

인터넷 화상전화를 위한 오류 전파 방지 기법

지명정⁰ 최태욱 박성호 정기동
부산대학교 전자계산학과
(bluesky, tuchoi, shpark, kdchung)@melon.cs.pusan.ac.kr

Technique for preventing error propagation in Internet video telephony

Myoung-Kyoung Ji⁰ Tae-Uk Choi Seong-Ho Park Ki-Dong Chung
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

인터넷 화상전화는 저렴한 가격으로 통신이 가능하게 하는 기술로 최근에 주목을 받고 있다. 인터넷은 제한적인 대역폭과 가변적인 손실을 나타내므로, 인터넷을 통해 전송되는 화상은 오류 전파에 의해 품질이 크게 떨어지게 된다. 일반적으로 화상은 움직임 예측, 보상기법을 이용하여 압축되기 때문에 한 프레임에서 발생한 오류가 그 프레임을 참조하는 프레임으로 전파되는 데 이를 오류 전파라고 한다. 기존의 오류 전파를 방지하는 기법에는 Error Tracking, NEWPRED, PFEC등이 있다. 본 논문에서는 인터넷 화상 전화에서 화상의 움직임이 적은 특성을 고려하여 Motion Vector의 중복전송을 이용한 PRMS기법을 제안한다. PRMS기법은 PFEC에 비해 부호화 효율을 높이면서 MB단위로 참조 프레임을 선택하여 오류 전파를 효과적으로 방지하는 기법이다. 실험을 통하여 PRMS기법이 기존의 PFEC나 NEWPRED에 비해 성능이 우수함을 보인다.

1. 서 론

인터넷 전화는 기존의 PSTN망을 대체하여 더욱 저렴한 음성 서비스를 제공하는 차세대 기술로 주목을 받고 있다. 또한 인터넷을 통한 화상 통신 기술의 발전은 음성과 더불어 화상을 포함한 인터넷 화상전화를 가능하게 한다. 인터넷 화상전화는 화상과 음성과 같은 대용량 멀티미디어 데이터를 전송하고 지연에 민감한 응용으로 효과적으로 화상과 음성을 전송하기 위한 방법이 요구된다.

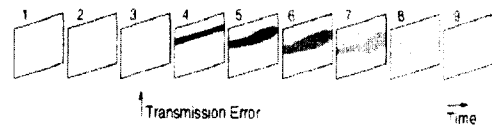
인터넷은 best-effort service만을 제공하므로, 전송되는 화상에 대하여 품질을 보장하지 못한다. 인터넷에서 전송되는 화상은 다음과 같은 인터넷의 특성에 영향을 받는다.

첫째, 인터넷에서는 제한된 대역폭이 제공된다. 따라서, 인터넷에서 전송되는 화상은 진보된 코덱인 H.263[1], MPEG-1[2]등을 이용하여 압축되어 전송된다. 이러한 표준에서는 화상의 효율적인 압축을 위하여 시간적, 공간적 중복성을 제거하는 압축방법을 동시에 적용한다. ITU-T에서 제안한 H.323[3]에서는 화상전화를 위한 비디오 압축 코덱으로 H.263을 권고하고 있다. 본 논문에서도 H.263을 기반한 화상 전송에 초점을 맞추고 있다.

둘째, 인터넷에서는 가변적인 패킷 손실이 발생한다. 따라서, 화상은 프레임 전체 또는 부분이 손실되어 전송되고, 화상의 품질을 떨어지게 된다. H.263, MPEG과 같은 압축 표준들은 시간적인 중복성을 없애기 위해 움직임 예측/보상 기법을 사용하게 되어, 프레임간은 서로 연관성을 가지게 된다. 결국, 프레임의 손실은 그 프레임 뿐만 아니라, 그 이후의 프레임에 오류가 전파되게 된다. 한 프레임에서 발생한 오류가 이후의 프레임에 계속 전파되는 것을 오류 전

파 (error propagation)라고 한다.

[그림 1]은 패킷 손실에 의해 발생된 오류가 다음 프레임으로 전파되는 예를 보여준다. 발생한 오류는 그 오류 블록의 움직임에 따라 다음 프레임에 영향을 미친다.



