

무선 ATM 서비스를 위한 QoS 기준 다중 접속 방법

(A QoS Based Multiple Access Scheme for the Wireless ATM Services)

芮秉護*, 李聖昌**

(Byung-Ho Yae and Sung-Chang Lee)

요 약

본 논문은 고속의 비동기 전송 방식인 ATM 서비스를 무선 서비스에 수용하기 위한 다중 접근 제어 방식에 대한 내용이다. 무선 ATM 망에서는 유선 망에서 제공되고 있는 음성, 컴퓨터 데이터 및 비디오 같은 다양한 형태의 사용자 요구에 대하여 서비스 질을 만족시키면서 수용하는 것이 가장 중요한 요구사항으로 전제되어야 있다. 기본적으로 이러한 요구 사항을 효과적으로 수용하기 위해서는 기지국에서의 중앙 제어 방식이 바람직한 것으로 제시되고 있다. 본 논문에서 제안된 매체접근 방법은 단말로부터의 데이터 전송요구에 대하여 기지국이 동적으로 자원을 허가하는 방식이다. 본 방식에서는 동적 자원 할당을 위해 트래픽 설정 단계에서 제공되는 트래픽 특성 및 QoS 정보와 기지국에서 관리되는 타임 스탬프 정보를 이용하는 방법을 제시한다. 이런 자원할당 방법을 적용함으로써 다양한 전송 속도와 QoS 제한치를 필요로 하는 통합된 형태의 서비스 요구에 매우 융통성 있고 효과적으로 대처할 수 있다. 그리고 시뮬레이션을 통해 주어진 환경하에서의 서비스 질과 성능적인 요소들을 확인할 수 있었다.

Abstract

This paper discusses multiple access control aspects for a wireless extension of high-speed asynchronous transfer mode(ATM) networks. One challenging requirement is that mobile systems convey of diverse types of information including voice, computer data, facsimile, and video data that have different quality of service constraints. Basically, a centralized control scheme for a coordinated multiple access is required in order to efficiently accommodate multimedia traffic on wireless links. The proposed scheme dynamically scheduling the mobile terminal, which has data to transfer according to the service, types at base station. In this scheme, the scheduling algorithm is performed on the basis of traffic descriptors and QoS parameters, which required in the connection set up phase. As a consequence, the transmission scheduling is very flexible and can account for the different traffic rate and delay constraints that emerge from voice and data integration. The simulation result shows that the proposed scheme has better performance over other scheduling algorithms.

I. 서 론

현재의 통신서비스의 발전방향은 크게 유선 및 무선

환경으로 크게 구분할 수 있으며, 유선환경에서는 ATM 기술을 기반으로 한 광대역 종합서비스 통신망이 초고속정보통신망의 기반으로 대두되고 있다. 무선

* 正會員, 韓國電子通信研究院 ATM운용보전연구실
(Elec. & Telecommunications Research Institute)

** 正會員, 韓國航空大學校 通信情報工學科

(Dept. of Telecommunication and Information,
Hankuk Aviation Univ.)

接受日字: 1997年10月24日, 수정완료일: 1998年4月29日

통신 서비스에서는 디지털 이동통신 방식에 의한 음성 서비스가 제공되고 있으며, 점차 PCS 구조의 광대역 서비스 구조로 발전하고 있다. 아울러 선진 각국에서는 ATM 구조의 무선통신 서비스를 위한 연구개발이 기본 서비스구조로 진행되고 있으며^[1], 이들 시스템들이 갖는 서비스 대역폭은 완전한 ATM 서비스 전송속도를 지원하기 보다는 우수한 데이터 압축기술에 의해 현재의 서비스 대역폭이 많이 낮아진다는 전제에서 제시된 대략 2M에서 40Mbps^[1]의 서비스 전달 속도를 만족하는 형태이다.

무선환경에서의 고속 데이터 전달 시 문제가 될 수 있는 것은 한정된 범위의 무선자원을 가장 효율적으로 사용할 수 있는 방법과 ATM 전달방식이 기본으로 전제된 광섬유하에서의 데이터 전달요류를 기반으로 한 서비스 만족도를 상대적으로 오류발생율이 큰 무선 환경에서 어떻게 보장할 수 있는가가 가장 큰 문제점으로 나타나고 있으며, 이 분야에 대한 연구가 집중적으로 진행되고 있다.

본 논문에서는 이러한 두 가지 요소 중 첫번째 사항에 해당되는 광대역 멀티미디어 무선서비스를 지원하는 다중매체 접근방법에 대한 연구를 수행한 것이다. 지금까지의 연구에서는 크게 서비스 대상이 되는 데이터의 성격이 달라진다는 관점에서 이것을 무선환경에서 수용하기 위한 패킷 프레임의 구조에 대한 연구가 진행되었다^{[2] [3]}. 다른 한편의 연구방향은 한정된 무선자원의 효율적인 관리측면에서 멀티미디어 서비스를 기반으로 하는 매체접근 방법을 연구 중에 있다.

이러한 연구의 결과에서는 단순히 서비스 대상 데이터의 성격을 동일하다고 보고 무선자원의 이용효율성만을 향상시키기 위한 방법으로 패킷 예약방식을 이용한 다중접속 방법을 연구하였거나 기지국에서의 단말에 대한 데이터 전달 허가를 위한 정책결정 과정에서도 서비스 데이터에 대한 성격이 고려되지 못했다^{[4] [5]}. 그리고 기지국에서의 스케줄링 방법은 트래픽 형태에 기반한 단순 우선순위를 지정하는 방법을 이용하였다^{[6] [7]}. 본 논문에서는 이러한 점을 해결하기 위하여 단말과 기지국간의 데이터 프레임의 구조와 제어 정보에 대한 정의를 수행하였다. 기지국에서의 데이터 전달순서를 결정하고 허가하기 위한 절차는 호 설정 단계에서 주어지는 트래픽 기술 정보들과 기지국에서 관리되는 타임 스템프 정보를 이용하였다. 마지막으로 제안된 다중접근 방법에 대한 시뮬레이션 결과를 통해

다른 방법과의 성능적인 요소들을 비교하였다. 본 논문의 구성은 II장에서 단말과 기지국간의 데이터 전달 구조를 설명하며, III장에서는 이러한 전달구조에서의 처리과정을 설명하며, IV장에서는 제안된 구조와 처리 과정에 대한 시뮬레이션 과정을 설명하며, V장에서는 제안된 방법에 대한 결과분석과 추후 연구추진 방향에 대하여 기술한다.

