

# 시각 특성을 고려한 스के일러블 비디오의 패킷 손실 최적화 기법

이현호 이광현 이상훈

연세대학교

hyuno012@yonsei.ac.kr

## Packet Loss Protection Method of Scalable Video considering Perceptual Saliency

Lee, Hyunho Lee, Kwanghyun Lee, Sanghoon

Yonsei University

### 요약

본 논문에서 우리는 unequal loss protection(ULP) 알고리즘을 기반으로 패킷이 손실될 수 있는 망 환경에서 인지적으로 재구성된 영상의 왜곡을 최소화하는 방법을 제안한다. 알고리즘에는 2가지의 주요 요인이 있다. 첫째, 인간 시각 체계의 균일하지 않은 분포의 함수로 압축된 영상에 가중치를 준다. 둘째, 패킷은 오류 전파가 일어나지 않도록 하면서 각각의 group of picture(GOP)내에서 시간적인 중요성이 할당된다. 프레임의 인지적인 중요성과 GOP의 계층적인 중요성을 동시에 고려하여, 제안하는 ULP알고리즘은 인간 시각적으로 가장 중요한 지역의 크기를 식별하여 효율적인 forward error correction(FEC) 알고리즘을 수행한다.

### 1. 서론

멀티미디어 환경의 폭발적인 성장과 함께, 영상 정보의 신뢰성 있는 전송은 멀티미디어 서비스의 부드럽고 끊김 없는 통신을 위한 중요한 요구사항이 되었다. 에러가 발생하기 쉬운 환경에서, 영상 정보의 중요한 공간적-시간적 연관성이 신뢰성이 없는 망에서 혼잡이나 지연으로 인해 깨지기 쉽다. 이것은 에러 전파로 인한 수신된 영상의 심각한 화질저하를 야기한다. 패킷 손실로부터 시각적인 화질 저하를 최소화하기 위해, 영상 처리 구조로부터 발생하는 에러 전파 효과를 처리하는 동안 인지적인 영상 화질을 고려하는 것이 필수적이다.

본 논문에서 우리는 압축된 비디오에서 인지적인 왜곡을 최소화하기 위한 ULP 방법 기반의 패킷 손실 복구 체계를 제안하였다. 이것은 인간 시각의 민감성의 모델을 이용한 영상 부호화 구조에서 다른 레벨로 균일하지 않게 중요성 정보를 할당함으로써 얻을 수 있다. 우리는 우선 각각의 GOP 내에 있는 영상 프레임의 기준에 진행된 중요성을 수치화 하는 것으로 시작하였다. 각각의 GOP에 있는 프레임으로부터 계산되는 움직임 보상은 현재 재구성된 프레임을 고화질의 영상으로 만들어 준다. 일반적으로 패킷 손실이 GOP의 앞부분에서 발생할 때, 재구성된 다음 프레임의 화질이 에러 전파로 인해 많은 영향을 받는다. 이런 점에서, 각 프레임의 인지적인 중요성은 GOP내의 첫 프레임으로부터 마지막 프레임까지 점차 떨어지게 된다. 따라서 우리는 기존의 ULP 방법에 인지적인 정보에 따른 가중치를 부여하는 정보를 포함하는 시스템을 제안한다.

### 2. 본론

만약 영상 압축이나 전송을 위한 이용 가능한 자원이 충분하다면, 우리는 기존의 알고리즘에 비해 제안하는 알고리즘의 성능 향상을 기대할 필요가 없다. 하지만 이용 가능한 자원이 불충분할 때, 인지적으

로 중요한 지역을 보호함으로써 더 개선된 성능을 얻을 수 있다. FEC 알고리즘은 채널 상태에 대한 함수로 정의되는 인지적인 가중치를 기반으로 수행된다. 또한 시각적으로 중요한 지역의 크기는 채널 상태와 공정성의 함수로써 결정된다. 시각적으로 중요한 지역의 크기가 크면, 공정성의 정도가 높은 것을 의미한다.

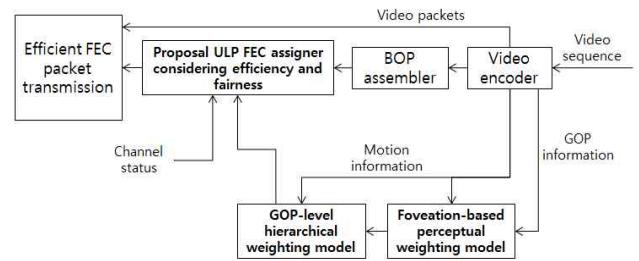


그림 1. 제안하는 ULP 알고리즘의 블록도.

그림 1은 제안하는 ULP 알고리즘의 흐름도를 보여준다. 우선, 가공하지 않은 영상 프레임이 영상 부호화기로 들어간다. 영상이 부호화 처리 되는 동안, 패킷 손실 때문에 생기는 저하 정도가 화질 평가 척도를 통해 추정된다. 패킷 손실 비율은 마르코프 모델[1]을 사용하여 추정된다. 그리고 나면 추정 결과는 RTCP[2]와 같은 프로토콜에 의해 알려진다. 또한 계층 간에 교차적으로 정보를 교환함으로써, 채널의 signal-to-interference-plus-noise-ratio(SINR)은 감시 통신로를 사용하여 측정될 수 있다. SINR로부터, bit error rate(BER)과 packet error rate(PER)이 추정된다. 만약 PER 정보가 RTCP 패킷을 통해 중단 측 사용자에게 주기적으로 전송된다면, QoS는 더 신뢰적으로 유지될 수 있을 것이다. 화질 평가 척도는 시각정보의 가중치 모델과 GOP 계층의 가중치 모델에 의해 얻어진다. 시각정보의 가중치 모델은 각각의 영상 패킷으로부터 local spatial bandwidth(LSB)를 계산한다. LSB는 각각의 시각적으로 중요한 지역의 중심으로부터 지수적으로 감소된다.

