

# CDMA2000 1x 망에서의 실시간 멀티 미디어 전송 개선에 관한 연구

박성희, 정준호, 서덕영

경희대학교 전자정보학부

## A Study on Improvement of Real Time Multimedia Transmission on CDMA2000 1x Network

Sung Hee Park, Junho Jeong, Doug-Young Suh

Dept. of Electronic Eng., Kyung Hee University

shpark@newmedia.kyunghee.ac.kr

jhung@newmedia.kyunghee.ac.kr

suh@khu.ac.kr

### 요 약

CDMA2000 1x 기반의 무선 인터넷 서비스가 가능해짐에 따라 무선 멀티 미디어 서비스에 대한 수요가 점점 늘어나고 있다. 화상 전화나 VOD 서비스와 같은 실시간 멀티 미디어 서비스에 사용되는 UDP는 현재의 유선과 무선이 혼합된 망에서는 패킷 전송 주기와 패킷의 크기에 따라 매우 다른 성능을 보여준다. 무선 구간에서 전송 효율을 높이기 위해서는 대역폭과 패킷손실률 그리고 채널의 타임슬롯 시간을 고려해야 한다. 본 논문에서는 CDMA2000 1x 망에서 망 측정을 통하여 실시간 멀티미디어 전송에 적합한 QoS 인자를 추출하여 이를 개선 향상을 위해서 하고 실시간 멀티 미디어 서비스를 위한 대안을 제시하였다.

### 1. 서론

휴대용 단말기 기술의 발전과 무선 채널을 통한 고속 데이터 통신 기술이 상용화됨에 따라 무선 단말기를 통한 인터넷 멀티 미디어 서비스가 가능해 졌다. 이 모든 것은 CDMA2000 1x 서비스가 상용화 됐기 때문이다. 현재의 CDMA2000 1x는 144kbps의 전송속도를 목표로 하므로 음성은 물론이고 고용량의 파일과 동영상까지도 전송이 가능하다. 하지만 무선 채널의 문제점인 높은 에러율( $10^{-3}$ )과 긴 지연시간 그리고 인터넷 서비스의 특징인 사용자 수에 따라 변하는 대역폭의 문제는 여전히 무선 환경에서 인터넷 멀티미디어 서비스를 하는데 어려운 요소로 남아있다.

전송 중에 발생하는 어느 정도의 손실은 어플리케이션 측에서 에러정정(FEC, ARQ 등) 을 하면 사용자가 느끼지 못할 정도로 복원할 수 있다. 그러나 제한된 대역폭 안에서 멀티미디어를 전송하기 위해서는 전송지연과 지터가 얼마나 발생하는지를 예측하여 망의 대역폭에 맞춰 서비스를 하는 것이 중요하다. 현재 사용자들이 요구하는 미디어는 높은 대역폭을 요구하는 영상데이터들이 주이기 때문에 무선망을 최대한으로 사

용하며 사용자의 요구를 만족하는 멀티 미디어콘텐츠 즉, 영상 데이터가 필요하다.

최근 상용화된 CDMA2000 1x 무선 데이터 서비스의 경우 한 채널 당 9.6Kbps나 14.4Kbps의 채널 대역폭을 가지며 사용자의 요구에 따라 채널을 할당하는 방식으로 서비스를 하고 있다. 그러나 무선용량의 한계로 사람에게 주어질 수 있는 채널수가 제한되어있고 한사람에게 지속적으로 채널을 유지해 주기 어려운 상황이다. 또한 데이터 링크계층에 있는 RLP(Radio Link Protocol)[1]에서의 에러보정과 패킷 분할 등의 기능으로 신뢰성을 확보해 주지만 손실로 인한 잦은 재전송으로 인하여 유효 대역폭은 더욱 줄어들게 된다. 이러한 한계를 극복하기 위해서 멀티미디어 데이터의 효과적인 전송과 제어를 위해서 이에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서 망 측정을 하기 위해 사용된 RTP(Real Time Protocol)[2]는 실시간 멀티미디어 패킷 전송에 많이 사용되며 TCP와 같은 slow start문제와 UDP의 신뢰성 문제를 보완해주는 프로토콜이다.

멀티미디어 데이터의 특성상 전송 중에 어느 정도의 손실이 발생해도 서비스에는 문제가 되지 않으므로 유선망에서는 큰 문제가 되지 않았으나 단말기(Mobile Terminal)에서 기지국(Base Station)까지의 무선망과 기지국에서 인터넷망으로의 유선망이 혼합된 망에서는 무선환경을 고려해서 전송해야한다. 한계 대역폭을 초과해서 전송하면 그만큼 손실과 지연 그리고 지터가 크게 발생하므로 사용자가 만족스러운 멀티미디어 서비스를 받기 힘들다.