II. 시스템 구조

본 장에서는 무선환경에서의 B-ISDN 서비스를 수용하기 위한 단말과 기지국간의 구조를 나타낸 것으로써 기지국을 중심으로 한 셀 범위 내에 여러 가지 형태의 음성 및 데이터 서비스를 위한 단말들이 위치하는 구조이다. 이때 다수의 단말들은 각각 상호 다른 성격의 서비스를 비주기적으로 요구하는 동시에 서비스 질에 대한 요구사항도 다르게 나타난다. 이것은 기존의 음성을 위주로 한 서비스에서는 일정한 데이터의 입력속도와 서비스 질에 대한 개념과는 상당한 차이를 나타낸다. 그리고 무선환경에서는 제약된 자원을 상호 공유하기 위한 방법으로 한정된 자원에 대한 사용권한의 관리를 통해 분배가 이루어진다. 이것을 위해서는 앞에서 설명한 상호 다른 데이터 입력속도와 서비스 질에 대한 요구사항을 기반으로 한 방식이 가장 바람직한 방법이다.

본 논문에서는 이러한 기본적인 특징을 고려할 때 단말에서 전달하고자 하는 데이터가 입력되는 시점에서 기지국으로 전송요구를 접수하고, 기지국에서의 접수와 허가를 받아 자원이 할당된 상태에서 데이터의 전송이 이루어지는 예약기준의 다중접근방법을 제안하는 것이다.

그림 1에서는 기본적인 형태의 단말과 기지국간의 시스템 구성도를 나타낸 것이다. 단말로부터 데이터 전송요구를 접수하면 충돌이 발생되었는지를 확인 후 정상이면 해당 단말에 대한 전송요구를 접수하고 비정상이면 무시한다. 이때 요구한 단말에서는 일정시간 범위 내에 접수응답 신호를 접수하면 전송대기 상태로 천이하고, 그렇지 않으면 전송요구를 재전송한다. 기지국에서는 접수된 전송요구 단말과 계속적으로 전송상태로 유지되는 단말들을 대상으로 각 단말로부터 전송요구 시 접수된 일정 비트 속도, 가변 비트 속도, 여유분을 이용한 데이터 전송요구인자와 이들에 대한

서비스 만족도 정보를 이용하여 어느 단말에서 데이터 전달이 이루어져야 하는지에 대한 순서를 할당한다. 이때 허가된 단말에서는 허가된 타임슬롯 동안 데이터를 전송하고 다음 주기에서 또 다른 순서를 결정하기 위한 반복적인 수행결과에 따라 각 단말에서 데이터 전달이 이루어진다. 이러한 기지국에서의 다중접근 제어 방식은 가능하면 단말로부터 데이터 전송 시 충돌을 최소한으로 줄여 자원에 대한 이용율을 최대화 시키고 다양한 서비스 요구에 대한 서비스의 질을 만족시키는데 있다.

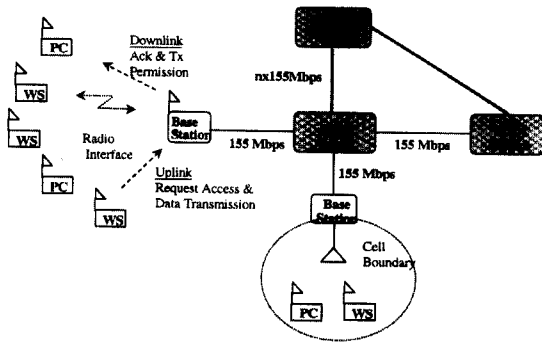


그림 1. B-ISDN 서비스를 위한 단말과 기지국간의 시스템 구성도
 Fig. 1. System Configuration between terminals and basestation for the B-ISDN services.

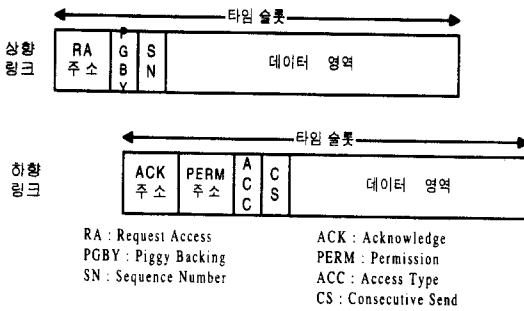


그림 2. 프레임 구성도
 Fig. 2. Frame structure.

그림 2는 단말과 기지국간의 프레임 구조를 설명한 것으로써 단말에서 기지국으로 향하는 상향 링크와 기지국에서 단말로 향하는 하향 링크로 구분된다. 이때 타임슬롯의 구성은 하나의 타임슬롯을 세분화하여 미니 슬롯^[4]으로 구성하거나 전달되는 데이터가 많은 경우는 오버헤드를 최소화하는 방법으로 별도의 타임슬롯으로 구분하여 사용할 수 있다^[11].

상향 링크에서의 프레임구성은 전송요구에 해당하는 RA(Request Access) 채널이 주어지며 각 단말은 이 채널을 공유하여 전송요구를 한다. 이때 데이터 영역에는 CBR, rtVBR, nrtVBR, ABR로 분류되는 데이터 형태와 서비스 질을 포함하여 스케줄링 알고리즘을 수행하는 데 필요한 트래픽 기술 정보들이 주어진다. CBR 트래픽의 경우에는 (,)로 주어지며 는 최대 트래픽 전송 속도인 PCR(Peak Cell Rate)이고 는 최대 지연 변이에 해당되는 CDVT(Cell Delay Variance Tolerance)인 지터를 나타낸다. VBR 트래픽의 경우는 (,,d)로 주어지며, 는 최대 전송 속도인 PCR이고, 는 최대 버스트 크기인 MBS(Maximum Bursty Size), d는 최대 여유 지연을 나타낸다. 이때 실시간성을 고려할 때 최대 지연 변이인 CVDT 정보가 포함되거나 포함되지 않는다. ABR 트래픽의 경우는 최소 전송율인 MCR(Minimum Cell Rate)을 나타낸다.

