

HEVC에서 Most Probable Reference(MPR)를 이용한 움직임 추정

*이민호 **서찬원 ***한종기

세종대학교

*lmalone99@naver.com, **sachownon@gmail.com, ***hjk@sejong.ac.kr

Motion Estimation using Most Probable Reference(MPR) for HEVC

*Min-Ho, Lee **Chan-Won, Seo ***Jong-Ki, Han

Sejong University

요약

ITU와 ISO/IEC가 공동으로 UHD급 영상 부호화를 위해 표준화를 진행하고 있는 HEVC 코덱은 H.264/AVC 대비 2배 이상의 압축 효율을 갖는 것을 목표로 정하고 있다. HEVC 코덱은 다수의 개선된 기술을 사용하고 있기 때문에 부호화효율을 크게 향상시킬 수 있었지만, 다른 한편으로 동작 복잡도가 매우 높기 때문에 여러 가지 다양한 응용 제품에서 활용되기 위해서는 복잡도 문제가 개선되어야 한다. 본 논문에서는 HEVC의 움직임 벡터 예측 시 현재 블록의 주변 블록들이 가지고 있는 참조 영상 정보를 이용하여 움직임 벡터 추정 모듈의 복잡도를 감소시키는 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 사용하면, 압축 영상의 화질 저하는 최소화하면서 부호화기의 동작속도를 크게 감소시킬 수 있음을 실험을 통해 알 수 있었다.

1. 서론

최근 3D 영상 서비스가 상용화되고 있으며 모바일 기기에서조차도 full-HD급 영상의 재생이 가능해지고 있다. 한편 기존 1080p 해상도를 크게 확장한 UHD(ultra high definition)급 콘텐츠의 생성 및 디스플레이가 가능한 장비들도 등장하고 있다. 이러한 신규 영상 서비스의 공통된 특징은 영상 압축이 적용되기 전의 데이터 양이 매우 크다는 점이다. 이러한 데이터 량의 증가에 대응하기 위해 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG이 공동으로 차세대 영상 압축 기술인 HEVC의 표준화를 진행하고 있다. HEVC의 부호화 효율의 목표는 H.264/AVC의 참조 소프트웨어인 JM 대비 2배 이상으로 고려되고 있다.[1][2]

기존 코덱들과 달리 HEVC에는 (a) CU, PU, TU 등을 고려한 계층적 코딩 블록 구조, (b) 34 가지 이상의 방향 모드들을 고려하는 인트라 예측 부호화, (c) 64×64부터 8×8 까지 다양한 크기의 변환 부호화, (d) ALF 사용, (e) 개선된 entropy coding 기법, (f) 효율적인 DPB 관리를 통한 인트라 코딩 기법의 성능 개선 등 부호화 효율을 향상시키기 위한 여러 가지 기술들이 채택되고 있다.[3][4] 이 방법들은 기존 기술들에 비해 부호화 효율을 증가시키는 대신 다른 한편으로 부호화 복잡도를 증가시키는 단점을 가지고 있다. 향후 HEVC 기술이 다양한 응용 제품에서 활용되기 위해서는 HEVC의 부호화 효율은 높게 유지시키면서 동작 복잡도를 감소시키는 기술이 필요하다.[1]

본 논문에서는 HEVC를 구성하는 핵심 기술들 중 하나인 움직임 벡터 추정 기법의 동작 속도를 향상시키기 위해서 효율적으로 참조 영상을 선택하는 방법을 제안한다. HEVC에서 고려하는 인트라 예측 모드 및 블록 크기 종류들이 매우 다양하기 때문에 HEVC의 움직임 벡터 추정 모듈의 복잡도는 기존 코덱들의 움직임 벡터 추정 모듈의 복잡도

보다 훨씬 높은 편이다. 기존의 코덱들과 마찬가지로 HEVC에서 과거 및 미래 방향으로 여러 장의 참조영상을 사용하는 특성으로 인해 HEVC의 움직임 벡터 추정 모듈의 복잡도 문제는 더욱 중요한 문제로 인식되고 있다.

본 논문에서는 현재 코딩블록의 이웃 블록들이 사용한 참조 영상 정보를 이용하여 양방향 움직임 추정 과정의 복잡도를 감소시키는 알고리즘을 제안한다. 본 논문의 2장에서는 HEVC에서 사용되는 양방향 움직임 벡터 추정 기법에 대해서 설명한다. 3장에서는 MPR(Most Probable Reference)를 이용한 움직임 벡터 추정 모듈의 속도 개선 알고리즘을 제안한다. 4장에서는 HM3.0을 이용한 컴퓨터 실험 결과를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

