

깊이정보 맵의 비트평면 부호화에서 블록 단위 비트율 조절 방법

*김경용 *박광훈

경희대학교 전자정보대학

*{kimky, ghpark}@khu.ac.kr

Block-based rate control method in the bit-plane coding of the depth-map coding

*Kim, Kyung-Yong *Park, Gwang-Hoon

College of Electronics and Information, Kyung Hee University

요약

본 논문에서는 비트평면 부호화를 이용한 적응적 깊이정보 맵 부호화에서 블록 단위 비트율 조절 방법을 제안한다. 기존 방법에서는 깊이정보 맵에 대한 비트율 조절을 위해 양자화 변수를 이용하여 분리된 비트평면의 이진 영상들 중 특정 비트평면의 이진 영상만 부호화하는 방법을 통해 비트율을 조절할 수 있었다. 본 논문에서는 비트율-왜곡 최적화 방법을 이용하여 블록 단위로 부호화할 비트평면의 이진영상을 결정하는 방법을 제안한다. 실험 결과 제안하는 방법이 기존 방법보다 BD-PSNR이 0.2 dB 향상되었고 BD-rate가 2.97% 감소되어 제안하는 방법의 우수함을 확인할 수 있었다.

1. 서론

3차원 비디오는 3차원 디스플레이 장치를 통해 사용자에게 실제 계에서 보고 느끼는 것과 비슷한 입체감을 생생하게 제공한다. 현재 3차원 비디오에 대한 연구가 국내뿐만 아니라 해외에서도 활발히 진행되고 있다. 이에 관련된 표준으로써 비디오 표준화 단체인 ISO/IEC의 MPEG에서는 3차원 비디오 부호화(3D Video Coding) 표준[1]을 진행 중이다.

2009년 현재까지 3차원 비디오 부호화 표준에서는 최적의 깊이정보 맵을 생성하는 방법에 대한 연구와 생성된 깊이정보 맵을 이용하여 좋은 화질의 가상시점 영상을 생성하는 방법에 대한 연구를 주로 수행하였다. 계속된 연구로 인해 자동으로 깊이정보 맵을 생성하는 방법은 초기 방법에 비해 많은 향상이 있었지만 최적의 깊이정보 맵을 얻기에는 아직도 부족함이 있었다.

하지만 최근 수동으로 생성한 깊이정보 맵이 적합한 수준을 제공하게 되었고, 이를 이용한 부호화 실험이 수행되고 있다[2]. 부호화 실험은 부호화된 영상과 그것의 깊이정보 맵으로 생성한 가상시점 영상의 화질을 측정하여 적정 비트율 범위를 구하기 위한 실험이다. 이러한 실험의 결과를 토대로 앞으로는 영상과 그것의 깊이정보 맵을 효율적으로 부호화하기 위한 연구가 수행할 것으로 전망된다.

일반적으로 영상뿐만 아니라 깊이정보 맵을 부호화하기 위한 방법으로 DCT(Discrete Cosine Transform) 기반 동영상 부호화 방법을 주로 사용하는데[3], 한 예로 고효율 영상 압축 부호화 방법인 H.264 (또는MPEG-4 Part 10 Advanced Video Coding)[4]를 사용할 수 있다. 이러한 DCT 기반 동영상 부호화 방법은 저비트율에서 DCT 변환 후 양자화에 의한 고주파 성분(High frequency components)의 손실로 인해 객체 경계부분이 뭉개지게 되는 문제점이 존재한다.

이러한 문제점을 보완하고 깊이정보 맵의 특성에 맞는 부호화 방법으로 DCT 기반 동영상 부호화 방법(H.264)과 비트평면 단위 부호화 방법을 적응적으로 적용한 적응적 블록 기반 깊이정보 맵 부호화

방법이 연구되었다[5]. 이 방법은 블록으로 나누어진 깊이정보 맵에서 비트평면의 이진 영상 간 완전히 일치하거나 또는 반전되게 일치되는 특성을 이용하였다. 이 방법으로 깊이정보 맵의 각 블록을 부호화할 때 비트율을 조절하는 방법은 고정된 양자화 변수를 이용하여 부호화할 비트평면의 수를 결정한다.

