

# 에러 내성 기법을 활용한 MPEG-4 비디오 데이터의 전송

윤승현, 김종호, 정제창  
한양대학교 전자통신전파공학과

## Robust Transmission of MPEG-4 Video Data using Error Resilience Tools

Seunghyun Yun, Jongho Kim, Jechang Jeong

Department of Electronic Communications Engineering, Hanyang University

E-mail : [apr2415@ece.hanyang.ac.kr](mailto:apr2415@ece.hanyang.ac.kr)

### 요약

최근 몇 년간 멀티미디어의 응용이 활발해지면서 H.261, H.263을 이용한 영상회의, MPEG-1, MPEG-2 등을 이용한 디지털 저장 미디어와 방송이 주요 관심분야로 발전해왔다. 이러한 기술을 바탕으로 이제는 무선망을 이용한 3세대 이동 통신이 새로운 이슈로 등장하고 있다. 그러나, 무선 환경에서는 채널 상에서 데이터를 전송할 때 에러가 많이 발생하기 때문에 에러에 강한 방법이 반드시 필요하게 된다. 본 논문에서는 특히 향후 많은 응용분야에 쓰일 MPEG-4 데이터를 무선망으로 전송함에 있어 MPEG-4 표준에서 규정하는 에러 내성 방법과 여기에 채널 코딩 기법을 도입하여 오류에 강한 특성을 지니도록 하는 방법을 제안한다. 실험결과는 단순히 기존의 에러 내성 기법을 활용할 때 보다 에러에 대한 강인성과 에러 검출에 있어 향상된 성능을 보여준다.

해 많은 관심을 갖고 있다. 게다가 이용자들의 욕구가 늘어나 이동 중에 동영상 통화와 멀티미디어 서비스를 즐기고, 인터넷 접속은 물론 서비스 이용지역에 제약받지 않기를 원함에 따라 서비스의 질적 향상은 반드시 필요하게 되었다. 그러나 무선망은 그 특성상 잡음이 심하고 여러 가지 채널에러를 일으키기 때문에 이용자들의 욕구를 만족시키지 못할 수가 있다. 그러므로 무선 환경에서 데이터를 전송할 때 채널 상의 잡음을 고려하여 에러에 강인하게 하는 방법이 반드시 필요하게 된다. 본 논문에서는 MPEG-4에서 사용되는 에러 내성 기법과, 에러 검출 기법인 CRC 코드를 사용하여 MPEG-4 데이터를 무선망으로 전송하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 에러 내성 기법을 설명하고, 3장에서는 MPEG-4 에러 내성 기법과 CRC 구현에 대해 기술한다. 4장에서는 실험 결과를 보여주고, 5장에서 결론을 맺는다.

### 1. 서론

차세대 이동통신으로 각광받고 있는 IMT-2000의 상용화를 앞두고 국내외에서는 이에 적합한 서비스에 대

### 2. 기존의 에러 내성 기법

MPEG-4와의 차이를 중심으로 기존의 에러 내성 기법을 설명하면 다음과 같다.

비디오 비트스트림은 VLC로 부호화되어 있기 때문에 스트림 내에 에러가 발생하면 계속해서 에러가 전파되어 치명적인 결과를 낳게 된다. 이를 방지하기 위해서 H.261, H.263과 MPEG-2에서는 슬라이스 구조를 사용한다[2]. 슬라이스 헤더에는 32비트의 슬라이스 시작동기 코드가 있어서 디코더와 비트스트림 사이에 동기를 맞춰준다. 그렇기 때문에 비트스트림에 에러가 발생하여도 에러의 전파는 다음 슬라이스의 시작 위치에서 멈추게 된다. 그러나 슬라이스 구조에서 문제점은 부호화 비트율이 일정하지 않기 때문에 동기마커가 비트스트림 안에서 균일하지 않게 나타나게 된다는 것이다. 즉, 움직임이 많은 부분과 같이 중요한 정보가 많은 곳에서 에러의 영향을 받기 쉬워지고 에러 은닉이 더 어려워진다.

### 3. MPEG-4 에러 내성 기법과 CRC의 구현

MPEG-4에서는 공간적 에러 내성 기법으로 다음과 같은 틀을 제공한다[1].

- Resynchronization
- Data Partitioning
- Reversible VLC
- Header Extension Code(HEC)

#### 3.1. Resynchronization

MPEG-4에서는 슬라이스 구조 대신에 비디오 패킷 구조를 갖기 때문에 비트스트림 사이에 동기마커가 균일하게 나타난다. 즉, 비디오 패킷의 길이는 매크로블록의 개수와 무관한 반면 패킷 내의 비트수에 의존도를 갖게 되기 때문에 슬라이스 구조에서의 문제점을 해결할 수 있게 된다[3].

