

적응형 미디어 전송을 위한 데이터 분할기술

김현정^{*}, 손호신, 유관중
충남대학교 컴퓨터학과

Data Partitioning Technique for Adaptive Media Transmission

Hyun-Jeong Kim^{*}, Hoshin Son, Kwan-Jong Yoo
Dept. of Computer Science, Chungnam Nat'l University
E-mail : {hjkim, hsson, kjyoo}@cs.cnu.ac.kr

요약

이전적인 환경인 인터넷을 통한 멀티미디어 서비스가 확산됨에 따라 나날의 데이터를 가지는 비디오 스트림의 전송이 늘어나게 되었다. 이로 인해 네트워크 트래픽의 대부분을 멀티미디어 데이터가 차지하게 되었다. 한정된 통신망 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 사용자의 컴퓨터 환경이나 통신망 환경을 고려하여 비디오 데이터를 전송함으로써 자원의 낭비를 막고자 계층적 코딩에 관한 연구가 시도되었다. 본 논문에서는 네트워크와 사용자의 환경을 고려하여 MPEG 비디오 데이터를 전송할 수 있도록 하기 위하여 TMS(Temporal and Motion Scaling)기법을 제안한다. TMS기법은 시간 계층적 코딩과 모션벡터를 이용한 데이터 분할 계층적 코딩 방법을 사용하여 비디오 데이터를 분할한다. 본 논문에서 제안하는 기법을 사용하여 MPEG 비디오 데이터를 전송할 때 기존에 제안된 기법들에 비해 적은 데이터로 고품질의 영상을 전송함으로써 효율적으로 통신망 자원을 사용할 수 있게 된다.

1. 서론

대용량의 멀티미디어 데이터 서비스를 위해서는 높은 대역폭이 요구되지만 제공되는 대역폭에는 한계가 있으며, 처리능력이 낮은 단말에서는 전송받은 데이터의 완전한 복호화가 불가능한 경우도 발생할 수 있다. 이에 통신망과 단말기의 QoS상태에 따라 다양한 품질의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 계층적 코딩 방식에 관한 연구가 시도되었다.

계층적 코딩 기법이란 대용량의 멀티미디어 데이터를 중복됨 없이 기본계층(Base Layer)과 고위계층(Enhancement Layer)으로 분할한 후 네트워크 환경과 사용자의 컴퓨터 성능을 고려하여 전송하는 데이터의 양을 조절함으로써 스케일러빌리티를 보장해주는 기법이다[1]. 이러한 기법을 사용함으로써 통신망 자원의 최적화 사용을 가능하게 하므로, 통신자원의 낭비를 방지하여 통신망의 효율을 높일 수 있게된다.

본 논문에서는 계층적 코딩 기법의 한 방법으로 시간적 계층적 코딩기법과 데이터 분할 계층적 코딩기법에 기반한 TMS(Temporal and Motion Scaling)기

법을 제안한다.

TMS기법은 기존에 부호화된 MPEG 비디오 스트림을 이용하여 시간 계층적 코딩을 수행하여 픽처타입에 따라 3개의 계층으로 분할한 후 각 픽처별 모션 벡터의 크기를 이용하여 다시 데이터 분할 계층적 코딩을 수행하게 된다. 매크로블록에 포함된 모션 벡터의 크기가 작은 경우 참조하는 프레임의 매크로블록과 차이가 많지 않기 때문에, 이들을 고위계층으로 하고 이를 제외한 다른 매크로블록들을 기본계층으로 한다. TMS기법에서는 모션 벡터의 크기를 이용하여 계층화하기 때문에 기존에 제안된 계층적 코딩기법(예. TFS)에 비해 보다 적은 크기의 데이터를 이용하여 동일한 화질의 영상을 전송할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로서 MPEG-2 표준에서 제공하는 스케일러빌리티와 기존에 제안된 TFS기법에 대해 알아본다. 3장에서는 제안하는 TMS기법에 대해 설명한 후, 4장에서는 제안한 기법에 관한 실험결과 및 분석을 하도록 한다. 5장에서는 결론을 맺도록 하겠다.

2. 관련연구

2.1 MPEG-2 스케일러빌리티

MPEG-2 표준에서는 부호화되어 전송된 비트열 중 일부만을 취해 부호기 쪽과 다른 해상도를 갖는 스케일러빌리티를 제공하도록, 다음 4가지 계층적 코딩 기법을 정의하고 있다[2].

- 공간적 스케일러빌리티(Spatial Scalability)

공간 스케일러빌리티는 우선 화면을 공간 해상도가 낮은 기본계층과 높은 고위계층으로 나누어, 기본 계층을 먼저 부호화 하고, 이어서 기본 계층의 보간 성분과 고위 계층의 차이 성분을 부호화하여 두 부호화 비트열을 함께 보낸다.

