

디지털 영상기술 동향

한국전자통신연구소 안치득*

● 목	차 ●
1. 서 론	4.3 엔트로피 부호화
2. 디지털 영상기술의 발전 및 특징	4.4 MPEG-2 영상 압축 기술의 특징
2.1 디지털 영상기술 발전	5. 최근의 영상기술 동향
2.2 디지털 영상기술의 특징	5.1 배경
3. 디지털 영상기술 응용	5.2 내용 기반 부호화 개념
4. MPEG-2 영상기술 개요	5.3 요구기능
4.1 시간 중복성 감축	6. 결 론
4.2 공간 중복성 감축	

1. 서 론

다가올 정보 사회에서는 여러 가지 형태의 디지털화된 서비스들, 즉 디지털 멀티미디어 서비스가 정보 통신망을 통하여 유기적으로 결합되어 거의 모든 우리의 일상 생활에 이용될 것이다. 지금까지 서로 다른 영역으로 나뉘어져 있던 통신, 방송 및 컴퓨터 산업들 사이의 경계가 점차 허물어지고 서로가 융합되어 복잡적이고 다양한 서비스들이 등장하고 있다. 동영상, 음향 및 통신 기능이 컴퓨터에 추가되고, 통신망이나 컴퓨터망에 의하여 방송은 양방향성을 지향하고 있으며, 또한 무선 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 날로 증가하고 있다. 디지털 영상기술은 멀티미디어 서비스의 근간이 되며, 현재 디지털 영상기술에 기초한 멀티미디어 응용 서비스 개발이 전세계적으로 이루어지고 있다.

정보사회에서는 원하는 정보를 언제, 어디서나, 누구와도 주고 받을 수 있으며, 이에 더하여 사용자가 원하는 다루기 편한 형태로 모든 정보를 쉽게 가공할 수 있어야 한다. 이러한

다양한 요구 조건을 만족시키기 위하여는 지금까지 주로 연구되었던 영상의 방대한 데이터량을 줄이기 위한 압축 기술 위주의 기술 개발이 외에 새로운 방향의 영상기술이 개발되어야 한다. 본 고에서는 근래의 영상기술의 동향을 알아보고 향후 발전 방향을 살펴보고자 한다.

2. 디지털 영상기술의 발전 및 특징

2.1 디지털 영상기술 발전

디지털 영상 기술에 대한 연구는 다루고자 하는 데이터 양이 방대하기 때문에 한동안 이론적으로만 취급되어 오다가, 1980년대 초반에 통신망의 디지털화와 디지털 신호처리 기술의 발전과 더불어 흑백 팩스나 정지영상에 대한 연구로 부터 본격적으로 시작되었다. 과거의 디지털 영상기술 발전 과정을 살펴보면 국제표준화와 밀접히 관련되어 있다는 것을 알 수 있다[1]. 그 이유는 영상 서비스가 효과적으로 이루어지기 위해서는 가입자 단말기의 가격은 물론 단말기 사이의 국제간 호환성 및 기존 서비스와의 상호 연동성이 아주 중요한데, 이를 동시에 만족시키기 위하여는 필요한 기술

*비회원

의 국제 표준화가 필수적이기 때문이다. 즉, 기술발전은 서비스 요구에 의하여 이루어지며, 특정 서비스에서 필요로 하는 기술발전은 국제 표준화에 의하여 가속되기 때문이다. 과거와는 달리 오늘날의 국제표준화는 기존에 존재하는 여러 방식을 위주로 하는 것이 아니라 표준화 작업 과정에서 문제 부분을 발굴하여 새로운 방식을 창조하는 작업이며, 국제표준화의 개념이 선의의 경쟁과 협력을 기본 정신으로 적절한 시기에 적합한 표준을 공급할 수 있도록 하는 신속한 작업으로 바뀌었다.

디지털 영상기술이 오늘날 광범위한 영상서비스에 성공적으로 이용되고 있는 주된 이유는 디지털 영상 정보의 압축과 전송을 위한 표현 방식과 응용 분야에 따라 반드시 필요로 하는 기술을 서로 분리하여 여러 서비스에 공통적으로 사용될 수 있는 디지털 영상 데이터 표현 방식만을 표준화했기 때문이다. 이렇게 함으로써 다양한 전달 매체간에 부호화된 영상 데이터 교환과 같은 상호 연동성이 최대화되도록 하였으며, 특정 응용 분야만을 목표로 하기 보다는 여러 응용 분야에 사용될 수 있도록 하였다. 또한, 향후 영상압축을 위한 부호화 성능의 향상에 따른 서비스 품질의 향상과 다량의 수요가 있는 영상복원용 복호화 하드웨어 구현 비용을 절감하는 동시에 관련 산업 기술의 발전이 독립적으로 이루어 질 수 있도록 하였다.

초기의 영상기술은 주로 의료용 정지영상이나 위성으로 부터 전송된 위성사진에 대한 화질향상(enhancement)이나, 촬영시의 카메라 움직임 보정 등을 통한 영상복원(restoration) 기술을 중심으로 발달하였다. 그러나, 영상정보를 원격지 사이에서 상호 교환하거나 또는 팩스등을 이용한 영상통신의 요구가 증대되면서 흑백 정지영상의 압축/복원으로 부터 시작된 디지털 영상기술은 컬러 정지영상 부호화로 부터 효율적인 TV 동영상(video) 부호화 까지 발전하였다. 정지영상을 원격지로 전송하기 위한 팩스장치는 1980년대 초에 G3 및 G4 팩스장치에 대한 영상부호화 국제표준이 완성되면서 널리 이용되기 시작하였다. 이후 여러 영상서비스를 위한 국제표준이 채택되었으며(예, 흑백 및 컬러 팩스, 정지영상 카메라, 영상전화

및 영상회의, 디지털TV 방송 프로그램 제작 및 전송, 고선명TV 등), 이와 더불어 영상기술의 급격한 발전이 이루어졌다. 참고로 영상서비스와 관련되어 현재까지 국제표준화 기구에서 채택된 표준을 정리하면 다음 표 1과 같다.

