

ATM망에서의 MPEG-2 영상 전송

1) 통신망은 ATM사용

① MPEG-2영상을 통신망을 통해 전송하기 위해 5~10Mbps정도의 대역폭을 필요로 한다. 이렇게 큰 대역폭을 필요로 하는 디지털영상의 전송에는 ATM 망을 주로 사용한다.

2) MPEG-2 시스템표준의 필요성

① MPEG-2 영상비트열과 MPEG 음성비트열 및 데이터비트열을 전송하거나 저장하기 위해 하나로 묶어야 한다(다중화한다).

② 하나의 비트열로 다중화하기 위해서는 통신 채널이나 저장 미디어 등이 갖는 프로토콜이나 저장 포맷에 적합한 형식으로 만들 필요가 있다.

③ 영상과 음성의 동기(Lip sync)를 맞추어야 한다.

3) MPEG 2 시스템의 다중화방식

① 단일 프로그램을 오류가 없는 채널 환경에서 다중화하는데 적합한 프로그램스트림(PS :Program Stream)이 있는데, MPEG-1 시스템을 약간 개선한 것이다.

② 오류가 있는 채널환경에서도 복수의 프로그램을 다중화하는데 적합한 트랜스포트 스트림(TS:Transport Stream)이 있다.

- 복수의 프로그램을 하나의 비트열로 다중화하므로 멀티미디어 시대의 디지털 TV방송 등에 적합하고 제한수신을 위한 스크램블 기능(비트열을 암호화하여 유료 가입자 이외에는 시청할 수 없게 하는 것)을 부가할 수 있도록 되어 있다.

- 또한 랜덤 액세스가 용이하도록 디렉토리 정보나 개별 비트열에 관한 정보 등을 실을 수 있다.

4) 다중화는 시분할 패킷다중화

① MPEG 2 시스템은 시분할다중방식(TDM:Time Division Multiplexing)에서 쓰이고 있는 패킷 다중화 방식을 채택하고 있다.

② 영상과 음성비트열 각각을 우선 패킷이라 불리는 적당한 길이의 비트열(PES:Packetized Elementary Stream)로 분할한다.

③ PES패킷은 다양한 응용에 대응하도록 길이의 상한을 64KB까지로 하고, 각 패킷마다 고정길이나 가변길이 어느 것이라도 선택 가능하도록 하고

있다.

- ④ 가변 전송속도와 불연속적인 전송도 가능하다.
- ⑤ 각각의 PES를 하나의 비트열로 다중화하여 PS나 TS를 만든다.
- ⑥ 패킷 길이는 전송채널이나 매체에 의존한다.
- ⑦ ATM(Asynchronous Transfer Mode.비동기 전달모드)에서는 53 바이트의 패킷(셀)을 사용한다.
 - Header(패킷에 관한 기본 정보) 5바이트+사용자정보(Payload) 48바이트
 - Header의 비율이 높아 사용자 정보의 전송효율이 떨어지지만 지연시간과 버퍼 메모리양이 적게 되는 이점이 있다.

4) TS패킷

- ① TS패킷은 ATM과의 접속성을 고려하여 1백88바이트의 비교적 짧은 고정길이를 가지고 있다.
- ② ATM 셀의 사용자 정보 48바이트중 한 바이트를 AAL(ATM Adaptation Layer)용으로 사용하면 실제 사용자 정보는 47바이트가 된다.
- ③ 따라서 하나의 TS패킷은 4개의 ATM 셀에 실어서 전송할 수 있다.
- ④ 각 TS 패킷의 첫 4바이트는 Header용이므로 나머지 1백84바이트가 실제 영상과 음성 등을 실어 나르는 사용자정보 부분이다.
- ⑤ 많은 응용분야에서 오류정정을 위한 부호를 부가하는데 TS 패킷의 길이는 이를 고려하여 결정되었다.
- ⑥ 즉 블록 오류정정부호로서 가장 탁월한 성능을 갖는 리드솔로몬부호를 적용하려면 TS 패킷의 길이는 2백55보다 충분히 작은 것이 바람직하므로 결국 ATM과의 접속성을 함께 만족시키는 1백88로 결정된 것이다.
 - 예) 무궁화위성을 이용한 디지털 방송에서는 각 TS 패킷에 16바이트의 오류정정부호를 부가한 RS(204, 188)를 사용하고 있어 수신측에서 2백4바이트 중 8바이트까지의 오류를 정정할 수 있다.
- ⑦ 대부분 군집오류에 강한 리드솔로몬 부호와 더불어 산발적 오류에 강한 길쌈 부호(Convolutional Code) 혹은 길쌈부호를 변조부와 결합하여 성능을 개선하는 TCM(Trellis Coded Modulation)을 함께 사용하고 있다.

