

무선 멀티미디어 액세스망에서 패킷에러율과 처리율을 개선하기 위한 에러제어방안

이하철

유한대학 정보통신과

Error Control Architecture for Improvement of Packet Error Rate and Throughput in The Wireless Multimedia Access Network

Ha Cheol Lee

Dept. of Information and Communication, Yuhang College

요약

본 논문은 유선통신망의 ATM기술을 무선통신망에 적용한 무선 멀티미디어 액세스 환경에서 패킷에러율 및 처리율등 전송성능을 개선하기 위한 통합에러제어 구조를 제안하였다. 음성, 데이터, 영상 등의 동시성 멀티미디어 트래픽을 처리해야 하는 무선 멀티미디어 네트워크에서는 트래픽별로 QoS(Quality of Service) 목표치가 다르므로 트래픽 속성에 상관없이 일괄적으로 성능개선기법들을 적용하는 것은 또 다른 성능저하 현상을 초래한다. 대표적인 멀티미디어 네트워크인 ATM 네트워크인 경우 트래픽 속성상 CBR(Constant Bit Rate) 및 랜덤트래픽은 자연에 매우 민감하며 VBR(Variable Bit Rate) 트래픽은 어느 정도의 자연은 허용되나 데이터 전송시 매우 높은 신뢰도를 필요로 한다. 이러한 배경에서 ATM을 기반으로 하는 무선 멀티미디어 네트워크 액세스 환경에서 트래픽별 QoS 속성을 만족시킬 수 있는 통합 에러제어 구조를 제시한 후 FEC, ARQ, 인터리빙, 버퍼용량등의 적용방안을 제시하였다.

1. 서론

유선 멀티미디어 네트워크의 대표적인 통신기술인 ATM기술은 광케이블과 같이 우수한 전송특성을 갖는 전송매체를 기반으로 개발된 기술이며 전송특성이 열악한 무선채널에 적용하기 위해서 만들어진 기존의 프로토콜들과는 상당한 차이점을 지니고 있다[1]. 그러므로 ATM 데이터를 광 전송로를 이용하여 전송할 경우에는 오버헤드가 감소하고 처리율이 증가하는 장점을 갖으나 무선 전송로와 같이 에러에 민감한 채널을 통해 전송할 때에는 심각한 전송성능의 열화가 예상된다. 한편, 기존의 협대역 무선통신에서는 BER(Bit Error Rate)등 열악한 무선 전송로의 성능을 개선하기 위해서 트래픽 속성에 상관없이 다이버시티,

동화, FEC 및 ARQ기법 등을 일괄적으로 적용하고 있다. 그러나 음성, 데이터, 영상 등의 동시성 멀티미디어 트래픽을 처리해야 하는 광대역 무선통신에서는 트래픽별로 QoS 목표치가 다르므로 트래픽 속성에 상관없이 일괄적으로 성능개선기법들을 적용하는 것은 또 다른 성능저하 현상을 초래한다. 따라서 멀티미디어 서비스제공을 목표로 하는 무선 ATM 네트워크에서는 트래픽별로 QoS 목표치를 만족시키면서 최상의 패킷에러율과 처리율을 얻을 수 있는 방안이 강구되어야 한다[2]. 이러한 배경에서 본 논문에서는 트래픽별로 QoS 속성을 만족시키기 위해서 FEC, ARQ, 인터리빙, 버퍼용량을 종합적으로 검토하여 ATM 기반의 무선 멀티미디어 네트워크에 적용하기 위한 통합 에러제어구조를 제시하였다.

2. 무선 멀티미디어 액세스망의 에러 제어 구조

ATM 기반의 무선 멀티미디어 네트워크에서 전송성능을 개선하기 위해 제안하는 에러제어 구조는 그림 1과 같다. 인터리빙은 채널의 버스트에러를 랜덤하게 하여 성능저하 현상을 최소화 시킬수 있는 채널 인터리빙을 고려할 수 있으나 여기서는 FEC 디코딩의 버스트 에러를 랜덤하게 하여 성능저하현상을 최소화 시킨다. 그리고 FEC는 채널의 에러율과 필요 E_b/N_0 를 감소시키며 데이터 링크 ARQ는 매우 높은 신뢰성을 필요로 하는 데이터 트래픽에 적용하여 열악한 전송링크로 인한 TCP응용의 성능저하현상을 감소시킨다. ATM 셀의 VPI/VCI에 근거한 다중화/역다중화 기능은 지역에 민감한 ATM 트래픽과는 달리 높은 신뢰도를 필요로 하는 ATM 트래픽에 데이터 링크 ARQ 프로토콜을 적용하기 위한 것이다.