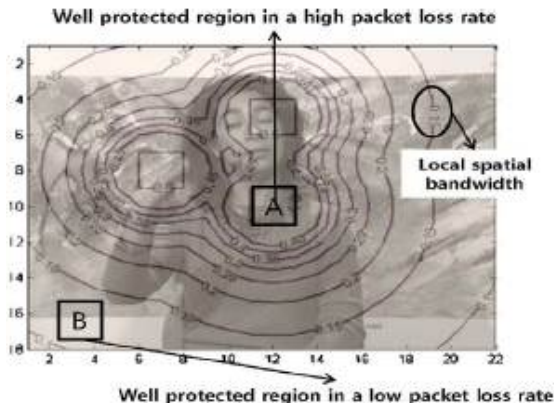


그림 2. 인간 시각정보의 균일하지 않은 표본화 정보를 고려한 인지적인 가중치 모델의 예시

그림 2는 세 부분의 시각적으로 중요한 지역을 식별한 인지적인 가중치를 적용한 테스트 영상 "Silent"의 재구성된 35번째 프레임을 보여준다. 이 때, 움직임이 발생하는 얼굴과 왼손부분이 시각적으로 중요한 부분이라고 가정하였다. 그림 2에서 A 지역에 있는 영상 패킷은 시각적으로 가장 중요한 지역에 있고, 따라서 오류로부터 잘 보호된다. 반대로 B 지역에 있는 영상 패킷은 시각적으로 중요하지 않은 지역에 있고, 오류로부터 상대적으로 덜 보호된다.

### 3. 실험결과 및 결론

제안하는 FEC 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 *City*, *Stefan*, *Silent* 그리고 *Soccer* 4종류의 CIF 테스트 영상을 사용하였다. 각각의 테스트 영상은 81프레임으로 구성되었고, 초당 프레임 수는 30이다. 초기 양자화 계수는 35이고, 영상은 H.264 참조 소프트웨어 [3]를 이용하여 부호화되었다.

Sequence Name	<i>Stefan</i>	<i>City</i>	<i>Soccer</i>	<i>Silent</i>
FEC ratio (%)	5 and 15	5 and 15	5 and 10	5 and 10
$L_B$	2	2	1	3
$P_B$ (%)	from 5 to 20			
$K$ in $RS(N, K)$	16			

표 1. 각 영상에 따른 실험의 변수들

주관적인 화질 평가를 위해, 우리는 5%~20%의 평균 패킷 손실률을 갖는 벤치마크 방법을 사용하여 재구성된 테스트 영상을 이용하였다. 그림 3은 20%의 평균 패킷 손실률을 갖는 *Soccer* 영상의 15 번째 프레임의 주관적인 화질 비교를 나타낸다. FEC-EL(8)은 가장 큰 중요 지역의 크기를 갖기 때문에, 재구성된 영상의 화질이 좁은 중요 지역의 크기를 갖는 영상에 비해 두드러지게 나쁘다. 반면, FEC-EL(0)은 재구성된 영상의 화질이 공정성이 없는 다른 영상에 비해 두드러지게 좋다.



그림 3. 20%의 평균 패킷 손실률을 갖는 *Soccer* 영상의 15번째 프레임의 주관적인 화질 비교. (a) 원본 영상. (b) FEC-FL(0). (c) FEC-FL(8). (d) 기존의 FEC.

본 논문에서 우리는 패킷 손실이 발생하는 망에서 적절하게 동작하기 위한 새로운 ULP 알고리즘을 제안하였다. 인간의 시각체계의 균일하지 않은 해상도의 구현을 가능하게 하기 위해, 우리는 간단하고 효율적인 성능 척도를 정의하였다. 제안하는 ULP 알고리즘은 영상 화질을 향상시키기 위해 다양한 망 상태를 고려하여 동작한다. 또한, 우리는 다양한 공정성의 정도에 따른 FEC 알고리즘을 제안하였다. 주관적인 실험결과를 제안하는 ULP 알고리즘이 기존의 알고리즘의 성능을 개선시킨 것을 보여준다.

### ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 국방과학연구소 지원에 의한 위탁연구(UD100022ID)의 일환으로 수행되었음.

### 참 고 문 헌

- [1] E. O. Elloitt, "A model of the switched telephone network for data communications," J. Bell. Syst. Tech., vol. 44, no. 1, pp. 98-109, 1965.
- [2] S. Wenger, Y.-K. Wang, and T. Schierl, "Transport and signaling of SVC in IP networks," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 17, no. 9, pp. 1164-1173, Sep. 2007.
- [3] H.264/AVC Software Coordination [Online]. Available: <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/index.htm>