



1. 동영상 부호화 표준 방식의 역사

디지털 신호처리, 저장 매체, 전송 방식의 발전은 음성 정보로 국한된 서비스로부터 정지영상 및 동영상 등의 정보를 포함한 다양한 멀티미디어 서비스를 가능하게 하여 과거와 비교하여 사용자가 풍부한 정보를 접할 수 있는 기회를 제공하였다.

일반적인 디지털 동영상 정보는 정보량이 방대한 이유로 부호화 방식에 대해 수많은 연구가 진행되어 왔으며, 특히 1988년에 디지털 동영상 정보의 부호화 및 저장에 대한 표준 규격에 대한 필요성이 대두되면서 ISO(International Organization for Standardization)은 MPEG(Moving Pictures Experts Group)을 탄생시켰으며, 첫번째 국제 디지털 동영상 표준화 부호화 방식인 MPEG-1을 1991년에 완료하게 되었다(1). 1990년에 MPEG 그룹은 주로 디지털 TV를 위한 표준해상도

(SDTV) 및 HDTV(High Definition TV)급의 압축 비디오 제공 및 전송 오류에 강인성 등의 개선을 목적으로 MPEG-1을 토대로 한 개선된 표준화 방식에 대해 논의하기 시작하여 MPEG-2(ITU-T H.262와 동일함)를 규격화하기에 이르렀다(2). MPEG-1은 비디오 CD를 주 응용으로 하여 CIF급(352X240/288)의 영상을 약 1.5Mbps이내로 부호화하는 것이 주 목적이었으며, MPEG-2는 ITU-R BT. 601급(720X480/576)의 영상을 약 10Mbps내외로 압축하여 디지털 방송 및 DVD(Digital Video Disk)에 활용하는 것이 원래 주 목적이었으나 나중에 이러한 MPEG-2기술은 HDTV급의 영상까지 수용하는 것으로 확대되었다. 한편, 1994년에 MPEG-1, MPEG-2 그리고 ITU-T의 H.263기술을 바탕으로 압축 효율을 더욱 개선하고 보다 향상된 대화성(interactivity)과 같은 새로운 기능들을 추가시킨 MPEG-4 표준화 작업을

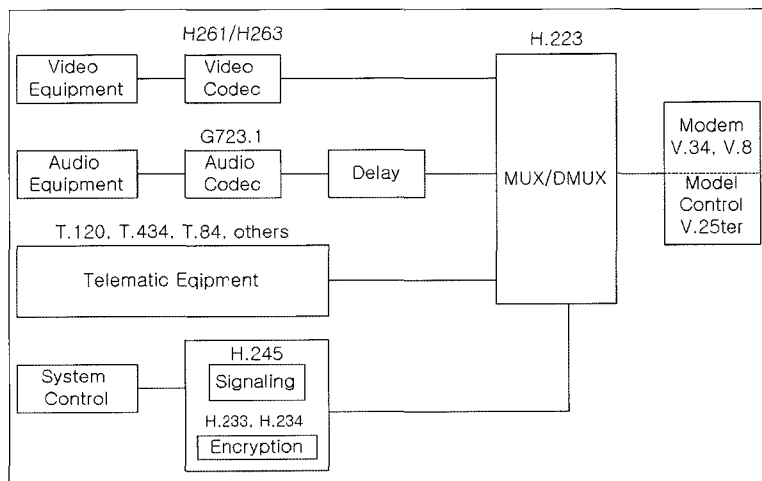
시작하였다. MPEG-4 표준화 방식은 인터넷이나 무선망등의 새로운 전송 방식 및 접근(access)을 수용할 수 있도록 되어 있으며, 특히 컴퓨터 기반의 다양한 응용 분야되어 향상된 대화성을 갖도록 고려하였다. MPEG-1 및 MPEG-2는 프레임 기초(frame-based) 구조만을 갖는 반면, MPEG-4는 객체 기반(object-based) 구조까지 수용할 수 있는 것에 가장 기본적인 차이점 있다(3). MPEG 표준화 방식은 그 구성요소에 따라 시스템, 비디오, 오디오, 컴플라이언스 테스트팅(compliance testing)등 여러 세분화된 기술표준으로 구성되어 있다.

