

# 패킷망에서 MPEG-4 비디오 오류처리

## 최적화 방식 연구

### (Packet loss resilience methods of MPEG-4 Video)

이 상 조, 서 덕 영

경희 대학교 전자 정보 학부

#### ABSTRACT

This paper is about MPEG-4 error resilience tools of video streaming on packet service(ex, Internet). It is need to packetization for MPEG-4 video transport by packet unit on MPEG-4 system, this paper suggest packetization method of minimizing packet error on packet service[1]. FEC(Forward Error Correction) and retransmission is usually used for recovery of packet loss, and this paper suggest applying these method to DMIF(Delivery Multimedia Integration Framework) for minimizing packet loss[2].

#### 1. 서론

인터넷 이용인구의 폭발적인 증가와 함께 ISDN과 ADSL과 같은 광대역 통신망의 보급으로 비디오와 오디오 같은 멀티미디어 서비스가 가능해지고 이에 대한 요구가 급증하고 있다. 이와 더불어 멀티미디어 데이터의 전송과 비디오/오디오 압축 기술에 있어서 정해진 대역폭 안에서 최상의 효과를 이끌어 내기 위한 많은 연구가 진행되어지고 있으며 ITU 표준화 단체의 H.26\* 계열의 비디오 압축 표준화와 ISO/IEC 표준화 단체의 MPEG 계열의

표준화 작업이 대표적이다. 그 중에서도 객체 단위의 멀티미디어(비디오/오디오) 전송/저장이 가능하고 오류 환경에도 강한 MPEG-4가 멀티미디어 서비스에 가장 적합하다고 생각된다. 또한 VOD와 같은 비디오 스트리밍 서비스에서 MPEG-4를 이용한 비디오 서비스에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 인터넷에서의 MPEG-4 비디오 스트리밍 서비스에서 오류처리 최적화 방식에 관해 연구하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2.1절에서는 MPEG-4의 특징과 패킷화 과정에 대해 설명하였고, 2.2절에서는 오류 발생시 오류의 영향을 최소화할 수 있도록 MPEG-4 Sync layer에서 효율적으로 SL 패킷을 만드는 방법과 DMIF에서 패킷의 손실을 줄이기 위해 사용되는 방법에 관해 설명하였고, 2.3절에서는 2.2절에서 사용된 방법의 시뮬레이션(simulation)결과를 비교 분석하였다. 마지막으로 3장에서는 결론 및 향후 계획으로 끝을 맺는다.

#### 2. 본문

##### 2.1 배경

###### 2.1.1 MPEG-4의 특징

MPEG-4 부호화 방식이 기존의 MPEG-1,

MPEG-2 방식에 대해서 갖는 가장 큰 장점은 객체 기반 부호화 방식을 채택했다는 점과 전송 오류가 많이 발생하는 채널 환경에서 오류에 강하다는 점이다[3]. 객체 기반 부호화 방식이란 비디오나 오디오를 프레임 단위로 처리하는 것이 아니라 각각의 객체로 나누어 부호화한다는 것이다.(프레임을 하나의 객체로 가정하여 프레임 단위의 부호화도 가능)

MPEG-4 비디오에서는 오류 강인성(error resilience)을 위한 방법으로 재동기(resynchronization), 데이터 복원(data recovery), 오류 은닉(error concealment)의 방법 등이 사용된다[4].

재동기의 방법은 VOP(Video Object Plane) 내의 비트스트림(bitstream)에 주기적(일정하지는않음)으로 재동기 마커(RM)를 삽입한다. 이 재동기 마커와 재동기 마커사이의 데이터를 비디오 패킷이라 하는데 이 비디오 패킷 내에서 오류가 발생되면 그 부분의 비디오 패킷만을 버려서 오류가 확산되는 것을 막을 수 있다.

