



1. 영상 압축방식과 통신기술

영상압축 기술은 압축된 영상을 저장할 매체나 전송할 통신기술과 매우 밀접하게 발전되어 왔다. 따라서 영상압축기술의 발전을 제대로 이해하기 위해서는, 주요 통신기술의 발전측면에서 영상압축기술을 조망해 보는 것이 필요하다. 돌이켜 보건대 지난 1980년대 초반의 최대 관심사는 ISDN 망의 구축이었으며, 이때 ISDN망을 이용한 주요 통신 응용으로서 “상대의 얼굴을 보면서 통화하는” 영상통신 (Video phone/Video conference) 기술이 많은 주목을 받았다. 이러한 시대적 요구에 부응하여 ISDN망에서 사용하는 하나의 B-채널 64kbps 를 기본으로 p (1 ~ 30)개의 채널을 동시에 이용할 수 있도록 하는 H.261 기술이 ITU-T에 의해 개발되었다. 지금의 기준으로 보면 다소 기술의 성숙도가 낮아 보이는 하지만 당시의 하

드웨어 성능을 고려할 때 가장 합리적인 공학적 선택이 아니었다 한다. 또한 H.261 은 MC-DCT (Motion-Compensated Discrete Cosine Transform)방식의 하이브리드 부호화 체계를 비디오 신호에 적용한 첫 국제 부호화 표준이었다. 그러나 ISDN망의 보급이 초기에 예견했던 것 보다는 주춤해짐에 따라, ISDN망이 아닌 공중 전화 교환망 (PSTN)을 통한 영상통신을 위한 H.263 기술이 개발되게 되었다.

한편 1983년에 소니와 필립스에 의해 74분 가량의 고음질의 스테레오 음악을 저장할 수 있는 오디오 CD (CD-DA)가 등장한 후, 이 CD 저장 매체 기술을 오디오 용도가 아닌 컴퓨터의 저장 매체로 사용하게 됨에 따라 약 640 Mbyte 라는 당시로서는 거대한 저장공간을 활용할 수 있는 가장 좋은 재료로써 동영상을 고려하게 되었다. 이러한 노력으로 1986년에 compact disc

interactive (CD-I) 기술이, 그리고 1987년에는 digital video interactive (DVI) 기술이 등장하는 등 CD에 영상을 저장하는 노력을 기울였으나, 상호 호환성 부족, 표준의 부족, 시장의 단편화(fragmentation) 때문에 널리 보급되지 못하였다. 이러한 기술 난립 및 호환성 문제를 해결한 것이 IEC(International Electrot Technical Committee)와 연합한 ISO(International Standardization Organization)의 산하전문가 그룹인 MPEG (Moving Pictures Experts Group) 그룹에 의해 1991년 완성된 MPEG-1 (ISO/IEC 11172-2) 영상압축 기술이다. MPEG-1 비디오 기술은 원래 동영상을 압축하여 CD에 저장하는 Video-CD를 위해 개발된 압축기술로써, 이 MPEG-1 기술이 완성되면서 당시에는 꿈 같은 목표로 여겨졌던 30 Frame/sec의 동영상을 약 1Mbps 정도의 압축률로 압축하여 CD 한장에 영화 한편을 저장할 수 있다는 것이 증명되었다. 이와 같은 기술적 돌파구를 여는데 가장 큰 공헌을 한 것은 아마도 B-Picture 예측기술, 인간시각체계 (HVS)의 효과적 활용이 아니었나 한다.

이러한 기술적 진보는 1990년대로 들어 오면서, 마침 기존 아날로그 TV를 HDTV로 대표되는 디지털 TV로 바꾸고자 하는 전세계적 기술경쟁의 노력에 힘입어 비약적인 발전으로 이어지게 되었다. 이에 따라, MPEG-1 기술을 더욱 확대시킨 MPEG-2 기술이 마침내 1994년 11월 싱가포르 MPEG 회의에서 MPEG-2 (ISO/IEC 13818-2) 영상 국제표준으로 확정되었다. 이 MPEG-2 영상압축표준은 ISO/IEC가 ITU-T와 공동으로 만든 표준이므로 ITU-T H.262 라고도 불리운다. 이 당시의 MPEG-2 기술은 당시에 세계적으로

관심을 끌었던 HDTV, VoD, 그리고 DirecTV와 같은 위성방송 사업과 연계되어 산업계, 연구소, 방송계, 학계등의 폭 넓은 관심과 성원을 받은 결과물이었다.

