



HEVC 코덱 구현 및 상용화 기술

I. 서론

최근 고해상도, 고화질 비디오 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라, ISO/IEC MPEG (Moving Picture Experts Group)과 ITU-T VCEG (Video Coding Expert Group)에서는 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)를 결성하여 H.264/AVC 보다 2배 향상된 압축효율을 목표로 새로운 비디오 압축 표준인 HEVC (High Efficiency Video Coding)에 대한 표준화를 진행하였다^[1-2]. 2013년 1월 HEVC 1차 버전의 최종 표준안이 완료된 이후에도 scalable, multi-view, 및 range 에 대한 확장 표준화를 진행 중이다. 특히, HEVC는 고화질 3D 방송 및 UHD 방송 등으로 대변되는 차세대 방송 기술의 핵심 역할을 수행할 것으로 기대되고 있으며, 이 외에도 비디오 스트리밍 서비스, 의료 영상 기기, 및 감시 (surveillance) 시스템 등에서도 널리 사용될 것으로 예상되고 있다.

HEVC는 H.264/AVC 대비 높은 객관적 화질 및 주관적 화질 향상이 있었으나, 이에 의한 복잡도 증가는 극복해야할 문제로 지적되고 있다.

HEVC는 종래의 비디오 압축 표준과 마찬가지로 블록기반의 하이브리드 부호화 구조를 사용하고 있으나, 압축효율 향상을 위한 신규 기술들을 적용하여 H.264/AVC 대비 40%의 객관적 압축 성능 향상 및 60%의 주관적 화질 향상을 보인다^[3-4]. 세분화된 부호화 단위, 화면 내 예측 방향성의 증가, 움직임 예측 결정 기법의 향상 및 다양화된 인-루프 필터 등에 이르는 다양한 신규 기술들의 적용은 압축효율을 향상시키는데 큰 역할을 수행하였으나, 이에 따른 복잡도 증가는 코덱 구현 및 상용화를 위해 극복해야할 문제점으로 지적



안 용 조
광운대학교



박 세 진
광운대학교



심 동 규
광운대학교



되고 있다^[5]. 본고에서는 이러한 HEVC 코덱의 복잡도 감소를 위한 다양한 구현 기법에 대하여 소개하고, 이를 활용한 상용화 기술에 대하여 설명한다.

II. HEVC 코덱 구현

HEVC 코덱의 구현 방법은 하드웨어기반 구현과 소프트웨어기반 구현으로 나눌 수 있으며, 최근에는 높은 복잡도를 차지하는 모듈만을 전용 하드웨어로 설계하는 코덱 구현 방법 또한 사용되고 있다. 본 장에서는 HEVC 코덱의 구현 목적 정의에서 실시간 구현을 위한 고속화 및 병렬화 기법에 이르는 소프트웨어기반 초기 구현과 전용 하드웨어 모듈의 적용 예를 살펴본다.

1. HEVC 코덱의 구현 목적 정의 및 설계

HEVC 코덱의 구현을 위해서는 구현의 목적을 정의하고, 이에 따른 지원 기능의 선정 및 주요 모듈 분류를 통한 설계과정이 선행되어야 한다. HEVC 코덱은 profile에 따라, Main, Main 10, Still profile로 분류되며, level과 tier에 따라 지원 해상도와 CPB (coded picture buffer) 크기에 제약을 두고 있다^[2]. 이와 더불어, scalable, multi-view, range와 같은 확장 표준을 지원하고 있다. 다양한 profile, level, tier 및 확장표준들에서 지원하는 모든 기능을 갖춘 코덱을 구현하는 것은 범용적인 측면에서는 장점이 존재하지만, 코덱의 구현 목적 및 사용범위에 벗어난 불필요한 기능들의 추가, 요구되는 리소스의 증가와 같은 문제점들이 발생할 수 있다. 따라서 다양한 profile, level, tier 및 확장 표준 중 HEVC 코덱의 목적에 따라 profile, level, tier의 결정 및 지원하는 기능의 선정이 선행되어야 그 목적에 맞는 최적화된 코덱의 설계가 이루어 질 수 있다.