MPEG-2 시스템 계층에는 동기화 정보가 추가되는데 이는 시간 스탬프를 이용해서 처리한다.

시간 스탬프에는 복호 시간 스탬프(Decoding Time Stamp)와 표현 시간 스탬프

탬프(Presentation Time Stamp)가 있으며 PES 패킷 헤더에 포함된다. 부호기와 복호기 사이의 동기화는 PCR(Program Clock Referece)를 이용한다.

3. MPEG-2 비트 스트림의 ATM셀로의 매핑

MPEG-2 비트 스트림을 ATM 셀로 매핑하는 방법에는 두 가지가 있는데, 하나는 AAL1 을 이용한 항등 비트율(CBR)전송이고 나머지는 AAL5를 이용한 전송이다. 원래에는 AAL-2가 영상전송에 적합한 것으로 기대되었으나 아직 표준화 되지 않은 상태이다.

3.1 AAL 5

아래의 그림1은 TS 패킷을 AAL5 PDU로 매핑한 결과를 나타낸 것이다. 두 개의 TS 패킷은 8개의 ATM 셀에 정확히 매핑된다. 이는 ATM Forum의 VOD 스펙 1.1에 적용된 것이다. AAL5의 중요한 단점으로는 시간정보를 추출하는데 필요한 기법이 없고, 전방 오류 제어(Forward Error Correction)기능을 제공하지 못한다. 장점으로는 데이터 및 신호 전송용 AAL-5가 이미 장착된 종단 사용자 장치에 대해서는 추가 소요 경비없이 영상 서비스를 제공할 수 있다.

[그림1] 2개의 TS 패킷을 가지고 있는 AAL5 PDU 포맷

또 다른 장점으로는 NULL convergence sublayer를 적용하여 더 이상의 추가적인 네트워크 기능을 정의하지 않아도 되는 점이 있다.

3.2 AAL1

아래의 그림2에서 나타난 바와 같이 TS패킷은 4개의 ATM AAL1셀에 매핑

된다. AAL5에 비해 AAL1이 갖는 중요한 장점은 실시간 어플리케이션을 위해 정의되었다는 점이다. AAL1은 항등 비트율 (CBR)응용에만 적용할 수 있는데 이는 AAL1의 중요한 단점이다.

[그림2] TS패킷의 AAL1셀로의 매핑

AAL1은 ATM망 내에 회선 에뮬레이션 서비스를 제공하기 위해 만들어졌기 때문에, 모든 연결에 대하여 항등 지연을 지원할 수 있고, 전방 오류제어 기능도 제공한다. 그러므로 MPEG-2 영상 전송에 필요한 기능들을 가지고 있다. 허나 데이터 및 신호 전송용으로 AAL-5가 이미 장착되어 있는 종단 사용자 장치에 대해서는 MPEG-2전송을 위해 AAL-1을 별도로 장착해야 하는 부담이 있다.

4. 서비스 품질(Quality of Services Issues)

사용자가 만족할 만한 품질의 비디오를 제공하기 위해서는 네트워크는 일정한 레벨의 서비스를 제공해야만 한다. 셀 지연 변이(Cell Delay Variation), 비트 에러율(Bit Error Rate), 셀 손실율(Cell Loss Rate) 등은 수신된 비디오의 품질을 떨어뜨리는 주된 요인이 된다. 에러 제어기법을 사용하는 비실시간성 데이터는 BER이 10⁻⁵인 링크를 사용해도 된다. 그러나 비디오 스트림의 경우 비디오의 품질에 엄청난 저하를 가져오게 된다.

4.1 셀 지연 변이(Cell Delay Variation)

셀 지연 변이 즉 지터는 비디오 스트림의 품질에 매우 큰 영향을 준다. MPEG-2 비디오 시스템은 인코더와 디코더에서 27MHz 시스템 클럭을 이용하여 둘 사이를 동기화 시킨다. 이것은 비디오와 오디오 스트림을 정확히 동기화 시키고 또한 디코더의 버퍼가 오퍼플로우나 언더플로우가 발생하지 않도록 프레임의 추출을 조절한다. 인코더와 디코더가 동기화를 유지하도록 인코더는 주기적으로 PCR(Program Clock Reference)을 TS에 추가한다. 이것

은 디코더가 필요할 때마다 시스템 클럭을 조정하는데 사용된다. 만약 ATM 셀에 지터가 있다면 PCR역시 지터의 영향을 받게 되고, PCR내부의 지터는 시스템 클럭으로 전파되어 비디오의 품질을 저하시키는 결과가 된다.

