

특집논문(Special Paper)
방송공학회논문지 제17권 제5호, 2012년 9월 (JBE Vol. 17, No. 5, September 2012)
<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2012.17.5.781>
ISSN 1226-7953(Print)

HEVC의 양-예측을 위한 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법

김 중 호^{a)†}, 이 하 현^{a)}, 전 동 산^{a)}, 조 숙 회^{a)}, 최 진 수^{a)}

A Prediction Cost based Complexity Reduction Method for Bi-Prediction in High Efficiency Video Coding (HEVC)

Jongho Kim^{a)†}, Hahyun Lee^{a)}, Dongsan Jun^{a)}, Sukhee Cho^{a)}, and Jin Soo Choi^{a)}

요 약

HEVC에서는 움직임 예측 시, 복잡도를 줄이기 위해 고속 탐색 기법이 사용된다. 고속 탐색 기법에는 SAD 계산 복잡도를 줄인 부-화소 단위 SAD 계산 기법(sub-sampled SAD)과 양-예측시의 단-예측 반복횟수를 줄인 간소화된 양-예측 기법으로 이루어져 있다. 고속 탐색 기법으로 인해 복잡도는 크게 줄었지만 부호화 이득 역시 감소하였다. 본 논문에서는 감소된 부호화 효율을 보상하기 위해 간소화된 양-예측을 확장하였고 확장된 양-예측으로 증가된 복잡도를 줄이기 위해 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법들을 제안한다. 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법은 양-예측 조기 종료 기법과 양-예측 생략 기법으로 이루어져 있다. HM 6.0 참조 소프트웨어와 비교하여 확장된 양-예측 기법과 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법으로 복잡도의 증가 없이 평균 0.42%의 BD-bitrate를 감소시켰다.

Abstract

In HEVC, the fast search method is used for reducing the complexity of the motion prediction procedure. It is consisted of the sub-sampled SAD which reduce the complexity of Sum of Absolute Differences(SAD) calculation and the simplified bi-prediction method which reduce the iterations of the uni-prediction for the bi-prediction. The computational complexity is largely decreased by the fast search method but the coding gain is also decreased. In this paper, the simplified bi-prediction is extended to compensate the performance loss and the prediction cost based complexity reduction methods are also proposed to reduce the complexity burden by the extended bi-prediction method. A prediction cost based complexity reduction method is consisted of early termination method for the extended bi-prediction and the bi-prediction skipping method. Compare with HM 6.0 references S/W, the average 0.42% of BD-bitrate is decreased by both the extended bi-prediction method and the prediction cost based complexity reduction methods with negligible increasement of the complexity.

Keyword : High Efficiency Video Coding(HEVC), Bi-prediction, SAD

a) 한국전자통신연구원 방송융합미디어연구부 실감미디어연구팀 (Broadcasting & Telecommunications Convergence Media Research Department Realistic Media Research Team, ETRI)

† Corresponding Author : 김중호 (Jongho Kim)

E-mail: pooney@etri.re.kr

Tel: +82-42-860-5144 Fax: +82-42-860-5479

※ 본 연구는 방송통신위원회 및 한국방송통신전파진흥원의 방송통신미디어원천기술 개발사업의 일환으로 수행하였음. [과제번호 10912-02001, 지상파 양안식 3DTV 방송시스템기술개발 및 표준화]

· Manuscript received July 20, 2012 Revised August 29, 2012 Accepted August 30, 2012

I. 서론

High Definition(HD)/Ultra High Definition(UHD)와 같은 고화질/고해상도 비디오 서비스에 대한 수요가 증가함에 따라 기존의 압축 부호화 방식으로는 한정된 대역폭에서 UHD 같은 대용량 데이터를 전송하는 데에는 한계가 있다. 따라서 기존의 대표적인 동영상 부호화 표준인 H.264/AVC^[1]를 대신할 새로운 표준에 대한 필요성이 대두되었다.

