

# 무선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 서비스를 위한 스케줄링 정책

민승현<sup>o</sup> 이현정 이정환 신규철 김명준  
충북대학교 컴퓨터과학과  
imturtle@hanmail.net

## Real-time Multimedia data service scheduling in Wireless ATM Networks

Seung-hyun Min<sup>o</sup> Hyun-jung Lee Jung-Hwan Lee Kiu-Cheol Shin Myung-Jun Kim  
Dept. of Computer Science, ChungBuk National University

### 요 약

최근 정보 통신 기술의 발전에 따라 음성 서비스 등과 같은 단일 서비스를 제공하던 무선 통신망이 음성, 데이터, 고화질 정지화면, 동영상 및 다양한 정보형태의 멀티미디어 데이터 서비스를 추구하고 있다. 효율적인 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위해서는 실시간 데이터의 지연한계를 보장하고 비 실시간 멀티미디어 데이터들의 데이터 손실을 최소화해야 한다. 무선 ATM망은 기본적으로 ATM 전송방식을 사용하고 있지만 유선 ATM망에 비해 제한된 대역폭과 높은 전송지연, 비트 에러율과 이동성이라는 특수성을 고려하여 유선 ATM망과 많은 차이가 있다. 무선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 서비스 전송을 위한 스케줄링 방법으로 유선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 서비스를 위해 적용되는 TCRM(Traffic-Controlled Rate Monotonic Priority scheduling)정책을 Uplink 와 Downlink시 각각 다른 방법으로 적용하여 실시간 멀티미디어 데이터 전송 스케줄링 정책을 제안하고, 예약버퍼(reservation buffer)와 임의의 전송 속도  $p_k$ 를 사용하여 TCRM의 단점인 비 실시간 데이터에 대한 비효율성 문제 해결안을 제시한다.

### 1. 서 론

최근 정보 통신 기술의 발전에 따라 음성 서비스 등과 같은 단일 서비스를 제공하던 무선 통신망이 음성, 데이터, 고화질 정지화면, 동영상 및 다양한 정보형태의 멀티미디어 데이터 서비스를 추구하고 있다.

현재 유선 ATM(Asynchronous Transfer Mode)망에서 제공하는 다양한 멀티미디어 데이터 서비스를 무선 구간으로 확장 지원 하는 무선 ATM망에 대한 연구가 ATM Forum을 중심으로 세계적으로 진행되고 있다.[1]

유선 ATM은 점-대-점(End-to-End)통신을 기본 개념으로 개발 되어 왔으며, 전체 망을 하나의 동질 망 구조를 갖게 함으로써 높은 QoS(Quality-of-service)을 보장하고 망 구조를 단순화하고 융통성을 극대화하는 ATM 셀(cell)전송 패터다입은 차세대 무선 ATM 전송구조에서도 적용되어 진다.

무선 ATM망은 기본적으로 ATM 전송방식을 사용하고 있지만 유선 ATM망에 비해 제한된 대역폭과 높은 전송지연, 비트 에러율과 이동성이라는 특수성을 고려하여 유선 ATM망과 많은 차이가 있다. 현재 고려되고 있는 무선 ATM망의 셀 구조는 마이크로/피코 셀과 같이 점차 작아짐에 따라 잦은 핸드오버와 빠른 트래픽 상황 변화로 인하여 QoS 보장문제가 해결해야 할 과제로 대두되었다. [2]

본 논문에서는 무선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 서비스 QoS 보장과 전송을 위한 스케줄링 방법으로 유선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 서비스를 위해 적용되는 TCRM정책을 무선 ATM망으로 적용한 방법을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구 사항을 설명하고 3장에서는 무선

