

메모리 대역폭 감소를 위한 효율적인 양안식 비디오 송수신 시스템

최정아¹, 호요성²

Efficient Stereoscopic Video Transmitter/Receiver System for Memory Size and Bandwidth Reduction

Jung-Ah Choi¹, Yo-Sung Ho²

요 약

양안식 비디오 시스템은 좌, 우 두 개의 입력 영상을 필요로 하므로 부호화 후 전송해야 하는 데이터의 양이 기존 2차원 비디오 시스템의 두 배이다. 따라서, 양안식 영상의 전송을 위해서는 기존의 2차원 비디오 시스템보다 큰 대역폭이 필요하다. 최근 미디어 처리 시스템이 사용하는 영상의 크기가 빠르게 증가하는 것과 함께 보다 많은 영상 프레임을 요구하는 것을 고려할 때, 시스템에서 요구하는 메모리의 대역폭을 줄이는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 메모리 대역폭을 감소시킨 효율적인 양안식 비디오 송수신 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템에서는 입력 영상을 하향 샘플링 해 데이터 크기를 줄이고, 하향 샘플링 된 영상의 특성을 고려한 템플릿 매칭을 수행한다. 이 방법을 이용하면 전송해야 하는 데이터량을 줄여 메모리 대역폭을 효율적으로 줄일 수 있다. 실험을 통해 제안하는 방법이 기존의 양안식 비디오 송수신 시스템에서 요구하는 메모리 대역폭에 비해 약 Side-by-side 포맷 인 경우 평균 18.52%, Top-down 포맷인 경우 평균 18.94%의 데이터량을 감소시킴을 확인했다.

1. 서론

3차원 비디오는 차세대 정보 통신 서비스 분야의 핵심 기술로서 정보통신, 방송, 의료, 교육 훈련, 군사, 게임, 애니메이션, 가상현실, CAD, 산업 기술 등 그 응용 분야가 매우 다양하다. 사용자에게 보다 나은 입체 영상을 제공하기 위해 선진국을 중심으로 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1, 2].

양안식 비디오는 좌, 우 두 개의 영상을 통해 거리감 및 깊이감을 제공하는 것으로 입체 영상을 구현하기 위한 가장 기본적인 방법이다. 양안식 비디오 시스템은 인간의 시각 구조를 모방한 좌, 우 두 개의 2차원 영상을 이용해 3차원 영상을 입출력한다. 최근 아바타라는 3D 입체 영화의 성공과 더불어 3DTV가 대중에게 판매되면서 이러한 양안식 콘텐츠를 쉽게 접할

수 있게 되었다. 따라서, 양안식 콘텐츠 및 이를 위한 시스템에 대한 관심이 급증하고 있다.

인간의 시각 시스템은 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 위치 차이에 의해 서로 다른 영상을 받아들이고, 뇌가 그것을 받아들여 거리감을 갖게 되는 과정에서 입체감을 형성한다. 양안식 입체 영상의 기본 원리는 이러한 인간의 시각 시스템의 원리를 이용한 것이다.

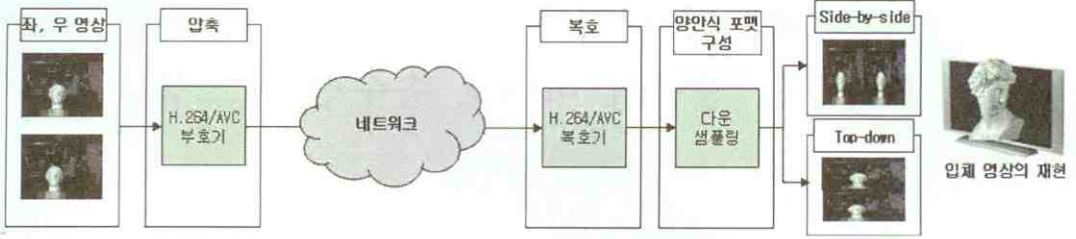
양안식 비디오 시스템의 경우, 기존의 2차원 영상의 두 배에 해당하는 데이터를 입력으로 사용하기 때문에 송신 및 수신해야 할 데이터의 양이 매우 많다.

