

실시간 서비스와 비실시간 서비스의 차별화 방법

*박 춘 배, **박 광 훈, ***김 규 현, ***서 덕 영
경희대학교

*pchunb@gmail.com

Method of discriminating Realtime service and Non-Realtime service

*Park, Chunbae **Park, Gang-Hoon ***Kim, Kyuheon ***Suh, Doug Young
Kyung Hee University

요약

본 논문에서는 IEEE 802.11x 에서처럼 비실시간 데이터의 전송에 기반을 둔 전송 방식 대신 실시간 서비스를 하기 위한 방법을 보여준다. 비디오 전송과 같은 실시간 서비스에서는 지연을 발생시키지 않으며 전송 채널의 손실율을 높이더라도 전송 대역폭을 더 많이 사용하는 것이 좋다. 이를 위하여, 물리계층의 변조방식을 다르게 설정하고, 달라진 대역폭과 손실율에 대하여 비디오 데이터의 우선순위를 이용하여 처리할 수 있다. 단지 제안하는 패러티 추가 방법을 통하여 실시간 서비스에서 비실시간 서비스에서와 같은 품질을 보장할 수 있음을 보여준다.

1. 서론

무선 네트워크는 단말기의 이동성을 보장하고 네트워크 구성의 편의성 면에서 우수하다. 그러나 IEEE 802.11x 와 같은 무선 전송 방식은 비실시간서비스의 데이터 전송에 기반을 두고 설계 되었다. 이러한 비실시간서비스의 데이터 중요도는 모두 동일하다. 그러나 실시간 서비스에 사용되는 인코딩 된 비디오 데이터는 연관성 등에 의하여 중요도가 동일하지 않다. 한 예로, 픽처 자체 만의 데이터를 이용하여 인코딩하는 I 픽처와 움직임 예측/움직임 보상을 수행하여 인코딩 데이터 양을 줄인 P/B 픽처의 중요도가 다르다. 또한 계층화 코덱을 적용할 경우 I/P/B 픽처 외에 기본계층/상위계층 등의 계층에 따라 중요도가 다르다.

전송할 수 있는 대역폭이 한정적일 경우 기존 비실시간서비스에서는 데이터를 오류 또는 손실 없이 전송하기 위하여 재전송과 같은 방식을 채택하였다. 비실시간 서비스에서는 전송할 데이터의 정확한 전송이 우선시 된 반면 실시간 서비스에서는 지연 없는 전송이 우선시 된다. 또한 실시간 서비스에 사용되는 비디오 데이터는 연관성을 통해 인코딩을 수행하였으므로 손실이 발생하는 경우 어느 정도의 디코딩이 가능하다. 실시간 비디오 서비스에서는 비디오 화면 자체의 품질이 나쁘게 재생되는 것(해상도, PSNR, Frame rate 등)이 지연에 의해 재생 화면이 끊기는 것보다는 좋은 해결책이라고 할 수 있을 것이다.

실시간 비디오 서비스에서 전송할 수 있는 대역폭이 한정적일 경우 지연을 발생시키지 않기 위하여 전송할 비디오 데이

터 중 일부만을 추출하여 전송하는 것이 필요하다. 또한 전체 데이터 중 특정 양만큼의 데이터를 추출 할 때 중요한 데이터를 우선적으로 추출하는 방법이 필요하다.

전송상의 또 다른 문제점은 전송 중 손실 상황이 발생하는 것이다. 비실시간서비스의 데이터 전송에서는 손실이 발생할 경우 재전송 방법을 통하여 문제를 해결하였다. 그러나 재전송 기법은 지연을 초래하게 되므로 실시간서비스에서는 적합하지 않으며 이 문제를 해결하기 위하여 FEC(Forward Error Correction) 기법을 활용하는 것이 적합하다. 본 논문에서 사용에서는 FEC를 위하여 RS(Reed Solomon)코드를 사용한다. 생성한 패러티 개수 만큼 손실된 패킷을 복원 할 수 있다. 그러나 패러티 패킷은 데이터 패킷에 추가되는 데이터이므로 패러티 패킷의 증가에 따른 손실 복원률의 증가와 증가되는 데이터양과의 상관관계를 고려해야한다. 대역폭이 한정적인 경우 패러티 패킷의 양이 증가할수록 전송할 수 있는 비디오 데이터의 양이 줄어들기 때문에 적절한 패러티 패킷의 양을 정하는 것이 필요할 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 비디오 데이터의 프레임별 다른 중요도를 가진다는 것을 보이기 위하여 사용된 계층화 비디오 코덱에 대해서 설명하고 3절에서는 대역폭과 손실율에 적응하기 위하여 패러티 생성 방법에 대해 설명하고 4절에서는 실험 결과를 분석하고 5절에서는 결론을 내린다.