본 논문에서는 CDMA2000 1x망에서의 Loss, Delay, Jitter를 측정하여 망의 특성을 살펴보고 그 결과를 토대로 적합한 멀티미디어 서비스 제공 방안을 제시한다.

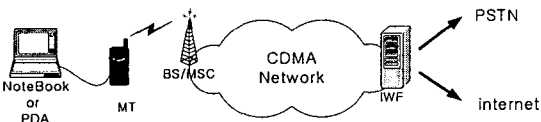


그림 1 무선 데이터 서비스 시스템구성

## 2. 무선 데이터 서비스

무선데이터는 전송데이터의 성질에 따라서 크게 회선데이터와 패킷데이터로 구분되며 처리하는 방법이 다르다. 회선데이터는 비동기 데이터, FAX등의 전송에 사용되고, 패킷데이터는 인터넷 등의 패킷으로 처리되는 데이터 전송에 효과적이다.

무선데이터는 기본적으로 오류의 확률이 높기 때문에 RLP(Radio Link Protocol)를 기지국과 단말기에 구현하여 오류 발생 확률을 줄여야한다. RLP는 채널 부하를 줄이기 위해서 일반적으로 오류가 발생한 채널에 대해서 재전송을 요구

하는 NACK(Negative Acknowledge)기반 프로토콜을 주로 사용한다.[3]

### 2.1. 회선 데이터 서비스 (Circuit Data Service)

회선 데이터는 호 설정 후 송신측과 수신측이 통신선로를 점유하여 데이터를 송수신하는 것을 의미하며, 접속된 양단은 마치 전용선을 사용하는 것과 같은 상태가 된다. 대용량의 데이터를 신뢰성 있게 보내기에 유리하고 PC통신과 FAX 전송 등에 사용되며 단말기(MT)에 TCP/IP가 구현되어야한다. 무선선의 경우 한 사람이 점유할 수 있는 채널이 제한적이며 TCP에 의한 재전송 등으로 실시간 멀티미디어 서비스에 부적합하다.

### 2.2. 패킷 데이터 서비스(Packet Data Service)

패킷 망 즉, 인터넷 망에서 사용하는 데이터로서 Datagram 형태로 전송되며 모든 데이터 단위는 패킷이라는 작은 단위로 구성된다. 회선 데이터와는 다르게 패킷을 전송할 때만 통신 선로를 점유하기 때문에 한 채널을 여러 사람이 데이터를 전송할 수 있다. 이 경우 CDMA망 내에서 응용서비스가 제공될 경우, IP가 요구되지 않으며 단말기의 NAM(Number Assignment Module)에 설정된 MIN(mobile Identification Number)이나 ESN(Electronic Serial Number)을 이용한 Addressing으로 서비스가 제공될 수 있고 단말기에서 VOD 서비스를 받을 때에는 IWF가 단말기에 임시로 IP를 할당하고, 이 IP를 사용하여 Gateway는 타망과 연결하여 서비스 받을 수 있다.

## 3. 유효 대역폭 측정

현재 대역폭을 측정하기 위해서 사용되는 방법으로 Throughput, pathchar, 그리고 패킷 페어(packet-pair) 방식 등이 있다.[4] 본 논문에서는 유효 대역폭을 측정하기 위한 방법으로 패킷 페어방식을 사용하였다. 패킷 페어 방식에는 RBPP(Receiver Based Packet Pair)방식과 SBPP(Sender Based Packet Pair)방식이 있는데 본 논문에서는 RBPP방식을 응용하여 송신자(Sender)가 크기가 일정하게 증가하는 패킷을 일정한 간격을 두면서 계속 수신자에게 보낼 때, 망을 통과한 패킷이 수신자(receiver)에 도착했을 때 그 망의 대역폭에 따라 그 간격(IAT)이 정하여 진다. 패킷크기를 증가시키다 보면 수신자 측에서 손실(loss)과 지연(delay)이 급격하게 증가하는 곳이 있는데 이때의 패킷크기와 전송간격으로 유효 대역폭을 결정한다.그림 2가 이를 설명하고 있는데 패킷 사이즈가 S이고, IDT(Inter Departure Time)의 간격으로 전송된 패킷들은 IAT(Inter Arrival Time)간격으로 도착한다.

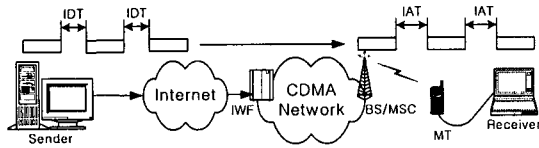


그림 2 RBPP방식

그러면 이 망의 대역폭 B(Bandwidth)는

$$B = \frac{S}{IAT} \quad (\text{수식 1})$$

가 된다. 여기서 단위는 S는 비트(bit)이고 충분히 크며 IDT, IAT는 초(sec)가 되며  $IAT \geq IDT$  인 관계가 성립한다.