Resync Marker	Macroblock Number	Quant Scale	HEC	MB Data	Resync Marker
------------------	----------------------	----------------	-----	------------	------------------

그림 1. MPEG-4의 비디오 패킷 구조

위의 그림에서 Resync Marker는 새로운 비디오 패킷의 시작을 나타내며, VOP start code나 다른 VLC 코드들과는 다른 값을 갖는다. 또한 비디오 패킷간의 에러 전파를 막기 위해서는 패킷들의 의존도를 제거해야 한다. 위의 그림에서 Macroblock Number와 Quant Scale이 그와 같은 패킷의 독립성을 위해 필요하게 된다. Macroblock Number는 현재 패킷내의 첫번째 매크로블록의 화면내 순서를 나타내어 공간적인 동기화를 맞춰준다. Quant Scale은 패킷내의 DCT 계수들을 양자화하기 위한 값을 나타낸다.

#### 3.2 Data Partitioning

데이터 분할은 비디오 패킷 내에서 정보의 전달 순서를 변경함으로써 에러 내성을 향상시키는 기술이다. 비디오 패킷에서 뒷부분의 정보가 올바르게 복호될 확률은 앞부분의 정보에 비하여 낮기 때문에 데이터 분할에서는 비디오 패킷에 포함된 매크로블록(MB) 정보 중에서 특히 중요한 정보만을 비디오 패킷의 전반부에 놓고, 그 이외의 정보는 후반부에 위치하도록 전송 순서를 변경한다. 또, 전반부와 후반부의 정보 사이에 특정의 비트스트림(인트라 VOP의 경우는 DC 마커(19비트), 인터 VOP의 경우는 motion 마커(17비트))을 배치하여, 전반부의 중요한 정보에 대하여 에러의 유무를 판정할 수 있게 한다. 즉, 전반부의 중요한 정보의 부호량은 비디오 패킷 전체의 부호량에 비하여 비교적 작기 때문에, 중요한 정보에 에러가 발생할 확률을 낮게 할 수 있게 된다.

Motion & Header Information	Motion Marker	Texture Information
--------------------------------	------------------	------------------------

그림 2. 데이터 분할 모드 구조의 예

#### 3.3. Reversible VLC

Resynchronization marker는 에러를 패킷 단위로 국소화시키는 반면 reversible VLC는 패킷 내에서 에러

의 범위를 국소화 시키는 방법이다. 우선 통상의 방법 대로 에러를 검출하기까지 순방향으로 복호를 한 후 다음의 resynchronization marker를 찾는다. 그리고, 그 resynchronization marker에서 에러를 검출할 때까지 역방향으로 비디오 패킷을 복호한다. 이를 가능하게 하기 위해 패킷 끝 부분에 '0', '01', '011', '0111', ... 처럼 1-8비트의 가변장 부호로 비트 정렬을 한다(그림 3).

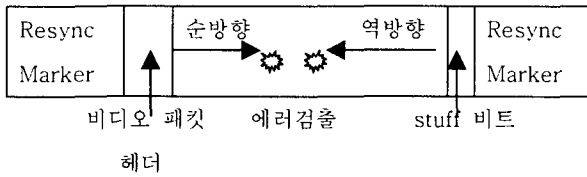


그림 3. Reversible VLC로 에러를 국소화 시키는 방법

### 3.4 Header Extension Code

Quant Scale 다음에 오는 필드는 HEC이다. HEC는 추가적인 정보가 필요한지의 여부를 나타내는 플래그 필드이다. 디코더가 비디오 비트스트림을 디코딩하는데 필요한 가장 중요한 정보는 헤더정보이기 때문에 헤더 정보에 에러가 발생하면 치명적인 결과가 생길 수 있다. 따라서, MPEG-4에서는 Header Extension Code라는 1-비트 플래그를 두어 이 플래그가 1로 설정되면 비디오 프레임의 기술헌을 중요한 헤더 정보를 비디오 패킷마다 반복시켜 삽입하게 된다. 그 결과 압축된 비트스트림은 늘어나지만, 에러가 많이 발생하는 무선 환경에서는 효율적인 결과를 얻게 된다.

### 3.5 CRC 구현과 MPEG-4 스트림에 삽입

에러를 검출하는 간단한 방법은 데이터를 전송하기 전의 checksum과 전송한 후에 발생한 checksum을 비교하는 것이다. CRC의 이점은 어느 구간에서 데이터가 변했을 때 전송 전과 같은 checksum을 발생시킬 수 없다는데 있다[4].

데이터 스트림을 한 비트씩 이동시키면서 1의 값이

레지스터에 들어올 때마다 정해놓은 다항식과 exclusive OR 연산을 하여 checksum을 구할 수 있다. 그러나 이 방법은 많은 연산을 요구하기 때문에 본 논문의 실험에서는 256개의 값을 갖는 lookup table을 만들어 한 번에 1 바이트씩 이동해 연산하는 방법을 사용하였다. 가장 많이 사용되는 다항식으로는 "X25 Standard" ( $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ )로 알려진 16비트 다항식과 "Ethernet standard" ( $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$ )로 알려진 32비트 다항식이 있는데, 본 논문의 실험에서는 32비트 다항식을 사용하였다.