한편, 디지털 데이터의 전송을 및 동영상 부호화 방식의 개선으로 비디오 컨퍼런싱(video-conferencing)의 많은 수요가 요구됨에 따라 송신부 및 수신부 데이터의 호환성 문제가 대두되었다. 이에 따라 1980대에 CCITT는 H.120 및 H.130을 비디오 컨퍼런싱 시스템의 권고안으로 제안하였다. 이 두 방식은 PAL 및 NTSC TV 신호를 2 Mbits/s까지 처리할 수 있도록 되어 있으며, PAL 및 NTSC 신호 사이의 변환 과정은 부호화 과정에 통합되어 있는 형태를 취하고

있다. 그러나, 상기 표준화는 유럽 지역에서만 수용되고 북미 지역 및 아시아에서는 2Mbits/s 이하에서 좀 더 개선된 비디오 신호를 제공할 수 있는 방식에 대해 고려하게 되었다. 그리고 1980년 후반에 통신회사와 비디오 컨퍼런싱 제조회사

들간의 노력으로 ISDN(Integrated Services Digital Networks)과 같은 회선교환망 미디어(Circuit-Switched Media) 환경의 H.320 비디오 컨퍼런싱 시스템을 완료하기에 이르렀다. 한편, H.261은 H.320 시스템의 비디오 정보의 부호화 방식에 대해 기술하고 있는데, ISDN망에서 가입자가 사용할 수 있는 대역폭의 기본단위가 64 kbps인 관계로 H.261 표준화 방식은 P×64 kbps 방식으로 언급되며, 이때, P는 1-30 사이의 정수 값을 나타낸다(4). 네트워크 및 통신 환경의 발전에 따라, ITU(International Telecommunication Union)는 공중전화교환망(Public Switched Telephone Network)을 고려한 비디오 컨퍼런싱 시스템에 대한 국제 표준화 H.324을 개발하기 시작하였으며, 이때, 비디오 부호방식은 H.263을 사용한다. <그림 1>은 H.324 시스템의 계통도를 나타내고 있다.

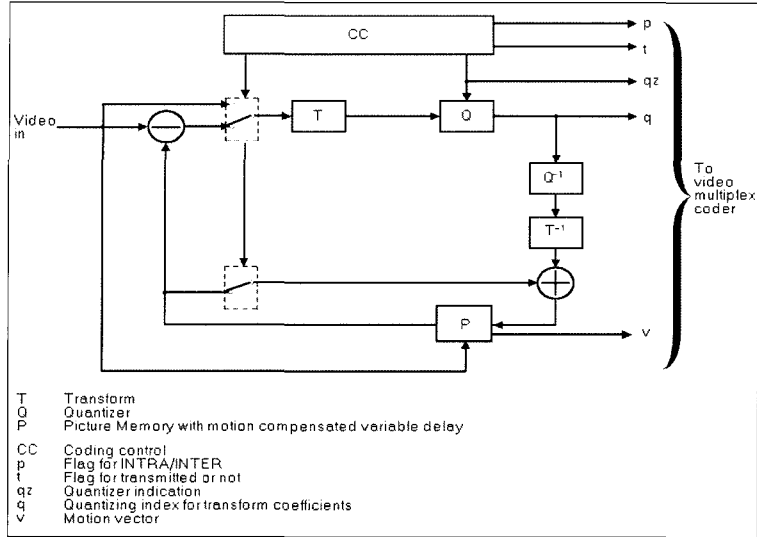
H.324 비디오 컨퍼런싱 시스템을 위한 동영상 부호화 방식인 H.263 방식을 성능 향상을 위한 지속적인 노력을 기울여 선택모드(Annex)를 A부터



<그림 1> H.324 시스템

W까지 제정하였다. 여기서 아무런 선택모드가 없는 H.263을 H.263 베이스라인(baseline)이라고 부른다. 기본적인 베이스라인 H.263에 선택적으로 추가 사용할 수 있는 선택 모드는 총 23가지인데, 총 23가지의 선택 모드를 그 기능에 따라 분류하면, 부호화 효율 향상을 위한 선택 모드, 에러 강인 대책을 위

