HEVC의 고속 화면내 예측 모드 결정 기법

Fast Intra Prediction Mode Decision for HEVC

김동현, 김재곤

한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부

Dong-Hyun Kim(dh.kim@kau.ac.kr), Jae-Gon Kim(jgkim@kau.ac.kr)

요약

HEVC의 화면내 예측 부호화는 예측 모드를 기존 H.264/AVC에 비해서 최대 35개까지 확장함으로써 향상된 부호화 효율을 갖는다. 반면 화면내 부호화의 복잡도 또한 크게 증가하여 복잡도 감소를 위한 고속 부호화 기법이 요구된다. 본 논문에서는 HEVC의 참조모델인 HM에 화면내 고속 부호화를 위하여 채택된 RMD(Rough Mode Decision)에 추가적으로 복잡도 감소를 위하여 고속 화면내 예측 모드 결정 기법을 제시한다. 본 기법은 후보 모드를 결정하기 위한 RMD 과정에서의 탐색 모드 수와 선택된 후보 모드로부터 최종 모드를 결정하기 위한 탐색 모드 수를 제한하는 방법을 결합하여 모드 결정을 위한 복잡도를 감소한다. 본 제안 기법은 실험결과 HM 12.0에서 다양한 테스트시퀀스에서 HM 대비 1.0%의 비트 증가로 13.2%의 복잡도를 감소시킬 수 있었다.

■ 중심어 : | HEVC | 고속 모드 결정 | 화면내 예측 모드 |

Abstract

Intra prediction in HEVC is also significantly improved from H.264/AVC with the increased prediction modes up to 35 that results in increase of the complexity cost. Hence, a fast intra mode decision algorithm is required for real-time applications. A fast intra mode decision is proposed in this paper for further complexity reduction in addition to the RMD (Rough Mode Decision) that has been adopted into the HEVC reference software, referred to as HM, for fast intra prediction. The proposed method reduces the complexity of intra mode decision by limiting the number of search modes in both steps of RMD and the final mode decision. Experimental results show that the proposed method provide about 13.2% encoding time reduction with 1.0% BD-rate increase on average over test sequences in HM 12.0.

■ keyword : | HEVC | Fast Mode Decision | Intra Prediction Mode |

I. 서 론

HEVC(High Efficiency Video Coding)는 HD 및 UHD(Ultra HD)의 고해상도/고화질 비디오를 보다 효율적으로 부호화하기 위하여 ITU-T VCEG와

ISO/IEC MPEG의 공동 작업으로 JCT-VC(joint Collaborative Team on Video Coding)에서 완료된 최신 표준이다[1]. HEVC는 기존 H.264/AVC의 50%의 비트율로 동일한 인지 화질을 제공할 수 있는 것으로 즉, H.264/AVC 대비 2배의 부호화 효율을 제공한다[2].

* 본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2011-0023182)의 지원으로 수행되었습니다.

접수일자 : 2014년 05월 12일

수정일자 : 2014년 09월 15일

심사완료일 : 2014년 09월 15일

교신저자 : 김재곤, e-mail : jgkim@kau.ac.kr

이러한 고효율 부호화를 위하여 HEVC에는 다양한 새로운 부호화 기술들을 포함하고 있다. 우선 기존 H.264/AVC에서의 16×16 크기의 매크로블록 단위의 부호화와는 달리 HEVC는 [그림 1](a)와 같이 16×16, 32×32 또는 64×64 크기의 부호화 단위(CTU: Coding Tree Unit)를 설정하고 각각의 CTU들을 쿼드트리 형태로 재귀적 분할하여 다양한 크기의 부호화 단위(CU: Coding Unit)를 결정한다. 각 CU에서 부호화를 위한 다양한 크기의 예측 단위(PU: Prediction Unit)를 얻는다. 또한 H.264/AVC[3]에서는 화면내 예측 부호화를 위하여 9 가지 예측 모드를 사용하는데 비해 HEVC에서는 35가지의 확장된 예측 모드를 사용하고 있다. 이외에도 Merge(움직임 정보 결합), SKIP, AMVP(Advanced Motion Vector Prediction) 등의 화면간 부호화 기법과 SAO(Sample Adaptive Offset) 등의 부호화 툴을 포함하고 있다.