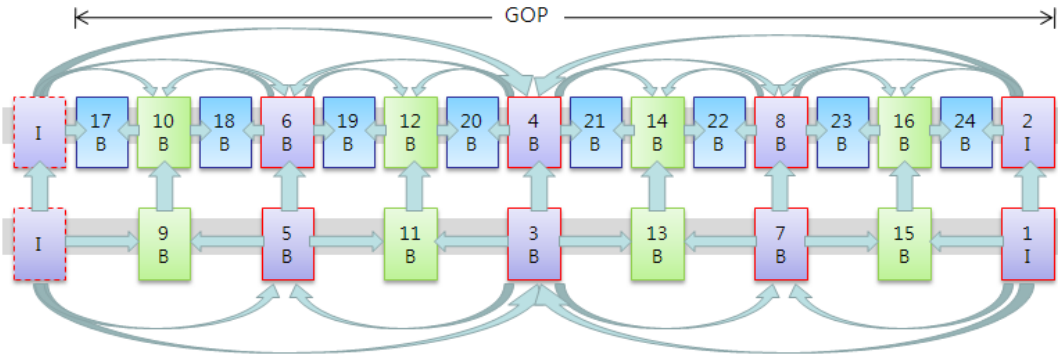


그림 1. 5계층 SVC의 GOP (Group of Pictures) 구조

2. 계층화 비디오 코딩과 비디오 데이터의 중요도

계층화 비디오 코딩^{[1][2][3]}은 하나의 콘텐츠를 나누어질 수 있는 여러 계층(공간, 시간, 화질)으로 코딩하는 것을 말한다. 각각의 화질은 계층(layer)의 수준(level)을 의미하며 상위 계층(고화질)은 하위 계층(저화질)을 참조하여 만들어진다. 이 구조를 이용하면 단순히 인코딩된 비트스트림을 자르는 간단한 작업만으로 전송 비트율이 다른 여러 상황에 적응할 수 있다. 이는 기존 코덱이 가지는 수신 단말기의 해상도나 네트워크 대역 등의 여러 상황에 대해 각기 다르게 인코딩이 수행되고 상황에 따라 인코딩된 여러 개의 비트스트림에서 한 개가 선택되어 전송 또는 재생되게 되어야 하는 단점을 극복한 것이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 그림 1에서와 같이 시간적으로 3개의 계층과 공간적으로 2개의 계층을 가지는 총 5계층의 계층화 코덱으로 이루어지며 그림 1은 비트스트림의 구성 및 각 프레임의 참조관계이다. 5계층의 DTQ (dependency_id, temporal level, quality level)에서 D=0과 D=1은 각각 640x360와 1280x720의 크기를 나타내며 T=0, 1 그리고 2는 프레임 레이트가 7.5Hz, 15Hz 그리고 30Hz임을 나타낸다. 그림 1에서 1, 3, 5, 7번 프레임의 DTQ값은 000이며 9, 11, 13, 15번 프레임의 DTQ값은 010이며, 2, 4, 6, 8번 프레임의 DTQ값은 100이다.

표 1. QWLAN 파라미터

Frame	중요도	Frame	중요도	Frame	중요도
1	0.240	9	0.006	17	0.072
2	0.016	10	0.003	18	0.057
3	0.113	11	0.007	19	0.048
4	0.050	12	0.021	20	0.043
5	0.068	13	0.007	21	0.038
6	0.008	14	0.006	22	0.032
7	0.078	15	0.006	23	0.027
8	0.040	16	0.004	24	0.011

채널의 품질이 나빠져서 대역폭이 충분하지 않을 경우 인코

딩된 데이터의 일부만 추출하여 보내는 방법이 필요하며 인코딩된 비디오 데이터의 중요도는 각 프레임을 손실 시킨 상황에서 비디오의 품질은 원영상과 비교하여 계산한 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio) 값으로 구하였다. 측정된 각 프레임별 중요도는 표 1과 같다. 인코딩된 비트스트림의 일부를 손실하고 디코딩을 할 수 있는 것은 코덱에서의 에러 은닉 기법이 제공되고 있기 때문이며 사용한 에러 은닉 기법은 프레임 복사 및 업샘플링 기법이다^[4].

3. 패러티 생성 방법

패러티 패킷은 전송할 비디오 데이터의 픽처별로 붙이도록 한다. 각 픽처는 여러개의 슬라이스 또는 패킷으로 나누어져 전송될 수 있다. 전송할 비디오 데이터가 3(A, B, C)픽처이고 2개의 패러티 패킷을 추가할 수 있다고 하자.

