

멀티미디어 트래픽의 QoS 지원을 위한 CDMA 무선데이터링크 프로토콜 설계 및 성능분석

정회원 조정 호*, 이형 옥**, 한승원***

Design and Performance Analysis of CDMA Radio Link Protocols for QoS Control of Multimedia Traffic

Chungho Cho*, Hyeongok Lee**, Seungwan Han*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 CDMA ATM 이동망에서 음성, 비디오, 고속 데이터 등의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 QoS 보장형의 데이터링크 프로토콜을 설계하고 그 성능을 분석한다. 이동 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위해 요구되는 QoS 파라미터 및 특성을 분석하고, CDMA 무선망과 ATM망간의 접속을 위한 무선접속 프로토콜의 스택 구조 및 계층별 기능을 제시한 후, QoS를 지원하기 위한 무선 데이터링크 프로토콜을 설계한다.

음성과 데이터 트래픽을 동시에 지원하는 시스템을 가정하여 데이터링크 프로토콜을 분석한다. 데이터 트래픽의 경우 SREJ ARQ방식과 Type-1 Hybrid ARQ방식을 지연 및 처리량 관점에서 비교 분석하고, 음성 트래픽의 경우 BCH 코딩을 사용하여 데이터 트래픽 부하변화에 따른 음성 패킷의 에러율을 분석한다. 분석 결과로서 구현상의 복잡도는 높아질 수 있으나 QoS를 만족시키는 적응적 ARQ와 에러율 요구를 만족시키는 적응적 FEC 코딩을 이용하는 방식이 효율적임을 알 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we design the radio data link protocols with QoS provisioning for mobile multimedia such as voice, data, and video in CDMA-based ATM networks, and analyze the performance of the data link protocols. To support mobile multimedia traffic, the required QoS parameters and the characteristics are analyzed, and wireless protocol stacks are proposed for integrating the wireless access network and ATM transport networks, and radio data link protocols are designed for provisioning QoS Control.

The data link protocols are analyzed assuming that the system is supporting voice and data traffic simultaneously. In case of data traffic, the delay and throughput of SREJ ARQ and Type-1 Hybrid ARQ scheme are compared, and in case of voice traffic, the packet loss rate of BCH coding is analyzed according to the varying data traffic loads. The results indicate that the adaptive radio link protocols are efficient to support QoS requirements while the complexities are increased.

I. 서 론

이동멀티미디어 서비스란 옥내/옥외, 저속/고속의

무선환경에서 음성, 데이터 및 영상데이터 등의 다양한 미디어를 제공하는 서비스를 말한다. 다양한 형태의 미디어를 동시에 제공하기 위해서는 각 서비스의 품질 능력을 제공하는 QoS(Quality of

* 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 (chcho@hosim.kwangju.ac.kr)

** 한국전산원 국가망관리부, *** 전남대학교 전산학과
논문번호 : 99285-0723, 접수일자 : 1999년 7월 23일

* 본 연구는 정보통신연구관리단에서 주관하는 98년도 대학기초연구지원사업(과제접수번호: C1-98-0476)에 의해 수행됨

Services)가 보장되어야 한다. QoS 파라메타는 서비스 형태, 특성 및 요구수준에 따라 사용자의 성능 및 품질 요구를 제공할 수 있는 성능지표이며, QoS 제어는 이러한 서비스 요구를 만족시키기 위해 QoS 파라메타에 따라 서비스 품질이 보장되도록 제어하는 기술사항으로 정의할 수 있다.^[7,10,12,14]

이동멀티미디어 서비스는 실시간성, 접속형태(연결형/비연결형)와 전송형태(항등비트율/가변비트율)에 따라 QoS를 달리 정할 수 있다.^[5,6,13] 음성, 오디오, 비디오 등의 서비스는 연결형 접속의 항등비트율 또는 가변비트율을 가지며, 데이터, 전자우편, 고속 데이터서비스는 비연결형 접속의 최선형(best effort) 또는 버스트모드의 패킷을 지원해야 한다. 따라서 각 서비스의 QoS 파라메타는 호 차단율(call blocking), 패킷 손실율, 지연, 전송율, 대역폭, 전력레벨, 비디오나 화상회의인 경우 해상도 등이 될 수 있다.^[7,10]

이동멀티미디어 서비스를 위한 QoS 파라메타란 이동멀티미디어 서비스를 이용하는 사용자 미디어의 형태, 특성, 요구수준에 따라 서비스 요구를 만족시킬 수 있는 무선망서비스의 성능 및 품질지표를 말하며, 이는 서비스의 종류, 트래픽의 유형에 따라 구분한다. 이동멀티미디어서비스는 순수한 망에서의 전송능력인 베어러서비스와 단말을 포함한 사용자간 서비스인 단말기능에 종속적인 텔레서비스로 구분하여 각 서비스에 대한 QoS 파라메터를 분류할 수 있다. 이동 멀티미디어서비스의 분류와 QoS 파라메터 값은 MMCF(Multimedia Communication Forum), ATM Forum등에서 제시한 사항을 준수하는데, 여기에서는 사용자의 요구에 따른 서비스분류를 4종류(CBR/VBR/ABR/UBR)로 나누고, 텔레서비스와 베어러서비스를 위한 QoS 파라메터를 각각 설정하고 있다.^[8,20]

사용자관점에서 QoS 파라메터는 호 설정 및 해제 지연, 호 블럭킹 확률, 정보의 전송속도, 패킷 에러율, 실시간성 유지여부, 동기유지 여부 등이 될 수 있다. 망 제공자 관점에서는 지연과 손실 및 처리량 등을 고려할 수 있으며 지연은 음성통신, 화상회의와 같은 실시간 대화형서비스와 비디오 분배와 같은 비대화형 실시간 서비스의 품질에 크게 영향을 미친다.^[1,2,4,14] 패킷 손실은 망에서 전달링크의 오동작 혹은 노드의 버퍼 제한에 따른 버퍼 오버플로우로 인해 발생하는 패킷 오류율 및 폐기율 등으로 결정된다. 처리량은 특정 응용 서비스에 할당해 줄 수 있는 대역폭의 양을 나타내며, 링크의 전송속

도, 손실률, 버퍼 용량, 처리능력 등에 의해 결정된다.

본 논문에서는 이동 멀티미디어서비스를 제공하기 위해 무선망 서비스의 요구사항을 도출하고, 멀티미디어 트래픽 형태에 따른 QoS를 보장해 주기 위한 무선망 구조 및 무선 프로토콜의 스택 구조를 설계한다. 무선 프로토콜 중 특히 무선데이터링크 프로토콜을 크게 무선링크 제어 부계층과 논리링크 제어 부계층으로 나누어 설계한 다음 성능을 분석하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장에서는 이동 멀티미디어서비스를 위한 무선망의 서비스 요구사항을 도출하고, 이를 만족시키는 무선망의 구조 및 프로토콜 스택구조를 제시한다. 3장에서는 QoS를 지원하기 위해 무선 데이터링크 계층을 무선링크 제어 부계층과 논리링크 제어 부계층으로 나누어 설계하고 각 계층의 제어절차를 제안한다. 4장에서는 성능분석을 위한 모델링 및 성능해석 결과를 분석한 다음 5장에서 결론을 맺는다.