2.2 디지털 영상기술의 특징

디지털 기술의 장점은 아날로그 기술에 비하여 상대적으로 좋은 성능과 한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있다는 점이다. 그러나 영상 신호의 경우 방대한 데이터량으로 인하여 단순한 디지털화로는 실질적인 이득을 얻을 수 없으며, 부호화에 의한 데이터 대역 압축 및 복원이 필수적이다. 예를 들어, 기존 TV 영상을 디지털 데이터로 표현할 경우 216M 비트/초의 데이터량을 가지며 고선명 TV의 경우에는 약 1.2G 비트/초의 데이터량을 갖는다. 디지털 영상기술의 요체는 방대한 양의 디지털 영상 데이터로부터 실제 서비스에 꼭 필요한 데이터만을 추출하여 저장시의 비용을 줄이거나 또는 기존 서비스에서 필요로 하는 전송대역보다 작은 대역으로 필요한 영상신호의 전송을 가능하게 하는 것이다[2]. 영상신호는 서로 완전히 독립된 불규칙한 신호들로 이루어진 것이 아니라 시공간상으로 신호들 사이의 상호 연관성이 매우 크다. 이러한 상호 연관성을 이용하여 영상 신호의 데이터양을 감소시키더라도 사람이 감지하기 어렵거나 또는 적어도 사람에게 저슬리게 느껴지지 않는다. 따라서, 영상 압축시에 인간의 지각 특성을 이용하여 불필요한 정보를 버리게 되며(손실부호화), 원영상과 부호화된 영상간의 정확한 일치 보다는 좋은 주관적인 화질을 얻는 것이 더욱 중요하다.

디지털 영상압축 기술은 주로 DCT(Discrete Cosine Transform)나 wavelet에 의한 변환부호화, 벡터양자화, 대역분할 부호화, 예측부호화 등 파형부호화와 허프만부호화 등의 엔트로피 부호화에 의하여 주도되어 왔으며[3], 최근에는 프랙털 부호화나 분할기반, 객체기반, 모델기반 부호화등의 차세대 부호화 기법들이 주로 연구되고 있다[4]. 현재까지 개발된 디지털 영상압축 기술들은 정지영상의 정

표 1 멀티미디어 부호화에 대한 국제표준[1]

항 목	국제표준종별	표준번호	내 용	성립 시기
음 성	ITU-T 권고	G.711	μ /A 법칙, 3.4kHz 대역 64kbps 부호화	1972
		J.41	15kHz 대역 384kbps 부호화	1984
		G.721	3.4kHz 대역 32kbps 부호화	1988
		G.722	7kHz 대역 48/56/64kbps 부호화	1988
		G.728	3.4kHz 대역 16kbps 부호화	1992
	ISO/IEC 표준	11172-3(MPEG-1)	20kHz 대역 스테레오 음향신호부호화	1992
		13818-3(MPEG-2)	저표본화주파수와 함께 멀티채널 음향신호 부호화	1994
영 상	ITU-T 권고	H.261	px 64kbps 오디오 비주얼 통신용 영상부호화	1990
		H.262*	고품질영상 범용부호화	1995
	ITU-R 권고	BT.601-3	디지털 TV 부호화 파라미터	1982
		CMTT.721-2	140Mbps 소재 전송품질용 성분별(component) 부호화	1993
		CMTT.723-1	34~45Mbps 소재 전송품질용 성분별(component)부호화	1993
	ISO/IEC 표준	11172-2(MPEG-1)	1.5 Mbps까지의 저장 미디어용 영상부호화	1992
		13818-2(MPEG-2)*	고품질영상 범용부호화	1994
정지화	ITU-T 권고	T.81**	정지화부호화	1992
		T.82***	이치영상부호화	1993
	ISO/IEC 표준	10918-1(JPEG)**	color 정지화부호화	1992
		11544-1(JBIG)***	이진영상부호화	1993
텔레마 텍스	ITU-T 권고	T.4	G3팩시밀리 장치(부호화방식을 포함)	1980
		T.6	G4 팩시밀리 장치 부호화방식과 부호화세이기능	1984
		T.101	비디오 디스크를 위한 국제교환용 데이터 신택스	1984
		T.150	텔레라이팅 단말장치(부호화방식을 포함)	1988
멀티미 디어 다중	ITU-T 권고	H.221	오디오 비주얼 통신용 다중화	1990
		H.222.0+	범용 멀티미디어 다중·동기	1995
	ISO/IEC 표준	11172-1 (MPEG-1)	1.5Mbps까지의 저장 미디어용 멀티미디어 다중·동기	1992
		13818-1+ (MPEG-2)	범용 멀티미디어 다중·동기	1994
멀티미 디어/ 하이피 미디어	ISO/IEC 표준	13522-1 (MHEG)	멀티미디어 및 하이피미디어 정보객체의 부호화	1995

주 : *, **, ***, +은 각각 ITU-T와 ISO/IEC의 공통 텍스트에 의한 국제표준임.