- 시간적 스케일러빌리티(Temporal Scalability)

시간축(픽처)을 기본으로 하여 기본 계층과 고위 계층으로 나누어 기본 계층의 부호화 비트열과 기본 계층의 확장 성분과 고위 계층간의 차이 성분의 부호화 비트열을 보낸다

- SNR(Signal-to-Noise Ratio) 스케일러빌리티

화소마다의 비트 표현상의 해상도에 따라 기본 계층과 고위 계층으로 나누어 기본 계층의 부호화 비트열과 기본 계층의 확장 성분과 고위 계층간의 차이 성분의 부호화 비트열을 보낸다

- Data Partitioning

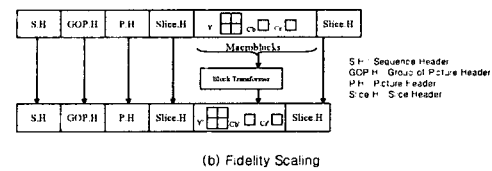
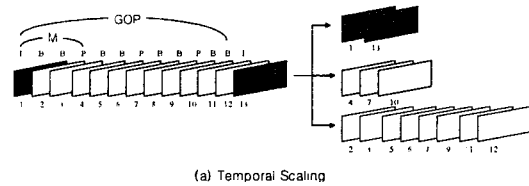
전송 특성이 다른 전송로를 이용하여 데이터를 전송하기 위해 포함된 정보의 중요성에 따라 전송해야 할 데이터를 두개 이상의 부분으로 나누어, 중요한 정보 데이터는 전송 특성이 좋은 전송로를 통하여 전송하고, 상대적으로 덜 중요한 정보는 다른 전송 채널을 통하여 전송하게 된다.

2.2 TFS(Temporal-Fidelity Scaling)기법

QoS 환경에 보다 능동적이고 민감한 적응을 위해 기존의 계층적 코딩보다 미디어 데이터를 더욱 세분화할 필요가 있다. 이를 위해 TFS에서는 기존의 계층적 코딩기법 중 시간적 분할기법과 데이터 분할기법을 사용하여 MPEG-1/2 비디오를 T_iF_j (T: Temporal level, F: Fidelity level, $1 \leq i \leq 3, 1 \leq j \leq 5$) 15개의 계층으로 분할한다[3].

Temporal Scaling은 부호화 되어있는 MPEG 비디오 파일을 픽처 타입에 따라 3개의 레이어로 분할을 한다. MPEG 비디오에서는 부호화 방법에 따라 I, P, 그리고 B 세가지의 픽처가 존재한다. 이는 부호화 수

행시 참조하는 대상에 따라서 구별되게 된다. I픽처의 경우 자신만을 참조하여 인트라 부호화를 하고, P 픽처는 자신의 앞에 위치하는 I나 P 픽처를 참조하여 부호화하게 된다. B 픽처의 경우 앞, 뒤 양방향으로 참조하여 부호화 한다.



[그림 1] TFS: (a) Temporal Scaling, (b) Fidelity Scaling

Temporal Scaling 수행시 Fidelity Scaling을 함께 하게 되는데, 픽처에 존재하는 블록의 계수들을 지그재그 스캔순서에 따라 5개의 계층으로 분할하게 된다.

| | |
|------|---|
| T1F1 | : Sequence Header, GOP Header, I Picture Header, Slice Header, Macroblock, DC |
| T1F2 | : DCT Coefficient 1 - 2 |
| T1F3 | : DCT Coefficient 3 - 5 |
| T1F4 | : DCT Coefficient 6 - 9 |
| T1F5 | : DCT Coefficient 10 - 63 |
| T2F1 | : P Picture Header, Slice Header, Macroblock, DC |
| T2F2 | : DCT Coefficient 1 - 2 |
| T2F3 | : DCT Coefficient 3 - 5 |
| T2F4 | : DCT Coefficient 6 - 9 |
| T2F5 | : DCT Coefficient 10 - 63 |
| T3F1 | : B Picture Header, Slice Header, Macroblock, DC |
| T3F2 | : DCT Coefficient 1 - 2 |
| T3F3 | : DCT Coefficient 3 - 5 |
| T3F4 | : DCT Coefficient 6 - 9 |
| T3F5 | : DCT Coefficient 10 - 63 |

[그림 2] TFS기법의 계층데이터 구성

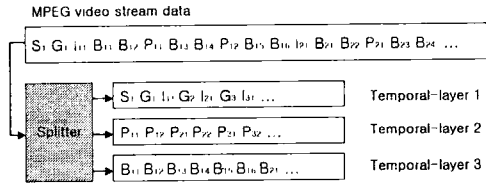
3. TMS(Temporal-Motion Scaling) 기법

제안하는 TMS 기법은 MPEG 비디오 스트림을 픽처 분할한 후 매크로블록층의 움직임 벡터값을 이용하여 다시 Data Partitioning 함으로서 계층적 코딩을

시도하는 기법이다.