전술한 바와 같이 MPEG-1은 비디오 CD를 주 응용으로 하여 SIF급 (352X240/288)의 영상을 약 1.5Mbps 이내로 부호화하는 것이 주 목적이고 MPEG-2는 당초 ITU-R BT. 601급 (720X480/576)의 영상을 약 10Mbps 내외로 압축하여 디지털 방송 및 DVD(Digital Video Disk)에 활용하는 것이 원래 주 목적이었으나 나중에 이러한 MPEG-2 기술이 HDTV 급의 영상까지 수용하는데 지장이 없음이 밝혀지면서 SDTV와 HDTV를 총 망라한 디지털 TV에 활용되는 표준으로 확대되었다. MPEG-2 기술의 확정에 따라 완전 디지털 고품질 멀티미디어 서비스가 가능하게 되었는데, 이러한 기술적 발전의 또 다른 촉매제가 된 것은 1990년대 초반에 전세계적으로 관심을 끌었던 ATM 망을 통한 다양한 멀티미디어 서비스를 실현을 위한 기술 개발 노력이다. 1990년대 초부터 전세계적으로 광대역망 (B-ISDN) 또는 ATM망이라는 이름 하에 다양한 회사, 또는 컨소시엄들이 ATM망을 통한 주문형비디오(VoD) 서비스에 대한 시범 사업을 수행하였다. 이때 광대역망을 채워줄 콘텐츠로 가장 주목을 받은 것은 MPEG-1과 MPEG-2 압축 영상이었다.

그러나 이러한 경쟁적 기술개발의 노력은 1990년대 중반에 이르면서 점차 ATM 통신에서 인터넷 망으로 기술적 관심이 옮겨지게 되었다. 이러한 기술적 관심의 천이에는 두 가지의 이유가 있지 않았는가 한다. 첫째는 ATM망을 통하여 과금 (Billing)을 할 정도의 고품질의 콘텐츠 서비스를 하기에는 아직 그 단가가 너무 비싸 수입을 올릴 수 있는 충

분한 수요층을 확보할 수 없다는 점과, 두 번째로 모든 소비자에게 ATM망과 같은 고속의 통신채널을 설치해 주는 것보다는 전세계 모든 곳에 이미 설치되어 있는 전화망과 이를 이용한 인터넷을 이용한다면 더욱 경제적이라는 인식의 결과가 아니었나 한다. 이와 같은 인식을 더욱 공고히 하는데 도움을 준 것은 바로 1990년 초반에 처음 일반인에게 선을 보이고 1995년 즈음 해서는 모든 사람들에게 속속들이 보급되어 특별한 망에 대한 투자 없이도 모든 사람들에게 다소 비트율면에서 제한적이기는 하지만 쉽게 접근할 수 있는 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있었던 웹기술이었다.

한편, MPEG-1, MPEG-2 그리고 ITU-T의 H.263기술을 바탕으로 압축 효율을 더욱 개선하기 위한 노력으로 1994년부터 MPEG-4 표준화 작업을 시작하였다. 그러나 기존 H.263 및 이의 선택모드들(optional modes)을 결합하여 사용할 경우와 비교하여 가시적인 압축률 향상이 어렵다는 현실인식과, 1995년 즈음에 이미 그 위력을 실감케 할 정도로 맹렬히 발전하는 인터넷 및 막 보편화 되기 시작하는 무선망의 잠재능력을 전격적으로 수용하여, 마침내 MPEG-4 영상압축 표준화 노력의 목표를, 기존의 압축률 향상에서 벗어나 인터넷이나 무선망등의 새로운 전송 방식 및 접근(access)을 수용하는 방향으로 선회하였다. 이때 특히 향후에는 기존의 TV와 같은 제한된 대화성(interactivity)이 아닌 PC와 같은 다양하고 편리한 대화성이 갖춰진 환경에서 콘텐츠가 소비될 것이라는 점에 착안하여 특히, 기존 영상압축 방식이 제공하지 못한 향상된 대화성(Interactivity)을 갖도록 목표가 전향되었다. 이러한 이유로 MPEG-1 및 MPEG-2는 프레임 기초(frame-based) 구조만을 갖는 반면, MPEG-4

는 객체 기반(object-based) 구조까지 수용할 수 있도록 되었다. 즉, MPEG-4 기술은 그 전의 영상 압축기술이 주로 압축효율 향상에 주 목적을 두었던 것과는 달리 객체지향형 압축기술을 최초로 제공했다는 면에서 매우 의미가 크다. 그러나 아직도 객체 지원형 멀티미디어 서비스가 보편화 되지는 않은 실정이다.

보다 강력하고 유연하며 그리고 또한 넓게 사용될 수 있는 영상압축기술의 개발이라는 대장정은 MPEG-4 기술이 대화성(interactivity), 유연성(flexibility), 그리고 다양한 환경적응(universal access)의 목표로 개발되어 완성된 후 한동안 주춤하여, 마치 1990년대 초반부터 이어져온 영상압축 기술의 노력이 이제는 시들어져 가는 느낌이었다. 그러나 여기에 다시 영상압축의 새로운 장을 펼친 그룹은 1990년대 후반 H.263을 완성한 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group) 그룹이었다. VCEG그룹은 이동통신망에서 활용할 수 있는 H.26L 기술 개발을 가시화 시키면서, 또 다시 이 분야 전문가들의 뜨거운 관심을 받게 되었다.

