

# 3차원 깊이정보 부호화를 위한 HEVC 고속 인터 모드 결정 방법

윤 다 현, 호 요 성  
 광주과학기술원 정보통신공학부

{yoon, hoyo}@gist.ac.kr

초록: 본 논문에서는 깊이 영상의 복잡도를 줄이기 위해 깊이 영상의 특성을 이용한 고속 인터 모드 결정 알고리즘을 제안한다. 양자화 매개변수에 적응적인 문턱값을 이용해 조기 SKIP 방법과 고속 인터 모드 탐색 알고리즘을 설계했다. 실험 결과는 기존의 HEVC와 비교하였을 때 BDBR이 0.38%, BDPSNR이 -0.02dB로 비트율과 화질의 큰 변화 없이 부호화 시간을 최소 40%에서 최대 82%까지 줄였다.

주제어: 깊이 영상 부호화, 모드 결정

## I. 서론

ISO-IEC/MPEG과 ITU-T/VCEG은 HEVC(High Efficiency Video Coding)라고 불리는 차세대 비디오 압축 표준안 제정을 목적으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 설립했다. 현재 표준화가 진행중인 HEVC는 기존의 비디오 압축 표준인 H.264/AVC와 비교해 고해상도 영상 부호화 효율을 두 배 이상 향상시키기 위해 비디오 코덱 전반에 걸쳐 새로운 부호화 알고리즘들이 제안됐다.

깊이 영상은 텍스처 영상과는 다른 특성을 갖고 있기 때문에 이를 이용해 깊이 영상을 위한 고속 부호화 방법이 제안됐다. 복잡도를 줄이기 위해 대응하는 텍스처 영상의 움직임 정보를 재사용하는 방법과 비트율 왜곡 감 관도에 기반을 둔 SKIP 모드를 이용하는 방법도 있다.

깊이 영상을 빠르게 부호화하는 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 텍스처 영상과 깊이 영상과의 상관도를 이용해 공통된 정보를 공유해 복잡도를 줄이는 방법이다. 두 번째는 깊이 영상만을 이용해 빠르게 부호화하는 방법이다. 대부분의 고속 깊이 영상 부호화 알고리즘의 경우 첫 번째 방법에 해당되지만 두 번째 방법이 다양한 3DTV 응용에 일반적으로 쓰이고 있다. 그 이유는 실험 환경과 상관없이 깊이 영상만의 특성을 이용하기 때문이다.

## II. HEVC 예측 모드

### 1. HEVC에서의 모드 결정 방법

HEVC의 참조 소프트웨어인 HM에서는 모드 결정 방법은 그림 1과 같다. 각 모드에 대한 비용값과 최소비용

값의 비교함으로써 최소비용값을 갱신한다. 각 모드의 비용값은 인트라나 인터 예측의 결과와 실제값의 차이를 통해 얻어진 잔여 데이터, SKIP 플래그, merge 플래그, merge 인덱스값, 예측 타입, 인터 예측 플래그, 참조 영상의 인덱스값, 움직임 벡터, 움직임 벡터 예측값 인덱스, 그리고 인트라 예측 모드 등을 나타낸 부가정보들이 고려된 값이다. 최소의 비용값을 가지는 모드가 최적모드로 결정이 되며, 다음과 같은 순서로 결정된다.

SKIP 모드와 인터 2N×2N에 대한 비용을 구한 뒤 부호화 단위의 깊이가 최대라면 인터 N×N의 비용값을 구하고 그렇지 않을 때는 인터 N×2N을 계산한다. 이 경우 부호화 단위가 최대 깊이값이 아니라면, 첫 번째 PUGA merge모드로 예측될 수 있지만 후보군들이 없을 때는 이 모드가 선택되지 않는다. 그다음 인터 2N×N을 계산하는데 최대 깊이 부호화 단위가 아니라면 첫 번째 PUGA merge모드를 통해 예측이 될 수 있지만 후보군이 없을 때는 선택되지 않는다. 인트라 2N×2N의 비용값을 결정된 뒤 최대 깊이값의 부호화 단위라면 인트라 N×N의 비용값을 계산하고 모드 결정 과정이 종료된다. 그렇지 않을 경우 부호화 단위의 사이즈를 절반으로 줄여서 처음부터 다시 호출한다.

### 2. 모드 분포에 대한 분석

Peng [1]이 제안한 알고리즘에 따르면, 동차 영역에서의 모드 분포는 비동차 영역과는 다르다. 그림 1과 같이 동차 영역에서는 대부분 SKIP과 인트라 모드로 부호화되지만 비동차 영역에서는 균일한 모드 분포를 보인다. 특히 동차 영역에서는 SKIP이 대다수 발생되는 것을 알 수 있다. 그림 1의 실험은 Balloon영상을 이용해 문턱값 30을 기준으로 동차 영역과 비동차 영역을 나누었다.