II. 멀티미디어 무선망의 구조 및 프로토콜

1. 무선접속 서비스 요구사항

이동 멀티미디어서비스를 위한 CDMA 이동통신망은 CDMA 다원접속방식에 의한 무선접속망과 ATM 기반의 전달 및 교환 망인 ATM망으로 구성된다. 이동망 서비스는 연결위주서비스와 비연결위주서비스로 이루어지며 연결 위주 서비스는 선택 가능한 고정크기의 대역폭을 갖는 일정속도서비스와 통계적 다중화방식에 의한 가변속도서비스가 될 수 있고, 비연결위주의 서비스는 최선형 서비스 및 일시적 집중 데이터서비스 등과 같이 현재의 패킷 스위칭망에서 제공하는 서비스와 유사한 가용속도 서비스가 될 수 있다.

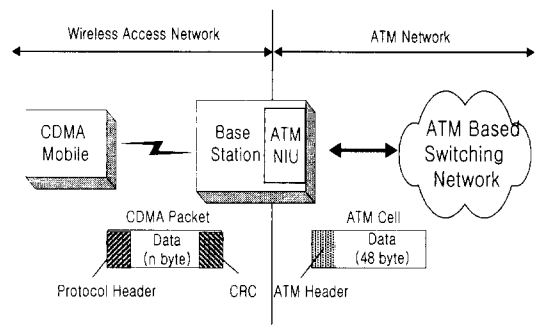


그림 1. CDMA ATM망의 구성도

결국 이동멀티미디어 환경은 이동성과 편리성을 위해 시스템의 하드웨어적 속도와 대역폭에 따라 각 단말이 서로 다른 통신제어 능력을 가지며, 기존의 유선망 및 무선망시스템과의 통합이 유연하게 이루어지는 망구조 및 소프트웨어적 제어구조로 설계되어야 한다. 그림 1은 CDMA방식을 이용하는 무선접속망과 ATM망간의 접속에 의한 CDMA ATM망의 구성도를 보여주고 있다.

2. 무선접속 기능 요구사항

이동 멀티미디어서비스를 위한 CDMA 이동망은 다양한 데이터전송율과 서비스를 제공하고 여러 무선기술을 지원할 수 있는 단일화된 플랫폼으로 구성되어야 하며 채널부호화, 변조기, 트랜스코더, 무선접속 프로토콜 등과 같은 기존의 무선자원을 유연하게 재구성할 수 있는 전략이 필요하다.^[2,10] 이를 위해서는 단일화된 무선 플랫폼을 두고 여러 무선요소를 공동관리하며, 사용자의 서비스를 만족시키기 위해 대역폭, 전송품질, 지연 등의 요구사항에 따라 적합한 무선요소를 선택하고, 협상하여 서비스가 이루어질 수 있도록 해야 한다. 주요 무선기술로는 무선채널의 효율적 관리, 서비스 요구에 따른 대역폭 할당 및 품질관리, 동적 채널 및 코딩, 최적화된 변조방식, 효율적인 트래픽의 다중화 및 압축, 적응적 안테나 이용, 무선특성에 따른 적응적 프로토콜의 동작 및 제어가 요구된다.

3. 망 제어기능 요구사항

CDMA ATM망에서 무선접속망을 ATM 기반의 전송 및 교환망에 접속시켜주는 하부구조는 다양한 속도 및 서비스의 특성에 맞추어 트래픽을 처리 해야 한다. 이를 위해서는 STM(Synchronous Transfer Mode)기반의 전송구조 보다는 패킷기반의 전송구조를 가져야 하는데 현재는 ATM기술이 이를 만족시킬 수 있다. ATM기술을 이동망 전체에 도입하여 전개하는 방안은 기존 망에 무리한 비용을 초래하므로 단계적으로 진화하는 방안을 모색할 수 있다. 하지만 결국 향후의 광대역 무선망은 B-ISDN ATM 형태의 트래픽을 전달하는 광대역 무선망이 될 것으로 예상되며 이는 광 ATM 기반 유선망과 접속이 용이하게 이루어질 것이다.^[5,13,16,18]

- 대역폭의 동적 제어 : 무선구간과 유선구간의 설정된 통신로상에서 멀티미디어 트래픽을 종단간에 유연하게 전달하려면 이들 구간간의 대역폭의 불일치 문제를 해결해야 한다. B-ISDN과 ATM기술은

서로 다른 트래픽에 대해 각자의 형태에 맞는 QoS 파라미터를 제공한다. 즉 가상회선과 가상채널이 망종단간에 설정되어 규정된 패킷 손실 확률을 지키면서 트래픽을 적시에 전달할 수 있도록 충분한 대역폭을 보장한다. 그러나 무선구간은 대역폭 이용이 제한되며 전송품질이 상황에 따라 변하므로 무선망종단간에 유연한 통신을 보장하기가 용이하지 않다. 따라서 멀티미디어의 품질 및 해상도가 상황에 따라 변하므로 이에 맞는 대역폭을 요구할 수 있어야 한다.

- 흐름제어 : 흐름제어는 송신되는 정보에 대해 수신측(망 노드 혹은 단말)에서 정보의 전송 속도를 조절하는 행위로서 수신측의 버퍼가 범람하는 경우 수행된다. 이러한 형태의 제어는 시간지연 및 지터지연이 제한되는 비디오와 같은 실시간성 트래픽에 대해서는 적용되기 어렵고 지연이 비교적 허용되는 비실시간적 트래픽에 적용이 가능하다. 에러발생이 잦으며 전송로의 특성이 시간에 따라 변화는 무선구간을 전체 망의 통신로에 도입하는 문제는 수신측마다 서로 다른 흐름 제어를 요구하는 문제를 해결할 수 있을 때 비로소 효과를 볼 수 있다. 따라서 이동멀티미디어서비스를 제공하기 위해서는 비실시간 데이터에 대해 무선구간에서 전파시간과 전파상태의 재전송뿐만 아니라 효율적 흐름제어가 필요하다.

- 수락제어 : 이동망에서 호 수락은 기존의 연결에 영향을 주지 않고 QoS를 만족하는 이용 가능한 가상회선(VC)이 존재하는지를 알아보기 위해 필요한 가상경로(VP)를 검사한 후 하나의 연결을 설정하는 과정으로서 종단간 이용 가능한 대역폭이 존재할 경우 호를 수락한다. 무선망의 종단간 경로상에서 멀티미디어 응용을 위한 수락제어는 무선구간에서 전송상태의 변화에 대처할 수 있도록 대역폭의 동적제어가 수반되어야 한다. 또한 이동 가입자에 대한 경로에 대한 수락제어 시 종단간에 VC/VP를 할당하는데 그 가입자가 이동할 잠재성을 갖는 관한 패킷을 예측할 수 있어야 한다. 할당된 VC/VP는 가입자가 이동하더라도 규정된 QoS를 보장해야 하는데 QoS 유지문제는 사용자의 이동경로가 예측 가능할 경우 전송상태 예측이 가능하여 약간의 QoS 저하가 있더라도 어느 정도는 보장할 수 있다.