2. HEVC의 양방향 움직임 벡터 추정 방법

HEVC의 양 방향 움직임 예측은 단 방향 움직임 예측과 달리 두 개의 움직임벡터를 과거 및 미래 참조 영상들에서 탐색하여 현재 블록을 부호화하는 방법으로써 인트라 프레임의 압축 효율을 높을 수 있도록 설계되었다. 이는 인접 프레임 정보들 간에 높은 상관성이 존재하는 특성을 이용하는 기술이다.[5] HEVC에서 사용되는 단방향 및 양방향 움직임 예측 방법을 설명하면 각각 그림 1 및 그림 2와 같다. 그림 1과 같이 우선 단 방향 움직임 예측과정을 통해 ①~④번순으로 한쪽 방향으로의 최적의 움직임 벡터를(그림 1 ⑤) 찾게 된다. 이렇게 최적의 단 방향 움직임 벡터를 추정한 후, 단 방향 예측에서 찾은 움직임 벡터를 고정해 놓고, 고정된 방향의 반대 방향에서 (그림 2 ①~②에서 같이) 새로운 움직임 벡터를 검색하여 (그림 2의 ③과 같이) 최적의 양방향 움직임 벡터를 추정한다.[6] 이런 양방향 움직임 예측방법은 단방향 예측방법보다 정확한 예측부호화를 수행하게 되어 부호화 효율을 향상시키는 하지만, 복수의 참조 프레임들에 대하여 움직임 벡터를 추정하기 때문에 계산복잡도가 증가하는 단점이 있다.

1) 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0011401)

연락처: 한종기

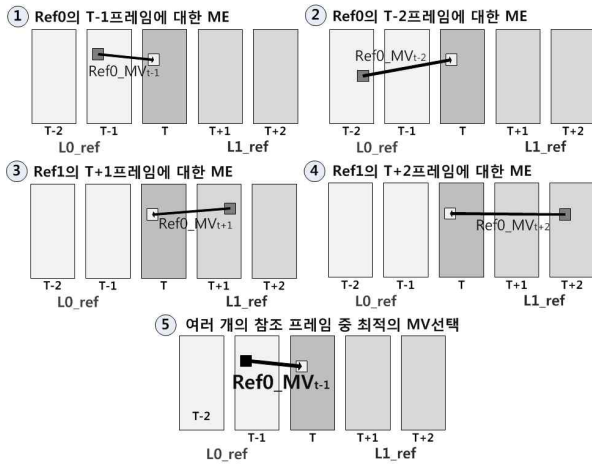


그림 1 단 방향 예측을 이용한 ME

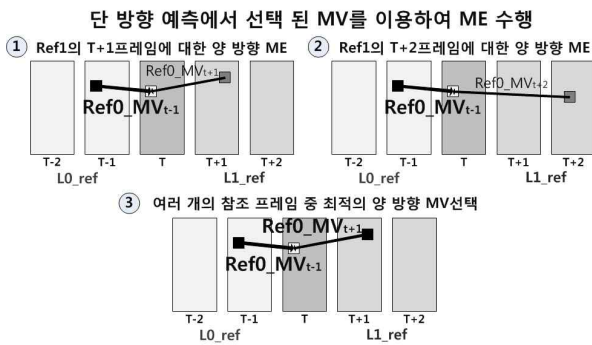


그림 2 양 방향 예측을 이용한 ME

3. 제안된 Most Probable Reference Index 활용

제안하는 Most Probable Reference(MPR)를 이용하는 방법에서는 복수개의 모든 참조 영상들을 고려하여 움직임 벡터를 추정을 하지 않고 가장 참조 가능성이 높은 참조 프레임에서 움직임 벡터를 추정한다. 이때 가장 참조 가능성이 높은 프레임은 현재 블록과 인접한 블록들의 Reference Index를 참고하여 몇 가지 판단 기준을 사용하여 결정된다. 현재 블록이 가장 참조할 가능성이 높은 참조 프레임 index를 미래 방향과 과거 방향에 대해서 각각 결정하는데, 과거 방향으로 결정된 index를 MPR0라고 하고, 미래방향으로 결정된 index를 MPR1이라고 한다.

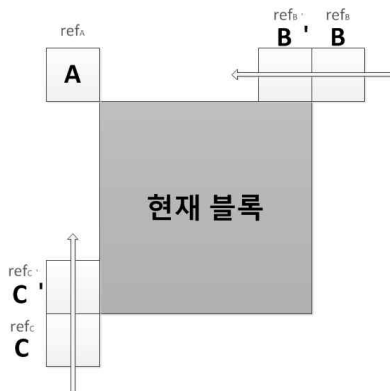


그림 3 이웃 블록들의 참조 영상 정보 활용

현재 블록의 이웃 블록들의 참조 영상 정보를 확인하기 위해서 그림 3처럼 현재 코딩 블록을 기준으로 우상단(B), 좌상단(A), 좌하단(C)의 이웃 블록들이 어느 참조 프레임을 이용하여 움직임 벡터를 추

정했는지 조사한다. 먼저 이웃블록들이 과거방향 참조 영상 정보를 가지고 있는지 확인해 보고, 그다음에 이웃 블록들이 미래 참조 영상 정보를 가지고 있는지 확인한다. 각 경우 이웃 블록이 해당 참조 영상 정보를 가지고 있지 않다면 B 블록 대신 B' 블록을 사용하고, C 블록대신 C' 블록을 사용한다. 이와 같은 정보 확인 방법은 과거 및 미래방향 참조영상 확인 방법에서 같은 방법으로 각각 수행된다. 이렇게 확인된 주변 블록들의 참조 프레임 정보들을 이용하여 그림 4에 서술된 방법으로 현재 블록이 참조해야할 가능성이 가장 높은 참조 프레임 index를 결정한다. 그림 4의 방법은 MPR0와 MPR1을 결정하기 위해 독립적으로 반복되어 사용된다.