(a) CTU의 재귀적 분할 과정 (b) CTU의 계층적 블록 분할 예

그림 1. CTU의 계층적 부호화 구조

이와 같이 HEVC는 새로운 부호화 툴과 기존 H.264/AVC의 기술들을 수정/확장하여 부호화 성능을 2배 정도 개선하였지만 이와 더불어 부호화기/복호화기의 복잡도도 상당히 증가하였다. HEVC 표준화에서는 압축 효율뿐만 아니라 부호화기/복호화기의 연산 복잡도도 중요하게 고려하여 HEVC의 복잡도를 줄이는 방안도 주요 이슈가 되었다.

본 논문에서는 화면내 부호화의 복잡도 감소를 위하여 고속 화면내 예측 모드 결정 기법을 제시한다. 본 기법은 화면내 부호화의 후보 모드를 결정하기 위한

RMD(Rough Mode Decision) 과정에서의 탐색 모드 수와, 후보 모드로부터 최종 모드를 결정하기 위한 탐색 모드 수를 제한하는 방법을 결합하여 모드 결정을 위한 복잡도를 감소시킨다.

본 논문의 제 2 장에서는 HEVC의 화면내 예측을 간단히 소개하고 HEVC의 참조 소프트웨어인 HM[4]에서 사용하고 있는 고속 화면내 예측 모드 결정 기법에 대해서 설명한다. 제 3장에서는 기존 기법들의 간단한 소개와 함께 제안한 고속 화면내 예측 모드 결정 기법을 기술하고, 제 4 장에서 제안한 고속 알고리즘의 실험 결과를 제시한 후 제 5 장에서 결론을 맺는다.

II. 화면내 예측 부호화

2.1 HEVC의 화면내 예측 부호화

H.264/AVC와 HEVC에서는 화면내 부호화 과정에서 부호화 하려는 현재 블록을 주변 블록의 샘플들로 화면내 예측을 하고 그 예측오차를 변환 부호화를 함으로써 MPEG-2에서와 같이 원영상상을 변환 부호화하는 경우보다 높은 부호화 효율을 얻는다. HEVC의 화면내 부호화는 보다 다양한 예측 모드 확장과 추가적인 기법으로 H.264/AVC 보다 개선된 부호화 기법을 제공한다. 특히 H.264/AVC가 4×4 또는 16×16 블록크기에 대해 화면내 예측을 하는 것에 비해 HEVC는 [그림 1](a)와 같이 재귀적으로 분할되는 각 CU의 다양한 블록크기에서 예측을 한다. 또한 9 가지의 예측모드를 제공하는 H.264/AVC와 달리 35 가지 예측모드를 사용함으로써 부호화 효율을 더욱 높일 수 있게 되었다. [표 1]은 H.264/AVC와 HEVC의 화면내 예측 기법을 비교한 것이다.

표 1. H.264/AVC와 HEVC의 화면내 예측 부호화

화면내 예측	H.264/AVC	HEVC
예측모드	4x4 : 9 modes DC + 8 angular modes	35 modes DC, Planar + 33 angular modes
	16x16 : 4 modes DC, Planar, Vertical, Horizontal	
MPM	1 candidate	3 candidates

[표 1]과 같이 예측모드 부호화를 위하여 1 개의 MPM(Most Probable Mode)을 사용함으로써 1 비트의 MPM이나 3 비트의 고정길이 부호화를 사용한다. 반면, 3 개의 MPM을 사용함으로써 1~2 비트의 MPM이나 5 비트의 고정길이 부호화로 화면내 예측모드를 부호화한다.