ISO-IEC 산하의 Moving Picture Experts Group (MPEG)과 ITU-T의 Video Coding Experts Group(VCEG)이 공동으로 Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC)라는 협력팀을 구성하였고 기존 H.264/AVC 대비 2배 정도의 압축 성능을 가지는 것을 목표로 하여 차세대 동영상 부호화 기술인 High Efficiency Video Coding (HEVC)에 대한 표준화를 진행하고 있다. JCT-VC에서는 2010년 1월 HEVC에 대한 Call for Proposal(CfP)를 시작으로 2012년 2월에 Committee Draft(CD)가 완료되었다^[2-3].

표준화가 진행 중인 HEVC에서는 영상을 8x8에서 최대 64x64까지의 크기를 가지는 부호화 유닛 (Coding Unit: CU)으로 분할하고 부호화 유닛을 다시 다양한 크기와 모양을 가지는 예측 유닛 (Prediction Unit: PU) 단위로 분할하여 움직임 예측을 수행한다. 이러한 다양한 크기 및 모양을 가지는 예측 유닛 단위의 움직임 예측으로 인해 기존의 부호화기에 비해 높은 압축 성능 향상을 가져왔지만 그와 더불어 부호화기의 복잡도 역시 크게 증가하였다. 따라서 HEVC에서의 증가된 복잡도를 줄이기 위해 다양한 기법들이 제안되었다^[4-7].

HEVC에서는 부호화기의 움직임 예측 과정의 복잡도를 줄이기 위해 Enhanced Predictive Zonal Search(EPZS)라는 패턴 기반의 움직임 검색 방식과 Fast Encoder decision (FEN)이라는 고속 탐색 기법을 사용하고 있다. FEN 방식은 부-화소 단위 SAD 계산 기법과 간소화된 양방향 예측으로 이루어져있다^[8]. 부-화소 단위 SAD 계산 기법은 SAD 계산 시, 세로 길이가 8 보다 큰 블록에 대해 모든 화소에 대하여 차분 값을 구하는 것이 아니라 열 단위로 한 열씩 건너 뛰어가며 차분 값을 구한다. 즉 SAD 계산에서 차분

값을 구하기 위한 계산이 50% 정도가 줄어드는 셈이다. 양-예측을 통해 예측 블록을 만드는 가장 이상적인 방법은 현재 픽처 이전의 참조 픽처(순방향 참조 픽처)와 이후의 참조 픽처(역방향 참조 픽처) 상의 검색 범위(search range)안에 속하는 모든 블록들을 함께 조합하는 것이나 HEVC에서는 반복적인(iterative) 단방향 예측을 통해 예측 블록 및 움직임 벡터를 구하고 있다. 고속 탐색 기법에서는 양-예측 시 단방향 예측 과정의 회수를 1회로 제한함으로써, 복잡도를 감소시켰지만 더불어 압축 효율의 저하를 초래하고 있다.

본 논문에서는 간소화된 양-예측을 확장시키는 방식을 이용하여 간소화된 양-예측으로 인해 감소된 부호화 이득을 보상하고 더불어 확장된 양-예측으로 인해 증가된 복잡도를 감소시키기 위해 예측 비용 기반의 양-예측 조기 종료 기법과 양-예측 생략 기법을 제안한다. 양-예측 조기 종료 기법은 양-예측 단계별로 생성된 예측 비용의 크기를 비교하여 현 단계에서의 조기 종료 여부를 결정하는 방식이다. 양-예측 생략 기법은 움직임 예측에서 단 예측 (Uni-Prediction) 보다 양-예측이 유리한 영상에서는 단-예측의 예측 정확도가 양-예측 보다 떨어지고 그로인해 단 예측 후의 예측 비용이 단-예측으로 기 부호화된 블록들의 평균 예측 비용에 보다 증가할 것이라는 가정 하에 단-예측 후의 생성되는 예측 비용의 크기에 따라 양-예측 생략 여부를 결정하는 방식이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존 HEVC에서 사용되는 간소화된 양-예측 방식을 소개하고 III장에서는 HEVC의 양-예측 방식과 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법들을 소개한다. IV장에서는 실험을 통해 제안하는 방법의 성능을 평가하고 마지막 V장에서 결론을 기술한다.