링크레벨에서 ARQ 프로토콜을 적용하는 것은 특정링크에 대한 재 전송절차를 부분적으로 처리하여 TCP의 단-대-단 프로토콜 동작으로 인한 재전송 부하를 감소시키기 위한 것이다. 결국 무선링크에서 에러로 인한 TCP의 폭주제어 절차를 피하게 된다[3].

무선채널환경은 변화의 폭이 매우 크기때문에 전송성능을 최적화하기 위해서 에러제어 기법들을 선택하는 것은 무선채널 특성에 의해서 결정되며 기법들간에 trade-off가 따르게된다. 그러므로 서로 다른 채널환경에 대해서 적절한 파라미터를 선택하는 것은 매우 다양하며 에러제어 구조는 채널환경에 따라 달라진다. 인터리버/디인터리버는 버스트성 잡음채널에서만 필요하고 지역에 민감하지 않은 신뢰성있는 트래픽 전달을 필요로 하는 경우에 주로 적용되며 지역에 민감한 트래픽에 대해서는 적합치 않다. 이를 위해서 트래픽을 형태별로 구분하여 적합한 에러제어 기법을 적용하기 위한 다중화/역다중화 기능을 도입한다. 지역에 민감한 실시간성 트래픽에 대해서는 가급적 작은 인터리버 길이를 사용하고 블록코드와 콘벌루션코드를 직렬 결합한 concatenated FEC 기법을 적용한다. 그리고 지역에 민감하지 않고 높은 신뢰도를 필요로 하는 ATM 트래픽에 대해서는 길이가 더 큰 인터리버를 사용함과 동시에 콘벌루션코드와 데이터링크 ARQ 프로토콜을 이용하는 적용형 Type I Hybrid ARQ 기법을

적용한다[4]. 결국 각 에러제어 기법들이 무선 ATM 네트워크의 트래픽 속성에 따라 인터리빙 기법과 함께 그림 1의 통합 에러제어 구조하에서 융통성 있게 적용되어야 한다[5].

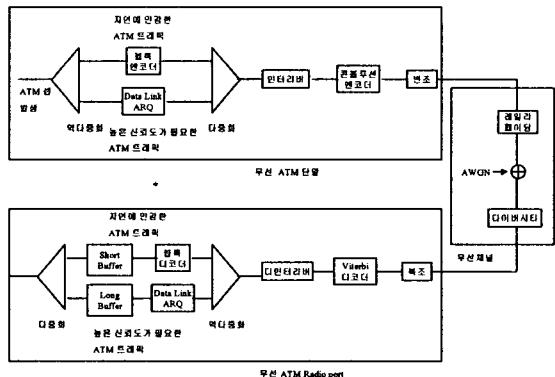


그림 1. 무선 멀티미디어 액세스 환경에서 전송성능 개선을 위한 에러제어구조

3. 기법별 적용방안

3.1 FEC 코드의 적용

무선링크를 통해 CBR 형태의 ATM 데이터의 전송성능을 향상시키기 위해서 그림 2와 같이 에러 정정능력이 우수한 concatenated 코드가 사용될 수 있으며 이는 내부코드와 외부코드로 구성된다[6]. 내부코드는 구속장이 $k=7$ 인 콘벌루션 코드가 적정하며 외부코드는 RS 코드($8-b$ symbol, $n \leq 255$, $t \leq 8$)이며 콘벌루션 코드율은 주로 $R = 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 7/8$ 이 사용되며 변조기법과 채널특성에 따라 코드율과 에러정정능력을 결정한다. 블록코드만을 사용하는 경우도 성능을 향상시키지만 광통신링크로 구성되는 유선망과 연동되어 운용될 수 있는 정도의 성능을 얻기위해서 블록 코드와 콘벌루션 코드를 concatenation하는 것이 훨씬 더 필요하다. 이러한 것은 특히 채널환경이 열악한 경우에 더욱 더 필요하다. 데이터 전송율을 최대로 유지하는 것이 중요한 대역제한 된 채널인 경우에는 8-PSK, 16-PSK, 64-QAM 등의 변조기법이 높은 데이터 전송효율($b/s/Hz$)을 얻기 위해서 사용된다. concatenated 코드의 형태로 RS코드와 trellis coded modulation기법을 사용하는 것도 고려할 수 있다. 그리고 블록 또는 연속적인 형태의 전송은 특정 데이터링크가 어떻

게 액세스되는가에 딸린 문제이며 코드의 파라메터를 선택하는데 있어서 구현상의 복잡도도 데이터율과 에러정정능력에 비교하여 검토되어야 한다.