A, B, C 각 픽처에 하나의 패러티 패킷을 추가하고 각각의 경우 예측 화질을 구한 후 가장 좋은 예측화질을 나타내는 픽처에 첫 번째 패러티 패킷을 붙이도록 한다. 예측화질은 픽처의 중요도와 패러티를 추가함으로써 달라지는 손실율에 의하여 계산할 수 있다.

패킷 손실율이 p 이고 한 픽처가 k 개의 패킷으로 나뉘고 $n-k$ 개의 패러티가 추가되었을 때 전체 n 개의 패킷 중 $n-k$ 개의 패킷까지 손실이 나도 픽처를 정확히 수신할 수 있으며 그 때의 확률 P_{rec} 는 다음과 같다.

$$P_{rec} = \sum_{i=0}^{N-K} \binom{N}{i} p^i (1-p)^{N-i} \quad (1)$$

$N-1$ 번째 픽처까지 수신할 때 예측화질은 다음과 같은 방식으로 구할 수 있다.

$$W_i = P_{rec0} \cdots P_{reci} (1 - P_{reci+1}) \sum_{k=0}^i w_k \quad (2)$$

$$\bar{W} = \sum_{k=0}^{N-2} W_i + \prod_{k=0}^{N-1} P_{reck} \sum_{k=0}^{N-1} w_k \quad (3)$$

w_k 는 각 픽처의 예상화질을 나타내며 \bar{W}_i 는 i 번 째 픽처까지 수신될 때 전체의 예상화질을 나타내며 \bar{W} 는 i 번 째 픽처까지 수신할 수 있을 때 평균 예상화질을 나타낸다.

첫 번째 패러티 패킷의 위치가 정해진 상태에서 A, B, C 각 픽처에 다시 패러티 패킷을 추가한 상태에서의 예측화질을 구하고 가장 좋은 좋은 화질을 나타내는 픽처로 두 번째 패러티 패킷을 붙이도록 한다. 첫 번째 패러티 패킷의 위치가 A에 붙이는 상황이라면 2번째 패러티 패킷을 추가하여 예측화질을 구할 때에는 A픽처에는 2개의 패러티 패킷이 추가된 상황이고 B, C에는 한 개씩의 패러티 패킷이 추가된 상황이다. B픽처에 패러티 패킷을 추가했을 때 예측화질이 가장 높게 나온다면 결론적으로 패러티 패킷은 A픽처에 한 개, B 픽처에 한 개가 추가되는 것이다.

본 실험에서 패러티 패킷의 총 수는 전체 데이터 개수 * 패킷 손실율 * 0.4로 정하였다. 전체 데이터가 100개의 패킷으로 이루어지고 패킷 손실율이 1%라면 패러티 패킷은 40개가 되며 40개의 패러티 패킷 위치는 위의 방법을 이용하였다.

4. 실험 결과 및 분석

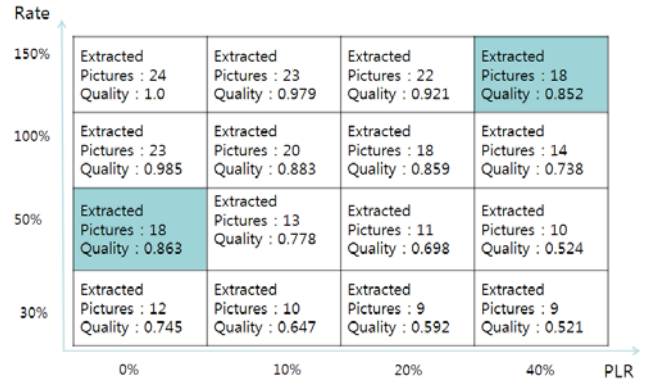


그림 2. 추출된 프레임 수 및 예측 화질

대역폭을 한 GOP 사이즈에 대비하여 비율적으로 30%, 50%, 100%, 150%로 변경하였으며 패킷 손실율을 0% 10% 20% 40%로 변경하였다. 각 각의 상황에서 대역폭 및 패러티에 의해 추출되는 프레임 수 및 예측 화질은 그림 2와 같다. 패킷 손실율이 많을수록 패러티 패킷의 양이 많아지므로 추출되는 프레임의 수가 적어지는 것을 확인 할 수 있으며 반대로 대역폭이 높아지면 더 많은 프레임이 추출됨을 확인 할 수 있다. 또한 대역폭이 50%이고 패킷손실율이 0%일때 추출되는

