

3 차원 영상 통신을 위한 스테레오스코픽 영상 및 깊이 프레임 오류 은닉 기법

정태영, 김창수
고려대학교 전자전기공학부
{lovelool17, changsukim}@korea.ac.kr

Frame Error Concealment of Stereoscopic Video Plus Depth for 3D Video Communication

Tae-Young Chung and Chang-Su Kim
School of Electrical Engineering, Korea University

요 약

본 논문에서는 스테레오스코픽 영상 및 깊이 프레임 오류 은닉 알고리즘을 제안한다. i) 좌측 컬러 프레임 오류 발생시 시간적 상관관계를 이용하여 프레임을 복원한다. iii) 우측 컬러 프레임 오류 발생시 깊이 정보 및 DIBR 기법을 이용하여 좌·우 시점간의 매칭 픽셀을 예측하고, 매칭된 픽셀의 움직임 벡터 및 밝기 차이를 이용하여 프레임을 복원한다. iii) 좌측 깊이 프레임과 iv) 우측 깊이 프레임의 오류 발생시 좌·우측 컬러 프레임의 움직임 벡터를 이용하여 손실된 프레임을 복원한다. 컴퓨터 모의 실험을 통해 제안하는 알고리즘의 스테레오스코픽 컬러 및 깊이 프레임 오류 복원 성능을 확인한다.

1. 서론

최근 3 차원 입체 영화 산업의 성공과 함께, 3 차원 영상 신호에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 스테레오스코픽 영상은 양안시차에 의한 입체시 (stereopsis)를 통해 입체감을 제공하나 고정된 시점으로 인해 입체감이 제한되는 단점이 있다. 여러시점의 영상을 제공함으로써 시점에 따른 운동시차 (motion parallax)를 통해 보다 역동적인 입체감을 제공할 수 있다. 이를 위해 2~3 시점의 컬러 영상과 깊이 정보를 동시에 전송하는 시점 영상 및 깊이 정보 전송 (multi-view+depth, MV+D) 포맷이 제안되었다 [1].

비디오 통신 중 채널오류로 인한 패킷 손실이 발생하게 되고 [2], 프레임 전체가 단일 패킷으로 전송될 경우, 패킷 손실은 프레임 손실로 이어지게 된다. 따라서 오류 은닉 기법 개발이 필수적이다. 기존 단일 또는 다시점 영상에 대한 오류 은닉 기법 연구가 활발히 진행되는데 비하여 MV+D 포맷의 오류 은닉 연구는 전무한 상황이다. 이에 본 논문에서는 MV+D 포맷의 프레임 오류 은닉 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 MV+D 포맷의 예측 구조에 대해서 설명한 후, 3 절에서는 제안하는 프레임 오류 은닉 기법을 설명한다. 4 절에서는 컴퓨터 모의 실험을 통해 제안하는 프레임 오류 은닉 기법의 성능을 확인하고, 마지막으로 5 절에서 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

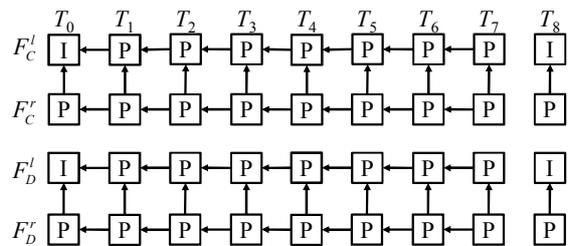


그림 1. 스테레오스코픽 비디오 및 깊이 정보의 예측구조.

2. 예측 구조

본 연구에서는 그림 1과 같이 스테레오스코픽 영상과 깊이 정보를 독립적으로 예측한다. 좌측 컬러 및 깊이 프레임은 시간적 상관관계를 이용한 움직임 예측/보상 기법에 의해 예측된다. 반면, 우측 컬러 및 깊이 프레임은 움직임 예측/보상 기법과 함께 시점간 상관관계를 이용한 디스패리티 예측/보상 기법에 의해 예측된다. 따라서 좌측 컬러 프레임에서 오류가 발생할 경우, 우측 컬러 프레임으로 오류 전파가 발생하지만 깊이 프레임으로 오류 전파는 발생하지 않는다. 우측 컬러 프레임에서 오류가 발생할 경우 오류 전파는 우측 시점으로 제한된다. 이는 깊이 프레임도 동일하다.

이 논문은 서울시 산학연 협력사업(No. ST090818)과 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1111-0003)

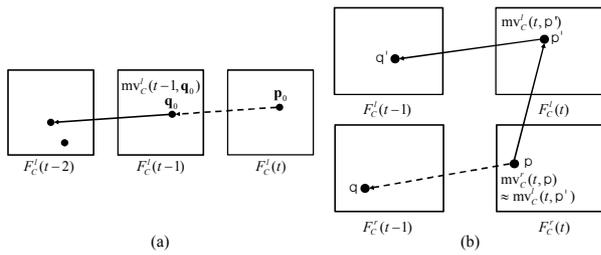


그림 2. (a) 좌측 컬러 프레임 복원과 (b) 우측 컬러 프레임 복원의 예

3. 제안하는 프레임 오류 은닉 알고리즘

3.1 좌측 컬러 프레임 오류 은닉 알고리즘

그림 2.(a)는 좌측 컬러 프레임 오류 복원을 위한 움직임 벡터 외삽을 나타낸다. 이전 컬러 프레임으로부터 오류 프레임으로 움직임 벡터를 외삽한다. 외삽된 움직임 벡터를 이용하여 이전 프레임으로부터 오류 프레임을 복원한다.