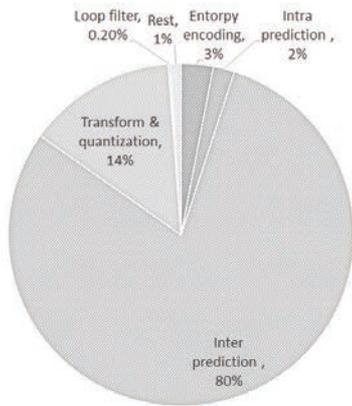
위와 같은 코덱의 구현 목적에 대한 정의가 완료되면, 코덱 구현의 첫 단계인 참조 소프트웨어 구현과정이 필요하다. JCT-VC에서는 CfP (Call-for-Proposal)에서 선정된 초기 기술 및 이후 추가되는 신

규 요소 기술에 대한 평가와 검증의 기반을 제공하기 위한 목적으로 HEVC 참조 소프트웨어인 HM (HEVC reference Model)을 제공하고 있다^[6]. 2014년 9월을 기준으로 총 18회의 JCT-VC 회의가 개최되었으며, HM 16.0 버전이 제공되고 있다. JCT-VC에서 제공하고 있는 HM을 코덱 구현의 목적에 맞춰 불필요한 기능들을 제거하거나 소프트웨어 최적화 수행, 하드웨어 구현을 위한 C 코드 변환 작업 등의 과정을 통해 참조 소프트웨어에 대한 초기 설계를 수행한다.

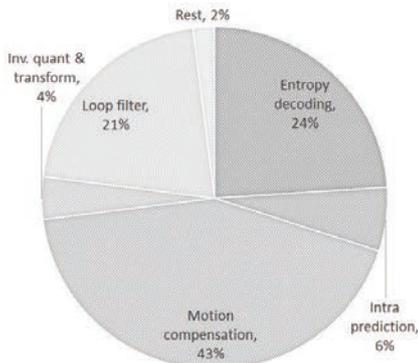
기존 비디오 코덱 표준 대비 복잡도 증가현상은 디코더에 비해 인코더에서 두드러지게 나타난다.

2. HEVC 코덱의 복잡도 분석

HEVC 코덱의 구현 목적에 대한 정의와 참조 소프트웨어의 초기 설계가 완료되면, 최적화된 구현을 위해 복잡도 분석과정을 수행한다. 복잡도 분석과정은 최적화 과정이 필요한 병목점을 검출하고, 이에 대한 개선 방향을 제시하는 주요한 역할을 수행한다. HEVC 코덱은 I장에서 전술한 바와 같이, 다양한 신규 기술들의 적용으로 인하여 기존 비디오 코덱에 비해 높은 복잡도를 나타낸다. 특히, 기존 비디오 코덱 표준 대비 복잡도의 증가현상은 디코더에 비해 인코더에서 두드러지게 나타난다^[7-8]. [7]에서는 HEVC와 H.264/AVC 디코더의 주요 모듈에 대한 연산 복잡도를 산술 연산과 명령어의 개수를 사용하여 비교 분석하였다. 또한, 각 표준의 참조 소프트웨어인 HM 6.0과 JM 18.3을 이용하여 디코딩을 수행하였을 때 27.7~75.5%의 디코딩 시간의 증가 현상을 확인 할 수 있었다. [8]에서는 HEVC 코덱의 복잡도를 HM 8.0을 이용하여 측정하였다. <그림 1>은 [7]과 [8]에서 측정한 HM 인코더 및 디코더 주요 모듈의 복잡도 비율을 나타낸다. <그림 2(a)>에서 나타나는 바와 같이, HM 인코더에서는 화면 간 예측에서 80%의 가장 높은 복잡도를 보이는 것으로 나타났으며, 변환 및 양자화 14%, 엔트로피 부호화 3%, 화면 내 예측 2% 순으로 나타났다. <그림 2(b)>는 HM 디코더의 복잡도 비율을 나타낸 그래프 움직임 보상 43%, 엔트로피 복호화 24%, 루프필터



(a) HM 인코더 주요 모듈별 복잡도 비율



(b) HM 디코더 주요 모듈별 복잡도 비율

〈그림 1〉 HM 인코더 및 디코더 주요 모듈별 복잡도 비율

21%, 화면 내 예측 6%, 역변환 및 역양자화 4% 순으로 나타났다.

HEVC 코덱 구현을 위해 작성된 참조 소프트웨어에 대한 초기 복잡도 분석뿐만 아니라, 이후 소개될 다양한 코덱의 최적화 과정에서도 반복적인 복잡도 분석의 수행과 분석 결과에 기반한 최적화 수행이라는 순환구조의 구현이 수행되어야 한다.

3. 알고리즘 레벨 고속화 기법

HEVC 코덱 구현에서 속도 향상을 위한 첫 단계로 알고리즘 레벨 고속화 기법을 들 수 있다. 알고리즘 레벨 고속화 기법은 코덱 구현과정에서 선행한 복잡도 분석의 결과를 바탕으로 병목현상이 두드러지는 부분을 검토하고 알고리즘을 통해 해결하는 것을 의미한다.

알고리즘 레벨 고속화 기법은 코덱 구현과정에서 선행한 복잡도 분석의 결과를 바탕으로 병목현상이 두드러지는 부분을 검토하고 알고리즘을 통해 해결하는 것을 의미한다.

