ECM 의 효율적인 GPM 확장 모드 시그널링 기법

문기화, 이지원, 박도현, 김재곤
한국항공대학교
{ghmoon, jlee18, dhpark}@kau.kr, jgkim@kau.ac.kr

Efficient Signaling of Extended GPM Modes in ECM

Gihwa Moon, Jiwon Lee, Dohyeon Park, and Jae-Gon Kim
Korea Aerospace University

요 약

JVET 은 최신 비디오 부호화 표준인 VVC(Versatile Video Coding) 표준화를 완료한 후, VVC 보다 더 높은 압축 성능을 가지는 새로운 표준기술 탐색을 진행하고 있으며, 이를 위하여 참조 소프트웨어 ECM(Enhanced Compression Model)을 개발하고 있다. 현재 ECM4.0 에는 다양한 후보 구성 및 예측 성능 개선 기법을 추가하여 기존 VVC 의 GPM(Geometric Partitioning Mode)을 확장한 GPM-MMVD(GPM with merge MV differences), GPM-TM(GPM with template matching) 등을 채택하고 있다. 본 논문에서는 ECM 에 채택된 확장된 GPM 기술들의 각 기술 별 선택 빈도를 분석하고 이를 바탕으로 보다 효율적인 GPM 확장 모드 시그널링 방식을 제안한다. 또한 후보 탐색 알고리즘을 간소화한 복잡도 감소 기법을 제시한다. 실험결과 제안하는 시그널링 기법은 ECM4.0 대비 Y 와 Cb, Cr 에서 각각 0.02%, 0.16%, 0.09% BD-rate 부호화 성능 향상을 보였고 GPM 인덱스 탐색 간소화 기법은 ECM4.0 대비 Y 와 Cr 에서 각각 0.02%, 0.18% BD-rate 부호화 성능 향상을 보였다.

1. 서론

최근 JVET 은 최신 비디오 부호화 표준인 VVC(Versatile Video Coding)를 완료한 후, VVC 보다 더 높은 압축 성능을 가지는 새로운 표준기술을 탐색하고 있다[1]. 이를 위하여 JVET 은 Ad-hoc 을 구성하고 ECM(Enhanced Compression Model) 참조 소프트웨어를 통해 새로운 기술들에 대한 성능을 확인하고 있다. 현재 ECM4.0 은 VTM11.0 대비 Random Access (RA)에서 15.83% BD-rate 부호화 성능을 보이고 있다[2].

JVET 에서 현재 논의되고 있는 화면간 예측 기술에는 ARMC(Adaptive re-ordering merge candidate), TM(Template Matching), 확장된 GPM 등이 있다. 특히 다양한 기하학 형태의 예측 블록을 이용하여 예측하는 GPM(Geometric Partitioning Mode)은 MMVD, TM 기술을 추가하여 예측 샘플을 보정하거나, 화면간 예측 샘플과 화면내 예측 샘플을 결합하는 등의 기술이 추가되었다[3].

본 논문에서는 ECM 의 확장된 GPM 기술 별 선택 빈도를 분석하고 이를 바탕으로 더 효율적인 GPM 확장 모드 시그널링 방식을 제안한다. 또한 GPM 후보 탐색 기법의 빈도를 분석하고 이를 간소화한 기법을 제시한다.

2. ECM GPM 기법 및 시그널링

(1) ECM GPM

VVC GPM 은 화면간 예측 모드의 하나로 CU(Coding Unit)를 기하학 형태의 두 영역으로 분할(partition)하여 예측하는 방법이다. GPM 은 정의된 각도와 거리 값의 조합으로 총 64 개의 분할 모드를 사용한다. 두 파티션은 서로 다른 움직임 정보를 통해 예측블록을 생성하고 마스킹(masking)과 가중 합을 통해 최종 예측블록을 형성한다.