AAL1상에서의 전송을 위한 하나의 해결방법으로는 SRTS(Synchronous residual time stamps)를 사용하는 방법인데, 이 방법은 전송의 종단 시스템들이 동일한 표준 네트워크 시계를 참조한다. 이러한 참조 시계는 지터의 영향을 측정하는데 사용된다.

4.2 비트 에러율(Bit Error Rate)

MPEG-2로 인코딩된 비디오 스트림은 비트 에러에 의해 화질이 떨어질 확률이 높다. 비트 에러가 발생하면 하나의 셀에서 발생한 에러는 공간적, 시간적으로 다른 비디오 시퀀스에 전파된다. 공간적인 에러는 VLC(Variable length codes)가 별도로 코딩되고 이전 VLC로부터 motion vector를 사용하기 때문에 발생한다. 만약 VLC가 손실되면 에러는 다음의 코딩지점까지 전파된다. MPEG-2 스트림에서는 다음 비디오 슬라이스의 시작지점이 된다. 그러므로 비트 에러는 프레임의 큰 영역의 품질을 저하시키는 요인이 된다.

시간적인 에러 전파는 forward and bidirectional prediction에 의해 발생한다. I프레임에서 발생한 에러는 이를 참조한 모든 P프레임으로 전파되고 이는 다시 B프레임으로 전파된다. 그림 3은 비트에러의 전파를 나타낸다.

[그림3] 비트 에러 전파

4.3 셀 손실율 (Cell Loss Rate)

셀 손실율 역시 비디오 스트림의 품질을 저하시키는 중요한 요인이다. 셀 손실은 여러가지 요인에 의해 발생되는데 그것에는 물리적인 매체, 스위칭 기술, 스위치의 버퍼크기, 그리고 연결설정에 필요한 스위치의 수 등이 있다. 그리고 비디오 스트림이 CBR 또는 VBR 로 전송되었느냐에 따라 달라질 수 있다.

5. 에러 수정(Error Correction) 및 에러은닉(Error Concealment)

비디오 전송에서 비트에러와 셀 손실은 화질의 저하의 큰 요인이다. 에러 수정과 에러 은닉은 디코더가 에러에 대해 특정한 기법을 적용하여 품질의 저하를 최소화하는 기법이다. 에러수정은 에러를 제거하고 원래의 정보를 복원하는 기법이고, 에러은닉은 에러를 완전히 제거하는 것이 아니라 사용자가 눈치채지 못하도록 하는 기법이다.

5.1 에러수정

전통적인 재전송기반의 에러 수정기법은 ACK에 의한 지연이 크므로 실시간성이 요구되는 비디오 전송에는 적합하지 않다. AAL1에 의해 ATM에 제공되는 전방 에러 제어 (FEC)기법은 데이터를 나타내는 입력 심볼의 집합에 중복되는 것을 추가하여 좀 큰 출력 심볼을 생성한다. FEC기법에는 Hamming, Bose Chaudhuri Hocquenghen(BCH), 그리고 Reed-Solomon기법이 있다.

5.2 에러은닉

에러은닉은 에러의 정도 또는 셀의 손실을 줄이는 방법이다. 이러한 방법에는 시간적인 은닉과 공간적인 은닉 그리고 Motion compensated 은닉이 있다. 시간적인 은닉기법은 현재 프레임에 있는 에러가 발생한 데이터를 이전의 프레임에 있는 에러가 없는 데이터로 교체하는것이다. 공간적인 은닉기법은 에러가 발생한 주위의 데이터를 채워넣는 방법으로 데이터가 세밀하지 않은 부분에 효과적이다. 마지막으로 Motion Compensated 은닉은 주위의 에러없는 블록으로부터 Motion Vector를 측정해내는 것이다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 최근 중요한 관심사로 떠오르고 있는 ATM망에서의 MPEG-2 영상서비스를 제공하기 위해 고려해야 할 여러 가지 내용들을 살

펴보았다. 그 중에서 고품질의 서비스를 제공하기 위해 연구되어야 할 과제로는 에러처리 기법의 개선 및 개발이다. 현재 AAL1을 위한 전방 에러 제어 기법에 대해서는 어느 정도 연구가 이루어지고 있으나 AAL5에 대한 에러 제어 기법은 아직 특별한 연구결과가 발표되지 않고 있다. 또한 에러은닉 기법도 여러 가지 연구결과가 발표되고 있기는 하지만 아직도 많은 연구가 필요하다