한 선택 모드와 기타 모드로 분류할 수 있다. 하나의 선택모드가 반드시 하나의 기능만을 가지는 것은 아니며, 일부 선택모드는 국제표준에는 들어있지만 실제로는 사용되지 않는 선택모드들도 있다. 또한 이러한 다양한 선택모드들을 취사 선택하는데 도움을 주기위한 강제(mandatory) 규정이 Annex X로 제시되어 있다. 일반적으로 베이스라인기능에 선택모드 A-F까지를 포함한 것을 H.263 기본 모델(또는 버전1)[5]이라 하고, 선택모드 G-T가 포함되어 있는 경우를 H.263+(또는 버전2)[6], 선택모드 U-W가 포함되어 있으면 H.263++(또는 버전3)라 명칭한다[7]. ITU-T 기존의 동영상 부호화 전문가 그룹을 ISO의 MPEG과 유사하게 2001부터, VCEG(Video Coding Experts Group)이라 명칭하기 시작했는데, 본 고에서는 편의상 이미 기술한 H.261, H.263 그리고 이후에 기술한 H.26L을 VCEG 계열이라 명칭한다.



〈 그림 2 〉 Hybrid MC/DCT 동영상 압축 기법의 부호화부 (H.263)

2. 기존 동영상 부호화 표준 방식

ISO의 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 및 ITU-T의 H.261, H.262, H.263 등의 대표적 동영상 부호화 방식은 공통적으로 hybrid MC/DCT 방식을 사용한다. 이는 공간적 잉여 정보(spatial redundancy)를 줄이기 위해 이산 역현 변환(DCT: Discrete Cosine Transform)을 사용하고 시간적 잉여 정보(temporal redundancy)를 줄이기 위해 움직임 보상(MC: Motion Compensation)을 사용하여 압축 효율을 개선하기 위함이다. 〈그림 2〉는 H.263의 hybrid MC/DCT 방식 부호화부를 나타내고 있다.

일반적인 동영상 압축 방식은 임의의 영상을 겹침이 없는 8×8 크기의 블록 단위로 나누고 4:2:0의 색차신호 부표본화의 경우 6개(4개의 휘도 신호, 2개의 색신호)의 8×8 블록은 1개의 매크로블록(Macroblock)을 구성하게 설정된다. 각 매크로

블록의 구체적 부호화 형태는 압축된 인접 영상과의 상관관계에 의해 결정된다. 즉, 인접된 영상과의 일정 상관 관계 존재 여부에 따라 각 블록은 '인트라' 또는 '인터' 모드로 부호화 되게 된다. 인트라 매크로 블록은 시간적으로 인접한 영상과의 시간적 상관 관계가 적거나 또는 의도적으로 움직임보상을 하지 않고 부호화하는 경우로, 움직임 벡터를 전송하지 않고 매크로블럭 내의 각 8×8 크기의 블록을 이산여현 변환, 양자화 및 엔트로피 부호화 (Entropy coding)의 일련의 부호화 과정을 거쳐 전송하게 된다.

반면에 인터 매크로블록은 시간적으로 인접한 영상과의 시간적 상관관계를 이용하기 위하여 각 매크로블록의 움직임 벡터를 입력영상과 이미 압축된 참조 영상으로부터 산출하여 참조 영상을 이용한 움직임 예측 영상을 생성하게 된다. 움직임 예측 영상과 입력 영상의 오차 영상을 생성한 후에는 인트라 블록과 같은 부호화 과

정을 거친다. 통상적으로 임의의 영상내 모든 매크로블록이 인트라 매크로블록인 경우의 영상을 인트라(I) 픽취, 그렇지 않은 경우를 인터프레임이라 하며, 인터프레임의 경우 시간적으로 이전의 프레임만을 참조 영상으로 사용하는 P 픽취와 이전 및 이후의 참조 영상을 사용할 수 있는 영상을 B 픽취라고 부른다.