2.2 HEVC의 고속 화면내 부호화 기법

HEVC의 경우도 H.264/AVC와 유사한 방법으로 [그림 2]와 같이 기본적으로 모든 블록에서 35 가지 예측 모드에 대해 부호화 과정을 수행한 후 율왜곡(RD: Rate-Distortion) 비용에 기반한 최적의 예측모드를 최종적인 화면내 예측 부호화 모드로 사용한다. 하지만 H.264/AVC에 비해 모드 수가 훨씬 증가하였고 각 깊이(CU)에 대해서 예측모드를 결정해야 하기 때문에 많은 계산량이 요구된다. 따라서 HM에서는 복잡도 감소를 위하여 고속 화면내 부호화 기법을 포함하고 있다. HM의 고속 화면내 부호화 기법은 RMD와 Full-RDO(RD Optimization) 과정을 거쳐 RD 비용을 비교한 후 최소의 RD 비용을 가지는 예측모드를 현재 블록의 최종적인 화면내 예측모드로 결정한다.

그림 2. HEVC의 화면내 예측 부호화 모드

[그림 2]는 HM에 구현된 화면내 부호화 순서이다. 고속 화면내 부호화를 위하여 우선 RMD 과정을 통하

여 35 가지의 모든 예측 모드에 대해 대략적인 RD 비용을 계산하여 Full RDO를 위한 후보 모드를 결정한다. 즉, RD 비용 계산에서 SSD(Sum of Squared Difference) 대신 보다 계산이 간단한 SATD(Sum of Absolute Hadamard transformed Difference)를 사용한다. RMD 과정에서의 RD 비용 J_D 와 Full RDO 과정에서의 RD 비용 J_{FRDO} 는 각각 아래의 식 (1)과 (2)와 같다.

$$J_{RMD} = SATD + \lambda_{pred} \cdot R_{pred} \quad (1)$$

$$J_{FRDO} = SSD + \lambda_{pred} \cdot R_{pred} \quad (2)$$

최종 Full RDO를 위한 후보모드 수는 PU 크기에 따라 다르게 설정되는데, 상대적으로 복잡한 영역에서 많이 선택되는 4x4 블록과 8x8 블록의 경우에는 RMD에서 SATD를 사용한 RD 비용 순으로 8개의 예측 모드와 주변 블록으로부터 결정된 MPM을 후보 모드 군으로 사용하고, 그보다 큰 나머지 블록에 대해서는 RMD에서 RD 비용이 가장 낮은 3 가지의 예측모드와 MPM을 후보 모드 군으로 사용하고 있다[5]. 즉 RMD 과정에서는 35 가지 모든 모드에 대해서 SATD를 사용하여 RD 비용을 계산하고 PU의 크기에 따라 후보 예측 모드들을 선택한 후 MPM과 함께 Full RDO 과정에서 SSD에 기반을 둔 보다 정확한 RD 비용을 계산하여 현재 CU에서의 최종 화면내 예측 모드를 결정하게 된다.