최근 미디어 처리 시스템이 사용하는 영상의 크기가 빠르게 증가하는 것과 함께 보다 많은 영상 프레임을 요구하는 것을 고려할 때, 시스템에서 요구하는 메모리의 대역폭을 줄이는 기술은 매우 중요하다.

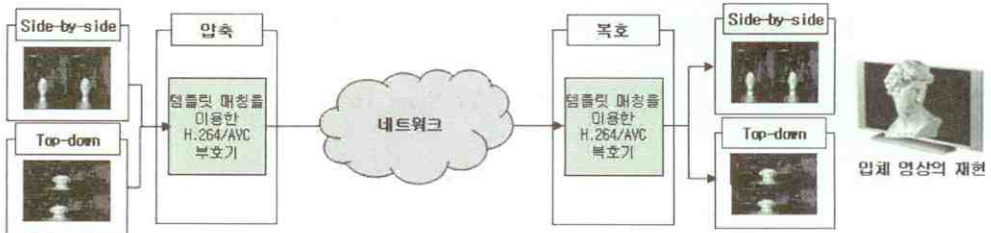
1 광주과학기술원 정보통신공학과 영상통신 연구실 (jachoi@gist.ac.kr),

2 광주과학기술원 정보통신공학과 교수

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2010-(C1090-1011-0003))



(그림 1) 양안식 비디오 송수신 시스템



(그림 2) 제안하는 양안식 비디오 송수신 시스템

본 논문에서는 메모리 대역폭을 효율적으로 감소시키기 위해 새로운 양안식 비디오 송수신 시스템을 고안했다. 제안하는 시스템에서는 이미 다운샘플링 한 영상을 입력 영상으로 사용해 부호화 및 전송해야 할 전체 데이터의 양을 줄였다. 또한, 다운샘플링 한 영상의 특성을 부호화에 이용하기 위해, 입력 영상의 구조를 바꿔 부호화 순서를 손쉽게 변경하고 템플릿 매칭을 이용한 화면내 부호화를 수행했다. 제안한 방법을 통해 시스템에서 요구하는 메모리의 대역폭을 평균 18.73% 감소시킬 수 있다.

2. 양안식 비디오 송수신 시스템

그림 1은 양안식 비디오 송수신 시스템의 개념도를 보여준다. 송신단에서는 좌, 우 영상을 입력 받아 부호화를 수행한 후 이를 전송한다. 수신단에서는 전송받은 비트스트림을 복호한 후, 양안식 입체 디스플레이에서 지원하는 양안식 포맷으로 다운샘플링한다.

아직 표준화된 양안식 포맷 규격이 존재하지는 않지만, 상업적으로 가장 많이 사용하는 포맷으로는 Side-by-side 포맷과 Top-down 포맷이 있다.

Side-by-side 포맷은 좌, 우 영상을 각기 반으로 줄인 후 좌우로 붙여 하나의 화면으로 구성하는 방식을 말한다. Top-down 포맷은 좌, 우 영상을 반으로 줄인 후 상하로 붙여 하나의 화면으로 구성하는 방식이다.

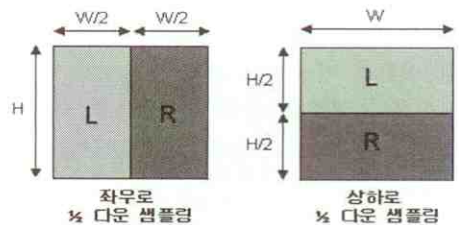
3. 제안하는 양안식 비디오 송수신 시스템

제안하는 양안식 비디오 송수신 시스템에서는 시스템에서 요구하는 메모리의 대역폭을 줄이기 위해, 복호 후에 다운샘플링을 수행하지 않고, 다운샘플링 한 영상을 시스템의 입력 영상으로 사용한다.

또한, 다운샘플링으로 얻은 양안식 영상 포맷의 특성을 부호화에 이용하기 위해 입력 영상의 부호화 순서를 변경하고, 템플릿 매칭을 이용한 화면내 부호화를 수행한다. 그림 2는 제안하는 양안식 비디오 송수신 시스템의 구조를 보여준다.

3.1 콘텐츠 구성

기존의 양안식 비디오 시스템은 좌, 우 두 개의 입력 영상을 필요로 한다. 이는 부호화 후 전송해야 하는 데이터의 양이 기존 2차원 비디오 시스템의 두 배임을 의미한다. 따라서, 양안식 영상의 전송을 위해서는 기존의 2차원 비디오의 두 배에 해당하는 대역폭이 필요하다.



