

MPEG-4 비디오에서의 효율적인 적응 인트라 리프레쉬

조창호⁰ 채병조 오승준 정광수
광운대학교 전자공학부
(changho, bjchae, sjoh)@kwangwoon.ac.kr
kchung@daisy.kwangwoon.ac.kr

Efficient Adaptive Intra Refresh in MPEG-4 Video

Chang-Ho Cho⁰ Byung-Jo Chae and Seung-Jun Oh
School of Electronics Engineering, Kwangwoon University

요 약

통신 채널을 이용해서 비디오 데이터를 전송할 경우 데이터에 에러가 삽입되게 된다. 이러한 에러의 영향을 최소화하기 위해서 비디오에서는 여러 가지 에러 강인성 도구들을 제공한다. 하지만 영상에 한번 에러가 발생하게 되면 다음 영상에도 영향을 주게 되므로, 에러가 생긴 부분은 인트라(Intra)코딩을 해주어야 다음 영상에 영향을 주지 않게 된다.

MPEG-4는 재 동기 마커와 데이터 분리 같은 에러 내성 도구가 사용되기 때문에 이전에 사용되는 인트라 리프레쉬 방법은 효율성이 떨어진다. 본 논문에서는 이전 방법과 달리 리프레쉬 맵(Refresh Map)을 2개 사용하여 기존에 MPEG-4에서 사용하던 방법보다 0.33 ~ 0.39 db 정도 화질이 향상되었다.

1. 서 론

오늘날 화상전화나 VOD 서비스 같이 통신을 이용하여 영상을 전송하기 위해서 영상은 압축이 필요하게 된다. 압축된 영상은 데이터를 줄이기 위해 시간적, 공간적 상관성을 최소화하였으므로, 한번 생긴 에러는 계속 다음 영상에도 영향을 주어 화질을 크게 떨어뜨릴 수 있다. 이러한 문제를 해결하는 방법은 에러가 생긴 부분을 다음 영상에서 인트라 코딩을 해주는 방법과 참조 영상을 바꾸어서 에러 전이를 막는 인터(Inter)코딩 방법이 있다.

인트라 코딩을 하는 방법은 한 프레임 전체를 인트라 코딩하는 방법과 에러가 생긴 블록이나 SAD(Sum of Absolute Difference)값, 움직임 정도 등을 고려하여 에러 발생이 예측된 블록을 코딩하는 방법이 있다. 인트라 코딩은 해당하는 부분만 인트라 코딩을 하는 방법이므로, 비디오 구문(Syntax)에 영향을 안 받는 장점이 있다. 인터 코딩은 부호화기와 복호화기가 서로 통신을 하면서 참조 영상에 에러가 발생하게 되면, 참조 영상을 바꾸는 방법이다. 압축 효율에서는 인트라 코딩보다 우수하지만, 다수를 상대로 하는 통신에서는 사용할 수 없는 단점을 가지는 방법이다.

본 논문에서는 MPEG-4 비디오에서 제공하는 재 동기 마커(Resynchronization Marker), 데이터 분리(Data Partitioning)를 기본 에러 내성 도구로 사용하며[1], 제안된 적응 인트라 리프레쉬(Adaptive Intra Refresh)를 이용해서 에러 내성 코드를 생성한다.

2. MPEG-4 비디오

MPEG-4 비디오는 I-VOP간의 간격이 길어 한번 에러가 발생하게 되면, 에러가 오랫동안 전이되어 화질에 큰 영향을 주게 된다. 이러한 문제를 막기 위해

MPEG-4 비디오는 재 동기 마커, 데이터 분리, 리버시블 가변장 부호화(Reversible VLC)가 있다. 이러한 도구들은 MPEG-2나 H-263에 없던 도구들로서 MPEG-4가 무선 환경 같은 에러가 많이 존재하는 환경에서도 그전 비디오 압축 방법보다 효과적으로 잘 동작하게 해준다[2]-[3].

2.1 재 동기 마커(RM)

재 동기 마커는 그림 1에서처럼 비디오 패킷의 앞부분에 오게 되고, 재 동기 마커 이전 패킷에 발생한 에러가 현재 패킷까지 전파되는 것을 막는 17 ~ 23 비트의 비트 패턴이다.

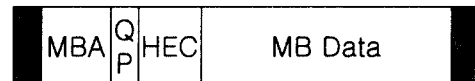


그림 1 에러 내성 비디오 패킷

H.263의 경우는 GOB 헤더마다 재 동기 마커가 존재하여 비디오 패킷의 길이가 가변적인데, MPEG-4는 설정된 비디오 패킷 길이마다 나오므로, 재 동기 마커가 나오는 간격이 일정하다.

2.2 데이터 분리(DP)

데이터 분리는 중요한 움직임 벡터 정보를 DCT정보와 분리하기 위해 움직임 마커(Motion Marker)를 사용한다. DCT정보에 에러가 생겨도 복호화기는 움직임 벡터 정보만 가지고도 영상을 재생할 수 있다.