H.26L 기술의 등장은 1990년대 후반에 들어서의 이동통신망 기술의 비약적인 발전에 기인한다. 이 즈음의 전세계적 최대 관심은 어떻게 이동망을 통하여 멀티미디어, 그 중에서도 특히 비디오를 잘 전송할 수 있는지의 문제에 모아졌다. 이동망을 통한 비디오 전송을 고려할 때 급선무로 해결하여야 할 문제는 더욱 향상된 압축률, 전송에러에 대한 유연성, 다양한 전송환경에 대한 대처 능력이다. 이러한 문제를 효과적으로 해결하기 위해 H.263의 기술을 개발하였던 ITU-T는 H.26L의 기술을 개발하기 시작하였으며 마침내 H.264 또는 MPEG-4 Part 10 AVC(Advanced Video Coding)로 불리우는 차세대 비디오 압축

기술을 완성하게 되었다.

본 고에서는 이러한 지난 10여년간의 영상 압축 기술의 개괄과 함께 그 중 특별히 MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 기술에 대하여 간략히 알아보고자 한다.

2 기존 동영상 부호화 표준 방식

ISO/IEC의 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 및 ITU-T의 H.261, H.263 등의 동영상 부호화 방식은 공통적으로 하이브리드 MC-DCT (motion compensated discrete cosine transform) 방식을 사용한다. 이러한 압축 방식의 주요 기술적 원리는 동영상내에 존재하는 redundancy를 다음과 같이 효과적으로 제거하는 것이다.

- 공간적 redundancy 감소 : DCT 변환영역에서의 가중상수 (Weighting Matrix) 행렬을 사용한 주파수별 차등 양자화 (각 주파수 별로 서로 다른 인간 시각 특성 활용)
- 시간적 redundancy 감소 : Predictive (P-picture) 및 Bi-directional Interpolative (B-picture) 예측을 통한 움직임 보상
- 통계적 redundancy 감소 : 허프만 부호화 (또는 산술부호화)를 이용한 엔트로피 부호화
- 기타 : 인간의 시각특성을 이용한 색신호 부표본화 (subsampling), 효과적인 헤더정보 분리 및 계층적 비디오 정보 구성

일반적인 동영상 압축 방식은 먼저 주어진 임의의 영상을 소정 크기의(8×8) 블록 단위로 나눈다. 이때 4:2:0의 색차신호 부표본화의 경우 6개 (4개의 휘도 신호, 2개의 색신호), 4:2:2의 경우는 8개, 그리고 4:4:4의 경우는 12개의 8×8 블록이 1개의 매크로블록 (Macroblock)을 이룬다. 각 매크로블록은 움직임 보상 및 예측오차 부호화

의 기본 단위가 되며, 실제 부호화기 또는 복호화기 구현의 많은 경우 데이터 처리 및 데이터 이동의 기본단위가 된다. 이 매크로블록은 구체적으로 해당 영상부분의 성질에 따라 다르게 부호화되는데, 움직임 보상을 하는 “인터” 모드와 그 자신의 데이터만을 이용하여 부호화 되는 “인트라” 모드로 크게 구별된다. 영상 압축기술은 이 매크로블록 부호화시 어느 정도 정밀하게 해당 영상 데이터의 성질에 알맞은 부호화 방법을 선택할 수 있느냐에 따라 서로 상이한 기술로 발달되어 왔다. 일반적으로 영상 성질에 최적으로 맞출 수 있도록 세분된 부호화 모드를 설정할 수 있으나 이 경우 이를 복호화부에 알려주어야 하는 시그널링 오버헤드가 증가한다. 따라서, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4에서 볼 수 있듯이 주어진 영상의 해상도, 주요 용도, 영상내 피사체의 일반적 성질등에 맞추어 이를 최적화하는 노력이 기울어져 왔다. 영상 전화류 응용에 사용되는 순차주사의 비교적 작은 해상도에 어깨 상반신(Shoulder)과 같은 움직임이 비교적 제한된 경우와, MPEG-2와 같이 비월 주사 영상을 포함하고 상대적으로 큰 해상도, 운동 장면과 같은 빠른 영상까지 고려하는 경우를 구별하여 각 표준 기술별 매크로블록 부호화 모드들이 결정되었다.

