

# 스테레오 비디오의 효율적인 오류 은닉 알고리즘

정태영, 김창수

고려대학교 전자전기공학부

{lovelool17, changsukim}@korea.ac.kr

## An Efficient Error Concealment Algorithm for Stereoscopic Videos

Tae-Young Chung, Chang-Su Kim,

School of Electrical Engineering, Korea University

### 요약

본 논문에서는 스테레오 비디오의 오류 복원 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 시간적·시점간 상관관계를 동시에 고려하여 오류 블록을 복원한다. 시간적 상관관계가 있는 블록들의 디스패리티 벡터 유사성을 통해 움직임 벡터와 디스패리티 벡터를 예측하고, 시점간 상관관계가 있는 블록들의 움직임 벡터 유사성을 통해 디스패리티 벡터와 움직임 벡터를 예측한다. 예측된 벡터들로부터, 오류 블록의 인접 화소 값들과 가장 유사한 값을 갖는 시간·시점 후보 블록들을 찾고, 시간·시점 후보 블록들을 조합하여 오류 블록을 복원한다. 제안하는 알고리즘이 스테레오 비디오를 위한 효과적인 오류 은닉 방법으로 높은 복원 효율을 나타냄을 컴퓨터 모의실험을 통해 확인한다.

### 1. 서론

최근 3차원 비디오에 대한 관심이 증가하면서, 동일 장면의 좌·우 시점 영상을 통해 3차원 효과를 제공할 수 있는 스테레오 비디오에 대한 연구가 활발해 지고 있다. 스테레오 동영상의 압축을 위해서는 일반적으로 시간적 중복성 뿐만 아니라 시점간 중복성을 제거하기 위해 움직임 예측/보상 기법 (MCP)과 디스패리티 예측/보상 기법 (DCP)이 적용된다 [1]. 하지만, 비트스트림 전송 시 채널 오류에 의한 데이터 손실이 발생하게 되고, 이는 복호된 영상의 화질 열화를 발생시킨다 [2]. 이에 스테레오 비디오에 대한 효율적인 오류 은닉 알고리즘 개발이 요구된다.

단일 시점 비디오에 대한 오류 은닉 기법은 그동안 많이 연구되어 왔다. Aign *et al.* [3] 은 temporal replacement (TR) 알고리즘을 제안하였다. Zhang *et al.* [4] 은 decoder motion vector estimation (DMVE)을 제안하였다. DMVE 알고리즘은 손상된 블록의 위, 아래, 그리고 왼쪽에 위치한 인접 화소값과 이전 프레임에 위치한 후보 블록의 인접 화소값 간의 차이를 계산하여 최적의 움직임 벡터를 계산한다. 이와 같은 방법들은 기존 단일 시점 비디오에서는 효과적인 오류 복원 성능을 제공하지만, 스테레오 비디오에 적합하지 않다. 본 논문에서는 스테레오 비디오의 효율적인 오류 은닉 알고리즘을 제안하며, 이를 컴퓨터 모의실험을 통해 확인한다.

### 2. 제안하는 오류 은닉 알고리즘

본 논문에서는 그림 1과 같은 스테레오 비디오 예측구조를 고려한다. 좌측영상은 움직임 예측/보상만을 수행하며, 우측영상은 움직임·디스패리티 예측/보상을 모두 수행한다. 본 논문에서는 우측영상의 오류 발생 상황만을 가정한다. 오류 은닉을 수행하기에 앞서, 오류 블

록의 주변 이웃블록으로부터 벡터정보를 추출한다. 우측영상에서는 움직임 예측/보상과 디스패리티 예측/보상을 수행하기 때문에, 추출된 벡터들은 움직임 벡터  $M = \{m_0, m_1, \dots, m_{i-1}\}$ 과 디스패리티 벡터  $D = \{d_0, d_1, \dots, d_{i-1}\}$ 로 분류된다. 움직임 벡터 집합으로부터 디스패리티 벡터를 예측하고, 디스패리티 벡터 집합으로부터 움직임벡터를 예측한다.

