

3D 입체 영상을 위한 집적 영상 압축 방법

*전주일, 이강산, 강현수

충북대학교 정보통신공학과

*seventhday@cbnu.ackr

Integral Image Coding Method for 3D Image

*Jeon, Ju-Il, Lee, Kang-San, Kang, Hyun-Soo

Chungbuk National University

요약

본 논문에서는 집적 영상을 효율적으로 압축하는 방법을 제안한다. 렌즈 어레이를 이용하여 획득되는 집적 영상은 3차원 영상을 기록하고 표현하는 기술 중에 하나이다. 3차원 영상의 복원은 각 요소영상의 해상도에 의해 많은 영향을 받음에 따라 효율적인 집적영상 압축은 매우 중요하다고 할 수 있다. 제안된 방법은 3D 이산 코사인 변환(3D-DCT)를 기반으로 하고 있다. 3D-DCT는 렌즈 어레이로 촬영된 인접 영상들 간의 교차 상관도를 이용하여 영상간 중복성을 줄여 압축 효율을 향상시킬 수 있는 방법이다. 제안방법은 인접 영상들 간의 교차 상관도를 고려하여, 동일 위치의 픽셀들로 8x8 DCT블록을 재구성하여 3D-DCT를 수행한다. 제안 방법은 기존의 JPEG이나 기존의 3D-DCT를 이용한 방법과 비교해 더 좋은 성능을 보여준다.

1. 서론

3차원 영상 기술의 발전은 과학과 엔터테인먼트 사업 양방향에서 끊임없이 추구되었다. 3차원 디스플레이와 영상통신 시스템은 많은 응용분야에서 존재 하며, 최근 크게 대두되는 것이 3차원 텔레비전이다. 최근 차세대 오디오비주얼 시스템의 가장 중점이 되는 연구는 다수의 카메라로 촬영되고 다수의 디스플레이로 출력되는 3D 입체 영상이다.

집적영상(integral image)은 3D 영상을 기록하거나 출력하는 테크닉 중의 하나로 한 개의 오브젝트를 다른 시점을 가지는 여러 개의 요소 영상(elemental image)으로 이루어진 영상이다. 집적 영상을 이용하여 각 요소 영상의 시점 차이 등의 데이터들을 이용하여 3차원 입체 영상으로 만들 수 있다[1-3]. 집적영상은 렌즈 어레이를 이용하여 촬영된다. 2차원으로 기록된 집적 영상을 3D 입체 영상으로 구현하면 완전한 3D 입체 모델 홀로그래피와 유사하다. 하지만 집적 영상은 홀로그래피와 다르게 간접적인 빛 없이, 더욱 편리하게 촬영하고 출력할 수 있다. 하지만 실시간 처리, 고해상도 디스플레이등 몇 가지의 기술적으로 극복해야할 문제가 있다.

집적 영상은 앞에서 말한바와 같이 여러 개의 요소 영상으로 이루어져 있으며 이 요소영상들의 해상도는 3차원 복원의 정확도에 매우 중요함에 따라 고화질의 영상압축이 필요하다. 따라서 메모리에 저장하거나 실시간 전송을 위해서는 데이터 압축이 필요하게 된다. 일반적인 영상과는 다르게 집적 영상만의 특징을 여러 가지 가지고 있기 때

문에 이점을 이용하여 효율적인 압축 알고리즘을 고안해 낼 수 있다. 이와 관련하여 기존에는 다음과 같은 알고리즘들이 있다. 집적 영상의 요소 영상들을 여러 가지 방법으로 나열하여 영상 스트림을 구성한 후, 동영상 압축 알고리즘인 MPEG-2에 적용하여 압축 하는 알고리즘[4]과 요소 영상간의 교차 상관도를 이용한 3D-DCT방법 등이 있다[5].

본 논문에서는 이러한 집적 영상을 효율적으로 압축하는 방법에 대하여 제안한다. 집적 영상 내에 요소 영상간의 상관도를 이용하여 각 요소 영상의 동일 픽셀들이 유사한 값을 가진다는 가정으로 동일 픽셀들로 DCT블록을 구성한다. 이렇게 모아진 DCT블록을 또한 모아서 3D-DCT블록을 구성하여 3D-DCT를 수행한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 집적 영상에 대하여 간단히 설명한다. 3장에서는 집적 영상의 기존 압축 알고리즘과 제안한 알고리즘에 대하여 살펴보고 4장에서 실험을 통하여 제안 알고리즘의 성능을 측정하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 집적 영상(Integral Image)

가. 집적 영상의 촬영 방법

집적영상은 그림 1과 같이 렌즈 어레이를 이용하여 촬영된다. 그림 1과 같이 촬영된 영상은 각각의 요소 영상이 한 물체에 대하여 다른 시점의 영상을 가지며, 인접 요소 영상간의 상관도가 매우 높게 나

타나게 된다.