ISO MPEG 계열의 동영상 표준화 방식과 ITU VCEG 방식의 부호화 과정의 주요 차이점은 <표 1> 및 <표 2>와 같다.

< 표 1 > MPEG 주요 부호화 과정 비교

	MPEG-1	MPEG-2	MPEG-4 (자연영상)
소스 동영상 해상도	SIF (352(240/288) 순차주사영상)	ITU-R BT.601(SDTV) 1920X1080(HDTV)순차 및 비월 주사영상	Various picture format 순차 및 비월 주사영상
색신호 부표본화 비율	4:2:0	4:2:0 4:2:2 4:4:4	4:2:0 4:2:2
움직임 벡터 탐색 영역	(-64,64)	(-2048,2047.5)	(-1024,1023.5)
움직임 벡터 해상도	Half-pixel	Half-pixel	quater-pixel까지
움직임 보상방법	Forward&Backward compensation	MPEG-1과 동일하되, dual prime 움직임보상 가능	MPEG-1과 동일하되, OBMC(overlapped motion compensation) 가능
가변장부호화	2D (run, level) 허프만 부호화 (지그재그스캔)	MPEG-1과 동일하되, Alternate 스캔 가능	3D (EOB, run, level) 허프만 부호화 (지그재그 및 alternate 스캔)

< 표 2 > VCEG 주요 부호화 과정 비교

	H.261	H.263++
소스 동영상 해상도	QCIF, CIF	Sub-QCIF, QCIF, CIF, 4CIF, 16CIF
색신호 부표본화 비율	4:2:0	4:2:0
움직임 벡터 탐색 영역	(-15,15)	(-31.5,31.5)
움직임 벡터 해상도	Integer-pixel	Half-pixel
움직임보상방법	Backward motion compensation	Bi-directional motion compensation
filtered-blocking 필터	Loop Filter	Loop Filter
가변장부호화	2D VLC	3D VLC

3. H.26L 표준 부호화 방식의 배경

기존의 동영상 부호화방식은 개발될 당시의 기술력 및 당시의 주된 통신인프라 환경을 고려하여 개발된다. H.263+ 및 MPEG-4 동영상 부호화 방식이 개발된 이후, 특히 이동망과 같은 새로운 통신채널의 급속한 보급에 따라 기존 압축 방법에 비해 압축률이 더욱 향상된 동영상 부호화 방식의 필요성이 대두되었을 뿐만 아니라, 기존 회선 교환망으로부터 패킷망으로의 점차적인 전환, 그리고 다양한 통신인프라의 공존과 같은 새로운 통신 환경에 대처할 향상된 기능의 필요성이 대두되었다. 이와 같은 흐름에 따라 ITU-T는 1998년 1월 제네바 회의에서 H.26L(L은 Long-term을 의미함)으로 명명된 차세대 부호화 방식에 대한 '기술제안요청서(Call for Proposal)'를 발표하였다. H.26L에 대한 요구사항 및 핵심 기능(Key functionality)는 다음과 같으며, 이에 대한 자세한 내용은 4절에서 다루기로 한다.

1. 1998년도에 권고된 H.263v2 (선택모드 DFUT 포함) 대비 50(%) 이상의 압축 효율 개선
2. 잘 알려진 기본적인 압축 기능블록들을 사용한 접근
3. 다양한 서비스를 수용하기에 적합한 지연 제약 조건의 유연성
4. 오류 강인성
5. 부호화부 및 복호화부의 complexity scalability
6. 복호화 과정의 완벽한 정의
7. 고화질 응용 분야에 적용
8. 네트워크 환경에 친숙한 방식

H.26L 프로젝트의 시작에 맞추어 각 기업체, 연구소 및 학계는 H.26L 방식에 대해 다각적인 연구를 시작하여 1998년 8월 미국 Whistler에 개최된 전문가회의에서 처음으로 새로운 부호화 방식에 대