[그림 1] 패킷 손실에 의해 오류가 전파되는 예

따라서, 인터넷을 통한 화상 통신에서는 패킷 손실에 의한 오류가 시공간상으로 퍼지는 현상을 막아야 한다. 이러한 오류의 전파를 막고 강인한 화상 통신을 위한 기법들이 계속 연구 중에 있다.[4][5][6]

본 논문에서는 인터넷 화상 전화에서 화상의 움직임이 적은 특성을 이용하여 Motion Vector의 중복전송을 통한 PRMS(Periodic Reference Macroblock Selection)기법을 제안한다. PRMS기법은 이전에 제안한 PFEC[6]와 마찬가지로 주기적으로 프레임의 참조를 조절한다. 그러나, PFEC기법과 달리 PRMS기법은 오류 전파가 한 주기를 넘지 않도록 하기 위해 중복 Motion Vector를 이용하여 부호화 효율을 증가시키면서 오류가 발생한 GOB에 한해서 MB단위로 참조를 조절하여 오류 전파를 방지한다.

2. 관련 연구

화상 통신에서 피드백 채널을 이용하여 오류 전파를 방지하는 기법에는 대표적으로 NEWPRED[4], Error Tracking[5], PFEC[6] 등이 있다.

NEWPRED는 피드백 채널을 이용하여 수신측에 도착한 프레임에 대한 정보를 제공받는다. 이 정보를 이용하여 송신측에서는 수신측에 성공적으로 도착한 프레임으로 참조 프레임을 선택한다. 이러한 방법을 사용하여 손실된 프레임에 의해 발생하는 오류 전파를 방지한다. 이 기법은 우수한 성능을 보이지만, 지연에 민감하여 참조 프레임간의 거리가 커지면 압축 효율이 떨어진다.

Error Tracking은 심각하게 왜곡된 MB에 대해서만 Intra-refreshment를 수행한다. 이 때, 피드백 채널을 통해 받은 정보를 이용하여 심각하게 왜곡된 MB를 선택한다. 왜곡된 MB를 적은 계산량으로 선택하는 방법이 요구되며, Intra-refresh방법을 사용하기 때문에 부호화 효율이 떨어진다.

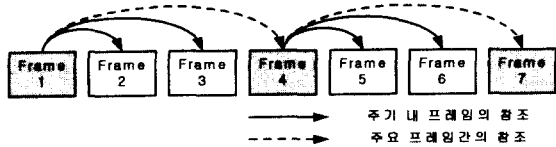
PFEC는 프레임을 일정한 주기로 나누어 주기의 첫번째 프레임을 주기적 프레임으로 설정하고, 나머지 프레임을 비주기적 프레임으로 설정한다. 비주기적 프레임은 동일한 주기내의 주기적 프레임을 참조 프레임으로 선택하고, 주기적 프레임은 이전의 주기적 프레임으로 참조 프레임을 선택한다. 그리고 주기적 프레임에 FEC기법을 적용하여 주기적 프레임간의 오류 전파를 방지한다. 결국, 주기내에서 발생한 오류는 한 주기 이상 전파되지 않게 된다. 프레임 전체를 중복전송하기 때문에 부호화 효율이 떨어진다.

3. 오류 전파 방지를 위한 기법

이 단원에서는 이전에 제안했던 PFEC에 프레임 단위가 아닌 MB단위로 참조 프레임을 선택하는 기법을 적용하여 오류 전파를 방지하고 부호화 효율을 높이는 기법을 제안한다.

3.1 중복 MV를 이용한 오류 복구 기법

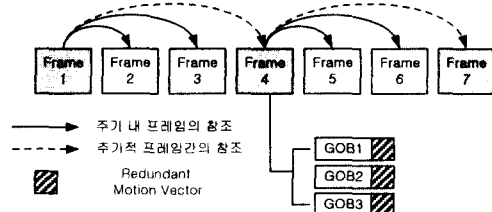
PFEC[6]기법은 [그림 2]와 같이 주기적 프레임과 비주기적 프레임을 구분한다. 그리고, 네트워크 상태에 따라 주기적 프레임에 중복 전송하는 이전 주기의 주기적 프레임 수를 조절한다.



[그림 2]PFEC기법의 프레임 참조

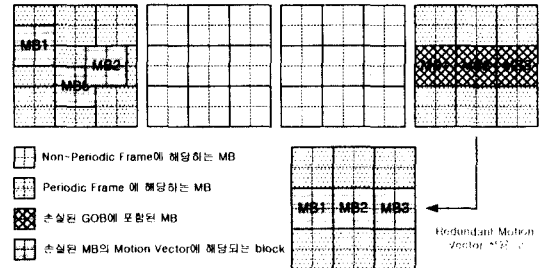
PFEC기법은 프레임 전체를 중복 전송하기 때문에 부하가 커지는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 본 논문에서는 프레임 전체가 아닌 MV만을 중복해서 전송하는 방법을 적용한다. 이것은 인터넷 화상 전화는 일반적으로 움직임이 작은 화상을 전송하기 때문에 가능하다. 즉 현재 프레임의 MB와 참조하는 MB간의 차이가 작기 때문이다. 또한, PFEC기법에서는 프레임 단위로 패킷을 전송했