MPEG-4 비디오 패킷내에는 디코딩된 매크로블록의 위치를 알려주는 정보가 있기 때문에 MPEG-4 디코더는 패킷 내의 마지막 매크로 블록이 디코딩되거나 에러가 발생할 때 까지 디코딩을 할 수 있다. 그런 다음 resynchronization marker를 찾아서 계속 디코딩하기 때문에 한 패킷의 마지막과 다음 패킷의 처음 사이에 User Data임을 알리고 CRC 코드를 삽입하는 것이 가능하다.

## 4. 실험 및 결과

무선 이동통신 채널에서 전형적인 에러는 10ms burst 에러이다. 본 실험에서의 에러조건은 다음과 같다.

- 전형적인(Typical) 에러조건 :  $1e-4$  10ms burst 에러
- 임계(Critical) 에러 조건 :  $1e-3$  10ms burst 에러

무선 이동통신 채널에서 고려할 수 있는 다양한 채널 비트율을 목표 채널 비트율로 정하고 이에 맞추어 다음과 같은 코딩 조건을 주었다.

표 1. 코딩조건

채널비트율 (kbps)	32	64	128	384
테스트 시퀀스	Fore-man	Fore-man	Fore-man	Mobile & Calendar
비디오비트율(kbps)	30.8	57.1	117.4	352.1

패킷크기 (bits)	480	600	800	1440
HEC	1 <sup>st</sup> RM	1 <sup>st</sup> RM	1 <sup>st</sup> RM	1 <sup>st</sup> RM
해상도	QCIF	QCIF	QCIF	CIF
프레임율 (fps)	6.25	12.5	25	7.5
양자화값	20	15	12	13
샘플링율	4	2	1	4

각 실험에서는 압축된 시퀀스와 압축된 후 에러가 생긴 시퀀스를 비교하였다.

모든 비트율에서 전형적인(Typical) 에러를 발생시켰을 때는 약간의 화질열화만 나타나는 결과가 나왔다. 반면에 임계(Critical) 에러 조건에서는 에러의 영향이 많이 나타나는 것을 알 수 있다(표 2).

표 2. 비트율마다 에러 조건에 따른 성능비교(PSNR)

비트율 에러조건	32kbps	64kbps	128kbps	384kbps
Typical	45.95dB	37.37dB	38.44dB	41.35dB
Critical	29.11dB	15.39dB	28.71dB	28.93dB

(Resync Marker 사용)

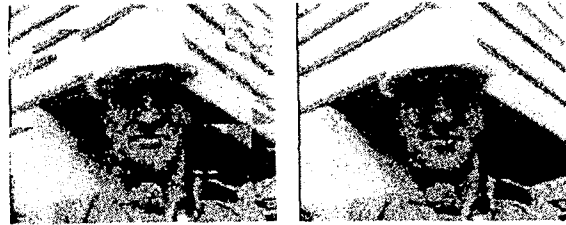
목표 비트율 64kbps의 코딩조건으로 코딩된 데이터에 임계(Critical) 에러를 발생시켰다. 에러 내성 기법을 사용하지 않았을 때 보다 사용할 때 향상된 기법을 보인다. 특히 데이터 분할 기법에서 좋은 향상을 보여주고 있다(표 3).

표 3. MPEG-4 에러 내성 기법들의 성능 비교(PSNR)

No Resilience	RM	RM+ DP	RM+ DP+ RVLC
12.89dB	15.39dB	30.93dB	38.76dB

마지막으로 128kbps의 목표 비트율에 임계(Critical) 에러 조건에서 CRC 코드를 MPEG-4 비트스트림에 넣어서 성능 분석을 하였다. 패킷의 길이를 800비트로 하

고 각 패킷마다 CRC 체크를 하여 에러를 검출하면 바로 앞의 VOP 데이터로 에러 은닉을 하였다. 결과는 패킷 단위로 에러를 검출하여 에러 은닉을 가능하게 하였다.



(1) 19.77dB

(2) 21.04dB

그림 4. CRC코드를 넣지 않았을 때(1)와 넣었을 때(2)

## 5. 결론

본 논문에서는 기존의 에러 내성 기법을 더 보완하여 MPEG-4 데이터가 에러에 더욱 강인함을 보여준다. 또, 에러 내성 기법과 제안한 에러 검출/정정 부호 등과 함께 사용하면 무선 이동통신과 같이 에러가 많이 발생하는 환경에서 MPEG-4 비디오 데이터를 전송하는데 효율적으로 사용할 수 있음을 보여준다.

## 참고 문헌

- [1] ISO/IEC 14496-2. "Information technology - Generic coding of audio-visual objects," FDIS, 1998
- [2] ISO/IEC 13818-2. "Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio : Video." International Standard, 1995
- [3] Raj Talluri. "Error-Resilient Video Coding in the ISO MPEG-4 Standard," *IEEE Communications Magazine*, 1998
- [4] Shu Lin/Daniel J., Costello Jr., *Error Control Coding: Fundamentals and Applications*