그림 3. HEVC의 고속 화면내 예측 부호화 기법

III. 제안한 고속 결정 기법

3.1 기존 고속 결정 기법

HEVC의 고속 화면내 예측 부호화 기법에서 화면내 부호화의 복잡도를 추가적으로 감소시킬 수 있는 방법으로는 크게 두 가지로 나뉠 수 있다. 첫 번째는 RMD 과정을 통하여 35 가지의 모든 예측 모드에 대해 대략적인 부호화 율-왜곡 비용을 계산하여 각각의 PU 크기에 따라 미리 결정된 수만큼의 후보 모드들을 선택하게 되는데, RMD 과정에서 사용할 수 있는 35개의 예측 모드의 수를 줄이거나 이 과정에서 사용되는 SATD 연산의 복잡도를 줄이는 방법이다. 이와 관련된 기법으로는 PU 크기에 따른 RMD 후보 수 제한 기법[6]이 제시되었다. 해당 논문에서는 실험을 통하여 최종 결정되는 화면내 부호화 모드의 비율을 분석한 결과, DC, Planar, Horizontal, Vertical 모드가 각각 25.8%, 18.7%, 4.0%, 7.7%의 높은 비율로 선택되고 그 외의 모드들은 방향성 모드로 0.8~3.4%의 낮은 비율로 선택되는 것을 확인하였다. 따라서 화면내 부호화에서 큰 비율을 차지하는 4 가지 모드에 대해서는 RMD 과정에 반드시 포함시키고 나머지 31 가지 방향성 모드들에 대해서는 모두 포함시키지 않고, 비슷한 방향성을 갖는 모드들에 대해 하나의 대표적 모드만을 사용함으로써 RMD 과정에 사용되는 모드의 수를 줄여 낮은 부호화 손실로 부호화 복잡도를 감소시켰다. 이 기법에서는 16×16에서 4×4까지의 블록에서는 보다 세밀한 화면내 예측이 요구되기 때문에 기존 HM과 동일하게 모든 모드에 대해 RMD 과정을 수행하고, 64×64에서는 평활한 영역이 최종적으로 선택될 가능성이 높으므로 복잡도를 감소시키기 위해 DC, Planar, Horizontal, Vertical 모드에 대해서만 화면내 부호화를 수행하고, 32×32에서는 위의 4가지 모드들과 3개의 대각선 모드들에 대해서만 화면내 부호화를 수행하였다. 제안 기법은 추가적으로 제안한 CU 초기 종료 기법과 결합하여 HM 10.0의 All-Intra 구조에서 2.0%의 성능저하에 10.8%의 복잡도 감소를 가져왔다.

두 번째로는 RMD 과정을 통해 선택된 후보 모드들에 대해 보다 정확한 RD 비용을 계산하여 현재 블록에

서의 최종 화면내 예측 모드를 결정하는 Full RDO에서 탐색되는 모드 수를 감소시키는 기법[7]이다. 제안 기법에서는 RMD 과정 수행 후 RD 비용 기반으로 최종 화면내 예측 모드를 결정할 때 PU의 크기와 RMD 과정의 RD 비용을 고려하여 Full RDO를 수행하는 예측 모드 수를 줄이는 기법이다. 먼저 현재 PU의 크기가 64×64 ~ 16×16일 때는 기존 HM에서는 RMD 결과로 선택된 3 개의 모드와 MPM에 대해서 RD 비용 계산을 수행하는데, 제안 기법에서는 RMD의 3 가지 중 RD 비용이 가장 작은 한 가지 모드와 MPM에 대해서만 RD 비용을 계산한다. 또한 현재 PU의 크기가 8×8 이하인 경우에는 RD 비용이 가장 작은 2 개 모드의 RD 비용 차이가 임계값보다 큰 경우에는 가장 작은 비용을 가지는 모드가 최종 선택될 확률이 높다고 판단하여 그 모드와 MPM에 대해서만 수행하고, 아닌 경우에는 RMD 과정에서 가장 작은 비용을 가지는 모드를 DC, Planar 모드를 포함시켜 최종적인 율-왜곡 비용을 계산한다. 제안 기법은 HM 7.0의 All-Intra 구조에서 1.3%의 성능저하에 23.5%의 복잡도 감소를 가져왔다.

본 논문에서는 기존의 기법들[6][7]을 바탕으로 RMD 과정에서 후보 모드를 감소시킬 뿐만 아니라 최종 화면내 예측 모드를 결정하는 부분에서도 사용되는 모드 수를 감소시켜 화면내 부호화의 복잡도를 감소시키는 고속 결정 기법[8]을 제시한다.

3.2 RMD 후보 모드 수 제한

먼저 현재 PU에 대해 [그림 4]와 같이 19 가지 예측 모드에 대해서만 RMD를 수행한다. 19 가지 모드는 HEVC의 화면내 예측 부호화에서 가장 선택될 확률이 높은 Planar, DC 모드와 33 가지의 방향성 예측 모드 중 수평예측과 수직예측을 포함하고 전체 방향성 예측 모드를 반으로 고르게 줄인 17 개의 예측 모드를 포함한다.

RMD 과정에서의 RD 비용 계산은 HM과 동일하게 식 (1)을 사용한다. 즉, 예측 블록과 현재 블록간의 차를 구하여 이를 하다마드 변환을 통하여 식 (1)의 SATD를 구한다. 식 (1)의 RD 비용을 계산하여 Full RDO를 수행할 후보 예측 모드를 선별한다.