우는 주로 공간상에서의 중복성을 제거하기 위한 DCT 등을 이용한 변환부호화를 기반으로 하고 있으며, 동영상의 경우는 DCT와 더불어 화면간 물체들의 움직임 보상(motion compensation)을 이용한 예측부호화를 기반으로 하고 있다. 동영상 압축이 정지영상의 경우와 다른 점은 시간축 상에서 인접한 영상 화면 사이의 상호 연관성을 이용하여 압축 효율을 크게 높일 수 있다는 점이다. DCT나 예측부호화 방식이 주로 이용되는 이유는 처리속도, 압축 성능 및 하드웨어 복잡도 등에서 최적화가 상당히 실현되어 실시간 상용 칩들이 개발되었기 때문이다. 이외에 엔트로피 부호화, 대역분할 부호화, 벡터양자화 방법 등이 복합적으로 사용된다.

정지영상의 경우와는 달리 동영상 부호화의 경우에는 이에 수반하는 오디오 부호화를 반드시 포함한다. 또한 동영상 부호화를 위하여는 부호화된 오디오 신호 데이터를 함께 저장하거나 전송하기에 적합하도록 다중화하는 기술이 포함된다. 예를 들어, 오늘날 동영상 압축 표준의 대표격인 MPEG(Moving Picture Experts Group)-1 및 MPEG-2 표준은 시스템부, 비디오부, 오디오부 등으로 구성되어 있다. MPEG 비디오부와 MPEG 오디오부에서는 각각 영상 신호와 음향신호의 부호화 방식을 규정하며, MPEG 시스템부에서는 압축 부호화된 영상과 음향 신호 및 부가 데이터를 단일 비트열(bit stream)로 표현하기 위한 다중화 동작과 역다중화 동작을 규정한다. 또한, 시스템부에서는 부호화기와 복호화기가 상호 동기되어 동작되도록 하기위한 시간 정보 구성 방법과 함께 신호들이 서로 동기되어 재생될 수 있도록 하는 방법에 대한 규정도 포함한다.

한편 응용서비스에 따라 영상부호화 방법이 약간씩 달라지게 된다. 참고로, MPEG-1 표준이 디지털 동영상 및 부수된 음악의 디지털 저장(digital storage)만을 목적으로 하지만, MPEG-2 표준은 여러 응용분야를 고려하여 다양한 부가 기능들을 지원한다. 예를 들면, 오디오/비디오의 계층화, 부/복호화 지연, 저장/전송시의 잡음에 의한 에러 대책, 다른 방식과의 순방향 호환성, 랜덤 액세스 및 채널 변경, 앞

으로/뒤로가기/정지/빨리가기 등의 특수 효과, 서라운드 오디오를 위한 다채널 음향 및 다국어 음성 수용, 여러 프로그램의 다중화, 압축화, 편집기능, ATM 전송과 같은 가변 데이터를 처리등을 지원하도록 되어있다. 또한 논리적으로 에매함을 방지함으로써 복호화 과정을 쉽게 하기 위하여 비트 스트림에서 구성 정보들을(entities)을 차별화하기 위하여 계층구조를 취하고 있다. 예를 들어, MPEG-2 비디오 비트 스트림은 6개의 계층을 가지며, 각각의 계층은 신호처리 기능(DCT, MC) 또는 논리적 기능(재동기, 랜덤 액세스점) 등의 한정적인 기능을 지원한다.

3. 디지털 영상기술 응용

본격적인 디지털 영상서비스는 캠코더, VTR, 비디오 CD 등의 저장, 분배로 부터 시작되어, 대화형 CD(CD-I; CD-Interactive), 대화형 비디오(DVI; Digital Video Interactive), 비디오 게임 등의 CD-ROM을 대체로한 제한된 대화형 서비스로 발전되어 왔다. 최근에는 디지털 영상정보의 저장 및 분배 매체로서 약 2시간 정도의 영화를 압축(영화를 구성하는 영상 및 음향 신호를 독립적으로 디지털화 하여 처리)하여 저장할 수 있는 DVD(Digital Video Disc)가 각광을 받고 있다. 영상을 이용한 멀티미디어 응용 서비스는 ISDN, B-ISDN, LAN과 같은 디지털 통신 채널뿐 아니라, 위성, 케이블, 지상파에 의한 디지털 방송 매체 등을 그 응용 대상으로 삼고 있으므로 컴퓨터 멀티미디어 응용, 멀티미디어 통신 서비스, 고선명TV(HDTV)를 포함한 디지털 TV(DTV) 방송 등도 이에 해당한다. 또한 여러 전달 매체들이 복합적으로 결합된 VOD(Video On Demand), VDT(Video Dial Tone), 재택 구매(Home Shopping), 대화형 TV(Interactive TV), 그리고 영화 및 원거리 영상 감시 등도 포함한다. 카메라를 통하거나 또는 미리 기록된 자료들을 편집함으로써, 비디오 정보를 만들어내는 응용으로는 재생만의(playback-only) 응용을 위한 전자출판 및 영상 자료생성, 영상 전자우편, 영상전화나 영상회의 같은 대

화형 대면 통신 이용등이 있다[5].

