

HEVC 고속 부호화를 위한 PU 탐색 조기 종료 기법

김재욱, 김동현, 김재곤

한국항공대학교

{kju704, dh.kim, jgkim}@kau.ac.kr

Early Termination Algorithm of Prediction Unit (PU) Search for Fast HEVC Encoding

Jae-Wook Kim, Dong-Hyun Kim and Jae-Gon Kim

Korea Aerospace University

요약

최근 표준화가 완료된 HEVC(High Efficiency Video Coding)에서는 계층적 구조를 갖는 가변블록의 크기를 사용하고 재귀적으로 부호화를 수행하여, 최적의 부호화단위(CU: Coding Unit) 분할 구조와 예측단위(PU: Prediction Unit)를 결정함으로써 높은 부호화 효율을 얻을 수 있는 반면 부호화 복잡도가 증가하는 문제가 있다. 본 논문에서는 부호화기의 복잡도를 감소시키기 위한 고속 부호화 알고리즘으로 고속 모드 결정 기법을 제안한다. 제안기법은 상위 깊이 CU(Coding Unit)의 최적 모드와 부호화 윌-왜곡 비용을 이용해서 현재 깊이 CU에서의 특정 모드의 윌-왜곡 비용 계산을 생략함으로써 PU 탐색을 조기 종료한다. 즉, 상위 깊이 CU의 조건에 따라 화면간 예측 모드의 일부 또는 화면내 예측을 수행하지 않는다. 실험결과 제안기법은 HM 12.0 대비 0.2%의 비트 증가에 22.9%의 계산시간 감소 효과를 얻을 수 있음을 확인하였다.

1. 서론

최근 UHD(Ultra High Definition) 비디오와 같은 고품질의 비디오 부호화를 위하여 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG에서는 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 결성하여 기존의 H.264/AVC 보다 2배 정도의 부호화 효율을 얻을 수 있는 HEVC 비디오 부호화 표준을 완료하였다.

HEVC는 부호화 단위로 기존의 16×16 고정 크기의 MB 대신에 계층적 구조를 갖는 가변블록의 크기를 사용하고 재귀적으로 부호화를 수행하여 최적의 CU 분할 구조와 PU의 부호화 모드를 결정함으로써 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다. 하지만 다양한 블록 크기와 새로운 부호화 틀 적용으로 가변블록 크기 및 부호화 모드 결정에 따른 연산 복잡도 또한 크게 증가하였다. 즉, 64×64 에서 8×8 에 이르는 최대 4 단계의 부호화 깊이에 해당하는 CU에 대하여 모든 가능한 PU에 대한 윌-왜곡 비용을 계산하여 최적 PU를 결정하게 된다.

최적의 모드 탐색을 조기종료 하는 기존의 기법은 다음과 같다. CBF(Coded Block Flag)와 MVD(Motion Vector Difference)를 확인하는 ESD(Early Skip Detection), 화면간(Inter) 예측 부호화 모드에서 CBF를 확인하는 CFM(CBF Fast Mode), 최적의 모드가 SKIP일 때 추가적인 블록 분할을 수행하지 않는 ECU(Early CU)가 있다. 이외에도 고속 부호화 기법으로 상위 깊이의 분할 종류에 따라 선택적으로 Inter 예측 부호화를 모드를 탐색하는 AMPS(Asymmetric Prediction Speed-up), 화면내(Intra) 부호화 고속 알고리즘으로 RMD(Rough Mode Decision) 등이 있다.