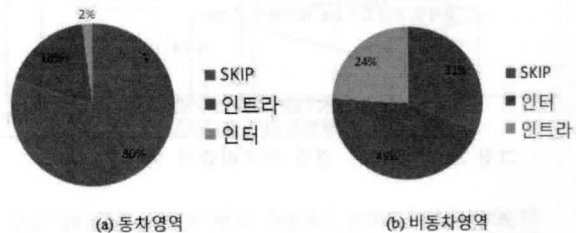


그림 1. 부호화 단위의 모드 분포

### III. 고속 인터 모드 결정 방법

#### 1. 깊이값 분리

좌표  $f(x,y)$ 는 현재 부호화 단위의 위치를 나타내며,  $(x,y)$ 는 부호화 단위 안에서의 상대적인 픽셀들의 위치를 나타낸다.  $r(i,j)$ 는 현재 부호화 단위 안에서의 실제 깊이값을 나타낸다. 그리고  $m_{x,y}$ 는 현재 부호화 단위의 평균값을 나타낸다. 깊이값이 크게 바뀌는 경우  $f(x,y)$ 값은 커질 것이다. 따라서 비동차 영역에서는  $f(x,y)$ 값이 크고, 이와 반대로 동차 영역에서는 깊이값이 거의 유사하기 때문에  $f(x,y)$ 값이 작다. 따라서 분산값을 문턱값과 비교함으로써 동차 영역인지 아닌지를 나눌 수가 있다.

$$f(x,y) = \frac{1}{\text{너비} \times \text{높이}} \sum_1^{\text{너비}} \sum_1^{\text{높이}} (r(i,j) - m_{x,y})^2 \quad (1)$$

#### 2. 제안하는 인터 모드 결정 방법

본 논문에서는 HEVC에서의 깊이 영상을 빠르게 부호화하기 위하여 그림 2와 같은 알고리즘을 제안한다. 첫 단계는 부호화 단위안의 픽셀값들에 대한 분산을 계산한다. 그 다음 단계는 조기 SKIP을 위한 문턱값 ( $Th_{EarlySKIP}$ )과 인터 모드 결정을 위한 문턱값 ( $Th_{inter}$ )을 설정 한다 각각의 문턱값은 실험에 의해 결정된 값으로 양자화 매개변수에 적용적이다. 문턱값 계산 후에, SKIP에 대한 비용값을 계산하고 조기 SKIP에 대한 확인 과정을 거친다. 조기 SKIP으로 판별하기 위해서는 SKIP 모드가 최소비용 모드로 결정된 비용값들의 평균과 문턱값의 곱보다 작아야 한다.

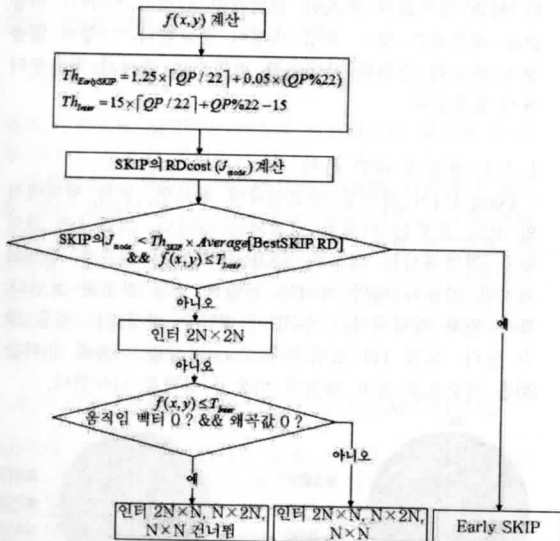


그림 2. 인터 모드 결정 알고리즘의 순서도

조기 SKIP 모드로 결정이 되면 인터와 인트라 모드 결정을 거치지 않고 SKIP이 최종 모드로서 결정이 된다. 조기 SKIP의 조건을 만족시키지 못하면 인터 2N×2N에

대해서 비용값을 계산한다. 만약 인터 2N×2N에서 결정된 움직임 벡터와 왜곡값이 0이고 분산이 처음에 정의한 문턱값보다 작은 경우에는 인터 2N×N, 인터 N×2N, 인터 N×N에 대한 비용값 계산을 수행하지 않는다. 그렇지 않은 경우에는 기존의 방식대로 모드 결정을 수행한다.