매크로블록의 부호화모드가 결정되면, 움직임 보상 후 예측 오차 또는 인트라 부호화 경우 원래의 영상 화소값은 변환 부호화 되는데, H.264 이전에는 에너지 집중도 효과가 크면서 고속 알고리즘에 의해 실수 계산을 할 수 있는 DCT 변환이 사용되어 왔다. MPEG 영상압축 표준 제정의 초기부터 웨이블릿이나 벡터 양자화등이 많이 거론되기는 하였으나 근 15년이 넘도록 DCT는 영상 압축 표준의 변환 방식으로 계속 사용되어 왔다. 양자화된 DCT

〈 표 1 〉 주요 MPEG 영상 부호화 방식의 비교

	MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4
주요 입력 영상 해상도	SIF (352×240/288)	ITU-R BT.601 (720×480/576, SDTV) 1920×1080(HDTV)	CIF (352 X 288) QCIF (176×144)
영상 주사방식	순차주사영상	순차 및 비월 주사영상	순차 및 비월 주사영상
색신호	4:2:0	4:2:0 ; 4:2:2 ; 4:4:4	4:2:0 ; 4:2:2
부표본화 비율			
최대 움직임 벡터	{-64,64}	{ -2048,2047.5 }	{-1024,1023.5}
탐색 영역			
움직임 벡터 해상도	Half-pixel	Half-pixel	quarter-pixel까지
움직임 보상방법	Forward & Backward compensation	+ dual prime 움직임보상 + 프레임/필드 움직임보상	+ OBMC (overlapped motion compensation) + 4 MV 기술
가변장부호화	2D (run, level) 허프만 부호화 (지그재그스캔)	+ Alternate 스캔	3D (EOB, run, level) 허프만 부호화 + 지그재그 스캔 + 수평-alternate 스캔 + 수직-alternate 스캔 + 산술부호화

변환계수는 그 이후 엔트로피 부호화되는데 이를 위해서는 허프만 부호화 방식이 사용된다. 그러나 최근에 들어오면서 산술부호화(Arithmetic Coding) 방식이 점차로 채택되어 가고 있는 실정이다. MPEG 계열의 동영상 표준화 방식간의 주요 차이점은 〈표 1〉과 같다.

3. MPEG-4 Part 10 AVC/H.264

MPEG-1에서 MPEG-2를 거쳐 MPEG-4까지의 일련의 비디오 표준을 탄생시킨 ISO/IEC의 MPEG 그룹에 의한 비디오 압축분야에서의 국제 표준화 노력은 MPEG-4 기술의 확정 이후 다소 주춤하였으나 최근에 MPEG-4 Part 10 AVC (Advanced Video Coding) 기술에 대한 표준화 작업이 활발해지면서 비디오 압축 기술 개발의 새로

운 전기를 맞이하였다. 이와 같은 새로운 비디오 부호화 국제표준화 작업은 MPEG-2 비디오 국제표준이 ITU-T와 같이 제정된 후 다시 상호 협력한다는 점과 MPEG-4 Part 2 비디오의 국제표준 확정 이후 다소 주춤했던 비디오 압축 관련 표준화 활동의 또 다른 출발이라는 면에서, 그리고 H.264의 탁월한 비디오 압축성과 MPEG-4 Part 2 비디오의 예상보다 상대적으로 부진한 시장 정착에 대한 현실 인식의 복합적 측면에서 다소 우려도 있지만 동시에 많은 기대를 받으며 세계적인 표준화 노력이 집중되어 왔다.

MPEG-4 Part 10의 AVC 기술은 ISO/IEC의 MPEG그룹과 ITU-T의 VCEG그룹이 연합하여 만든 비디오 표준이지만, 그 기술의 원천은 ITU-T의 H.26L (L은 Long-term을 의미함)에 근거한다. 공중교환망상의 영상 전화용 비디오 압축 표준인

H.263을 만든 VCEG(Video Coding Experts Group) 그룹은 ITU-T의 Q.6/SG16 (이전에는 Q.15/SG16으로 불리었음)의 비디오 전문가 그룹이다. H.263+ 및 MPEG-4 동영상 부호화 방식이 개발된 이후, 특히 이동망과 같은 새로운 통신채널의 급속한 보급에 따라 기존 압축 방법에 비해 압축률이 현격히 향상된 동영상 부호화 방식의 필요성이 대두되었을 뿐만 아니라, 기존의 회선교환 방식의 서비스에서 패킷교환 서비스로의 점차적인 전환, 그리고 다양한 통신 인프라의 공존과 같은 새로운 통신 환경에 대처할 향상된 기능의 필요성이 대두되었다. 이와 같은 흐름에 따라 ITU-T의 VCEG 그룹은 H.263의 버전 1, 2, 3을 완성한 후, H.263의 부호화 성능을 획기적으로 개선하려는 목표 아래 H.26L 기술 표준화를 1997년 3월 ITU-T Study 그룹 회의를 기점으로 추진하여 왔다. AVC의 기술 요구조건은 다음과 같다.

