

## VVC 의 삼각 분할 모드(TPM) 간소화 기법

박도현, 윤용욱, 도지훈, 정대권, 김재곤  
한국항공대학교

{dhpark, yuyoon, jhdo}@kau.kr, jgkim@kau.ac.kr

### Simplified Triangular Partitioning Mode (TPM) in Versatile Video Coding (VVC)

Dohyeon Park, Yong-Uk Yoon, JiHoon Do, Dae-Gwon Jeong, and Jae-Gon Kim  
Korea Aerospace University

#### 요 약

새로운 비디오 부호화 표준으로 JVET 에서 표준화 중인 VVC(Versatile Video Coding)에서는 더욱 유연한 화면간 예측을 위해 TPM(Triangular Partitioning Mode)을 채택하여 적용하고 있다. 하지만, TPM 을 위한 추가적인 움직임 탐색 및 움직임 정보 저장은 VVC 부/복호화기의 복잡도를 증가시킨다. 본 논문에서는 TPM 의 복잡도를 줄이기 위한 간소화 기법을 제안한다. 제안기법은 분할된 두개의 삼각 블록에 대한 움직임 정보 조합의 수를 줄여 움직임 탐색의 수를 줄이고 전송되는 데이터의 오버헤드도 함께 줄이는 TPM 간소화 기법이다. 실험결과, 제안기법은 RA(Random Access)와 LDB(Low-Delay B) 부호화 모드에서 미미한 성능 감소가 있었지만 4~6%의 두드러진 부호화 수행 시간 감소를 확인할 수 있었다.

#### 1. 서론

최근 MPEG(Moving Picture Experts Group)과 VCEG(Video Coding Experts Group)의 협력 팀인 JVET(Joint Video Experts Team)에서는 HEVC(High Efficiency Video Coding)를 뛰어넘는 차세대 비디오 부호화 표준인 VVC(Versatile Video Coding)에 대한 표준화를 진행하고 있다. JVET 은 매 회의의 결과로 채택 사항이 반영된 WD(Working Draft)와 참조 소프트웨어 VTM(Versatile Test Model)을 배포하고 있다[1].

VVC 는 HEVC 와 마찬가지로 블록 단위 부호화를 수행하며 부호화 성능을 향상하기 위해서 보다 유연한 블록 분할 구조를 지원하고 있다. 하지만, CB(Coding Block)를 여전히 사각형으로 제한하고 있으며, 이러한 한계를 극복하기 위해 VVC 는 사각형 모양의 CB 를 삼각형 모양으로 분할하여 예측 블록을 생성하는 TPM(Triangular Partitioning Mode)을 제 12 차 JVET 회의에서 채택했다. TPM 은 화면간 예측 모드로서 서로 다른 움직임 정보로부터 사각형의 두개의 예측 블록을 생성한다. 이 후, 두 예측 블록은 45° 또는 135° 대각 방향 중 하나의 대각 방향으로 마스킹(Masking)되어 최종적으로 하나의 예측 블록을 형성한다. 즉, 두 개의 예측 블록이 각각 사각형 블록을 대각선으로 나눈 삼각형 모양의 예측 블록이 된다. 또한, TPM 의 두개의 예측 블록은 메모리 할당과 접근 측면에서의 복잡도를 양방향 화면간 예측과 맞추기 위해 단방향 화면간 예측만을 수행한다. 이때 필요한 단방향 화면간 예측 정보는 현재 CB 의 주변 위치의 블록에서 유도한 움직임 정보 후보 리스트에서 선택된다. 최종적으로 TPM 예측 정보는 삼각형으로 분할되는 방향을 알려주는 대각

방향 지시자 하나와 두 예측 블록에서 사용되는 움직임 정보를 지시하는 인덱스 2 개를 포함한다.

VTM3 에서는 TPM 의 움직임 정보 후보 리스트의 최대 후보 수가 다섯으로 정의되어 있기 때문에 부호화기에서 탐색해야 할 TPM 예측 블록은 첫번째 삼각형 영역에서 가능한 5 가지의 예측, 두번째 삼각형 영역에서 가능한 4 가지의 예측, 그리고 2 가지의 대각 방향의 모든 조합으로 총 40 가지이다. 다시 말해, 부호화기는 매 CB 를 압축하기 위해 기존 예측에 추가적인 40 번의 RD(Rate-Distortion) 비용 비교가 필요하고 이는 10~12%의 부호화기 수행시간 증가를 발생시켰다[2]. 또한, 40 가지의 TPM 예측 정보 조합 중 최적의 조합에 대한 인덱스를 표 1 과 같이 지수 곱셈(Golomb) 코드로 이진화를 수행하여 TPM 움직임 정보를 전송하기 때문에 여기에서 발생하는 비트 오버헤드도 TPM 의 성능 저하를 야기한다. 뿐만 아니라, TPM 예측 정보 조합에 대한 인덱스와 해당하는 TPM 예측 정보를 매핑하기 위한 40x3 LUT(Look-Up Table)를 저장하는 추가적인 메모리도 부호화기의 부담을 증가시킨다. JVET 에서는 이러한 TPM 의 복잡도 증가 문제를 해결하기 위한 다양한 기고들이 있으며 긍정적으로 검토되고 있다[3].