II. 기존의 방법

1. HEVC 양-예측 기술

HEVC에서는 화면 간 예측 시 순방향 참조 픽처를 사용하여 단-예측(uni-predictive) 부호화된 슬라이스를 P슬라이스, 순방향 참조 픽처 및 역방향 참조 픽처를 사용하여 단-

예측 또는 양-예측(bi-predictive) 부호화된 슬라이스를 B슬라이스라고 한다. 양-예측을 사용할 경우 해당 블록은 최대 두 개의 움직임 정보를 가질 수 있다.

참조 픽처는 참조 픽처 리스트에 의해 관리되며, 일반적으로 순방향 참조 픽처는 리스트0(LIST0)에 역방향 참조 픽처는 리스트1(LIST1)에 할당된다. 통상적인 양-예측 움직임 추정(estimation)은 원본 신호와 양-예측을 통해 얻은 두 개의 예측 신호들간의 오차를 최소화시키는 두 개의 움직임 벡터들을 구하는 것이다. 양-예측을 통해 얻은 두 개의 예측 신호를 통해 해당 블록의 예측 신호를 생성하므로, 예측 정확도가 높아져 부호화 효율을 높일 수 있는 장점을 가지고 있지만, 예측 오차를 최소화시키는 두 개의 움직임 벡터를 동시에 계산하여 추정함에 따른 계산 복잡도가 높은 단점을 가지고 있다.

HEVC의 테스트 모델인 HM(HEVC Test Mode)에서는 양-예측 시 움직임 추정 복잡도를 줄이기 위해 다음과 같이 반복적인 단-예측(iterative uni-prediction) 방법을 적용하고 있다. CD 버전인 HM6.0의 경우는 고속 탐색 기법을 사용할 경우는 간소화된 양-예측이 적용되어 아래 단계 1번까지만 수행을 하게 되고 그렇지 않을 경우 아래에서 설명한 것과 같이 단계 4번까지 수행을 한 후 획득한 두 개의 움직임 벡터를 사용한다. 단계 4번까지 수행하는 것은 앞서 설명한 반복적인 단-예측을 4번 수행하는 것과 동일하다. 본 논문에서는 단계 4번까지 수행 하는 것을 간소화된 양-예측과 구분하기 위해 확장된 양-예측이라고 하였다.

- 단계 1. 원본 신호와 리스트1의 예측신호의 차분 신호를 구한다. 이 때 리스트1의 예측 신호는 리스트1의 참조 픽처를 대상으로 단-예측을 통해 구한 움직임 벡터로부터 생성된 예측 신호이다. 상기 방법으로 구한 차분 신호를 참조 신호로 하여 리스트0의 참조 픽처를 대상으로 단-예측 움직임 추정을 수행하여 참조신호와의 오차가 최소가 되는 예측 신호의 움직임 벡터를 구한다.
- 단계 2. 리스트1의 움직임 벡터와 예측 신호를 개선하기 위해 단계 1에서 획득한 리스트0의 예측신호와 원본 신호의 차분 신호를 참조 신호로 하여 리스트1의 참조 픽처를 대상으로 단-예측 움직임 추정을 수행하여 참조신

호와의 오차가 최소가 되는 예측신호의 움직임 벡터를 구한다.

- 단계 3. 리스트0의 움직임 벡터와 예측신호를 개선하기 위해 단계 2에서 획득한 리스트1의 예측신호와 원본 신호와의 차분신호를 참조 신호로 하여 리스트0의 참조 픽처를 대상으로 단-예측 움직임 추정을 수행하여 참조신호와의 오차가 최소가 되는 예측신호의 움직임 벡터를 구한다.
- 단계 4. 리스트1의 움직임 벡터와 예측 신호를 개선하기 위해 단계 3에서 획득한 리스트0의 예측신호와 원본 신호와의 차분신호를 참조 신호로 하여 리스트1의 참조 픽처를 대상으로 단-예측 움직임 추정을 수행하여 참조신호와의 오차가 최소가 되는 예측 신호의 움직임 벡터를 구한다.