3.1 픽처분할(Temporal Scaling)

TFS 분할 기법에서 제안한 것과 같은 방식의 분할을 한다. 이러한 분할은 MPEG 비디오 스트림이 픽처 타입(I, P, B)에 따라 전체 비디오 스트림에서 일정 비율을 차지함에 착안한 것으로, 픽처의 일부를 생략하는 방식을 통해 재생되는 프레임율을 조정 가능하다. 압축된 MPEG 비디오 스트림이 서버측의 픽처 분할기를 통과하면 기본 레이어인 T1-Layer(I픽처)와 고위 레이어인 T2-Layer(P픽처), T3-Layer(B픽처)로 분할된다.

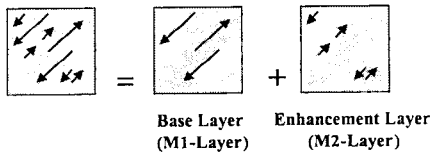


[그림 3] Temporal Scaling

3.2 움직임 분할(Motion Scaling)

MPEG 비디오 구조의 매크로블록들은 상, 하, 좌, 우의 움직임 벡터를 가지고 있지만, 전송량을 줄이기 위해 바로 전 매크로블록 움직임 벡터와의 차분치만을 부호화한다. 제안한 TMS 기법은 움직임 벡터의 절대값이 클수록 상대적으로 큰 움직임을 의미함을 이용하여, 벡터값의 크기를 기준으로 Data Partitioning 한다.

픽처 분할 후 생성된 두 개의 고위 레이어 T2, T3-Layer를 움직임 벡터 정보를 이용해 다시 두 개의 레이어로 나눈다. 이러한 움직임 분할을 위해 오프라인 상에서 원 스트림의 움직임 벡터 정보를 모두 추출한 후, 지정한 기준 벡터값 보다 클 경우에는 M1-Layer로, 기준값 이하의 나머지 정보들은 M2-Layer로 나누어준다.



[그림 4] Motion Scaling

3.3 통신망 대역폭 적응방안

하나의 MPEG 비디오 스트림을 TMS 기법을 통해 분할할 경우 T1-Layer, T2M1-Layer, T2M2-Layer, T3M1-Layer, T3M2-Layer의 5개 레이어로 나누어진다. 이러한 분할을 통해 네트워크 상태에 따라 MPEG 비디오 스트림의 전송량을 적절히 조절할 수 있다.

즉, 네트워크 상태에 따라 사용 가능한 대역폭이 감소할 경우 T3M2→T3M1→T2M2→T2M1→T1의 순으로 전송량을 줄인다. 반대로 대역폭 상태가 좋아질 경우에는 T1→T2M1→T2M2→T3M1→T3M2의 순으로 전송량을 늘려 좋은 화질을 제공하도록 한다.

4. 실험결과 및 분석

제안한 TMS 방식 적용시의 효율성을 알아보기 위해 아래와 같은 실험을 하였다. 하나의 MPEG 비디오 스트림을 TMS 분할 기법에 의해 5개의 레이어로 분할하기 위해 기준 벡터값을 설정했다. 고위 계층을 대상으로 기준 벡터값(H_MV_FILTER, V_MV_FILTER)의 절대값을 0에서부터 8까지 변경했을 때, 기본 레이어와 고위 레이어에 포함되는 매크로블록 수와 비율은 다음과 같다. 여기서 H_MV_FILTER는 수평 방향의 분할기준 움직임 벡터의 절대값을, V_MV_FILTER는 수직 방향의 분할기준 움직임 벡터의 절대값을 의미한다.