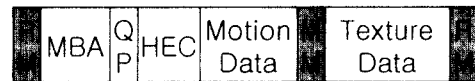


그림 2 데이터 분리

2.3 리버서블 가변장 부호화(RVLC)

가변장 부호화를 만들 때 역 방향으로도 복호화가 가능하도록 만들어, 순방향으로 복호화 도중에 에러를 발견하면 다음 재 동기 마커를 찾아가서 역방향으로 복호화 하는 방법이다. 리버서블 가변장 부호화를 하기 위해서는 재 동기 마커와 데이터 분리가 되어 있어야 하며, DCT계수에 대해서만 지원한다.

3. 적응 인트라 리프레쉬

인트라 리프레쉬 방법은 에러가 발생할 확률을 예측하거나 에러가 생겼을 경우 이전 영상과 차이가 많이 나는 매크로 블록을 인트라 코딩하는 것으로 비디오 압축방식에 구애받지 않고 할 수 있는 장점이 있다.

주기적 인트라 리프레쉬(Cyclic Intra Refresh)방법은 고전적인 방법으로 좌측 상단에서 우측 하단까지 미리 정해진 숫자만큼 인트라 코딩하는 방법이다. 이 방법은 매크로 블록마다 동일한 수만큼 반복되어 인트라 코딩되므로 이전 영상과 변화가 없는 매크로 블록까지 인트라 코딩이 되는 단점을 가지고 있다.

Sensitivity metrics를 이용한 인트라 리프레쉬 방법은 매크로 블록에 사용된 비트의 양과 패킷상의 위치, 움직임 정도를 종합적으로 판단하여 비디오 패킷에서 에러가 발생할 확률을 구하고, 이 확률에 의해 인트라 코딩을 하는 블록을 결정하는 방법이다[4]. 이 방법은 H.263같이 움직임 정보와 DCT정보가 같이 오는 경우 효과적이지만, MPEG-4의 경우는 데이터 분할이 존재하여 움직임 정보와 DCT정보를 분리하기 때문에 적용하기 힘들다.

MPEG-4 비디오 VM(Verification Model)17에 나와 있는 적응 인트라 리프레쉬(AIR)방법은 식(1)과 같이 이전 영상과 같은 위치에서의 sad값인 sad_0의 평균값을 기준 값으로 설정하여 sad_0가 sad_th보다 크게 되면 리프레쉬 맵에서 해당하는 위치를 인트라로 설정한 후 다음 VOP에서 정해진 숫자만큼 순서대로 인트라 코딩하는 방법이다[5]. 이 방법을 사용하게 되면 이전 영상과 차이가 적은 매크로 블록은 인트라 코딩을 하게 되고, 차이가 많이 나는 매크로 블록은 인트라 코딩을 자주 하게 된다.

$$sad_th = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} sad_0 \quad (1)$$

4. 2개의 리프레쉬 맵을 이용한 인트라 리프레쉬

MPEG-4에서 적용된 방법은 sad_0의 평균값을 기준으로 하므로, 급격히 변화하는 매크로 블록이 나오더라도 리프레쉬 맵에서 순서를 기다려야 하므로, 업데이트 되는데 시간이 걸리게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 리프레쉬 맵을 2개 사용하는 방법을 제안한다. 리프레쉬 맵 I은 MPEG-4 방법을 사용하여 sad_th보다 큰 매크로 블록은 인트라로 리프레쉬 맵에 설정한다. 리프레쉬 맵 II은 sad_th에 실험적으로 구한 값(α)을 더하여 sad_th2를 생성하고, 이 값을 가지고 급격히 변화하는 매크로 블록들을 리프레쉬 맵에 인트라로 설정하게 된다. 이렇게 2개의 리프레쉬 맵을 사

용하면 리프레쉬 맵 I은 적은 변화를 가지는 매크로 블록을 알 수가 있고, 리프레쉬 맵 II는 변화가 많은 매크로 블록을 알 수가 있다.

Initial Step

$$sad_th = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} sad_0$$

Step 1:

```
for(i=0; i<99; I++)
    if(sad_0(i) > sad_th)
        RefreshMap I [i] = 1;
```

Step 2:

$$sad_th2 = sad_th + \alpha$$

Step 3:

```
for(i=0; i<99; I++)
    if(sad_0(i) > sad_th2)
        RefreshMap II [i] = 1;
```

인트라 코딩되는 매크로 블록의 수는 VOP당 총 3개로 리프레쉬 맵 II에서 최대 2개를 사용하고, 리프레쉬 맵 I에서는 기본 1개와 리프레쉬 맵 II에서 사용하지 않고 남은 수를 더해서 사용하였다. 실제 인코딩에 사용된 리프레쉬 맵의 수는 표 1.과 같다.

표 1 인코딩에 사용된 리프레쉬 맵의 수

	RefreshMap I	RefreshMap II	Total
Hall	264	30	294
Silent	238	56	294

Hall에서의 매크로 블록별 인트라 코딩 수는 그림 3과 같다. VOP당 3개의 매크로 블록을 인트라 코딩하므로 CIR 경우 매크로 블록마다 3번씩 인트라 코딩을 하지만, 2개의 리프레쉬 맵을 이용할 경우 변화가 많은 곳은 최대 11번을 인트라 코딩하고, 변화가 없는 곳은 인트라 코딩을 하지 않는 것을 볼 수가 있다.

