

HEVC 오류 은닉을 위한 PU 기반 움직임 벡터 외삽법

김상민, 이동규, 박동민, 오승준
광운대학교

kimsangmin@media.kw.ac.kr, dongky@media.kw.ac.kr, freelyfly@media.kw.ac.kr,
sjoh@kw.ac.kr

PU-based Motion Vector Extrapolation for HEVC Error Concealment

Sangmin Kim Dong-Kyu Lee Dongmin Park Seoung-Jun Oh
Kwangwoon University

요 약

최근 인터넷 상에서 제공되는 영상 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 하지만 네트워크 환경에서 전송되는 데이터는 오류로 인하여 쉽게 손실될 수 있다. 특히 HEVC(High Efficiency Video Coding)와 같이 높은 압축률로 압축된 정보에 대한 전송 오류는 영상 복원에 심각한 영향을 끼친다. 따라서 네트워크 환경에서 일정한 화질을 유지하기 위한 오류 은닉(Error Concealment : EC) 방법이 필요하다. 본 논문은 HEVC EC 를 위한 PU(Prediction Unit) 기반 움직임 벡터 외삽법(Motion Vector Extrapolation : MVE) 모델을 제안한다. PU 는 예측의 기본 단위로써 PU 내에 동일한 물체가 포함될 확률이 높다. 따라서, 이 모델은 손실된 프레임의 이전 프레임이 갖는 PU 정보를 이용하여 PU 단위로 외삽(extrapolation)을 실시한다. 또한, 손실된 블록과 외삽 블록간의 관계를 고려하여 겹쳐진(overlapped) 외삽 블록 중 가장 작은 PU 크기를 EC 기본 단위로 결정한다. 이 방법은 PU 정보를 반영함으로써 블록 경계 오류(block artifact)를 감소시킨다.

1. 서론

최근 유무선 네트워크의 급격한 발전에 따라 더 많은 사용자들이 인터넷 상에서 제공되는 영상 서비스를 원하고 있다. 하지만, 네트워크 환경에서 데이터 전송은 오류가 발생할 확률이 높다. 이와 같은 오류는 HEVC(High Efficiency Video Coding)와 같이 높은 압축률을 가지는 부호화기의 영상 복원에 심각한 영향을 끼친다. 따라서 오류가 존재하는 네트워크 환경에서 일정한 화질을 유지하기 위하여 오류 은닉(Error Concealment : EC)방법이 필요하다. EC 를 위한 방법은 크게 공간적 정보를 이용한 방법과 시간적 정보를 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 공간적인 방법은 현재 프레임의 공간적 상관도를 이용하여 손상된 블록의 주변 화소(pixel) 정보로 오류를 은닉하는 방법이다[1,2,3]. 시간적인 방법은 이전 프레임의 움직임 정보를 이용하여 손상된 블록을 처리하는 방법이다[4,5,6]. 시간적인 방법의 대표적인 예로 움직임 벡터 외삽법(Motion Vector Extrapolation : MVE)이 있다[4]. MVE 는 간단하지만 손실된 프레임의 MV 를 얻어내는 효과적인 방법이다. [4]는 손실된 프레임 이전에 복호화된 프레임의 MB(Macro Block)이 가지는 MV(Motion Vector)를 이용하여 MB 을 손실된 프레임에 외삽(extrapolation)한다. 그 후 손실 블록과 외삽된 블록간의 겹침 (overlap)정도를 파악하여 최적의 MV 를 찾는다. 이때, 겹침 정도를 파악하는 블록의 크기 즉, EC 기본 단위는 8×8 을 이용한다. [5]는 기존

MVE[4]의 EC 기본 단위의 크기가 블록 경계 오류(block artifact)를 유발한다고 지적한다. 이를 해결하기 위하여 [5]는 EC 기본 단위를 화소 단위로 정하여 처리한다. 하지만 [4,5] 모두 외삽 블록의 기본 단위를 MB 으로 사용하고 있으므로 여전히 블록 경계 오류가 발생할 수 있다.