Case 0 : $Ref_A, Ref_B, (or Ref_{B'}), Ref_C (or Ref_{C'})$ 모두 존재 하지 않을 경우 => $MPR = 0$
Case 1 : $Ref_A, Ref_B, (or Ref_{B'}), Ref_C (or Ref_{C'})$ 모두 같지 않을 경우 => $MPR = \min(Ref_A, Ref_B, (or Ref_{B'}), Ref_C (or Ref_{C'}))$
Case 2 : 나머지 경우는 reference index의 빈도수로 결정

그림 4 과거와 미래 MPR 결정 과정

제안된 방법을 사용하여 가장 참조 가능성이 높은 참조 프레임을 선택함으로써 움직임 벡터 추정의 복잡도를 감소시킬 수 있으며, 양 방향 예측 시 reference index의 flag를 전송하는 대신 MPR0와 MPR1을 사용함으로써 압축률을 향상시킬 수 있다.

4. 실험 결과

본 실험에서는 HEVC의 참조 소프트웨어인 HM3.0을 사용하였다. Low-delay의 High-efficiency, Low-complexity, 그리고 Random access의 High-efficiency, Low-complexity 환경에서 실험을 했으며, entropy coding은 CAVLC를 사용하였다.[7] 테스트 시퀀스는 Class C의 BasketballDrill, BQMall, PartyScene, RaceHorses와 Class D의 BasketballPass, BlowingBubbles, BQSquare, RaseHorses를 사용 하였으며, [8]에서 제안한 BD-rate를 적용하여 양자화 파라미터 변화에 따른 제안하는 예측모드의 성능을 계산하였다.

	High-efficiency			Low-complexity		
	Y	U	V	Y	U	V
BD-rate[3]						
Class C	0.5	0.4	0.4	0.8	0.7	0.6
Class D	0.9	0.5	0.6	1.1	0.7	0.6
All	0.7	0.4	0.5	0.9	0.7	0.6
Enc Time	94%			91%		
Dec Time	102%			101%		

표 1 Random Access (RA) 환경의 실험 결과

	High-efficiency			Low-complexity		
	Y	U	V	Y	U	V
BD-rate[3]						
Class C	1.8	2.0	1.9	1.6	1.8	1.6
Class D	2.5	2.4	2.8	2.1	3.2	3.4
All	2.1	2.2	2.4	1.8	2.5	2.5
Enc Time	85%			80%		
Dec Time	102%			102%		

표 2 Low Delay (LD) 환경의 실험 결과

표 1은 Random Access, 표 2는 Low Delay 환경의 실험 결과를 나타낸다. RA 환경에서는 성능의 저하가 LD보다는 작지만 encoder의 속도 개선이 6~9% 뿐이 되지 않았다. LD에서는 PartyScene과 BQSquare 영상의 PSNR 감소가 커서 BD-rate

가 크게 증가하였다. 하지만 움직임 추정 복잡도의 감소로 encoder의 속도 개선이 15~20%정도로 크다는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 HEVC의 움직임 벡터 예측 시 현재 부호화 블록의 주변 블록들이 가지고 있는 reference index 정보를 이용하여 움직임 벡터 추정 과정의 복잡도를 감소시키는 알고리즘을 제안하였다. 컴퓨터 실험을 통해 제안한 알고리즘을 사용할 경우 압축된 영상의 화질은 약간 감소하지만 부호화 속도를 크게 개선함을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] S. Sekiguchi, Y. Yamada, Y. Kato, K.Asai and T. Murakami, "Requirements for next-generation video coding standard," M15577, July 2008, Hannover, Germany
- [2] J. Seo, K. Seo, "Industry Trends around Video Coding," M15682, July 2008, Hannover, Germany
- [3] 서찬원, 한중기, "계층적 부호화 구조 및 변환 블록 구조에 따른 비디오 압축 성능," 방송공학회지, pp.23 - 34, 12월, 2010년
- [4] ITU-T and ISO/IEC JTC 1, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10, Sep. 2008.
- [5] T. Wiegand, W. J. Han, B. Bross, J.R. Ohm and G. J. Sullivan, "WD3:Working Draft 3 of High Efficiency Video Coding," Joint Collaborative Team on Video Coding, JCTVC-E603, Mar. 2011, Geneva, Switzerland.
- [6] HEVC reference software (HM3.0) [Online]. Available : <http://hevc.kw.bbc.co.uk/trac/browser/tags>
- [7] JCT_VC, "Common test conditions and software referebce configurations," JCTVC-C500, October 2010, Guangzhou, China
- [8] Gisle Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD curves," VCEG-M33, ITU-T SG16 Q.6 Contribution, April 2001.