표 1. TPM 인덱스에 대한 이진 코드(VTM3)

Codeword form	Range of index
0 b0	0 ~ 1
1 0 b1 b0	2 ~ 5
1 1 0 b2 b1 b0	6 ~ 13
1 1 1 0 b3 b2 b1 b0	14 ~ 29
1 1 1 1 0 b4 b3 b2 b1 b0	30 ~ 39

## 2. TPM 간소화 기법

제안하는 TPM 간소화 기법은 VTM3 의 TPM 디자인이 발생시키는 부호화기 복잡도를 감소시키기 위해 예측가능한 TPM 의 수를 부호화 성능 저하 없이 감소시키는 것에 목적이 있다. 0~40 의 범위를 갖는 TPM 인덱스에 대한 실험적 관찰을 통해 거의 발생되지 않는 TPM 예측 정보가 존재한다는 것을 발견할 수 있었다. 이는 VTM3 에서 불필요한 TPM 예측 정보에 대한 탐색을 수행한다는 것과 이러한 예측 정보를 전송하기 위한 메모리를 할당하고 있다는 것을 의미한다. 기술한 분석을 바탕으로 TPM 예측 정보의 수를 기존 40 개에서 16 개로 줄였다. 또한 줄어든 TPM 예측 정보 인덱스에 대한 효과적인 이진화를 위해 절삭된 이진 코드를 사용하였고 표 2 와 같이 표현된다. 또한, 빠른 엔트로피 부호화를 위해서 첫번째 이진 비트를 제외한 나머지 이진 비트에 대해서 바이패스 코딩을 수행하였다. 추가적으로, 줄어든 예측 정보 인덱스와 TPM 예측 정보를 매핑하는 LUT 도 40x3 에서 16x3 으로 줄여 메모리의 부담을 덜었다.

표 2. TPM 인덱스에 대한 이진 코드(제안 기법)

Codeword form	Range of index
0 b1 b0	0 ~ 3
1 0 b1 b0	4 ~ 7
1 1 b2 b1 b0	8 ~ 15

## 3. 실험 결과

제안하는 간소화 기법을 VTM3.0 에 구현하였다. RA, LDB 부호화 모드에서 JVET CTC(Common Test Condition)로 실험을 진행했다[4]. 각 시퀀스는 22, 27, 32, 37 의 QP(Quantization Parameter)로 부호화 하였다. 각 클래스의 결과는 해당 클래스에 포함되는 시퀀스들의 BD(Bjontegaard Delta)-rate 와 부호화기, 복호화기 수행시간의 평균이다. 실험결과, RA 와 LDB 에서 각각 평균 4%, 6%의 부호화기 복잡도 감소를 확인할 수 있었다. 이 결과는 TPM 이 야기하는 부호화기 복잡도 증가에 절반에 가까운 수치이다. 또한, 성능저하는 각각 0.01%, 0.03%로 미미한 것을 확인했다.

표 3. 실험 결과

Class	Y	U	V	EncT	DecT
<b>Over VTM-3.0 in RA</b>					
Class A1	0.00%	-0.04%	0.08%	96%	100%
Class A2	0.01%	0.08%	0.10%	95%	100%
Class B	0.01%	0.02%	0.01%	96%	100%
Class C	0.03%	0.14%	0.17%	95%	100%
<b>Overall</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.09%</b>	<b>96%</b>	<b>100%</b>
Class D	0.03%	0.02%	-0.04%	95%	101%
Class F	0.04%	0.02%	0.01%	94%	100%
<b>Over VTM-3.0 in LDB</b>					
Class B	0.03%	-0.25%	-0.17%	95%	100%
Class C	0.07%	0.25%	0.19%	95%	101%
Class E	0.00%	0.12%	-0.48%	92%	100%
<b>Overall</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.01%</b>	<b>-0.13%</b>	<b>94%</b>	<b>100%</b>
Class D	0.04%	0.18%	0.46%	94%	101%
Class F	0.09%	0.31%	0.21%	93%	100%

## 3. 결론

본 논문에서는 VTM3 의 TPM 모드를 간소화하는 기법을 제시하였다. 실험결과 미미한 BD-rate 성능저하에서 TPM 모드로 인한 복잡도 증가의 절반에 가까운 복잡도를 줄일 수 있음을 확인하였다. 현재 VTM5 에서의 TPM 모드는 TPM 예측 정보의 조합에 대한 인덱스를 전송하는 방법에서 TPM 예측 세부 정보들을 각각 전송하는 방법으로 변경되었다. 하지만, TPM 움직임 정보 후보 리스트의 최대 후보 개수가 6 개로 늘어 최대 60 번의 탐색이 필요하게 되었고 TPM 의 부호화 복잡도가 VTM3 대비 증가하였다. 따라서, 본 논문에서 제안한 것과 같은 간소화 기법이 더욱 필요하게 되었고 제안방법을 VTM5 에 확장 적용하는 연구가 추가적으로 필요하다.

## 감사의 글

이 논문은 2018 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(NO. 2016-0-00572, 초고실감 미디어 서비스 실현을 위해 HEVC/3DA 대비 2 배 압축을 제공하는 5 세대 비디오/오디오 표준 핵심 기술 개발 및 표준화)

## 참고문헌

- [1] [Online]. Available at: VVC Test Model (VTM), [https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/VVCSoftware\\_VTM](https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet/VVCSoftware_VTM)
- [2] W. Chien and J. Boyce, "JVET AHG report: Tool reporting procedure (AHG13)," 13th JVET meeting, Doc. JVET-M0013, Jan. 2019.
- [3] D. Park, Y. Yoon, J. Kim, J. Lee, and J. Kang, "CE10-related: Simplification of triangular partitions," 13th JVET meeting, Doc. JVET-M0352, Jan. 2019.
- [4] F. Bossen, J. Boyce, X. Li, V. Seregin, and K. Suhring, "JVET common test conditions and software reference configurations for SDR video," 12th JVET meeting, JVET-L1010, Oct. 2018.