한편, HEVC 는 CU(Coding Unit)를 화면 내 예측 또는 화면 간 예측하는데, 이때 보다 효과적으로 압축하기 위하여 PU(Prediction Unit)을 정의한다. PU는 예측의 기본 단위로써 CU 내에 다양한 크기로 존재하며, 다양한 PU 의 크기는 프레임 내에 움직이는 물체의 정확한 예측을 돕는다. 이는 하나의 PU 내에 동일한 물체가 존재할 확률이 높다는 것을 의미한다. 따라서, PU 정보를 반영하여 외삽 블록의 크기를 결정하면 [4,5]와 같이 MB 단위로 외삽 하는 것 보다 동일 물체간의 블록 경계 오류를 감소시킬 수 있다. 이를 반영한 연구는 [6]이다. 하지만 [6]은 EC 를 CTU 단위로 진행한다. 정확한 EC 성능을 얻기에 [6]의 CTU 단위는 너무 크다. 따라서 본 논문은 PU 정보를 사용한 MVE[6]에서 더 나아가 EC 기본 단위 역시 PU 정보를 고려하는 새로운 모델을 제안한다.

2. PU 기반 움직임 벡터 외삽법

MVE[6] 알고리즘은 외삽 블록의 기본 단위를 손실된

프레임 이전에 복호화된 프레임에서 PU 정보를 얻어 결정함으로써 MB 단위로 외삽하는 기존 알고리즘[4,5]의 문제점을 보완할 수 있다. 하지만, [6]의 EC 기본 단위는 [4]의 문제점과 마찬가지로 그 크기가 크다. 따라서 본 논문은 PU의 정보를 이용하여 EC 기본 단위를 결정하는 모델을 제안한다. 먼저, PU 기반의 MVE 방법에 대해 그림 1을 통해 설명한다. N 프레임은 오류에 의해 손실된 프레임을 의미한다. 음영 처리된 블록은 현재 EC가 수행될 손실 블록이다. PU_{N-1}^i 는 $N-1$ 번째 프레임의 i 번째 PU를 의미하고, $MV(PU_{N-1}^i)$ 는 PU_{N-1}^i 의 MV를 의미한다.

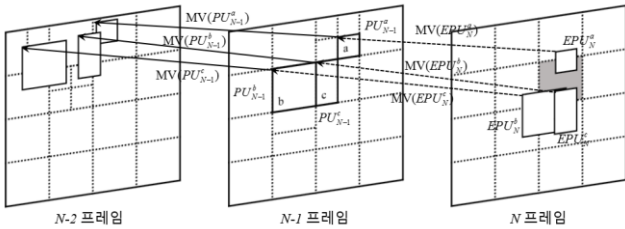


그림 1

EPU_N^i 는 PU_{N-1}^i 에 의해서 N 번째 프레임에 외삽된 블록을 의미한다. $MV(EPU_N^i)$ 는 EPU_N^i 의 MV를 의미한다. EPU_N^i 는 $MV(PU_{N-1}^i)$ 을 이용해 외삽된 블록이므로 $MV(EPU_N^i)$ 와 $MV(PU_{N-1}^i)$ 는 식 (1)의 관계를 갖는다.

