

# Scaleable HEVC에서 향상계층의 제한적 부호화에 따른 통계적 특성 분석

정연경<sup>1</sup>, 강정원<sup>2</sup>, 이하현<sup>3</sup>, 이진호<sup>4</sup>, 한종기<sup>5</sup>

세종대학교<sup>1,5</sup>, 한국전자통신연구원<sup>2,3,4</sup>

[jyk7753@nate.com](mailto:jyk7753@nate.com), [jungwon@etri.re.kr](mailto:jungwon@etri.re.kr), [hanilee@etri.re.kr](mailto:hanilee@etri.re.kr), [jinosoul@etri.re.kr](mailto:jinosoul@etri.re.kr), [hjk@sejong.edu](mailto:hjk@sejong.edu)

## Analysis for coding modes and data in the enhancement layer of Scalable HEVC

Yeon-Kyeong Jeong<sup>1</sup>, Jung-Won Kang<sup>2</sup>, Ha-Hyun Lee<sup>3</sup>, Jin-ho Lee<sup>4</sup>, Jong-Ki Han<sup>5</sup>

Sejong University<sup>1,5</sup>, ETRI<sup>2,3,4</sup>

### 요약

다양한 동영상 콘텐츠를 이용하는 사용자들의 단말기 성능이나 네트워크 상황, 또는 단말기의 해상도 등에 실시간으로 대응할 수 있는 영상 압축 방법으로 스케일러블 영상 코딩 (Scalable Video Coding, SVC)[1]을 사용하고 있다. 최근 JCT-VC(Joint Joint Collaborative Team on Video Coding)에서는 초고해상도를 타겟으로 하는 동영상 압축기술인 HEVC(Efficiency Video Coding)를 기반으로한 Scaleable HEVC(SHVC)[3]를 표준화 중에 있다. SHVC는 공간적(Spatial), 시간적(Temporal), 화질적(SNR) 스케일러빌리티를 제공을 하며, HEVC v.1에 비해 높은 복잡도를 가진다. 본 논문에서는 SHVC의 공간적 스케일러빌리티의 부호화 속도 개선을 위한 알고리즘 개발에 앞서 제한적 실험을 통한 통계적 분석을 하였다.

### 1. 서론

동영상 콘텐츠를 이용하는 사용자들의 멀티미디어 기기의 성능이나 제공하는 네트워크 상황을 고려하여 서비스를 제공할 목적으로 만들어진 SHVC는 부호화 된 단일 비트스트림으로부터 일부의 비트스트림만을 추출하여 해당 환경에 대하여 효과적으로 대응할 수 있다.

SHVC에서는 여러 가지 스케일러빌리티를 제공한다. 현재 가장 많이 사용되고 있는 공간적 스케일러빌리티는 두 가지 해상도의 영상을 부호화하여 전송할 때, 스마트 TV에서는 기본계층(Base layer)과 향상계층(Enhancement layer)에 해당하는 비트스트림을 모두 복호화하면 스마트TV에서 지원하는 해상도의 영상을 재생할 수 있다. 스마트폰에서는 기본계층의 비트스트림만 추출하여 복호화하면 스마트폰 해상도에 맞는 영상을 재생할 수 있다.

하지만 HEVC[2]에 비해 부호화 과정이 매우 복잡하다. 실시간 서비스를 위해서는 부호화 복잡도를 줄여야 하는 알고리즘이 필요한데 본 논문에서는 공간적 스케일러빌리티에 대한 SHVC의 고속화를 위해 선행되어야 할 통계적 특성 및 복잡도를 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 제 2 장에서는 SHVC의 부호화 특성에 관하여 설명하고 제 3 장에서는 향상계층 제한적 부호화에 따른 분석에 대해 알아보고 마지막 제 4 장에서 본 논문의 최종 결론을 맺는다.