그림 4. 제안하는 RMD 후보 개수 제한 기법

3.3 Full RDO 후보 모드수 제한

SSD 기반의 Full-RDO 수행 과정은 다음과 같다. 먼저 RMD 과정에서 확인한 각 예측 모드의 RD 비용이 가장 작은 2 개 모드의 RD 비용 차를 이용하여 식 (3)의 RD 비용의 증가율 $\Delta Cost$ 를 계산한다.

$$\Delta Cost(\%) = \frac{Cost_1 - Cost_0}{Cost_0} \times 100 \quad (3)$$

RD 비용의 증가율이 45%보다 큰 경우 최소의 RD 비용을 가지는 예측 모드는 다른 예측 모드들과 비교하여 현재 PU에서 월등한 예측 성능을 가지는 것으로 가정하여 최종 Full-RDO 과정을 수행할 때의 후보 모드는 RMD에서 최소 RD 비용을 갖는 모드와 MPM만으로 제한한다. 그러나 비용 증가율이 45%보다 작거나 같은 경우, 4x4인 경우에는 HM의 후보군 결정 방법과 동일하게 RMD를 통하여 결정된 8 가지 모드와 MPM에 대해 SSD 기반의 탐색을 수행한다. 즉, 4x4에서 수행된 화면내 예측 부호화가 현재 CU에서 최종 결정이 되는 경우에는 현재 CU가 평탄하지 않고 복잡할 확률이 높기 때문에 4x4 경우에는 추가적인 고속화를 하지 않고 HM과 동일한 방법을 사용한다. 그러나 4x4가 아닌 경우에 대해서는 RMD 과정에서 가장 작은 RD 비용을 가진 최적 모드와 MPM, 그리고 그 최적 모드와 유사한 예측 방향을 가지는 최적 모드 번호의 ± 1 의 모드 번호의 예측 모드(Adjacent)에 대해서만 최종적인 Full RDO 과정을 수행한다. 다만 HEVC의 화면내 예측 모드 중 최종적으로 선택될 확률이 가장 높은 DC, Planar 모드가 최종 Full-RDO 과정에 포함되지 않았다면 이

두 가지 모드를 추가하여 수행하게 된다. 제안한 고속 결정 기법의 전체적인 수행 흐름은 [그림 5]와 같다.

그림 5. 제안한 고속 모드 결정 기법 순서도

IV. 실험 결과

제안하는 고속 화면내 부호화 기법은 HM 12.0[4]에 구현하였으며 HEVC 표준화를 위한 공통 실험조건[9]을 참조하여 각 영상별로 150 프레임씩 실험을 하였다.

표 2. 테스트 시퀀스

Class	Resolution	Sequence name	Frame rate
A	2560x1600	Traffic	30fps
		PeopleOnStreet	30fps
		Nebuta	60fps
		StreamLocomotive	60fps
B	1920x1080	Kimono	24fps
		ParkScene	24fps
		Cactus	50fps
		BQTerrace	60fps
		BasketballDrive	50fps
C	832x480	RaceHorses	30fps
		BQMall	60fps
		PartyScene	50fps
		BasketballDrill	50fps
		RaceHorses	30fps
D	416x240	BQSquare	60fps
		BlowingBubbles	50fps
		BasketballPass	50fps
		FourPeople	60fps
		Johnny	60fps
E	720p	KristenAndSara	60fps

All-Intra 구조에서 실험하였으며 테스트 시퀀스는 [표 2]와 같이 HEVC 표준 시퀀스 클래스 A, B, C, D,

표 3. 실험결과(All-Intra, Anchor: HM 12.0)