그리고 기지국에서 전송이 허가된 단말에서는 데이터 전송영역을 이용하여 데이터 전달이 이루어지며, 이때 각 데이터 전달 채널에서는 사용자 단말의 현재 동작 상태를 나타내는 피기 백 요소를 추가하여 ON/OFF 트래픽에 대한 RA의 횟수를 줄이고 충돌이 발생하지 않는 상태에서 계속적인 데이터 전달이 이루어질 수 있도록 기지국에 관리된다. 여기서 피기 백 요소는 2 비트로 구성하여 00인 경우는 단말이 버퍼에 전송할 데이터를 갖지 않은 상태이고, 01의 경우는 전송할 데이터를 가진 경우이며, 10인 상태는 데이터 전송을 재개하는 Wake-up 요구를 나타내며, 11의 경우는 모든 전송이 완료된 상태를 나타내도록 구분한다. 이러한 구성은 음성과 비디오 같은 ON/OFF 트래픽에 대하여 OFF 구간에서는 전송을 위한 자원 할당이 이루어지지 않도록 하고, 다시 ON 구간에서는 재개하는 절차를 이용하여 처리율을 향상시키는데 목적이 있다. SN 정보는 한 단말을 대상으로 연속적인 데이터 전송이 허가된 경우 일련번호를 구분하기 위하여 4비트로 구성되는 정보이다.

반면 하향 링크에서는 RA에 대한 정상적인 접수상태를 나타내는 ACK와 다음 타임슬롯에서 전송이 허가된 단말에 대한 정보를 나타내는 PERM 정보, 그리고 무선자원의 처리율을 향상시키기 위한 목적으로 ACC 정보로 구분한다. 여기서 ACC 정보는 일반적인 전송요구와 재개하는 전송요구를 구분하여 Wake-up 대상이 되는 단말에 대해서만 RA 채널을 통해 전송

요구를 하도록 지정하는 1 비트로 구성된다. 또한 전송 대기 중인 단말이 적은 경우에 한하여 이미 단말에 대기 중인 비실시간성의 데이터를 대상으로 연속적인 전송이 이루어 질 수 있도록 한다. 이를 위해 CS 영역을 4 비트로 구성하여 최소 한 개에서 최대 15개 슬롯까지 연속해서 전송이 가능하도록 하여 전송 효율을 향상시킬 수 있도록 하였다.

III. 기지국에서의 처리절차

본 예약기준의 다중접근 방식의 중요한 기능은 각 단말로부터 전송요구 접수 시 전송하고자 하는 데이터에 대한 형태와 서비스 질에 대한 정보를 접수 받고 이를 이용한 전송허가 단말선택 방법을 적용하여 계획적으로 데이터 전송이 이루어지는 것이다. 이중에서도 어떠한 기준에 따라 단말이 결정 되는 지가 자원의 이용효율과 서비스 만족도를 결정하는 가장 중요한 요소가 되며, 이 정보는 실제적인 트래픽 특성을 나타내는 한정된 값을 이용하는 것이 가장 바람직하며, 최적의 선택 알고리즘을 실현하기 위한 기본적인 정보가 될 수 있다.

1. 단말로부터의 전송요구 접수

전송하고자 하는 단말에서는 RA 채널을 이용하여 데이터 전송요구를 하며, 기지국에서는 해당 RA 채널을 통한 전송요구를 접수 받아 정상이면 단말에 대한 관리상태 테이블에 정보를 기록한다. 전송허가 관리기능에서는 이것을 이용하여 다음 타임슬롯에서의 전송이 가능한 단말을 결정하여 PERM 정보로써 전달한다.

표 1. 단말별 상태 관리 구성정보

Table 1. Components of status management information for the each terminal.

단말	RA	PERM	PGBY	데이터	QoS	T스텝프	RCNT
1	False	True	01	CBR	(γ, δ)	0.0023	0
2	False	False	11	-	-	-	
3	True	False	01	VBR	(ρ, σ, δ)	0.0035	23
4	False	False	10	ABR	γ	0.0018	29
n	~	~	~	~	~	~	

표 1에서는 기지국에서 전송허가를 결정하기 위한 단말별 상태관리 정보를 나타낸 것이다. RA 상태는

현재 전송요구를 접수한 상태를 나타내며, PERM 상태는 해당 단말로 ACK를 전송한 후 전송허가를 대기 중인 상태이며, PGBY 상태는 단말의 현재 동작 상태를 나타내며, 데이터와 QoS 정보는 호 설정 단계에서 접수된 트래픽 및 QoS 관련 정보이다. 이때 QoS 정보 중에서 지연변이 값은 종단간 서비스에 대한 수치이므로 실제로 단말과 기지국간에 적용하는데 있어서는 망에서 지연 요소를 고려한 값을 적용하여야 한다. 타임 스텝프 정보는 최종적으로 데이터를 수신한 시간 정보를 저장한 것이며 이것은 전송 속도를 기준으로 하거나 Wake-up 요구에 의한 전송 요구 시 상대적인 지연 값을 산출하는데 이용되는 정보이다. 그리고 RCNT(Remain Count)는 전송 속도와 타임 슬롯의 주기를 기준으로 계산된 이론적인 전송 주기에 해당되는 값이 되며, 이 값은 매 주기마다 1씩 감소되어 0이 되면 전송 순서가 되었다는 것을 나타낸다.

2. 서비스별 순서 결정 원칙

ATM 트래픽 특성을 고려한 순서 결정 방법은 연결 설정 단계에서 주어지는 트래픽 기술 및 QoS 정보를 활용한다.