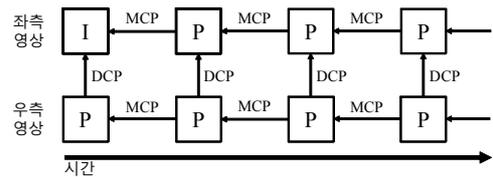
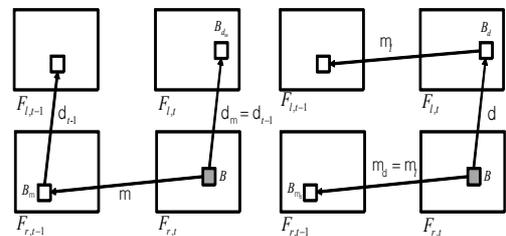


그림 1. 스테레오 비디오 예측 구조.



(a) 움직임 벡터로부터 디스패리티 벡터 예측 (b) 디스패리티 벡터로부터 움직임 벡터 예측.

그림 2. (a) 움직임 벡터로부터 디스패리티 벡터 예측 (b) 디스패리티 벡터로부터 움직임 벡터 예측.

#### 가. 움직임 벡터로부터 디스패리티 벡터 예측

그림 2 (a)는 움직임 벡터  $m$ 으로부터 디스패리티 예측을 나타내고 있다. 움직임 벡터  $m$ 에 의한 매칭블록  $B_m, B_m'$ 의 디스패리티 벡터를  $d_{i-1}$ 라하면, 시간적 매칭블록의 디스패리티 유사성에 의해  $B$

\* 이 논문 또는 저서는 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-331-D00420).

의 디스페리티 벡터  $\mathbf{d}_m = \mathbf{d}_{i-1}$ 으로 예측할 수 있다. 따라서  $\mathbf{m}$ 에 의한 시간적 매칭블록  $B_m$ 과,  $\mathbf{d}_m$ 에 의한 시점간 매칭블록  $B_{\mathbf{d}_m}$ 은 오류 복원을 위한 후보 블록들이 되며, 오류 블록  $B$ 의 인접한 화소값들과 유사한 값들을 갖아야 한다. 따라서 추출된 움직임 벡터 집합  $M$ 으로부터, 식 (1)을 최소화하는 움직임벡터와 디스페리티 벡터를 다음과 같이 예측할 수 있다.

$$\begin{aligned} Cost_m = & \sum_{k=-1}^{-1} \sum_{2s=0}^{15} |B(s,k) - B_{\mathbf{m}_i}(s,k)| \quad (1) \\ & + \sum_{k=0s=-2}^{15} \sum_{-1}^{-1} |B(s,k) - B_{\mathbf{m}_i}(s,k)| \\ & + \sum_{k=-2s=0}^{-1} \sum_{-1}^{15} |B(s,k) - B_{\mathbf{d}_m}(s,k)| \\ & + \sum_{k=0s=-2}^{15} \sum_{-1}^{-1} |B(s,k) - B_{\mathbf{d}_m}(s,k)| \end{aligned}$$

여기서  $\mathbf{m}_i$ 는  $M$ 을 구성하는 움직임 벡터를 나타내며,  $\mathbf{d}_m$ 는 예측된 디스페리티 벡터를 나타낸다.

#### 나. 디스페리티 벡터로부터 움직임 벡터 예측

그림 2 (b)는 디스페리티 벡터  $\mathbf{d}$ 로부터 움직임벡터 예측을 나타내고 있다. 시점간 매칭블록의 움직임 벡터 유사성을 이용하여 움직임 벡터를 예측할 수 있다. 식 (1)과 유사하게 디스페리티 벡터와 움직임 벡터를 예측할 수 있다.

#### 다. 최적 벡터 조합 선택 및 후보 블록 선택

최적의 벡터 조합을 선택하기 위해  $Cost_m$ 과  $Cost_d$  중 가장 작은 값을 갖는 벡터 조합을 오류 블록의 움직임 벡터와 디스페리티 벡터로 선택한다. 선택된 움직임 벡터와 디스페리티 벡터에 의한 시간적 후보 블록 ( $\tilde{B}_m$ )과 시점 후보 블록 ( $\hat{B}_d$ )을 선택한다.

