

I. JVT 표준화 배경

JVT는 국제적인 동영상 표준 제정 그룹인 ITU의 VCEG과 ISO의 MPEG이 공동으로 개발하고 있는 표준이다. 이 표준은 매우 높은 압축율을 주요 기술적 목표로 하고 있으며, 저장매체, 인터넷, 위성방송 등의 거의 모든 전송미디어 및 다양한 동영상 해상도의 환경에서 사용될 수 있는 범용 동영상 부호화 기술이다. 전통적으로 ITU의 국제표준은 일반적으로 유선 통신 매체를 기반으로한 H.261, H.263등의 동영상 부호화 표준을 제정하여 왔으며, MPEG은 저장매체나 방송매체에서의 동영상 처리를 위한 MPEG-1, MPEG-2등의 표준으로 제정하였다. MPEG은 또한 멀티미디어 전반에 걸친 부호 표준인 MPEG-4에서 객체 기반 동영상 부호를 중요한 특징으로하는 다양한 기능과 고압축율을 실현한 MPEG-4 동영상 표준을 제정 완료하였다. ITU의 VCEG 그룹에서는 MPEG-4 동영상 표준 제정이후에도 계속 H.26L이라는 이름으로 고 압축율의 동영상 표준을 제정하여 왔는데, MPEG에서의 공식적인 비교 실험에서, 비슷한 기능의 MPEG-4 동영상 표준(Advanced Simple Profile)보다 압축율의 측면에서 큰 우위성을 나타내었다. 이에 따라 MPEG은 H.26L을 기반으로 ITU VCEG그룹과 공동으로 JVT 동영상 표준을 개발하기로 협약하였고, 2002년 7월 최종 위원회표준안(FCD : Final Committee Draft)이 제정되었으며, 2002년 12월 최종 표준규격을 완료할 예정이다.

II. JVT 프로파일 및 레벨

1. 프로파일/레벨

JVT는 다양한 응용에 대해 적용할 수 있는 범용 동영상 부호 표준으로서, 다양한 요소 기술도구들의 연결로 구성되어 있다. 이러한 범용성으로 인해, 특정 응용에 JVT의 모든 기술을 사용하는데는 경제적, 기술적 구현상의 문제 등을 야기하게 된다. 또한 특정 응용제품마다 표준의 사용자가 최적화 구현을 하게 되면 상호동작성을 최상의 목표로 하는 표준 제정의 의미가 없어진다. JVT 표준의 프로파일은 이러한 문제를 해결하기 위해 정의된다. 프로파일은 JVT 표준의 응용들에 따라 요구되는 성능과 기능을 그룹화하여, 이를 충족하는 표준의 기술도구들의 부분 집합을 정의하는 것으로서, 구현 제품의 표준의 적합성을 시험하는 기준이 된다. 어떤 제품이 JVT 표준을 따른다는 것은 애매모호한 말이며, JVT 표준의 어떤 프로파일을 따른다는 것이 보다 정확한 것이다. 결국 표준 기술은 반드시 적어도 하나의 프로파일에 속해야 하며, 그렇지 않으면 표준 기술이라고 할 수 없다.

프로파일은 기술 도구들의 집합으로서 상호작동성의 기반이 되는데, 하나의 프로파일은 다양한 해상도의 동영상이나 프레임율, 비트율을 처리할 수 있다. 예를 들어 Baseline 프로파일의 복,부호화기들은 HDTV 해상도의 비트스트림을 처리할 수도 있고, 휴대용 화상 전화를 위한 동영상 비트스트림을 처리할 수도 있다. 이때 같은 프로파일이라도 HDTV 해상도의 비트스트림을 휴대용 화상전화의 메모리와 프로세서로는 처리하지 못할 것이다. 레벨은 주요 응용별로 복호기의 메모리와 프로세싱 성능 등의 처리능력의 한계를 표준 정의하여 상호

작동성을 유지한다.

JVT 프로파일/레벨 정의의 기본은 될 수 있는 한 적은 프로파일과 레벨을 유지한다는 것이다. 하나의 프로파일이 정의되기 위해서는 다른 프로파일과 뚜렷한 기능적 차이가 있어야 하고 많은 표준 사용 기관들의 지원이 있어야 한다.

