

레터논문-10-15-5-10

3차원 영상을 위한 깊이 영상 압축 방법

남정학^{a)}, 황능주^{a)}, 조광신^{a)}, 심동규^{a)‡}, 이수연^{a)}, 방건^{b)}, 허남호^{b)}

Depth compression method for 3D video

Jung Hak Nam^{a)}, Neung Joo Hwang^{a)}, Gwang Shin Cho^{a)}, Dong Gyu Sim^{a)‡}, Soo Youn Lee^{a)}
Gun Bang^{b)}, and Nam Ho Hur^{b)}

요약

최근 3차원 영상 서비스의 보급과 함께 깊이 영상에 대한 부호화의 필요성이 대두되고 있으며, 이미 MPEG의 3DV/FTV 그룹에서 는 깊이 영상에 대한 표준화를 진행 중에 있다. 기존의 깊이 영상 부호화는 컬러 영상의 참조 없이 독립적으로 부호화가 수행되었기 때문에 깊이 영상의 부호화 성능이 좋지 않았다. 본 논문에서는 깊이 영상에 대한 효율적인 부호화 방법으로써, 컬러와 깊이 영상에 대한 블록 모드의 유사성을 이용하여 컬러 영상의 블록 모드에 따라 깊이 영상의 블록 모드로 재배열하는 방법을 제안하였다. 실험결과 JSVM 기반의 깊이 영상 부호화 방법 대비 약 2.2%의 비트 감소를 얻었다.

Abstract

Recently, a need to encode a depth image has been raising with the deployment of 3D video services. The 3DV/FTV group in the MPEG has standardized the compression method of depth map image. Because conventional depth map coding methods are independently encoded without referencing the color image, coding performance of conventional algorithms is poor. In this letter, we proposed a novel method which rearranged modes of depth blocks according to modes of corresponding color blocks by using a correlation between color and depth images. In experimental results, the proposed method achieves bits reduction of 2.2% compared with coding method based on JSVM.

Keyword: 3DV, Depth, FTV, MVC

1. 서론

2009년 국내·외에서 흥행에 성공한 영화 아바타의 등장

a) 광운대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon University

b) 한국전자통신연구원
ETRI

‡ 교신저자 : 심동규(dgsim@kw.ac.kr)

※ 본 연구는 일부 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원 의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [K1001932, 차세대 DTV 핵심기술 개발]. 본 연구는 일부 2009년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

· 접수일(2010년8월10일), 수정일(2010년9월3일), 게재확정일(2010년9월3일)

과 함께 3D 영상에 대한 관심이 일반 사람들에게까지 크게 증가되었다. 또한, 게임이나 TV 시장 등에도 3D 열풍이 불고 있어, 3D 영상을 효과적으로 압축하는 기술의 필요성이 대두되고 있다. 3D 영상에 대한 표준 기술은 1995년 MPEG-2(ISO/IEC 13818-2)에서 스테레오 영상 표준에 관한 내용을 기술했으며, 이후로 MPEG-2와 MPEG-4 Part10에서 스테레오 및 다시점 영상 부호화(Multi-view Video Coding) 기술이 표준으로 정의되었다. 다시점 영상 부호화 기술은 두 대 이상 다수의 카메라를 동시에 부호화하는 기술로서, 카메라 시점 간의 유사성을 이용하여 부호화를 효

율을 높이는 기술이다. 즉, 사용자에게 미리 정의된 여러 개의 카메라 시점 또는 다수의 카메라로부터 3D 영상을 제공하는 응용 서비스를 지원하는 기술이다. 최근 MPEG에서는 사용자가 원하는 임의의 시점에서 영상을 볼 수 있도록 지원하는 FTV(Free-viewpoint TV) 서비스에 대한 표준을 진행 중에 있으며, FTV 기술은 보여 지는 시점보다 취득되는 시점의 수가 적기 때문에, 중간 시점에 대한 합성 기술이 필요하다. 일반적으로 중간 시점의 영상을 생성할 때 깊이 영상(depth image)을 이용하는 것이 효과적이라고 알려져 있으며, MPEG에서는 깊이 영상 기반의 3차원 영상 표준화를 준비하고 있다^[1-2].