아래 표 1에는 확장된 양-예측의 부호화 성능이 나타나있다. 본 논문에서의 모든 실험은 HEVC 공통 실험 조건 중

표 1. 확장된 양-예측의 부호화 성능

Table 1. Encoding performance of the extended bi-prediction

Class	Sequences	Extended bi-prediction			
		BD-bitrate (%)			ΔTime(%)
		Y	U	V	
A	Traffic	-0.31	-0.25	-0.13	35.3
	PeopleOnStreet	-0.37	-0.31	-0.58	31.97
	NebutaFestival	0.03	-0.3	-0.29	15.4
	SteamLocomotiveTrain	0.01	-0.15	-0.2	14.87
B	Kimono	-0.62	-0.5	-0.61	30.34
	ParkScene	-0.33	-0.34	-0.29	32.65
	Cactus	-0.46	-0.55	-0.34	29.87
	BasketballDrive	-1.13	-1.08	-1.19	30.16
C	BQTerrace	-1.39	-0.34	-0.16	30.73
	BasketballDrill	-0.65	-0.71	-0.94	29.61
	BQMall	-0.62	-0.18	-0.28	25.72
	PartyScene	-0.54	-0.55	-0.59	27.76
D	RaceHorses	-0.97	-0.9	-1.39	28.07
	BasketballPass	-0.65	-0.57	-0.57	30.07
	BQSquare	-0.47	-0.41	0.17	34.85
	BlowingBubbles	-0.42	-0.67	-0.05	30.78
	RaceHorses	-0.49	-0.69	-0.4	27.28
	Average	-0.55	-0.50	-0.21	29.84

Random Access and High Efficiency (RA@HE) 조건하에서 실험이 진행되었고^[9] 실험 시퀀스는 길이는 Class A만 2.5초이고 나머지는 5초이다. 제안된 방법은 간소화된 양-예측을 기본적으로 사용하는 HM6.0 참조 소프트웨어(Reference software)와 비교하였다. 여기서 Δ Time은 확장된 양-예측으로 인해 증가한 전체 부호화 시간을 나타낸다. 평균 0.55%의 BD-bitrate^[10] 감소시키는 반면에 전체 부호화 시간의 약 30%가 증가하였다.

III. 확장된 양예측을 위한 복잡도 감소 기법

1. 예측 비용 기반의 확장된 양-예측 조기 종료 기법

앞서 제시한 표 1을 통해 알 수 있듯이 HEVC에서 사용하고 있는 간소화된 양-예측을 다시 원래대로 확장시킴으로 인해 압축 효율은 증가하였지만 계산 복잡도 역시 크게 증가하였다. 따라서 현 상태의 확장된 양-예측을 그대로 사용하기에는 무리가 있다. 본 장에서는 간소화된 양-예측을 다시 확장시킴으로 인해 증가된 복잡도를 감소시키기 위해 예측 비용 기반의 확장된 양-예측 조기 종료 기법을 제안하였다. 확장된 양-예측 조기 종료 기법의 주 내용은 확장된 양-예측이 간소화된 양-예측보다 유리한 조건을 찾아내어 그 조건이 충족 될 때만 확장된 양-예측을 수행하고 조건이 충족 되지 못할 경우 조기 종료하는 방식이다.

우선 확장된 양-예측이 최적 모드로 선택될 경우를 생각해 보면, 간소화된 양-예측 역시 단-예측 보다 유리할 것이고, 이 때 생성된 예측 비용이 단-예측에서 생성된 예측 비용보다 대부분의 경우에서 작을 것이라는 가정을 세웠다. 따라서 이를 증명하기 위해 실험을 통해 확장된 양-예측이 최적 예측 모드로 결정될 경우, 간소화된 양-예측 후 생성된 예측 비용이 단-예측 후 생성된 예측 비용보다 작은 경우를 조사하였고 그 결과는 아래 그림 1에 제시되었다.