1) CBR 트래픽

CBR 트래픽에 대해서는 호 설정 단계에서 PCR (Peak Cell Rate), CDVT (Cell Delay Variation Tolerance) 정보가 주어지므로 이를 이용한 이론적인 전송 허가 주기와 우선 순위는 다음과 같은 방법을 적용한다^[13].

$$CBR_{intv} = int\left(\frac{R}{PCR}\right) \quad (1)$$

여기서 R 은 무선 전송로의 전송 속도를 나타내며 셀 단위 전송 속도는 비트 단위로 환산된 값을 나타낸다. 또한 전송 지연 변이() 값을 만족하는 범위 내에서 전송이 이루어지기 위해서는 이에 대한 수행범위를 알 수 있어야 하며, 이것은 다음과 같다.

$$CBR_{\nabla ay} = CUR_{time} - PRE_{time} \quad (2)$$

$$(\delta - 2T) \leq CBR_{\nabla ay} \leq (\delta - T)$$

여기서 T 는 한 타임 슬롯 크기를 나타내며 CBR_{delay} 는 현재 시간과 바로 전에 수행되었던 시간과의 차이를 나타내며, 이 정보는 단말별 상태 관리 구성 정보에서 타임 스텝프로 저장되어 있다.

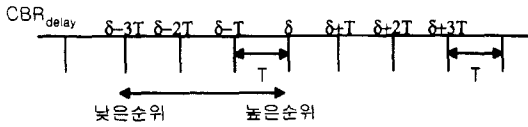


그림 3. CBR 트래픽에 대한 우선 순위 배정
Fig. 3. Priority assignment for CBR traffic.

그림 3에서는 식 (2)로부터 얻을 수 있는 시간 분포를 타임 슬롯과의 관계로 나타낸 것이다. 여기서 전송을 허가하는 우선순위는 최대 지연변이와 가까운 값을 갖는 단말이 되며, 이에 해당 되는 단말이 존재하지 않을 경우에는 VBR 및 ABR에 대한 처리를 수행 후 우선순위가 낮은 단말에 대한 전송 요구가 접수된 상태이면 허가한다. 여기서 최대 지연 변이를 초과한 부분에 대해서도 적용이 가능하겠지만 본 연구에서는 망에서의 지연 요소를 고려하여 블럭킹 요소로 처리하고 자원을 할당하지 않았다.

2) VBR 트래픽

VBR 트래픽에 대해서는 호 설정 단계에서 PCR (Peak Cell Rate), MBS (Maximum Bursty Size), SCR (Sustainable Cell Rate), CDVT (Cell Delay Variation Tolerance) 정보가 주어진다. 그러나 VBR 트래픽에서는 실시간성 및 비 실시간성으로 분류될 수 있으므로 이에 대한 특성을 고려하여야 한다. 따라서 실시간성 VBR에 대해서는 지연에 대한 최대 허용범위를 이용한 순서 결정을 적용하고 비 실시간성 VBR에 대해서는 PCR 및 SCR를 이용한 순서 방법을 적용한다^[13].

$$VBR_{intv} = int(\frac{R}{PCER}) \quad (3)$$

위의 식 (3)은 실시간성 VBR에 대한 이론적인 전송 주기를 나타내는 것으로써 CBR에서와 동일한 형태를 갖으며, 비 실시간성 VBR에 대해서는 실제적으로 수행되고 있는 평균적인 전송속도를 반영하여 적용한다.

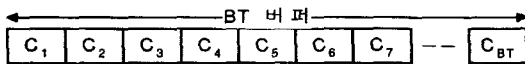


그림 4. 비실시간 VBR 트래픽의 평균 전송 버퍼
Fig. 4. Mean transmission buffer for non-realtime VBR traffic.

위의 그림 4는 BT (Burst Tolerance) 구간에 해당되는 평균적인 셀 전송 주기를 산출하기 위한 버퍼로써 매번 전송이 이루어졌을 때의 주기를 저장하도록 하고 이의 평균을 계산하여 다음 전송 주기를 결정한다. 여기서 BT는 다음 식으로 주어진다^[13].

$$BT = (MBS - 1)X(\frac{1}{SCR} - \frac{1}{PCR}) \quad (4)$$

3) ABR 트래픽

ABR 트래픽에서는 MCR (Minimum Cell Rate)만을 보장해 주는 특성을 가지며 실제적인 전송 주기도 이를 기준으로 수행될 수 있도록 한다^[13].

$$ABR_{intv} = int(\frac{R}{MCR}) \quad (5)$$

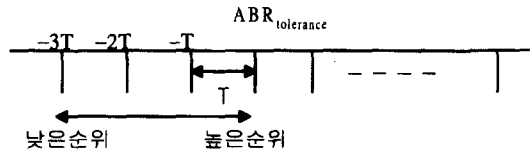


그림 5. ABR 트래픽에 대한 우선 순위 배정
Fig. 5. Priority assignment for ABR traffic.

그림 5에서는 ABR 트래픽에 대하여 ABR_{intv}를 기준으로 최소 셀 전송율을 타임 슬롯과 대비하여 표시한 것으로써 우선 순위가 높을 수록 최소 전송율에 도달함을 나타내고 낮은 순위일수록 최소 전송율보다 높은 속도로 전송됨을 나타낸다.

3. 기지국에서의 전송허가 결정절차

그림 6은 본 논문에서 제시하는 ATM 트래픽 특성 정보와 타임 스탬프를 이용한 멀티미디어 서비스를 위한 다중접근 방식의 중심기능으로써 기본적으로 타임 슬롯 단위로 전송이 이루어진다. 타임슬롯에 동기화 되어 기동 되면 단말로부터 전송요구를 접수한 정보에 이블을 검색하여 전송대기중인 단말이 존재하는지를 점검한다. 이때 전송요구중인 단말이 존재하지 않으면 다음주기까지 대기상태로 천이 되며, 존재하는 경우에는 먼저 CBR 정보에 대한 처리를 우선적으로 수행한다. 이때 데이터 형태가 혼재하는 상태에서 CBR에 대한 처리를 고정적인 우선 순위로 간주하여 연속적으로 처리할 경우에는 실시간성 VBR 정보에 대한 지연이 누적되어 서비스에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 최대 QoS 지연시간 정보를 이용하여 한 트래픽 등급에서

연속으로 수행되는 것을 방지하고 우선 순위가 높은 실시간성 VBR에 대한 처리를 수행하도록 제어한다.