4	4	6	6	3	1	0	0	3	0	0
0	0	2	3	6	3	0	1	6	6	0
0	0	7	7	8	6	6	6	6	6	6
0	0	1	0	8	1	1	5	5	6	5
5	5	7	8	6	7	5	5	6	0	0
1	0	7	6	7	3	5	5	5	0	0
0	5	1	1	0	0	0	0	0	3	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1

그림 3 Hall 인트라 코딩 수

5. 실험 및 결과

실험 방법은 MPEG-4 VM17을 참조하여 구성하였다 사용된 영상은 VM17에 나와 있는 실험 영상에서 Hall

과 Silent를 선택하여 실험하였다. 영상의 크기는 QCIF 즉 176x144의 크기를 가지며, VOP당 3개의 매크로 블록을 인트라 코딩하게 된다. 실험은 10FPS의 100프레임의 영상을 사용하였고, 100번의 실험 결과를 평균해서 계산하였다.

인코더와 디코더는 MoMuSys의 MPEG-4을 사용하였다. MPEG-4에서 지원하는 에러 내성 도구 중 480bit의 간격을 가지는 재 동기 마커와 데이터 분할을 사용하였다.

채널 에러는 NTT DoCoMo에서 제공하는 에러 패턴 프로그램을 사용하여 1.0E-3의 BER(Bit Error Rate)의 에러 패턴을 100개 생성 후 사용하였다[6].

표 2. Hall영상 평균 PSNR비교

Hall	Non-Intra	CIR	MPEG-4's Proposed	
			AIR	AIR
Error Free	39.36	36.13	35.87	36.07
1.0E-3 BER	31.15	33.91	34.34	34.73
Difference	8.29	2.22	1.96	1.51

표 2는 Hall영상에 대한 평균 PSNR을 비교한 표이다. 에러가 없는 환경에서는 강제 인트라 코딩이 없는 방법(Non-Intra)이 가장 좋은 PSNR을 보여주고 있지만 에러 환경에서는 PSNR이 급격히 떨어져서 가장 나쁜 결과를 보여주고 있다. 인트라 코딩을 사용한 다른 방법들은 에러가 없는 환경에서는 Non-Intra방법보다 PSNR이 떨어지지만, 에러 환경에서는 에러의 영향에 의해 PSNR이 조금 떨어지므로 좋은 PSNR을 보여주고 있다.

그림 4는 silent영상에 대한 PSNR 그래프를 보여주고 있다.

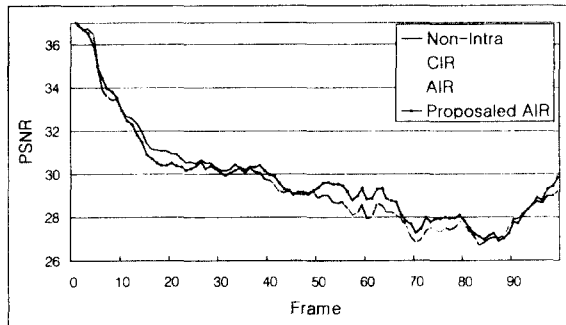


그림 4 Silent 1.0E-3에서의 PSNR비교

그림 5부터 8은 Hall에서의 인트라 코딩의 효과를 보여주고 있다. 10 프레임에서 생긴 입구에서의 에러가 시간이 지나면서 없어지고 있다.



그림 5. 5 frame



그림 6. 10 frame



그림 7. 15 frame



그림 8. 20 frame

6. 결 론

에러 내성 도구들을 사용하면 에러가 없는 환경에서는 PSNR이 떨어지지만, 에러 환경에서는 MPEG-4의 에러 내성 도구들과 인트라 코딩을 사용하여 좋은 화질을 보여 주고 있다. 하지만, 에러가 발생할 경우 그림 4와 같이 계속해서 PSNR이 떨어지는 것을 볼 수가 있다. PSNR이 떨어지는 것을 막기 위해서는 에러가 생긴 부분을 인트라 코딩 해주어야 한다. 인트라 코딩 블록을 얼마나 잘 결정하느냐에 따라 화질 저하를 최소화할 수 있게 된다.

6. 참고 문헌

- [1] ISO/IEC 14496-2, "Information technology-coding of audio-visual objects : Part 2", FDIS, Oct, 1998.
- [2] ISO/IEC 13818-2 "Information technology- Generic coding of moving pictures and associated audio information : Video", 1994.
- [3] ITU-T Rec, "Video Coding for low bit-rat communication", H.263, Feb, 1996.
- [4] Judy Y.Liao, John Villasenor, "Adaptive Intra Block Update for Robust Transmission of H.263", IEEE Trans Circuits Syst. Video Technol., Vol.10, pp.30-35, Feb.2000.
- [5] ISO/IEC N3515, "MPEG-4 Video Verification Model version 17.0", July.2000.
- [6] Toshio Miki, Toshiro Kawahara, Tomoyuki Ohya "Revised Error Pattern Generation Programs for Core Experiments on Error Resilience", MPEG96/1492, Nov, 1996