그림 1을 통해 확장된 양-예측이 최적 모드로 결정될 경우, 간소화된 양-예측에서 생성된 예측 비용이 단-예측 후

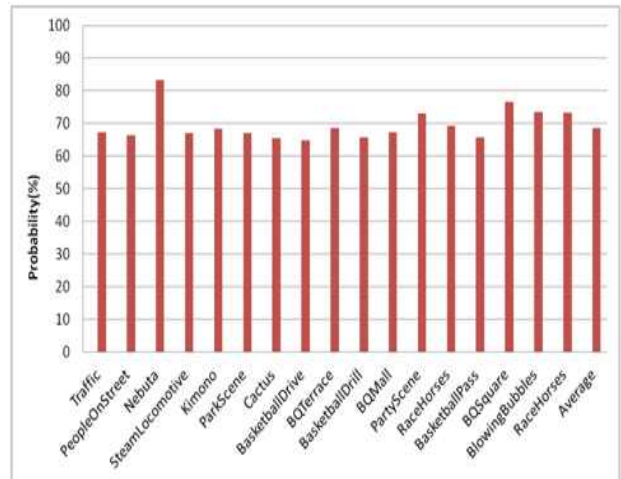


그림 1. 확장된 양-예측이 최적 예측 모드 일 경우, 간소화된 양-예측의 예측 비용이 단-예측의 예측오차 보다 작을 확률

Fig. 1. The probabilities that the prediction error of simplified bi-prediction is smaller than prediction error of uni-prediction when the extended bi-prediction is the best prediction mode

생성된 예측 비용보다 작을 확률이 약 70%정도 됨을 알 수 있다. 위의 실험 결과를 토대로 확장된 양방향 예측을 복잡도를 감소시키기 위한 확장된 양-예측 조기 종료 방법을 제안하였다.

우선 예측 비용(J)를 아래와 같이 정의해보자.

$$J = SAD(s, c(MV, ref_idx)) + \lambda R(MVD, ref_idx) \quad (1)$$

예측 비용은 SAD에 움직임 벡터 차와 참조영상 인덱스를 부호화하기 위한 비용이 포함된다. 여기서 J_{List0} 를 순방향 예측 후 결정된 최적 예측 블록과의 원본 블록의 사이의 예측 비용, J_{List1} 을 역방향 예측 후의 도출된 예측 비용이라고 하고 확장된 양-예측 각 단계 별로 생성된 예측 비용을 $J_{Step1}, J_{Step2}, J_{Step3}, J_{Step4}$ 이라고 하자. 예측 비용 기반의 확장된 양-예측 조기 종료 기법의 세부 과정은 그림 2에 나타난 단계를 거친다. 그림에서와 같이 단계별로 예측 비용을 구하고 현 단계 수행 후 생성된 예측 비용과 바로 이전 단계의 예측 비용과 비교하여 현 단계의 예측 비용이 더 작을 시 다음 단계로 넘어가고 아닐 경우 현 단계에서 확장된 양-예측을 종료 한다.

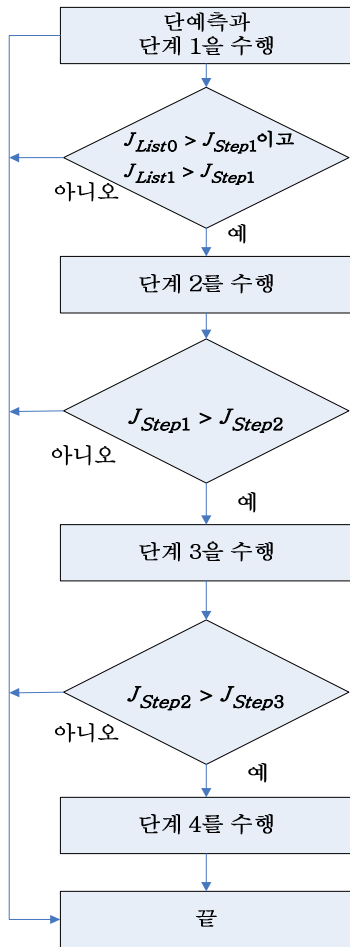


그림 2. 확장된 양-예측 조기 종료 기법 (단계 2)
Fig. 2. Early termination method of the extended bi-prediction