(그림 3) 다운샘플링한 입력 영상

시스템에서 요구하는 메모리 대역폭을 감소시키기 위해서, 제안하는 시스템에서는 그림 3과 같이 Side-by-side 및 Top-down 양안식 포맷을 입력으로 사용한다.

기존의 시스템에서는 디스플레이 직전에 양안식 포맷으로 다운샘플링하지만, 제안한 방법에서는 부호화 전에 양안식 포맷으로 다운샘플링한다. 그림 3은 제안하는 시스템에서 사용하는 양안식 포맷 구성 방법을 보여준다.

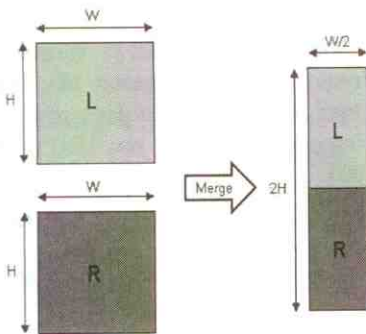
3.2 템플릿 매칭을 이용한 화면내 부호화

Side-by-side 또는 Top-down 영상을 구성하고 있는 좌, 우 영상은 양안 시차만 있을 뿐 동일한 장면을 촬영한 영상이므로 상관도가 매우 높다. 이 상관도를 부호화에 이용하기 위해 제안하는 시스템에서는 템플릿 매칭을 이용한 화면내 부호화[3]를 수행한다. 이를 통해, 우 영상을 예측할 때 상관도가 높은 좌 영상을 이용할 수 있어 부호화 효율을 높일 수 있다.

그림 4는 제안하는 시스템에서 템플릿 매칭을 이용해 Top-down 포맷의 영상을 화면내 부호화할 때, 참조 블록을 예측하는 방법을 보여준다. 템플릿 매칭 방법은 주변의 화소값을 이용해 가장 최적의 예측 블록을 찾기 때문에 복호기에 추가로 전송해야 하는 구문 정보가 필요하지 않다. 제안하는 시스템에서는 템플릿의 크기를 실험적으로 4로 결정했다.



(그림 4) Top-down 영상의 템플릿 매칭



(그림 5) 제안하는 side-by-side 포맷

Side-by-side 포맷의 경우 템플릿 매칭 시의 부호화 효율을 높이기 위해 영상을 그림 5와 같이 좌, 우가 아닌 상, 하로 배치해 부호화 순서를 변경한다. 이를 통해 코덱에 추가적인 조건문을 삽입하지 않고도 부호화 순서(coding order)를 손쉽게 변경할 수 있다. 또한, 사전 보정(rectification)되지 않은 영상이나 사전 보정에 오차가 있는 영상일지라도 템플릿 매칭 시 예측 블록의 탐색이 용이하다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안한 시스템의 성능을 평가하기 위해 기존의 양안식 비디오 송수신 시스템과 성능 비교를 수행했다. 실험 영상으로는 Balloons(1024×768), Kendo(1024×768)를 100 프레임을 사용했다.

각 시스템의 부호기로 H.264/AVC 참조 소프트웨어인 JM 14.2[4]를 사용했다. 하이 프로파일에서 양자화 계수 (QP) 22, 27, 32, 37에 대해 화면내 부호화를 수행하였고, 엔트로피 부호화로 CABAC(Context Adaptive Binary Arithmetic Coding)을 사용했다.

제안한 시스템의 구현을 위해, 각 실험 영상에 대해 제안한 구조의 Side-by-side 포맷 및 Top-down 포맷을 시스템의 입력 영상으로 하고, 기존의 H.264/AVC 부호기에 템플릿 매칭을 이용한 화면내 부호화 방법을 구현해 실험을 수행했다.