이때 실시간성 VBR에 대한 전송요구 조건에 해당되는 단말이 존재하지 않을 경우에는 비실시간성 VBR에 대한 처리를 수행한다. 그리고 이상에서와 같이 각 트래픽 특성별 최우선의 전송 요구 조건을 만족하는 단말이 선택되지 않은 경우에는 다음 순서로써 차 우선 등급에 대하여 동일한 수행과정으로 처리된다. 그리고 시간적인 제약이 덜한 ABR 정보에 대한 처리를 수행하는 시점은 CBR 및 VBR 트래픽에 대한 각 우선 순위가 완료된 상태에서 수행될 수 있으나 이것은 시스템 전체적으로 ABR 트래픽이 차지하는 상태에 따라 조정할 수 있는 융통성을 갖는다.

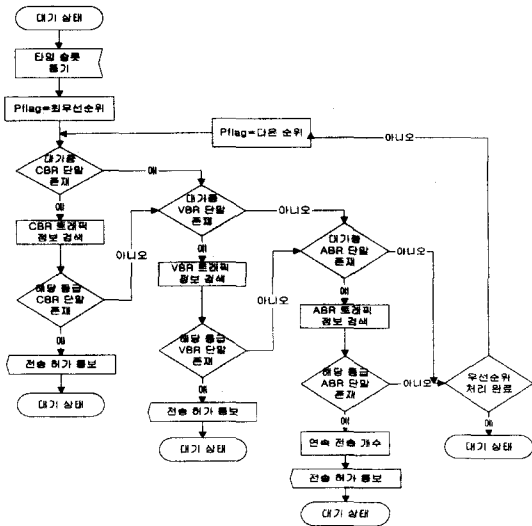


그림 6. 서비스 클래스별 전송 허가 단말 순서 결정 흐름도

Fig. 6. Determination flow of permitted transmission terminal for the service classes.

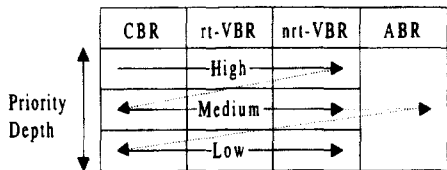


그림 7. 논리적인 개념의 우선 순위 구성
Fig. 7. Priority assignment of the logical concept.

위의 그림 6에서 설명한 순서 결정 방법에 의한 처리 과정을 ATM 트래픽 특성과 각 트래픽에서의 우

선 순위를 적용하여 논리적인 처리 과정으로 나타내면 그림 7과 같은 개념을 갖는다. 여기서 ABR 트래픽에 대한 처리는 우선 순위 정도에 따라 어느 위치에서 처리하는 것이 최적인지는 시스템이 갖는 ABR 트래픽이 차지하는 비중에 따라 조정될 수 있는 사항이다.

IV. 시스템 모델

예약기준 다중접근 제어방식을 적용한 다수의 단말과 기지국간의 개념적인 시스템 모델은 기지국에 의한 중앙제어 방식이 가장 효율적인 방법으로 제안되어 있으며^{[4] [12]}, 각 단말을 개별적인 분산된 큐로 보고 기지국을 하나의 서버로 볼 수 있다. 이때 각 단말은 상호 독립적인 서비스 요구에 대한 입력분포를 갖으며, 각 단말은 데이터 전송허가를 받아 전송이 이루어지기 전까지 일시적으로 입력된 데이터를 저장하는 형태이다. 그리고 단말에서의 데이터 전송은 기지국의 결정 정책에 따라 최적의 조건에 맞는 단말이 선택되는 종속적인 관계를 갖는다.

그림 8은 이상에서 설명한 데이터 전달모델을 도식적으로 나타낸 것이다. 각 단말에 입력되는 트래픽은 포아송 분포를 갖으며, 전송시간 분포는 일정시간 간격이 아닌 전송대기중인 데이터의 성격에 의하여 결정된다. 이때 전송시간 범위는 타임슬롯 단위로 할당되며 각 단말들간에 시간 축상의 다중화 된 형태로 전송이 이루어진다.

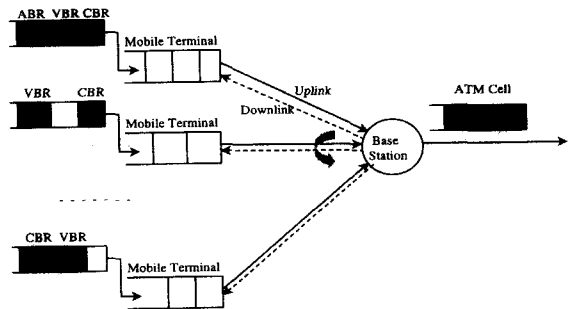


그림 8. 단말과 기지국간의 전달 모델
Fig. 8. Modeling of transmission system between terminals and basestation.

위의 구조에서 성능적인 요소는 단말에 입력된 데이터가 서비스 지연요소 범위를 만족하면서 서비스가 제

공되는 동시에 각 단말들간에 서비스의 공평성이 제공되어야 한다. 또한 시스템 구조적인 측면에서 주어진 무선환경 하에서 각 단말이 기본적으로 가져야 하는 입력버퍼의 크기와 전송되는 과정에서 평균 전달지연 및 무선자원의 이용률 등이 고려되어야 한다. 본 논문에서는 전달모델에서 단말과 기지국간의 상호전달 과정을 대상으로 하며, 기지국에서의 ATM 셀화 하는 재결합 기능에 대한 분석은 추후의 연구과제로 수행한다.

V. 시뮬레이션 및 결과분석

본 논문에서 제안된 다중 매체 제어 방법은 다음과 같은 시스템 변수들을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 여기서 무선채널 속도는 무선환경에서의 B-ISDN 서비스를 위하여 제안하고 있는 무선 ATM 방식을 제공하기 위한 5GHz 대역에서의 20Mbps를 사용하였다^{[11][8]}. 그 외의 변수들은 무선환경에서의 멀티미디어 서비스를 위하여 많이 사용하고 있는 값을 선택하였고^{[9][10]}, 시뮬레이션은 C 언어를 이용하여 SUN 워크스테이션에서 수행하였다.

