

HEVC를 이용한 UHD 영상의 CPU 병렬처리 및 GPU 가속처리

*홍성욱 **이영렬

세종대학교

*swhong@dms.sejong.ac.kr, **ylylee@sejong.ac.kr

Parallel processing and GPU-accelerated processing of UHD sequence using HEVC

*Hong, Sung-Wook **Lee, Yung-Lyul

Sejong University

요약

동영상 압축 기술 HEVC(High Efficiency Video Coding)는 ITU-T(VCEG)와 ISO-IEC(MPEG)에서 JCT-VC라는 팀을 이루어 공동으로 표준화를 완성 단계에 이르렀다. 기존 표준보다 약 50%의 성능 향상을 가져왔지만 다양한 최신 압축 기술을 사용함에 따라 부호화 및 복호화의 복잡도가 매우 복잡한 단점을 가진다. 제안하는 방법은 슬라이스 단위의 프로세싱을 OpenMP를 통한 병렬 구조를 적용하는 방법과 GPU 가속 모델을 적용한 방법을 통해 고화질 영상의 실시간 부호화 및 복호화에 대해 분석한다.

1. 서론

ISO-IEC의 비디오 전문가 그룹인 MPEG(Moving Picture Experts Group)과 ITU-T의 VCEG(Video Coding Experts Group)은 표준화 기술 H.264/AVC 보다 50% 이상의 성능 향상 및 고화질, 고성능 비디오 압축 기술을 목표로 HEVC(High Efficiency Video Coding)를 위해 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 지난 2010년 초 팀을 결성하여 현재도 표준화의 막바지에 이르고 있다.

HEVC의 부호화/복호화 구조는 각 CU(Coding Unit)를 시작으로 쿼드-트리 구조의 형태를 지닌다. 그림 1은 HEVC의 코딩 구조를 나타낸다. HEVC의 기본 설정으로 64x64의 LCU를 시작으로 3단계 깊이의 8x8크기의 CU를 기본 단위로 부호화 및 복호화를 수행한다. 이 같은 쿼드-트리 구조의 예측 단위인 PU(Prediction Unit)의 크기로 인터라/인터 예측을 수행한다. 이처럼 HEVC 동영상 표준 기술은 기존 H.264/AVC 보다 더욱 뛰어난 압축률을 가지며, 특히 고해상도 동영상 콘텐츠에 적합한 높은 압축 효율을 목표로 한다.

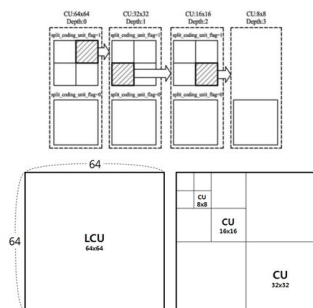


그림 1. HEVC의 CU(Coding Unit) 구조

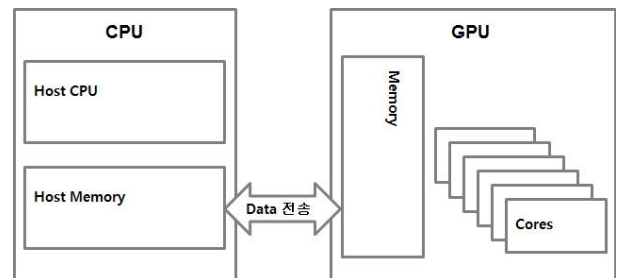


그림 2. CPU와 GPU간의 메모리 전송 및 Core의 구조

2. UHD의 발전

고화질의 비디오의 발전과 관련 하드웨어의 발달로 인해 향후 시장에서 서비스되는 비디오 신호의 해상도는 HD급을 넘어서는 초고해상도 영상으로 발전되고 있다. 특히, 이전 고화질 영상의 발전에 30년 전 개발하기 시작한 고화질(HD)은 보편화를 이루었고 현재는 4K(초고화질) 일명 UHD와 3D(입체영상)의 기술에 발전이 크게 이루어지고 있다. UHD는 기존 HD보다 약 4배 이상의 선명도를 갖춘 단계로 일반 TV에서 구현되는 최고 화질인 풀HD(1920x1080) 보다 4배정도 화질이 뛰어나며, 이와 같은 고화질 영상을 현재 HEVC를 적용하는 경우는 많은 문제점이 있다. 초고해상도 UHD의 비디오 인코딩, 디코딩은 매우 많은 연산을 요구하여 CPU에 큰 부담을 주어 현재 대부분의 단말에서 실시간 서비스의 어렵다. 본 논문에서는 이와 같은 UHD영상을 HEVC에 적용함에 있어서 병렬 처리 및 GPU를 이용한 고속연산 방법을 통해 UHD에 적합한 방법을 제안한다.