- 향상된 압축률
- 잘 알려진 기본적인 압축 기능 블록들을 사용한 접근 것
- 다양한 서비스를 수용하기에 적합하도록 지연 제약 조건이 유연할 것
- 부호화 및 복호화부가 복잡도 계층적일 것
- 오류 강인성
- 고화질 응용 분야에 적용가능 할 것
- 다양한 네트워크 환경에 친숙할 것

이러한 H.26L 표준화 기술조건에서 가장 높은 우선 순위로 고려한 것은 압축 효율의 개선이다. 특히, H.263+ (DFLJT의 선택모드포함)와 비교하여 약 50% 이상의 압축 효율 개선이라는 최우선 목표는 H.26L 방식을 결정할 초기 회의에서 각 방식의 복잡도는 상당히 배제된 상태에서 압축 효율을 개선할 수 있는 방안을 최우선적으로 고려하도록 하

는 계기가 되었다. 이에 따라, 4×4 블록 크기의 정수 변환 방식과 함께, 부호화 시 많은 계산을 요구하는 가변 블록 크기의 움직임 벡터 예측, 다양한 방향성을 갖는 인트라 부호화 방식 및 다중 참조 프레임 움직임 추정 방식 등이 현 H.26L 부호화 방식의 골격을 이루게 되었다. 또한 “잘 알려진 기본적인 압축 기능 블록들을 사용한 접근” 조건은 H.26L 표준화의 조속한 추진을 위한 것으로서 H.26L 표준화 방식의 기술제안요청서(CFP)가 발표된 시점에서 종료되는 시점까지 H.26L 프로젝트 시간 상의 제약 문제로 인해 검증되지 않은 새로운 방식은 배제될 수 있음을 의미한다.

한편, “지연 제약 조건의 유연성”은 H.26L 방식을 다양한 응용 분야에 적용가능토록 하기 위한 것이다. 예를 들어, 저장 매체용 또는 VOD (Video On Demand) 같은 서비스는 이미 압축된 동영상 서비스를 제공하는 것이기 때문에 부호화부의 지연(latency)을 고려하지 않아도 되지만, 실시간 동영상 통신 시스템인 경우 부호화부의 지연이나 전송 선로상의 지터(jitter)등이 커다란 제약 요건으로 작용할 수 있다. 그러므로, 지연 제약 조건의 유연성을 강조한 것은 H.26L을 사용할 응용환경의 지연 제약 조건에 따라 부호화에 사용하는 기능을 유연하게 다르게 설정할 수 있도록 목표하고 있다는 것을 의미한다. “오류 강인성” 및 “네트워크 환경에 친숙한 방식”은 급변하는 무선 환경 및 인터넷 환경 등을 고려한 사항으로 전송 오류에 의한 화질 저하를 방지하기 위해 설정해 놓은 사항이다^[1].

이와 같은 기술적 요건을 만족시킬 수 있는 비디오 압축 표준 제정을 위해 여러 기업체, 연구소 및 대학들은 H.26L 방식에 대해 다각적인 연구를 시작하였으며, 1998년 8월 미국 Whistler에서 개최된 VCEG 회의를 기점으로 새로운 부호화 방식에

[1] 더욱 자세한 사항은 다음의 논문을 참조: 홍민철, 전병우, “H.26L 동영상 부호화 표준방식의 배경 및 동향”, 한국방송공학회지 제7권 제3호, H.26L 특집호, pp.202~209, 2002년 9월

대해 제안이 이루어지기 시작했다. 이에 따라 노르웨이 텔레콤, 핀란드 노키아 및 영국 Strathclyde 대학의 제안이 경합한 결과, 2000년 2월 미국 Monterey 회의에서 압축 효율, H.263 방식과의 유사성, 복잡성 및 오류 환경의 강인성 등을 고려하여 노르웨이 텔레콤의 제안방식을 H.26L의 기본 형태로 채택하기에 이르렀다. 이후 H.26L에 대한 참조 모델인 TML-1(Test Model Long-Term 1)이 소프트웨어와 더불어 1999년 5월에 공개되었으며, Sharp 미국연구소, 마이크로소프트사, Polycom사, AT&T, 독일 하노버 대학, Erlangen-Nuremberg 대학, Heinrich-Hertz-Institute, 한국의 LG전자, 삼성전자의 꾸준한 노력으로 1999년 8월 베를린 회의에서 주요 부호화 과정에 대한 상당한 표준화 작업을 진행하였다. 또한 그 이후 계속된 상호 경쟁과 협력을 통하여 마침내, 4X4 정수 변환과 복수크기 적응형 매크로블록 분할, 새로운 엔트로피 부호화 방법, 그리고 R-D 최적화 기반 모드선택과 같은 H.26L의 기본적인 부호화 구조를 완성하게 되었다.