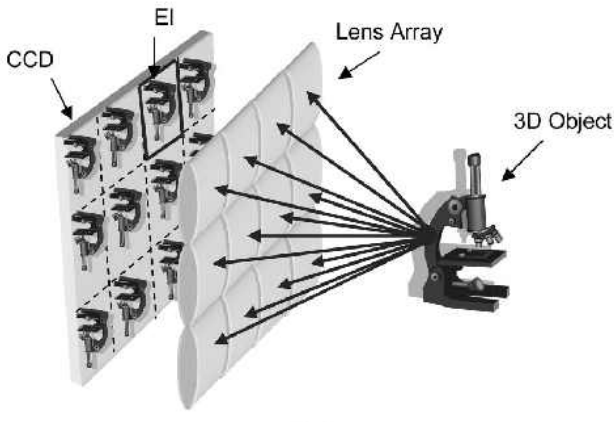
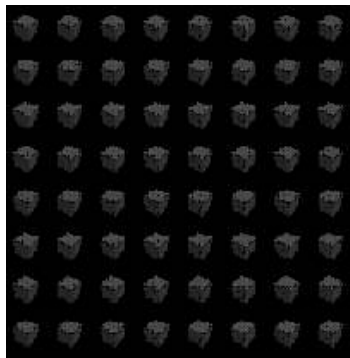


그림 1. 렌즈 어레이를 이용한 직접영상 촬영

나. 집적 영상의 특징



(a) 상자오브젝트 (b) 상자를 촬영한 집적영상

그림 2. 상자와 상자를 촬영한 집적영상

그림 2를 통해서 실제로 촬영된 집적 영상이 어떤 모습을 가지는지 확인할 수 있다. 집적 영상은 각 요소 영상이 약간의 시차를 가지는 유사한 영상들의 모임을 확인할 수 있다. 따라서 인접한 각 요소 영상 간의 상관도가 매우 높아, 각 인접 영상간의 중복성을 제거하여 압축할 수 있는 여러 가지 압축 알고리즘을 적용할 수 있다. 대표적으로 요소 영상을 여러 가지 방법으로 나열하여, 동영상 압축 알고리즘을 적용하는 방법이나, 3D-DCT를 이용하는 방법 등이 있다.

3. 집적 영상을 위한 압축 방법

가. 3D-DCT를 이용한 방법

이 방법은 픽셀간의 명암 분포의 상관성을 이용하여 블록 단위로 변환을 수행하는 후 양자화하여 압축하는 방법이다. DCT는 영상

신호의 에너지를 저주파 대역에 모으는데 유용한 도구로서, 2차원 블록을 여러 개 모아서 3차원적인 입체 블록을 만들어 3D-DCT를 수행하여 에너지를 모음으로써 효율적인 압축을 얻어낼 수 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 직접 영상에서는 각 요소 영상 간 상관도가 높다. 이런 점에 착안하여 그림 3처럼 인접 영상간의 상관도를 이용하여 인접한 요소 영상들을 모아서 3D-DCT를 수행할 수 있다. 3D-DCT 결과를 양자화한 후 엔트로피 코딩을 수행하면 압축효과를 얻을 수 있다.

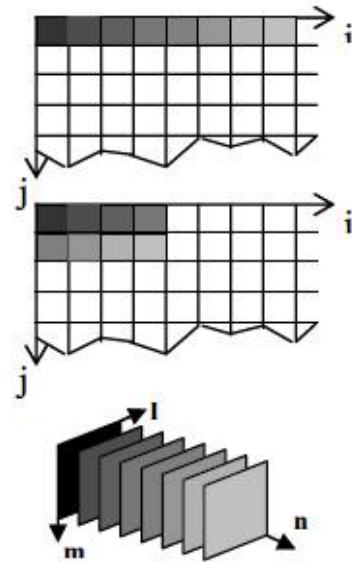


그림 3. 집적 영상에서 일반적인 3D DCT블록 구성 두가지

나. 집적 영상에서의 3D-DCT

참고문헌 [6]에서 3D-DCT를 이용한 두 가지의 집적영상 압축 방법을 제안하고 있다. 그 두 가지 방법은 그림 3과 같다. 즉 첫 번째 방법은 가로방향의 8개의 요소 영상들을 모아서 8x8x8 3D-DCT 블록을 구성하여 3D-DCT 압축을 수행하였다(3D-DCT1). 두 번째 방법은 가로로 4개의 요소 영상과 바로 아래쪽 4개의 요소 영상을 모아서 8x8x8 3D-DCT 블록을 구성하여 3D-DCT 압축을 수행하였다(3D-DCT2). 두 가지 방법 모두 JPEG 기반의 방법에 비해 좋은 성능을 보여주었다. 본 논문에서 제안한 방법 역시 이 두 가지 방법과 비교를 통하여 성능을 평가하였다.