1) 본 연구의 일부는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1006)의 연구결과로 수행되었고, 그리고 일부는 미래창조과학부가 지원한 2014년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

연락 저자: 한종기

### 2. SHVC 부호화 특성

#### 가. 실험 환경

SHVC의 부호화 특성을 알아보기 CTC 조건에서 영상의 특성과 각 모듈별 복잡도와 계층별 복잡도 대해 알아본다. 부호화 복잡도는 SHVC reference software인 SHM 6.0[5]을 사용하였고 각 모듈별 실제 처리 시간을 누적하여 측정[4]하였다.

부호화 환경은 randomaccess\_main에 QP는 22, 26, 30, 34, scale factor는 2x로 사용하였다.

#### 나. SHVC의 모듈별 복잡도

기본계층과 향상계층 모두 가장 복잡한 모듈은 Inter prediction 모듈로 전체 부호화 속도의 53%~77%를 차지한다.

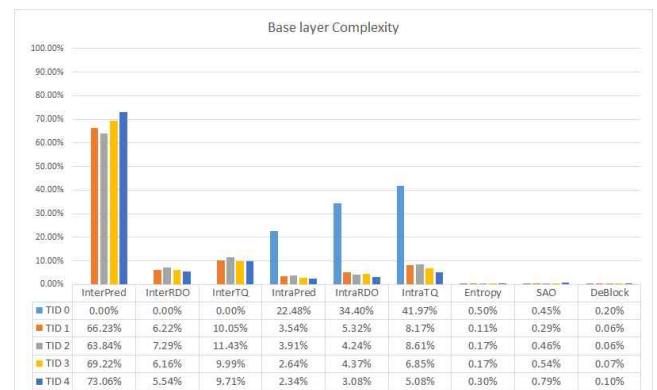


그림 1. 기본계층 모듈별 부호화 복잡도

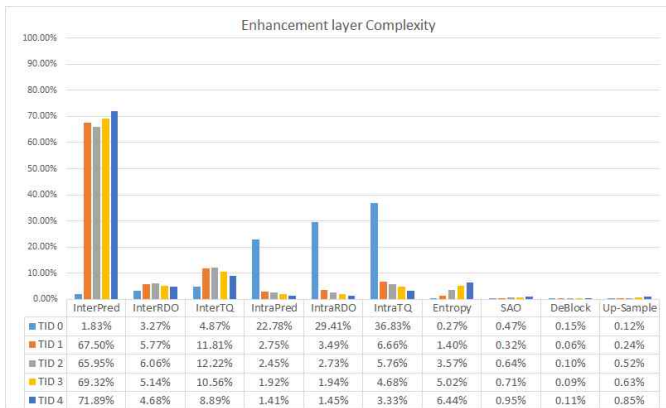


그림 2. 향상계층 모듈별 부호화 복잡도

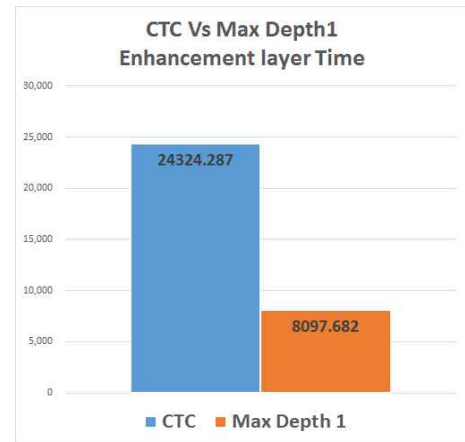


그림 4. 향상계층 부호화 속도

### 다. SHVC의 계층별 복잡도

계층별 복잡도를 분석해보면 기본계층과 향상계층은 거의 동일한 방법으로 부호화 과정을 수행하기 때문에 기본계층의 영상보다 면적이 4배가 큰 향상계층의 복잡도도 약 4배 복잡하다.