2. JVT 주요 기술 도구

JVT 표준은 다양한 기술 도구들로 구성되어 있으며, 기존의 MPEG 동영상 표준과는 많은 차이점이 있다. JVT에서는 동영상 스트림을 크게 NAL(Network Abstraction Layer)와 VCL(Video Coding Layer)로 계층화한다. 순수한 동영상 부호에 관련된 층이 VCL이고 VCL의 데이터를 다양한 통신망의 특성에 따라 전송할 수 있는 컨테이너가 NAL이다. JVT에 의한 동영상 스트림의 정보는 NAL 유닛에 담겨 전송된다. NAL 유닛은 타입 정보를 갖고 있어 동영상 시퀀스 전체에서 변하지 않는 패러미터 집합, 픽처내에서 변하지 않는 패러미터 집합 등의 헤더정보, 슬라이스 단위의 부호화된 동영상 데이터 등을 담는다.

VCL 데이터는 계층적인 구조를 갖는데, 시퀀스, 픽처그룹(GOP : Group Of Picture), 픽처(Picture), 슬라이스(Slice), 매크로블럭(Macroblock), 블록(Block)으로 세분화되는 구조를 갖는다. JVT의 중요 기술도구들은 다음과 같은 것들이 있다. 프로파일은 이들 도구 중 필요한 도구들을 모은 것이다.

2.1 입력영상 색상 포맷

JVT는 4픽셀의 밝기정보(Y-신호)마다 색상정보로서 2개의 픽셀(Cr 및 Cb 각 1 픽셀)을 샘플링하는 4:2:0 방식의 색상 포맷을 지원한다.

2.2 픽처 타입(Picture type)

JVT에는 프레임을 복호하는 기술 방식에 따라 여러 타입으로 나눈다. 이미 복호화된 다른 프레임의 정보에 참조하여 움직임 보상하여 복호할 수 있는 형태의 프레임으로서 P 프레임, B 프레임, SP 프레임등이 있고, 자신의 프레임 정보만으로 복호할 수 있는 I 프레임 및 SI 프레임들이 있다. B 프레임은 두 개의 참조 프레임을 사용해서 복호하는 것이고 P 프레임은 하나의 참조 프레임을 사용한다. MPEG 표준의 B(Bi-directional) 프레임은 복호할 프레임의 앞과 뒤의 프레임을 반드시 하나씩 참조하여 움직임 보상하는데 비해, JVT에서의 B(Bi-predictive) 프레임은 방향에 상관없이 두 개의 참조 프레임을 사용한다. SP, SI 프레임은 각각 기존의 P와 I 프레임과 비슷한 방법으로 보상 부호화를 하는데, 참조 데이터를 DCT 계수로 변환하여 입력된 잔여(Residual)의 계수에 보상하는 방법을 취한다. 이 방법은 신축성 부호방식에서 기본화질과 향상화질사이의 변환, 랜덤 액세스, 여러내구성 등의 측면에서 장점들을 갖고 있다고 한다.

2.3 프레임 구조(Frame Structure)

동영상의 화면 정보의 구조는 크게 TV 신호에서 사용되는 한 짝의 필드로 구성되는 인터레이스 화면과 컴퓨터에서 사용되는 프로그래시브 화면으로 나눌 수 있으며, JVT는 동영상 정보의 특징에 따라 인터레이스 혹은 프로그래시브 형태로 부호화한다.

2.4 프레임/필드 적응 부호(Adaptive Frame/Field)

화면단위로 혹은 매크로블럭 단위로 프레임/필드를 적응하여 부호화한다. 매크로블럭 단위의 프레임/필드 적응 부호화시는 화면에서 수직으로 두 개의 매크로블럭이 짝을 이루어 프레임/필드 적응

부호화를 한다.

2.5 인-루프 블록킹 제거 필터(In-loop filter)

블록킹 현상은 블록단위로 손실 부호화하는 동영상 기술에서 블록의 접경에서 불연속성이 생기는 현상으로서, MPEG에서는 화질개선을 위해 비표준의 후처리과정으로서 블록킹 제거 필터를 선택적으로 사용하였다. JVT에서는 표준 복호처리과정에 블록킹제거 필터를 재생 프레임 데이터를 만들 때 사용할 수 있도록 하고 있다. 루프 필터는 현격한 화질 개선의 효과가 있다.

2.6 움직임 벡터 해상도

움직임 보상을 효과적으로 하기 위해, 움직임 벡터의 해상도를 서브-픽셀단위로 한다. MPEG-4에서는 1/2픽셀이 기본이고 프로파일에 따라 1/4픽셀의 해상도 까지 할 수 있었으나, JVT는 1/4픽셀과 1/8픽셀 해상도를 사용한다.