특히 MPEG-2 응용 분야로는 고선명TV를 포함한 방송국간의 프로그램 교환, 오락을 위한 게임이나 가라오케 등을 포함하고 있으며, 가장 수요가 많은 기존 NTSC, PAL, SECAM 등의 아날로그 TV를 대체할 DTV 방송 응용 서비스에도 이용할 수 있다. 세계 각국이 디지털 CATV나 광CATV, 그리고 고선명TV 서비스 개발에 필수적인 규격 개발, 동영상처리를 위한 핵심 ASIC(Application Specific Integrated Circuit : 전용 반도체 칩) 개발 및 시스템 개발에 몰두하고 있다. 현재 MPEG-2 부호화된 신호를 실시간으로 복원할 수 있도록 해주는 전용 칩들이 많이 개발되어 있다. 동영상 신호를 실시간으로 압축하기위한 MPEG-2 인코더 칩 및 시스템은 현재 그 수요가 디코더 시스템에 비하여 적기 때문에 일부의 선진 기업이나 연구소에서 개발이 진행되고 있으며, 개발 완료시기도 디코더의 경우보다 상대적으로 늦다. 그러나, 본격적인 양방향 영상 통신 서비스가 제공되는 시점에서는 인코더 관련 기술이 관건이 될 것이다. 특정 서비스 응용을 위한 표준화는 DAVIC(Digital Audio Visual Council)[6], IETF(International Ethernet Task Force), MMCF(Multi-Media Communications Forum) 등의 국제 민간 표준화 단체를 중심으로 활발히 진행되고 있다. 특히 현재 가장 활발한 활동을 벌이고 있는 DAVIC은 디지털 영상 응용 및 서비스를 위하여 프로그램 공급자와 수신자 측을 모두 포함하여 필요로 하는 시스템의 접속, 프로토콜, 구조등을 표준화하고 있다[6].

현재 디지털 영상 서비스 분야중 전 세계적으로 산업 경제적 파급 효과가 가장 큰 분야는 방송 서비스로서 미국, 유럽, 일본, 한국 등에서 디지털 방송 서비스 도입을 위하여 노력하고 있다. 미국의 경우 1994년 말부터 MPEG-2 표준의 디코더 셋탑 박스를 이용한 위성 DTV 직접 방송이 상용 서비스 중이다. 또한 미국은 CATV나 기존 지상파 방송을 위한 기술 개발을 추진하고 있으며, 이를 위하여 1995년 말 ATV(Advanced TV; 미국의 디지털 TV 방송 표준으로 고선명TV를 포함) 표준을

완성하고 금년 아틀란타 올림픽에서 기술적 검증을 위한 전송실험을 준비하고 있다. 국내에서는 1996년 하반기부터 무궁화 위성을 이용한 DTV 직접위성방송 서비스를 실시할 예정이다. 디지털 방송 서비스는 기존의 CATV망이나 인터넷 등의 정보통신망과 결합하여 VOD, VDT 등으로 발전하고 있으며, 가까운 장래에 멀티미디어의 꽃이라는 대화형 TV로 발전할 것이다.

특정 서비스에의 응용을 위한 규격, 반도체 전용 칩, 시스템 개발이 활발하게 이루어 지는 것과 함께 최근에는 멀티미디어 컴퓨터를 중심으로 범용 프로세서를 이용하여 소프트웨어만으로 디지털 영상 응용이나 서비스를 제공하고 자 하는 노력이 있다. 그러나, 현재의 기술로는 하드웨어의 도움이 없이 완벽한 동영상 응용 서비스를 구현하는 데에 한계가 있으므로, 초고속의 범용 DSP(Digital Signal Processor)를 이용하거나, 전용의 영상 신호처리 프로세서(VDSP : Video DSP)를 개발하고자 많은 연구 투자가 이루어지고 있다.

4. MPEG-2 영상기술 개요[7]

본장에서는 1994년 말에 국제표준으로 완성되어 지금까지의 영상 부호화 기술의 결정판이라 할 수 있는 MPEG-2 동영상 기술에 대한 개념을 살펴봄으로써 현재의 영상 기술의 수준을 가능하고 향후의 영상 기술 발전을 위하여 필요한 연구 분야가 어떠한 것인지 살펴보고자 한다. MPEG-2 영상 압축은 크게 세 가지의 기본적인 압축 기법을 바탕으로 한다. 첫째로, 동영상의 연속하는 두 개 이상의 화면 사이에 존재하는 영상간의 유사성(시간 중복성)을 줄이기 위하여 화면을 일정한 크기의 정방형 블럭 단위로 나눈 다음 블럭별로 전후 화면 사이의 상대적인 움직임 추정(motion estimation)하고, 추정된 움직임에 따라 각 블럭의 위치를 보상(motion compensation)하여 화면간 차이만(예측 오차)을 먼저 구한다. 둘째로는, 앞에서 구한 예측 오차에 존재하는 유사성이나, 또는 예측 오차를 구하지 않은 경우에는 부호화할 화면내에 존재하는 인접한 블럭들 간

의 유사성(공간 중복성)을 줄이기 위해서 DCT 변환 및 양자화에 의한 부호화가 이루어진다. 마지막으로, 앞의 두 가지 기본적인 압축 방법에 의하여 얻어진 데이터들의 발생 확률에 따라 엔트로피 부호화 방법을 적용함으로써 최종적으로 압축 효율을 극대화시킨다.

MPEG-2 영상 압축 기술은 다루려는 영상에 대한 임의 접근(random access) 및 움직임 보상에 의한 압축의 중요성을 고려하여, Intra 영상(I-영상), Predicted 영상(P-영상; 순방향 예측 또는 움직임 보상 예측), 그리고 Interpolated 영상(B-영상; 양방향 예측 또는 움직임 보상 보간)의 세 가지 영상 형태를 이용하고 있다. I-영상은 임의 접근을 위한 접근점을 제공하나 변환부호화에만 의존하므로 압축률은 높지 않다(정지영상 부호화의 경우와 동일). P-영상은 이전 영상(I 또는 P)을 기준 영상으로 하여 순방향 움직임 추정 및 보상에 의하여 압축되므로 I-영상에 비하여 압축율이 더 좋다. B-영상은 가장 높은 압축을 제공하나 예측을 위해서 이전 영상 및 다음 영상이 기준 영상으로 필요하다.