### IV. 실험 결과

제안한 알고리즘의 성능을 측정하기 위해 1024×768의 깊이 영상 50프레임에 대해 실험했다. 본 알고리즘은 HM3.0 [2]에 적용하여 실험했다.

표 1. 실험 결과

	QP	ΔTime (%)	BDBR (%)	BDPSNR (dB)
Book Arrival	22	-40.43	0.51	-0.02
	27	-44.72		
	32	-48.91		
	37	-58.40		
Love 1	22	-70.85	0.61	-0.02
	27	-76.87		
	32	-78.33		
News Paper	37	-82.09	0.03	-0.01
	22	-52.61		
	27	-60.05		
	32	-66.26		
Average	37	-73.29	0.38	-0.02
		-62.73		

표 1은 제안한 알고리즘에 대한 실험 결과이다. 비트율 증가 폭이 평균 0.04%로 최소 -2.01비트부터 1.33비트까지 발생했다. 또한 PSNR은 평균 0.01dB 감소로 무시할 수 있을 만큼 작다. 그에 반해 부호화 시간은 평균 62%, 최대 82%의 시간이 감소되는 것을 볼 수 있다.

### V. 결론

본 논문은 깊이 영상의 동차 영역에서 대부분의 부호화 단위가 인트라와 SKIP 모드로 결정이 된다는 특징을 이용하여 고속 깊이 영상 부호화 알고리즘을 제안했다. 제안한 알고리즘은 합성 영상의 화질과 비트율의 큰 변화 없이 최대 82%의 부호화 시간을 줄였다.

#### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-(CI000-1111-000B))

#### 참고문헌

- [1] Z. Peng, M. Yu, G. Jiang, Y. Si, and F. Chen, "Virtual view synthesis oriented fast depth video encoding algorithm," International Conference on Industrial and Information Systems, pp. 204-207, July 2010.
- [2] HEVC Reference Software HM 3.0 Available from: [https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HEVCSoftware/branches/HM-3.0-dev/](https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/branches/HM-3.0-dev/)

# 3차원 깊이정보 부호화를 위한 HEVC 고속 인터 모드 결정 방법

윤 다 현, 호 요 성  
 광주과학기술원 정보통신공학부  
 {yoon, hoyo}@gist.ac.kr

**초록:** 본 논문에서는 깊이 영상의 복잡도를 줄이기 위해 깊이 영상의 특성을 이용한 고속 인터 모드 결정 알고리즘을 제안한다. 양자화 매개변수에 적응적인 문턱값을 이용해 조기 SKIP 방법과 고속 인터 모드 탐색 알고리즘을 설계했다. 실험 결과는 기존의 HEVC와 비교하였을 때 BDBR이 0.38%, BDPSNR이 -0.02dB로 비트율과 화질의 큰 변화 없이 부호화 시간을 최소 40%에서 최대 82%까지 줄였다.

**주제어:** 깊이 영상 부호화, 모드 결정

## I. 서론

ISO-IEC/MPEG과 ITU-T/VCEG은 HEVC(High Efficiency Video Coding)라고 불리는 차세대 비디오 압축 표준안 제정을 목적으로 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)를 설립했다. 현재 표준화가 진행중인 HEVC는 기존의 비디오 압축 표준인 H.264/AVC와 비교해 고해상도 영상 부호화 효율을 두 배 이상 향상시키기 위해 비디오 코덱 전반에 걸쳐 새로운 부호화 알고리즘들이 제안됐다.

깊이 영상은 텍스처 영상과는 다른 특성을 갖고 있기 때문에 이를 이용해 깊이 영상을 위한 고속 부호화 방법이 제안됐다. 복잡도를 줄이기 위해 대응하는 텍스처 영상의 움직임 정보를 재사용하는 방법과 비트율 왜곡량 상관도에 기반을 둔 SKIP 모드를 이용하는 방법도 있다.

깊이 영상을 빠르게 부호화하는 방법은 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 텍스처 영상과 깊이 영상과의 상관도를 이용해 공통된 정보를 공유해 복잡도를 줄이는 방법이다. 두 번째는 깊이 영상만을 이용해 빠르게 부호화하는 방법이다. 대부분의 고속 깊이 영상 부호화 알고리즘의 경우 첫 번째 방법에 해당되지만 두 번째 방법이 다양한 3DTV 응용에 일반적으로 쓰이고 있다. 그 이유는 실험 환경과 상관없이 깊이 영상만의 특성을 이용하기 때문이다.