〈표 1〉 HM 채택 고속화 알고리즘의 부호화 손실 및 시간

Class	AI	RA	LD
A	1.2%	2.0%	-
B	1.3%	2.5%	1.7%
C	2.0%	2.8%	1.5%
D	2.4%	2.9%	1.6%
E	2.0%	-	2.2%
Overall	1.8%	2.5%	1.7%
Enc. Time	62%	48%	48%
Dec. Time	100%	99%	99%

알고리즘 레벨 고속화 기법은 디코더에 비해 인코더에 적용하기 적합하며, 다양한 고속화 알고리즘들이 연구되어왔다. 특히, HEVC에서는 쿼드-트리 구조의 부호화 단위에 대한 DFS 기반의 RDO 수행과정에서 발생하는 연산과정을 간소화하는 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. HEVC 표준화 단계에서 HM 소프트웨어에 채택된 대표적인 고속화 알고리즘은 화면 내 예측 모드 결정 과정을 고속화한 RMD (Rough Mode Decision)^[9], Skip 모드 조기 검색 기법 (ESD: Early Skip Detection)^[10], 조기 부호화 단위 결정 기법 (ECU: Early CU decision)^[11] 및 cbf를 이용한 PU 결정과정 조기 종료 기법 (CFM: Cbf Fast mode)^[12]이

있다. RMD는 기존 비디오 코덱에 비해 크게 증가한 화면 내 예측의 방향성에서 발생하는 복잡도를 감소시켰다. ESD는 Inter 2N×2N 모드의 움직임 벡터와 cbf 특성을 이용하여 현재 CU의 최적의 모드를 Skip 모드로 조기 결정하는 알고리즘으로 33%의 복잡도 감소를 나타낸다. ECU는 현재 CU에서 Skip 모드가 최적의 모드로 선택되었을 때, 하위 CU 결정 과정을 생략하는 방법으로 HM의 인코딩 시간을 42% 감소시켰다. CFM은 현재 부호화하는 PU의 luma와 chroma의 cbf가 모두 zero이면 다음 PU들의 RDO 과정을 생략함으로써 58%의 인코딩 속도 향상 결과를 얻을 수 있었다.

〈표 1〉은 표준화 단계에서 HM에 채택된 고속화 알



고리들을 결합하여 사용하였을 때 얻을 수 있는 부호화 속도 감소 효과를 나타낸다^[13]. <표 1>에서 각각의 고속화 알고리즘을 독립적으로 사용하는 경우 부호화 속도 향상의 큰 이득을 얻을 수 있으나 유사한 고속화 조건의 알고리즘의 결합은 이로 인한 추가적인 속도 향상 폭이 크지 않음을 확인 할 수 있다. 따라서 알고리즘 레벨 고속화 기법을 활용함에 있어, 다양한 알고리즘의 결합을 통한 속도 향상을 꾀하기 보다는 고속화를 위한 조건을 검토하고 중복되는 조건을 사용하는 알고리즘의 결합은 지양해야할 필요성이 있다.

4. 명령어 레벨 병렬화 기법

알고리즘 레벨 고속화 기법에서 얻을 수 있는 속도 향상만으로 HEVC 코덱의 실시간성 확보에 어려움이 있다. 따라서 추가적인 최적화 구현 단계가 필요하다. 본 절에서는 실시간 비디오 코덱의 구현에 있어 널리 사용되고 있는 병렬화 기법 중 SIMD (single instruction multiple data)를 이용한 명령어 레벨 병렬화 기법에 대하여 소개한다. SIMD는 하나의 명령어로 레지스터에 저장된 여러 데이터를 벡터와 같이 취급하여 병렬적으로 처리하는 명령어 셋을 갖는 구조를 의미한다. 명령어 레벨 병렬화 기법은 부호화 효율에 영향을 미치지 않으면서 적용된 연산 혹은 모듈에서 2~4배의 속도 향상을 얻을 수 있다.

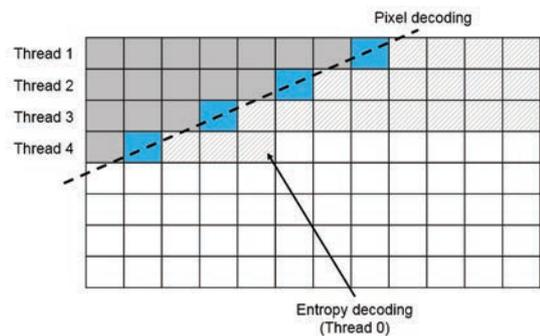
HEVC 코덱 구현에 명령어 레벨 병렬화 기법을 적용하기에 앞서, SIMD 명령어를 이용한 데이터 레벨 병렬화 기법을 적용하기 적합한 연산 및 기능 모듈의 선택이 필요하다. 앞서 설명한 바와 같이, SIMD는 동일한 명령어를 다수의 데이터에 적용하는 연산에 적용하였을 때, 그 효과를 극대화할 수 있다. 기존 연구들을 통해 HEVC 코덱에서 SIMD를 이용한 명령어 레벨 병렬화 기법을 적용하기 적합한 연산 및 모듈은 다음과 같이 정리 할 수 있다^[14-15]. 먼저, 인코더에서 유효-왜곡 값을 계산하기 위한 cost 함수의 경우, HEVC에서는