2. 예측 비용 기반의 양-예측 생략 기법

예측 비용일반적으로 양-예측은 순방향 픽처(과거)와 역방향 픽처(미래)를 이용해 중간 픽처를 생성하기 때문에 보통 화면 밝기의 변화나 카메라에 의한 빠른 장면의 전환, 선형적인 움직임을 가진 영상을 부호화하는데 유리하다^{[11][12]}. 보통 이와 같이 양-예측이 유리한 경우, 단-예측의 움직임 예측 정확도가 떨어지게 되고 단-예측의 예측 비용의 크기가 평균 예측 비용보다 증가 할 가능성이 크다. 이러한 점을 기반으로 단-예측 후의 예측 비용이 크게 증가하는 경우에만 양-예측을 수행하고 나머지 경우에서 양-예측 과

정을 생략한다면 양-예측 과정의 복잡도를 크게 줄일 수 있을 것이다. 따라서 본 논문에서는 상기 언급한 내용을 확인하기 위해 양-예측이 최적 모드로 선택되었을 경우, 순방향 혹은 역방향 예측 후의 예측 비용이 이전까지의 픽처들에서 단-예측으로 기 부호화된 블록들의 평균 예측 비용보다 큰 경우를 실험을 통해 구해 보았다. 우선 기 부호화된 블록 중 최적 모드가 순방향 예측 모드인 경우의 평균 예측 비용을 $avgJ_{List0}$, 역방향 예측 모드 일 경우의 평균 예측 비용을 $avgJ_{List1}$ 라 하고 아래 식 (2) 같이 나타내었다. m과 n은 기 부호화된 블록들 중 최적 모드가 순방향 예측 모드 또는 역방향 예측 모드로 결정된 블록들 각각의 개수이다. 즉 식 (2)에 따르면 $avgJ_{List0}$ 는 현재 블록 이전에 기부호화된 블록 중 최적 예측 모드가 순방향 예측 모드인 경우가 m번 발생하고 그 때 마다의 예측 비용인 J_{List0} 를 누적 합산한 것의 평균값을 나타낸다. $avgJ_{List1}$ 의 경우도 동일하다.

$$avgJ_{List0} = \frac{\sum_0^m J_{List0}}{m}, \quad avgJ_{List1} = \frac{\sum_0^n J_{List1}}{n} \quad (2)$$

현재 블록에서의 순방향 예측 또는 역방향 예측 후의 예측 비용이 순방향 예측 혹은 역방향 예측 모드로 기 부호화된 블록들의 평균 예측 비용 큰 경우를 아래 식 (3)과 같이 정의해 보자

$$A: J_{List0} > avgJ_{List0}, \quad B: J_{List1} > avgJ_{List1} \quad (3)$$

아래 표 2에 앞서 언급한 양-예측 모드가 최적 예측 모드 일때, 단-예측 후의 예측 비용이 단-예측으로 기 부호화된 블록들의 평균 예측 비용보다 클 확률을 실험을 통해 구하였다.

표 2에서 알 수 있듯이 A와 B 모드를 만족하는 경우가 79.85%, A와 B 중 하나 이상 만족하는 경우가 86.95%이다. 즉 평균 80% 이상의 확률로 양-예측이 최적 모드로 선택되었을 시, 단-예측 후의 예측 비용은 단-예측이 최적 예측 모드로 선택되었을 시의 평균 예측 비용보다 증가함을 알 수 있다. 상기 특성을 이용하여 식 (3)의 조건 A와 B를 모두 충족시킬 경우에만 양-예측을 수행하고 나머지

경우에는 양-예측을 생략 하는 기법을 제안 하였다.