한편, MPEG-4 비디오 압축기술을 표준화한 후, 비디오 압축 기술 면에서 활동이 다소 주춤하였던 ISO/IEC의 MPEG 그룹은 2000년 12월 및 2001년 3월 회의를 통해, MPEG-4 ASP (Advanced Simple Profile) 기술에 비하여 비디오 압축률을 획기적으로 향상시킬 수 있는 기술들이 존재하는지 여부를 알아보는 제안요청서 (Call for Proposals for New Tools to Further Improve Video Coding Efficiency, N4065)를 발표하였다. 이는 MPEG-4 비디오 압축 표준 개발 과정의 초기에는 압축률 향상을 주요 요구목표로 하였으나 도중에 객체기반의 여러 기능을 강조하는 방향으로 MPEG-4 비디오 표준화 방향을 선화하였던 점

과, MPEG-4 표준 확정 이후 시장에서의 빠른 확산 대신, 특정 기업의 고유기술(Proprietary)이 시장을 상당히 장악하고 있는 현실 인식하에, 기존 MPEG-4 비디오 기술 중 가장 압축률이 뛰어나다고 생각되는 ASP 프로파일 기술보다 획기적으로 압축률이 개선된 기술이 실제 존재하는지 알아보고, 만일 있다면 현재의 MPEG-4 기술을 더욱 향상시킨 새로운 비디오압축 표준화 작업을 시작하고자 하는 의도였다고 판단된다. 이러한 기술제안서의 요청에 따라, 2001년 7월 시드니 MPEG 회의에 ITU-T의 H.26L기술을 포함한 5개 기관에서의 기술이 제안되었다.

이들 5개 기술들은 MPEG-4 ASP를 기준(anchor)으로 2001년 7월 시드니 MPEG회의에서 주관적, 객관적 화질 평가를 받았다. 이때의 평가 결과에 따르면(자세한 사항은 ISO/IEC의 N4240 문서 참조), ITU-T의 VCEG 그룹에 의해 독자적으로 추진되어 오던 H.26L 기술은 32Kbps~1Mbps에 이르기 까지 다른 4개의 기술 뿐만 아니라 기존 MPEG-4 비디오 ASP 프로파일 기술보다 압축률 면에서 약 2배 이상의 월등한 부호화 성능을 보이는 것으로 확인되었다. 이 결과에 따라 MPEG과 VCEG 양 전문가 그룹의 모기관인 ISO/IEC와 ITU-T가 공조하여, H.26L기술을 기반으로 새로운 비디오 부호화 기술을 공동으로 개발하기로 하고, 향후 ISO/IEC에서는 이를 MPEG-4 Part 10으로 그리고 ITU-T에서는 H.264로 부르기로 하였다. 또한 이에 따른 표준화를 위해 양 기관의 전문가로 이루어진 비디오 그룹을 연합 비디오팀(JVT: Joint Video Team)이라 부르기로 하였다.

이렇게 2001년 12월 태국 파타야 MPEG 회의에서 공식적으로 출범된 ISO/IEC와 ITU-T의 연합 비디오팀(JVT)은 2002년 12월 일본 아와지 회의

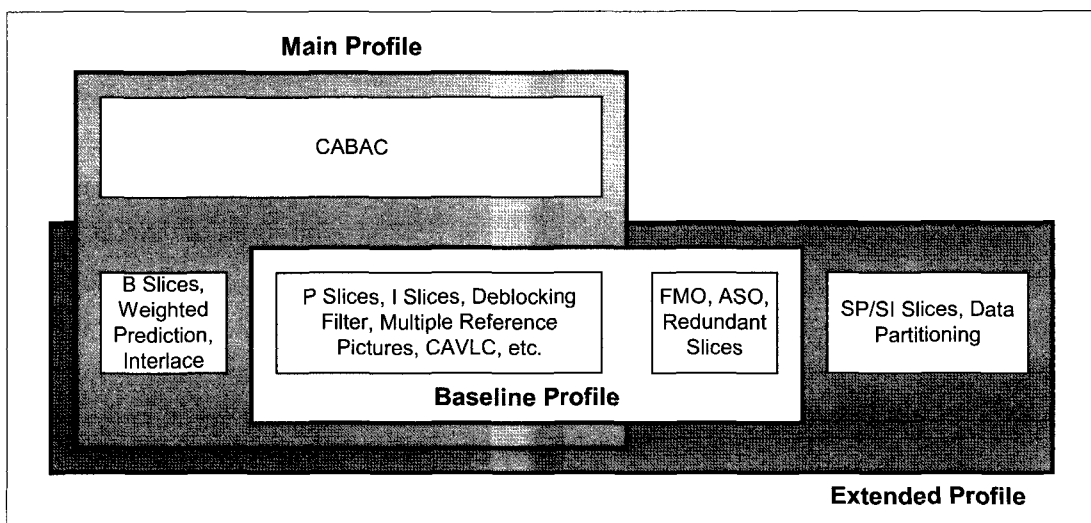
를 통하여 마침내 차세대 비디오 압축 기술인 MPEG-4 Part 10/ H.264 최종 위원회 표준안 (FCD)에 대한 모든 기술적 사항을 확정하고, 2003년 3월 태국 파타야 MPEG회의에서 FDIS(Final Draft of International Standard)를 승인함으로써, 2003년 5월 국가별 투표를 통한 국제표준(IS) 확정 절차를 남겨두고 있다.

