

## HEVC 기술로 부호화된 비디오 비트스트림 분석기

정순흥, 전동산, 김연희, 석진욱, 최진수, \*곽진석, \*이민석, \*안상부  
한국전자통신연구원, \*㈜카이미디어

[zeroone@etri.re.kr](mailto:zeroone@etri.re.kr), [dschun@etri.re.kr](mailto:dschun@etri.re.kr), [kimyounhee@etri.re.kr](mailto:kimyounhee@etri.re.kr), [jnwseok@etri.re.kr](mailto:jnwseok@etri.re.kr),  
[jschoi@etri.re.kr](mailto:jschoi@etri.re.kr), [\\*jskwak@kai-media.com](mailto:*jskwak@kai-media.com), [\\*lms@kai-media.com](mailto:*lms@kai-media.com), [\\*sangbu@kai-media.com](mailto:*sangbu@kai-media.com)

### HEVC-encoded Video Bit-stream Analyzer

Soon-heung Jung, DongSan Jun, Younhee Kim, Jinwuk Seok, Jin Soo Choi, \*Jin Suk Kwak, \*MinSuk Lee, \*Sangbu An  
Electronics and Telecommunications Research Institute, \*Kai Media

#### 요 약

본 논문에서는 HEVC 기술로 부호화된 비디오 비트스트림(HEVC 비트스트림)을 분석하고, 그 결과를 보여주는 방법에 대해서 제안한다.[1] HEVC 기술은 Coding Unit(CU), Prediction Unit(PU), Transform Unit(TU)을 기반으로 부호화가 이루어지므로 부호화 정보를 효과적으로 사용자에게 보여주기 위해서는 CU, PU, TU 를 기반으로 GUI(Graphic User Interface)가 디자인되어야 한다. 제안된 HEVC 비트스트림 분석기에서는 이러한 부호화 구조를 반영하여 사용자 친화적으로 HEVC 비트스트림의 부호화 정보를 편리하게 확인할 수 있도록 하였다.

#### 1. 서론

ITU-T/ISO/IEC JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서는 AVC/H.264 대비 동일한 화질에서 2 배 이상의 부호화 효율 달성을 목표로 HEVC(High Efficiency Video Coding) 비디오 부호화 표준 기술 개발이 진행되고 있다. 현재, HEVC text specification draft 7 및 HM(HEVC Test Model)7.0 버전까지 진행이 되었으며, 2013 년 초에 최종 표준안이 완료될 예정이다. 비디오 코덱 개발 업체들의 적극적인 참여로 표준화 완료 후 짧은 시일내에 관련 제품들이 개발될 것으로 예상된다.

비디오 비트스트림 분석기는 비트스트림을 분석하여 부호화된 정보를 사용자가 확인하기 쉬운 형태로 제공하는 톨로써, 비디오 부/복호화기 개발, 부호화된 비트스트림의 적합성 시험 등 다양한 목적으로 활용이 가능하다. 텍트로닉스를 포함한 많은 업체들이 AVC/H.264 를 포함한 기존의 비디오 코덱으로 부호화된 비트스트림 분석이 가능한 상용 제품들을 판매하고 있으나, HEVC 비트스트림을 분석할 수 있는 기술은 제공하지 못하고 있다. 아직 표준화가 진행중인 것이 그러한 이유가 될 수 있겠지만, HEVC 의 기술에 대한 쉬운 이해와 상용제품 개발 등을 위해서는 HEVC 비트스트림 분석기 개발이 필수적이다.

HEVC 비트스트림 분석에 관한 기존의 기술로 Taoran Lu 가 제안한 방법이 있다.[2] Taoran Lu 는 비디오 복호화를 하지 않고서도 HEVC 비트스트림 분석이 가능한 분석기 구조를 제안하고 있다. 구체적으로, 비트스트림 분석기의

입력으로 부호화 정보와 부호화시 얻을 수 있는 복원 영상을 YUV 형태로 주게 되면 디코딩을 하지 않고도 비트스트림 분석기를 동작시킬 수 있다는 것이 핵심 내용이다. 이것은 HEVC 기술의 표준이 완료되기까지 비트스트림 분석기에서 변환된 syntax 를 반영하기 위해서 계속 복호화를 수정해줘야 하는 번거로움을 해결하기 위한 방법이다. 하지만, 부호화된 비트스트림만을 입력으로 받아서 분석할 수 있는 기능이 없으므로, 제한적으로 사용될 수 밖에 없는 한계를 가지고 있다.