깊이 영상은 컬러 영상과 달리 텍스처 정보가 아닌 객체의 깊이 정보와 윤곽선 정보를 가지고 있다. 하지만, 깊이 영상을 위한 전용 압축 코덱이 없이 기존의 컬러 영상 압축 코덱에 단지 입력으로 깊이 영상을 넣어서 사용하고 있기 때문에 깊이 영상에 대한 압축 성능이 좋지 않은 문제점이 있다. 따라서 깊이 영상의 특성을 고려한 새로운 부호화 알고리즘이 필요하다. 효율적인 깊이 영상의 부호화를 위해 향상된 CABAC 엔트로피 부호화 기술, 깊이 영상에 대한 비트 평면 단위의 부호화하는 방법들이 있다^[3-4]. 그리고 컬러 영상 또는 텍스처 정보와 깊이 영상의 상관도를 이용한 부호화 방법에 대한 연구들이 수행되었다^[5-7]. 본 논문에서는 컬러 영상과 깊이 영상의 상관도를 이용하며, 컬러 영상과 깊이 영상을 동시에 부호화하는 방법을 제안한다. 즉, 깊이 영상을 같은 시간에 취득된 동일 시점의 컬러 영상과 함께 부호화하여 컬러 영상의 부호화 정보를 이용한다. 그리고 다시점 영상을 부호화에서 사용하는 참조 구조를 이용하여 깊이 영상에 대한 압축 성능을 향상 시키고자 한다.

II. 컬러 영상과 깊이 영상의 유사성

본 장에서는 컬러 영상과 깊이 영상의 유사성에 대해서 소개한다. 일반적으로 스테레오 영상이나 다시점 영상에서 영상간의 중복성을 이용한 부호화 방법이 널리 알려져 있다^[8]. 또한, 컬러 영상과 깊이 영상도 나타내는 정보의 본질은 다르지만 동일한 시간에 동일한 장면을 촬영한 것이기

때문에 이들 영상간의 유사성도 존재한다. 대표적으로는 컬러 영상의 객체 움직임 및 윤곽선 정보는 깊이 영상에서도 유사하게 나타나게 된다. 그림 1은 Ballet 영상에 대해서 깊이 영상과 컬러 영상의 객체 윤곽선에 대한 유사성을 보여준다. 그림 1(a)의 컬러 영상에서 오른쪽에 있는 남자의 윤곽선은 그림 1(b)의 깊이 영상에 있는 남자 윤곽선과 유사하게 나타난다. 일반적으로 객체의 윤곽선 정보는 영상을 매크로블록 단위로 부호화할 때, 각 블록에 대한 블록 모드에 영향을 줄 수 있다. 즉, 컬러 영상의 블록 모드와 깊이 영상의 블록 모드가 비슷한 특성을 가진다.



(a) 컬러 영상의 객체 윤곽선 (b) 깊이 영상의 객체 윤곽선

그림 1. 깊이 영상과 컬러 영상에서 객체의 윤곽선
Fig. 1. Contour of object at depth map and color image

컬러 영상과 깊이 영상에서 블록 모드의 유사성을 확인하기 위해 Ballet 영상과 Breakdancer 영상을 이용하여 모드 분포에 대한 실험을 수행하였다. 컬러 영상과 깊이 영상에 대해서 각각 JMVM 참조 소프트웨어를 이용하여 단일 시점에 대해서 부호화하였다.

표 1. 컬러 영상의 블록 모드에 따른 깊이 영상의 블록 모드 분포
Table 1. Distribution of block type of depth map according to color image

컬러 블록 모드	깊이 블록 모드	0*	1*	2*	3*	기타
		0	65%	22%	3%	1%
Ballet	1	38%	37%	4%	2%	19%
	2	34%	14%	42%	1%	9%
	0	58%	30%	9%	1%	2%
Break dancer	1	27%	32%	4%	2%	35%
	2	34%	9%	26%	1%	30%

* 0:B_direct16x16, 1:B_L0_16x16, 2:B_L1_16x16, 3:B_Bi_16x16

표 1은 컬러 영상의 블록 모드 0, 1, 2를 가지는 블록에 대해서 깊이 영상의 블록 모드를 보여준다. 여기서, 블록 모드는 계층적 B 슬라이스의 블록 모드를 나타낸다. 컬러 영상의 블록 모드가 0인 경우, 깊이 영상의 블록 모드가 0인 블록은 평균 61.5% 발생하였으며, 컬러 영상의 블록 모드가 1과 2인 경우에는 깊이 영상에서 동일한 블록 모드 각각 33.5%와 34%의 확률로 나타났다. 즉, 깊이 영상의 블록 모드와 컬러 영상의 블록 모드가 같은 확률은 모드가 서로 다른 경우에 비하여 상대적으로 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