본 논문에서는 최적의 PU 탐색의 복잡도 감소를 위하여 상위 깊

이 CU(Coding Unit)의 최적 모드와 부호화 윌-왜곡 비용을 이용해서 현재 깊이 CU에서의 특정 모드의 윌-왜곡 비용 계산을 생략함으로써 PU 탐색을 조기 종료한다. 즉, 상위 깊이 CU의 조건에 따라 Inter 예측 모드의 일부 또는 Intra 예측을 수행하지 않는다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 HM의 최적 모드 결정 방법에 대해 설명하고, 3장에서는 제안한 PU 탐색 조기 종료 방법에 대해 설명한다. 4 장에서는 제안한 알고리즘을 적용한 실험결과를 제시하고, 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

2. HM의 최적 모드 결정 기법

HM 12.0[1]에서는 최적 부호화를 결정하기 위하여 그림 1과 같은 과정을 계층에 따라 재귀적으로 수행한다. 첫 번째 깊이에 해당하는 CTU(Coding Tree Unit)부터 Merge, SKIP, Inter, Intra 순으로 윌-왜곡 비용을 계산하여 현재 깊이에서의 최적의 CU 분할과 PU가 결정되고 다음 깊이에 대해 동일한 과정을 반복하여 수행하게 된다.

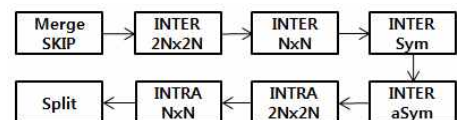


그림 1. HM 12.0의 최적 모드 탐색 방법

3. 제안하는 조기 종료 방법

기존의 최적 모드 결정 방법은 모든 경우를 확인하기 때문에 상당

한 복잡도 증가를 야기한다. 이를 감소시키기 위해 기존에 사용할 수 있는 설정들은 현재 깊이의 부호화 정보만을 사용한다. 즉, ESD에선 Inter와 SKIP을 수행한 후 CBF와 MVD를 확인하고 CFM은 Inter를 수행하는 중에 CBF를 확인한다. ECU는 현재 깊이에 대해 모든 모드를 탐색한 후 결정하는 방법이다. 본 논문은 상위 깊이의 최적 모드와 Intra의 울-왜곡 비용을 사용하여 현재 깊이에서의 조기종료 위치를 설정한다.

먼저 최상위 깊이인 CTU에서는 기존의 알고리즘과 동일하게 모든 모드에 대해 울-왜곡 비용을 계산한다. 그 후 하위 CU로 분할될 때 그림 2와 같이 울-왜곡 비용이 가장 적은 모드와 Intra로 예측 했을 때의 울-왜곡 비용이 같이 전달된다.

하위 깊이 CU부터는 상위 깊이의 이 두 가지 부호화 정보를 이용하여 그림 3과 같이 세 가지 조건에 따라 조기종료를 결정한다.

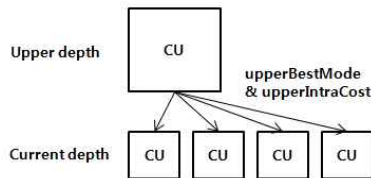
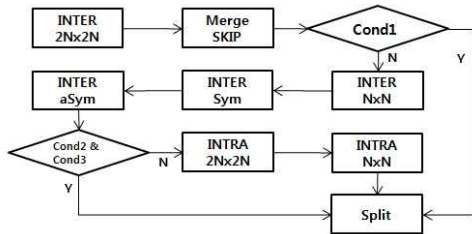


그림 2. 제안기법에 사용되는 상위 깊이의 부호화 정보



Cond1 : uiDepth>0 && upperBestMode==SKIP && BestCost is changed?
 Cond2 : uiDepth>0 && upperBestMode==Inter && BestCost is changed?
 Cond3 : eParantPartSize==2Nx2N && BestCost< upperIntraCost/5