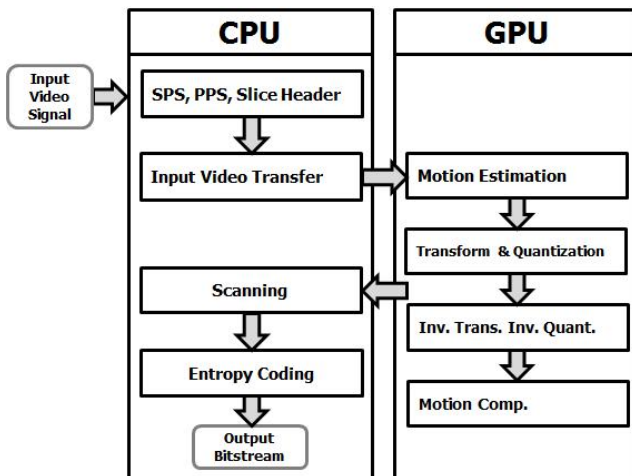


그림 3. HEVC의 CU(Coding Unit) 구조

3. GPU 및 OpenMP를 이용한 병렬처리 HEVC

CPU의 성능 개선이 에너지 소모와 발열처리의 문제로 제한이 생겼다. 이에 반도체 업체에서는 CPU 클럭수의 증가 보다는 병렬 응용 프로그램의 처리량에 초점을 맞춘 매니코어(many-core) 개념에 초점을 맞추어 소규모의 코어를 대량으로 동시처리하는 방식의 개발이 진행되었다. GPU가 점점 더 고성능 병렬 컴퓨팅 기능을 지원하는 쪽으로 발전하게 되자 GPU를 이용하여 많은 계산량이 요구되는 과학 또는 공학적 문제를 해결하는 가능성을 연구하기 시작 하였다. 이러한 방법은 GPGPU(General Purpose GPU)라고 불리는데 그래픽 카드의 코어라 할 수 있는 GPU가 CPU의 계산을 대신하게 되는 것이다. 일반 CPU는 정수 계산에는 매우 빠르지만 부동소수점 계산에서는 성능이 저하되는 반면 GPU는 부동소수점의 계산에 탁월하여 병렬처리에 특화되어 있는 장점이 있어 GPU로 서버를 구축하였을 경우 적은 비용으로 구축이 가능한 장점이 있다.

위와 같은 GPU의 장점을 HEVC에 적용하였다. 이는 HEVC에 필요한 많은 연산을 GPU에 할당하여 CPU와 GPU의 역할을 모두 수행함으로써 전체 코덱의 성능 향상을 가져오는 방법이다. 그림 2는 이와 같은 CPU와 GPU간의 메모리 전송 과정을 나타낸다. 그림 2의 메모리 전송과정을 적용한 HEVC 코덱의 전체 메모리 구조는 그림 3과 같이 나타난다. 그림 3에서와 같이 CPU와 GPU의 역할을 나누어 GPU의 빠른 연산을 효과적으로 이용하는 방법이다. 이처럼 제한하는 방법의 코덱은 CPU에서는 OpenMP를 통해 Slice단위의 병렬프로세싱을 따로 수행하고 GPU는 메모리를 받아 많은 계산을 모두 수행하는 방법으로, CPU와 GPU간의 병렬처리를 모두 수행하는 방법이다.

4. 결과 및 분석

HEVC와 동일한 구조의 syntax를 사용하고, GPU와 OpenMP를 통한 슬라이스 병렬화를 모두 적용시킨 인코더와 디코더이다. 실험 조건은 IPPP, QP는 32, 실험 영상은 3840x2144로 UHD(Ultra High Definition)급 50 fps 4개 영상 등 상세한 실험 조건은 표1과 같다. 실험 결과는 UHD에 상응하는 메모리를 CPU에서 GPU로 메모리 이동하며 GPU에서 변환 및 양자화를 수행하는 형태로 그림 3과 동일하다.

표 1. 실험 영상 및 조건

실험 영상	실험 조건
Crowd_3840x2144 Ducks_3840x2144 InToTree_3840x2144 Park_3840x2144	4:2:0 CABAC 50fps QP=32 IPPP... 50 Frames

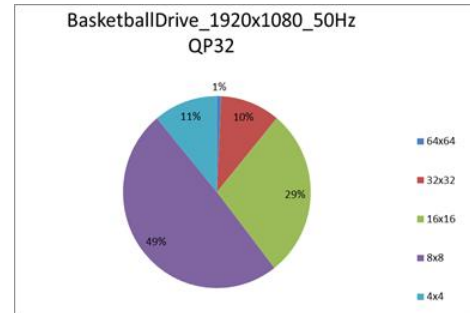


그림 4. CU의 크기 결정의 예

UHD영상 3840x2144에 상응하는 영상 크기로 최대 CU를 32로 결정하고 MV와 양자화 및 변환의 크기를 4로 고정하였을 때, 인코더와 디코더의 평균 초당 15프레임 이상의 속도를 가진다. 현재 최적화 및 알고리즘 개발에 진행 중에 있으며 향후 하드웨어 발전 및 메모리 관련 문제를 해결해야하는 문제점 수정해야 한다.

5. 결론

HEVC에 GPU와 OpenMP를 적용하여 병렬처리 프로세싱이 가능한 방법을 적용시키고, 이를 UHD에 적용하여 실제 데이터 처리 및 CPU와 GPU간의 데이터 처리를 연구하였다. GPU의 장점과 병렬처리의 다양한 방법을 통해 향후 HEVC의 인코딩 디코딩에 GPU 및 병렬처리의 장점을 활용하여 UHD의 실시간의 가능성이 기대된다.

감사의 글

"이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20120181)."

참고문헌

- [1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra. Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 13(7):560(576), July 2003.
- [2] Frank Bossen. Common test conditions and software reference configurations. Technical Report JCTVC-E700, Jan. 2011.
- [3] G. Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Differences Between RD-Curves," document VCEG-M33 of ITU-T VCEG, Apr. 2001.
- [4] Jie Zhao and Andrew Segall. Parallel prediction unit for parallel intra cod-ing. Technical Report JCTVC-B112, Joint Collaborative Team on Video Coding(JCT-VC) of ITU-T and ISO/IEC, July 2010.