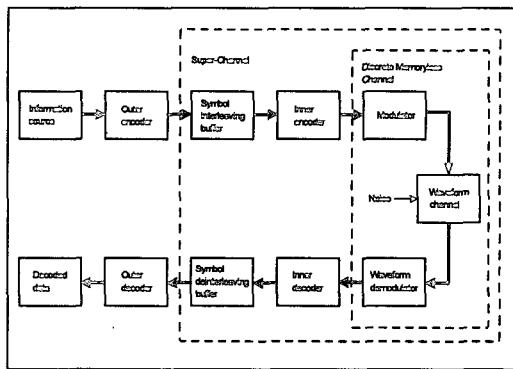


그림 2. Concatenation형태의 FEC코드를 이용하는 방법

3.2 ARQ 프로토콜의 적용

ARQ 프로토콜의 목적은 에러패킷을 재전송하는 TCP의 부담을 줄이기 위해 열악한 채널상에서 에러를 극복, 데이터전송을 가능하게 하기 위한 것이다. 데이터 링크 프로토콜의 파라메터는 채널특성이 주어지는 경우에 직접 결정될 수 있지만 ARQ의 선택에 있어서 중요한 것은 간단한 GBN(Go-Back-N) 프로토콜을 사용할 것인지 효율적이지만 복잡한 SR(Selective Repeat) 프로토콜을 사용할 것인지를 결정하는 것이다. 채널의 전송특성이 concatenated 코드를 사용할 때와 같이 기울기가 매우 큰 BER 곡선을 가질 때 GBN 프로토콜의 선택은 타당하다고 할 수 있다. 그러나 높은 BER특성을 갖는 열악한 채널환경에서는 GBN 프로토콜의 성능이 떨어진다. 이 경우에 SR 프로토콜이 가장 최선의 선택이며 재전송 time-out, 원도우크기, 송수신 버퍼 크기, 전송 ARQ 프로토콜의 프레임 길이등 프로토콜 파라메터들이 고려되어야한다. 데이터 링크 프로토콜에 대해서 적합한 재전송 time-out은 쉽게 결정될 수 있으며 왕복 전송지연(TRT)은 단일 링크에 대해서 평가되고 프레임의 전송지연, 링크의 전파지연, 링크의 양단에서 처리시간등이 포함된다. time-out 값은 TRT 보다 조금 더 크게 설정되어야 한다. GBN 프로토콜에 대한 원도우 크기 (W_{ARQ})는 데이터 링크 ARQ를 이용하는 모든 가

상회선에 대한 할당용량(C_{ARQ})과 왕복 전송지연의 곱보다 같거나 더 크다($W_{ARQ} \geq C_{ARQ} \cdot TRT$). 송신측에서의 버퍼크기는 최소한 GBN 및 SR ARQ 프로토콜에 대해서 $W_{ARQ} \geq C_{ARQ} \cdot TRT$ 에서 계산되는 원도우크기 정도가 소요된다[2].

ARQ프로토콜은 채널 인터리버가 효과적으로 버스트 에러를 분산시키기에 너무 긴 채널 버스트에러가 발생했을 때 이 버스트 에러로부터 복구하기 위하여 사용될 수 있다. 데이터 링크 ARQ기법의 적용을 위한 권고 사항으로 GBN 프로토콜은 지연-대역폭 곱값이 작은 비교적 양호한 채널에 사용될 수 있으며 그 밖의 열악한 채널에서는 SR 프로토콜이 주로 사용되며 우수한 성능을 나타낼 수 있다. ARQ 프로토콜과 관련된 제안사항은 다음과 같다.

- 재전송 Time-out은 왕복 전송지연시간보다 조금 더 커야 함($T_{retransmission} > TRT$)
- 원도우크기 ($W_{ARQ} \geq C_{ARQ} \cdot TRT$)
- 버퍼크기는 원도우크기의 multiple 이어야 함 ($k \cdot W_{ARQ}$)

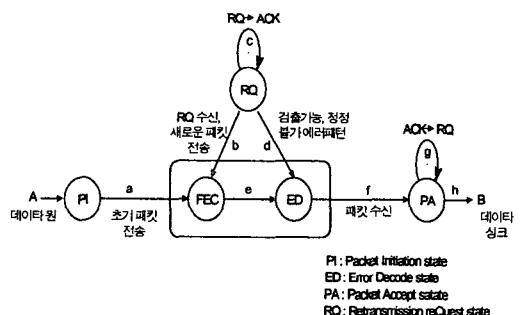


그림 3. 2개의 코드를 사용한 Type-I Hybrid ARQ 기법

3.3 버퍼용량 선정

많은 트래픽이 통합될 때 cell scale요소는 항상 존재하므로 버퍼는 이러한 요소를 처리할 수 있어야 하며 burst scale이 존재할 때는 다음 두 가지 요소를 고려해야 된다. 하나는 총 입력률이 cell slot을 초과하지 않도록 bursty source의 수를 제한하는 것이며 이 경우에 excess rate cell은 소실되며 bufferless 또는 burst scale loss option(rate envelope multiplexing)이라고 한다. 다른 하나는 excess rate cell을 처리할 수 있도록 충분히 큰 버퍼를 가정하는 것이며 일부 셀만 손