SAD (Sum of Absolute Distortion), SATD (Sum of Absolute Transformed Distortion), SSE (Sum of Square Error)의 세 가지 함수를 사용하고 있다. 이러한 cost 함수는 인코더에서 차지하는 복잡도 비율도 20~30%로 높을 뿐만 아니라 동일한 연산을 블록내의 화소들에 대하여 반복적으로 적용하는 대표적인 SIMD 친화적인 연산으로 분류할 수 있다. 다음으로 인코더에서 사용되는 변환 및 인코더와 디코더에서 모두 사용되는 역변환 또한 SIMD를 통해 높은 속도 향상을 나타낼 수 있는 연산 중 하나이다. 이 외에도 화면 내 예측, 보간 필터, 더블록킹 필터, SAO 등 SIMD를 이용한 명령어 레벨 병렬화 기법은 연산 단위 혹은 모듈 단위 적용이 가능하고 속도 향상의 폭 또한 높게 나타나므로 코덱의 최적화 구현에서 필수적인 단계이다.

5. 병렬처리 기반 고속화

본 절에서는 4절에서 전술한 명령어 레벨 병렬화 기법과 더불어 비디오 코덱의 병렬처리 구현에서 널리 사용되고 있는 병렬처리 기반 고속화 기법들에 대하여 소개한다. 병렬처리 기반 고속화 기법의 가장 대표적인 예로 다중 스레드를 이용한 병렬처리를 들 수 있다. 다중 스레드를 이용한 병렬처리 기법은 명령어 레벨 병렬화 기법에 비해 상위 수준의 병렬처리에 주로 사용된다. CPU를 사용한 다중 스레드 기법의 대표적인 구현 방식은

명령어 레벨 병렬화 기법 중 하나인 SIMD는 하나의 명령어로 레지스터에 저장된 여러 데이터를 벡터와 같이 취급하여 병렬적으로 처리하는 명령어 셋을 갖는 구조를 의미한다.



<그림 2> 2D wavefront 병렬화 기법

POSIX 스레드, Window 스레드, OpenMP등이 존재하며, CUDA와 OpenCL과 같이 GPU를 이용한 구현 방식도 존재한다. 본 절에서는 CPU에서의 다중 스레드를 이용한 병렬처리 기법을 예로 설명하고, GPU를 이용한 구현 방식은 6절의 전용 하드웨어 모듈 사용에서 다루도록 한다.

HEVC에서는 표준화의 시작 단계에서부터 병렬화 기술에 대한 고려가 이루어졌으며, 표준화 과정에서 다양한 병렬화 기술들이 제안되었다. HEVC 1차 버전을 기준으로 표준에 포함된 병렬화 기술은 타일과 WPP (Wave-front Parallel Processing) 두 가지 기술이다. 여기에 덧붙여 비디오 코덱의 병렬처리에서 널리 사용되고 있는 전송을 위한 픽처 분할 단위인 슬라이스를 병렬처리 관점에서 생각할 경우를 포함하여 크게 세 가지를 고려할 수 있다. [15]에서는 HEVC 인코더에 OpenMP를 이용하여 슬라이스 및 타일 단위 병렬처리를 구현하였다. [15]에서는 최대 12개 스레드를 사용하는 CPU 환경에서 최대 5.8배의 부호화 속도 향상 결과를 보였다. 반면, HEVC 디

코더에서 병렬처리 기반의 고속화는 전술한 슬라이스, 타일, WPP으로 부호화된 비트스트림이 아닌 경우 적용이 어려운 문제점이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 고려되고 있는 방법으로는 엔트로피 복호화에 전용 스레드를 할당하고, 픽셀 복호화에 다중 스레드를 할당하여 병렬로 처리하는 2D wavefront 기법을 들 수 있다. <그림 2>는 인코더와의 의존성 없는 일반적인 2D wavefront 기법을 사용한 병렬화 기법을 나타낸다. 그림에서 나타나는 바와 같이, 엔트로피 복호화가 완료된 CTU에 대하여 다중 스레드를 이용하여 픽셀 복호화를 병렬로 처리가 가능하다.