해 제안이 이루어지기 시작했으며, 노르웨이 텔레콤, 핀란드 Nokia 및 영국 Strathclyde 대학의 제안이 경합을 버린 결과, 2000년 2월 미국 Monterey 회의에서 압축 효율, H.263 방식과의 유사성, 복잡성 및 오류 환경의 강인성 등을 고려하여 노르웨이 텔레콤의 제안방식을 H.26L 기본 형태로 채택하기에 이르렀다. 이후 TML-1(Test Model Long-Term 1)이 소프트웨어와 더불어 1999년 5월에 공개되었다. H.263 및 H.26L에 대한 자료는 참고문헌 [9,10]을 참조한다. 이후, 미국 Sharp연구소, 마이크로소프트사, Polycom사, AT&T, 독일의 하노버 대학, Erlangen-Nuremberg대학, Heinrich-Hertz-Institute, 한국의 LG전자, 삼성전자 등의 꾸준한 노력으로 1999년 8월 베를린 회의에서 중요 부호화 과정에 대한 상당한 표준화 작업을 진행하였다.

H.26L에 대한 성능 검증은 여러 기관을 통해서 이후에 계속 지속되었으며, 2000년 7월 MPEG 시드니 회의에서, MPEG-4 ASP(Advanced Simple Profile)방식과의 화질비교 검증이 이루어졌다. 수십 kbps에서 약 1Mbps까지의 비트율에 대한 다각적 비교 실험끝에, H.26L이 MPEG-4 ASP방식보다 약 2배 정도의 압축률 개선 효과가 있음을 발표했다. 이후, 2001년 12월 태국 파타야 회의에서는 마침내, H.26L 방식을 토대로 차세대 동영상 압축 방식 개발을 위해 ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG이 하나의 표준인 H.264를 제정하기로 합의하고 양기관 전문가들의 연합팀(JVT: Joint Video Team)을 공식적으로 출범시켰다. 이렇게 개발된 비디오표준은 향후 양측의 모기관의 문서형식에 맞추어 MPEG에서는 MPEG-4 Part10으로, VCEG에서는 H.264로 명칭하기로 결정하였다. 따라서, H.264 및 MPEG-4 Part10는 동일한 기술이되 양기관의 문서번호만이 다른 것으로 이해하면 된다.

4. H.26L 방식의 기술적 특징

H.26L (H.264 또는 MPEG-4 Part10) 동영상 표준화 방식은 3절에서 기술된 주요 함수 또는 필요 조건을 갖추기 위해 다양한 형태의 부호화 방식에 대해 토의해 왔는데, 3절에서 기술된 주요 기능에 따른 내용을 살펴보면 다음과 같다. H.26L 동영상 부호화 방식에서 가장 높은 우선 순위로 고려한 내용은 압축 효율의 개선이다. 특히, H.263+ (DFLJT의 선택모드포함)과 비교하여, 50(%) 이상의 압축 효율 개선을 목표로 설정하였다. 이와 같은 목표설정은 초기 H.26L 방식을 결정할 때, 시스템의 복잡도는 상당히 배제된 상태에서 압축 효율을 개선할 수 있는 방안을 최우선적으로 고려하도록 하는 요소가 되었다. 이에 따라, 4×4 블록 크기의 정수 DCT변환 방식과 함께, 부호화시 많은 계산을 요구하는 가변 블록 크기의 움직임 벡터 예측, 다양한 방향성을 갖는 인트라 부호화 방식 및 다중 참고 프레임 움직임 추정 방식 등이 현 H.26L 부호화 방식의 골격을 이루게 되었다.

‘잘 알려진 기본적인 압축 기능 블록들을 사용한 접근’은 H.26L 표준화 방식의 스케줄에 의한 것으로서 H.26L 표준화 방식의 기술제안요청서가 발표된 시점에서 종료되는 시점까지 프로젝트 시간 상의 문제로 인해 검증되지 않은 새로운 방식은 배제될 수 있음을 의미한다. 이러한 이유로 주요 부호화 방식은 기존의 부호화 방식을 약간 개선시킨 부분이 많고 짧은 기간에 많은 성능 개선을 이루기는 했으나, 향후에 라이선스 문제 발생의 소지도 존재한다.

