

# HEVC 무손실 화면내 부호화를 위한 효율적인 차분 화소값 주사 방법

최정아 호요성  
 광주과학기술원 실감방송연구센터  
 {jachoi, hoyo}@gist.ac.kr

## Efficient Differential Pixel Value Scanning Method for HEVC Lossless Intra Coding

Jung-Ah Choi Yo-Sung Ho  
 Gwangju Institute of Science and Technology (GIST)

### 요 약

본 논문에서는 최근 표준화 활동이 진행 중인 HEVC(high efficiency video coding) 표준의 무손실 부호화 모드를 위한 효율적인 계수 주사 방법을 제안한다. 일반적으로 무손실 비디오 부호기에서는 부호화 손실을 없애기 위해 변환 및 양자화 모듈이 제거된다. 이 경우 부호화해야 할 잔여데이터는 양자화된 변환 계수가 아닌 예측 후의 차분 화소이므로 잔여데이터의 확률 분포가 변화된다. 제안한 방법에서는 무손실 부호화에서 화면내 예측 모드 별 잔여데이터의 발생 확률을 분석하고, 이를 고려해 역방향 모드 기반 차분 화소 주사 방법을 사용한다. 일반적으로 참조 화소와의 거리가 멀어질수록 예측 정확도가 떨어져 잔여데이터의 발생 확률이 높아지기 때문에 제안한 역방향 주사 방법을 사용하면 잔여데이터 부호화에서 이득을 얻을 수 있다. 실험을 통해, 제안한 방법이 HEVC 무손실 부호화에 비해 약 1.7%의 부호화 성능을 향상시키는 것을 확인했다.

### 1. 서론

MPEG과 VCEG은 고해상도 고품질 비디오에 효율적인 압축 표준을 제정하기 위해 공동으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 구성하고 HEVC (High Efficiency Video Coding) [1] 표준화 작업을 진행하고 있다. 최근에는 HEVC 위원회표준초안(Committee Draft, CD)이 발표되었고 기술적 안정화를 이뤘다. 비디오 부호화 전문가들은 HEVC 표준화가 막바지에 이르렀다고 판단하고, 이를 이용한 HEVC 확장 기술을 논의하고 있다.

현재 고려되고 있는 HEVC 확장 기술로는 계위적 비디오 부호화 (Scalable Video Coding), 색상 포맷 확장, 무손실 부호화 등이 있다. 그 중 무손실 부호화는 손실 부호화에 비해 압축률은 낮지만 원본 데이터를 완벽히 복원해야 하는 분야에 사용된다. 관련 응용으로는 의료 영상, 원격 탐사, 예술 작품 보존, 파일 보관 등이 있다. 최근 저장 매체의 발달로 인해 손실없는 데이터를 원하는 사용자들이 증가하고 있다.

HEVC 표준은 현재까지 손실 부호화를 목표로 연구되었기 때문에 무손실 부호화에서의 부호화 성능 향상을 위해서는 무손실 부호화의 특성에 맞춰 부호기를 최적화시켜야 한다. 무손실 부호화의 경우 부호기에서 변환 및 양자화 과정이 생략되므로 잔여데이터가 양자화된 변환 계수가 아닌 예측 후의 차분 화소가 된다. 따라서 손실 부호화와 무손실 부호화의 잔여 신호에는 명확한 통계적 분포의 차이가 발생한다. 본 논문에서는 무손실 화면내 부호화에서 잔여 신호의 통계적 특성을 고려한 효율적인 주사 방법을 제안한다.

### 2. 제안하는 계수 주사 방법

HEVC 화면내 부호화에서의 계수 주사 방법은 화면내 예측 모드와 TU(Transform Unit)에 따라 그림 1의 대각, 수평, 수직 주사 방법 중 한 가지를 선택해 사용한다 [2]. 이 기술은 수직 방향의 화면내 예측이 수행되면 상단 수평 방향으로 변환 계수가 존재할 확률이 높고, 반대로 수평 방향의 화면내 예측이 수행되면 좌측 수직 방향으로 변환 계수가 존재할 확률이 높다는 사실에 기반한 것이다. 표 1은 주사 방법 선택을 위한 매핑 테이블이다. 최상위 행은 화면내 예측의 모드 번호이고, 표 안의 숫자는 주사 방법을 나타내는 인덱스이다. 0은 대각, 1은 수평, 2는 수직 주사 방법을 의미한다.

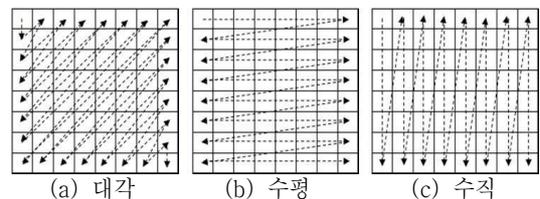


그림 1. HEVC 화면내 부호화의 모드 기반 계수 주사 기술

표 1. 모드 기반 계수 주사의 매핑 테이블

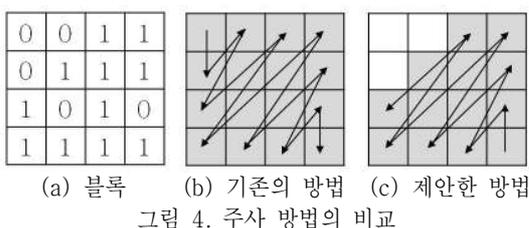
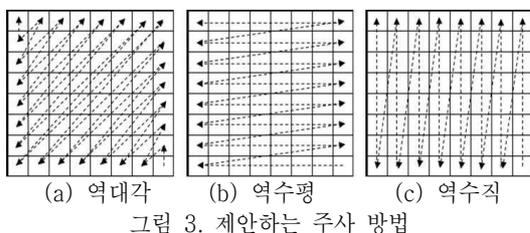
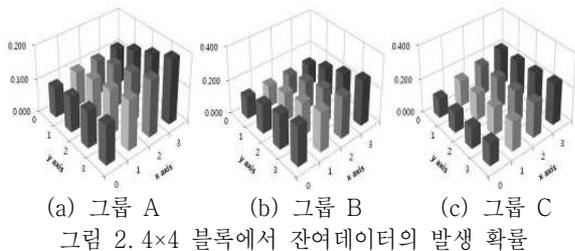
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
32x32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16x16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8x8	1	2	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	
4x4	1	2	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