- QoS 제어 : 무선접속망은 속성에 따라 음성 및 비디오 등의 지연에 민감한 데이터 혹은 실시간 데이터 전송을 위한 연결위주의 접속, 지연에 민감하지 않는 메시지전송을 위한 비연결 위주

의 접속 등으로 구성된다. 음성 또는 비디오와 같은 실시간성 및 지연에 매우 민감한 서비스의 경우 가용채널이 없는 지역으로 이동단말이 이동할 경우 현재의 접속을 단절해야 한다. 이 경우 QoS는 핸드 오프 실패확률로 정의할 수 있다. 엄격한 지연제약 때문에 이러한 종류의 서비스는 다른 서비스 보다 높은 우선순위를 가져야 한다. 따라서 접속 엔터티는 집중현상을 관찰하여 망내 패킷의 흐름을 줄이거나 중지시킬 수 있어야 하며, 집중현상이 어느 정도 해소될 경우에는 망내의 패킷의 흐름을 재시작할 수 있어야 한다. 표 1은 이동 멀티미디어 서비스를 위한 각 응용 서비스의 종류 및 QoS 파라미터를 무선패킷이 하나의 ATM 셀로 변환된다고 가정하여 정리한 것이다.^{16,20)}

표 1. 이동멀티미디어 서비스 응용 및 QoS 파라미터

응용	서비스종류	대역범위	특성	QoS
음성	연결형: 일정속도 /가변속도	2.4~32 Kbps	실시간성 동시성 지연 민감	호 차단 호 단절 패킷손실 동시성
일반 데이터	비연결형: 가용속도	0.1~1 Mbps	지연허용 메시지위주 최선형서비스	패킷손실 전송율 과부하 지연지터
고속 데이터	비연결형: 버스트 모드 연결형: 가변속도	1~10 Mbps	지연 민감 고속전송 전송신뢰성	호 차단적은패 킷손실 고속 전송율 과부하작은 지연지터
화상회의 디지털 비디오	연결형: 일정속도 /가변속도	64~384 Kbps (화상회의) 1~6Mbps (TV/VCR)	실시간성 지연민감 동시성 (일정속도)	호 차단 호 단절 작은 패킷손실 작은 지연지터
디지털 오디오	연결형: 일정속도	128~512 Kbps	실시간성 동시성 지연 민감	호 차단 호 단절 작은패킷손실 작은 지연지터
디지털 HDTV	연결형: 일정속도	15~20 Mbps	실시간성 지연민감	호 차단 호 단절 패킷손실 작은 지터

III. 무선접속 프로토콜의 스택구조

1 설계 요구사항

CDMA 무선접속망과 ATM 기반의 전송 및 교환망과의 접속이 원활히 이루어지도록 CDMA 무선 접속 프로토콜은 표준 ATM 프로토콜과 조화를 이루는 구조를 따라야 하며 이를 위해서는 기존 ATM 프로토콜 스택과 무선 채널에 특정한 물리계층, 무선링크 제어부계층, 논리링크 제어 부계층 및 무선

망 제어계층과의 새로운 통합방식을 취해야 한다. QoS 보장의 CDMA ATM망 서비스는 종단점간에 제공되어야 하며 표준 ATM 신호 기능은 이동단말에서 종단되도록 해야 한다. 이러한 접근방식은 기지국에서의 변환기능이 필요하다.

물리계층은 무선 물리계층들의 파라미터중 공통된 사항을 극대화시키는 관점에서 설계해야 한다. 데이터링크 계층^{15,16,19)}은 다양한 서비스의 QoS를 만족시킬 수 있도록 유연한 무선 인터페이스 구조를 제공해야 하며 지연 및 지연변화에 따른 멀티미디어 트래픽 스케줄링 기능과 서비스 요구를 만족시키기 위한 에러 제어 및 다중화 기능을 제공해야 한다. 데이터링크 계층은 다양한 물리채널을 유연하게 접속할 수 있도록 공통부분을 극대화한 접속 플랫폼 기능을 제공하고, QoS제어를 위해 대역폭, 에러율, 지연, 지연변화 등에 따른 트래픽 스케줄링을 담당하도록 한다. 그림 2는 이동멀티미디어서비스를 위한 CDMA ATM망 프로토콜의 스택구조이다.

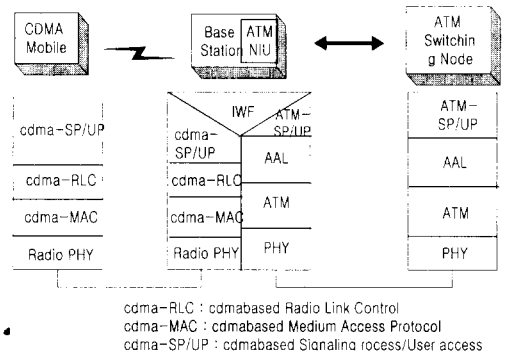


그림 2. 무선 접속프로토콜의 스택 구조

2 계층별 기능 요구사항

• 물리계층

유선망의 다양한 응용서비스가 CDMA ATM망에서도 요구될 것이 분명하므로 지금까지의 무선망에서 사용해 왔던 무선자원의 공유방법과는 달리 이동성 및 QoS 보장 뿐만 아니라 새로운 무선 자원의 공유기법이 요구되고 있다.

매크로/마이크로/피코 셀 환경에서의 변조 방법 및 속도 결정은 설계의 기본 요구사항이다. 마이크로/피코 셀 환경에서 적정 속도의 ATM서비스는 비등화적 QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조방식으로 얻을 수 있으나, 고속 서비스인 경우에는 등화적 QAM 또는 OFDM(Orthogonal Frequ-

ency Division Multiplexing)과 같은 다중반송파(MC: Muti-Carrier) 변조 방식을 통해 가능하다. 이와 같은 변조 방식 이외에도 짧은 패킷의 크기에 따른 신속한 버스트 획득이 요구된다.

• 무선링크 제어 부계층(cdma-MAC)

향후 이동망은 다양한 트래픽형태를 요구할 것이며 이는 연결위주의 음성트래픽 형태와 비연결 위주의 데이터 트래픽이 대부분일 것이다. 따라서 무선링크 제어에서는 음성, 데이터 및 비디오 등의 QoS를 만족시키는 기능을 제공해야 한다. 이를 위해서는 음성 및 데이터 트래픽을 지원하기 위한 공유자원의 효율적 이용과 효율적 슬롯 할당방식 및 전력제어가 이루어져야 하며 상세한 동작은 III장에서 기술한다.

• 논리링크 제어 부계층(cdma-RLC)

무선 접속망의 논리링크 제어는 몇 개의 재전송 옵션을 이용하며 여러 방식을 위해 추가된 계층으로서 음성 및 데이터서비스에 적용된다. 데이터서비스의 경우 시간 제약을 두지 않고 버스트 데이터별로 SR(Selective Repeat) 절차를 이용하고, 음성서비스에 대해서는 호 설정 때 응용계층에서 지정한 타임아웃 시간 이내에서 동작이 이루어지도록 한다. 음성 패킷의 재전송 경우 음성트래픽을 위한 슬롯 할당은 주기적이므로 재전송을 위해 사용할 수 없으므로 MAC에서 추가적으로 데이터트래픽을 위해 할당한 슬롯을 이용하여 재전송이 이루어지도록 한다. 이러한 방식은 음성 및 데이터서비스에 대해 채널 에러율이 높은 경우라도 규정된 동기적 비트속도를 유지하도록 하며, 에러가 발생한 음성 패킷의 재전송은 MAC 슈퍼프레임의 주기적전송 구간내에서 가능하다. 음성 서비스의 경우 규정된 시간 내에서 에러가 복구되지 않을 경우 그 패킷은 버린다.

• 신호제어 상위계층(SP: Signaling Process)

신호제어 상위계층은 주로 기지국/교환국과 이동단말간 제어 및 관리를 위한 것으로 단말의 이동, 핸드오프 및 무선자원의 관리와 관련된 기능을 담당하며, 세부적으로 단말의 등록, 전력 측정 및 제어, 핸드오프 지시/개시/확인, 위치정보 전달, QoS 파라미터 지정, 데이터링크 상태 전달 및 링크절단 처리 기능을 갖는다.