HEVC 기술로 부호화된 비디오 비트스트림 분석기에 대해서 다음과 같은 구성으로 설명을 한다. 2 절에서는 일반적인 비트스트림 분석기의 구조에 대해서 설명한다. 3 절에서는 HEVC 기술에서 도입된 부호화 구조에 대해서 설명한다. 4 절에서는 구현한 HEVC 비트스트림 분석기에 대해서 설명한다. 마지막으로 5 절에서 결론을 맺는다.

#### 2. 비트스트림 분석기 구조

비디오 비트스트림 분석기는 부호화를 통해 압축된 비디오 비트스트림의 부호화 정보를 분석하기 위한 것이다. 그림 1 은 일반적인 비디오 비트스트림 분석기의 구조를 나타낸다. 비트스트림 분석기는 부호화된 비디오 비트스트림을 입력받아 GUI 를 통해 부호화된 정보를 쉽게 파악할 수 있도록 보여준다. 이러한 부호화 정보에는 전체 Sequence 에 적용되는 정보, Picture 수준에서 적용되는 정보, Slice 수준에서 적용되는 정보, Coding Unit 수준에서 적용되는 정보

등 다양한 정보들이 존재하며, 이것은 복호화 과정을 통해 확인이 가능하다. 따라서 부호화된 정보를 보여주기 위해서는 복호화 과정을 필수적으로 거쳐야 한다. 복호화 과정에서 확인되는 부호화 정보는 DB(data base)화되어, GUI 상에서 편리하게 접근하여 사용할 수 있도록 저장된다.

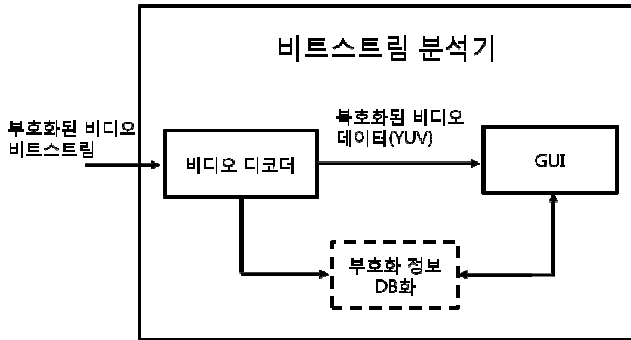


그림 1. 비트스트림 분석기 구조

### 3. HEVC 기술의 비디오 부호화 구조

HEVC 비디오 부호화 기술에서는 높은 부호화 성능을 달성하기 위해서 많은 기술들이 적용되었다. 전통적인 비디오 부호화 기술과 비교해보면, 많은 부분에서 차이가 있지만 부호화 단위의 변화가 가장 큰 차이점이라 할 수 있다. AVC/H.264 를 포함한 기존의 비디오 부호화에서는 16x16(픽셀)로 이루어진 Macroblock 을 기본 부호화 단위로 사용하였다. 즉, Macroblock 을 기반으로 예측과 변환이 이루어졌다. 한편, HEVC 에서는 64x64 크기를 갖는 LCU(Largest Coding Unit)를 기본 단위로 Quadtree Coding 이 이루어진다. 그림 2 는 이러한 부호화 구조를 나타내고 있다. LCU로부터 Quadtree 형태로 나누어진 CU 를 기반으로 예측을 위한 기본 단위인 PU 와 변환을 위한 기본 단위인 TU 가 각각 독립적으로 구성된다. PU 의 경우 SKIP, INTER, INTRA 모드 중 하나로 부호화되며, 각 모드에 따라서 다양한 형태의 구조로 쪼개질 수 있다. TU 의 경우, CU 내에서 또다시 Quadtree 형태로 나뉘어질 수 있는 구조를 가지고 있으며 32x32 ~ 4x4 크기의 변환을 지원한다. 따라서 LCU 는 CU, PU, TU 의 조합으로 만들어 낼 수 있는 가지 수 만큼 다양한 부호화 구조를 가질 수 있다.