본 논문에서는 깊이정보 맵을 부호화할 때 좀 더 효율적인 비트율 조절을 위하여 블록 단위에서 가변적으로 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 적응적 블록 기반 깊이정보 맵 부호화 방법에서 사용하는 비트율 조절 방법에 대하여 설명하고 그것의 문제점에 대하여 분석한다. III장에서는 II장에서 분석한 내용을 바탕으로 비트평면 부호화시 효율적인 비트율 조절 방법을 제안한다. IV장에서는 제안하는 방법에 대한 성능을 평가한다. 마지막으로 V장에서는 결론을 기술한다.

2. 적응적 블록 기반 깊이정보 맵 부호화 방법에서 사용하는 비트율 조절 방법

적응적 블록 기반 깊이정보 맵 부호화 방법에서 사용하는 비트율 조절 방법은 입력 받은 양자화 변수('QP')에 따라 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 방법이다. 예를 들어, 입력 받은 양자화 변수 값이 '22' 이하일 경우에는 MSB(Most Significant Bit), MSB-1, MSB-2, MSB-3, MSB-4, MSB-5, MSB-6 비트평면까지만 부호화를 수행하고, 입력 받은 양자화 변수 값이 '23' 이상이고 '32' 이하일 경우에는 MSB, MSB-1, MSB-2, MSB-3, MSB-4, MSB-5 비트평면까지만 부호화를 수행하고, 입력 받은 양자화 변수 값이 '33' 이상일 경우에는 MSB, MSB-1, MSB-2, MSB-3, MSB-4 비트평면까지만 부호화를 수행한다.

양자화 변수에 따라 부호화할 비트평면의 수가 결정되기 때문에 모든 화면 내에서 부호화되는 비트평면의 수는 일정하게 된다. 따라서

H.264 부호화 방법으로 부호화되는 블록은 유동적으로 비트율 조절이 가능한 반면, 비트평면 단위 부호화방법으로 부호화되는 블록은 전체적인 비트율 조절만 가능하며, 부분적인 비트율 조절은 할 수 없다.

3. 제안하는 비트율 조절 방법

기존 비트평면 단위 부호화에서 비트율 조절을 위한 방법은 깊이 정보 맵 블록을 비트평면 단위로 분리한 후 분리된 비트평면의 이진 블록들 중 특정 비트평면의 이진 블록들만 부호화하는 방법을 이용한다. 깊이정보 맵을 그레이 코드로 변환했을 때 정보의 손실이 발생을 한다면, 그레이 코드를 원래의 깊이정보 맵으로 복원할 때, 정확한 값을 복원할 수 없다. 따라서 비트평면 단위 부호화에서 비트율 조절을 위해 정보의 손실을 허용하기 위해서는 MSB 비트평면부터 LSB(Least Significant Bit) 비트평면의 순서로 차례대로 부호화할 비트평면의 수를 증가시키면서 부호화를 수행하였다.

제안하는 비트율 조절 방법은 각각의 블록마다 가변적으로 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 것이다. 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 방법은 비트율-왜곡 최적화 방법[6]을 이용하여 블록 단위에서 적응적으로 결정된다. 그리고 부호화할 비트평면의 수에 대한 정보는 이미 주변 블록의 부호화된 비트평면의 수에 따라 가변 길이 부호화되어 비트스트림에 포함된다. 구체적으로 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 방법의 순서도는 그림 1과 같고, 자세한 알고리즘은 아래와 같다.