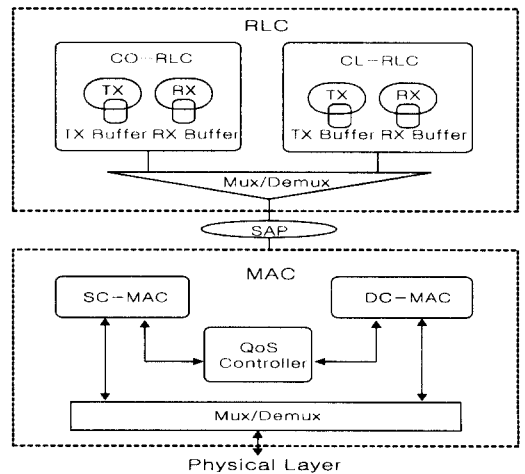
• 사용자정보 제어계층(UP: User Process)

상위계층의 사용자 정보는 논리링크제어 부계층 및 무선링크제어 부계층과 분리되어 독립적으로 동

작이 이루어져야 하며, 이는 유선망의 멀티미디어 응용이 무선접속 시나리오에서 망의 대역폭 및 단말의 하드웨어적 제약하에서도 독립적으로 동작할 수 있도록 해준다. 무선링크상의 오동작이 발생할 경우 전달계층 혹은 응용계층간에 동작이 이루어져야만 하는 경우 유선망내 프락시 사이트를 두고 중단시키거나 패킷 손실을 감당하는 멀티미디어 전달 계층을 사용하도록 할 수 있다. 이 경우 응용 프로그램 인터페이스는 적절한 전달 프로토콜 모드, QoS 및 서비스 종류를 선택하고 재협상하여 응용수준에서 원하는 품질을 지속시킬 수 있다. 이러한 적응적 API는 시간에 따라 변하는 무선 링크상에서 매우 효과적이다.

IV. 무선 데이터링크 설계

그림 3은 무선 데이터링크의 구조이다. 상위 계층으로부터 패킷이 특정 회선에 해당하는 링크에 도착하면 RLC는 MAC으로 하여금 무선 패킷 전송을 위한 슬롯을 할당해 주도록 요청한다. MAC은 프레임 송수신을 위한 시간을 할당하고 송신을 위해 상위 RLC로부터 해당 무선 패킷을 받는다(수신의 경우 수신한 패킷을 해당 회선과 연결된 MAC에 전달한다). 수신단의 경우 MAC는 수신한 패킷의 헤더를 상위계층에 전달한다.



CO-RLC: Connection Oriented-RLC

SC-MAC: Signalling-MAC

CL-RLC: ConnectionLess-RLC

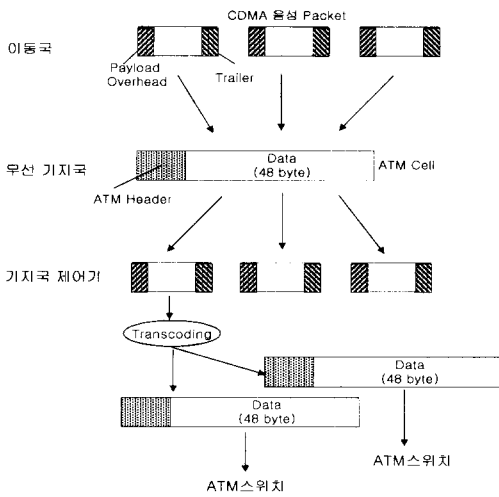
DC-MAC: Data-MAC

SAP : ServiceAccess Point

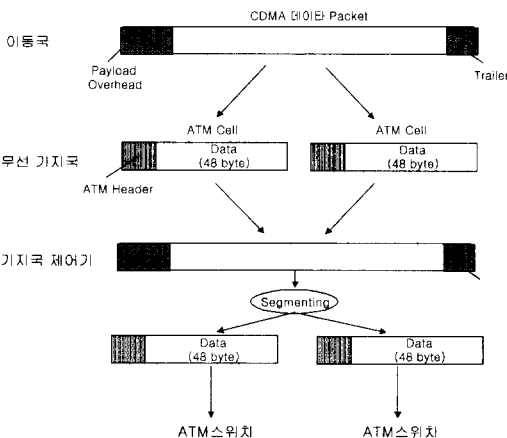
그림 3. RLC와 MAC 동작 구조

무선 패킷의 헤더는 MAC로 하여금 버스트 에러 복구를 지원하도록 패킷에 대한 일련번호를 두며 서비스 형태 정의, 핸드오버 처리, 패킷 분리를 위해 필요한 필드를 갖도록 한다. 또한 무선 패킷 헤더의 오버헤드를 줄이기 위해 회선 구분자, 패킷 종류 및 패킷 페기 우선순위 할당을 위해 압축된 필드를 사용한다. 헤더 에러 제어 기능은 RLC에서 CRC 에러 감지를 수행하므로 불필요하다. 송신 패킷의 확인 절차에서는 다수의 송신 패킷에 대해 한번의 확인 메시지를 받도록 하여 효율을 높일 수 있다.

상향링크를 이용하는 RLC 패킷은 ARQ 제어용 오버헤드와 사용자정보로 구성되며, 제어용 오버헤드에는 사용자 패킷을 구분해주는 주소부가 포함된다.



4-a CDMA 음성 패킷과 ATM 셀 매핑관계



4-b CDMA 데이터 패킷과 ATM 셀 매핑관계

그림 4. 무선패킷과 ATM망의 셀간매핑관계

MAC은 기지국으로부터 이동국으로의 하향링크를 다중화하여 전송하고, 이동국으로부터 기지국으로의 상향링크는 슬롯 ALOHA 모드로 동작이 이루어진다. 기지국은 ATM 접속망으로 전달하기 위해 무선접속 구분자를 ATM 접속망의 연결자와 매핑하며, 그림 4는 이동국의 무선패킷을 ATM 접속망에 전송하는 경우 무선접속과 ATM 셀의 매핑관계이다.

1. RLC 제어

RLC는 효율적인 에러 제어를 위해 서비스 종류 및 품질요구에 따라 적응적 재전송 메카니즘이 이루어져야 한다. 음성서비스의 경우 제한 시간내에 패킷이 도착해야 하며 슬롯 할당이 주기적이므로 재전송이 어려우나 MAC으로 하여금 데이터서비스 영역의 슬롯을 이용하여 제한시간내에 재전송이 이루어지도록 할 수 있다. 이 경우 추가적인 대역폭이 요구되거나 음성서비스의 QoS 요구에 적응하여 동작할 수 있다. 데이터서비스의 경우에는 QoS 요구변화를 만족시킬 수 있도록 적응적 ARQ 방식을 사용할 수 있다.

1) 음성 트래픽

음성트래픽의 경우 RLC는 ATM접속망과 동일한 QoS를 얻기 위해서는 정해진 시간내에 이를 만족시키는 RLC절차가 요구된다. 이를 위해 RLC는 호 설정때 정해진 규정 시간 이내에 에러가 발생된 패킷을 복구할 수 있어야 한다. 그러나 음성트래픽을 위한 슬롯은 주기적으로 사용되어야 하며 시간에 제약을 가지므로 데이터트래픽을 위한 슬롯을 이용하여 음성 패킷의 에러를 복구할 수 있어야 한다. 만일 제한 시간내에 복구되지 않는 경우 그 패킷은 버릴 수 밖에 없다. 전송측 RLC는 상위계층으로부터 음성메세지를 받은 경우 일련의 음성 패킷이 순서적으로 도달하므로 송신 버퍼를 이용하여 일정 시간을 유지하면서 패킷을 전송할 수 있다. 수신측에서는 일부 음성 패킷이 무선채널의 에러로 인해 도달되지 않을 수 있으므로 재 전송을 요구할 수 있다. 수신한 패킷에 대해서는 정해진 시간내에 패킷 지연이 이루어지도록 수신측 버퍼를 둔다. 즉 수신측 버퍼는 무선접속구간과 ATM 접속망구간에 전달되는 패킷간 간격이 일정하게 유지되도록 일정한 지연을 유지시킨다.