데이터 복원은 RVLC(Reversible Variable Length Codes)를 이용하여 가능하다. RVLC는 순방향뿐만 아니라 역방향으로도 디코딩될 수 있도록 제안된 코드로서 비디오 패킷내에 오류가 발생되더라도 그 패킷 전체를 버리는 것이 아니라 오류가 검출된 패킷의 다음 재동기 마커에서부터 다시 역으로 디코딩을 해서 데이터를 복원할 수 있도록 한다.

오류 은닉은 오류가 발생한 부분을 오류가 발생하지 않은 것처럼 보이게 하는 것이다. 예를 들어 오류가 발생한 매크로 블록(MB)을 전 프레임의 같은 위치의 매크로 블록으로 대체하면 원래 화면과 별로 차이가 나지 않을 것이다. MPEG-4에서는 데이터 분리(data partition)라는 방법을 써서 오류 은닉의 효과를 높인다. 이 방법은 크기가 작지만 중요한 정보를 가지고

있는 움직임 벡터(motion vector)와 비교적 긴 길이의 텍스처(texture)를 분리시킴으로서 텍스처에서 오류가 발생하여 그 값들을 버리더라도 움직임 벡터의 위치에 있는 이전 VOP의 매크로 블록을 가져와서 현재 VOP에서 오류가 없는 것처럼 오류 은닉을 할 수 있다.

인터넷을 통한 패킷 전송에서 오류는 비트 단위의 오류가 아니라 패킷 단위의 손실이 생긴다. 본 논문에서는 비디오 패킷 단위로 전송하여 오류가 발생하면 비디오 패킷의 손실이 생기기 때문에 패킷 중간의 비트 오류는 발생되지 않으므로 RVLC나 데이터 분리의 방법은 효과가 없으므로 사용하지 않았다.

### 2.1.2 MPEG-4 elementary stream의 패킷화 과정

MPEG-4에서는 비디오나 오디오 각각의 객체의 압축뿐만 아니라 각각의 압축된 비디오, 오디오 스트림을 패킷화하고 렌더링을 하는 기능을 갖는 MPEG-4 시스템과 전송, 저장 기능을 갖는 DMIF가 있다[1][2].

MPEG-4 시스템과 DMIF에서 압축된 비디오와 오디오 스트림인 Elementary Stream(ES)이 패킷화를 거쳐 전송되는 과정을 살펴보면 다음과 같다. ES는 하나의 VOP와 같이 하나의 시간 정보를 가지고 있는 Access Unit(AU)으로 구성되어 있는데, AU는 Sync layer에서 SL 패킷으로 만들어지고 FlexMux layer에서 여러 종류의 SL패킷들이 인터리빙(interleaving) 되어져서 TransMux layer를 통해 전송 또는 저장된다. [그림1]은 그 과정들을 나타내었다.

본 논문에서는 SL 패킷을 만들 때 AU를 비디오 패킷 단위로 잘라서 전송함으로써 비디오 오류 처리를 최적화하는 방법을 제안하였고 FlexMux와 TransMux로 구성되어 있는