그림 3. 제안 조기종료 기법

첫 번째 조건(Cond1)은 상위 깊이의 최적 모드가 SKIP이면 현재 깊이 CU의 최적 모드가 SKIP일 확률이 크다고 가정하고[2], 현재 깊이 CU의 SKIP 모드 탐색에서 최적 울-왜곡 비용(BestCost)이 SKIP 모드의 비용으로 갱신되면 현재 깊이의 PU 탐색을 조기 종료한다. 그림 1에서와 같이 기존 HM 12.0에서는 SKIP모드를 가장 먼저 탐색하므로 제안 기법에서는 울-왜곡 비용을 비교할 대상이 없기 때문에 비교적 울-왜곡 비용이 작은 Inter 2Nx2N을 먼저 탐색하여[3], Merge SKIP의 비용과 비교한다. 두 번째 조건(Cond2)은 상위 깊이의 최적 모드가 Inter이고 현재 깊이 CU의 모든 Inter 모드 탐색 후 BestCost가 갱신되었는지 확인한다. 마지막 조건(Cond3)은 Cond2를 만족시킬 때 Inter 다음 수행 모드인 Intra 모드를 탐색하지 않고 조기종료 시킬지 결정하는 조건이다. Intra의 경우 PU의 주위 화소를 가지고 예측하기 때문에 다음 깊이에서 4 분할하여도 상위 깊이에서 이용한 화소와 비슷한 특성의 화소를 가지고 예측할 가능성이 높다. 따라서 현재 깊이에서 Inter예측까지 수행한 BestCost가 상위 깊이의 Intra 예측 울-왜곡 비용(upperIntraCost)으로 추정된 현재 깊이의 Intra 예측의 울-왜곡 비용보다 작다고 판단되면, 공간적 상관성을 기반으로 현재 깊이

CU의 최적 모드는 Inter 예측을 한 경우로 결정될 확률이 높다고 가정한다. 현재 깊이의 Intra예측 울-왜곡 비용의 추정은 크기와 정확도를 고려하여 상위 깊이의 Intra예측 울-왜곡 비용의 20%로 설정한다.

4. 실험결과

제안하는 조기종료 방법을 HM 12.0에 구현하였다. 테스트 시퀀스는 클래스 HEVC의 테스트 시퀀스 클래스 C, D, E를 사용하였다. 설정 환경은 임의접근(Random Access)의 메인 프로파일에 대해서 실험하였고, QP(I Slice)는 22, 27, 32, 37로 설정하였다. 부호화 시간 변화량은 아래 식을 사용하였다.

$$\Delta T(\%) = \frac{T_{HM} - T_{proposed}}{T_{HM}} \times 100$$

표 1은 기존 HM 12.0 대비 제안된 방법에 대한 성능을 나타낸 것으로 실험결과 제안한 방법은 0.2%의 비트율 증가에 22.9%의 복잡도 감소를 보였다.

표 1. 실험결과(R-A, Anchor: HM 12.0)

	BD-rate			
	Y	U	V	ΔT
C	0.3%	0.2%	0.3%	-17.7%
D	0.2%	0.0%	-0.1%	-19.5%
E	0.1%	-0.2%	-0.2%	-40.1%
Overall	0.2%	0.1%	0.1%	-22.9%

5. 결론

본 논문은 HEVC의 부호화 복잡도 감소를 위하여 상위 깊이의 최적 모드와 Intra 모드의 울-왜곡 비용을 사용하는 PU의 부호화 모드 탐색 조기종료 방법을 제시하였다. 실험결과 기존 HM 12.0 대비 0.2%의 비트율 증가에 22.9%의 복잡도 감소를 얻었다. 제안된 방법은 좀 더 다양한 상위 깊이의 정보 이용 등 추가적인 확장을 통하여 HEVC의 부호화 복잡도를 개선하는 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2011-0023182)과 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력 과정 지원사업(NIPA-2013-H0301-13-1006)의 지원을 받아 수행된 것임.

참 고 문 헌

[1] I. Kim, K. McCann, K. Sugimoto, B. Bross, and W. Han, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 12 (HM12) Encoder Description," JCTVC-M1002, 13th JCT-VC Meeting, Incheon, April 2013.
 [2] J.-H. Lee, C.-S. Park, and B.-G. Kim, "Fast Coding Algorithm Based on Adaptive Coding Depth Range Selection for HEVC," in Proc. IEEE Int. Conf. Consumer Elec. (ICCE), 2012.
 [3] C.-S. Park et al, "Early Termination Algorithm of Merge Mode Search for Fast High Efficiency Video Coding Encoder," JBE vol. 18, no. 5, Sep. 2013.