[표 1] 제안한 시스템의 성능 (Side-by-side)

영상	QP	기존 시스템		제안한 시스템	
		비트율 (Mbps)	PSNR (dB)	비트율 (Mbps)	PSNR (dB)
Balloons	22	24.55	44.95	16.44	44.69
	27	14.38	42.83	10.19	42.07
	32	8.81	40.20	6.23	38.97
	37	5.72	37.52	3.97	35.96
Kendo	22	16.89	45.73	11.12	45.55
	27	9.79	43.79	6.79	43.16
	32	5.98	41.37	4.16	40.25
	37	3.85	38.81	2.68	37.47

각 실험 영상에 대해 기존 시스템으로 부호화를 수행한 결과와 제안한 시스템으로 부호화를 수행한 결과를 비교했다. 제안한 시스템의 Side-by-side 포맷을 입력으로 한 결과를 표 1에, Top-down 포맷을 입력으로 한 결과를 표 2에 나타내었다.

[표 2] 제안한 시스템의 성능 (Top-down)

영상	QP	기존 시스템		제안한 시스템	
		비트율 (Mbps)	PSNR (dB)	비트율 (Mbps)	PSNR (dB)
Balloons	22	24.55	44.95	16.60	44.72
	27	14.38	42.83	10.14	42.05
	32	8.81	40.20	6.23	38.92
	37	5.72	37.52	3.97	35.89
Kendo	22	16.89	45.73	10.98	45.58
	27	9.79	43.79	6.67	43.16
	32	5.98	41.37	4.12	40.28
	37	3.85	38.81	2.67	37.49

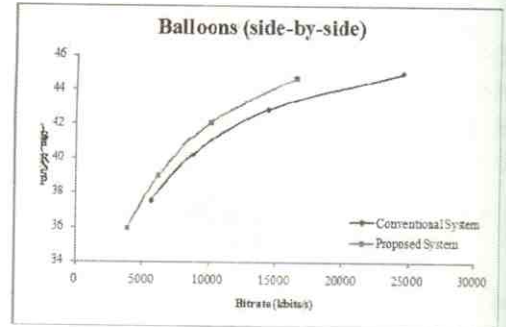
[표 3] BDPSNR과 BDBR

영상	제안한 시스템	
	BDPSNR (dB)	BDBR (%)
Balloons (side-by-side)	+1.07	-17.59
Kendo (side-by-side)	+1.10	-19.44
평균	+1.09	-18.52
Balloons (Top-down)	+1.03	-17.09
Kendo (Top-down)	+1.19	-20.78
평균	+1.11	-18.94

제안한 시스템의 성능을 파악하기 위해 동일한 화질에서의 비트율 변화를 측정할 수 있는 BDBR을 계산한 결과를 표 3에 나타내었다. 표 3에서 알 수 있듯이, 제안한 시스템은 기존 시스템에 비해 Side-by-side 포맷인 경우 평균 18.52%, Top-down 포맷인 경우 평균 18.94%의 메모리 대역폭을 줄일 수 있다.

실험 영상 중 하나인 Side-by-side 포맷의

Balloons 영상에 대한 비트율-왜곡 곡선이 그림 6에 나타내었다. 이를 통해 제안한 시스템이 기존의 시스템보다 우수한 성능을 보였다.



(그림 6) 비트율-왜곡 곡선 (Balloons)

5. 결론

본 논문에서는 메모리 대역폭을 감소시키기 위한 새로운 양안식 비디오 송수신 시스템을 제안했다. 제안한 시스템에서는 양안식 영상을 다운샘플링하여 입력으로 사용하고, 다운샘플링한 특성을 이용해 부호화 순서를 변경하여 템플릿 매칭을 수행하여 부호화를 수행했다. 제안한 방법을 이용해 Side-by-side 포맷을 이용한 경우 평균 18.52%, Top-down 포맷을 이용한 경우 평균 18.94%의 메모리 대역폭을 감소시킬 수 있다.

참고문헌

- [1] 엄기문, 이광순, 허남호, 유지상, "3DTV 서비스 동향," KIDS 기술 특집호, 10(3), pp. 31-41, 2009.
- [2] 최정아, 신인용, 호요성, "x264와 GPU를 이용한 고속 양안식 3차원 방송 시스템," 방송공학회 논문지, 15(4), pp. 540-546, 2010.
- [3] T. Tan, C. Boon, and Y. Suzuki, "Intra Prediction by Template Matching," in *Proc. IEEE Int. Conference on Image Processing (ICIP)*, pp. 1693-1696, Oct. 2006.
- [4] H.264/AVC Reference Software JM 14.2, available online at: http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/jm14.2.zip