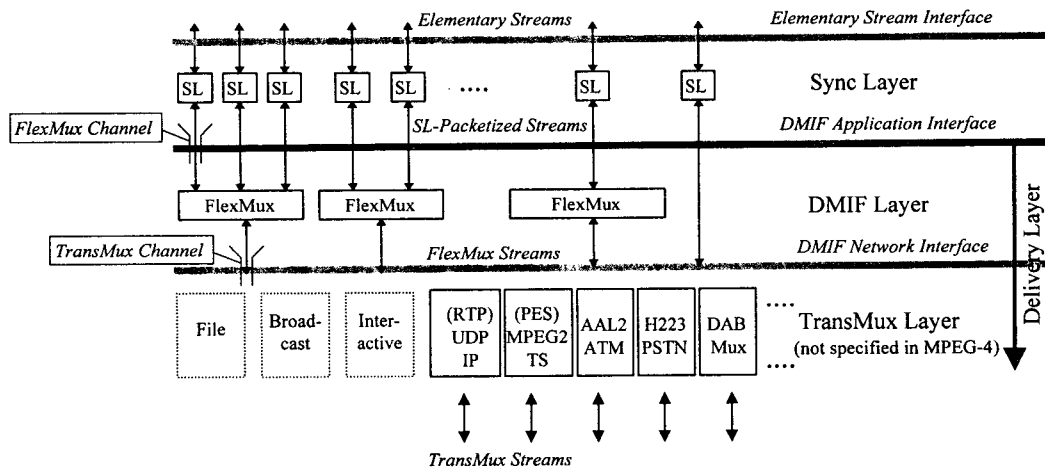


그림 1 MPEG-4 elementary stream의 패키징 과정

Delivery layer에서 FEC와 재전송을 이용하여 패킷 손실을 줄이는 방법에 대해 제안하였다.

## 2.2 제안

### 2.2.1 SL에서 비디오 패킷 단위로 패키징

MPEG-4 시스템의 Sync layer에서는 AU를 하나 또는 여럿으로 분리하여 SL 패킷을 만든다. 비디오에서 AU는 VOP가 되는데 이 VOP를 일정한 크기로 잘라서 SL 패킷을 만드는 것보다는 VOP를 비디오 패킷 단위로 잘라서 SL 패킷을 만드는 것이 효율적이다[5].

### 2.2.2 DMIF에서 패킷 손실을 줄이기 위한 방법

전송 채널에서 생기는 패킷 손실에 대응하기 위해서 시스템에서 만들어진 SL 패킷들은 DMIF에서 FEC나 재전송의 방법을 사용하여 전송한다. 랜덤한 패킷 손실의 경우에는 FEC를 적용하여 복원할 수 있지만 버스트한 패킷 손실의 경우에는 FEC로 복원이 안되고 재전송이 필요하다. 비디오 스트리밍 서비스에서는

실시간 전송이 필요하므로 TCP보다는 RTP/UDP 프로토콜을 사용한다. 본 논문에서는 FEC로서 RS 코드를 사용하여 패리티 패킷을 만들고 실시간 전송을 위해서 RTP 프로토콜을 이용한다. 현재의 네트워크 QoS를 측정하기 위해서 RTCP를 사용한다. 만일 RS 코드로 복원이 안 되는 버스트한 패킷 손실이 발생하면 재전송을 한다. 비디오 스트리밍 서비스에서는 초기 지연(버퍼링 시간)은 허용하기 때문에 일부 패킷들의 재전송이 허용될 수 있지만 한계 지연을 두어서 한계지연보다 늦게 도착하는 패킷들은 손실로 여김으로서 지속적인 스트리밍 서비스가 가능하다.

k개의 메시지(message) 패킷에 N-k(m)개의 패리티(parity) 패킷을 붙여보내고, 전송도중 잃어버린 패킷번호는 알 수 있다. N개의 패킷 중에서 N-k개까지 잃어버려도 완전히 복원 가능한데 이것을 RS(N, k)로 표현할 수 있다[6][7].

RS 코딩율(R)은  $R=k/N$ 으로 표현할 수 있는데 R이 작아질수록, 즉 패리티 패킷의 사용이 많을수록 유효 패킷 손실률은 작아진다. [그림2]는 k=4일 경우 R의 변화에 따른 유효 패킷 손실률을 나타내었다.

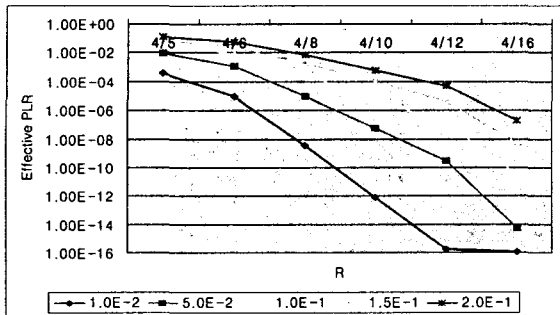


그림 2 R의 변화에 따른 유효패킷손실률(k=4) 또한 R이 일정할 때 N이 증가할수록 유효 패킷 손실률은 줄어든다. [그림3]은 R=1/2일 때 N에 따른 유효 패킷 손실률을 나타내었다[8].