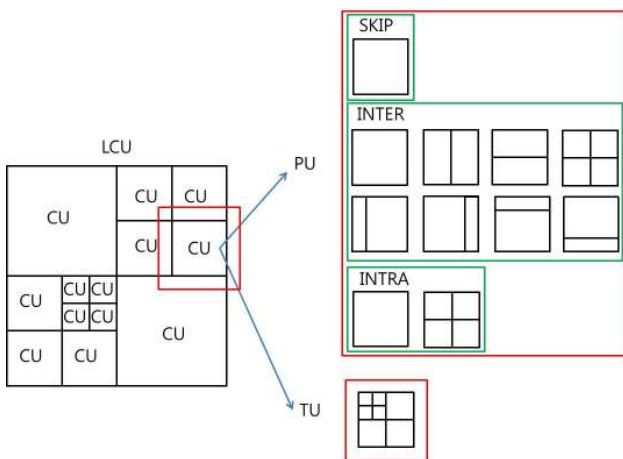


그림 2. HEVC 부호화기 부호화 구조

### 4. HEVC 비트스트림 분석기

그림 3 은 제안하는 HEVC 비트스트림 분석기의 GUI 를 나타낸다. 외형적인 측면에서는 기존의 비트스트림 분석기와 유사하지만, 내용적인 측면에서는 HEVC 기술이 가지는 부호화 정보로 인해 기존 분석기와 많은 차이점을 가지고 있다. 이것은 주로 HEVC 부호화가 이루어지는 단위인 LCU, CU, PU, TU 로 인해서 발생하게 된다.



그림 3. HEVC 비트스트림 분석기 GUI

그림 4 는 복호화된 영상 내에서 CU Grid 를 보여주는 화면이다. 기존 비디오 인코더의 16x16 크기의 Macroblock 과는 달리 그 크기가 64x64~8x8 까지의 다양한 값을 가질 수 있다.

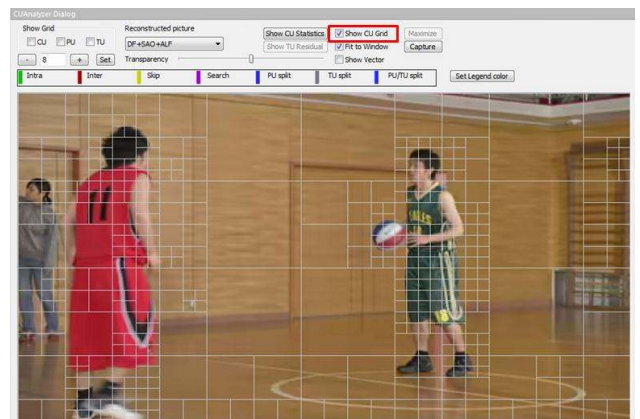


그림 4. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: CU Grid

그림 5 는 복호화된 영상 내 각 CU 에서 부호화된 예측모드를 보여주는 GUI 이다. 앞서 언급한대로, CU 내의 PU 는 SKIP, INTER, INTRA 의 세가지 예측 모드를 가진다. 각 모드를 다른 색으로 표시해줌으로써 각 CU 의 예측 모드에 대해서 쉽게 확인할 수 있도록 하였다.

