

VVC 화면 내 예측 모드 결정 알고리즘

정승원, 김성훈*

한국전자통신연구원 부산공동연구실

jsw@etri.re.kr, *steve-kim@etri.re.kr

An Efficient Intra Prediction Mode Decision Algorithm for Versatile Video Coding (VVC)

Jung Seong Won, Kim Sung hoon*

*ETRI/Busan City Joint R&D LAB, ETRI

요 약

VVC(Versatile Video Coding)는 이전 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)보다 2 배 높은 압축 효율을 달성하였다. 특히, ISP(Intra Sub-Partitions)모드를 새롭게 채택하면서, 높은 압축효율을 달성하였지만, 복잡도도 크게 증가하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 VVC의 특성을 분석하고, 이를 기반으로 부호화 과정에서 ISP 모드를 결정하여 부호화 속도를 개선시키는 알고리즘을 제안한다. 실험 결과 VTM(VVC Test Model)에서는 평균적으로 BDBR(Bjontegaard Delta Bit Rate)이 0.44%의 화질손실이 생기는 대신에 ISP의 부호화 복잡도를 13%로 크게 감소시켰다.

I. 서 론

최근 전 세계적으로 디지털 영상 소비량이 크게 증가함에 따라, 영상 부호화 기술에 대한 수요도 함께 상승하고 있다. 특히 UHD(Ultra-high Definition) 영상, VR(Virtual Reality), 그리고 AR(Augmented Reality)와 같은 대용량 콘텐츠들을 효율적으로 제공하기 위해서는 단순한 화질개선 뿐만이 아니라, 고성능 영상 부호화 기술을 요구하고 있다. 넷플릭스, 유튜브, 애플 TV 등 글로벌 스트리밍 플랫폼뿐만 아니라, 게임, 교육, 의료 등 다양한 분야에서도 실시간으로 전송이 가능한 고효율 영상 부호화 기술이 핵심 기술로 주목받고 있다.

하지만 영상 해상도 및 프레임 수의 증가에 따라 압축되지 않은 원본 영상 데이터의 크기 또한 기하급수적으로 증가하고 있으며, 이는 전송 대역폭 및 저장 자원의 부담으로 직결된다. 이전 표준인 HEVC[1]는 일정 수준의 압축 성능을 제공하지만, 차세대 영상 환경에서는 한계를 보이고 있다. 이러한 기술적 요구에 대응하기 위해 MPEG과 VCEG는 2013년 H.265/HEVC(High Efficiency Video Coding)를 국제 표준으로 공동 제정한 이후, 2020년 7월 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG와 ITU-T SG16/Q6 VCEG 산하 JVET(Joint Video Experts Team)를 통해 VVC[2]를 개발하였다.

VVC는 고효율 압축 성능을 달성하기 위해 기존 영상 압축 표준인 HEVC 대비 다수의 새로운 부호화 도구를 도입하였다. 대표적으로 MTT(Multi-Type Tree), PDPC(Position Dependent Intra Prediction Combination), AMCP(Affine Motion Compensation Prediction), MIP(Matrix-weighted Intra Prediction), CCLM(Cross-Component Linear Model) 등이 있으며, 이로 인해 전체적인 부호화 효율이 크게 개선되었다.

ISP 기법은 참조 픽셀과의 거리로 인해 발생하는 예측 정확도 저하 문제를 개선하기 위해 채택되었다. 기존 화면 내 예측은 블록 크기가 클수록 참조 픽셀과의 거리가 멀어져 예측 성능이 저하되는데, ISP 모드는 블록을 수직 또는 수평 방향으로 분할하여 더 인접한 복원 샘플을 활용하여 예측을 수행한다. ISP 모드로 인해 분할된 서브 파티션은 모두 동일한 화면 내 예측 모드를 공유하며, 블록 사이즈에 따라 2 개 혹은 4 개의 서브 파티션으로 분할될 수 있다. 이러한 구조는 예측 정밀도를 향상시키면서도 블록 구조의 유연성을 동시에 고려한 설계이지만, 반면에 계산 복잡도를 크게 증가시키는 요인이 되었다. 이로 인해 본 논문에서는 VVC의 부호화 특성을 분석하여 ISP 모드를 조기 결정하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 ISP 모드의 연산 복잡도를 줄이기 위한 조기 종료 알고리즘을 제안하며, 제 3 장에서는 제안된 알고리즘의 실험 결과를 제시한다. 마지막으로 제 4 장에서는 본 논문의 내용을 요약하고 결론을 도출한다.