2.7 트리구조 움직임 세그멘테이션

JVT는 하나의 매크로블럭을 4x4 사이즈까지의 다양한 형태의 서브블럭으로 나누고 이 서브블럭 단위로 각각 움직임 보상을 할 수 있다.

2.8 적응 블록 변환(ABT: Adaptive Block Transform)

JVT는 4x4 정수형 DCT 변환이 기본으로 사용된다. ABT는 하나의 매크로블럭을 다양한 크기와 모양의 서브블럭으로 나누고 이 서브블럭의 크기에 따라 DCT 커널을 따로 두어 변환한다.

2.9 엔트로피 부호화

JVT에서는 컨텍스트를 고려하여 심볼을 가변길

이 부호화하는 CAVLC(Context Adaptive Variable Length Coding) 방법과 산술부호방식을 사용하는 CABAC(Context Adaptive Binary Arithmetic Coding)의 두가지 방법이 사용된다.

2.10 데이터 분할(Data Partitioning)

데이터를 중요성에 따라 카테고리를 나누고 같은 카테고리의 데이터를 NAL 유닛으로 보내서 중요성에 따라 통신채널을 선택하여 보낼 수 있다.

2.11 임의 슬라이스 순서(ASO : Arbitrary Slice Order)

JPEG에서는 슬라이스의 부호시 같은 프레임의 다른 슬라이스는 참조하지 않으므로 같은 프레임내의 슬라이스는 도착순서에 상관없이 복호할 수 있다. JVT의 에러내구성 기능에 관련한 기술이다.

2.12 유연성 매크로블럭 순서(FMO : Flexible Macroblock Order)

한 화면의 슬라이스들의 매크로블럭들의 구성을 맵 정보로서 표현하여, 래스터 스캔 순서에 따르지 않고 슬라이스의 구성을 자유롭게 할 수 있는 기술이다. JVT의 에러내구성 기능에 관련한 기술이다.

2.13 중복 슬라이스(Redundant Slice)

JVT는 같은 내용의 슬라이스를 중복해서 보낼 수 있다. JVT의 에러내구성 기능에 관련한 기술이다.

2.14 ABP(Adaptive Bi-Prediction)

B 프레임의 부호화는 2개의 참조 프레임의 데이터를 사용하여 움직임 보상한다. ABP는 이때 2개의 참조 프레임에 대한 가중치 정보 사용에 관한 여러 방식을 적용하여 부호화한다.

3. JVT 프로파일

JVT에는 현재 베이스라인 프로파일, 메인 프로파일, 이름이 결정되지 않은 X 프로파일의 3개의 프로파일이 있다. JVT에서 프로파일 문제는 상호 동작성이라는 표준적인 측면 외에도 베이스라인 프로파일을 특허사용료를 지불하지 않도록 만드는 기본적인 목표 때문에 매우 커다란 논제이다. 프로파일에 대한 본격적인 구체적 논의는 제네바 회의에서 시작되었다. 이 회의에서는 <표 1>과 같은 3개의 프로파일이 제시되었다.

<표 1> 2002년 1월 제네바 회의 JVT 프로파일

베이스라인	저지연시간, 저 복잡성
고성능	저 지연시간, 고 복잡성
저장/스트리밍	고 지연시간, 저/고복잡성

저지연시간은 실시간 복,부호화에 필요한 성능이고, 복잡성이 높은 것은 매우 높은 압축을 실시할 수 있으나, 많은 메모리와 높은 컴퓨팅 성능을 요구하게 된다. 베이스라인 프로파일은 저가의 단말에서 화상회의에 알맞으며, 고성능 프로파일은 고가의 화상회의의 응용 등에 사용될 수 있고, 미리 동영상을 저장하거나 저장된 동영상을 전달하는 응용에 저장/스트리밍 프로파일이 사용될 수 있다. 이 3개의 프로파일은 제네바회의에서 임시로 만든 것이고 프로파일에 속하는 구체적인 도구들에 대한 제안은 2002년 5월 FairFax회의의 숙제로 넘겨졌다.