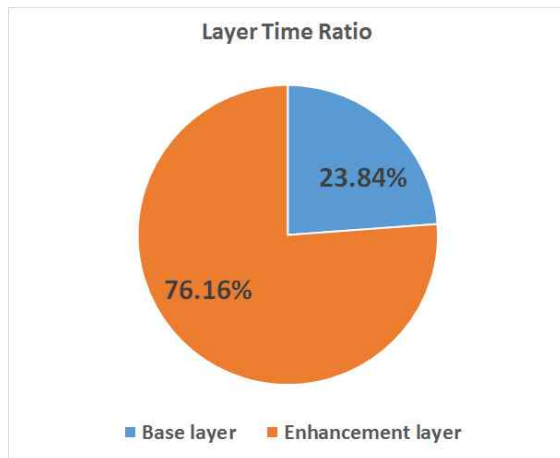


그림 3. 계층별 부호화 복잡도

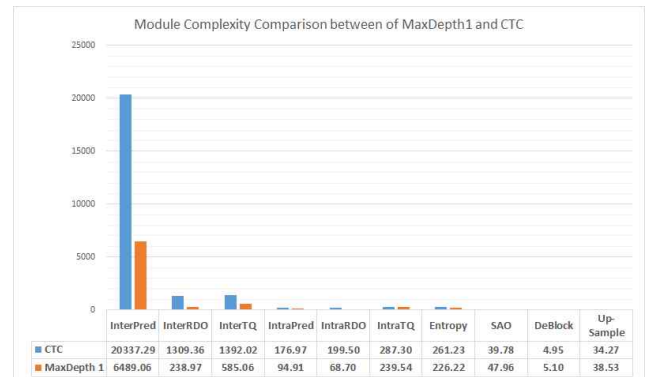


그림 5. 향상계층 모듈별 부호화 속도

향상계층에서 CU크기가 64x64로 고정되었기 때문에 2Nx2N PU 선택이 줄고 다른 PU 크기의 선택이 소폭 증가하는 것을 확인할 수 있다.

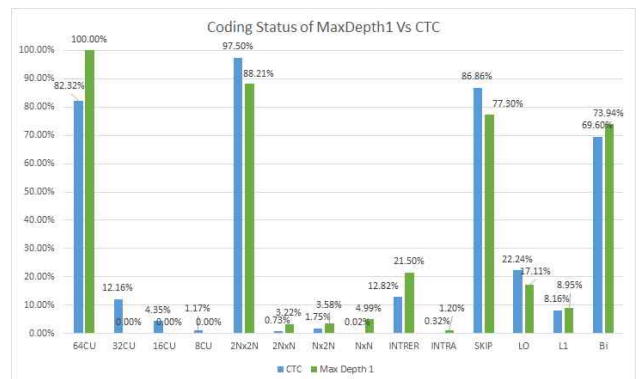


그림 6. 향상계층 모듈별 부호화 상태

### 라. 부호화 속도 개선의 필요성

SHVC의 부호화 특성을 보면 기본계층보다 향상계층의 복잡도가 크며, Inter prediction에 대한 복잡도가 높다. 그렇기 때문에 향상계층에 대한 부호화 속도 개선이 필요하며 또한 Inter prediction에 대해 집중적인 부호화 속도 개선 알고리즘이 필요하다.

## 3. 향상계층 제한적 부호화에 대한 분석

### 가. 향상계층의 CU Depth를 1로 제한하여 부호화

향상계층에서 부호화 될 CU의 Depth를 1로 제한을 한다. CU의 Depth를 1로 제한할 경우 부호화 될 CU의 크기가 64x64로 고정되어 되고, 32x32~8x8 CU에 대해서는 분할을 하지 않는다.

그림 4에서 확인할 수 있듯이 향상계층에서 RQT 부호화 과정을 생략함으로써 부호화 속도를 약 75%의 감소 시켰지만 부호화 효율은 63.2%로 매우 좋지 않은 결과를 보였다.

**나. 향상계층에서 List 0만 사용하여 부호화**

향상 계층에서 움직임 탐색 수행시 과거 영상에 대해서만 단방향으로 예측을 하여 부호화를 수행한다.

그림 7.에서 확인할 수 있듯이 향상계층에서 과거 영상에 대해서만 예측을 사용하고 미래 방향과 양방향 예측을 생략함으로써 부호화 속도를 약 37%를 감소 시켰다. 하지만 부호화 효율은 3.3%로 조금 증가하였다.