4. MPEG-4 Part 10 AVC 응용

MPEG-4 Part10 AVC/H.264는 향후 실시간 대화형 응용, 이동망상에서의 A/V 통신, 주문형 비디오 서비스, 인터넷상의 비디오 응용서비스, DVD와 같은 저장매체 서비스등 광범위한 응용에 활용이 예상된다. 뿐만 아니라 현재 베이스라인 프로파일에 대해서는 기술사용료 면제(Royalty Free) 정책을 펴고 있어 산업계의 지대한 주목을 받고 있다. MPEG-4 Part10 AVC/H.264의 주요 응용을 살펴

보기 위해서 AVC가 정의하고 있는 베이스라인, 메인, 확장(Extended) 등 세개의 프로파일을 살펴보자. 이중 베이스라인(Baseline) 프로파일은 주로 휴대용단말기, 간단한 멀티미디어 복호화기 응용에 이용될 것으로 본다. 그리고 메인 프로파일은 주로 셋톱박스, TV, DVD와 같은 방송 및 저장매체 응용, 그리고 확장(extended) 프로파일은 주로 스트리밍 응용에 이용될 것으로 예상된다. 각 프로파일에 따른 기술적 내용과 각 프로파일들간의 상호 관계가 <그림 1>에 있다.

베이스라인 프로파일은 B-슬라이스를 사용하지 않으므로 특히 메인 프로파일에 비해 프레임 지연이 적다. 따라서 쌍방향 통신서비스에 적합한 형태이다. 반면에 메인 프로파일은 주로 압축률 향상에 염두를 둔 것으로 실시간 부호화가 필요 없는 주문형비디오(VoD) 형태의 엔터테인먼트, 방송등의 고화질 응용을 주로 염두에 두고 있다. 한편 2002년 7월에 새로이 채택된 확장 프로파일은 주로 스트리



< 그림 1 > MPEG-4 Part 10 AVC/H.264의 프로파일 구조

밍 환경에 적합하도록 기술 선택을 한 것이다 (SP/SI slices, 데이터 분할, AMO/ASO/Redundant Slices). 이러한 현재의 프로파일 정의에서 미루어 본다면, AVC는 당초의 표준화 취지대로 더욱 향상된 압축효율과 다양한 통신 인프라 환경에 대한 적응성을 이용하여 향후 다양한 멀티미디어 서비스를 위한 비디오 부호화 규격이 될 것으로 생각된다.

그러나 하나의 기술이 시장에서 성공하여 보편적 응용처를 확고히 하는 것은 단순한 기술적 우위성만으로 결정되는 것이 아니므로, 단편적으로 기술적 우위에 근거하여 향후 전망을 하는 것은 매우 잘못된 결과를 가져올 수도 있다. 일례로 그간 불투명했던 MPEG-4 비디오 기술에 대한 특허료 부가 원칙이 최근 확정된 점과, 지금까지 MPEG-4에 대한 기술 개발 투자를 이미 진행해온 많은 사업자들, 그리고 현재 무시할 수 없는 시장규모를 이미 장악하고 있는 몇 회사 소유(proprietary)의 비디오 부호화 규격들을 생각할 때, H.264가 어느 정도 이미 파편화된 기존 시장기술의 통합적 대치가 될지 아니면, 또 하나의 사업상 선택으로 남게 될지 현재로서는 불투명한 상태이므로 향후 이에 대한 추이를 면밀히 파악하여야 한다.

AVC기술을 응용할 때 또 한가지 고려해야 하는 점은 <그림 1>과 같이 AVC에 정의되어 있는 프로파일들이 전통적인 양파구조(Onion Shell)가 아니라는 점이다. 즉, 베이스라인 프로파일에서 사용하고 있는 에러내성 기능인 FMO(Flexible Macroblock Order), ASO(Arbitrary Slice Order), 및 Redundant Slice(RS) 기능은 메인 프로파일이 반드시 구현하여야 하는 기능이 아니므로, 이러한 에러내성 기능을 가진 베이스라인 프로파일 비트열은 메인 프로파일 복호화기에 의해 복호화 될 수 없다.