3.2 우측 컬러 프레임 오류 은닉 알고리즘

우측 컬러 프레임 오류 복원을 위해, 우측 깊이 프레임 정보와 DIBR 기법 [3]을 이용하여 우측 시점으로부터 좌측 시점에서의 매칭 픽셀을 예측한다. 매칭 픽셀은 동일한 객체를 나타내기 때문에 동일한 움직임 벡터 및 밝기 정보를 갖는다 [4]. 따라서 우측 시점 픽셀 p 의 움직임 벡터 $mv_C^l(t, p)$ 는 그림 2.(b)와 같이 예측되며, 밝기 변화는 다음과 같이 예측된다.

$$\varepsilon(p) = \varepsilon(p') = F_C^l(t, p') - F_C^l(t-1, q')$$

예측된 움직임 벡터 및 밝기 변화정보를 이용하여 이전 프레임으로부터 우측 컬러 프레임을 복원한다.

3.3 좌·우측 깊이 프레임 오류 은닉 알고리즘

깊이 프레임은 컬러 프레임과 달리 공간적 상관관계가 매우 크며 시간적 상관관계가 불규칙하다. 따라서 깊이 프레임의 시간적 상관관계 대신 깊이 프레임과 컬러 프레임의 움직임 벡터 유사성을 고려한다. 좌측 또는 우측 깊이 프레임 오류 발생시 좌측 또는 우측 컬러 프레임의 움직임 벡터를 이용하여 이전 깊이 프레임으로부터 오류 프레임을 복원한다.

4. 실험 결과

제안하는 프레임 오류 은닉 알고리즘의 성능 평가를 위해 ‘Balloons’와 ‘Kendo’ 영상을 사용하였으며, DERS를 이용하여 추출된 깊이 정보를 사용하였다. 각 영상을 JMVC 6.0으로 부호화하였으며, 컬러 또는 깊이 프레임에 10%의 프레임 오류를 임의로 인가하였다. 오류 발생 위치에 따른 성능 차이를 최소화하기 위해 10개의 서로 다른 오류 패턴에 대해 실험을 수행하고 영상 전체의 평균 PSNR을 측정하여 성능 비교를 수행하였다. 또한 깊이 프레임 복원 성능 평가를 위해 복원된 깊이 프레임을 이용하여 가상 시점을 합성하고 합성된 프레임의 PSNR을 측정하였다.

표 1 모든 프레임 및 가상 시점 합성 프레임의 평균 PSNR 성능 비교

실험 영상	시점	프레임 오류 은닉		가상 시점 합성	
		MV sharing	제안하는 알고리즘	MV sharing	제안하는 알고리즘
Balloons	F_C^l	33.84	35.04		
	F_C^r	31.59	35.21	30.38	32.29
	F_D^l	39.66	39.76		
	F_D^r	35.66	37.84		
Kendo	F_C^l	31.85	32.54		
	F_C^r	29.92	32.52	29.05	30.89
	F_D^l	39.78	40.16		
	F_D^r	31.46	36.98		

MV sharing 기법 [5]에 대하여 동일한 실험을 수행하고 제안하는 알고리즘과 성능 비교를 수행하였다. 표 1은 실험영상의 모든 프레임과 가상 시점 합성 프레임의 평균 PSNR을 나타낸다. 표 1에서 보듯이, 제안하는 알고리즘이 기존 MV sharing 기법보다 약 0.1 ~ 5.6 dB 높은 프레임 복원 성능을 보였으며, 가상 시점 합성 결과에서도 약 2.0 dB 높은 PSNR 성능을 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 스테레오스코픽 영상 및 깊이 프레임의 효과적인 오류 은닉 알고리즘을 제안하였다. 좌측 컬러 프레임 오류 은닉을 위한 움직임 벡터 외삽 기법을 제안하였다. 우측 컬러 프레임 오류 은닉을 위해, DIBR 기법을 적용하여 매칭 픽셀을 예측하고, 매칭 픽셀간의 움직임 벡터 및 밝기 변화의 유사성을 이용한 프레임 복원 기법을 제안하였다. 마지막으로 좌측 또는 우측 깊이 프레임 오류 은닉을 위해, 깊이 프레임과 컬러 프레임간의 움직임 벡터 유사성을 이용한 복원기법을 제안하였다. 컴퓨터 모의 실험을 통해 제안하는 알고리즘의 효과적인 스테레오스코픽 영상 및 깊이 프레임 오류 은닉 성능을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] *Vision on 3D Video*, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Doc. N10357, Lausanne, Switzerland, Feb. 2009.
- [2] Y. Wang, "Error control and concealment for video communication: a review," in *Proc. of the IEEE*, vol. 86, no. 5, pp. 974-997, 1998.
- [3] C. Fehn, "Depth-image-based rendering (DIBR), compression and transmission for a new approach on 3D-TV," in *Proc. SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XI*, San Jose, CA, USA, 2005
- [4] T.-Y. chung, S. Sull, and C.-S. Kim, "Frame loss concealment for stereoscopic video based on inter-view similarity of motion and intensity difference," in *Proc. IEEE ICIP*, HongKong, China, 2010.
- [5] C.T.E.R. Hewage, S. Worrall, S. Dogan, and A.M. Kondoz, "Frame concealment algorithm for stereoscopic video using motion vector sharing," in *Proc. IEEE ICME*, Hannover, Germany, 2008.