#### 라. 최종 후보 블록 생성

$\tilde{B}_m$ 와  $\hat{B}_d$ 에 대해 식 (2)와 식 (3)과 같이 오류 블록의 인접화소 값과 차이 합을 계산하여 얻는다.

$$\begin{aligned} SAD_m = & \sum_{k=-2s=0}^{-1} \sum_{-1}^{15} |B(s,k) - \tilde{B}_m(s,k)| \quad (2) \\ & + \sum_{k=0s=-2}^{15} \sum_{-1}^{-1} |B(s,k) - \tilde{B}_m(s,k)| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SAD_d = & \sum_{k=-2s=0}^{-1} \sum_{-1}^{15} |B(s,k) - \hat{B}_d(s,k)| \quad (3) \\ & + \sum_{k=0s=-2}^{15} \sum_{-1}^{-1} |B(s,k) - \hat{B}_d(s,k)| \end{aligned}$$

후보 블록에 식 (4)와 같이 적응적 가중치를 적용하여 최종 후보 블록( $B'$ )을 생성하고 오류 블록을 복원한다.

$$B' = \left( \frac{SAD_d}{SAD_m + SAD_d} \right) \times \tilde{B}_m + \left( \frac{SAD_m}{SAD_m + SAD_d} \right) \times \hat{B}_d \quad (4)$$

표 1. 제안하는 오류 은닉 알고리즘의 PSNR[dB] 성능비교.

영상	원본 영상 (a)	오류 영상 (b)	DMVE (c)	제안하는 알고리즘 (d)
IU	35.24	19.15	29.95	30.19
VK	34.93	18.43	29.06	29.73
IUJW	33.87	20.63	28.36	29.09
Jamie1	38.06	11.31	31.68	32.64

### 3. 실험 결과

제안하는 오류 은닉 알고리즘의 성능 평가를 위해 “IU,” “VK,” “IUJW” 와 “Jamie1”영상을 JMVC 6.0을 이용해 부호화 하였다. 10%의 오류를 인가하였으며, 오류 발생 위치에 따라 복원 성능의 차이를 보이기 때문에 10개의 서로 다른 오류 패턴에 대해 실험하였다. DMVE [3] 알고리즘에 대한 실험을 수행하고 제안하는 알고리즘과 성능비교를 하였다. 10개의 서로 다른 오류 패턴에 대한 영상 전체 평균 PSNR을 측정하여 성능비교를 수행하였다. DMVE 알고리즘은 주변 이웃블록으로부터 추출한 벡터 중 가장 낮은 SAD값을 갖는 벡터를 선택하여 손실된 블록을 복원하는 방법으로 실험하였다.

표 1은 10% 오류 발생 시 DMVE 알고리즘과 제안하는 오류 은닉 알고리즘의 성능비교를 나타낸다. 오류 영상은 오류가 발생한 블록을 그레이 값으로 나타낸 영상을 의미한다. 표 1에서 보듯이, 제안하는 알고리즘이 기존 DMVE 알고리즘보다 약 0.2~1.0 dB 높은 PSNR 성능을 보이며, 특히, “Jamie1” 영상에서는 DMVE 알고리즘과 비교하여 약 1.0 dB 이상 향상된 PSNR 성능을 보인다.

### 4. 결론

본 논문에서는, 스테레오 비디오의 효과적인 오류 은닉 알고리즘을 제안하였다. 제안한 오류 은닉 알고리즘은 시간적 매칭 블록간의 디스페리티 벡터 유사성과 시점간 매칭 블록간의 움직임 벡터 유사성을 이용하여 손실된 블록의 움직임 벡터와 디스페리티 벡터를 복원하였다. 복원된 벡터에 의해 선택된 시간·시점 후보블록들의 조합을 통해 최종 복원 블록을 생성하였으며, 모의실험을 통해 제안한 알고리즘의 효과적인 오류 은닉 성능을 확인할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] A. Smolic, K.Mueller, N.Stefanoski, J. Ostermann, A. Gotchev, G. B. Akar, G. Triantafyllidis, and A. Koz, “Coding algorithms for 3DTV - a survey,” *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 17, no. 11, pp.1606-1621, Nov. 2007.
- [2] Y. Wang and Q. F. Zhu, “Error control and concealment for video communication: a review,” *Proc. IEEE*, vol. 86, no. 5, pp.974-997, 1998.
- [3] S. Aign and K. Fazel, “Error detection and concealment measures in MPEG-2 video decoder,” *Proc. International Workshop on HDTV*, Torino, Oct. 1995.
- [4] J. Zhang, J.F. Arnold, M. R. Frater, and M. R. Pickering, “Video error concealment using decoder motion vector estimation,” in *Proc. IEEE TENCON*, vol. 2, Australia, Dec. 1997.