업자들은 서로의 필요성에 의해 국제적인 컨소시엄이나 국제 표준화 기구를 형성하여 공동으로 기술 개발과 투자를 하여 국제 표준규격을 제정하기에 이르렀다.

화상 부호화 관련 표준화는 맨 먼저 정지 화상 부호화를 위한 표준방식인 JPEG 방식 개발을 시작으로 화상회의 및 화상전화용의 H.261 이 완성되었으며 디지털 매체 뿐만아니라 통신, 방송용으로 이용될 수 있는 동영상 압축 방식인 MPEG 표준이 완성되었다. 특히 동영상 부호화 표준인 MPEG방식은 향후 디지털 TV, HDTV, ATM용 비디오 코덱등 다양한 분야에서 표준 방식으로 채택되어 이용되고 있다. 다음은 본고에서 기술 분석한 각 표준 기술들의 요약으로서 다음과 같다.

JPEG은 원래 ISO/TC97/SC2/WG10과 ITU-T(구 CCITT)SG8의 공동 프로젝트이다.

JPEG이 결성된 후 1987년 7월 10일까지의 흑백/칼라 화상에 대한 여러 가지 압축 방식이 제안되어 비교 검토되었는데, 재생된 화질의 평가, 하드웨어로 구성되는 부호기/복호기에 대한 성능, 압축률등을 상호 비교하여, 1988년에 최종적으로 ADCT(Adaptive Discrete Cosine Transform)을 기초로 하는 알고리즘을 채택하기로 결정하였으며, 이러한 부호화방식을 JPEG 방식이라고 하기로 결정하였다. 이후 1989년에 JPEG 부호화방식 초안을 채택하여 수정 작업을 거친 후, 1990년 12월에 CD(Committee Draft)초안이 완성되었으며, 최종적으로 1992년 국제표준으로 JPEG알고리즘이 확정되었다. JPEG는 현재 비디오 시퀀스의 압축(MJPEG:Motion JPEG)에도 이용되고 있다.

MPEG-1은 약 1.5 Mb/s의 속도로 데이터를 읽고 쓰는 방식으로 CD, DAT, magnetic hard disc 등에 저장해 표현할 수 있는 정보의 양을 늘리고자 하는 것으로 현재 많은 Karaoke 시스템, CD-Vision, CD-FMV(Full Motion Video)등에 사용되고 있다. MPEG-1의 비디오 그룹은 순차주사(Progressive scan) 형태의 SIF(Source Input Format:최대 360×288) format의 칼라 동화상(Yuv 4:2:0 구조)에 대해

서 비디오 신호만 1.15 Mbps 이하로 압축하는 표준화 방식을 개발하였는데 주요 핵심 기술로는 이전 프레임(frame)과 현재 프레임의 차를 이용하여 움직임을 측정하고 이를 보상해주는 ME/MC(Motion Estimation/Motion Compensation) 기법과 유효 데이터를 최소화하기 위한 변환 부호화인 DCT의 적용이라고 볼 수 있다.

MPEG-2는 현재 응용 분야가 텔레비전 방송, HDTV(High Definition Television), 디지털 오디오 방송(DAB), 외의 CATV(Cable TV Distribution), CDAD(Cable Digital Audio Distribution), ENG(Electronic News Gathering), IPC(Interpersonal Communication), ISM(Interactive Storage Media), NDB(Network Database Service), DSM(Digital Storage Media), EC(Electronic Cinema), HTT(Home Television Theatre), ISDN(Intergrated Services Digital Network) 등과 같이 다양한 응용분야를 갖는 것으로 특히 방송 및 이기종간의 정보교환 및 활용에 적합하도록 설계되어 있다. MPEG-2는 MPEG-1을 개량한 기술이기 때문에 MPEG-1과 특별히 다른 부분은 없지만 각각의 동작부에서 최적의 기법들이 도입되고 있다.

MPEG-2는 1989년에 시작하여 1994년에 IS가 될 정도로 오랜 세월동안 전세계 전문가들에 의해 다듬어져 왔기 때문에 상당히 고도의 기술로 앞으로의 다양한 응용분야에서 여러 가지 제품에 채택될 것으로 생각한다.