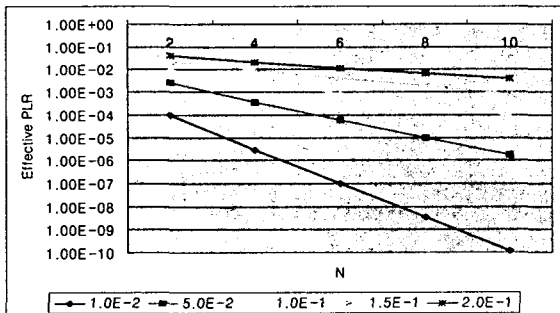


그림 3 N에 따른 유효 패킷 손실률(R=1/2)

비디오스트리밍 서비스에서는 초기 지연이 허용되므로 RS 코드를 적용할 때 프레임단위로 적용하는 것이 아니라 GOP 단위로 적용이 가능하데 이렇게 함으로서 유효패킷 손실률을 줄일 수 있을 뿐 아니라 버스트한 패킷 손실도 줄일 수 있다. 만약 1초 길이의 GOP에 RS(10,8)을 사용한다면 200msec 정도의 버스트한 패킷 손실까지 복원할 수 있다.

[그림4]는 서로 다른 길이의 SL 패킷에 RS 코드를 적용하는 방법을 나타내었다. SL 패킷 중에서 가장 긴 길이의 SL 패킷을 기준으로 하여 그 보다 길이가 작은 패킷들은 가장 큰 패킷과 길이가 같도록 나머지 부분을 0으로 패딩을 하여서 패리티 패킷을 만들고 실제로

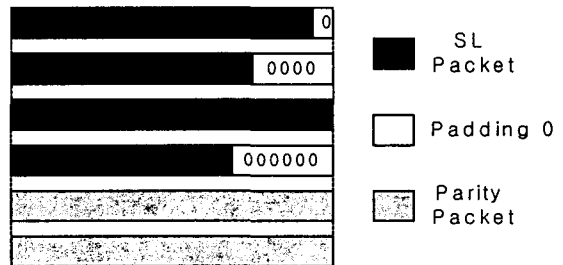


그림 4 서로 다른 길이의 SL 패킷에 RS 코드를 적용하는 방법 전송 할 때에는 실제 데이터만을 전송하여 패딩으로 인한 대역폭의 낭비를 줄인다.

### 2.3 실험 방법 및 결과

본 논문에서는 인터넷을 통한 비디오 패킷 전송에서 패킷 손실에 대응하기 위해서 FEC(RS 코드)와 재전송 방법을 사용한다. RS 모드는 손실률에 따라 RS(12,10), RS(13,10), RS(14,10),RS(15,10)의 네 종류의 RS 모드가 적용되고 이에 따라 최고 20%~50%까지의 손실은 RS 코드로 복원이 가능하다. 하지만 RS 코드가 복원할 수없는 버스트한 패킷 손실의 경우에는 재전송 방법을 사용한다. 사용된 시퀀스는 news(qcif, fps=20)이다.

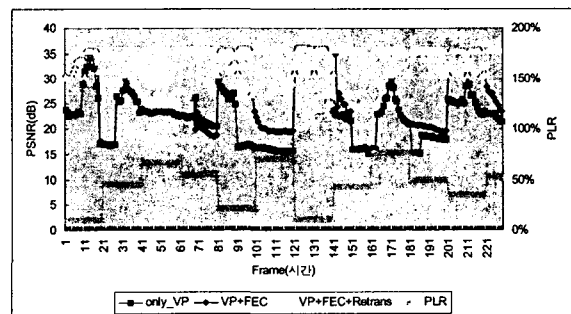


그림 5 PLR의 변화에 따른 FEC/재전송의 화질 비교

[그림5]는 평균 PLR(Packet loss rate)이 40% 일 경우 FEC(RS 코드)와 재전송을 사용하여 비디오 패킷을 전송한 것(VP+FEC+Retrans)과 FEC를 이용하여 비디오 패킷을 전송한 것(FEC)과 순수한 비디오 패킷만을 전송했을

때(only\_VP)의 화질(PSNR) 변화를 측정하는 것이다. 순수한 비디오 패킷만을 전송할 때보다는 FEC를 사용하였을 때가 화질이 더 좋고 재전송까지 사용하면 대부분의 손실된 패킷을 복원하여 화질이 더욱 좋다는 것을 알 수가 있다.