#### 4. 멀티미디어 시스템의 고려사항

멀티미디어 통신 시스템에서 가장 많은 영향을 주는 인자로 지연(Delay), 손실 (Loss), 지터 (Jitter)를 생각할 수 있으며 이러한 인자를 QoS Parameter라고 정의 할 수 있다.

##### 4.1. 손실(Loss)

자신이 현재 서비스 받고 있는 서비스가 원래의 데이터와 다르지 않다고 느끼게 하는 것이 정보의 투명성 (Transparency)을 높이는 전략이다. 이러한 부분에 결정적인 인자는 정보의 손실 즉, 패킷의 손실이다. 손실의 경우는 여러 경우가 있다. 패킷의 헤더에 에러가 나서 주소를 파악할 수 없을 때와 라우터의 처리능력 부족으로 라우터에서 폐기된 경우, 송신자 측에서 송신 에러 등 많은 경우가 존재한다. 어떠한 통신망도 손실이 '0' 이라고 할 수는 없기 때문에 손실이 발생될 때 어떻게 대처해 나가느냐가 주 연구대상이다. 현재의 시스템은 ARQ나 FEC로 이 문제를 해결해 나간다.

##### 4.2. 한계 지연

영상과 음성의 시간적인 차이를 느끼지 않으려면 지연 (Delay)과 지터(Jitter)가 없어야 하며 지연과 지터를 통합하여 한계지연이라고 말하기도 한다.

지연은 [그림 3]의 시스템에서 여러 가지 지연부분의 합이라고 말할 수 있다. 결국 지연을 제로로 만들 수는 없다는 것을 알 수 있다. 멀티 미디어에서의 지연은 전송 측에서 미디어 데이터를 압축하고, 전송을 위하여 헤더 추가 등의 과정에서 지연이 추가되며 본 논문에서 관심이 되는 무선 전송 시 전송망의 종류에 따라 자신의 전파지연을 가지게 된다. 이러한 패킷은 수신 측에서 다시 의미 있는 데이터로 재결합하는 역 패킷화 시간과 이러한 데이터를 원 미디어로 변환하는 디코딩시간이 추가된다. 여기에 추가로 각 렌더링에 소요

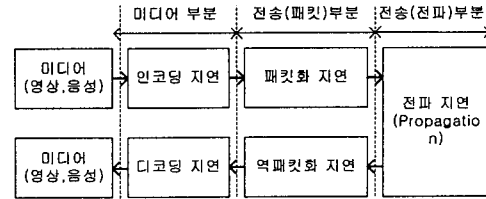


그림 3 멀티미디어 시스템에서의 지연

되는 시간이 추가되는데 이는 사용자의 CPU성능에 따라 결정된다.

지터는 지연이 일정하게 생기지 않는 것을 의미하며 점대점 (point-to-point)상황에서 모든 패킷이 걸리는 시간이 같다고 가정하면 수신자 측에서 수신되는 패킷의 일정한 지연은 문제가 되지 않는다. 그러나 무선망에서는 기지국 상황에 따라 대역폭이 변하고 NACK 프로토콜에 의한 재전송이 발생함에 따라 미디어간의 타이밍이 맞질 않아서 미디어의 질이 떨어지게 된다. 이를 해결하기 위해 현재의 멀티미디어 시스템에서는 주로 버퍼 컨트롤로 이를 해결해 나가고 있다.

지연은 전체 지연의 평균으로 나타내며 그에 따른 지터를 이용하여 최대 지연과 최소지연을 결정하여 이를 한계지연이라고 말하며 이는 시스템 설계시 가장 중요한 인자중의 하나라고 말할 수 있다. ITU-T에서는 멀티미디어 전송 시스템은 각 미디어의 지연이 150ms이하이어야만 사용자가 불만을 가지지 않는다고 정하고 모든 시스템이 이를 지켜주기를 권고한다. 이는 현재는 불가능한 수치이며 IMT-2000에서는 한계지연을 400ms로 권고하고 있다.

#### 5. 실험 및 고찰

##### 5.1. 구현

시스템 구성은 휴대 단말기에서 VOD서비스를 받는다는 가정하에 CDMA 1x 단말기를 노트북에 연결하고 클라이언트를 설치하였고, 원격지에 서버를 두고 데이터 통신 모드로 접속하여 패킷을 전송하였다. 사용된 프로토콜은 UDP를 사용했고, 패킷이 도착한 시간을 측정하고 패킷순서를 확인하기 위해서 RTP를 사용하여 전송하였다.