‘지연 제약 조건의 유연성’은 H.26L 방식을 다양한 응용 분야로 적용하기 위

한 항목이다. 일반적인 동영상 압축 방식을 특정 응용 시스템에 활용하기 위해 고려해야 할 중요한 사항 중에 하나는 부호화 방식의 단대단 지연(end-to-end delay 또는 latency)과 지연 변화(delay variation 또는 jitter)이다. 예를 들어, 저장 매체용 또는 VOD(Video On Demand) 같은 서비스는 이미 압축된 동영상 서비스를 제공하는 것이기 때문에 부호화부의 latency를 고려하지 않아도 되지만, 실시간 동영상 통신시스템인 경우는 부호화부의 latency나 전송선로상의 jitter 등이 커다란 제약 조건으로 작용할 수 있다. 그러므로, 지연 제약 조건의 유연성을 강조한 사항은 H.26L의 총 시스템에서 지연 제약 조건에 따라 사용하는 함수를 다르게 설정할 수 있음을 의미한다. 적용시스템에 따라 사용되는 주요 부호화 방식은 ‘Profile과 Level’에 정의되어 있다. ‘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.

위와 같은 주요 기능 조건을 만족시킨 H.26L 방식은 기존의 동영상 부호화 방식과 상이한 구조를 갖고 있다. <표 3>은 MPEG-4(Part2)와 H.26L의 기본적인 차이점을 나타내는 부분이다.

< 표 3 > H.26L과 MPEG-4 비디오의 주요 기술 비교표

	H.26L	MPEG-4 비디오
변환부호화 블록크기	4×4	8×8
변환 (Transform)	Integer Transform (DCT 변형 형태)	Floating point DCT
움직임보상 및 움직임예측 해상도	Variable Block Size 최대 1/8-pixel 해상도	Fixed Block Size 16×16 (또는 8×8) 최대 1/4-pixel 해상도
VLC Table	UVLC	Separate Table
Intra Prediction	Spatial Prediction	AC/DC Prediction

5. 향후 전망

H.261 부터 초기 H.26L에 이르는 일련의 ITU-T의 표준화 작업은 주로 통신사업자(Telco)나 이에 대한 장비를 공급하는 통신산업계의 매우 특성화된 전문가들을 중심으로 주도되어 왔으나, 2001년 12월 MPEG과 연합비디오팀을 구성함에 따라 다양한 가전회사, 벤처업체, 학교, 연구소등이 참여하게 되었고 이에 따라, 단순한 통신뿐만 아니라 가전의 개념으로 넓혀진 폭 넓은 응용까지 고려하게 되었다. H.26L은 일반적으로 영상전화와 같은 통신(communicative) 서비스와 주문형비디오(VoD)와 같은 retrieval 서비스에 모두 사용될 것으로 예상된다. H.26L 기술은 특히 기존의 MPEG-4 ASP기술보다 약 2배 이상의 압축률을 제공하므로, 사용 가능한 채널폭이 한정되어 있는 이동망을 이용한 동영상 서비스나, 현재의 제한된 전송용량의 전송 채널을 통해 좀 더 빠르게 좀 더 나은 화질의 비디오 서비스를 원하는 사용자들에게 유용하리라 생각된다. 현재 가정으로 연결되는 가입자선로(DSL)들이 수용할 수 있는 비트율이 충분치 않으므로, 기존 기술 대비 약 2배이상의 압축률 향상은 동일 전송 채널폭을 사용할 경우, 화질의 개선을 의미하며, 동일 화질을 가정할 경우, 전송시간의 단축을 의미하므로, 멀티미디어 서비스를 더욱 활성화 시킬 수 있는 기술적 촉매제가 될 것이다. 그러나 현재 H.26L을 구현할 경우 기존 MPEG-4비디오 기술에 비해 약 10배이상의 계산량이 소요되어 계산량 감축이라는 문제를 해결해야 하는 것도 사실이다.