병렬처리 기반의 고속화를 이용한 HEVC 코덱의 고속화는 앞으로 HEVC 코덱의 주요 타겟으로 예상되는 고해상도 영상에 대한 부호화 및 복호화 과정에서 널리 사용될 것으로 기대된다.

6. 전용 하드웨어 모듈 사용을 통한 고속화

앞서 살펴본 고속화, 병렬화 기법들을 통해 HEVC 코덱의 부호화 및 복호화 속도를 크게 향상시킬 수 있었다. 이와 더불어, 최근 하드웨어 성능 향상과 어플리케이션에 특화된 하드웨어들의 개발로 인하여 비디오 코덱의 전용 하드웨어 모듈 사용에 대한 연구가 크게 증가하고 있다.

영상 신호 처리에 특화된 DSP나 그래픽 처리를 위한 GPU를 그 예로 들 수 있으며, 최근 비디오 코덱의 고속화를 위하여 복잡도 높은 특정 모듈에 한하여 전용 하드웨어 가속기를 사용하는 구현 방식도 널리 사용되어지고 있다. [16][17]에서는 최근 그래픽 처리 뿐 아니라 계산량 높은 공학적 문제 해결에 유용하게 사용되는 GPU 기술을 이용한 HEVC 코덱 고속화를 제안하였다. [16]에서는 HM 인코더의 정수 화소단위 움직임 예측에 대하여 프레임 단위로 GPU를 이용한 고속 연산을 수행하여 해당 모듈에서 평균 11배의 속도 향상 결과를 나타내었다. [17]에서는 GPU를 이용한 움직임

최근 비디오 코덱의 고속화를 위하여 복잡도 높은 특정 모듈에 한하여 DSP나 GPU등의 전용 하드웨어 가속기를 사용하는 구현 방식도 널리 사용되고 있다.

예측 및 interpolation filter를 구현하여 해당 모듈에서 CPU 구현 대비 평균 1445배의 속도 향상 결과를 나타내었다. [18]에서는 HEVC 루프 필터를 하드웨어로 구현하여 4K-UHD 영상에

대한 60fps 처리 속도를 나타내었다. 또한, [19]에서는 화면 내 예측을 위한 하드웨어 구조를 제안하는 등 HEVC 상용화를 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.

전용 하드웨어 모듈 사용을 통한 고속화는 기존 연구에서 나타나는 바와 같이, 해당 모듈에 대한 높은 속도 향상 결과를 얻을 수 있다는 장점이 존재한다. 하지만, 메인 시스템과 전용 하드웨어간의 데이터 전송에 대한 오버헤드가 존재할 수 있으므로 주의가 필요하다.

III. HEVC 코덱 상용화 동향 및 전망

HEVC 1차 버전의 최종 표준안이 완료된 2013년 1월을 기점으로 다양한 기업 및 연구소에서 상용화를

〈표 2〉 Importance of TV Features

Feature	Net Important
Picture quality	88%
Price	87%
Screen Size	82%
Color richness	80%
Sound quality	79%
Warranty	69%
Energy efficiency	67%
Brand reputation	64%
Familiarity with brand	56%
Weight	46%
Thickness	45%
Able to connect directly to the internet	44%

위한 기술개발에 박차를 가하고 있으며, 본 절에서는 HEVC의 상용화 기술 동향과 앞으로의 전망에 대하여 살펴본다.

1. HEVC 기반 비디오 서비스 동향

〈표 2〉는 2013년, 미국 소비자전협회에서 ‘TV를 구매 시 기능 별 중요도(How important or unimportant are the following features when it comes to deciding on which television to purchase?)’에 대해 설문조사를 실시한 것이다. 설문조사 결과에 따르면 화질이 88%로 1위를 차지했고, 가격이 87%로 2위 그리고 화면 사이즈와 색조의 풍부함이 82%와 80%로 각각 3, 4위를 차지했다. 위 설문조사에서 볼 수 있듯, 소비자의 고화질, 고해상도에 대한 관심이 다른 무엇보다도 매우 높은 것을 확인할 수 있다. 이러한 시장의 요구에 발맞춰 HEVC 기반의 비디오 서비스는 점진적으로 확대되고 있으며, HEVC의 대표적 상용화 분야로 고화질 3D 방송, UHD 방송 및 IPTV 등의 디지털 방송, IP기반의 VoD(Video on demand) 서비스를 들 수 있다.