IV. 성능 평가

성능 평가를 위해 HM 6.0 참조 소프트웨어 기반에 제안 하는 방법을 구현하였다. 제안하는 방법은 확장된 양-예측 에 확장된 양-예측 조기 종료 기법과 양-예측 생략기법을 모두 적용한 방법이다. 실험 플랫폼은 Intel i7 CPU@ 3.33GHz, 12GB 메모리를 가진 PC이고 Window7, 64비트 O/S 환경에서 실험이 진행되었다. 성능 평가를 위해서 BD-bitrate와 전체 부호화 시간을 측정하였다^[10]. 제안한 방법과의 HM6.0 참조 소프트웨어와의 비교 실험 결과가 표 3에 나타나있다. 참조 소프트웨어와 비교하여 BD-bitrate은 Y/U/V 영상 각각에 대해 평균 0.42/0.35/0.25% 감소하였고 부호화 시간 역시 평균 0.23% 감소하였다. 물론 “Nebuta Festival”나 “Steam Locomotive Train” 같이 양-예측 비중 이 높은 시퀀스에서는 부호화 시간이 증가 하는 경우도 있지만 대부분의 경우에서 참조 소프트웨어와 비교하여 제안

한 기법의 부호화 시간이 비슷하거나 더 작음을 알 수 있다. 그리고 확장된 양-예측 조기 종료 기법과 양-예측 생략 기법을 적용하기 전의 확장된 양-예측의 결과와의 비교에서도 비록 BD-bitrate은 Y/U/V 영상 각각에 대해 평균 0.13/0.15/-0.04% 증가하였지만 부호화 시간은 30% 가까이 줄일 수 있었다. 이를 통해 제안한 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법이 확장된 양-예측으로 인해 얻은 부호화 이득은 거의 떨어뜨리지 않고 증가한 복잡도는 대부분 제거 할 수 있음을 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 HEVC에서의 간소화된 양-예측으로 인한 부호화 효율 이득 감소를 보상하기 위해 확장된 양-예측 방식을 제안하였다. 확장된 양-예측 방식으로 Y 영상 기준으로 평균 0.55%의 BD-bitrate을 줄여 부호화 효율의 향상을 보여주었지만 전체 부호화 시간 역시 30% 가까이 증가하였다. 따라서 확장된 양-예측으로 인해 증가한 계산 복잡도

표 3. 제안한 기법의 실험 결과
Table 3. Experimental results of the proposed method

Class	Sequences	Proposed Method			
		BD-bitrate (%)			ΔTime(%)
		Y	U	V	
A	Traffic	-0.3	-0.16	-0.11	-2.92
	PeopleOnStreet	-0.22	-0.28	-0.25	1.18
	NebutaFestival	-0.03	0.1	0.1	4.8
	SteamLocomotiveTrain	-0.09	0.27	0.27	2.2
B	Kimono	-0.49	-0.47	-0.54	1.02
	ParkScene	-0.29	-0.24	-0.28	-0.12
	Cactus	-0.38	-0.29	-0.39	-3.26
	BasketballDrive	-0.96	-0.9	-1.11	1.95
C	BQTerrace	-1.09	-0.07	0.27	-0.47
	BasketballDrill	-0.58	-0.58	-0.68	-1.11
	BQMall	-0.33	-0.05	0.03	-4.76
	PartyScene	-0.41	-0.43	-0.4	0.32
D	RaceHorses	-0.65	-0.75	-0.44	-4.01
	BasketballPass	-0.56	-0.87	-0.86	-3.02
	BQSquare	-0.23	-0.41	0.24	1.07
	BlowingBubbles	-0.26	-0.39	0.02	2.21
Average		-0.42	-0.35	-0.25	-0.23