2) 데이터 트래픽

데이터서비스는 지연은 다소 허용하나 패킷의 에러율은 낮아야하므로 재전송 절차가 특정 시간내

에 에러 복구를 할 필요는 없다. 수신측으로부터 송신한 패킷의 확인을 받은 경우 상태정보를 갱신한다. 기지국 RLC는 이동국이 보낸 패킷에 대해 확인을 위한 상태정보를 관리하면서 손실된 패킷에 대해서는 재전송한다. 이동국과 기지국의 RLC 기능은 다소 차이를 보이나 거의 유사하다. 이동국은 전송시작 시점에 MAC으로 하여금 슬롯을 할당해 주도록 요청하며 할당된 슬롯을 이용하여 ALOHA 방식으로 패킷을 전송한다. 반면에 기지국은 슬롯배정 시간과 전력을 할당하기 위해 이들을 관리하므로 이동국과 기능면에서 차이가 있다. RLC 상위계층으로부터의 전달되는 데이터는 대개 집중적이며 이때 RLC는 이들 데이터를 전송하기 위해 MAC에게 슬롯할당을 요청한다. MAC으로부터 슬롯을 할당받은 다음 그 데이터를 MAC에 보낸다.

2. MAC

1) 제어기

MAC 제어기는 MAC 다중화기로 하여금 슬롯할당을 배정받아 슬롯할당 테이블을 구성하며 MAC 프레임의 순서제어, 에러제어, 핸드오프 제어 및 패킷분할 및 조립 등을 제어한다. 기지국 MAC제어기는 상위 RLC로부터의 슬롯할당 요청이 있을 때 채널 액세스의 슬롯 스케줄링을 담당한다. 이를 위해 각 MAC 접속의 QoS를 만족시키기 위한 전송 스케줄링과 확인절차 및 호수락제어 절차를 이용한다. 이동국 MAC 제어기는 수신한 MAC 제어정보를 처리하며 다중화기를 위한 스케줄 테이블을 구성하며, 슬롯 ALOHA방식으로 제어정보를 전송하기 위한 스케줄링 기능을 갖는다.

2) 다중화기

다중화기는 RLC와 물리계층간의 인터페이스 역할을 한다. MAC 제어기로부터 받은 스케줄테이블을 근거로 해당 링크접속에 대한 송수신을 다중화 및 역다중화한다. 스케줄테이블은 서비스종류, 메시지 종류, 링크 구분자, 송신 전력의 세기, 전송시점 등을 포함한다. 음성의 경우 항등비트속도를 유지하기 위해 주기적으로 타임슬롯을 할당하며, 데이터의 경우 패킷단위로 슬롯을 할당한다.

V. 성능분석 및 결과

1. 시스템 모델링

CDMA 이동망의 무선접속망은 음성과 데이터를

패킷스위칭방식으로 처리한다고 가정한다. 각 이동국의 송신부에 도달하는 호는 두 개의 분리된 큐를 가지고 음성과 데이터 트래픽을 갖는다고 가정한다. N개의 음성 호 중 각 호는 각 이동국에 할당된 것이며 각 호는 이동국이 사용하려는 트래픽과 채널 상태에 의존하며 이는 전체 트래픽의 정도에 따라 변한다고 가정한다. 여기서 N은 최대 음성 호 개수인 N_{max} 보다는 적은 랜덤변수로 정의한다.

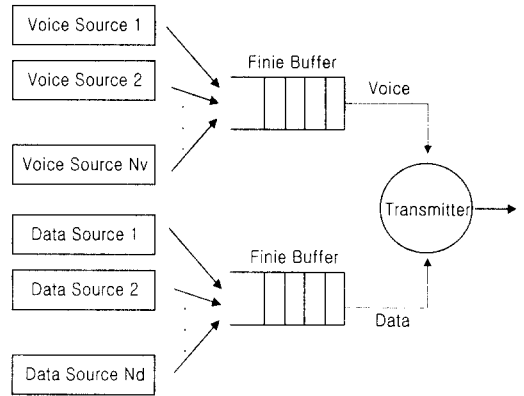


그림 5. 음성데이터 무선패킷통신 큐잉모델

음성 패킷의 도달율은 음성 패킷의 전송율과 채널을 공유하는 동작중인 음성호의 수로 결정한다. 그림 5는 음성 트래픽과 데이터 트래픽을 처리하는 무선 패킷통신시스템을 모델링한 것이다.

이용가능한 총 대역폭 W 와 연결된 이동국의 수 U 는 고정되어 있다고 가정한다. 각 이동국단 N_{ro} 의 음성호가 접속되어있다고 가정하고 N 이 주어진 상태에서 데이터 처리율과 지연을 분석한다. 송신부의 속도는 이용가능한 총 대역폭 W 을 처리이득 PG 로 나눈 값이므로 실제 시스템의 처리용량은 접속된 사용자 수가 주어진 경우 사용자별 최대 처리량과 동작중인 이동국당 접속된 음성호의 개수로 결정된다. 본 논문에서 U 는 직교성을 갖는 최대 CDMA 코드의 갯수가 모두 이용된다고 가정한다.

다중경로 모델은 이산적 유향수를 갖는 경로로 가정하며, 수신부에서 수신한 신호의 지연, 이득 및 위상은 모든 간섭에 동일하게 분포된 랜덤변수로 가정한다. 신호 및 간섭은 이동망에서 대부분 사용되는 Rayleigh shadow fading과 Lognormal shadow fading을 갖는다고 가정한다.

2. 성능해석

이동국의 여러 사용자는 음성 호 요청, 제어 명

령 및 응답, 데이터 파일 전송을 위해 하나의 채널을 경쟁한다고 가정한다. 이들간의 우선순위는 어느 정도의 지연을 갖는지에 따라 결정된다. 우선순위는 접속된 음성호, 상호 교신하는 짧은 데이터화일, 새로운 음성 호, 긴 데이터화일 전송순위에 맞추어 망 제어 및 확인절차가 이루어진다. 이들 모든 종류의 클래스를 포함하는 분석이 가능하나 음성과 데이터 트래픽이 서비스의 대부분을 차지하므로 본 논문에서는 접속된 음성호로 나오는 음성 패킷과 데이터 두 종류만으로 제한하여 분석한다. 음성패킷은 서비스측면에서 데이터를 선점할 수 있는 우선순위를 가지므로 다음 슬롯의 시작점에서 데이터메세지의 전송을 가로챌 수 있다. 음성패킷의 도착 특성은 음성군집내에서 패킷상호간에 종속성을 가지므로 마코브 프로세스의 확률적 특성을 따른다고 가정한다. 송신부에서는 음성패킷은 유한개의 입력버퍼를 가지면서 ATM스위칭과 같은 유사한 방식을 이용하여 다중화되며, 음성 패킷의 손실은 유한개의 버퍼 크기로 인해 발생하는 블록킹으로부터 발생한다.