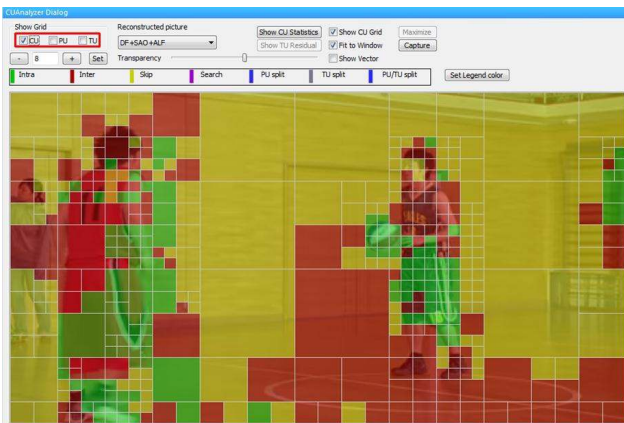


그림 5. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: CU 부호화 모드

그림 6은 복호화된 영상 내 각 CU에서 PU의 분할구조를 나타낸다. PU 영역 중에서 merge mode가 적용된 부분을 "M"으로 표시해준다. Merge mode는 모션 벡터 값을 이미 부호화된 영역에서 가져와서 사용하는 모드이다.



그림 6. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: PU 분할 구조

그림 7은 복호화된 영상 내 각 CU에서 TU 분할 구조를 보여준다. PU와 분할되는 선이 겹치는 경우는 다른색으로 표시한다.



그림 7. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: TU 분할 구조

그림 8은 복호화된 영상 내에서 선택된 CU의 부호화 정보를 오른쪽 창에 보여주는 화면이다. 부호화된 정보는 CU, PU, TU 수준으로 구분하여 표시한다. CU 수준에서는 CU 크기, 화면내 위치, QP 값, 예측 모드, PU size, cbf 정보 등을 보여준다.

PU 수준에서는 CU 내 PU 각각에 대해서, PU 크기, 화면내 위치, Merge flag, Merge Index, Inter direction, Motion Vector 관련 정보를 보여준다. TU 수준에서는 TU 크기와 화면내 위치 정보를 보여주며, 그림 9와 같이 TU의 residual 정보를 확인할 수 있다.

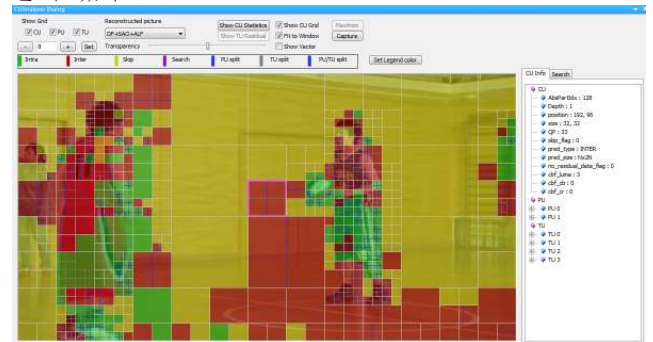


그림 8. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: 선택한 CU 내의 부호화 정보 표시

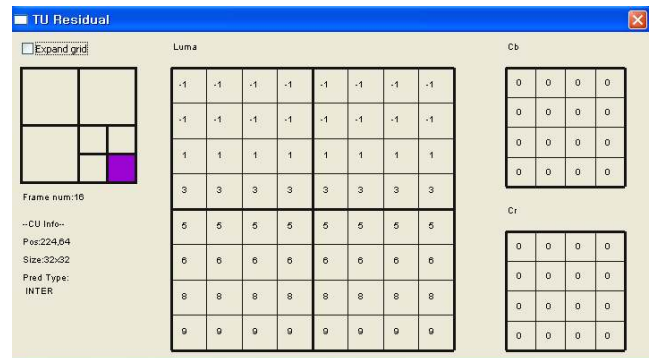


그림 9. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: 선택한 CU 내에서 선택한 TU의 Residual 정보

그림 10은 복호화된 화면 내에서 특정 부호화 조건을 만족시키는 영역을 표시해주는 화면이다. 부호화 조건은 CU, PU, TU 수준에서 정할 수 있다. CU 수준에서는 크기와 예측모드 정보를 선택할 수 있으며, PU 수준에서는 크기와 예측정보(양방향/단방향 예측, reference picture index, Motion vector 크기)를 검색 옵션으로 선택할 수 있다. 마지막으로 TU 수준에서 TU 크기정보를 선택해서 검색이 가능하다.