앞에서 언급된 움직임 정보 및 양자화된 DCT 변환계수에 의한 영상 압축 방법은 기본적으로 연속되는 두 개 이상의 화면간이나 또는 한 화면내의 영상 사이에 존재하는 유사성을 줄이기 위한 손실 부호화이다. 따라서, 압축을 위하여 어느 정도의 유사성이 배제되어야 하는가, 즉, 압축을 어느 정도 해야 하는가는 주어진 영상 압축 기술이 사용되는 용도에 따라 이용자에 의하여 판단되어야 한다. MPEG-2 영상 압축 방법에 대한 개념도를 그림 1에 보였다. 그

림 1에서 점선안에 표시된 부분이 복호기에서 원래의 영상을 복원하기 위하여 필요로 하는 기능을 표시하고 있다. 복호기에서 복원된 영상은 그림 1의 움직임 보상 예측기(motion compensated predictor)의 출력과 같다.

4.1 시간 중복성 감축

움직임 보상은 국부적으로 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 추정 및 보상이 이용될 경우 공간 위치 벡터로서 표현되는 움직임 정보가 예측오차에 대한 DCT 변환계수 정보와 함께 전송되며, 움직임 정보는 수신측의 복호기에서 영상을 복구하는데 이용된다. 움직임 정보는 부호화 효율을 높이기 위하여 가변 길이 부호화(variable-length coding, VLC)된다. 움직임 추정은 영상 시퀀스로부터 움직임 벡터를 추출하기 위해서 통상 블록 정합 기법(block matching algorithm, BMA) 등이 이용된다. 움직임 보상 보간(양방향 예측)은 보간 부호화에 의한 높은 압축률을 얻을 수 있는 장점뿐만 아니라 아래와 같은 장점들이 있다.

- 미래 기준 영상을 이용함으로써 현재 부호화되는 화면의 비노출 영역(uncovered area)을 잘 처리할 수 있다.
- 과거 및 미래 기준 영상을 평균함으로써 잡음의 영향을 줄일 수 있으며, 더 많은 정보들을 이용할 수 있기 때문에 더욱 좋은 통계적 특성을 갖는다.
- 예측과 부호화를 분리할 수 있으므로, 움직임 예측 및 보상에 의한 오류가 전파되지 않는다.

4.2 공간 중복성 감축

4.2.1 DCT 변환

정지영상이나 예측 오차 신호들은 매우 높은 공간 중복성을 갖고 있다. 중복성 감소를 위해 사용할 수 있는 기법들은 많이 있으나, 움직임 추정 및 보상 과정이 블록을 단위로하여 수행되므로 블록 기본의 변환 알고리즘이 선호된

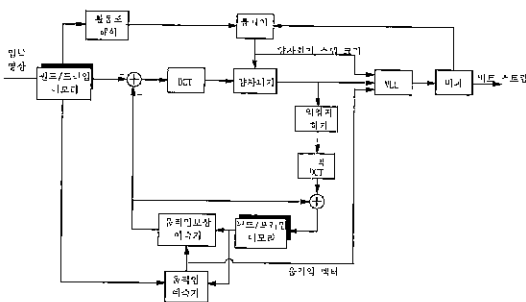


그림 1 MPEG-2 부호화 개념도

다. MPEG-2에서는 시각적 특성이 고려된 스칼라 양자화 및 줄길이 부호화(run length coding)가 결합된 블럭 기반의 DCT를 이용한 변환 부호화 기법이 사용된다. DCT는 고속 알고리즘을 갖는 직교변환(orthogonal transform)으로 최적에 가까운 성능을 주며, DCT 기본함수는 인간 시각 특성 기준의 효과적인 이용을 용이하게 해주는 장점이 있다. DCT를 이용한 압축 순서는 먼저 영상 블럭별로 DCT를 수행하여 변환계수를 계산하고, 변환계수들을 양자화한 다음 양자화된 계수들을 줄길이 부호화하는 순서로 진행된다.

4.2.2 양자화

양자화와 엔트로피 부호화(줄길이 부호화를 주로 이용)의 결합으로 대부분 필요로 하는 압축율을 얻을 수 있기 때문에, DCT 계수들의 양자화는 매우 중요한 과정이다. 또한 DCT 변환계수에 대한 양자화 정도를 조절하므로써 부호기는 주어진 출력 비트율을 만족시킬 수 있다. 영상의 모든 공간 정보들이 인간의 시각특성에 의해서 똑같이 인식되지는 않으며, 따라서 어떤 블럭들은 다른 블럭들보다 더욱 정밀하게 부호화되어야 한다. 블럭들 사이의 이러한 불균일성을 해결하기 위해서 양자화 간격은 블럭을 기준으로 선택적으로 수정될 수 있도록 되어있다. MPEG 표준은 JPEG 표준과 같은 intra 부호화된 영상과 H.261과 같은 차등 부호화된 영상들을 모두 갖고 있기 때문에, DCT 계수의 양자화를 더욱 정확히 수행하기 위해서 위 두 가지 영상의 통계적 특성들을 결합하였다.