## II. HEVC 예측 모드

### 1. HEVC에서의 모드 결정 방법

HEVC의 참조 소프트웨어인 HM에서는 모드 결정 방법은 그림 1과 같다. 각 모드에 대한 비용값과 최소비용

값의 비교함으로써 최소비용값을 갱신한다. 각 모드의 비용값은 인트라나 인터 예측의 결과와 실제값의 차이를 통해 얻어진 잔여 데이터, SKIP 플래그, merge 플래그, merge 인덱스값, 예측 타입, 인터 예측 플래그, 참조 영상의 인덱스값, 움직임 벡터, 움직임 벡터 예측값 인덱스, 그리고 인트라 예측 모드 등을 나타낸 부가정보들이 고려된 값이다. 최소의 비용값을 가지는 모드가 최적모드로 결정이 되며, 다음과 같은 순서로 결정된다.

SKIP 모드와 인터 2N×2N에 대한 비용을 구한 뒤 부호화 단위의 깊이가 최대라면 인터 N×N의 비용값을 구하고 그렇지 않을 때는 인터 N×2N을 계산한다. 이 경우 부호화 단위가 최대 깊이값이 아니라면, 첫 번째 PU가 merge모드로 예측될 수 있지만 후보군들이 없을 때는 이 모드가 선택되지 않는다. 그다음 인터 2N×N을 계산하는데 최대 깊이 부호화 단위가 아니라면 첫 번째 PU가 merge모드를 통해 예측이 될 수 있지만 후보군이 없을 때는 선택되지 않는다. 인트라 2N×2N의 비용값을 결정된 뒤 최대 깊이값의 부호화 단위라면 인트라 N×N의 비용값을 계산하고 모드 결정 과정이 종료된다. 그렇지 않을 경우 부호화 단위의 사이즈를 절반으로 줄여서 처음부터 다시 호출한다.

### 2. 모드 분포에 대한 분석

Peng [1]이 제안한 알고리즘에 따르면, 동차 영역에서의 모드 분포는 비동차 영역과는 다르다. 그림 1과 같이 동차 영역에서는 대부분 SKIP과 인트라 모드로 부호화되지만 비동차 영역에서는 균일한 모드 분포를 보인다. 특히 동차 영역에서는 SKIP이 대다수 발생하는 것을 알 수 있다. 그림 1의 실험은 Balloon영상을 이용해 문턱값 30을 기준으로 동차 영역과 비동차 영역을 나누었다.

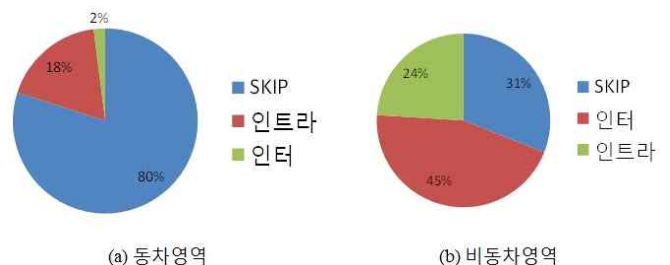


그림 1. 부호화 단위의 모드 분포

### III. 고속 인터 모드 결정 방법

#### 1. 깊이값 분리

좌표  $(x,y)$ 는 현재 부호화 단위의 위치를 나타내며,  $(x,y)$ 는 부호화 단위 안에서의 상대적인 픽셀들의 위치를 나타낸다.  $r(i,j)$ 는 현재 부호화 단위 안에서의 실제 깊이값을 나타낸다. 그리고  $m_{x,y}$ 는 현재 부호화 단위의 평균값을 나타낸다. 깊이값이 크게 바뀌는 경우  $f(x,y)$ 값은 커질 것이다. 따라서 비동차 영역에서는  $f(x,y)$ 값이 크고, 이와 반대로 동차 영역에서는 깊이값이 거의 유사하기 때문에  $f(x,y)$ 값이 작다. 따라서 분산값을 문턱값과 비교함으로써 동차 영역인지 아닌지를 나눌 수가 있다.

$$f(x,y) = \frac{1}{\text{비} \times \text{높이}} \sum_{i=1}^{\text{비높이}} (r(i,j) - m_{x,y})^2 \quad (1)$$

#### 2. 제안하는 인터 모드 결정 방법

본 논문에서는 HEVC에서의 깊이 영상을 빠르게 부호화하기 위하여 그림 2와 같은 알고리즘을 제안한다. 첫 단계는 부호화 단위안의 픽셀값들에 대한 분산을 계산한다. 그 다음 단계는 조기 SKIP을 위한 문턱값 ( $Th_{early,SKIP}$ )과 인터 모드 결정을 위한 문턱값 ( $Th_{inter}$ )을 설정 한다 각각의 문턱값은 실험에 의해 결정된 값으로 양자화 매개변수에 적응적이다. 문턱값 계산 후에, SKIP에 대한 비용값을 계산하고 조기 SKIP에 대한 확인 과정을 거친다. 조기 SKIP으로 판별하기 위해서는 SKIP 모드가 최소비용 모드로 결정된 비용값들의 평균과 문턱값의 곱보다 작아야 한다.