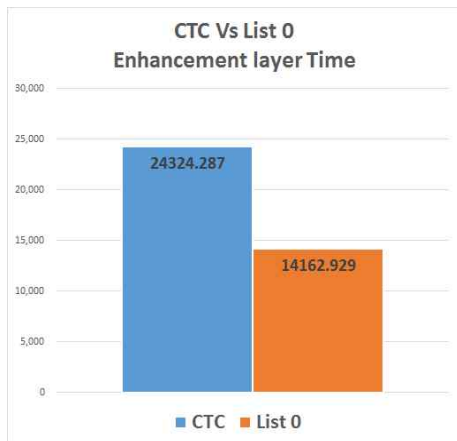


그림 7. 향상계층 부호화 속도

모듈별 복잡도를 그림 8.에서 확인해보면 과거 방향에 대해서 움직임 탐색을 고정했기 때문에 Inter prediction에서의 복잡도가 크게 감소한 것을 확인할 수 있다.

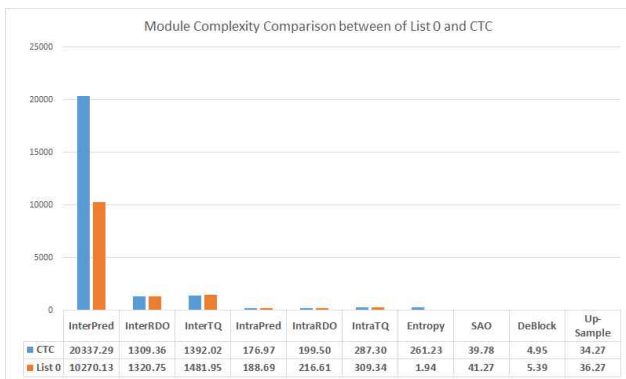


그림 8. 향상계층 모듈별 부호화 속도

**다. 향상계층에서 참조영상 수를 제한하여 부호화**

향상 계층에서 움직임 탐색 수행시 사용하는 참조 영상의 수를 줄여 부호화를 수행한다.

그림 9.에서 확인할 수 있듯이 향상계층에서 움직임 탐색 수행시 참조하는 영상의 수를 줄임으로써 부호화 속도를 약 41%를 감소 시켰다. 하지만 부호화 효율은 0.9%로 조금 증가하였다.

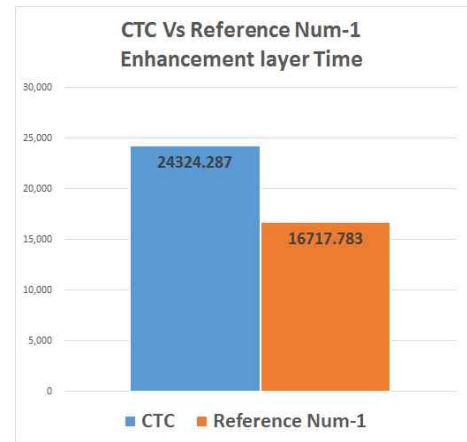


그림 9. 향상계층 부호화 속도

모듈별 복잡도를 그림 10.에서 확인해보면 움직임 탐색시 참조하는 영상의 수를 줄였기 때문에 Inter prediction에서의 복잡도가 감소한 것을 확인할 수 있다.

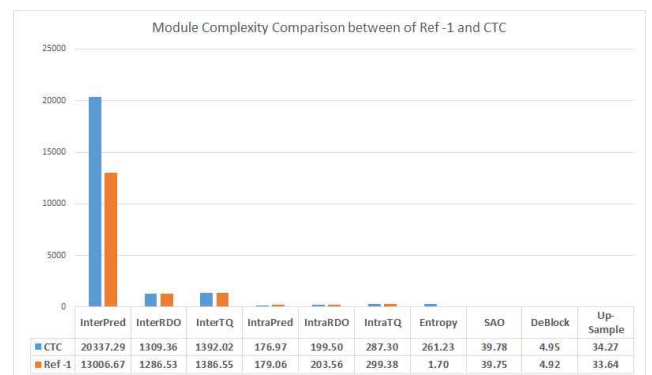


그림 10. 향상계층 모듈별 부호화 속도

그림 12.는 참조 영상을 줄였을 때 참조 영상 비율을 나타낸 것으로 POC 차이가 가장 큰 영상 1장을 사용하지 않고 부호화 하였다. POC 차이가 가장 큰 영상을 선택하는 비율이 없어진 만큼 POC 차이가 작은 영상의 선택 비율과 Inter layer의 선택 비율이 조금 증가한 것을 알 수 있다.