##### 5.2. 실험 및 고찰

국내에서 서비스하고 있는 CDMA2000 1x망의 QoS정보를 알아내기 위해서 대역폭측정(B), 손실률(Loss)그리고 지연 (Delay)을 측정하였다. 일반 LAN에 연결된 Pentium III급 PC와 CDMA1x망에 연결된 Pentium III급 노트북을 데이터 서비스로 연결한다. 노트북의 IP Address는 IWF에서 자동으로 할당되며 일단 연결이 성립되면 서버는 선택된 IDT 주기와

Packet Size로 클라이언트로 전송한다. 패킷을 받은 즉시 클라이언트는 패킷의 번호와 도착시간을 기록한다.

를 증가시키면서 평균 손실률을 비교하였다. 보는 바와 같이 70Kbps이하에서 보다 적은 손실률을 보였다.

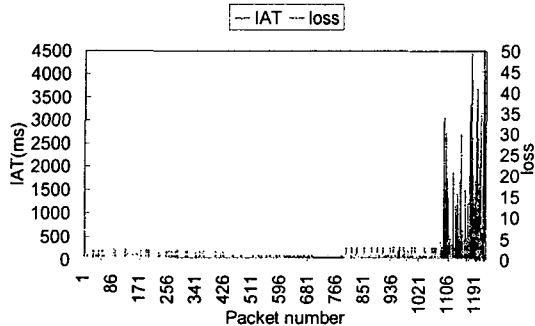


그림 4 DownLink에서 IDT=100ms, Packet Size=500~1440byte 일때 Loss와 IAT(지연)

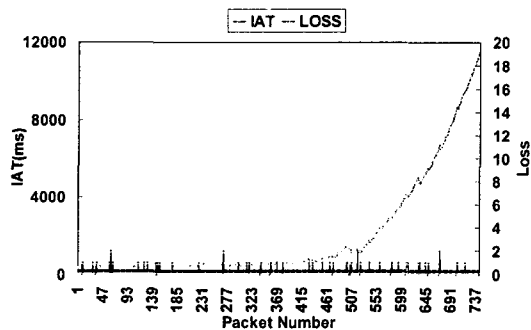


그림 5 UpLink에서 IDT=130ms, Packet Size=10~130 일때 손실과 지연

위의 실험에서보면 지연이 증가하지않는 구간의 최대 대역폭은

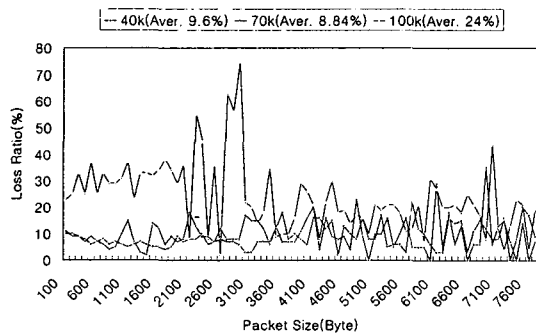


그림 6 40~100Kbps 대역폭 내에서의 패킷 크기에 대한 평균손실률 비교

위 실험은 대역폭을 40K~100Kbps로 맞춰 놓고 패킷 사이즈

## 6. 결론

본 논문은 CDMA2000 1x망에서 인터넷 실시간 멀티 미디어 서비스를 하기 위한 망 측정을 하였다. IAT값이 증가하지 않는 구간에서의 최대 유효 대역폭은 순방향(DownLink)은 96Kbps[그림 4], 역방향(UpLink)은 6Kbps[그림 5]로 측정되었고 [그림 6]에서 보는 바와 같이 유효대역폭 안쪽 구간에서는 Packet Size나 IDT값에 관계없이 유사한 손실률과 IAT값을 보여 주는 것을 알 수 있었다. VOD(Video On Demand)와 같은 서비스의 경우 손실(Loss)보다는 한계지연에 더 민감하므로 버퍼링을 통해서 적당한 사용자 QoS를 만족시킬 수 있다. 따라서 인터넷 실시간 멀티미디어를 CDMA2000 1x 망에서 서비스하기 위해서는 초기 대역폭 측정을 통해서 한계 대역폭을 얻고, 대역폭을 만족하는 콘텐츠를 이용하여 서비스를 하여야 한다.

## 참고문헌

- [1] C.S0003-A, Medium Access Control(MAC) Standard for cdma2000 Spread Spectrum System, June 2000.
- [2] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, V. Jacobson, RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications , RFC-1889, Jan. 1996
- [3] 김현욱 외 3인, "IMT-2000이동통신 원리,cdma2000 중심으로", 진한도서, pp507-605, may 2001
- [4] Kevin Lai, Mary Baker, Measuring Bandwidth , Proceedings of the IEEE INFOCOM'99 - Volume 1 ,pp235-245 , March 1999.