먼저, 전통적으로 비디오 표준의 주요 타겟으로 인식되어온 유선방송 및 공중파 방송에서의 HEVC는 향후 디지털 방송의 트렌드로 점철되는 UHD 방송에서 주도적 역할을 할 것으로 예상되고 있다. 특히, UHD는 최

근 2~3년간 고해상도의 기준으로 여겨지던 Full-HD (1920×1080)에 비해 처리해야할 데이터의 양이 4~8배로 증가함에 따라 HEVC의 사용이 선택이 아닌 필수요소로 인식되고 있다. 지난 2012년 10월, KBS에서 HEVC (HM 6.0)를 이용한 세계 최초 4K UHD (4:2:0, 8bit, 30fps) TV 지상파 실험방송을 개시했으며, 드라마 ‘추노’, ‘각시탈’ 과 다큐멘터리 2편 등의 콘텐츠를 실험 방송을 시행하였다. 또한, 올해 4월에는 KBS에서 HEVC를 이용한 세계 최초 지상파 4K UHD 지상파 생중계 실험 방송을 시행하였다. 2014 브라질 월드컵은 국내 KBS 뿐만 아니라 BBC, NHK 등 각 국가에서 16강, 8강 그리고 결승전을 HEVC기반 UHD 생중계를 실시하는 등 국내뿐만 아니라 일본, 독일 등 세계 여러 국가에서도 HEVC 기반 UHD 방송 서비스를 준비하는 중이다. 또한, KBS는 앞으로 2014 인천 아시안 게임을 시험방송으로 송출하고, 2018년부터 4K 본방송을 시작하여 평창 동계 올림픽을 4K 본방송 그리고 8K 시험방송으로 송출하려는 계획을 가지고 있다²⁰⁾. 한편, 그동안 IPTV에 밀려 고전을 면치 못하던 디지털 케이블 TV 분야에서는 IPTV보다 빠른 2013년 7월, 한국케이블TV방송협회에서 HEVC를 이용한 UHD 시범방송 송출을 실시했고, 올해 4월, HEVC를 이용한 UHD 전용 채널 UMAX가 개국하며 상용 서비스를 시작하였다. 반면, 디지털 케이블 TV보다 많은 가입자 수를 가지고 있는 IPTV 분야에서는 2013년 8월, LG U+에서 업계 최초로 HEVC를 이용한 UHD 시연방송을 송출하였으며, KT



〈그림 3〉 UHD 서비스를 시작한 Netflix

올레TV에서 지난 6월부터 시범 서비스를 하기 시작했다. 반면 위성방송 분야에서는 KT스카이라이프에서 2013년 8월 시험방송을 시작했으며, 2014년 6월 국내 최초 전국 UHD 방송을 시작했다.

IP기반 VoD 서비스 분야에서 세계적으로 독보적인 위치를 차지하고 있는 미국의 Netflix는 에미상을 수상한 미국 드라마 'House of Cards'와 'Breaking Bad' 등을 지난 5월부터 HEVC로 인코딩하여 4K로 스트리밍 서비스를 시작하였다. 국내 동종 업체 역시 HEVC를 이용한 VoD 스트리밍 서비스를 준비하고 콘텐츠를 확보하는데 주력하고 있다. 모바일 시장 또한 HEVC 기반 비디오 서비스를 점차 확장되고 있는 추세이다. 올해 4월, LG U+의 모바일 IPTV 서비스인 U+HDTV에서 세계 최초로 HEVC를 적용한 스트리밍 서비스를 시작하였다.

현재 상용화된 HEVC를 이용한 UHD 방송 및 VoD 서비스들이 여럿 있음에도 불구하고, 가장 큰 걸림돌이 되는 것은 바로 UHD 콘텐츠의 양이다. 처음부터 UHD로 촬영, 편집한 콘텐츠가 별로 없어서이다. 때문에 한국전파진흥협회에서는 우수 영화, 드라마 등에 대한 리마스터링 제작 지원 사업을 시작하고, 각 사업자들은 기존 Full-HD 영상의 업샘플링을 통한 UHD 콘텐츠를 재생산하는 등 UHD 콘텐츠 확보를 위한 움직임이 활발히 일어나고 있다.

2. HEVC 실시간 부호화기/복호화기 상용화

Full-HD 이상의 고해상도, 고화질과 같은 실감 방송에 대한 고객의 수요가 늘어감에 따라 UHD 방송 규격이 정해지게 되었다. 유럽에서는 디지털 방송 표준인 DVB-T2를 2009년 제정하였고, 미국에서는 ATSC 3.0에 대하여 현재 표준화를 진행 중이며 2015년경 표준화가 완료된다.

국내 지상파 방송 실험용 규격으로는 현재 대부분 DVB-T2가 쓰이고 있으며, 국내 지상파 표준 방송 규



(a) Thin multimedia L-4100



(b) Elemental Live

〈그림 4〉 방송용 실시간 UHD 부호화기

격 자리를 놓고 ATSC 3.0과 경합을 벌이는 중이다. 앞서 언급하였듯이 기존 비디오 코덱 표준에 비하여 연산 복잡도가 높은 경향을 보인다. 특히 디코더에 비해 인코더에서 두드러지게 나타나는 까닭에 시중에 출시된 제품들 중에 디코더는 모바일용까지 출시된 상태이지만, 인코더는 PC용 소프트웨어까지 출사가 되었지만 속도가 매우 느린 상태이다.