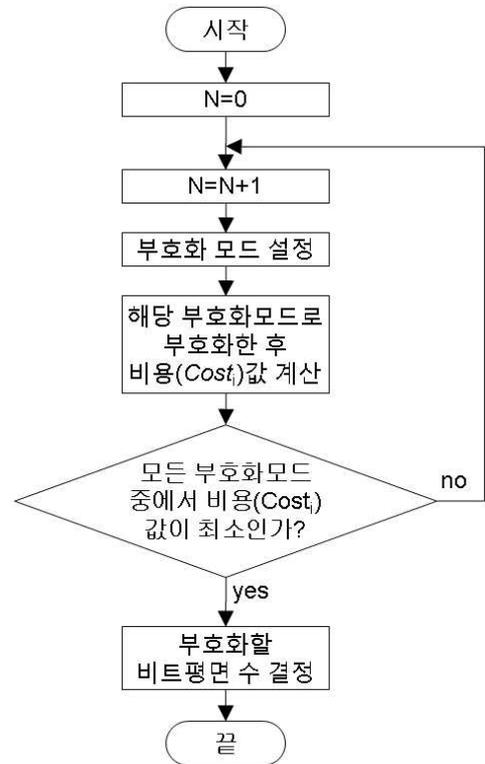


그림 1. 부호화할 비트평면의 수를 결정하는 방법

- 1 단계) 부호화할 비트평면의 수(N)를 '0'으로 설정한다.
- 2 단계) 부호화할 비트평면의 수(N)를 '1' 증가시킨다.
- 3 단계) 부호화할 비트평면의 수(N)에 따라 MSB 비트평면부터 LSB 비트평면까지 차례대로 부호화 모드를 설정한다. 예를 들어 N이 '1'일 경우는 MSB 비트평면만 부호화하는 모드이고, N이 '2'일 경우에는 MSB와 MSB-1 비트평면을 부호화하는 모드이고, N이 '3'개일 경우에는 MSB와 MSB-1, MSB-2 비트평면을 부호화하는 모드이고, N이 'm'일 경우에는 MSB와 MSB-1, MSB-2, MSB-3, ..., MSB-(m-1) 비트평면을 부호화하는 모드이다.
- 4 단계) 해당 부호화 모드로 부호화를 수행한 후 해당 부호화 모드의 비용(Cost_i) 값을 계산한다.
- 5 단계) 만약 해당 부호화 모드가 모든 부호화 모드 중 비용(Cost_i) 값이 최소라면, 6 단계로 분기한다. 만약 그렇지 않다면 2 단계로 분기한다.
- 6 단계) 가장 최소의 비용(Cost_i) 값을 가진 부호화 모드를 통해 부호화할 비트평면의 수를 결정한다.

4. 제안하는 방법의 성능 평가

본 논문에서 H.264의 참조 소프트웨어인 Joint Model(JM) 13.2[7]에 실제 구현하여 기존 방법과 제안하는 방법의 비교를 수행하였다. 실험에 사용한 영상은 Microsoft에서 제공한 "Breakdancers" 영상의 깊이정보 맵이며, 상세한 실험 조건은 표 1과 같다.

표 1. 실험 조건.

해상도 및 프레임률	Breakdancers(1024x768, 15Hz)
프레임 수	Breakdancers(100 frames)
영상 형식	YUV 4:0:0
양자화 변수	22, 27, 32, 37
예측구조	I-P-P-P-
엔트로피 부호화 방법	CAVLC

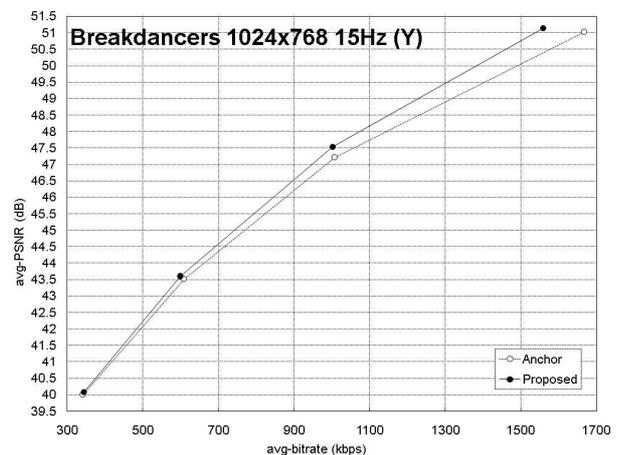


그림 3. "Breakdancers" 깊이정보 맵의 0번 시점 깊이정보 맵 실험 결과 그래프

그림 3은 H.264를 이용한 기존 방법('Anchor')과 제안하는 방법('Proposed')에 대한 비트율 대비 PSNR(Peak Signal-to- Noise Ratio)의 R-D(Rate-distortion) 곡선을 나타낸다. R-D 곡선을 통해 알 수 있듯이 제안하는 방법의 결과가 기존 방법의 결과보다 성능이 월등하게 향상된 것을 확인할 수 있다. 특히 고비트율에서 높은 성능 향상을 확인할 수 있다.