ECM 에 채택된 GPM 확장 기술은 GPM-MMVD(GPM with MMVD), GPM-TM(GPM with TM), GPM-Intra(GPM with inter and intra prediction)이다. GPM-MMVD 는 각 파티션에 대한 MVD(Motion Vector Difference)를 추가로 보내어 단방향 움직임 벡터를 보정하는 방법이다[4]. GPM-TM 은 현재블록 주변의 복호화된 샘플들과 참조샘플 주변의 샘플들 간의 차이 값을 최소화하도록 하여 각 파티션의 움직임 정보를 보정하는 방법이다[5]. GPM-Intra 는 각 파티션을 화면내 예측 혹은 화면간 예측한 후, 두 예측 샘플을 하나의 최종 예측 샘플로 합치는 방법이다. 이때 두 파티션 모두 화면내 예측하는 경우는 복잡도 증가를 방지하기 위해 허용하지 않는다[6].

(2) GPM 확장 모드 시그널링

ECM GPM 의 시그널링은 GPM 사용 여부에 대한 플래그(flag)와 각 파티션에 대한 GPM-MMVD, GPM-Intra, GPM-TM 에 대한 플래그 순으로 진행된다. 두 개의 파티션에 대해 GPM-Intra 와 GPM-MMVD 는 함께 사용될 수 있으나, GPM-TM 과 GPM-MMVD 는 함께 사용될 수 없다. 만일 두 파티션의 GPM-MMVD 플래그와 GPM-Intra 플래그가 모두 0 이면 GPM-TM 플래그가 전송된다. 위의 세 가지 확장 기술이 모두 적용되지 않은 경우 기존의 Regular GPM 이 수행된다.

GPM 의 보다 효율적인 시그널링을 위해서 각 GPM 모드들의 발생 빈도를 분석하였다. 즉, ECM 4.0 에서 GPM 이 수행될 때 JVET CTC(Common Test Condition)의 B, C, D 클래스별 하나의 시퀀스에 대해서 GPM-MMVD, GPM-Intra, GPM-TM, Regular-GPM 의 각 모드 별 발생 빈도를 분석하였다[7]. 분석결과 Regular GPM (32.9%), GPM-MMVD (31.1%), GPM-Intra (22.8%), GPM-TM (13.2%) 순으로 선택되었다. Regular GPM 의 경우 선택 비율이 가장 높으나 세 가지 모드에 대한 플래그를 통해 유도되므로 불필요한 시그널링 오버헤드가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 Regular GPM 플래그를 먼저 시그널링 하는 개선된 시그널링 기법을 제안한다. 즉, GPM 이 사용될 때 가장 먼저 Regular GPM 플래그를 전송한 후, 해당 플래그가 1 이면 GPM-MMVD, GPM-Intra, GPM-TM 플래그를 전송하지 않고, 0 이면 기존의 방법대로 하되, GPM-TM 은 시그널링하지 않는다.

(3) GPM 인덱스 탐색 간소화

GPM 의 두 파티션 모두 MMVD 가 적용되고 동일한 MVD 인덱스가 선택될 때, 서로 다른 병합(Merge) 인덱스를 갖는 경우에 대해서만 탐색한다. 그러나 MMVD 가 적용이 되고 MVD 인덱스가 동일하지 않다면 상이한 예측이 생성이 되므로 동일한 Merge 인덱스 탐색이 허용된다. 발생 빈도를 분석한 결과, 각 파티션의 MVD 인덱스가 서로 다른 경우가 대부분이며 같은 Merge 인덱스가 선택되는 경우는 평균 6.8%로 낮은 발생 빈도를 보였다. 따라서 MMVD 가 적용되는 경우, 동일한 Merge 인덱스의 탐색을 허용하지 않는 기법을 제안함으로써 후보 탐색 기법을 간소화하며 효율적인 시그널링을 기대한다.