	Sequence	BD-rate			Enc. Time
		Y	U	V	
Class A	Traffic	0.8%	0.1%	0.1%	-13.2%
	PeopleOnStreet	1.0%	0.1%	0.1%	-13.6%
Class B	Kimono	0.1%	0.0%	0.1%	-13.4%
	ParkScene	0.3%	-0.3%	-0.3%	-12.4%
Class C	BasketballDrill	1.5%	0.5%	0.7%	-11.4%
	BQMall	1.1%	0.2%	0.1%	-11.8%
	PartyScene	1.1%	0.2%	0.2%	-12.2%
	RaceHorses	0.7%	0.0%	0.0%	-10.9%
Class D	BasketballPass	1.1%	0.4%	0.5%	-12.6%
	BQSquare	1.5%	0.8%	0.5%	-13.2%
	BlowingBubbles	1.1%	0.3%	0.2%	-12.0%
	RaceHorses	1.2%	0.4%	0.2%	-12.9%
Class E	Four People	1.2%	0.3%	0.1%	-14.2%
	Johnny	1.4%	1.3%	0.9%	-14.8%
	KristenAndSara	1.4%	0.7%	0.7%	-13.6%
Overall		1.0%	0.3%	0.3%	-13.2%

E를 모두 사용하였다. QP(I Slice)는 각 클래스마다 각각 22, 27, 32, 37을 사용하였다.

복잡도 감소 측정을 위하여 식 (4)와 같은 부호화 시간 변화량을 사용하였다. 여기서, T_{HM} 은 HM 12.0으로 부호화 했을 때의 전체 부호화 소요시간이고, $T_{Proposed}$ 는 제안하는 알고리즘을 HM 12.0에 적용하였을 때의 전체 부호화 시간을 나타낸다.

$$\Delta T(\%) = \frac{T_{proposed} - T_{HM}}{T_{HM}} \times 100 \quad (4)$$

[표 3]은 기존 HM 12.0 대비 제안된 기법에 대한 성능을 나타낸 것이다. 제안 기법은 RMD 후보 모드 수를 제한하는 기법과 Full RDO 후보 모드 수를 제한하는 기법을 합친 알고리즘으로 실험결과 제안 기법은

All-Intra 부호화 구조에서 HM 12.0 대비 1.0%의 BD-rate 증가와 함께 13.2%의 복잡도 감소를 보임을 확인할 수 있다. 고해상도의 A, B 클래스 시퀀스에서는 C, D 클래스들에 비해 더 적은 BD-rate 증가와 함께 좀 더 높은 복잡도 감소를 보인다. 또한 화상회의 시퀀스들을 포함하고 있는 E 클래스에서는 다른 클래스들보다 BD-rate 증가는 좀 더 많지만 가장 많은 복잡도 감소를 보임을 확인하였다. 부분적으로 HEVC의 화면내 예측 부호화 기법은 RMD 기법보다 Full RDO 기법에서 많은 복잡도를 차지하므로 두 가지 제안 기법을 개별적으로 사용할 시, Full RDO 후보 모드수 제한 기법에서 보다 많은 복잡도 감소를 가져올 수 있다. 또한 상기에 설명된 기존의 고속 알고리즘들과 비교하여 제안

(a) 기존 HM 12.0의 복호영상

(b) 제안 기법이 적용된 HM 12.0의 복호영상

그림 6. 기존 HM과 제안 기법이 적용된 HM의 화질 비교

기법은 복잡도 감소 측면에서 기존의 고속 알고리즘보다 뛰어난 성능을 발휘하지는 않지만, BD-rate 측면에 있어서 기존의 고속화 알고리즘들 보다 더 적은 증가폭을 보이므로 기존의 고속 알고리즘보다 객관적인 화질이 더 뛰어난 것을 확인할 수 있다.

추가적으로 제안 기법을 적용할 시 BD-rate의 증가에 따른 영상의 주관적 화질 저하가 문제가 되지 않음을 [그림 6]의 화질 비교로 확인하였다. [그림 6](a)와 [그림 6](b)는 제안 기법이 적용될 시 BD-rate의 증가폭이 가장 큰 'BQsquare' 시퀀스에 대해 기존의 HM과 제안 기법을 적용한 HM에 대해 동일한 프레임의 복호화된 영상을 나타낸 것이다. [그림 6]과 같이 모든 테스트 시퀀스에 대해 동일한 프레임을 비교하거나 실시간으로 비교 분석한 결과, 제안 기법에 의한 주관적인 화질 저하는 미미한 것으로 확인하였다.