$$MV(EPU_N^i) = MV(PU_{N-1}^i), \quad i = 1, 2, \dots, M \quad (1)$$

M 은 $N-1$ 프레임내에 존재하는 PU의 최대 개수이다. 그림 1은 PU 기반의 MVE를 설명하기 위하여 다수의 EPU_N^i 중 $EPU_N^a, EPU_N^b, EPU_N^c$ 만이 손실된 블록과 겹친다고 가정하는 그림이다. 그림 1에서 보이는 것과 같이 제안하는 알고리즘은 PU 단위로 MVE를 진행하고 손실 블록은 EPU_N^i 들과 겹쳐진다. 이렇게 겹쳐진 EPU_N^i 들의 크기가 $2N \times 2N$ 부터 $N \times N$ 까지 다양하다면 손실된 블록 역시 다양한 크기의 PU로 나누어질 확률이 크다. 따라서 손실된 블록의 EC 기본단위는 EPU_N^i 들의 크기를 반영하여 결정되어야 한다. 제안하는 PU 기반 MVE 모델은 EPU_N^i 중 가장 작은 EPU_N^i 의 크기를 이용하여 EC 기본 단위로 사용한다. 이때 그 크기로 나누어진 j 번째 블록을 PU_N^j 로 정의한다. $MV(PU_N^j)$ 는 PU_N^j 의 MV를 의미한다. 기존 MVE[4] 방법에 따라 PU_N^j 와 EPU_N^i 의 겹침 정도를

$$w_N^j = \sum_{p \in PU_N^j} f_N^i(p), \quad j = 1, 2, \dots, M' \quad (2)$$

$$f_N^i(p) = \begin{cases} 1 & p \in EPU_N^i \\ 0 & p \notin EPU_N^i \end{cases}$$

과약하는 과정을 식 (2)에 표현하였다. M' 은 N 프레임내에 PU_N^j 의 최대 개수이다. $MV(PU_N^j)$ 를 찾기 위하여 식 (3)을 통하여 EPU_N^i 와 가장 적합한 매칭(matching) 블록을 찾는다. 만약, 겹쳐진 영역이 없는 블록의 경우 왼쪽 블록의 MV를 참조하고 참조하지 못할 경우 0,0으로 설정한다[4].

$$MV(PU_N^j) = MV(EPU_N^{i^*}) \quad (3)$$

$$i^* = \arg \max \{w_N^j\}$$

3. 결론

본 논문은 PU 기반 MVE 모델을 제안하였다. PU는 예측의 기본 단위로서 MVE 과정에서 PU 정보를 이용하는 것은 블록 경계 오류를 최소화 할 수 있다. 따라서 제안하는 모델은 손실 프레임의 이전 프레임 PU 정보를 이용하여 외삽 블록의 크기를 정한다. 또한, 손실된 블록과 겹치는 EPU_N^i 중 가장 작은 EPU_N^i 의 크기를 EC 기본 단위로 사용한다. 추후 이 모델의 성능 검증을 위하여 실험을 진행하고, 그 결과를 PSNR 및 주관적 화질 측면에서 기존 연구 결과와 비교해야 한다.

4. 참고문헌

- [1] W.-M. Lam, A. R. Reibman and B. Liu, "RECOVERY OF LOST OR ERRONEOUSLY RECEIVED MOTION VECTORS," *Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP*, vol. 5, pp. 417- 420., Apr 1993.
- [2] C. Cai, J. Zhang, "Improved error concealment method with weighted boundary matching algorithm," *Multimedia Technology (ICMT)*, pp. 384- 386, July. 2011.
- [3] M.-J. Chen, L.-G. Chen, and R.-M. Weng, "Error concealment of lost motion vectors with overlapped motion compensation," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 7, no. 3, pp. 560- 563, Jun. 1997.
- [4] Q. Peng, T. Yang, and C. Zhu, "Block-based temporal error concealment for video packet using motion vector extrapolation," in *Proc. IEEE Int. Conf. Communications, Circuits and Systems and West Sino Expositions*, Jun. 2002, vol. 1, pp. 10- 14.
- [5] Y. Chen, K. Yu, J. Li, and S. Li, "An error concealment algorithm for entire frame loss in video transmission," presented at the *IEEE Picture Coding Symp.*, 2004.
- [6] T. Lin, N. Yang, R. Syu, C. Liao and W. Tsai, "ERROR CONCEALMENT ALGORITHM FOR HEVC CODED VIDEO USING BLOCK PARTITION DECISIONS," *IEEE Signal Processing, Communication and Computing(ICSPCC)*, pp. 1-5, Aug. 2013