다. 제안 알고리즘

지금까지 살펴본 바와 같이 집적 영상에서 인접한 요소 영상 상관도가 높다. 그림 1과 같이 촬영된 영상은 각각의 요소 영상이 한 가지 물체에 대한 다른 시점의 영상을 가지며, 인접 요소 영상간의 상관도가 높게 나타나게 된다. 이점을 이용하여 각 요소 영상의 동일 위치 픽셀끼리 모아서 8x8 DCT 블록을 구성한다. 상관도가 높은 동일 픽셀끼리 DCT 블록을 구성하면 고주파 영역이 줄어들어 DCT효율이 향상된다. 이렇게 모은 8x8 DCT블록을 8개 모아서 8x8x8 3D DCT블록으

로 구성하여 3D-DCT를 수행한다. 이렇게 모여진 3D-DCT블록은 각 픽셀 값이 유사하여 DCT 변환 후에 저주파로 집중되는 에너지 집중 현상이 향상되기 때문에 압축 효율의 향상을 기대할 수 있다.

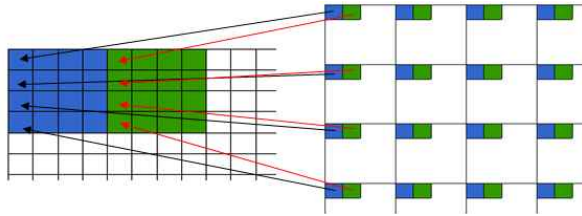
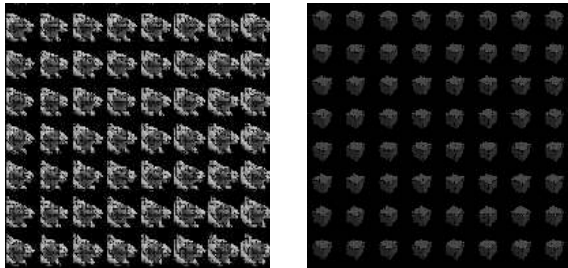


그림 4. 동일 픽셀을 이용한 DCT블록 구성방법

이렇게 3D-DCT를 이용하여 변환된 계수는 선형 양자화를 통하여 양자화 되고, 지수-골롬 부호를 이용하여 가변길이부호화(run-length coding)하였다.

4. 실험결과

가. 실험 영상



(a) 영상1(바나나와사과) (b) 영상2(상자)

그림 5. 실험에 사용된 집적 영상

실험에는 그림 5에서 나타나 있는 바나나와 사과를 32x32 렌즈어레이를 이용하여 촬영한 집적 영상과 상자를 32x32 렌즈어레이를 이용하여 렌더링한 집적 영상을 사용하였으며, 전체 영상의 크기는 1024x1024 이다.

나. 실험 결과

앞에서 살펴본 두 가지 영상을 기존의 3D-DCT를 이용한 방법 두 가지와 JPEG, 그리고 본 논문에서 제안한 방법을 실험을 통하여 성능을 비교하였다.

표1에서 볼 수 있듯이 3D-DCT를 이용한 방법 모두 JPEG에 비하여 비슷한 PSNR에서 우수한 비트율 감소효과를 확인할 수 있다. 제안 방법이 3D-DCT1이나 3D-DCT2에 비해 PSNR이나 비트율 감소 면에서 뛰어난 성능을 보이고 있다. 즉, 인접 영상간 상관도가 높고 동일위치의 픽셀을 이용하여 DCT블록을 구성하여 3D-DCT를 수행했을 경우 DCT의 성능이 향상되기 때문에 보다 우수한 부호화 성능을 보인 것으로 판단된다. 영상 1의 경우 제안 방법이 JPEG에 비해 비슷한 화질에서 약 45%의 비트율 감소효과를 얻고 있으며, 3-DCT1에 비해 약 7%, 3D-DCT2에 비해 약 8.4%의 비트율 감소를 보여주었다. 영상 2의 경우에는 JPEG에 비해 약 52%의 비트율 감소를 보이며, 3D-DCT1에 비해 1.7%, 3D-DCT2에 비해 8.6%의 비트율 감소효과를 보여주고 있다. 그림 6은 실험 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 집적 영상을 효율적으로 압축하기 위한 3D-DCT 기반의 압축 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 각 요소 영상의 동일 위치 픽셀일 모아 효율적인 DCT를 위한 8x8 DCT블록을 구성한 후에 DCT블록 8개를 모아 3D-DCT를 수행하는 알고리즘이다. 이렇게 모여진 3D-DCT블록은 각 픽셀 값이 유사하여 DCT변환 후에 저주파로 집중되는 에너지 집중 현상이 향상되기 때문에 압축 효율이 향상되게 된다.