MPEG-4의 응용분야는 Videophone, Videoconferencing, Tele-commuting, Mobile secure personal audiovisual terminal, Distance Learning, Interactive Health Services, Games with Live Video, Multimedia Database Retrieval, Multimedia Database Access, Multimedia Messaging, Multimedia Broadcasting, Games, Internet, Video, Remote Monitoring and Control, News gathering, Traffic Management, High Mobility Remote Monitoring, command and Control Multimedia 등으로 ISDN, PSTN등과 같은 저전송의 공중망이나, LAN, InterNet등과 같은 컴퓨터 네트워크를 통한 동화상의 전송 및 서비스에 관련된 표준을 확정하는 것으로 아직은 구체적인 방향이 확정되진 않았지만 미래 디지털 오디오/비디오 응용기기의 핵심기술로 부각될 것이다. 현재 초점이 되고 있는 MPEG-4 표준화 작업은 4.8kbps에서 약 64kbps까지의 비트율로 오디오-비디오 데이터를 전송하기 위한 부호화 기술을 정하려는 것으로 현재 표준 제정

작업이 시작된 상태이다. MPEG-4는 블록(Block) 중심의 부호화를 수행하도록 했던 지금까지의 표준들(예를 들어 H.261, MPEG-1, MPEG-2)과는 달리 화상의 내용을 고려하는(content-based) 부호화 방식이 될 것으로 예상되며, MPEG-4는 향후 저가격(low-cost), 고성능 기술(high-performance technology)이 실현되므로써 제공될 여러 가지 가능성들과 현재 급속히 팽창되고 있는 멀티미디어 데이터베이스(multimedia database)들의 등장을 인식하여 하나의 유연한 틀을 제공할 것이다. 또한 새로운 기능(functionality)은 물론 기존의 H.261, JPEG, MPEG-1, MPEG-2 등의 기능들 모두를 지원하는 공개된 도구군(an open set of tools)을 제공하게 될 것이다. MPEG-4의 접근 방식은 기존의 틀을 벗어난 방식으로 보다 편리하게 관련 통신 서비스 도구(tool)들을 다운로드(downloading)하므로써 사용될 수 있다는 점에서 특히 획기적이라 할 수 있다.

H.261은 ISDN을 기본으로한 px64Kbps(p:1~20)가 화상 통신 표준으로 이에대한 작업은 ITU-T SG15 산하의 화상전화 전문가그룹이 담당했으며, ITU-T 권고안 H.261 "Video codec for Audio-Visual Services at px64Kbps"가 발표되었으며, 이 작업은 150msec이하의 지연을 갖는 실시간 부호화/복호화 시스템에 초점을 맞추었다. H.261은 약 64Kbps 정도의 낮은 비트율에서 동작되어야하는 제한성 때문에, 부가 정보의 조건은 매우 엄격히 취급되었다. MPEG 위원회에 의하여 H.261 표준은 동화상 표준으로 매우 우수하다고 평가되었고, 단지 화질만 1.5Mbps 이하에서 최적화가 되도록 개선함으로써 제한된 대역폭을 갖는 저장 매체에서의 저장 방식으로 사용될 수 있도록 보완되었다.

H.261(px64) 비디오 코딩 표준은 이동보상 기법(ME/MC)과 변환 부호화 기법(DCT)을 적용 하였으며 ISDN을 주요 대상으로 하고 있다. ISDN 에서 두개의 B채널(또는 일부)이 오디오와 비디오를 전송하기 위해 사용될 수 있다. 이것은 B채널을 통해 연결된 두 사용자가 비디오 신호를 위한 동일한 코덱(codec)을 사용할 경우에 한한다. ISDN의 경우 사용자가 응용 프로그램에서 두개의 B채널과 한개의 D채널을 사용할 수 있다.

이상에서 설명된 바와 같이 각 동화상 압축/복원 표준들은 네트워크 특성과 서비스 형태에 적합하게 기술 규격이 제정되었으며, 앞으로 초고속 통신망 사업과 연계하여 멀티미디어 서비스로의 응용 범위가

점점 다양해 지고 있다.