표 2. 시뮬레이션을 위한 변수값
Table 2. Parameters for simulation.

변수 구분	변수 값
TDMA 프레임 속도	20 Mbps
TDMA 프레임 길이	8 msec
프레임 당 슬롯수	40 슬롯/프레임
타임 슬롯 크기	53 바이트
CBR 트래픽	64 Kbps, Talkspurt 기간:1000 msec Silence 기간:1350 msec
rtVBR, nrtVBR 트래픽	24 프레임/초 PCR:2 Mbps, SCR:1 Mbps
ABR 트래픽	PCR:2 Mbps, MCR:100 Kbps

표 2에서는 시뮬레이션에 적용한 요소들을 나타낸 것으로서 CBR 트래픽에 대한 최대 지연 허용치는 20msec로 하였으며 일반적으로 많이 적용하는 ON/OFF 모델을 적용하였다. 그리고 실시간성 VBR 트래픽은 비디오 회의에 준하는 평균 셀 전송율은 1Mbps로 설정하고 최대 지연은 100msec로 수행하였으며, 비실시간성 VBR 트래픽에 대해서는 최대 지연을 500msec로 설정하였다. 이때 비디오 트래픽에 대한 프레임 구성은 초당 24 프레임으로 하였으며, 매

프레임 단위로 가변적인 전송율이 발생하도록 구성하였다. ABR 트래픽은 데이터 전송에 대한 일반적인 모델인 평균이 100Kbps이고 흐름 제어를 위한 최소 전송율은 1Kbps정도로 임의로 설정하였다. 그리고 각 단말의 전송 대기를 위한 큐의 크기는 VBR 트래픽에 대한 최대 전송율에 대한 최대 지연값을 고려하여 1메가 비트로 설정하였다. 그리고 각각의 서비스 등급에 대한서비스 지속 시간은 실험 시간을 고려하여 20초로 제한하였으며, 서비스간 도착시간은 평균 1초의 지수 분포로 발생하였다. 본 실험에서는 오류발생율을 고려한 요소는 적용하지 않았으며, 이것은 일반적인 재전송에 의한 복구 방법이나 전방향으로 복구 코드를 이용한 방법으로 시스템 전체적인 처리율을 향상시킬 수 있을 것이다.

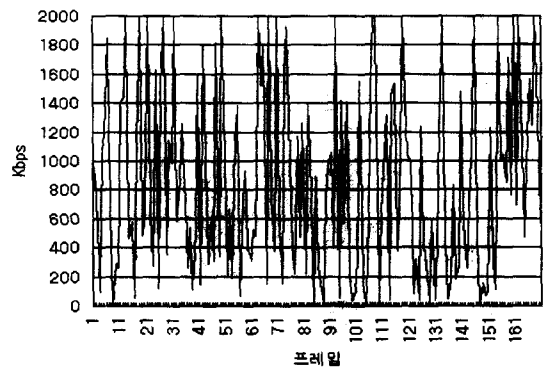


그림 9. VBR 트래픽 부하 발생기의 출력
Fig. 9. Output for VBR Traffic Load Generator.

그림 9는 시뮬레이션에 적용한 VBR 트래픽 발생기의 출력을 나타낸 것으로서 매 프레임 단위로 비 규칙적으로 가변적인 트래픽 형태를 보여준다. 이때 적용한 프레임 속도는 초당 24 프레임으로 설정하였다.

본 시뮬레이션에 비교한 순서결정 방법은 현재까지 많이 연구되고 있는 라운드 로빈(RR: Round Robin) 방식과 기중치 부여에 의한 라운드 로빈(WRR: Weighted Round Robin) 방법을 대상으로 하였으며, 이 경우 동일한 서비스 클래스 내에서 전송 대기중인 단말에 대하여 무작위하게 순서를 설정하는 경우에는 전달 지연이 크게 발생하여 본 논문에서 제시하는 방법과 근사적인 비교가 어려우므로, 동일한 등급 내에서의 순서 결정은 가장 효과적인 최대 경과 시간에 해당되는 단말이 우선권을 갖도록 적용하였다. 이 방법은 일반적으로 언급되는 EDF (Earliest Deadline

First)와 동일한 개념으로 볼 수 있다. 그리고 WRR 방법에서 각각의 서비스에 대한 가중치 부여는 CBR, rtVBR, nrtVBR, ABR에 대하여 4:2:2:1로 적용하였으며, 즉 이것은 전송 대기중인 전체 단말을 대상으로 각각의 서비스 형태에 대하여 전송을 허가하는 빈도 수를 의미한다.

또한 세가지 단말 선택방법에 있어서 서비스별 조건이 맞지 않을 경우에는 다음 서비스 등급에 대한 처리가 수행될 수 있도록 하여, 시스템 전체적으로 일량 보존의 법칙이 적용될 수 있도록 하였다. 즉 전송대기중인 단말이 존재하는 경우에는 특정 서비스에 대한 선택 조건이 맞지 않더라도 휴지상태의 타임 슬롯이 발생하여 자원이 낭비되지 않는다는 것이다.

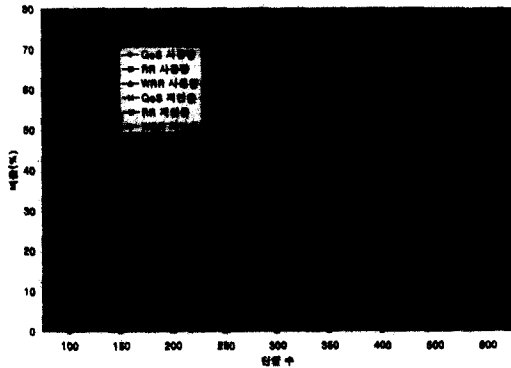


그림 10. CBR 트래픽에 대한 이용률 및 지연
Fig. 10. Usage Rate and Delay for CBR Traffic.