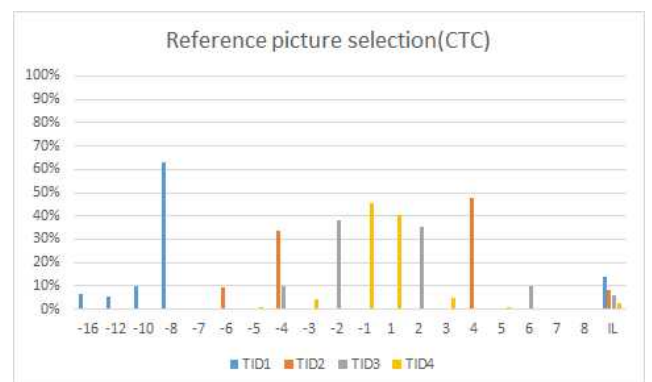


그림 11. Anchor(CTC)부호화 방법의 참조 영상 선택 비율

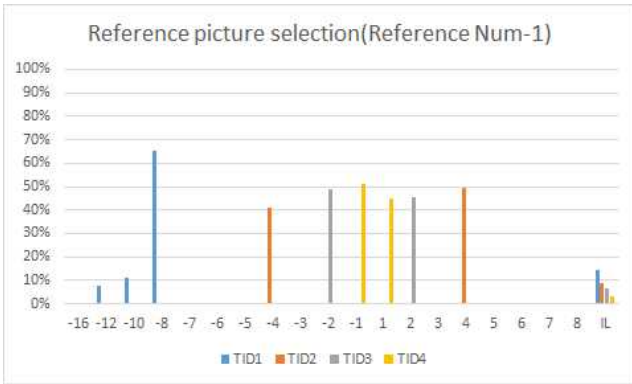


그림 12. 참조 영상을 줄인 부호화 방법의 참조 영상 선택 비율

### 라. 향상계층에서 탐색범위를 제한하여 부호화

향상 계층에서 움직임 탐색 수행시 정화소부터 1/2 부화소 탐색, 1/4 부화소까지 탐색하는 과정을 정화소 또는 정화소와 1/2 부화소 탐색을 하지 않고 부호화를 수행한다.

그림 13.에서 확인할 수 있듯이 향상계층에서 움직임 탐색 수행시 탐색범위를 줄임으로써 부호화 속도는 각각 약 10%와 45%를 감소 시켰다. 하지만 부호화 효율은 각각 0.8%, 4.9%로 조금 증가하였다.

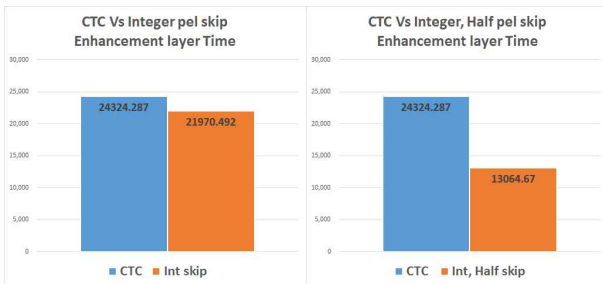


그림 13. 그림 1. 향상계층 부호화 속도

모듈별 복잡도를 그림 14.에서 확인해보면 움직임 탐색 시 탐색범위를 줄였기 때문에 Inter prediction에서의 복잡도가 감소한 것을 확인할 수 있다. 복잡도 감소폭은 Integer pel 탐색, Integer, half pel 탐색 복잡도의 차이이다.