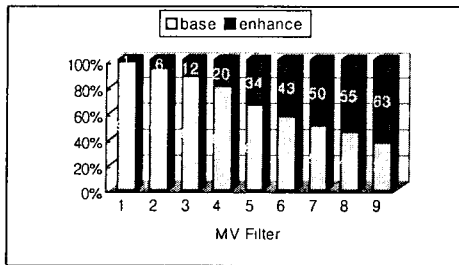
- File name: station.m2v (1996 KB)
- Total MBs#: 136891
- (I MBs#: 10800, P MBs#: 31884, B MBs#: 94207)

[표 1] TMS에 의한 Macroblock 수 변화

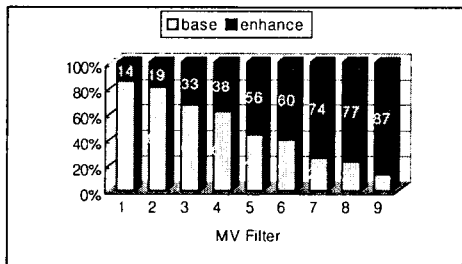
| | Type | Base MBs# | Enhance MBs# |
|----------------|------|-----------|--------------|
| H_MV_FILTER: 0 | P | 31264 | 620 |
| V_MV_FILTER: 0 | B | 80627 | 13580 |
| H_MV_FILTER: 1 | P | 29740 | 2144 |
| V_MV_FILTER: 1 | B | 75855 | 18352 |
| H_MV_FILTER: 2 | P | 28005 | 3879 |
| V_MV_FILTER: 2 | B | 62954 | 31253 |
| H_MV_FILTER: 3 | P | 25430 | 6454 |
| V_MV_FILTER: 3 | B | 57787 | 36420 |
| H_MV_FILTER: 4 | P | 20962 | 10922 |
| V_MV_FILTER: 4 | B | 41424 | 52783 |
| H_MV_FILTER: 5 | P | 18162 | 13722 |
| V_MV_FILTER: 5 | B | 37072 | 57135 |
| H_MV_FILTER: 6 | P | 15816 | 16068 |
| V_MV_FILTER: 6 | B | 24172 | 70035 |
| H_MV_FILTER: 7 | P | 14209 | 17675 |
| V_MV_FILTER: 7 | B | 20881 | 73326 |
| H_MV_FILTER: 8 | P | 11721 | 20163 |
| V_MV_FILTER: 8 | B | 12242 | 81965 |

위의 실험에서 분할 MV Filter값 (H_MV_FILTER, V_MV_FILTER) 이하의 벡터값을 갖는 매크로블록은 고위 레이어에 포함되며, 나머지 매크로블록은 기본 레이어에 저장된다.

MV Filter 값(H_MV_FILTER, V_MV_FILTER)에 따른 P, B 픽처의 Motion Scaling 결과는 아래와 같다. MV Filter 값을 0에서 8까지 변경했을 때, P픽처 정보의 99%에서 37%가 기본 레이어에 포함되었다. B픽처에서는 MV Filter값을 0부터 8까지 변경시켰을 때, 기본 레이어 정보가 86%에서 13%까지 변화했다.



[그림 5] MV Filter값에 따른 P픽처 분할 결과



[그림 6] MV Filter값에 따른 B픽처 분할 결과

5. 결론

본 논문에서는 사용자의 컴퓨터 환경이나 통신망 환경에 따라 전송되는 비디오 데이터의 양을 조절할 수 있도록 하기 위해 TMS(Temporal and Motion Scaling)기법을 제안하였다.

이 기법을 이용하여 이질적인 환경을 가지는 인터넷을 통해 비디오를 서비스 할 때, 대역폭 변화에 동적으로 적응하여 실시간으로 미디어 스트림을 서비스 할 수 있는 환경을 구축할 수 있었고 불필요한 데이터로 인해 생기는 통신망 자원의 낭비를 줄임으로서 보다 효율적인 자원의 사용이 가능함을 알 수 있었다.

향후 연구방향으로는 실제 환경에서 사용할 수 있도록 RTP, RTCP, RSVP와 같은 실시간 전송 프로토

콜을 이용하여 실험하고, 이를 바탕으로 하여 설정된 파라미터들을 재조정 함으로서 연구결과를 필드에서 활용할 수 있도록 해야할 것이다.

[참고문헌]

- [1] Banerjee, A., "Heterogeneous Networking," IEEE Multimedia, vol. 4, issue2, pp. 84-87, April-June 1997
- [2] Joan L. Mitchell, William B. Pennebaker, Chad E. Fogg, and Didier J. LeGal, MPEG Video Compression Standard, Kluwer Academic Publishers, 1996
- [3] Hoshin Son, TFS Technique for Scalable Video-on-Demand, Chungnam Nat'l Univ., 2000
- [4] D. LeGall, "MPEG: A video compression standard for multimedia applications," Communication of ACM, vol 34, no. 4, pp.46-58, Apr. 1991
- [5] ISO/IEC DIS 13812-2, "MPEG-2 video", ISO standard, 1994
- [6] Fu Ruijin, Lee Bu Sung, and Ani Gupta, "Scalable Layered MPEG-2 Video Multicast Architecture," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 47, issue 1, Feb. 2001