그림 10에서는 본 논문에서 제안한 순서결정 방법과 RR 및 WRR 방법에 대하여 CBR 트래픽만을 대상으로 단말 수의 증가에 따른 이용률 및 서비스 질에 대한 지연시간을 초과하는 정도를 나타낸 것이다. 결과에서 볼 수 있듯이 이용률에 대해서는 CBR만을 대상으로 하였기 때문에 거의 동일한 결과를 얻을 수 있으며, 이것은 라운드 방식이더라도 각각의 서비스 등급 내에서는 EDF에 의한 알고리즘을 적용하였기 때문이다. 그리고 지연 값이 서비스 기준치를 초과하는 경우는 단말 수가 500 이상의 경우부터 거의 비슷한 형태로 나타난다. 여기서 단말의 수가 증가한다는 것은 단위 시간당 트래픽 발생 빈도가 높아지고 트래픽 밀도가 증가됨에 따라 전송 지연과 단말에서의 버퍼 넘침 현상이 발생할 확률이 높아지는 것을 뜻한다. 따라서 이러한 결과에서 제안된 순서결정 방법이 개별적

인 서비스 등급에 대해서도 다른 방법과 거의 동일한 효과를 갖는다는 것을 알 수 있다.

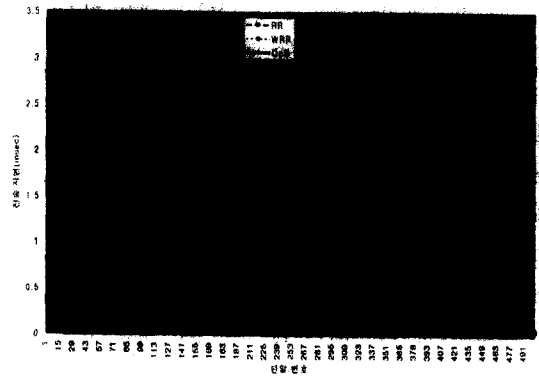


그림 11. 단말 단위의 평균 전송 지연 변이
Fig. 11. Transmission delay variance for each terminal.

그림 11에서는 CBR 트래픽만을 대상으로 단말이 500개인 상태에서 세 가지 전송허가 방법에 대한 개별 단말에 대한 전송 지연에 대한 변이를 나타낸 것으로서 RR 및 WRR 방법에서는 단말별 시간 변이 분포가 다소 넓게 나타나는 반면 QoS 방법에서는 비교적 좁은 변이 분포를 갖는 것을 알 수 있다. 이것은 실제적인 서비스 측면에서 전달 지연변이로 발생할 수 있는 지터 현상을 줄이는데 효과적인 방법으로 볼 수 있다.

표 3. CBR 및 rtVBR에 대한 결과 비교

Table 3. Comparison of results for CBR and rtVBR.

	서비스 분류	QoS	RR	WRR
이용률(%)	-	93.30	94.76	93.88
블록 발생률(%)	CBR	0	0	0
	rtVBR	0.087	0.178	0.235
지연 발생률(%)	CBR	0.492	1.343	2.637
	rtVBR	50.174	49.802	64.68
오버플로우 발생률(%)	CBR	0	0.707	0.905
	rtVBR	8.717	9.193	10.701

표 3에서는 CBR 및 rtVBR 서비스에 대해서만 세 가지 방법을 적용한 결과를 나타낸 것으로서 이때 단말 수는 60개로 하였으며, 부가된 부하는 각각의 서비스에 대하여 50:50으로 트래픽이 발생하도록 적용하였다. 여기서 이용률은 전체 전송률에 대한 사용량의 비로써 상호 비슷한 값을 나타내며, 블록 발생률은 전송

대기중인 단말에 대한 전송 허가가 서비스 기준 지연 값을 초과하는 경우이며, 지연 발생율은 기지국에서 수신한 셀이 서비스 기준 지연 값을 초과하는 경우이고, 오버프로우 발생율은 해당 단말에 대한 전송이 지연되어 단말 내 설정된 전송 대기 버퍼의 용량을 초과하는 경우로 분류한다. 이러한 기준으로 볼 때 두 가지 서비스에 대해서는 QoS 선택 방법이 다소의 향상된 성능을 갖는 것을 볼 수 있다. 이러한 경우는 두 가지 서비스 형태가 모두 실시간적인 서비스 형태이고 VBR 서비스의 전송률이 훨씬 큰 값이기 때문에 지연 발생율이 높게 나타난다. 이 경우 QoS 선택 방법에서 제안하고 있는 서비스 지연 한계치에 대한 접근 정도를 조정하여 순서 결정 범위를 쉽게 변경할 수 있기 때문에 rtVBR 서비스에 대한 지연 발생율을 어느 정도 저하시킬 수 있다.

표 4. 네 가지 서비스 형태에 대한 결과 비교

Table 4. Comparison of results for CBR and rtVBR, nrtVBR, ABR.

	서비스 분류	QoS	RR	WRR
이용률(%)	-	82.68	83.36	81.32
블록 발생율(%)	CBR	0	0	0
	rtVBR	0.002	0.202	0.261
	nrtVBR	0.138	0.069	0.283
	ABR	0	0	0
지연 발생율(%)	CBR	0.126	0.928	1.230
	rtVBR	0.220	44.136	43.855
	nrtVBR	23.498	16.953	26.8
	ABR	0	0	0
오버프로우 발생율(%)	CBR	0	0.341	2.579
	rtVBR	0.289	19.764	21.735
	nrtVBR	23.12	9.909	25.156
	ABR	0	0.715	1.298

표 4에서는 네 가지 서비스 형태가 혼합된 환경에서 각각의 전송허가 순서결정 방법을 적용한 결과를 비교한 것으로써, 이때 서비스 발생 분포는 메시지 단위로 CBR, rtVBR, nrtVBR, ABR에 대하여 임의로 30:20:10:40 퍼센트 비율로 설정하였으며, 단말 수는 QoS 방법을 적용하였을 경우 성능적인 측면에서 영향이 나타나는 80개로 선정하여 실험하였다. 그리고 위의 결과에서는 표 3에서 설명한 CBR 및 rtVBR에 대한 결과 비교와는 rtVBR 서비스에 대하여 큰 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 서비스 형태별 라운드 로빈 방법을 적용하는 RR과 서비스 형