다. 본 논문에서는 오류에 더욱 강건할 수 있도록 GOB를 단위로 전송하는 방법을 적용한다. 그리고, 각 주기적 프레임에 속하는 패킷에는 동일한 프레임에 속하는 다른 패킷에 포함된 GOB의 MV에 대한 정보를 중복해서 전송한다. [그림 3]은 GOB단위로 중복된 MV를 함께 전송하는 예를 보인다.



[그림 3]중복 MV를 포함한 전송

[그림 4]는 [그림 3]과 같이 프레임을 전송했을 때 일부 GOB가 손실된 경우 중복 MV를 이용하여 발생하는 오류를 복구하는 방법을 설명한다. 즉, 손실된 GOB에 속하는 MB 영역을 중복 MV에 해당하는 MB으로 대체함으로써 오류를 복구하는 것이다.



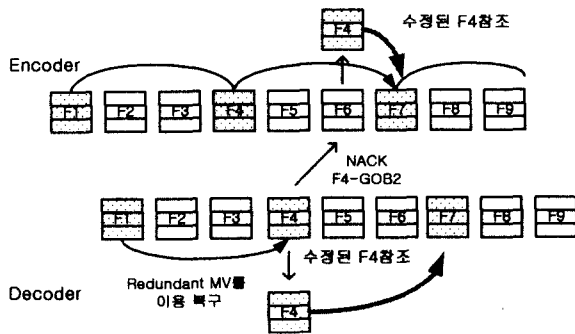
[그림 4] 중복 MV를 이용하여 오류 복구하는 예

중복 MV를 이용한 오류 복구방법은 전체 프레임을 중복 전송하여 오류를 복구하는 것에 비해 부호화 효율은 높을 수 있으나, 실제로 오류를 복구하는 방법은 아니다. 다시 말해, 실제 MB와 대체된 MB과의 차이만큼 오류가 발생하고 결국 주기적 프레임에서 오류 전파가 발생하게 된다. 본 논문에서는 이러한 오류 전파를 방지하기 위해 다음 단원에 MB단위로 참조 프레임을 선택할 수 있는 기법을 제안한다.

3.2 PRMS 기법

PFEC기법과 같이 한 주기이상 오류 전파가 진행되는 것을 막기 위해서는 주기적 프레임에서 오류 전파를 방지하는 방법이 필요하다. 이러한 오류 전파의 발생 원인은 결국 패킷 손실에 의한 Encoder에서 참조하여 압축한 프레임과 Decoder에서 복구할 때 참조한 프레임간에 서로 차이가 발생하기 때문이다. 따라서, 두 프레임을 동일하게 수정한다면 오류 전파를 막을 수 있게 된다. 본 논문에서는 중복 MV와 주기적 프레임의 손실 여부에 대한 정보를 피드백 채널을 통해서 프레임간의 차이를 복구하는 PRMS기법을 제안한다.

[그림 5]는 이러한 PRMS기법이 적용되는 순서를 보여 준다. [그림 5]에서는 주기적 프레임 F4에서 주기적 프레임에 대한 패킷 손실이 처음으로 발생했다고 가정한다. 패킷 손실이 발생하면 Decoder에서는 중복 MV를 이용하여 [그림 4]와 같은 과정을 통해 손실된 프레임의 오류를 방지한다. 그리고, 피드백 채널을 통해 Encoder에게 F4 프레임의 GOB2가 손실되었음을 알린다. Encoder에는 F6이 부호화되는 시점에 NACK정보가 도착하게 된다. 여기서, 손실된 주기적 프레임 F4의 다음 주기적 프레임인 F7이 부호화되기 이전에 F4에 대한 NACK정보를 받았으므로 Encoder에서도 Decoder에서와 동일하게 F4를 수정한다. 이런 과정을 거치면 Encoder에서의 F4와 Decoder에서의 F4는 동일하게 되어 F4에서 발생한 오류는 F7프레임에 영향을 주지 않게 된다.