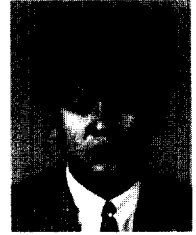
끝으로 지금까지 완성된 영상 분야의 표준화 활동을 돌아켜 보면, JPEG, H.261, MPEG-1, MPEG-2 등의 표준화활동에 대한 국내의 참여가 매우 미진하였으며, 이는 표준이 곧 사업 적용이라는 인식을 간과한 결과라 할 것이다. 따라서 현재 표준화가 진행되고 있는 MPEG-4 및 그 이후의 표준화 활동에 대해서는 효과적으로 대응할 수 있도록 신기술에 대한 과감한 투자와 적극적인 대응 자세가 중요하며, 향후 축적된 기술을 바탕으로 기술 선진화를 이룩해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. A. K. Jain, "Fundamentals of digital image processing," Prentice Hall, 1989.
2. 박영덕, "초고속통신망의 단말 기술 전략", 초고속 정보통신망 기반구축 사례, 계획 및 전망 특집, 통신학회지, 제12권 제12호, pp.103-113, 1995년 12월.
3. Didier Le Gall, "MPEG : A video compression standard for multimedia applications," Commun. ACM, Vol. 34, No.4, pp.47-58, April 1991.
4. JPEG digital compression and coding of continuous still image, Draft ISO 10918, 1991.
5. Liou, M. L., "Overview of the px64 Kbps video coding standard," Commun. ACM, Vol.34, No. 4, pp.60-63, April 1991.
6. Video codec for audio visual services at px64 Kbits/s, CCITT Rec. H.261, 1990.
7. ISO/IEC 11172-1, 2, 3 (1993) "Information technology-Coding of moving picture and associated audio for digital storage media at up to about 1,544 Mbits/s"
8. ISO/IEC 13818-1, 2, 3 (1994) "Information technology-Coding of moving picture and associated audio" MPEG-2 Draft International Standard.
9. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG-4 Requirements Document, MPEG94, July 1994.
10. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG-4 Functionalities, 1994.
11. 남재열, 하영호, "디지털 영상 표준화 및 서비스 개요", 디지털 영상 서비스 특집, 통신학회지, 제22권 제7호, pp.29-42, 1995년 7월.



12. 문주희, "MPEG-4 표준화 현황 및 영상 부호화 기술 동향", 전자공학회지, 제22권 제1호, pp.56-65, 1995년 4월.
13. 이부호, "영상 관련 국제표준화 동향", 디지털 영상 표준화 및 서비스 개요, 디지털 영상 서비스 특집, 통신학회지, 제22권 제7호, pp.7-22, 1995년 7월.
14. 권주한, 임영석, 정제창, "MPEG Video 표준 해설," 디지털 영상 서비스 특집, 통신학회지, 제 22권 제7호, pp.37-49, 1995년 7월.
15. A. E. Jacquin, "Fractal image coding : A review", Proc. IEEE, vol.81, No. 10, Oct. 1993.
16. T. Kogure, S. M. Shen, S.J.Huang, and S.T.Chong, "A very bitrate coding demonstration by hybrid wavelet/DCT scheme," in MPEG-4 Seminar Proceedings, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG94/277, Jul. 1994.
17. J. Ostermann and P. Gerken, "Object-oriented analysis/synthesis coding based on source models of moving 2D-and 3D-objects," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG93/710, Jul. 1993.
18. K.Aizawa and H. Harashima, "Model based image coding," SPIE/IS&T's Electronic Imaging, vol.4, no.1, pp.1-2, Jan. 1994.
19. K. Aizawa, "Model based coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG93/728, Jul. 1993.



전 준 현

- 1984년 2월 : 동국대학교 전자공학과 학사
- 1986년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
- 1991년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
- 1991년 9월 ~ 현재 : 한국통신연구개발본부 멀티미디어연구소(선임연구원)