유한개의 버퍼크기로 인한 지연 및 블록킹확률과 이에 따른 처리량을 분석하기 위해 큐잉 모델의 파라메타를 분석한다. \bar{E}_d 를 데이터 메세지당 평균 패킷 수라 하자. 메세지당 패킷수의 분포는 기하분포를 따른다고 가정한다. \bar{E}_d 는 데이터메세지에 대한 서비스 시간을 결정하며, 데이터 패킷당 재전송 횟수(n)와는 무관하다고 가정한다. n의 확률분포는 패킷의 성공적 수신확률 P_a 에 종속하는 기하확률변수의 확률분포를 따른다고 가정한다. m을 패킷을 성공적으로 전송하기까지 필요한 프레임의 갯수인 확률변수라 하자. m은 패킷 재전송간 점유시간(s:프레임단위)도 포함한다.

$$s = n + (n-1) s = (1+s)n - s \tag{1}$$

전송이 성공하기까지 필요한 프레임 평균 프레임 수를 \bar{m} 라 하면

$$\bar{m} = \frac{1+s(1-P_d)}{P_d}$$

데이터 처리량 S_d 는 ARQ기법을 따르며 트래픽 부하(ρ_d)를 전송이 성공하기까지 필요한 프레임 수(\bar{m})로 나눈 값이다.

$$S_d = \frac{\rho_d}{\bar{m}} = \rho_d \frac{P_d}{1+s(1-P_d)} \tag{2}$$

데이터메세지당 평균 서비스시간을 \bar{X}_d , 데이터 메세지당 평균 패킷 수를 \bar{E}_d , 프레임 길이를 T_f 라 하면

$$\bar{X}_d = \bar{E}_d \bar{m} T_f = \frac{1+s(1-P_d)}{P_d} \bar{E}_d T_f \tag{3}$$

$$\begin{aligned} \overline{X_d^2} &= \overline{E_d^2} \bar{m}^2 T_f^2 \\ &= \frac{(1-P_d)(1+s)^2 + (1+s(1-P_d))^2}{P_d^2} \overline{E_d^2} T_f^2 \end{aligned} \tag{4}$$

N개의 음성발생이 큐를 공유한다고 가정하면 어느 한 순간에 N개중 k개가 동작될 확률 P_k 는

$$P_k = \binom{N}{k} \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta} \right)^k \left(1 - \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \right)^{N-k}, 0 \leq k \leq N \tag{5}$$

일정하게 음성이 발생하는 경우 음성 이용율(ρ)은 음성을 전송하는 슬롯당 패킷수를 나타내며 총 전송속도와 음성속도에 의해 좌우된다. 전송속도를 R_C , 코딩효율을 η , 음성속도를 R_S , 처리이득을 PG 라 한다면

$$\rho = \frac{R_S PG}{\eta R_C} \tag{6}$$

음성 패킷을 위한 버퍼크기를 B 라 하자. 동작중인 음성발생 수(k)는 프레임당 음성이용율(ρ)로서 포아송분포를 따른다고 가정할 경우, 여러 음성이 결합된 트래픽 속도는 $k\rho$ 가 되며 한 슬롯당 발생하는 패킷 수에 대한 확률변수 n 은 다음과 같은 안정 상태 확률분포 ($q_k(n)$)를 갖는다.

$$\begin{aligned} q_k(n) &= \frac{(k\rho)^n}{n!} \sum_{i=0}^k \frac{(k\rho)^i}{i!}, 0 \leq k \leq N, 0 \leq n \leq k, \text{ or} \\ &= 1, k = n = 0 \text{ or} \\ &= 0, \text{ otherwise} \end{aligned} \tag{7}$$

버퍼가 모두 채워진 경우 음성패킷은 블록킹되어 패킷이 유실되며 음성패킷의 블록킹 확률 $P_{b(N)}$ 은 다음과 같다.

$$P_{b(N)} = \sum_{k=1}^N P_{b(N)} P_k \tag{8}$$

동작중인 k개의 음성호에 대한 블록확률 $P_{bl}(k)$ 은 아래와 같이 도출할 수 있다.

$$P_{bl}(k) = \frac{\sum_{n=0}^B \pi(n) \sum_{i=1}^k \max[(n+i-1-B, 0)] q_k(i)}{q_k} \quad , \quad 1 \leq k \leq N \quad (9)$$

위와 같은 수식이 주어진 경우 음성트래픽의 확률 밀도는 아래와 같이 유도할 수 있다.

$$P_c(M) = \sum_{k=0}^N (1 - P_{bl}(k)) \overline{q}_k P_k \quad (10)$$

연결된 송신부에 접속된 음성 트래픽 소스의 수 (N)은 일정하다고 가정하였으나, 연결된 이동국은 데이터트래픽만을 가지거나 최대 사용가능한 사용자 수인 N_{max} 까지의 음성소스를 가질 수 있다. 어느 한 순간에 접속된 음성 트래픽 소스의 수는 N_{max} 을 갖는 birth-death process를 갖는 확률변수이다. 호 블록확률이 주어진 경우 $M/M/N_{max}/N_{max}$ 큐잉 모델을 이용한 어랑의 C 공식으로부터 필요한 전화 회선의 수를 결정할 수 있다. 이동국당 5 어랑의 음성호 도착율을 가정한다면 이동국당 접속된 음성호 개수에 대한 확률분포 함수가 $P_c(M)$ 라 할 경우 이동국당 평균 음성 트래픽부하 ρ_v 는 아래와 같이 얻을 수 있다.

$$\rho_v = \sum_{M=0}^{N_{max}} \rho_v(M) P_c(M) \quad (11)$$

평균 음성 트래픽은 동작중인 음성 호의 갯수와 접속된 음성호의 갯수에 대한 분포를 근거로 계산할 수 있다. 마코브 프로세스를 따르는 데이터트래픽은 음성이 우선 선점권을 가지므로 음성 트래픽의 영향을 받는다. 데이터 패킷을 성공적으로 전송하기까지의 평균 지연시간을 \overline{W}_d 라 하면 Hybrid GBN 프로토콜을 사용한 경우 아래와 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\overline{W}_d = \frac{\rho_d((1-P_d)(1+s)^2 + (1+s(1-P_d))^2) \overline{E}^2}{(1-\rho_d)(P_d+sP_d(1-P_d)) \overline{E}} + \frac{\overline{E}-P_d}{2P_d(1-\rho_d)} \quad (12)$$

패킷당 서비스시간을 T_s 라 한다면 음성 트래픽의 총 지연시간 D_a 는 아래와 같다.

$$D_a = \overline{W}_d + T_s \quad (13)$$

이제 채널의 평균부하에 의존하는 CDMA 다원접속시 간섭 측면에서 패킷을 성공적으로 수신할 확률 P_a 를 구해보자. 에러없는 패킷을 감지할 확률과 에러 발생시 패킷의 정정확률이 주어진다고 가정한다. 물론 이들의 확률은 다원접속시의 간섭과 트래픽밀도에 좌우된다. 동시 접속하는 사용자 수가 주어질 때 Rayleigh shadow fading과 Lognormal shadow fading 환경에서 슬롯의 에러확률을 구해본다. 동시에 접속하는 사용자의 수와 트래픽 밀도간의 관계식은 시스템의 형태와 음성과 데이터 트래픽에 대해 사용자 의 분포에 따라 좌우된다. CDMA 시스템에서는 모든 동작중인 사용자는 전송하고 있는 동안에 간섭을 받으며 다원접속에 의한 간섭은 결국 패킷의 에러를 발생시킬 수 있다. 다원접속에 의한 간섭은 Gaussian 노이즈로 근사화한다. 간섭을 주는 인자의 수(M)는 연결된 사용자의 수 (U)로부터 들어오는 트래픽부하에 따라 변하는 확률변수이다. 실제로 접속된 사용자들은 이주 짧은 시간동안에만 동작하며 이는 채널의 실제적인 간섭을 의미한다. 여기서는 간섭을 받는 패킷의 수 $P_b(M)$ 이 주어질 때의 패킷의 에러확률을 구한 다음 총 확률을 이용하여 BER 확률을 구한다.