ATM망에서의 TCRM정책을 설명하고 4장에서는 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

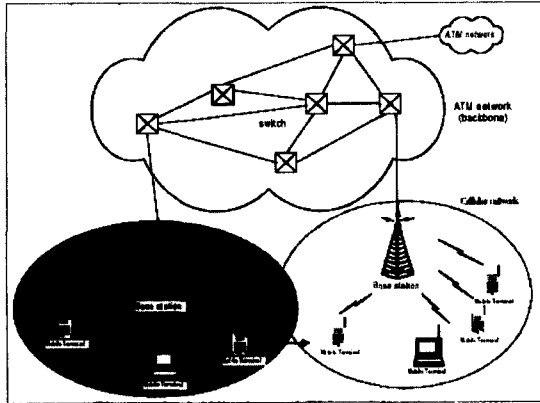
### 2. 관련연구

멀티미디어 데이터들은 특성에 따라 엄격한 에러 제어를 요구 하는 정적 특성의 데이터와 실시간 전송을 요구하는 동적 특성의 데이터 두 가지로 분류된다. 텍스트, 이미지 데이터와 같은 정적인 데이터의 경우 시간의 흐름에는 민감하지 않으나 완벽한 에러제어를 요구한다. 반면에 음성 및 동영상과 같은 동적인 데이터는 에러제어에는 느슨한 반면, 실시간성 및 연속성을 요구하므로 빠른 전송을 필요로 할 뿐 아니라 각 데이터간의 동기에도 신경을 써야 한다.

효율적인 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위해서는 실시간 데이터의 지연한계를 보장하고 비 실시간 멀티미디어 데이터들의 데이터 손실을 최소화해야 한다.

유선 ATM망에서의 적용되고 있는 TCRM 정책[3]은 간단한 트래픽 컨트롤러와 Rate-Monotonic Priority 스케줄링[4]만을 이용하여 사용자가 요구하는 실시간 멀티미디어 데이터에 대한 전송속도를 만족시키는 정책이다. TCRM은 실시간 데이터들을 Traffic controller에 의해 각각 실시간 채널을 할당하고 rate monotonic priority scheduler에 의해 실시간 데이터 속도에 따라서 높은 우선 순위를 주어 전송한다. 스케줄러에 선점 RMS 알고리즘을 적용하게 되면, 셀 전송 시 다른 셀에 의해서 셀 전송이 선점 당할 수 있으므로 비 선점 RMS 알고리즘을 사용한다. TCRM 정책의 단점은 실시간 채널에 실시간 데이터가 계속 존재할 경우 비 실시간 데이터를 전혀 전송하지 않는

단점이 있다. 이러한 단점으로 인하여 비 실시간 데이터를 위한 버퍼에 저장공간이 무한히 필요하게 되거나 그렇지 못할 경우 많은 비 실시간 데이터의 손실을 유발하게 된다. 무선 통신망에서 실시간 멀티미디어 데이터 QoS 제어를 위한 연구로는 Levine[7]과 Oliveira[8]의 연구가 있다.



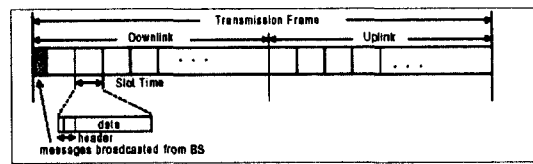
<그림1> 무선 ATM망의 구조

### 3. 무선 ATM망에서 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위한 TCRM정책

#### 3.1 무선 ATM망의 구조 및 특징

무선 ATM망에서는 자원의 한계를 극복하기 위해 셀 크기가 아주 작은 단위로 이루어져 있다. 망의 기본 구조는 <그림1>에서와 같이 MS(mobile Station)과 이들 MS와 ATM 네트워크망(Backbone)을 연결을 위해 무선 접근을 제공하는 기지국(BS: Base station)으로 구성된다. 무선 ATM망에서는 유선 ATM망과 달리 Uplink와 Downlink의 입장에서 스케줄링을 해야 한다.