이러한 현재 구조에 대한 문제점을 해결하기 위해 한국을 비롯한 여러 국가들로부터 정정 요구가 국가의견으로 제안되었으나, 양파구조를 따르는 것이 반드시 필요한 것은 아닌 것이라는 설명과 메인 프로파일 응용에 있어서 FMO, ASO, 그리고 RS등 세가지 기능을 더하는 것이 구현상의 비용 상승, 정합테스트의 복잡성, 그리고 방송과 같은 상대적으로 에러에 덜 노출된 환경상에서의 응용을 주목표로 하고 있는 메인프로파일 응용에 있어 필요 없는 비용 상승요인이라는 여러 지적에 따라 마침내 현재의 구조로 굳어졌다.

한편, 2002년 5월 미국 페어팩스 JVT 회의까지의 MPEG-4 Part 10/H.264 비디오 부호화 표준안 작업은 주로 수십~수백 Kbps의 저비트율 채널을 대상으로 QCIF(176X144), CIF(352X288)와 같이 작은 크기의 영상 전송을 주로 생각하였으나, 2002년 10월 및 12월 JVT 회의를 통해서서는 HDTV(1920X1080) 급의 고품질 영상을 수십 Mbps에 까지 이르는 고비트율로 압축할 때 발생하는 계산량, 메모리 접근 문제등이 특히 심도 있게 논의되었다. 이는 H.261 부터 초기 H.26L에 이르는 일련의 ITU-T의 표준화 작업은 주로 통신사업자(Telco)나 이에 대한 장비를 공급하는 통신업계의 전문가들을 중심으로 주도되어 왔으나, 2001년 12월 MPEG과 연합 비디오팀을 구성함에 따라 좀 더 다양한 가전회사, 벤처업체, 학교, 연구소등이 참여하게 되었고 이에 따라, 단순한 통신뿐만 아니라 가전의 개념으로 넓혀진 폭 넓은 응용까지 고려하게 된 결과이다.

특히, 2002년도에 들어와 현재 SDTV급의 해상도로 제작된 DVD 대신, HDTV급의 영상을 DVD에 저장하고자 하는 움직임이 있는데, 이에 대한 기술적 대안으로 AVC가 심도 있게 논의되고 있기도

하다. 따라서, 향후 MPEG-4 Part10는 ITU-T의 H.26L 표준화 시작시 주로 예상하였던 영상 전화 류의 실시간 대화형 응용, 이동망상에서의 A/V 통신, 인터넷상의 비디오 응용서비스, 이종망상의 다 지점 통신, 실시간 수화(sign language) 및 lip-reading 통신용 비디오 전송등은 물론 고화질 방송, 스트리밍, HDTV급의 고화질 DVD 서비스, 주문형 비디오 서비스를 위한 비디오 저장 및 Retrieval, 비디오메일응용을 위한 비디오 저장 및 Forwarding 등에도 폭 넓게 활용될 것으로 예상된다.

5. 맺 음 말

영상압축 기술은 이를 활용할 주요 응용, 전송채널, 저장 매체등의 변화에 따라 지난 10년 이상 계속된 발전을 거듭해 왔다. 그 중 1994년 완성된

MPEG-2 기술은 디지털 방송에 직접적으로 활용됨에 따라 가장 큰 각광을 받고 있다. 또한 현재 이동통신망과 다양한 채널의 공존에 따라 더욱 향상된 압축률과 다양한 기능을 가능케 하는 MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 기술이 최근 완성되었다. 이 MPEG-4 Part 10 AVC/H.264 기술은 일반적으로 영상전화와 같은 통신형 서비스와 주문형비디오와 같은 주문형(retrieval) 서비스에 모두 사용될 것으로 예상된다. 특히 AVC 기술은 기존의 MPEG-4 ASP기술보다 약 2배 이상의 압축률을 제공하므로, 사용 가능한 채널폭이 한정되어 있는 이동망을 이용한 동영상 서비스나, 현재의 제한된 전송용량의 전송채널을 통해 좀 더 빠르게 그리고 좀 더 나은 화질의 비디오 서비스를 원하는 사용자들에게 유용 하리라 생각된다.

● 참고 문헌 ●

- (1) 홍민철, 전병우, "H.26L 동영상 부호화 표준방식의 배경 및 동향", 한국방송공학회 제7권, H.26L 특집호, pp. 202~209, 2002년 9월.

필자소개



전 병 우

- 1985년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사).
- 1987년 2월 : 서울대학교 전자 공학과 졸업(공학석사).
- 1992년 12월 : Purdue Univ, School of Elec. 졸업(공학박사).
- 1993년 ~ 1997년 8월 : 삼성전자 신호처리연구소 수석연구원.
- 1997년 9월 ~ 현재 : 성균관대학교 정보통신공학부 부교수.
- (주관심 분야) 멀티미디어, 영상압축, 영상인식, 신호처리