태별로 가중치를 부여한 WRR 방법보다는 서비스 형태별 지연 한계치를 기준으로 한 QoS 방법이 훨씬 효과적임을 알 수 있다. 그리고 WRR 방법이 RR보다 다소 성능상의 차이를 나타내는 것은 가중치 선택 값에 따른 결과로 볼 수 있으며, 이 경우 최적의 가중치 부여 비율을 선택할 경우에는 다양한 서비스가 혼합된 시스템 구조에서 보다 효과적일 것으로 볼 수 있으나, 가중치를 결정하고 이 값을 순서결정 방법에 어떻게 적용할 것인지는 상대적으로 어려움이 있을 수 있다. 그리고 QoS 방법에서 nrtVBR에 대한 지연 발생율이 높게 나타난 것은 보다 정확한 서비스 지연 값의 선정과 가변적인 트래픽 속도와의 관계, nrtVBR 서비스에 대한 전송 허가 범위의 조정으로 개선될 수 있을 것으로 보며 이에 대한 추가적인 연구가 수행될 예정이다.

VI. 결론

본 논문에서는 무선환경에서의 멀티미디어 서비스를 위한 다중접근 방법으로 QoS를 좌우하는 시간지연 요소를 가장 효과적이고 용이하게 해결할 수 있는 방법을 제시하였다. 실험결과에서도 볼 수 있듯이 혼합된 서비스 형태에서는 서비스 종류별로 구분하여 가중치를 부여하여 처리하는 방법이 지금까지 가장 효율적인 방법이었음을 알 수 있으나, ATM 트래픽 기술 및 QoS 정보와 타임 스템스를 이용한 방법이 보다 안정적이고 성능면에서 우수함을 알 수 있었다. 그리고 서비스별 가중치를 부여한 순서결정 방법에서는 실측된 자료를 바탕으로 수행되는 구조가 아니므로 성능적인 면에서 어느 정도 한계치를 넘을 수 없다. 그러나 본 방법에서는 해당되는 트래픽 특성 정보를 직접적으로 적용하여 수행되는 구조를 갖기 때문에 보다 현실적인 안정적인 서비스가 가능하다.

아울러 본 연구를 통해 무선자원의 이용효율성과 서비스 질에 대한 보장을 위해서는 기지국 중심의 자원의 관리와 이를 기반으로 한 예약방식의 다중접속 방법이 효과적이고 필수적인 요소임을 다시 한번 확인할 수 있었다. 또한 PRMA (Packet Reservation Multiple Access) 방식에서 단점으로 지적된 서비스가 설정된 후 종료시까지 자원을 계속적으로 점유함으로써 인한 처리율 저하를 반 예약 방법인 Wake-up 방식을 이용하여 해결할 수 있는 효과적인 프레임 구조를 제시하였다. 향후 연구과제로서는 단말에서의 서비

스 요구시 발생하는 충돌을 최소화 할 수 있는 방법과 망에서의 트래픽 관리 기능으로부터 얻어지는 정보를 이용하여 보다 최적의 조건을 만족할 수 있는 스케줄링 알고리즘으로 발전시키는 것이 필요하다. 또한 수치적인 해석을 통해 제안된 방식에 대한 검증 및 이론적인 분석 값과 시뮬레이션으로 얻어진 값을 상호 비교한다.

참 고 문 헌

- [1] "Wireless ATM Workshop", Espoo, Finland, Sep. 1996.
- [2] Jeong Geun Kim, Indra Widjaja, "PRMA/DA: A New Media Access Control Protocol for Wireless ATM", ICC'96, pp.240-244, 1996.
- [3] Hiroshi NakaNura, "Using ATM to carry low bit-rate Mobile Voice Signals ", ICPUC'95, pp.863-867, 1995.
- [4] Mark J. Karol, "Distributed-Queueing Request Update Multiple Access (DQRUMA) for Wireless Packet(ATM) Networks", ICC'95, pp.1224-1231, 1995.
- [5] David J. Goodman, "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access", IEEE Trans. On Veh. Tech. pp.170-176, 1991.
- [6] Farooq Khan, "Priority-Based Multiple Access(PBMA) for Statistical Multiplexing of Multiple Services in Wireless PCS", ICC'96, pp.17-21. 1996.
- [7] Chiung-Shien Wu, "A Cell Scheduling Algorithm for VBR Traffic in an ATM Multiplexer", GLOBECOM'95, pp.632-637. 1995.
- [8] D.Raychaudhuri, "ATM Based Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks", ICC'94, pp.559-565, 1994.
- [9] Leandro Fernandes, "Developing a System Concept and Technologies for Mobile Broadband Communication", IEEE Personal Comm., pp.54-59, Feb. 1995.
- [10] J.Meierhofer, "Medium Access Control for Wireless Extensions of ATM Networks", GLOBECOM'96, pp.29-33. Nov. 1996.
- [11] John Dunlop, "Performance of a Statistically Multiplexed Access Mechanism for a TDMA Radio Interface", IEEE Personal Comm., pp.56-64. June 1995.
- [12] Bernhard Walke, "Wireless ATM: Air Interface and Network Protocols of the Mobile Broadband System", IEEE Personal Comm., pp.50-56, Aug. 1996.
- [13] ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Version 4.0", April 1996.

저 자 소 개

芮 乘 讓(正會員)

1982년 2월 경북대학교 공과대학 전자공학과 (학사).
1984년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 (석사).
1996년 3월 ~ 현재 항공대학교 대학원 통신정보공학과 박사과정. 1984년 3월 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원. 교환기술연구단 ATM응용보전연구실

李 聖 昌(正會員)

1976년 ~ 1983년 경북대학교 공과대학 전자공학과 (학사). 1983년 ~ 1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (석사). 1987년 ~ 1991년 Texas A&M University, Dept. E.E (박사). 1985년 ~ 1987년 한국과학기술원 시스템공학센터. 1992년 ~ 1993년 한국전자통신연구원. 1993년 ~ 현재 한국항공대학교 통신정보공학과