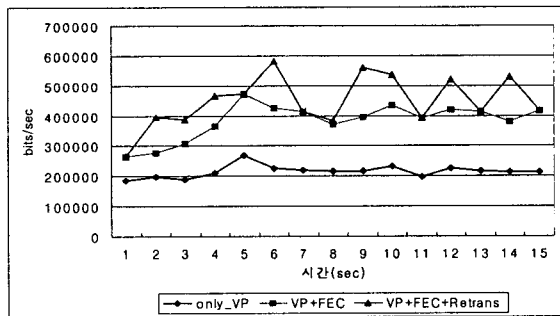


그림 6 FEC와 재전송 사용에 따른 비트율 변화 [그림6]은 각각의 방법에 따른 비트율의 변화를 나타내었다. PLR에 따라 FEC의 사용 비율이 달라지고 FEC로도 복원이 안 될 경우 재전송을 하기 때문에 재전송까지 하는 모드인 경우는 비트율이 더 증가한다는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 FEC와 재전송의 효과를 비교하기 위해서 비교적 높은 40%의 평균 PLR으로 시뮬레이션을 하였기 때문에 높은 비트율의 증가를 볼 수 있으나 낮은 패킷 손실률의 환경에서는 비트율의 증가가 크지 않을 거라 예상된다.

### 3. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 패킷망 (인터넷) 에서의 MPEG-4 비디오 스트리밍 서비스에서 비디오 오류처리 최적화 방식에 관해 연구하였다. MPEG-4 비디오를 비디오 패킷 단위로 패킷화 하여서 SL 패킷을 만들고 Delivery layer에서는 패킷 손실을 줄이기 위해서 서로 길이가 다른 SL 패킷들에 RS 코드를 적용하는 방법에 대해 설명하였고 버스트한 패킷 손실에 대처하고 패킷 복원 효율을 높이기 위해서 GOP 단위로 RS 코드를 적용하여 전송하고

그래도 복원이 안된 패킷들은 재전송을 이용하여 복원하는 방법을 적용하였다. RS 코드와 재전송을 사용하면 패킷 복원률이 높아져서 화질은 좋아지지만 대신 비트율이 증가하는 단점이 있다. 그러므로 화질과 비트율간의 trade off에 관한 연구와 버스트 에러시 패킷 복원에 관한 연구가 더욱 필요할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] "Information technology-generic coding of audio-visual objects Part-1:Systems", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2201
- [2] "Information technology-generic coding of audio-visual objects, Part-6:Delivery Multimedia Integration Framework(DMIF)", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3280
- [3] "MPEG-4 Overview-(V.14-Genève Version)", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3444
- [4] "MPEG-4 Video Verification Model Version12.1", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2552
- [5] 최지훈, 서덕영, 이승룡, "인터넷 비디오 폰 서비스를 위한 패킷 손실에 강한 시스템 연구", 신호처리합동학술대회, 1999, 10. Vol.12. No.1 pp159-162. 1999. 10.
- [6] B. Grid, K. Stuhlmuller, M. Link and U. Horn, "Packet Loss Resilient Internet Video Streaming," Conference on Visual Communications and Image Processing '99, Jan, 1999
- [7] F.Le Léannec, F. Toutain, C. Guillemot, "Packet loss resilient MPEG-4 compliant video coding for the Internet," Signal Processing : Image Communication 15, 1999
- [8] 최지훈, 이상조, 서덕영, "Internet QoS 적용적 실시간 멀티미디어 전송에 대한 연구", 한국 통신 학회 하계 종합 학술 발표회 논문집, 2000. 7, Vol(하). pp820-823.