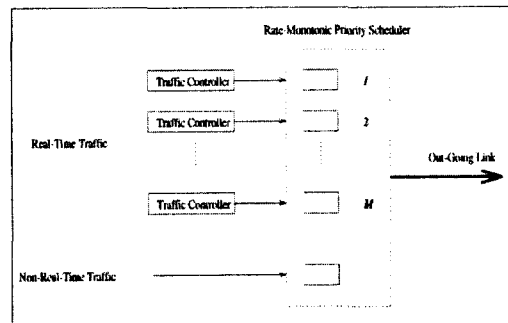
Downlink는 BS에서 MS로 데이터를 전송하는 것을 말하며 Uplink는 MS에서 BS로 데이터를 전송하는 것을 말한다. 실시간 멀티미디어 데이터 중 음성데이터와 달리 동영상과 같은 데이터는 양방향에서 생성되는 트래픽량이 서로 크게 차이가 날 수 있다. MS는 휴대하기 편리해야 하므로 작고 가벼워야 한다. 따라서 멀티미디어 서비스를 위한 정보 데이터 베이스와 컴퓨팅 파워는 MS가 아니라 BS측에 위치하게 된다. 짧은 명령어가 Uplink를 통해 망으로 전달되는데 비해 상대적으로 큰 파일이 Downlink를 통하여 MS에 전송된다. 이러한 경우 만약 Downlink와 uplink에 동일한 크기의 대역폭을 사용한다면 대역폭의 낭비와 용량의 저하를 초래한다. 예를 들면 Full load 조건으로 Uplink의 단위시간당 트래픽량이 Downlink 트래픽량의 20%라면 Uplink의 대역폭의 80%가 낭비되고 이는 시스템 전체로 보면 대역폭의 40%가 낭비되는 셈이다. 또한 Uplink인 경우 BS에서 MS에 실시간 데이터가 있는지 없는지 알 수 없어 주기적으로 데이터를 전송한다면 그만큼 대역폭의 손실이 온다. <그림2>는 MS와 BS의 사이의 통신 채널을 Uplink와 Downlink시에 할당되는 구조이다. 무선 ATM망의 셀은 수신처 정보를 담은 헤더부와 데이터부로 구성되어 있다.



<그림 2> Channel access 방법

#### 3.2 무선 ATM망에서의 TCRM정책 방안

무선 ATM망에서 TCRM정책을 적용하기 위해서는 Uplink와 Downlike의 경우에 각각 적용하는 방안을 제시한다.



<그림 3 TCRM의 구조>

#### Downlink TCRM 정책

Downlink인 경우는 BS에서 MS로 데이터를 전송하는 것을 말하며 이 경우에 실시간 데이터는 BS에서 스케줄링 후 MS로 전송되므로 TCRM정책을 그대로 적용시킬 수 있다.

입력 트래픽을 위한 leaky bucket 모델[9]은  $(a_i, p_i)$ 로 표현한다.  $a_i$ 는 버킷에 들어올 수 있는 셀들의 전체 크기이고,  $p_i$ 는 셀 전송속도이다.

실시간 전송을 위한 채널을 설정하기 위해서는 사용자가 셀 전송속도를  $p_i$  요구하고 admission test를 거친 후에  $(a_i, p_i)$  트래픽 모델에 따라서 채널을 확립할 수 있다. 실시간 통신 서비스를 제공하기 위해서 각 ATM 스위치마다 User Network Interface(UNI)가 필요하다. UNI는 셀 손실을 방지하기 위해  $a_i$ 의 버퍼공간이 필요하고 셀을  $p_i$ 속도로 네트워크입구에 전송한다.

셀들이 Traffic controller에 도착하는 시간을 계산하기 위해서 논리적 도착시간을 사용한다. 논리적 도착시간의 계산은 같은 채널에서 이전 셀의 도착시간을 이용해서 계산 할 수 있다. s 번째 채널의 n번째 셀이 논리적 도착 시간은 다음과 같이 나타낼 수 있다.[3]

$$X_n = \begin{cases} A_{1,s} & n=1 \\ \max(x_{n-1,s} + \frac{L}{p_i}, A_{n,s}) & n \geq 2 \end{cases} \quad (1)$$

$X_n$ 는 n번째 셀의 도착시간,  $A_{n,s}$ 는 채널 s에 있는 n번째 셀의 도착시간,  $p_i$ 는 채널 i의 전송속도, L은 셀 하나의 크기를 나타낸다.