설되고 나머지 셀들은 버퍼에서 지연된다. 이것은 burst scale delay option(rate sharing statistical multiplexing)이라고 한다. 따라서 버퍼의 크기를 정하는 것이 중요한 사항이며 통신망으로 유입되는 트래픽량에 관련된다. 또한 버퍼용량의 선정은 CAC(Connection Admission Control) 메카니즘에 중요한 영향을 미친다. CBR이나 랜덤 트래픽의 경우 cell scale 성분만이 존재하며 burst scale 성분은 존재하지 않는다. 이 때 버퍼용량을 결정하는 것은 cell scale 성분의 최대부하이며 실시간 서비스인 경우 버퍼를 통한 지연시간이 신중히 검토되어야 한다[7]. 그리고 burst scale delay option인 경우에 bursty 트래픽량이 CBR 또는 랜덤 트래픽의 이용도 수준으로 증가될 수 있으며 이 때 버퍼용량은 매우 커야 한다. 그러나 음성이나 비디오 서비스와 관련된 excess rate cell을 버퍼링하는 데는 지연시간이 커서 서비스제공에 지장을 초래하게 된다. 이를 해결하기 위해서 지연에 민감한 트래픽은 짧은 버퍼를 이용하고 손실에 민감한 트래픽은 긴 버퍼를 이용하는, 트래픽의 형태에 따라 버퍼의 길이를 다르게 하고 시간적으로 서비스의 우선순위를 제어할 수 있는 서버를 이용하는 것이 고려될 수 있다.

4. 맷음말

본 논문은 유선통신망의 ATM 기술을 무선통신환경에 적용한 무선 멀티미디어 액세스 네트워크 환경에서 전송성능을 개선하기 위해 FEC, ARQ, 인터리빙, 버퍼용량을 종합적으로 검토하여 멀티미디어 네트워크 액세스 환경에 적용하기 위한 통합 에러제어구조를 제시하였다. 무선 멀티미디어 네트워크의 전송성능을 개선하기 위해서는 접속노드의 버퍼용량을 증가시키거나 무선채널의 에러성능을 개선시키기 위해서 트래픽 형태별 최적의 에러제어기법의 선택이 중요하다. 이를 위해서 트래픽을 형태별로 구분하여 적합한 에러제어 기법을 적용하기 위한 다중화/역다중화 기능을 도입해야 한다. 지연에 민감한 실시간성 트래픽(CBR 및 랜덤 트래픽)에 대해서는 가급적 작은 인터리버 길이를 사용하고 블록코드와 콘벌루션 코드를 직렬 결합한 concatenated FEC 기법이 적합하다. 그리고 지연에 민감하지 않고 높은 신뢰도를 필요로 하는 VBR 트래픽에 대해서는 길이가 더 큰 인터리버를 사용함과 동시에 콘벌루

션코드와 데이터링크 ARQ 프로토콜을 이용하는 적응형 Type-I Hybrid ARQ 기법이 적합하다. 향후에는 이러한 통합 에러제어 구조를 구현하기 위한 설계연구를 수행할 예정이다.

[참고문헌]

- [1] Dipankar Raychaudhuri, "ATM-based Transport Architecture for Multiservices wireless Personal Communication Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, No. 8, October 1994
- [2] J. Bibb Cain and Dennis N. McGregor, "A Recommended Error Control Architecture for ATM Networks with Wireless Links," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 15, No. 1, pp. 16-28, Jan. 1997
- [3] Uwe Lambrette, Lars Bruhl and Heinrich Meyr, "ARQ Protocol Performance for a Wireless High Data Rate Link," IEEE '97 VTC, pp. 1538-1542, 1997
- [4] Robert H. Deng and Michael L. Lin, "A Type I Hybrid ARQ System with Adaptive Code Rates," IEEE Trans. on Comm. Vol. 43, No. 2/3/4, pp. 733-737, Feb./Mar./Apr. 1995
- [5] Ha Cheol Lee, Byung Seub Lee, "Error Control Architecture for ATM data transmission in Wireless ATM Access Networks," 3rd CIC, pp. 542-549, Oct. 1998
- [6] 이하철, 이병섭, "무선 ATM접속망의 에러제어구조 및 CBR 트래픽의 CLR 성능개선," 한국통신학회 논문지 제26권 제 1A호, pp. 135-145, Jan. 2001
- [7] 이하철, 이병섭, "ATM 접속노드에서 셀 손실율과 버퍼용량 및 지연시간의 상관관계 분석," 한국통신학회 논문지 제27권 제 10C호, pp. 945-950, Oct. 2002