III. 제안하는 깊이 영상 부호화 방법

본 논문에서는 컬러 영상과 깊이 영상의 블록 모드가 유사한 특성을 이용하여, 깊이 영상에 대한 부호화 효율을 높이는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 깊이 영상의 블록 모드를 부호화할 때, 컬러 영상의 블록 모드에 따라서 적응적으로 블록 모드의 순서를 적응적으로 결정하는 것이다. 즉, 컬러 영상의 블록에서 최적으로 선택된 블록 모드를 깊이 영상 부호화 시 가장 짧은 비트가 할당되도록 블록 모드 열을 재배열하여 구성한다. 기존의 MVC에서는 블록 모드 번호가 낮을수록 더 짧은 비트를 할당하고 있으며, 깊이 영상도 MVC를 사용하여 부호화되기 때문에 낮은 블록 모드 번호에 짧은 비트가 할당된다. 따라서 컬러에서 발생한 블록 모드를 깊이 영상에서 가장 낮은 블록 모드 번호를 할당한다.

표 2. 컬러 영상의 블록 모드가 2인 경우의 깊이 영상의 블록 모드
Table 2. Block modes of depth map when a block mode for color image is equals to 2

컬러 블록 모드	0*	1*	2*	3*	기타
깊이 블록 모드	1	2	0	3	...

* 0:B_direct16x16, 1:B_L0_16x16, 2:B_L1_16x16, 3:B_Bi_16x16

표 2는 컬러 영상의 블록 모드가 2인 경우에 대해 깊이 영상의 블록 모드를 보여준다. 예를 들어, 컬러 영상의 블록 모드가 2일 때, 깊이 영상에서 블록 모드 2를 의미하는 B_L1_16x16 모드는 컬러 영상의 블록 모드와의 상관도를 고려하여 깊이 정보를 위한 블록 모드 0으로 할당한다. 기

존의 블록 모드 0과 1은 모드 번호가 하나씩 증가되어 각각 블록 모드 1과 2가 되며, 블록 모드 2 이후의 나머지 모드들은 기존의 블록 모드와 동일하게 사용한다.

표 3. 복호화기에서 깊이 영상의 블록 모드에 대한 구문 해석
Table 3. Decoding process for block mode syntax of depth map at the depth decoder

```

if(depth_MB_type == 0)
    depth_MB_type = color_MB_type;
else if(depth_MB_type <= color_MB_type)
    depth_MB_type = depth_MB_type - 1;
else if(depth_MB_type > color_MB_type)
    depth_MB_type = depth_MB_type;
    
```

표 3은 제안하는 깊이 영상의 블록 모드에 대한 복호화기의 구문 해석 방법을 보여준다. depth_MB_type은 복호화기에서 수신한 깊이 영상에 대한 블록 모드를 의미하며, color_MB_type은 이전에 복호화된 컬러 영상에 대한 같은 위치의 블록 모드를 의미한다. depth_MB_type이 0인 경우, 깊이 영상의 블록 모드를 컬러 영상의 블록 모드와 동일한 모드로 해석한다. depth_MB_type이 color_MB_type보다 작거나 같은 경우에는 깊이 영상의 블록 모드는 깊이 영상의 블록 모드에 1을 빼서 해석한다. 마지막으로 depth_MB_type이 color_MB_type보다 큰 경우에는 비트스트림 디코딩에서 얻은 깊이 영상의 블록 모드인 depth_MB_type을 그대로 사용한다.

IV. 실험 환경 및 결과

본 논문에서는 3D 영상 서비스를 위한 깊이 영상의 부호화에 있어서, 컬러 영상의 블록 모드 정보를 이용한 깊이 영상의 블록 모드 부호화 알고리즘을 다시점 비디오 부호화 기술의 참조 소프트웨어인 JMVM 8.0에 구현하였다[9]. 제안하는 블록 모드의 적응적 재배열은 계층적 B 슬라이스의 블록 모드에 적용하였으며, 기존의 JMVM 기반의 깊이 영상 부호화 방법과 성능을 비교하였다. 실험은 컬러 영상과 깊이 영상을 가진 영상을 이용하였다. 각 영상에 대해서 QP 13~38(5단위씩)를 사용하여 GOP 크기 15로 100장씩

부호화하였다. 엔트로피 부호화는 CAVLC를 사용하였으며, MVC에서 인접 시점의 컬러 영상을 참조하는 것과 동일하게 인접한 시점의 깊이 영상을 참조하였다.

표 4는 두 개의 카메라 시점에 대해서 제안하는 깊이 영상 부호화 방법의 성능을 보여준다. 표 4에서 Rate_L과 Rate_H는 각각 낮은 비트율과 높은 비트율 환경을 의미하며[10], 제안하는 방법은 평균 2.2%의 부호화 성능을 보인다. 특히 비트스트림에서 블록 모드의 비중이 높은 환경에서 보다 좋은 성능을 내며, 움직임이 많은 Breakdancers 영상에서는 최대 2.9% 비트율 감소를 보였다. 움직임이 많은 영상은 높은 번호의 블록 모드가 다수 발생하여 제안하는 블록 모드 재배열에 의해서 비트량을 감소시킬 수 있다. 움직임이 적은 Ballet 영상의 경우에는 깊이 영상에서의 skip 모드나 낮은 블록 모드가 발생하여 상대적으로 적은 성능 향상을 얻었다.