트래픽 컨트롤러에 셀 도착시간과 셀 전송시간이 같으므로 하

나의 셀만 저장할 수 있는 버퍼 공간을 요구한다. TCRM 정책의 단점은 실시간 채널에 실시간 데이터가 계속 존재할 경우 비 실시간 데이터를 전혀 전송하지 않는 단점이 있다. 이러한 단점으로 인하여 비 실시간 데이터를 위한 버퍼에 저장공간이 무한히 필요하게 되거나 그렇지 못할 경우 많은 비 실시간 데이터의 손실을 유발하게 된다.

이를 해결하기 위해서 예약버퍼(reservation buffer)와 임의의 고정된 속도  $p_k$ 를 사용하여 비 실시간 데이터의 손실을 줄이도록 한다. 실시간 데이터는 사용자가 요구하는 속도로 채널을 설정해서 규칙화된 전송속도로 셀을 전송하지만 비 실시간 데이터는 실시간 데이터와 달리 가변적인 속도로 예약버퍼에 저장되므로 어느 순간에 얼마나 많은 셀들이 예약버퍼에 저장되는가를 알 수 없다. 따라서 비 실시간 데이터의 셀을 저장하고 있는 예약버퍼는 FIFO큐로 구성되고 임의의 고정된 속도인  $p_k$ 로 스케줄러에 셀들을 전송한다. 또한 비 실시간 데이터를 위해 필요한 예약버퍼의 공간 RB는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$RB+1 = U - \frac{p_k}{L} \quad (2)$$

U는 어떤 시간 t에 M개의 임의의 연결로부터 예약버퍼에 들어오는 셀들의 전체 개수에 합을 나타내며 L은 셀 하나의 크기를 나타낸다. 식(2)에 의해 U가  $p_k/L$  보다 작다면 예약버퍼는 단 하나의 셀을 저장할 수 있는 공간을 요구한다. 우리는 예약버퍼에서 스케줄러에 셀을 보내기 위한 전송속도  $p_k$ 값이나 버퍼에 셀 저장 공간 RB값을 조절해서 셀 손실비율을 낮출 수 있어 TCRM의 단점인 비 실시간 데이터에 대한 비효율성 문제를 해결할 수 있다.

#### Uplink TCRM 정책

Uplink는 MS에서 BS로 데이터를 전송하는 경우를 말하는 데 Uplink인 경우 BS에서 MS에 실시간 데이터가 있는지 없는지 알 수 없어 주기적으로 데이터를 전송한다면 그만큼 대역폭의 손실이 온다. 따라서 Uplink인 경우는 먼저 폴링(polling)을 한 뒤 데이터가 있을 경우에만 데이터 전송을 한다. 즉 Uplink인 경우는 폴링을 한 후에 TCRM정책을 적용한다.

입력 트래픽을 위한 leaky bucket 모델은  $(a_i, p_i)$ 로 표현한다.  $a_i$ 는 버킷에 들어올 수 있는 셀들의 전체 크기이고,  $p_i$ 는 셀 전송속도이다. 네트워크에서 패킷은 M으로 나타내고 M의 크기는 셀과 같이 고정적이다.

MS가  $p_i$ 속도로 패킷의 크기 M을 BS에 보내면 BS는 요청한 M이 실시간 데이터인지 비 실시간 데이터인지 알 수 없기 때문에 실시간 채널을 제공할 수 없게 된다. 따라서, MS에서  $p_i$ 속도를 요청하면 BS에서 폴링주기  $T_{pi}$ 를 설정하고 폴링순서를 RMS로 정한 후 BS에서 MS로 폴링한다. MS로 폴링할 때 MS에 M이 있으면 MS에서 M을 BS로 보낸다. BS에서는 MS에서 가져온 M을 TCRM방식으로 스케줄링한다.