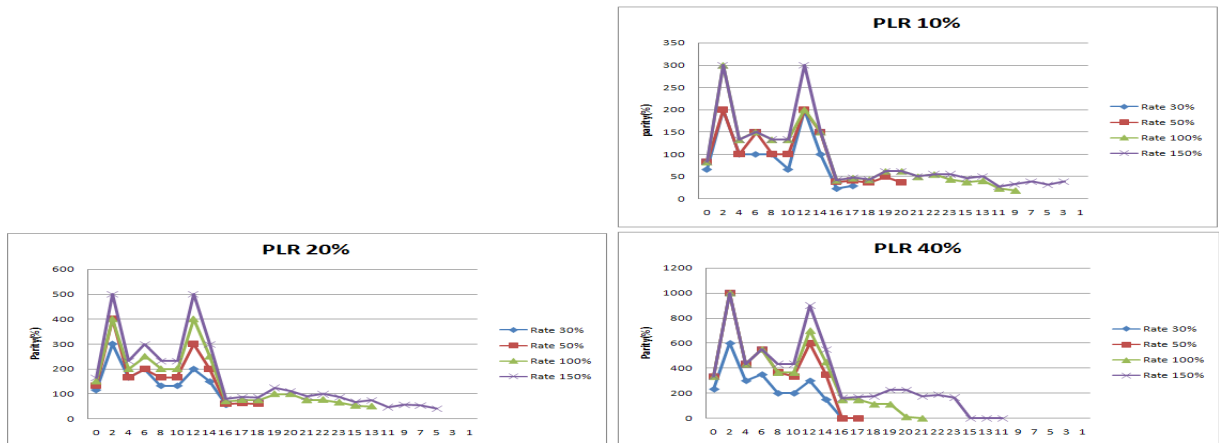


그림 3. 패킷손실율에 따른 각 프레임별 추가되는 패러티 양



그림 4. 대역폭에 따른 각 프레임별 추가되는 패러티 양

프레임수가 18개 이고 예상화질이 0.863입에 반해 대역폭이 150%이고 패킷손실율이 40%일 경우 0.852의 예상화질을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 40%의 손실율을 100%의 대역폭을 통해서 극복했다고 할 수 있다.

그림 3은 패킷손실율에서 각 프레임마다 추가되는 패러티 패킷의 양을 나타낸 그래프로써 가로축은 각 프레임의 번호를 나타내며 세로축은 각 프레임에 추가되는 패러티 패킷의 비율을 나타낸다. 위의 표와 동일하게 패킷 손실율이 높을수록 추출되는 프레임이 감소하는 것을 확인할 수 있으며 각 프레임 별로 추가되는 패러티의 수가 많음을 확인할 수 있다.

그림 4는 대역폭에 따라 추출되는 프레임 및 각 프레임에 추가되는 패러티의 비율을 나타낸다. 특정 패킷 손실율에서 앞부분의 중요한 프레임에 어느 정도의 패러티 패킷이 추가된 상황에서는 대역폭의 여유가 되더라도 더 이상 그 프레임에 패러티 패킷이 추가되지 않는 것을 확인할 수 있다. 이것은 패러티 패킷을 통하여 충분히 패킷 손실율을 극복하였으며 다른 프레임에 패러티를 추가함으로써 얻는 화질개선 효과가 더 크기 때문이다.

5. 결론

지연을 발생시키지 않기 위하여 패킷 손실율을 증가시키는 대신 대역폭을 충분히 활용한다면 실시간 서비스에서 비실시간 서비스에서와 같은 품질을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다. 본 실험에서는 하나의 프레임을 여러개의 패킷으로 전송함으로써 하나의 프레임이 제대로 전송될 확률이 낮아지는 단점이 있었다. 전송하는 패킷의 크기를 다르게 하여 패킷의 수를 다르게 한다면 다른 결과를 확인할 수 있다.

또한 계층화 코덱 적용방법에 따라 각 프레임별 다른 중요도를 확인할 수도 있을 것이다.

현재 실험에서는 실제 네트워크 상황에 대한 고려가 되어 있지 않으나 실제 네트워크에서 대역폭의 변화와 손실율의 변화가 위의 결과에서와 다르다면 실제 네트워크 환경에서의 적용으로 발전시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE 802.11 WG, Draft Supplement to Part 11: Wireless medium access control(MAC) and physical layer(PHY) specifications: Medium access control(MAC) enhancements for quality of service(QoS), IEEE Standard. 802.11e/D10.0, Sep. 2004.
- [2] J. Reichel, H. Schwarz, M. Wien, "Joint Scalable Video Model JSVM-11", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N9199, Jul. 2007.
- [3] J. Vieron, M. Wien, H. Schwarz, "JSVM 11 software", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N9212, Jul. 2007.
- [4] Chen, Y., Boyce, J., Xie, K., 2005. Frame Loss Error Concealment for SVC. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16, Document JVT-Q046. Nice, FR