FairFax회의에서는 베이스라인과 메인의 두 개의 프로파일이 결정되었다. 양 프로파일 모두 저지연성을 목표로 하고 있으며, 베이스라인은 저복잡성을 메인은 고복잡성에 대한 프로파일이다. 이 회의에서는 JVT 표준의 기술중에서 SP, SI 픽처 타입, 1/8 픽셀

움직임벡터 해상도, 데이터 파티셔닝 등의 기술이 어떤 프로파일에도 채택되지 못했다. 다음은 FairFax 회의에서 채택된 베이스라인 프로파일에 속한 기술 도구들은 다음과 같다: I 및 P 픽처 타입, 인-루프 필터, 인터레이스, 1/4 픽셀 움직임보상, 트리구조 움직임 세그멘테이션, VLC 엔트로피 부호방식, FMO. 메인 프로파일에 속한 기술 도구들은 다음과 같다: 베이스라인 프로파일의 도구들, B 픽처 타입, CABAC, ABT. 이 회의에서는 베이스라인 프로파일에 대해 특허료를 받지 않는다는 근본적인 목표가 실제로 달성할 수 있는가에 대한 조사를 하여 다음 회의인 클라겐푸르트 회의에서 보고하기로 하였다.

2002년 7월 클라겐푸르트 회의에서는 많은 회사들이 스트리밍 프로파일을 지원하였으며, 최종적인 프로파일의 이름을 결정하지 못하고 임시로 X 프로파일이라는 이름으로 다음과 같은 도구들이 포함되었다: 클라겐푸르트 베이스라인 프로파일의 모든 도구들, B 픽처, SP/SI 픽처, 데이터 분할, ABP. 이 회의에서서는 베이스라인과 메인프로파일도 변경이 있었다. 베이스라인 프로파일의 변경 사항은 다음과 같다. 프레임/필드 적응 부호방식은 픽처단위로 한정하였다. 예러내구성을 위해 ASO와 중복 슬라이스를 추가하였다. 메인 프로파일의 변경사항은 다음과 같다: FMO, ASO, 중복 슬라이스들을 제외한 클라겐푸르트의 베이스라인 프로파일의 도구를 모두 포함하고, 프레임/필드 적응 부호화방식을 매크로블럭 단위까지 지원한다.

4. JVT 레벨

JVT의 복호기의 처리속도와 메모리에 대한 제한을 정의하는 레벨에 대한 논의도 프로파일과 함께 제네바회의부터 본격적으로 시작되었다. 제네바회

의에서는 12개의 레벨을 평면적으로 정의하였으며, 각 레벨마다 초당처리 픽셀 수와 최대 화면 크기를 픽셀 수로 제한을 두었다. 또한 화면의 높이와 넓이에 대해서 복호시 화면 외곽 부분을 위한 추가 버퍼가 필요한 경우를 대비하여 아래의 공식 (1)에 의해 최대 값의 제한을 두었다.

$$\text{sqrt}(\text{최대 화면 크기 픽셀 수} * 8) \quad (1)$$

예를 들면 레벨 2, 3, 4는 최대 화면 크기 픽셀수는 101,376으로 같으며, 초당처리 픽셀수는 760,320 픽셀/초, 1,520,640 픽셀/초 그리고 3,041,280 픽셀/초로 제한하고 있다. 101,376는 CIF(352x288)영상이며, 이 최대 화면을 7.5프레임/초, 15 프레임/초, 30 프레임/초의 화면 전송율까지 처리한다는 것을 나타낸다.

FairFax에서는 레벨의 구조를 제네바회의의 12개의 평면 레벨 구조에서 주요 응용들의 최대 화면과 화면 전송율에 따라 계층적인 구조로 변경하였다. <표 2>는 FairFax 회의에서의 레벨 정의를 나타낸다. 이 표로부터 초당 픽셀 처리수를 최

대 화면 픽셀수를 최대화면 전송율로 곱하여 계산할 수 있다.

클라겐푸르트 회의에서의 레벨 정의는 FairFax의 계층적 레벨 정의에 기반하고 있으며, 각 레벨의 복호기의 처리능력과 최대 화면 크기의 한계를 매크로블럭 단위로 정의하였다. 또한 참조 메모리의 크기와 HRD(Hypothetical Reference Decoder)에 관련하여 최대 비트 전송율과 HRD의 최소 버퍼크기의 제한을 두었다. 픽처당 최소 압축율은 4:1로 제한을 두었고, 복호기 캐쉬에 저장될 수 있는 최대 픽처 패러미터 집합의 수를 64개로 제한하였다.