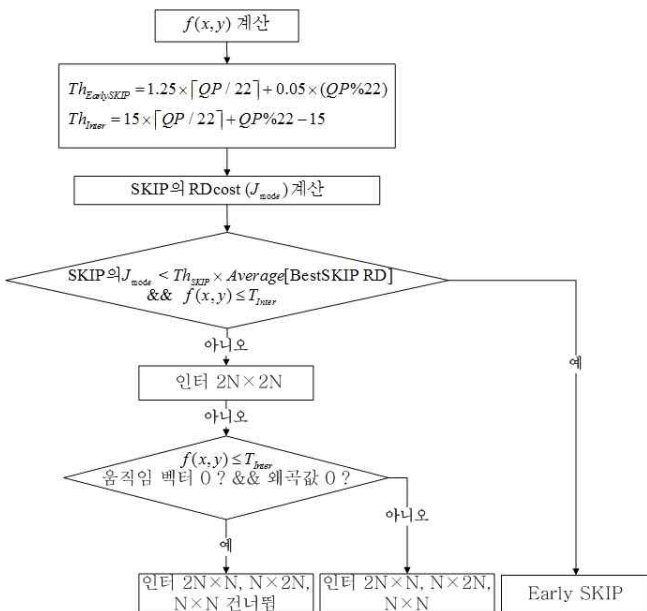


그림 2. 인터 모드 결정 알고리즘의 순서도

조기 SKIP 모드로 결정이 되면 인터와 인트라 모드 결정을 거치지 않고 SKIP이 최종 모드로서 결정이 된다. 조기 SKIP의 조건을 만족시키지 못하면 인터 2N×2N에

대해서 비용값을 계산한다. 만약 인터 2N×2N에서 결정된 움직임 벡터와 왜곡값이 0이고 분산이 처음에 정의한 문턱값보다 작은 경우에는 인터 2N×N, 인터 N×2N, 인터 N×N에 대한 비용값 계산을 수행하지 않는다. 그렇지 않은 경우에는 기존의 방식대로 모드 결정을 수행한다.

### IV. 실험 결과

제한한 알고리즘의 성능을 측정하기 위해 1024×768의 깊이 영상 50프레임에 대해 실험했다. 본 알고리즘은 HM3.0 [2]에 적용하여 실험했다.

표 1. 실험 결과

	QP	ΔTime (%)	BDBR (%)	BDPSNR (dB)
Book Arrival	22	-40.43	0.51	-0.02
	27	-44.72		
	32	-48.91		
	37	-58.40		
Love 1	22	-70.85	0.61	-0.02
	27	-76.87		
	32	-78.33		
	37	-82.09		
News Paper	22	-52.61	0.03	-0.01
	27	-60.05		
	32	-66.26		
	37	-73.29		
Average		-62.73	0.38	-0.02

표 1은 제안한 알고리즘에 대한 실험 결과이다. 비트율 증가 폭이 평균 0.04%로 최소 -2.01비트부터 1.33비트까지 발생했다. 또한 PSNR은 평균 0.01dB 감소로 무시할 수 있을 만큼 작다. 그에 반해 부호화 시간은 평균 62%, 최대 82%의 시간이 감소되는 것을 볼 수 있다.

### V. 결론

본 논문은 깊이 영상의 동차 영역에서 대부분의 부호화 단위가 인트라와 SKIP 모드로 결정이 된다는 특징을 이용하여 고속 깊이 영상 부호화 알고리즘을 제안했다. 제안한 알고리즘은 합성 영상의 화질과 비트율의 큰 변화 없이 최대 82%의 부호화 시간을 줄였다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-(C1000-1111-0003))

### 참고문헌

[1] Z. Peng, M. Yu, G. Jiang, Y. Si, and F. Chen, "Virtual view synthesis oriented fast depth video encoding algorithm," International Conference on Industrial and Information Systems, pp. 204-207, July 2010.

[2] HEVC Reference Software HM 3.0 Available from: [https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn\\_HEVCSoftware/branches/HM-3.0-dev/](https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/branches/HM-3.0-dev/)