현재 방송용 실시간 UHD 부호화기로는 Elemental, NEC, Ateame, Allegro DVT, Thin multimedia 사 등에서 제품이 출시된 바 있다. 외국 기업들이 주를 이루고 있어, 국내 기업이 다소 진입하기 어려웠으나, KBS에서 이번 인천 아시안 게임을 UHD로 실시간으로 중계하며 〈그림 4(a)〉의 Thin multimedia사의 실시간 UHD 인코더와 〈그림 4(b)〉의 Elemental 사의 실시간 UHD 인코더 등을 병행하여 사용함으로써 국내 실시간 UHD 인코더 시장이 활발해질 전망이다.

HEVC 디코더 제품들 또한 다양하게 출시되고 있다. 휴톤 디지털에서는 4K 60fps의 실시간 디코더를 출시했으며, 실시간 SoC(System on chip) 디코더로는 ViXS사의 XCode 6400이 작년 9월 출시되었고, Panasonic에서 HEVC LSI 칩을 지난 6월 출시하였다. Telestream사에서 출시된 Vantage라는 이름의 트랜스코더는 IPTV와 디지털 케이블 TV 용 VoD의 트랜스코딩을 지원하며, IPTV용 셋탑박스로는 휴맥스와

HEVC는 차세대 방송 기술의 핵심 역할을 수행할 것으로 기대되며, 방송 외에도 비디오 스트리밍 서비스, 의료 영상 기기, 및 감시 시스템 등에서 널리 활용될 것으로 예상된다.



Broadcom에서 제품을 출시한 바 있다. 미국 Apple 사의 iPhone에 기본 탑재된 영상통화 기능인 Facetime은 그간 H.264/AVC를 사용했으나, 신제품인 iPhone 6와 iPhone 6 Plus를 출시하며 HEVC를 Facetime에 적용하기 시작했다. 모바일 AP로는 Qualcomm사에서 출시한 Snapdragon 800이 최초로 HEVC 1080p 디코딩을 지원하기 시작하였다. 삼성의 갤럭시 S4와 갤럭시 노트3는 HEVC 1080p 디코딩을 지원한다. 하지만 갤럭시 S5 부터는 AP 자체는 HEVC 디코딩을 지원하지 않지만, 코덱을 넣지 않아 공식적으로는 지원하지 않는 것으로 알려졌다. 모바일 기기를 위한 실시간 인코더는 2012년 Ericsson사에서 최초로 출시하였고 모바일 S/W 디코더는 HHI에서 출시한 제품이 있다. 최근 개인용 인코더 및 트랜스코더 S/W 역시 출시되었는데, DivX사의 DivX 10 Converter와 CyberLink사의 Media Espresso7이 그것이다. 현재 출시 초기 단계이기 때문에, 인코딩 시간을 단축시키려면 아직 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다.

IV. 결론

본고에서는 차세대 비디오 코덱 표준인 HEVC의 구현 방법과 이를 이용한 비디오 서비스, 상용화 동향을 살펴보았다. HEVC는 차세대 방송 기술의 핵심 역할을 수행할 것으로 기대되며, 방송 외에도 비디오 스트리밍 서비스, 의료 영상 기기, 및 감시 시스템 등에서도 널리 활용될 것으로 예상된다. HEVC의 표준화가 완료된 2013년 1월을 기점으로 본격적인 상용화 경쟁에 돌입하였다. 향후 2~3년 내에 HEVC의 상용화를 위한 다양한 국가 및 기업들의 경쟁은 더욱 치열해질 것으로 예상되고 있다. 기존 비디오 코덱에 비해 높은 연산 복잡도로 인하여 실시간 구현에 어려움이 있으나, 이를 해결하기 위한 다양한 연구가 이루어질 것으로 기대된다. HEVC 표준화 단계에서 국내 여러 기업과 대학에서 훌륭한 성과를 거두었듯이, HEVC 상용화 단계에서도 지속적인 연구개발을 통하여 세계 비디오 시장에서 국가 경쟁력을 갖출 수 있기를 기원한다.