Rayleigh shadow fading과 Lognormal shadow fading 채널에서 $P_b(M)$ 은 아래와 같이 근사적으로 얻을 수 있다.^[2]

$$P_b(M) = (1/2) \operatorname{erfc} \sqrt{SNR} \quad (14)$$

수신부에서 수신하는 패킷에 대해 M개의 패킷이 간섭을 받을 확률 $P(M)$ 은 다음과 같다.

$$P(M) = \binom{U-1}{k} \rho^k (1-\rho)^{U-1-k}, k=1, \dots, U-1 \quad (15)$$

성공적으로 패킷을 수신할 확률 P_a 는 아래와 같다.

$$P_a = \sum_{M=0}^{U-1} P_d(M) P(M) \quad (16)$$

여기서 다중경로의 수를 L이라 하면 M이 주어질때의 패킷의 BER $P_{d(M)}$ 은 다음과 같다.

$$P_{d(M)} = (1 - P_b(M))^L \quad (17)$$

음성에 대해서는 FEC방식을 사용하고 디코더는

2배의 에러를 감지하면서 t개의 에러를 정정할 수 있다. 에러감지 실패 확률과 데이터 패킷의 유실은 무시한다. FEC에 의해 복구되지 않는 에러의 개수는 패킷 크기와 동일한 크기의 선형 블록코드를 가정하여 계산한다. 음성패킷의 유실확률은 t보다 큰 수의 에러가 존재하는 확률과 같다. 여기서 t는 블록코드에 의한 최대 정정이 가능한 에러의 개수를 의미한다. 블록코드를 이용할 경우의 에러 확률 $P_c(M)$ 은 아래와 같다.

$$P_c(M) = \sum_{k=t+1}^L \binom{L}{k} P_b(M)^k (1 - P_b(M))^{L-k} \quad (18)$$

음성인 경우 에러정정이 실패할 때 패킷 유실을 $U_c(M)$ 은 다음과 같다.

$$U_c(M) = 1 - P_c(M) \quad (19)$$

3. 성능결과 분석

성능분석 모델에서 음성 트래픽의 소스와 데이터 트래픽의 소스가 함께 주어진다. 음성 서비스의 경우 관심의 대상인 QoS는 패킷 유실율이다. 음성과 데이터의 트래픽은 MAC계층 서비스를 이용하는데 우선순위가 없다고 가정하였다. 또한 데이터 트래픽의 부하는 20%로 가정하였다. 셀내에는 200대의 이동국이 연결되어 있다고 가정하였다. 패킷의 길이는 256비트이며 이중 24비트를 제어 오버헤드로 가정하였다. 대역폭은 10MHz로 하고, 데이터 메시지 당 하나의 패킷을 가정하였으며, SNR은 15dB로 하였다. 시간 지연산정도는 최악의 경우 1ms로하고 실제 상황을 감안한 경우 200nsec로 하였다. 음성에 대한 에러 정정코드는 확장된 (256,164) BCH 코드를 사용하였다. 프레임의 길이는 5ms, 지연은 2 프레임으로 가정하였다. 음성은 패킷교환방식을 가정하였으며 이동국당 최대 10개의 호를 가정하여 이동국당 음성 트래픽 부하를 5 어랑으로 하고 호 블럭킹 확률은 0.01로 가정하였다. 자세한 사항은 표2에 표기하였다.

- 음성트래픽 분석 : 그림 6은 데이터 트래픽 부하의 변화에 대한 음성 패킷의 손실을 보여준다. 트래픽 부하가 심한 경우 다중접속에 의한 간섭이 증가하여 패킷 유실율이 증가함을 보여주고 있다. 이에 반해 부하가 적은 경우에는 지연 다원접속 사용자간 간섭이 줄어 상대적으로 지연이 매우 낮아짐을 알 수 있다. 또한 Type-1 Hybrid방식에서는

표 2 성능분석을 위한 시스템 파라미터

음성/데이터 트래픽	5 : 1
이동국 수	200
패킷길이	256 bits
제어 오버헤드	24 bits
대역폭	10MHz
SNR	15dB
지연정도	200nsec/1ms
에러 정정코드	(256,164) BCH
프레임 길이	5ms
Roundtrip delay	2 프레임
음성트래픽/이동국	5 어랑
최대 호 수/이동국	10 calls
블럭킹 확률	0.01

데이터트래픽의 부하가 증가하더라도 음성 패킷의 에러율변화가 심하지 않으나 기존의 ARQ방식에서는 데이터트래픽 부하가 어느 적정선을 넘을 경우 급격히 증가함을 알 수 있다. 따라서 사용자가 요구하는 음성 품질의 정도에 맞추어 주기 위해서는 전체 트래픽과 전력을 줄이거나 적절한 FEC코드방식으로 바꾸어 적용함으로써 QoS를 유지시킬 수 있으며 데이터트래픽이 적정선을 넘을 경우 이를 유지시키는 방안이 효과적일 수 있음을 알 수 있다.

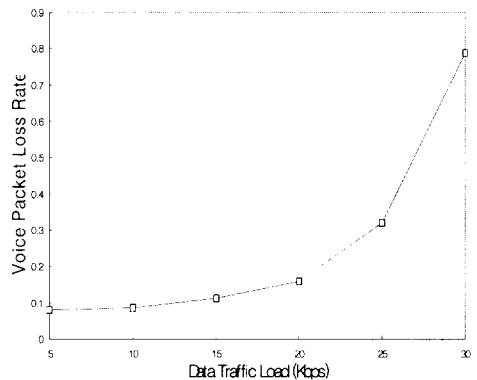


그림 6. 데이터트래픽 부하변화의 음성패킷유실율

- 데이터트래픽 분석 : 그림 7은 데이터 트래픽 부하 변화에 대한 데이터 패킷의 지연변화율을 보여준다. BER은 10^{-6} 로 하여 프레임단위로 일정하다고 가정하였다. 신호 및 간섭은 표준편차를 $\sigma=3dB$ 로 하고 Rayleigh shadow fading과 Lognormal shadow fading을 가정하였다. 제공 데이터 트래픽 부하가 증가할수록 사용자간 간섭이 증

가하여 에러를 발생시키고 이를 복구하기 위해 재전송 오버헤드가 소요되어 결국 지연정도가 높아짐을 알 수 있다. 사용자가 요구하는 데이터 품질의 정도에 맞추어 줄 수 있도록 지연이 어느 적정선을 넘을 경우 전체 트래픽과 전력을 줄이거나 적절한 ARQ방식을 적용함으로써 QoS를 유지시킬 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

CDMA ATM망에서 사용자가 요구하는 QoS를 만족하기 위해서는 제한된 자원에서 사용자별 서비스 품질 요구사항을 만족시킬 수 있도록 트래픽을 제어해야 한다. 사용자별 QoS의 요구사항을 지원하기 위해서는 무선망뿐만 아니라 전송 및 교환망에서 서비스 품질 지원을 위한 기능을 수행해야 한다. 이동망으로 유입되는 트래픽에 대해 망에서 서비스의 요구사항을 고려하여 우선순위로 처리하거나 QoS를 만족시키는 적응적 제어방식을 적용함으로써 가능하다.

본 논문에서는 CDMA 이동망에서 음성, 비디오, 고속 데이터 등의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 QoS 보장형 데이터링크 프로토콜을 설계하고 그 성능을 분석하였다. 이동망에서 멀티미디어 트래픽을 지원하기 위해 요구되는 QoS 파라미터 및 특성을 분석하고, CDMA 무선접속망과 ATM망간의 접속을 위한 무선접속 프로토콜의 스택구조 및 계층별 기능을 설계한 후, QoS를 지원하기 위한 무선 데이터링크 프로토콜을 설계하였다.