표 2. 기존 방법과 제안하는 방법 간의 PSNR(dB) 및 비트율 결과 비교("Breakdancers" 깊이정보 맵)

QP	기존 방법		제안하는 방법	
	Rate(kbps)	PSNR(dB)	Rate(kbps)	PSNR(dB)
37	341.20	40.00	343.71	40.08
32	608.34	43.51	598.86	43.60
27	1007.76	47.21	1001.98	47.53
22	1667.15	51.02	1557.99	51.13

표 2는 기존 방법과 제안하는 방법 간의 PSNR(dB) 및 비트율 결과를 비교한 것이다. 비교 결과, "Breakdancers" 깊이정보 맵 모두 저 비트율에서는 큰 변화가 없었지만, 고비트율로 갈수록 비트율이 줄거나 혹은 화질이 향상되었다. 그리고 평균적인 PSNR 향상을 나타내는 BD-PSNR 방법[8]과 평균적인 bit-rate 감소량을 나타내는 BD-rate 방법[8]을 사용하여 기존 방법과 제안하는 방법 간의 성능을 비교하였다. 비교 결과, 기존 방법에 비해 제안하는 방법이 평균적으로 약 0.2 dB 이상 높았으며, 평균적으로 2.97%의 비트율 절감을 얻을 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 비트평면 부호화를 이용한 적응적 깊이정보 맵 부호화에서 블록 단위 비트율 조절 방법을 제안한다. 기존 방법에서는 깊이정보 맵에 대한 비트율 조절을 위해 양자화 변수를 이용하여 분리된 비트평면의 이진 영상들 중 특정 비트평면의 이진 영상만 부호화하는 방법을 통해 비트율을 조절할 수 있었다. 본 논문에서는 비트율-왜곡 최적화 방법을 이용하여 블록 단위로 부호화할 비트평면의 이진영상을 결정하는 방법을 제안한다. 실험결과, 본 논문에서 제안하는 방법은 H.264보다 BD-PSNR이 평균 0.2dB 향상되었고 BD-rate가 평균 2.97% 감소되어 부호화효율 측면에서 우수함을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부 및 한국연구재단의 국가지정연구실 지원 사업(R0A-2005-000-10061-0)과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업(IITA-2009-C1090-0903-0011)의 연구 결과로 수행되었음.

[1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Applications and Requirements on 3D Video Coding," N11061, Xian, China, October 2009.

[2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Description of Exploration Experiments in 3D Video Coding," N10925, Xian, China, October 2009.

[3] A. Smolic, K. Mueller, N. Stefanoski, J. Ostermann, A. Gotchev, G.B. Akar, G.A. Triantafyllidis and A.Koz: "Coding Algorithms for 3DTV - A Survey," IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, Vol 7, Issue 11, pp. 1606-1621, November 2007.

[4] ITU-T Recommendation H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 Part 10 AVC), "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," Version 1: March 2003, Version 2: May 2004, Version 3: March 2005, Version 4: September 2005, Version 5 and Version 6: June 2006, Version 7: April 2007, Version 8: July 2007.

[5] 김경용, 박광훈, "적응적 블록기반 깊이정보 맵 부호화 방법," 방송 공학회논문지, 제14권 제 5호, pp.601 ~ 615, September 2009

[6] T. Wiegand, H. Schwarz, A. Joch, F. Kossentini, and G.J. Sullivan, "Rate-Constrained Coder Control and Comparison of Video Coding Standards," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 13, No. 7, pp. 688-703, July 2003.

[7] F. Heinrich-Hertz-Institut, "H.264 Reference Software Version JM13.2," <http://iphome.hhi.de/suehring/tml>, May 2008.

[8] G. Bjøntegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," ITU-T SG16 Q.6, VCEG-M33, Texas, USA, April 2001.