V. 결 론

본 논문은 HEVC의 화면내 부호화 복잡도 감소를 위하여 기존의 HM의 고속 화면내 부호화에 알고리즘에 추가적으로 적용할 수 있는 고속 화면내 모드 결정 기법을 제안하였다. 본 제안 기법은 HM의 RMD 과정과 Full RDO의 최종 모드 결정 과정에서 예측 후보 수를 제한하여 모드 결정 과정을 고속화 하는 것이다. 첫 번째로 RMD 과정에 사용되는 화면내 예측 모드 수를 가장 선택될 확률이 높은 Planar, DC 모드와 33 가지의 방향성 예측 모드 중 수평예측과 수직예측을 포함하는 17개의 방향성 예측 모드를 사용하여 탐색 모드 수를 감소시키고, 두 번째로 최종 Full-RDO 과정을 수행할 때 RD 비용의 증가율을 살펴보고 증가율에 따라 예측 모드 수를 감소시킨다.

실험결과 All-Intra 부호화 모드에서 HM 12.0 대비 1.0%의 BD-rate 증가만으로 약 13%의 복잡도를 감소시킬 수 있었다. 본 논문에서는 상기 두 가지 탐색모드 제한 방법을 최종 결합하였으나 각각 독립적으로도 고속 부호화에 사용될 수 있다. 또한 제안한 알고리즘은 기존의 다른 고속 알고리즘과 함께 사용할 수 있으며

추가적인 성능 개선을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] B. Bross, W. Han, J. Ohm, G. Sullivan, Y. Wang, and T. Wiegand, "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 10(for FDIS & Consent)," JCTVC-L1003, 12th JCT-VC Meeting, 2013(1).
- [2] "Call for Evidence on High-Performance Video Coding (HVC)," N10553, ITU-T Q6/16 Visual Coding and ISO/IEC JCT1/SC29/WG11 Coding of Moving Pictures and Audio, 2009(4).
- [3] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegarrd, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., pp.560-576, 2003(7).
- [4] I. Kim, K. McCann, K. Sugimoto, B. Bross, and W. Han, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 12 (HM 12) Encoder Description," JCTVC-N1002, 14th JCT-VC Meeting, 2013(8).
- [5] 호요성, 최정아, *UHD 고화질 영상 압축 기술 : HEVC 알고리즘 이해와 프로그램 분석*, 진샘미디어, 2013.
- [6] 권대혁, 이시웅, 최해철, "HEVC 화면내 부호화 성능 분석 및 복잡도 감소 방법", 한국방송공학회 추계학술대회, 2012(11).
- [7] S. Yan, L. Hong, W. He, and Q. Wang, "Group-Based Fast Mode Decision Algorithm for Intra Prediction in HEVC," in Proc. Int. Conf. Signal Image Technol. Internet Based Syst. (SITIS), 2012(11).
- [8] 장용준, 김동현, 김재곤, "HEVC의 고속 화면내 예측 모드 결정 기법", 한국방송공학회 추계학술대회, 2013(11).
- [9] F. Bossen, "Common test conditions and software reference configurations," JCTVC-H1100,

8th JCT-VC Meeting, San Jose, CA, USA,
2012(2).

저 자 소 개

김 동 현(Dong-Hyun Kim)

정회원

- 2012년 8월 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부(공학사)
- 2014년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과(공학석사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 한국전기

산업연구원 연구원

<관심분야> : HEVC, Internet Video Coding, 고속 비디오 부호화

김 재 곤(Jae-Gon Kim)

정회원

- 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1992년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : KAIST전기 및 전자공학과(공학박사)

- 1992년 3월 ~ 2007년 2월 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원/팀장
- 2001년 9월 ~ 2002년 11월 : 콜롬비아대학교 연구원
- 2007년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 부교수

<관심분야> : 비디오 신호처리, 비디오 부호화, 영상통신, 디지털방송 미디어