성능분석 결과 데이터링크 프로토콜은 기본적으로 각 서비스의 에러율, 지연 및 처리량 요구변화에 적응하여 동작하도록 함으로써 효율적임을 알 수 있었다. 지연 및 처리량에 민감하지 않는 데이터 트래픽에 대해서는 에러율 및 처리량 요구 변화에 따라 QoS를 만족시키는 적응적 ARQ 방식을 이용하고, 지연에 민감한 음성 트래픽에 대해서는 지연 요구 변화에 따라 대응하는 적응적 FEC 코딩방식을 이용하는 방식이 효율적임을 알 수 있다. 구현상의 복잡도는 높아질 수 있으나 성능 분석 결과 처리량, 지연 및 에러율 등의 QoS 요구를 유지시키기 위한 적응적 데이터링크 프로토콜을 이용할 경우 기존 방식에 비해 보다 효과적일 수 있다.

향후 시뮬레이션을 통해 해석적 분석결과에 대한 타당성을 검증할 것이며, 음성 및 데이터뿐만 아니라 다양한 응용서비스에도 적용이 가능한 데이터링크의 설계 및 QoS제어를 위한 연구가 이루어질 것이다.

참고 문헌

[1] K. Buchanan et al, "IMT-2000: service Provider's Perspective," IEEE Personal Comm., Aug 1997, pp 80-13.

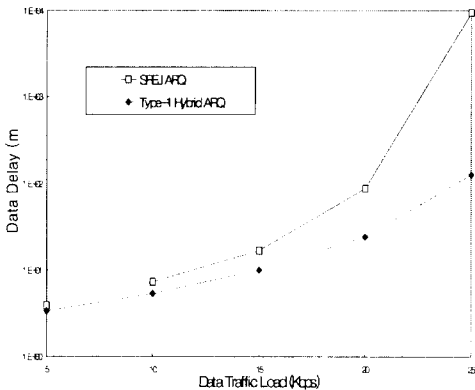


그림 7. 데이터트래픽 부하변화에 따른 패킷지연

그림 8은 데이터 트래픽 부하 변화에 대한 데이터 처리량을 보여준다. 트래픽 부하가 커짐에 따라 데이터 처리량이 증가하나, 부하가 어느 기준점을 넘어서는 경우 데이터처리량이 급격히 감소함을 알 수 있다. 이는 어느 정도까지 부하가 증가되더라도 데이터 에러 발생율이 높아지지 않지만 데이터 트래픽이 어느 적정선을 넘는 경우 간섭에 의한 에러 빈도가 높아져 데이터 처리량이 급격하게 감소하게 됨을 알 수 있다.

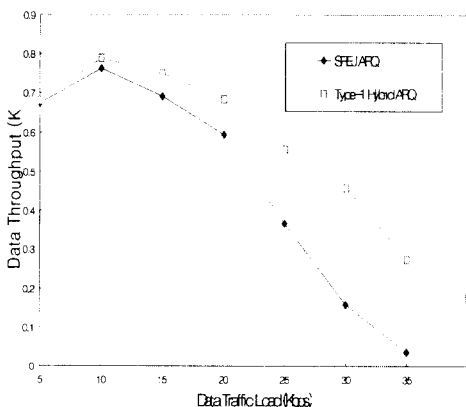


그림 8. 데이터 트래픽 부하 변화에 따른 처리량

[2] R. D Carsello et al., "IMT-2000 Standards: Radio Aspects," IEEE Personal Comm., Aug. 1997, pp.30-40.

[3] E. Berruto et al., "Research Activities on UMTS Radio Interface, Network Architectures, and Planning," IEEE Comm. Mag., Aug. 1998, pp. 82-95.

[4] J. Mikkonen et al., "Emerging Wireless Broadband Networks," IEEE Comm. Mag., Jan. 1988, pp. 112-117.

[5] H. Nakamura et al., "Applying ATM to Mobile Infrastructure Networks," IEEE Comm. Mag., Jan. 1998, pp. 66-73.

[6] D. Raychaudhuri and N. D. Wilson, "ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless personal Communication Networks," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol. 12, no. 8, Oct. 1994, pp. 1401-1414.

[7] A. S. Acampora and M. Naghshineh, "Control and Quality-of-Provisioning in High-Speed Microcellular Networks," IEEE Personal Comm., Second Quarter. 1994, pp. 36-43.

[8] G. Fleming et al., "A Flexible Network Architecture for UMTS." IEEE Personal Comm., Apr. 1998, pp. 8-15.

[9] Z. Dziong, M. Jia, and P. Mermelstein., "Adaptive Traffic Admission Control for Integrated services in CDMA Wireless-Access Network," IEEE J. select. Areas Commun., Vol. 14, no. 9, Dec. 1996, pp. 1737-1747.

[10] TIA/EIA, TR45.5, The cdma2000 ITU-RRTT Candidate Submission, May. 1998.

[11] B. Kreller et al., "UMTS: A Middleware Architecture and Mobile API Approach," IEEE Personal Comm., Apr. 1998, pp. 32-38.

[12] M. Schwartz, "Network Management and Control Issues in Multimedia Wireless Network," IEEE Personal Comm., June. 1995, pp. 8-16.

[13] Raychaudhuri, "Wireless ATM : An enabling technology for multimedia personal communication," Proc. 2nd int'l Mobile Multimedia Comm. Workshop, Bristol, U. K.. Apr. 1995, pp. 163-170.

[14] N. Morinaga et al., "New Concepts and Technologies for Achieving Highly Reliable and High Capacity Multimedia Wireless Communications Syetems," IEEE Comm. Mag., Jan. 1997, pp. 34-40.

[15] R. V. Nobelen et al., "An Adaptive Radio Link Protocol with Enhanced Data Rates for GSM Evolution," IEEE Comm. Mag., Jan. 1999, pp. 54-63.

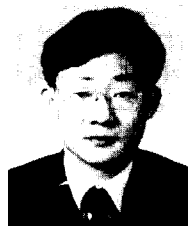
[16] H. Xie et al., "Data Link Control Protocols for Wireless ATM Access Channel," Proc. ICUPC'95, 1995, pp. 753-757.

[17] J. Wu, M. Jia, and R. Kohno., "Performance Evaluation of Wireless Multimedia CDMA Networks Using Adaptive Transmission Control," IEEE J. select. Areas Commun., Vol. 14, no. 9, Dec. 1996, pp. 1688-1697.

[18] M. J. McTiffin et al., "Mobile Access to an ATM Network Using a CDMA Air Interface," IEEE J. select. Areas Commun., Vol. 12, no. 5, Jun. 1994, pp. 900-908.

조 정 호(Chungho Cho)

정회원



1984년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(학사)
1987년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(석사)
1996년 8월 전남대학교 전산
학과 졸업(박사)

1987년 1월~1988년 1월 삼보컴퓨터 본사 소프트웨어연구부
1988년 2월~1997.2월 한국전자통신연구원 이동통신기술연구부 선임연구원
1997년 3월~현재 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 조교수
<주관심 분야> IMT-2000, Wireless ATM, 이동 멀티미디어 QoS 제어, 페트리네트

이 형 옥(Hyeongok Lee)

정회원



1994년 2월 순천대학교 전산
학과 졸업(학사)
1996년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(석사)
1999년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(박사)

1999년 10월~현재 한국전산원

<주관심 분야> 이동통신, 통신망 제어, 병렬 및 분
산처리, 그래프이론, 상호연결망, 계산이론

한 승 완(Seungwan Han)

정회원



1994년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(학사)
1996년 2월 전남대학교 전산
학과 졸업(석사)
1996년 3월~현재 전남대학교
전산학과 박사과정

<주관심 분야> 이동통신, 통신망 분산제어, 분산시
스템, 통신망 보안, 암호이론