참고 문헌

- [1] G. J. Sullivan, et al., "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 22, no. 12, pp. 1649-1668, Dec. 2012.
- [2] B. Bross, W.-J. Han, J.-R. Ohm, G. J. Sullivan, Y.-K. Wang, T. Wiegand, "High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 10 (for FDIS & Consent)," document JCTVC-L1004, Jan. 2013.
- [3] T. K. Tan, M. Mark, V. Baroncini, N. Ramzan, "HEVC verification test results," document JCTVC-Q204, March 2014.
- [4] E. Ohwovoriole, Y. Andreopoulos, "Rate-distortion performance of contemporary video codecs: Comparison of Google/WebM VP8, AVC/H.264, and HEVC TMuC," LENS symp., London, Sep. 2010.
- [5] 안용조, 황태진, 유성은, 한우진, 심동규, "HEVC 부호화기 소프트웨어의 통계적 특성 및 복잡도 분석," 방송공학회논문지, 제 17권 6호, pp. 1091-1105, 2012년 11월.
- [6] F. Bossen, D. Flynn, K. Suhring, "High Efficiency Video Coding Test Model 12 (HM 12) reference software," document JCTVC-N1010, Aug. 2013.
- [7] Y. J. Ahn, W. J. Han, D. G. Sim, "Study of decoder complexity for HEVC and AVC standards based on tool-by-tool comparison," SPIE Application of Digital Image Processing XXXV, vol. 8499, Aug. 2012.
- [8] F. Bossen, B. Bross, K. Suhring, D. Flynn, "HEVC complexity and implementation analysis," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 22, no. 12, pp. 1685-1696, Dec. 2012.
- [9] Y. Piao, J. Min, J. Chen, "Encoder improvement of unified intra prediction," document JCTVC-C207, Oct. 2010.
- [10] J. Yang, J. Kim, K. Won, H. Lee, B. Jeon, "Early skip detection for HEVC," document JCTVC-G543, Jul. 2011.
- [11] K. Choi, E. S. Jang, "Coding tree pruning based CU

early termination,” document JCTVC-F092, Jul. 2011.

[12] R. H. Gweon, Y.-L. Lee, J. Lim, “Early termination of CU encoding to reduce HEVC complexity,” document JCTVC-F045, Jul. 2011.

[13] B. Li, G. J. Sullivan, J. Xu, “Comparison of compression performance of HEVC Draft 7 with AVC High profile,” document JCTVC-J0236, Jul. 2012.

[14] Y. J. Ahn, T. J. Hwang, D. G. Sim, W. J. Han, “Implementation of fast HEVC encoder based on SIMD and data-level parallelism,” EURASIP Journal of Image and Video Proc., Mar. 2014.

[15] 안용조, 황태진, 이동규, 김상민, 오승준, 심동규, “소프트웨어 기반 실시간 HEVC 인코더 구현을 위한 병렬화 기법에 관한 연구,” 방송공학회논문지, 제 18권 6호, pp. 835-549, 2013년 11월.

[16] D. K. Lee, S. J. Oh, “Variable block size motion estimation implementation on compute unified device architecture (CUDA),” IEEE International Conf. on Consumer Electronics (ICCE), LAs Vegas, pp. 463-464, Jan. 2010.

[17] S. Kim, D. Lee, Y. J. Ahn, T. J. Hwang, D. G. Sim, S. J. Oh, “DCT-based interpolation filtering for HEVC on graphics processing units,” ITC-CSCC 2013, Yeosu, Korea, Jun. 2013.

[18] M. Mody, N. Nandan, T. Hideo, “High throughput VLSI architecture supporting HEVC loop filter for Ultra HDTV,” IEEE International Conf. on Consumer Electronics (ICCE), Berlin, pp. 54-57, 2013.

[19] E. Kalali, Y. Adibelli, I. Hamzaoglu, “A high performance and low energy intra prediction hardware for HEVC video decoding,” IEEE Conf on Design and Architectures for Signal and Image Proc. (DASIP), pp. 1-8, Oct. 2012.

[20] S. Hahm, “Status of UHDTV broadcasting in Republic of Korea,” ITU-R SG6 WP6C Workshop, Mar. 2014.



안용조

- 2010년 2월 광운대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2012년 2월 광운대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2012년 3월~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 박사과정

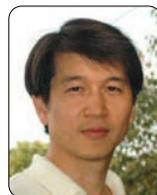
〈관심분야〉
영상압축, 최적화 및 병렬화



박세진

- 2008년 3월~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 학사과정

〈관심분야〉
영상압축, 멀티미디어시스템



심동규

- 1993년 2월 서강대학교 전자공학과 공학사
- 1995년 2월 서강대학교 전자공학과 공학석사
- 1999년 2월 서강대학교 전자공학과 공학박사
- 1999년 3월~2000년 8월 현대전자 선임연구원
- 2000년 9월~2002년 3월 바로비전 선임연구원
- 2002년 4월~2005년 2월
University of Washington Senior
research engineer
- 2005년 3월~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 교수

〈관심분야〉
영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터비전