표 4. 제안하는 방법의 부호화 성능
Table 4. Performance of the proposed method

	시점 #1		시점 #2	
	Rate_L(%)	Rate_H(%)	Rate_L(%)	Rate_H(%)
Ballet	-1.405	-1.414	-1.563	-1.522
Breakdancers	-2.572	-2.391	-2.935	-2.938
mobile	-2.150	-2.476	-2.533	-2.057
평균	-2.361	-2.094	-2.344	-2.172

본 논문의 깊이 영상에 대한 블록 모드는 비트율-왜곡 최적화에 의해 블록 모드를 선택하지 않고, 기존의 깊이 영상 부호화 알고리즘을 이용하여 최적의 블록 모드를 구한 후, 모드를 비트스트림에 쓰는 단계에서 제안한 모드 재배열 알고리즘을 적용하였다. 따라서 전체적인 성능이 높지 않게 나타났다. 하지만 제안하는 알고리즘에 따른 깊이 영상에 대한 블록 모드 분포는 동일하며 깊이 영상에 대한 화질과 각각의 깊이 영상으로 생성한 합성된 시점 영상의 품질은 기존의 방법과 동일하게 유지되는 특징을 가진다. 그리고 제안하는 깊이 영상 부호화는 이전의 비트 평면 단위의 깊이 영상 부호화 방법에 비해 추가적인 계산량이 없는 장점이 있으며, 컬러 영상과 동시에 부호화하는 구조를 바탕으로 추가적인 컬러 영상 부호화 정보를 이용할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 컬러 영상과 깊이 영상의 유사성을 이용한 깊이 영상 부호화 알고리즘을 제안하였다. 컬러 영상의 블록 모드를 바탕으로 깊이 영상의 블록 모드에 대한 비트를 적응적으로 할당하며, 컬러 영상과 깊이 영상이 동시에 부호화되는 방법을 개발하였다. 제안하는 알고리즘을 JMVM8.0 소프트웨어에 구현하였으며, JMVM 기반의 깊이 영상 부호화 방법과 비교하여 제안하는 방법은 1.4~2.9%의 비트율 감소를 얻었다. 향후에는 컬러 영상에서 다른 부호화 정보를 참조하여 깊이 영상 부호화 성능 향상을 위한 연구와 제안한 알고리즘을 비트율-왜곡 최적화 과정에서 포함하여 최적의 블록 모드를 선택하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 호요성, 이천, "자유시점 TV와 3차원 비디오 국제 표준화 동향," TTA Journal, vol. 116, pp. 86-94, 2008.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Text of ISO/IEC 14496-10:200X/FDAM 1 Multi-view Video Coding," N9978, Hannover, Germany, July 2008.
- [3] Jin Heo, Yo-Sung Ho, "Improved Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Coding over H.264/AVC for Lossless Depth Map," IEEE Signal Processing Letters, vol. 17, issue 10, pp. 835-838, 2010
- [4] 김경용, 박광훈, 서택영, "적응적 블록 기반 깊이 정보 맵 부호화 방법," 2009년 방송공학회지, 제 14권 제 5호, pp. 601-615, 2009.
- [5] 배병규, 윤정환, 김동욱, 유지상, "다시점 비디오와 깊이 정보의 상관도를 이용한 효율적인 다시점 비디오 부호화 기법," 2008년 한국방송공학회 학술대회, pp. 259-262, 2008.
- [6] Siping Tao, Ying Chen, Hannuksela, M.M., Ye-Kui Wang, Gabbouj, M., Houqiang Li, "Joint texture and depth map video coding based on the scalable extension of H.264/AVC," IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 2353-2356, 2009
- [7] Han Oh, Yo-Sung Ho, "H.264-Based Depth Map Sequence Coding Using Motion Information of Corresponding Texture Video," The Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT 2006), pp. 898-907, Hsinchu, Taiwan, December, 2006
- [8] 심동규, 박시내, "다시점 부호화 기술," 방송공학회지, 제 14권 제 2호, pp. 45-52, 2009.
- [9] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Joint Multi-view Video Model (JSVM) 8.0," N9762, Geneva, Switzerland, April 2008.
- [10] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6, VCEG-M33, Texas, April 2001.