를 줄이기 위해 예측 비용 기반의 확장된 양-예측 조기 종료 기법과 양-예측 생략 기법을 제안하였다. 예측 비용 기반의 확장된 양-예측 조기 종료 기법에서는 각 단계 별로 예측 비용을 비교하여 예측 비용 이 이전 단계에 비해 증가 시 현재 단계에서 확장된 양-예측을 조기 종료시킴으로 계산 복잡도를 감소 시켰다. 그리고 양-예측이 최적 모드로 선택 될 경우 단-예측 후의 예측 비용이 증가하는 특성에 이용한 양-예측 생략 기법을 통해 추가적으로 양-예측 시의 복잡도를 줄일 수 있었다. 상기 두 가지 예측 비용 기반의 복잡도 감소 기법을 통해 복잡도는 HM 6.0 참조 소프트웨어와 비슷하거나 더 적은 복잡도를 가지고 BD-bitrate은 Y 영상 기준으로 평균 0.42%를 더 줄일 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC 14496-10, "Information technology - coding of audio-visual objects - Part 10: Advanced video coding," Dec. 2003.
 [2] T. Weigand, J.-R. Ohm, G. J. Sullivan, W.-J. Han, R. Joshi, T. K. Tan, K. Ugur, "Special Section on the Joint Call for Proposals on High Efficiency Video Coding (HEVC) Standardization", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technol., vol. 20, no. 12, pp.1661-1666, Dec. 2010.

[3] Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 6", JCTVC-H1003 San Jose, USA, February 2012.
 [4] Han Soo Lee et al., "Improving Encoder Complexity and Coding Method of the Split Information in HEVC", JBE Vol. 17, No. 2, pp.325-342, March 2012.
 [5] Woo-Jin Han, "Conditional Probability Based Early Termination of Recursive Coding Unit Structures in HEVC", JBE Vol. 17, No. 2, pp.354-362, March 2012.
 [6] Eun-Kyung Ryu et al., "Complexity-based Sample Adaptive Offset Parallelism", JBE Vol. 17, No. 3, pp.503-518, May 2012.
 [7] Jongho Kim et al., "The Bi-Prediction SKIP Algorithm in HEVC", The 24th IPIU 2012, P-19, February 2012.
 [8] Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 6 (HM 6) Encoder Description", JCTVC-H1002 San Jose, USA, February 2012.
 [9] Frank Bossen, "Common test conditions and software reference configurations," JCT-VC document, JCTVC-H1100, Feb. 2012
 [10] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6 VCEG, Doc. VCEG-M33, 2001
 [11] M. Flierl and B. Girod, "Multihypothesis motion estimation for video coding," in Proc. Data Compression Conf., Snowbird, UT, pp. 341 - 350, Mar. 2001
 [12] K. Lillevold. (1999) B Pictures in H.26L. ITU-T Video Coding Experts Group. [Online]. Available: <http://standards.pictel.com/ftp/video-site/9910.Red/q15i08.doc>

저 자 소 개

김 종 호



- 2005년 : 한국해양대학교 제어컴퓨터공학과 학사
- 2007년 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 컴퓨터 소프트웨어 및 공학 석사
- 2008년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 실감미디어연구팀 연구원
- 주관심분야 : 영상 압축, 영상 부호화, 영상 처리

이 하 현



- 2002년 : 한국항공대학교 항공전자공학과 학사
- 2007년 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 이동통신 및 디지털방송 공학 석사
- 2003년 ~ 2005년 : LG전자 연구원
- 2008년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 실감미디어연구팀 선임연구원
- 주관심분야 : 영상 압축, 멀티미디어 시스템

저 자 소 개



전 동 산

- 2002년 : 부산대학교 전자공학과 학사
- 2004년 : 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학과 석사
- 2011년 : 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학과 박사
- 2004년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 실감미디어연구팀 선임연구원
- 2011년 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교(UST) 이동통신 및 디지털방송공학과 겸임교원
- 주관심분야 : 패턴인식, 영상 압축, UHDTV 방송



조 숙 희

- 1993년 : 부경대학교 전자계산학과 학사
- 1995년 : 부경대학교 전자계산학과 석사
- 1999년 : 요코하마국립대학교 전자정보공학과 박사
- 1999년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 주관심분야 : 실감방송시스템 기술, 3D/UHD 비디오 부호화 기술



최 진 수

- 1990년 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1992년 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 1996년 : 경북대학교 전자공학과 박사
- 1996년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원, 실감미디어연구팀장
- 주관심분야 : 영상통신, UHDTV 방송, 데이터 방송