#### 3.3 Admission control

다른 실시간 채널에 영향을 주지 않으면서 새로운 실시간 채널을 설정하기 위해서 admission test를 거쳐야 한다. kweon[3]의 방법을 이용하여 스케줄 가능도를 검증한다. 어떤 링크 i에 실시간 채널 n개가 존재할 때 실시간 채널의 집합은  $(i, i=1,2,\dots,n)$ 으로 나타낸다.

채널 i의 전송속도 =  $P_i$   
RB의 전송속도 =  $P_k$

한 셀의 전송시간 = C

우선 순위 인덱스  $i < j$ 이면  $p_i > p_j$  이다  
 $i=1,\dots,n$ 인 경우

$P_i \geq P_k$  일 때

$$\sum_{i=1}^n C \lceil \frac{L/p_i}{L/p_i} \rceil + 2C \leq \frac{L}{p_i} \quad (3)$$

$P_i < P_k$  일 때

$$\sum_{i=1}^n C \lceil \frac{L/p_i}{L/p_k} \rceil + 2C + \lceil \frac{L/p_i}{L/p_k} \rceil \leq \frac{L}{p_i} \quad (4)$$

#### 4. 결론

기존의 유선 ATM망의 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위한 TCRM 정책을 무선 ATM망으로 확장하여 무선 ATM의 특성상 나타나는 Uplink, Downlink의 각각의 상황에 따라 적용시킴으로 실시간 멀티미디어 데이터를 전송 위해서는 실시간 데이터의 지연한계를 보장하고 예약버퍼와 임의의 전송속도  $p_k$ 를 이용하여 비 실시간 멀티미디어 데이터들의 셀 손실 비율을 낮출 수 있다. 그러나 무선 ATM망에서의 핸드오프처리를 고려하지 않은 스케줄링 정책이므로 향후 무선 ATM망에서의 실시간 멀티미디어 데이터 전송을 위해서는 핸드오프처리가 고속으로 진행되면서 QoS를 보장할 수 있게 고려한 스케줄링 정책의 연구가 필요하다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] WATM workinggroup, "Baseline Text for Wireless ATM specifications", Montreal, Quebec, Jul.1997
- [2] Mahmoud Naghshineh Anthony S. Acampora, "QoS Provisioning in micro-cellular Networks Supporting Multimedia Traffic" IEEE INFORCOM, 1995
- [3] S-K. Kweon and K.G. Shin "Traffic-controlled Rate-monotonic Priority Scheduling of ATM Cells" to appear in Proceeding of the 15th IEEE INFORCOM Mar.1996
- [4] Liu, C.L. and Layland J.W. "Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard Real Time Environment J.ACM 20(1) : 46-61, 1973
- [5] C.K. Toh, " wireless ATM and AD-HOC Networks, kluwer Academic Pub, 1997.
- [6] S-K. Kweon and K.G. Shin " Real-Time Transport of MPEG-Video with a Statistically Guaranteed Loss Ratio in ATM Networks" IEEE trans. parallel and distributed systems, vol 12. no.4 Apr 2001.
- [7] David A. Levine et al, " The shadow cluster concept for resouer allocation and call admission in ATM-based wireless networks" In Proceeding of Mobicom'95, Nov.1995
- [8] C. Olveira, et al, "An Adaptive Bandwidth recervation scheme for High-speed Multimedia Wireless networks," IEEE journal on selected areas in communications, vol 16, no 6, Aug.1998.
- [9] E.Knightly, D.Wrege, J.liebeherr, and H. Zhang "Fundamental limits and tradeoffs of providing deterministic guarantees to VBR video traffic" in Proc. of ACM SIGMETRICS. pp.98-107, 1995