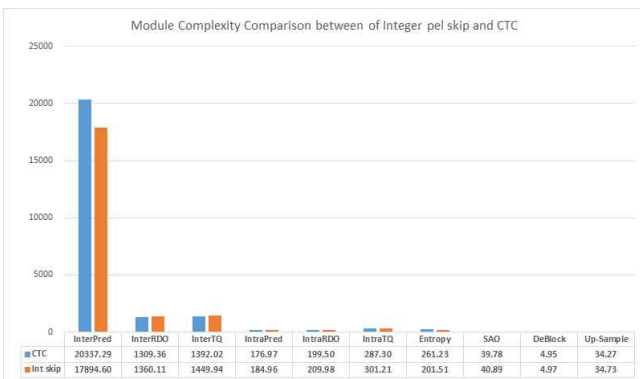


그림 14. Integer pel skip에서의 향상계층 모듈별 부호화 속도

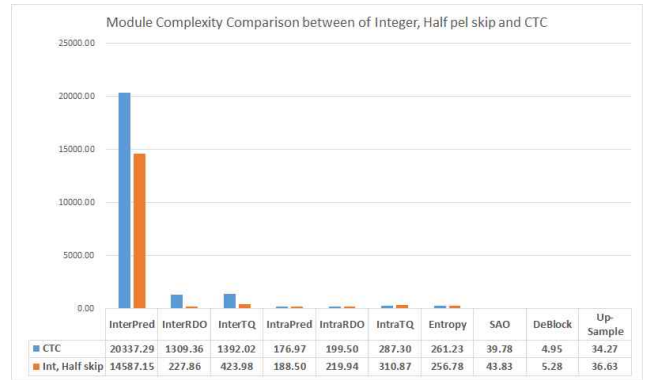


그림 15. Integer, Half pel skip에서의 향상계층 모듈별 부호화 속도

## 4. 결론

본 논문에서는 SHVC 부호화에 대해 살펴보고, 고속화를 위해 선행되어야 할 통계적 특성 및 복잡도 분석을 했다. 기본 계층에 비해 향상 계층의 부호화 복잡도가 약 4배 정도 높았고, 부호화 모듈들에서는 기본 계층, 향상 계층 모두 화면간 예측 모드의 부호화 복잡도가 가장 큰 비중을 차지했다.

부호화 과정에서 특정한 제한 사항을 두어 제한 사항에 따른 계층별 복잡도, 모듈별 복잡도, 부호화 상태를 통계를 내었다. 향상 계층의 CU Depth에 대해 제한을 할 경우 복잡도 감소율에 비해 부호화 효율이 매우 떨어지는것을 확인할 수 있었고, 참조 리스트 제한과 참조 영상 수 제한에 대해서는 복잡도 감소율에 비해 부호화 효율도 좋은것으로 확인할 수 있었다. 이러한 통계 분석 자료를 통해 SHVC 실시간 부호화기 개발 시 고속화 알고리즘의 복잡도 감소 정도와 부호화 효율에 대해 예측할 수 있는 근거로 사용할 수 있다.

향 후 연구에는 기본 계층의 정보를 이용하여 향상 계층의 부호화 과정을 고속화 할 수 있는 근거에 대해 더 연구하고, 근거에 따른 분석과 고속화 알고리즘 개발에 대하여 연구할 계획이다.

## 5. 참고문헌

- [1] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the scalable video coding extension of the H.264/AVC standard," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology* 17(9), pp.1103-1120, July 2007.
- [2] G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding(HEVC) Standard," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology* 22(12), pp.1649-1668, December 2012.
- [3] J. Chen, J. Boyce, Y. Ye, M. M. Hannuksela, G. J. Sullivan, and Y.-K. Wang, "High efficiency video coding(HEVC) scalable extension Draft 5," JCT-VC document JCTVC-P1008, January 2014.
- [4] X. Xiu, Y. He, Y. He, and Y. Ye, "TE2: Results of test 3.2.1 on inter-layer reference picture placement," JCTVC document JCTVC-L0051, April 2013.
- [5] SHVC reference software (SHM 6.0) [Online]. Available : [https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_SHVCSoftware/tags/SHM-6.0/](https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_SHVCSoftware/tags/SHM-6.0/)