III. 결론

이 논문에서는 최근 많은 관심의 대상이 되고 있는 ISO와 ITU가 공동으로 표준하고 있는 JVT 동영상 표준기술의 프로파일과 레벨에 대한 동향을 보고하였다. 현재 프로파일 주제로 가장 문제가 되는 것은 베이스라인 프로파일이 특허사용료를 받지 않도록 제정될 수 있을 것인가 이다. 이 문제는 앞으로 JVT 표준제정과 상품화 응용의 성공에 매우 중요한 요소가 될 것이다. JVT 표준상태는 현재 FCD로서 기술적으로 거의 완료가 되었으며, 세부적인 오류를 수정하는 단계이다. 클라겐푸르트 회의에서 버전 2에 대한 얘기가 공식적으로 나오고 있다. 관심있는 분들의 직접적인 많은 참여를 권고한다.

< 표 2 > FairFax 레벨 정의

레벨	최대 화면	초당 화면 전송율
1	QCIF(176×144)	15
1.1	CIF(352×288)	7.5
1.2	CIF(352×288)	15
2	CIF(352×288)	30
2.1	2 CIF, HHR	25
2.2	PAL SD(720×526)	12.5
3	PAL SD(720×526)	25
3.1	720p (1280×720)	30
3.2	SXGA (1280×1024)	42.2
4	2K×1K	30
5	16VGA (2560×1920)	25.6

본 연구는 KT 서비스개발 연구소의 지원으로 수행되었습니다.

● 참고 문헌 ●

- (1) JVT, "Profiles, Levels and Limits Discussion Report," JVT Document No. JVT-D154, 2002년 7월
- (2) JVT, "Proposal for a Streaming Profile," JVT Document No. JVT-D085, 2002년 7월
- (3) JVT, "Complexity Limitations for High Definition," JVT Document No. JVT-D134, 2002년 7월
- (4) JVT, "Restriction on Vector Spread-out in 8x8 Partitioning," JVT Document No. JVT-D116, 2002년 7월
- (5) JVT, "Restriction on Vector Spread-out in 8x8 Partitioning," JVT Document No. JVT-D116, 2002년 7월
- (6) MPEG, "Meeting Resolution", MPEG Document No. N4692, 2002년 5월
- (7) MPEG, "Proposed terms of reference for team of experts," MPEG Document No. N4790, 2002년 5월
- (8) JVT, "AHG report on Profiles and Levels," JVT Document No. C019, 2002년 5월
- (8) JVT, "Profiles proposal," JVT Document No. C024, 2002년 5월
- (9) JVT, "TV Profiles and Levels," JVT Document No. C035, 2002년 5월
- (10) JVT, "Straw-man proposal for baseline profile," JVT Document No. C036, 2002년 5월
- (11) JVT, "Definition of Profiles," JVT Document No. C063, 2002년 5월
- (12) JVT, "Levels and HRD," JVT Document No. C069, 2002년 5월
- (13) JVT, "Main Profile for MPEG-4 AVC and H.264," JVT Document No. C099, 2002년 5월
- (14) JVT, "Profile/Level Restrict for very low end apps," JVT Document No. C109, 2002년 5월
- (15) JVT, "Baseline Profile for JVT coding standard," JVT Document No. C113, 2002년 5월
- (16) JVT, "MPEG Proc. to develop Profiles and Levels," JVT Document No. C155, 2002년 5월
- (16) JVT, "Mobile Profile Proposal," JVT Document No. C161, 2002년 5월
- (17) JVT, "JVT Profiles and Levels," JVT Document No. C165, 2002년 5월
- (18) JVT, "Draft-framework for profiles and levels," JVT Document No. B103, 2002년 2월
- (19) JVT, "Report of Geneva meeting," JVT Document No. B041, 2002년 2월
- (20) JVT, "AHG report: JVT Project," JVT Document No. B005, 2002년 2월
- (21) JVT, "Remarks on Profiling," JVT Document No. B073, 2002년 2월
- (21) JVT, "Joint Final committee Draft (JFCD) of Joint Video Specification," JVT Document No. D157, 2002년 7월

필자 소개



김해광

-1986년 2월 : 한양대학교 전자 공학과 졸업
 -1994년 9월 : Paul-Sabatier 대학교(프랑스) 전산학 D.E.A
 -1997년 3월 : Paul-Sabatier 대학교 전산학 박사
 -2000년 3월~현재 : 세종대학교 소프트웨어공학과 조교수
 -주관심분야 : 콘텐츠 보호, 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 검색, 영상 데이터 압축, 오디오 변환 부호화



이상윤

-1987년 2월 : 연세대학교 전자공학과 졸업
 -1989년 2월 : 연세대학교 전자공학과 석사
 -1999년 12월 : Georgia Tech 전기공학 박사
 -1989년 3월~현재 : KT 서비스 개발연구소
 -주관심분야 : 멀티미디어 검색, 영상통신