현재 H.26L은 베이스라인, 메인, 그리고 X(이름 미정)등 세가지의 프로파일을 갖고 있는데, 베이스라인은 B-픽처가 없어 메인프로파일에 비해 프레임 지연이 적다. 따라서 통신서비스에 적합한 형태가

될 것으로 생각되며, 메인프로파일은 주로 압축률 향상에 염두를 둔 것으로 실시간 부호화가 필요 없는 VoD 형태의 엔터테인먼트 응용을 주로 염두에 두고 있다. 한편 2002년 7월에 새로이 채택된 프로파일 X는 주로 스트리밍환경에 적합하도록 기술 선택을 한 것이다. 이러한 현재의 프로파일 정의에서 미루어 본다면, H.26L은 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 수 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 회사의 고유(proprietary) 비디오 부호화 규격들을 생각할 때, H.26L이 어느정도 파편화된 기존 시장기술의 통합적 대치가 될지 아니면, 또 하나의 사업상 선택으로 남게 될지 현재로서는 불투명한 상태이다. 이러한 문제를 대변하듯이 일본을 비롯한 몇몇 국가에서는 MPEG회의에 국가 대표의견(National Body Comment)으로써, 기존 MPEG-4기술이 이제 막 시장 도입기에 들어가고 있는 상태에서 또 하나의 표준기술이 등장하는 것은 시장의 혼란만을 가중시킬 수 있다는 지적과 함께, 지금 기술 표준화 중인 H.26L이 기존 MPEG-4기술과 비교하여, 확실히 차별화가 되는 기술혁신을 현재 MPEG-4 비디오기술에 준하는 계산복잡

도 범위내에서 달성해야 한다는 주문을 내 놓기도 하였다. 또한 베이스라인에 대하여 특허료를 무료로 하겠다는 당초의 계획이 현실적으로 달성하기 어렵다는 지적이 많이 제기되는 등, H.26L에 대한

특허료 정책이 명확하지 않아 향후 이에 대한 추이 또한 면밀히 파악하여야 한다. 따라서, 이러한 기대와 우려가 섞인 H.26L 표준기술이 시장에서 성공할지 여부는 아직 좀 더 지켜보아야 할 것이다.

● 참고 문헌 ●

- (1) ISO/IEC JTC1 CD 11172, Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media up to 1.5 Mbit/s, International Organization for Standardization (ISO), 1992.
- (2) ISO/IEC JCT1 CD 13818, Generic coding of moving pictures and associated audio, International Organization for Standardization (ISO), 1994.
- (3) ISO/IEC JCT1 14496, Coding of audio visual objects - Part2: Visual, International Organization for Standardization (ISO), 2001.
- (4) ITU-T Recommendation H.261, Video codec for audiovisual services at p×64 kbits, March 1993.
- (5) ITU-T Recommendation H.263, Video Coding for low bitrate communication, Nov. 1995.
- (6) ITU-T Recommendation H.263, Video Coding for low bitrate communication, Jan. 1998.
- (7) ITU-T SG16, Draft for H.263+ + to Recommendation H.263, Nov. 2000.
- (8) V. Bhaskaran and K. Konstantinides, Image and Video Compression Standards: Algorithm and Architectures, Kluwer Academic Publishers, 1997.
- (9) [ftp://standard.pictel.com/video-site/](http://standard.pictel.com/video-site/)
- (10) [ftp://ftp.imtc-files.org/](http://ftp.imtc-files.org/)
- (11) Joint Final Committee Draft (JFCD) of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC), Aug. 2002.

필자 소개



홍민철

-1988년 2월 : 연세대학교 전자공학과(학사)
 -1990년 8월 : 연세대학교 전자공학과(석사)
 -1991년 8월 : LG 정보통신(연구원)
 -1997년 9월 : Northwestern University 전기공학과(박사)
 -1998년 8월 : Northwestern University 전기공학과 (Research Fellow)
 -2000년 2월 : LG 전자 DM 연구소(선임연구원)
 -2000년 3월~현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 조교수
 -주관심분야 : Image restoration and enhancement, Nonlinear video processing and filtering, Advanced video coding, Motion modeling and analysis, Image blind deconvolution



전병우

-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 전기전자 컴퓨터 공학부 부교수.
 -주관심분야 : 멀티미디어, 영상압축, 영상인식, 신호처리