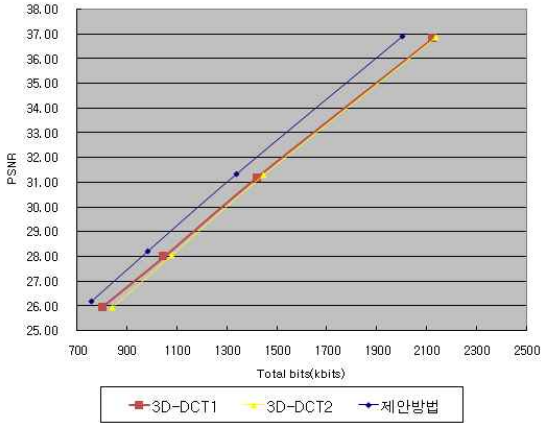
제안 방법은 JPEG비해 평균적으로 동일 화질에서 약 50%정

표 1. 실험결과

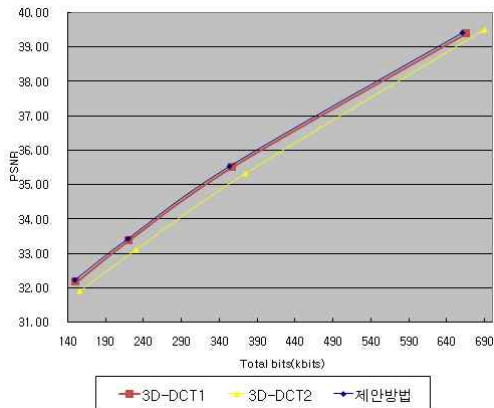
sequence	JPEG (켈리티팩터:1.0)		Quant	3D-DCT1		3D-DCT2		제안방법	
	PSNR	Total Bits		Total Bits	PSNR	Total Bits	PSNR	Total Bits	PSNR
영상 1	27.26	1469456	16.0	2123762	36.81	2136690	36.88	2002994	36.92
			32.0	1420412	31.18	1445186	31.28	1337322	31.34
			48.0	1046130	28.00	1080462	28.06	984194	28.22
			64.0	801706	25.95	838424	25.94	754668	26.19
			128.0	354034	22.20	362514	21.86	335910	22.47
영상 2	33.98	534856	16.0	666006	39.40	689882	39.49	660984	39.42
			32.0	357808	35.50	374874	35.32	354080	35.54
			48.0	221512	33.38	230948	33.12	219596	33.43
			64.0	151460	32.17	156200	31.90	150178	32.23
			128.0	63680	30.05	61828	29.71	64126	30.10

도의 비트율 감소 효과를 얻을 수 있으며, 동일 비트율에서 약 5dB의 PSNR 향상을 확인할 수 있었다. 또한 기존의 3D-DCT과 비교해서도 평균적으로 약 5%의 비트율 감소를 확인할 수 있었다.

앞으로 3D-DCT블록의 구성 방법을 영상에 따라 적응적으로 적용시키는 방법을 연구하여 추가적인 압축 효율 향상을 기대할 수 있다.



(a) 영상1(바나나와사과)



(b) 영상2(상자)

그림 6. 실험 결과

감사의 글

"이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 지원을 받아 수행된 연구임" (지역거점연구단육성사업 / 충북BIT연구중심대학육성사업단)

참고 문헌

[1] Okoshi T, Three dimensional imaging techniques, Academic Press, 1976.
 [2] N. Davies and M. McCormick, "Holoscopic imaging with true 3D-content in full natural colour," J. Phot. Science, Vol. 40, pp. 46-49, 1992.

[3] N. Davies, M. McCormick and M. Brewin, "Design and analysis of an image transfer system using microlens arrays," Opt. Eng., vol. 33, no. 11, pp. 3624-3633, 1994.
 [4] S. Yeom, A. Stern, and B. Javidi, "Compression of 3D color integral images," Opt. Express Vol. 12, pp. 1632 - 1642, 2004.
 [5] N. P. Sgouros, D. P. Chaikalis, P. G. Papageorgas, and M. S. Sangriotis, "Omnidirectional integral photography images compression using the 3D-DCT," OSA Digital Holography and Three-dimensional Imaging, 2007.
 [6] A. Aggoun and M. Tabit "Data compression of integral images for 3D TV," 3DTV Conference, pp. 1-4, 2007.