[그림 5] PRMS기법 적용 예

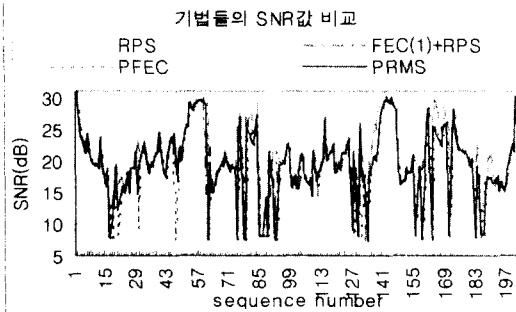
이 기법을 적용하게 되면, Encoder에서 F7이 참조하는 F4의 일부는 F1의 MB으로 대체되게 된다. 이것은 F7이 F4를 참조하여 부호화 되는 경우 F4의 손실된 MB을 참조하는 F7의 MB은 F1을 참조하게 되고 나머지는 F4의 MB를 참조하게 된다. 이러한 방법을 이용하면 실제 압축 코덱의 syntax의 수정 없이도 MB단위로 참조 프레임을 선택하는 것이 가능하게 된다.

PRMS기법은 NEWPRED기법과 달리 프레임 전체의 참조 프레임을 선택하지 않고, 손실된 MB에 대해서만 참조 프레임을 선택하는 것이 가능해진다. 또한, PFEC와 마찬가지로 오류 전파를 한 주기내로 한정하지만, MV만을 중복 전송함으로써 부호화 효율을 높일 수 있다.

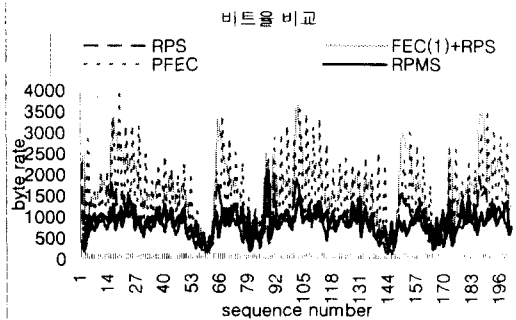
4. 실험

제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 H.263 TMN 7을 수정하여 제안된 기법과 다른 기법들을 구현했다. 실험은 probe packet을 성신여자대학교를 거쳐 부산대학교로 재 전송시켜 측정된 trace를 이용했다. 전송된 화상은 QCIF 형식으로 초당 10프레임으로 부호화되었다. 각 기법들의 화상 품질과 그에 따른 부호화 효율을 비교하기 위해 프레임별 SNR(Signal to Noise Ratio)값과 비트율을 측정했다. [그림 6]과 [그림 7]은 PRMS기법이 PFEC와 유사한 성능을 보이면서 더 낮은 비트율을 유지함을 보인다.

5. 결론



[그림 6] 각 기법별 SNR값 비교



[그림 7] 각 기법들의 프레임들의 비트율 비교

본 논문에서는 인터넷을 통한 화상 통신에서 발생하는 오류 전파를 방지하기 위한 기법인 PRMS(Periodic Reference Macroblock Selection)기법을 제안했다. PRMS기법은 주기적 프레임에 해당하는 패킷에 중복 MV를 전송하고 이를 이용하여 주기적 프레임에 대해서 MB를 참조 프레임을 선택한다. PRMS기법은 실험을 통하여 높은 부호화 효율을 유지하면서 효과적으로 오류 전파를 방지하여 화상 품질을 향상시킬 수 있었다.

6. 참고 문헌

- [1] ITU-T Recommendation H.263, Video codec for low bit-rate communications, 1998
- [2] Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio, Recommendation H.262(MPEG-2), International Standard ISO/IEC 13818-2, 1995.
- [3] ITU-T Recommendation H.323, Packet-Based Multimedia Communications Systems, 1998
- [4] Kimata, H. Tomita, Y. Yamaguchi, H. Ichinose, S. "Study on adaptive reference picture selection coding scheme for the NEWPRED-receiver-oriented mobile visual communication system", GLOBECOM 1998, Volume 3.
- [5] E.Steinbach, N.Farber, and B.Girod, "Standard compatible extension of H.263 for robust video transmission in mobile environments", IEEE Trans.Circuits.vol 7, pp.872-881, Dec.1997
- [6] T.U Choi, M.K Ji, S.H Park, K.D Chung, "An adaptive periodic FEC scheme for Internet video applications", IWDC2001.
- [7] M.K Ji, T.U Choi, S.H Park, K.D Chung, " FEC-based Error control for Interactive video transmission over the Internet", Proceedings of KISS, 2001.
- [8] Y. Wang and Q.-F Zhu, "Error control and concealment for video communication: A review," Proceedings of the IEEE, vol 86