4.3 엔트로피 부호화

DCT의 압축 효율을 더욱 증가시키기 위하여, DCT 변환계수들은 Huffman-like 표를 이용한 (런, 크기)쌍으로 부호화된다. DCT 계수를 위한 가변길이 부호어(code word)는 H.261에 사용된 부호어의 수퍼 세트인데, 이는 두 표준을 한 프로세스로 구현할 때 불필요한 비용을 절감하도록 해준다. 한편, 움직임 벡터 정보에 대한 압축 효율을 증가시키기 위하여 현재의 블럭에 대한 움직임 벡터와 이전 블럭

에 대한 움직임 벡터와의 차분치를 먼저 구한 다음 가변길이 부호화한다.

4.4 MPEG-2 영상 압축 기술의 특징

MPEG-2는 적용 범위를 저장 미디어뿐 아니라 통신, 방송 미디어를 모두 포함하도록 고려하였으므로, 표준 자체는 여러 응용 분야에 공통이며 핵심적인 부호화에 국한하였으나, 상호운용성이나 확장성이 매우 좋다. 특히, 부호화된 비트스트림의 전송을 위한 방법(오류에 대한 내성, 부복호화 동기 등)이 제공되도록 하였다. 부호화된 비트열이 계층 구조를 갖도록 하므로써 비트열 자체로 편집이 가능하도록 되어있으며, VTR등을 위한 빨리감기, 느린재생등의 트릭모드를 완벽하게 지원한다. MPEG-2 부호화에 의한 화질은 일반 소비자뿐만 아니라 프로그램 제작에도 사용할 수 있도록 현행 TV 품질 이상의 고선명TV 까지 확장 가능하도록 되어있다. 부호화된 비트 스트림 자체에 다단계 등급(scalability)에 의한 분해 능력을 갖도록 하므로써(예, 공간해상도에 대한 다단계 등급 부호화의 경우 비트열의 일부만으로도 본래 화면보다 작은 해상도의 디스플레이가 가능하다.) 여러 용도에 따라 융통성있는 부호화가 가능하다.

5. 최근의 영상기술 동향

5.1 배경

최근 하드웨어 기술의 발전에 따라 저가격, 고기능화된 기기들을 활용할 수 있다는 점과 멀티미디어 데이터베이스 응용 분야가 급속히 신장하고 있는 점 등으로 인하여, 기존 영상기술의 핵심 기능인 압축 부호화 기능뿐만 아니라 고도의 새로운 기능들을(물체 분할, 내용 인식, 3차원 편집 등) 지원할 수 있도록 해주는 다양한 틀과 개방형 도구를 제공하여야만 하게 되었다. 컴퓨터와 반도체 기술의 발전에 따라 이러한 개방형 도구들은 송신측으로부터 수신기로 통신망을 통하여 직접 전달될 수 있게(downloadable) 되었으며, 영상기술은 초고압축율, 다양성, 융통성, 진화성 등이 실질적으로 추구되는 방향으로 발전하고 있다. 앞으로 필

요로하는 영상기술은 저가격, 고성능 및 빠른 속도로 확산되고 있는 멀티미디어 통신 등을 고려하여 유동적으로 기존의 방식 및 새로운 기능들을 지원할 부호화 도구들을 제공할 수 있어야 한다.

지금까지의 영상 압축 기술은 영상에 담긴 내용과는 무관하게 화소값만을 기본으로 압축을 행하는 방식이다. 그러나, 영상물에 담긴 내용에 대한 이해와 구별 없이 화소값을 직접 처리하는 방법은 빠르게 진보하고 있는 컴퓨터, 반도체 등의 기술을 충분히 활용하지 못하게 되어 기능상 많은 제약이 따르며, 미래의 통신, 방송, 영화, 영상오락물 등이 요구하게 될 다양한 기능 수요에 적합하지 못하다. 미래의 다양한 기능 수요를 충족시키고자 최근의 영상기술 연구는 주로 대상이 되는 영상의 내용에 대한 이해를 바탕으로 부호화하기 위한 내용기반 부호화 (content-based coding)에 초점이 맞추어져 있다. 내용기반의 영상 부호화 기술 개발을 통하여 초저속 전송에서부터 초고속 전송에 이르는 향후의 모든 영상 응용 분야에 개방적이며 융통성 있게 대응할 수 있게 되기를 기대하고 있다. 이를 위하여 현재 MPEG-4 국제표준화 활동이 활발히 진행되고 있다. MPEG-4

가 추구하고 있는 적용 대상 분야는 표2에서 보는 바와 같이 크게 영상 전화, 멀티미디어 재생 및 검색, 원격 감지, 영상 메일, 교육, 오락 등을 들 수 있다. 이외에 멀티미디어 방송, 멀티미디어 게임, 실감(Virtual Reality : VR) 영상통신 응용 분야 등도 대상이 된다.

5.2 내용 기반 부호화 개념[4]

제1세대 부호화 방식들이 영상의 내용을 이해함이 없이 화소를 직접 처리하여 부호화하는데 반하여, 영상 데이터의 내용을 이해하여 특성이 다른 부분으로 분할한 후, 각 분할된 영상에 대해 적합한 부호화 기법을 적용하거나, 영상의 특징을 추출하여 압축하는 방식을 제2세대 영상부호화 방식이라 부른다. 영상의 내용을 먼저 분석하고 이해한다는 측면에서 지능형의 부호화 방식이라고 할 수 있다. 대표적인 제2세대 부호화 방식으로는 객체기반 부호화(object-based coding), 모델기반 부호화(model-based coding), 분할기반 부호화(segmentation-based coding), 프랙털부호화(fractal coding) 등이 있으며, 각각의 부호화 개념을 살펴보기로 한다.