무손실 부호화의 잔여데이터는 양자화된 변환 계수가 아닌 예측 후의 차분 화소이므로 잔여데이터의 확률적 특성이 변화된다. 즉, 무손실 부호화 무손실 부호화에서는 변환 및 양자화 모듈이 제거되는데, 이 경우 몇 개의 변환 계수에 에너지를 집중시켜 부호화하지 않으므로 블록 내의 모든 위치에 잔여데이터가 발생할 가능성이 높다. 하지만, 일반적으로 참조 화소와 대상 화소의 거리가 멀수록 예측의 정확도가 떨어지므로 참조 화소 근처인 (0, 0) 부근에서는 잔여데이터의 발생 빈도가 낮고, 블록의 마지막 부분으로 갈수록 잔여데이터의 발생 빈도가 높아진다.

그림 2는 다양한 실험 영상을 무손실 화면내 부호화하였을 때의 차분 화소의 발생 확률을 보여준다. 여기서 모드 기반 계수 주사 방법에서 대각 주사를 사용하는 블록을 그룹 A, 수평 주사를 사용하는 블록을 그룹 B, 수직 주사를 사용하는 블록을 그룹 C로 구분하고, 그 확률 분포를 살펴보았다. 예상한 대로 블록의 마지막 부분으로 갈수록 즉, 기존의 주사 순서의 마지막 부분으로 갈수록 잔여데이터의 발생 빈도가 높았다.

따라서, 제안한 방법에서는 기존의 모드 기반 계수 주사 방법의 대각, 수평, 수직 주사의 주사 순서를 역으로 변경하였다. 그림 3은 제안한 주사 방법을 보여준다. 주사 방향의 선택은 기존의 방법과 동일하게 유지했다. 제안한 방법은 잔여데이터의 확률 분포에 따른 주사 방법이므로 잔여데이터를 부호화할 때 더 나은 성능을 제공한다.

특히, 제안한 방법을 이용하면 기존 HEVC 표준에서는 (0, 0) 근처에 계수가 존재하지 않을 경우 또는 (0, 0) 근처에 계수가 존재하지 않으면서 블록내 마지막 부분에 계수가 존재할 경우 큰 이득을 얻을 수 있다. 기존의 주사 방법을 이용하면 (0, 0) 위치부터 주사를 시작하므로 이 경우 블록의 끝까지 부호화를 수행해야 하지만 제안한 방법을 이용하면 (0, 0) 근처의 마지막 잔여데이터까지만 부호화하게 된다. 그림 4는 제안한 방법이 효율을 보이는 예를 보여준다.



### 3. 실험 결과

제안한 방법의 성능을 평가하기 위해 HM (HEVC Test Model) 4.0에 제안한 알고리즘을 구현하고, 변환 및 양자화 모듈이 제거된 HEVC 무손실 부호기와 비교했다. 표 2의 실험 결과를 통해, 제안한 방법이 HEVC 표준에 비해 평균 약 1.7%의 부호화 비트를 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

표 2. 제안한 방법의 성능 평가

해상도	영상	HEVC (Bytes)	제안한 방법 (Bytes)	Δ 비트 (%)
1920 × 1080	Kimono	1306221	1282847	-1.8
	ParkScene	1554840	1528989	-1.7
	Cactus	1618707	1593862	-1.5
	BasketballDrive	1335035	1320605	-1.1
832 × 480	BQTerrace	1567040	1541562	-1.6
	BasketballDrill	280027	275149	-1.7
	BQMall	302429	296895	-1.8
416 × 240	PartyScene	386736	379934	-1.8
	RaceHorses	311958	305842	-2.0
	BasketballPass	70602	69217	-2.0
1280 × 720	BQSquare	87494	86507	-1.1
	BlowingBubbles	88225	86246	-2.2
	RaceHorses	85382	83492	-2.2
	Vidyo1	515190	506890	-1.6
평균	Vidyo3	536298	526464	-1.8
	Vidyo4	476927	468918	-1.7
	총합			-1.7

### 4. 결론

본 논문에서는 HEVC (high efficiency video coding) 무손실 화면내 부호화를 위한 향상된 잔여데이터 주사 방법을 제안했다. 무손실 부호화의 잔여 데이터의 분포를 살펴보고, 참조 화소와 거리가 먼 영역에서 잔여데이터의 발생 빈도가 높음을 확인했다. 제안한 방법에서는 이러한 잔여데이터의 확률 특성을 기반으로 기존의 모드 기반 계수 주사 방법의 주사 순서를 역방향으로 변경해 잔여데이터의 부호화 효율을 향상시켰다. 실험을 통해 제안하는 방법이 기존의 HEVC 무손실 부호화에 비해 평균 약 1.7% 부호화 성능을 향상시키는 것을 확인했다.

### 감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NO. 2011-0030822).

### 참고 문헌

[1] 호요성, 허진, 최정아, 차세대 비디오 압축 기술 (HEVC 알고리즘 이해와 프로그램 분석), 진샘미디어, 2011.  
 [2] ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "CE11: Mode Dependent Coefficient Scanning," doc. JCTVC-D393, January 2011.