3. 실험결과

본 논문에서 제시한 ECM GPM 시그널링 방식과 간소화된 후보 탐색 기법의 성능을 평가하기 위하여 제안한 기법을 ECM 4.0 에 구현하고 Random Access 부호화 환경에서 부호화 성능과 복잡도를 확인하였다. 테스트 시퀀스는 JVET CTC 의 B, C, D 클래스를 사용하였다. 표 1 은 제안하는 GPM 플래그 시그널링 방법의 ECM 4.0 대비 성능을 보여준다. Y 와 Cb, Cr 각각 0.02%, 0.16%, 0.09% BD-rate 성능 향상을 보였다. 또한 0.1% 복호화 복잡도 감소를 보였다. 표 2 는 제안하는 GPM 인덱스 탐색 간소화 방법의 ECM 4.0 대비 성능을 보여준다. Y 와 Cr 각각 0.02%, 0.18% BD-rate 성능 향상을 보였다.

표 1. 제안기법의 성능(RA, Anchor: ECM4.0)

Class	Y	U	V	EncT	DecT
Over ECM4.0					
Class B	-0.01%	-0.23%	-0.33%	101%	100%
Class C	0.00%	-0.07%	0.00%	100%	98%
Class D	-0.05%	-0.24%	0.14%	106%	98%
Overall	**-0.02%**	**-0.16%**	**-0.09%**	**102%**	**99%**

표 2. 제안기법의 성능(RA, Anchor: ECM4.0)

Class	Y	U	V	EncT	DecT
Over ECM4.0					
Class B	-0.05%	0.09%	0.08%	100%	100%
Class C	0.01%	-0.09%	-0.28%	100%	100%
Class D	-0.01%	0.02%	-0.39%	106%	99%
Overall	**-0.02%**	**0.01%**	**-0.18%**	**102%**	**100%**

4. 결론

본 논문에서는 ECM 에 채택된 확장된 GPM 기술들에 대해 보다 효율적인 시그널링 방식과 간소화된 후보 탐색 기법 적용시의 부호화 성능을 분석하였다. 제안하는 GPM 플래그 시그널링 방법은 ECM4.0 대비 Y 와 Cb, Cr 에서 각각 0.02%, 0.16%, 0.09% 성능 향상을 확인하였고, GPM 인덱스 간소화 방법은 ECM4.0 대비 Y 와 Cr 에서 각각 0.02%, 0.18% 성능 향상을 확인하였다. 휘도성분(Y) 에서는 현재 CU 가 Regular GPM 으로 시그널링 되는 경우 불필요한 시그널링 비트를 제거함으로써 효율적인 시그널링이 가능하나 Regular GPM 이 아닌 다른 모드에 대해서는 추가적인 시그널링 비트가 필요하므로 미미한 성능 향상을 확인하였다.

Acknowledgement

본 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017-0-00072, 초실감 테라미디어를 위한 AV 부호화 및 LF 미디어 원천기술 개발)

참 고 문 헌(References)

[1] Versatile Video Coding, ISO/IEC FDIS 23090 -3, Jul. 2020.

[2] V. Seregin, J. Chen, F. Le Léannec, K. Zhang, “JVET AHG report: ECM software development (AHG6),” Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, JVET-Z0006, Apr. 2022.

[3] M. Coban, F. Le Léannec, K. Naser, J. Ström, “Algorithm description of Enhanced Compression Model 4 (ECM 4),” Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, JVET-Y2025, Jan. 2022.

[4] Z. Deng, K. Zhang, L. Zhang, N. Zhang, Y. Wang, X. Xiu, C. -W. Kuo, X. Wang, “EE2-3.3: GPM with MMVD (JVET-V0103 and JVET-V0125),” Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, JVET-W0088, July 2021.

[5] R. -L. Liao, Y. Ye, X. Li, J. Chen, “EE2-related: Combination of GPM and template matching,” Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, JVET-V0117, Apr. 2021.

[6] Y. Kidani, H. Kato, K. Kawamura, “AHG12: GPM with inter and intra prediction,” Joint Video Experts Team of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29, JVET-W0110, July 2021.

[7] J. Boyce, K. Suehring, X. Li, and V. Seregin, “JVET common test conditions and software reference configurations,” Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, Apr. 2018.