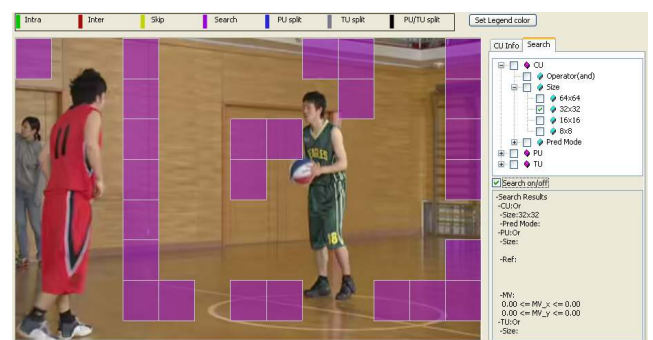


그림 10. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: 검색된 영역 표시

복호화된 화면상에서 보여주는 정보 외에도 PSNR, Bitrate 등이 포함된 Sequence 수준에서의 부호화 정보, Frame 수준에서의 부호화 정보, SPS, PPS, APS 정보를 확인할 수



있다. 그림 11 은 Frame 수준에서의 CU, PU, TU 의 부호화 정보를 나타낸다. 부호화 정보는 CU 의 개수를 최상위 수준으로 해서 보여준다(Total\_CU Num). 다음으로 PU 의 3 가지 예측모드인 SKIP, INTER, INTRA 로 부호화된 CU 의 개수를 보여준다(SKIP Num, INTER Num, INTRA Num). 다음으로 각 예측모드에서 CU 의 크기 별 개수를 보여준다(64x64, 32x32, 16x16, 8x8). 다음으로 크기별 CU 내에서 PU 의 모양에 따른 개수(PU Distribution), TU 의 크기에 따른 개수(TU Distribution)를 보여준다.

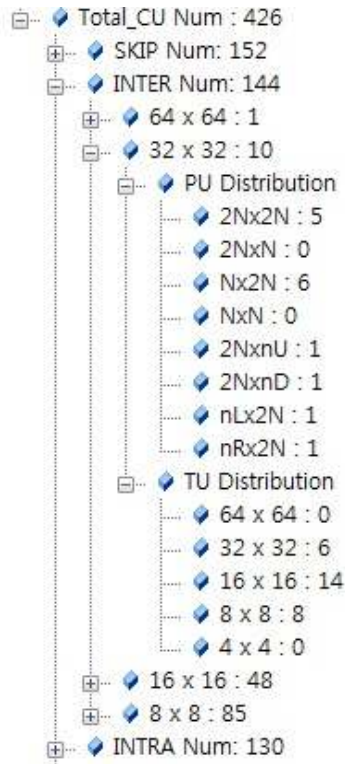


그림 11. HEVC 비트스트림 분석기 GUI: Frame 수준에서의 부호화 정보

## 5. 결론

본 논문에서는 HEVC 기술로 부호화된 비트스트림을 분석하여, 부호화 정보를 GUI 를 통해 효과적으로 보여주기 위한 방법을 제안하였다. CU, PU, TU 를 중심으로 부호화 정보를 확인할 수 있는 구조를 제안하였으며, 화면내에서 특정 부호화 정보로 부호화된 영역을 검색하는 방법을 제시하였다. 제안된 방법을 이용하게 되면 HEVC 기술로 부호화된 비트스트림의 부호화 정보를 효과적으로 분석하여 확인할 수 있으며, HEVC 관련 제품 개발에 활용이 가능하다.

## 감사의 글

본 연구는 방송통신위원회의 ETRI 연구개발지원사업의 연구결과로 수행되었음(KCA-2012-11921-02001)

## 참고문헌

- [1] ITU-T/ISO/IEC Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) , "High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 6(JCTVC-H1003)" , Feb. 2012.
- [2] Taoran Lu, Xiaoan Lu, Qian Xu, Yunfei Zheng, Joel Sole, and Peng Yin, " A Video Coding Analyzer for Next-Generation Compression Standards" , ICCE, Jan. 2011.