객체기반 부호화의 기본 개념은 압축하고자 하는 동영상 신호를 분석하여 화면에 포함된 물체들을 배경과 분리, 인식한 후, 이들을 나타낼 수 있는 모양, 위치 및 움직임, 그리고 무늬 및 색 등의 파라미터에 대한 정보와 이러한 물체들 외의 배경에 대한 정보를 압축하여 전송하는 데에 있다. 여기서 분리된 물체를 객체라 지칭한다. 부호화 시에 사용된 모델에 따라, 객체는 2차원 혹은 3차원의 물체가 될 수 있고, 또한 강체(rigid body) 혹은 비강체(flexible body)가 될 수도 있다. 그림 2에 객체기반 부호기의 블록도를 도시하였다. 우선 입력 영상에 있는 객체들은 영상분석기에 의해 분석되어 움직임 변수, 윤곽 변수, 색 변수 등의 파라미터로 표현된다. 이 때 영상분석기는 영상합성기에 의해 합성된 과거 화면을 참조하여 움직임 변수를 정한다. 각 파라미터들은 파라미터 부호기에 의해 압축 부호화된 후 전송채널로 출력된다. 그림 2의 하반부에 있는 파라미터 부호기, 파라미터 메모리, 그리고 영상합성기는

표 2 MPEG-4의 주 적용 대상 분야

대상 분야	응용 서비스에
영상 전화: 실시간 영상/음향 통신	개인간 통신 디지털 영상의외
멀티미디어: 영상/음향 프로그램 재생 및 검색	대화형 멀티미디어 데이터베이스 멀티미디어 비디오덱스 멀티미디어 주식 멀티미디어 발표(slide show)
원격 감시: 영상/음향 데이터의 획득 및 감시	가정, 빌딩, 학교의 모니터링 교통상황 모니터링 현장 전문가의 영상 입력 이동 차량 및 로보트(piloted and pilotless)
비디오 저장 및 전송	멀티미디어 전자우편 영상 전화 용단기
교육	자습용/교육용 비디오 수업에의 응용 대화형 훈련
오락	음악 및 오락 비디오 여행자 오락

성에 따라 여러가지를 복합적으로 사용할 수 있으므로, 다양한 알고리즘을 수용할 수 있는 복호기의 구조가 매우 중요하다. 이를 달성할 수 있는 가장 효과적인 방법은 프로그램 가능형 복호기라고 할 수 있다. 복호기는 기본적인 복호화 도구만을 내장하고 있을 뿐, 복호화를 위한 알고리즘은 부호기로부터 통신망을 통하여 전송받을 수 있다. 부호기는 부호화된 압축 비트열을 전송하기 이전에 이를 복호화하는 데에 필요한 알고리즘을 약속된 언어 규정에 의하여 표현하여 먼저 복호기측으로 전송한다.

복호기는 미리 약속된 언어로 표현된 프로그램을 해석하여 알고리즘을 이해한 후, 전송받은 비트열을 파악된 알고리즘에 따라 복호화한다. 참고로, 개방적이며 유연하고 융통성있는 응용 서비스를 개발하기에 적합한 언어로서 WWW (World Wide Web) 서비스의 실질적인 업계 표준으로 자리잡은 Java나, MPEG-4에서 논의되고 있는 MSDL(MPEG-4 System and Description Language : MPEG-4 부/복호화기가 필요로하는 기능이나 알고리즘을 표현할 수 있는 기계 언어에 대한 규정) 등이 프로그

표 3 MPEG-4 기능 분류

기능분류	기능	내용 및 응용분야
내용기반 대화형 기능	멀티미디어 데이터 접근 도구	-영상의 내용을 기반으로 indexing, hyperlinking, querying, browsing, uploading, downloading, deleting 등의 다양한 접근 가능 -온라인 라이브러리나 여행 정보 데이터베이스 정보 검색 등
	처리 및 비트열 편집	-부호화된 압축 비트열을 복호화하여 재생하지 않고도 영상에 포함된 객체들과 배경 등을 처리하고 편집 -대화형 홈 쇼핑, 가정에서의 영상물 제작 및 편집, 자막 처리, 디지털 효과 등
	복합영상* 부호화 *자연계로부터 키메라를 이용하여 인이지는 영상과 그래픽이나 문자의 집이 컴퓨터로 합성된 영상	-복합영상을 객체 혹은 배경 단위로 처리하고, 부호화하며, 복호기에서 사용자가 원하는 대로 여러가지 형태로 혼합 가능 -자연계 영상과 만화, 그래픽 등을 혼합한 비디오 게임등의 영상에 포함된 그래픽 및 문자등을 사용자 임의로 위치 변경하거나, 관측 위치에 따라 그래픽과 사운드를 다르게 렌더링(rendering)하는 것 등
	향상된 시간 방향으로의 임의 접근(random access)	-영상 시퀀스로부터 원하는 시점(time)의 영상을 객체별로 볼 수 있는 기능 -전송율이 제한된 매체를 통하여 멀티미디어 경보를 원하는 부분만, 혹은 관심있는 객체만 전달 받는 것, 또는, 특정 객체만을 빠른 속도로 재생(fast-forward)하는 것 등
초고압축 기능	향상된 압축 효율	-제한된 전송율에서 기존 표준 보다 시간적으로 향상된 화질을 제공할 수 있는 효율적인 압축 -전송율이 극히 제한적인 전화망, 이동통신망. 그리고 자기 디스크와 같이 용량이 제한된 저장 매체를 이용한 멀티미디어 서비스 등
	복수개의 영상물 동시 부호화	-한 장면에 대한 다지점 영상(multi-view) 및 사운드들을 함께 부호화하고 서로간의 시간적 동기 가능 -VR 게임 혹은 3차원 영화와 같은 멀티미디어 오락, 훈련/항공 시뮬레이터, 멀티미디어 발표회 및 교육 등
광범위한 접근 기능	오류에 민감한 환경에서의 견고성	-임의 오류 및 군집 오류가 심한 저속의 유무선 채널 환경 하에서도 오류에 둔감하게 동작 -무선통신망을 통한 데이터베이스 활용, 휴대형 단말기를 이용한 통신, 원격지로부터 시청각 정보를 수집하는 것 등
	내용기반의 다단계 등급 부호화(scalability)	-영상의 내용, 화질, 해상도, 복잡도등 여러 측면에서의 다단계 등급 부호화 -화면에 포함된 특정 객체만의 회전을 사용자가 제어하는 것, 여러가지 다른 내용 등급, 해상도, 화질로 멀티미디어 데이터베이스를 브라우즈(browse)하는 것 등