II. 제안 기법

본 논문에서는 상위 CU(Coding Unit)와 현재 CU 간의 관계를 정의한다. 상위 CU는 정사각형 형태의 쿼드 트리 블록이거나, 또는 현재 CU 영역을 포함하는 정사각형 또는 직사각형 형태의 블록일 수 있다.

그림 1은 제안한 알고리즘의 전체 구조를 블록 다이어그램으로 나타낸 것으로, 기존 VVC 부호화 구조에 조기 종료 규칙을 회색 영역으로 표시하였다. 만약 상위 CU의 파티션 개수가 2 개보다 작거나 같은 경우 ISP 모드를 조기종료 한다.

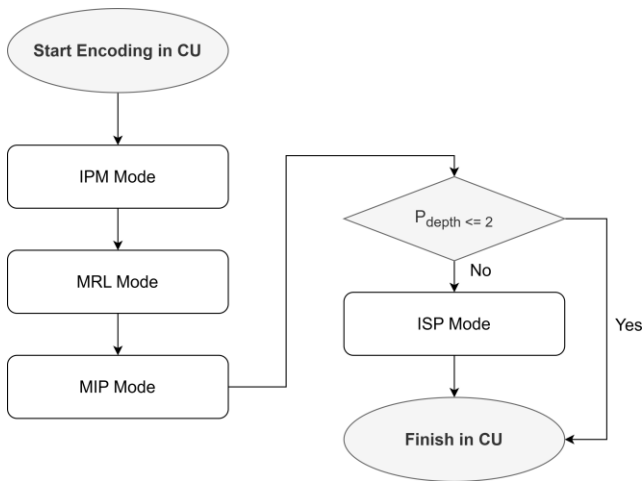


그림 1. 제안하는 ISP 조기종료 알고리즘 블록도

참 고 문 헌

- [1] Sze V., Budagavi M. and Sullivan G. J., "High efficiency video coding (HEVC)," In Integrated Circuit and Systems, Algorithms and Architectures, Springer: Berlin, Germany, pp. 1375, 2014.
- [2] Bross B., Chen J., Liu S. and Wang Y., "Versatile Video Coding (Draft 10)," JVET-S2001, JVET of ITU-T SG 16 WP and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11: Teleconference, 2020.
- [3] Bossen F., Boyce J., Suehring K., Li X., Seregin V., "JVET Common Test Conditions and Software Reference Configurations for SDR Video," In Proceedings of the 12th Meeting Joint Video Experts Team, Document JVET-L1010, Macao, China, 2018.

III. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 VTM 21.0 에서 실험을 수행하였으며, 보다 세부적으로는 AI(All-intra) 환경에서 QP 22, 27, 32, 37 을 적용하였다. 그리고 실험에서 사용된 영상은 JVET CTC(Common Test Condition)[3]에서 사용하는 영상을 채택하였다. 제안된 알고리즘은 VTM 21.0 에서 휘도 성분에서 평균적으로 0.44% 만큼의 화질 손실이 발생하는 대신 VVC 부호화 복잡도는 13% 만큼 감소시켰다.

표 1. 제안하는 알고리즘의 실험 결과

Sequence	BDBR-Y	BDBR-U	BDBR-V	ΔT
<i>MarketPlace</i>	0.17%	-0.12%	0.47%	85%
<i>RitualDance</i>	0.52%	0.35%	0.39%	84%
<i>BasketballDrive</i>	0.45%	0.20%	0.41%	86%
<i>BQTerrace</i>	0.62%	0.68%	1.04%	89%
<i>Cactus</i>	0.43%	0.61%	0.87%	90%
Average	0.44%	0.34%	0.64%	87%

IV. 결론

본 논문에서는 VVC 에서 ISP 의 높은 부호화 복잡도를 감소시키기 위해 ISP 모드 조기 종료 알고리즘을 제안하였다. 제안 기법은 상위 CU 의 특성을 바탕으로 부호화 과정 중 ISP 수행 여부를 조기에 결정한다. 실험은 JVET CTC 조건과 VTM 21.0 환경에서 수행되었으며, 제안 방식은 평균 13%의 VVC 부호화 속도 개선 효과를 달성하였다. 향후 다양한 영상의 특성에 맞춘 적응적 모드 결정방식으로 확장이 가능할 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국전자통신연구원 연구운영비지원사업의 일환으로 수행되었음. [25ZC1100, 초실감 입체 공간 미디어 · 콘텐츠 원천기술 연구]