램 가능형 복호기를 구현하는데 이용될 수 있다.

향후의 영상기술이 가져야 할 기능으로서 MPEG-4에서는 크게 내용기반의 대화형 기능(content-based interactivity), 초고압축 기능, 광범위한 접근 기능(universal access) 등 세 가지를 고려하고 있다(표 3 참조). 표에서 알 수 있듯이 최근의 영상 기술 개발 방향은 영상의 내용을 이해하여 부호화 하고자 하는 노력과 초고압축율의 실현, 다양한 편집 기능 및 등급 부호화 등이 주된 내용이 된다[8].

6. 결 론

디지털 영상기술은 정보 전달 방식의 공유화에 의한 미디어의 상호 융합을 가능하게 해준다. 디지털 영상기술은 영상 데이터 저장과 분배를 위한 컴퓨터 멀티미디어, 디지털 TV(DTV) 및 고선명TV 방송, 그리고 VOD와 같은 대화형 서비스 등은 물론 모든 멀티미디어 통신 서비스에 이용될 것이다. 향후 영상기술 발전에 따라 프로그램 가능형 단말기가 실현됨으로써, 프로그램 송신측이 원하는 부호화 방식을 융통성있게 선정할 수 있게 되며, 보다 다양한 서비스가 가능해 질 것이다. 현재는 수신자(영상물의 소비자)들이 송신자(프로그램 제공자)가 만들어 준 영상을 수동적으로 받아들이는 형태이지만 앞으로는 수신자가 영상물을 직접 편집, 저작, 변형할 수 있는 환경이 제공될 것이다. 또한, 영상물의 내용을 이해하고, 구분하여 처리할 수 있는 기능이 강화됨으로써 보다 지능화된 멀티미디어 서비스 제공이 가능해질 것이다.

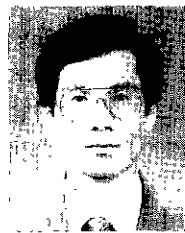
디지털 영상기술의 발전에 발 맞추어 멀티미디어 서비스의 다양화, 지능화, 개인화 등이 촉진될 것이다. 또한, 초저속 전송율에서도 고품질의 영상서비스를 제공할 수 있게 됨으로써, 휴대형 단말을 이용한 본격적인 멀티미디어 이동통신이 가능하게 될 것이다. 따라서, 여러 응용분야에서 동시에 사용될 수 있는 영상 관련 기술들(서비스 규격, ASIC 칩, 시스템 등)이 모듈화된 구조로 개발되어야 하며, 과거와 달리 국제표준화에의 적극적인 기여가 경쟁력 있

는 기술개발의 첩경이므로 국내 관련 연구기관들의 보다 내실화된 역할이 기대된다.

참고문헌

- [1] 정제창 번역, 후지오라 히로시 감수, 일본 멀티미디어 통신연구회편, 최신 MPEG, pp. 56~73, 1995, 서울, 교보문고.
- [2] 안치득, AV서비스를 위한 코덱 기술, 전자공학회지, 제20권 8호, pp. 32~42, 1993년 8월.
- [3] 남재열, 안치득, 정주홍, 영상부호화 기술 동향, 한국통신학회지, 제11권 8호, pp. 23~35, 1994년 8월.
- [4] 김용한, 이상미, 안치득, MPEG-4 표준화 동향 및 전망, 한국통신학회지, 제11권 8호, pp. 50~59, 1994. 8.
- [5] 남재열, 하영호, 디지털 영상 표준화 및 서비스 개요, 전자공학회지, 제22권 7호, pp. 29~42, 1995년 7월.
- [6] 양재우, 이의택, DAVIC 표준화 동향, 전자공학회지, 제22권 7호, pp. 71~80, 1995년 7월.
- [7] ISO/ISE JTC1/SC29/WG11 Draft for International Standard, MPEG-2 Video, Dec. 1994.
- [8] ISO/ISE JTC1/SC29/WG11 N998, MPEG-4 Proposal Package Description (PPD)-Revision 3, July 1995.

안 치 득



- 1980.2. 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업(학사)
- 1982.2. 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
- 1991.7. 미국 University of Florida 대학원 전기공학과 졸업(박사)
- 1982.12~현재 한국전자통신연구소 책임연구원(영상통신연구실장)