

차세대 이동 통신을 위한 무선접속 신호 프로토콜의 성능분석

정희원 진 상 민*, 박 성 수*, 송 영 재*, 조 동 호**, 송 평 중***

Performance Analysis of Air Interface Signaling Protocol for Future Mobile Communication

Sang-Min Jin*, Seong-Soo Park*, Young-Jae Song*, Dong-Ho Cho**,
Pyeong-Jung Song*** *Regular Member*

요 약

차세대 이동통신 시스템에 적합한 프로토콜 구조의 도출을 위해 cdma2000의 계층 2, 3 혼합구조와 W-CDMA의 계층 2, 3 분리구조에서의 신호 메시지 처리성능을 분석하고 등록과 인증 메시지의 두가지(혼합 및 순차) 처리 방식에 대한 성능을 분석한다.

성능 분석 결과, 에러가 발생하였을 경우 혼합구조는 전체 메시지를 재전송하는데 반하여 분리구조는 에러가 발생한 해당 프레임만 재전송함으로써 채널 오율이 증가할수록 분리구조가 우수한 성능을 나타내었다. 등록과 인증 메시지 처리방식에 대한 성능 분석 결과, 두 메시지를 한번에 전송하는 혼합 방식은 오율과 트래픽 밀도가 낮을 경우에 한번에 전송하기 때문에 전송지연의 이득을 볼 수 있고, 순차적인 방식은 오율과 트래픽 밀도가 높을 경우에는 메시지 전송에러에 의한 재전송 이득으로 인해 우수한 성능을 나타낸다.

ABSTRACT

In order to derive the suitable protocol architecture for future mobile communication systems, we evaluate the processing performance of signalling messages in the separate protocol layer and combined protocol layer recommended by W-CDMA and cdma2000, respectively. Also, we evaluate the performance of combined processing and sequential processing method in the case of handling registration and authentication messages.

According to simulation results, in the case that error occurs, separate protocol layer has better performance than combined protocol layer as error rate increases. Because, although separate protocol layer retransmits only errored frame, but combined protocol layer retransmits two frame. On the other hand, in registration and authentication message processing, combined processing method that transmits two message simultaneously is better than sequential processing method because of transmission delay gain due to simultaneous transmission in the case that channel error rate is low. However, sequential processing method is better than combined processing method because of retransmission gain due to transmission error when channel error rate is high.

I. 서 론

현재 IMT-2000의 표준화는 각국이 연구개발하고 있는 무선전송 기술에 대한 제안서 접수를 마무리 하고 지역통신권 별로 신호방식 계층 2, 3에 대한

* 경희대학교 전자계산공학과(windguy@chollian.net)

** 한국과학기술원 전기및전자공학과

*** 한국전자통신연구소 무선프로토콜연구팀

논문번호 : 98360-0814, 접수일자 : 1998년 8월 14일

* 본 논문은 97년도 ETRI 위탁연구과제의 연구결과임

작업을 본격화하고 있다. 또한, IMT-2000 신호방식의 계층 2, 3에 대한 작업을 수행하고 있는데, ITU-T SG-11에서는 현재 계층 2의 작업 일환으로 IMT-2000의 망 구조 분야의 표준화를 진행하고 있다^{[1],[2]}.

미국의 TIA는 기존의 TIA/EIA-95B를 기반으로 cdma2000 phase1/phase2 규격을 개발중이며 계층 2, 3에 대하여 여러 방안을 개발하기 위한 연구개발을 진행하고 있다. 유럽의 ETSI는 GSM(Global System for Mobile communication)을 기반으로 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System) 개발을 추진하고 있다. RACE 프로젝트를 통해 UMTS의 무선접속 규격연구를 수행하였고, ACTS 프로젝트를 통해 Test-bed를 구현하고 있다. 일본은 전파산업회(ARIB)와 전신전화기술위원회(TTC)가 ITU의 표준화 작업에 적극 노력하여 왔으며, 2001년 상반기를 목표로 미국, 혹은 유럽의 규격을 기반으로 하는 상용 서비스를 준비중에 있다^{[3],[4],[5],[6]}.

미국에서 제시되고 있는 차세대 이동통신을 위한 무선 접속 프로토콜 방안은 기존의 TIA/EIA-95B에 서비스를 추가할 수 있는 구조인 혼합구조를 따르고 있다. 이 방안은 기존의 음성서비스를 제공하고 있는 이동통신 시스템의 구조와 호환성을 유지하면서 새로운 서비스를 추가하여 제공하려는 cdma2000 시스템으로 발전하고 있다. 이 방안은 기존의 음성 서비스에 최적화 되어 있는 시스템이기 때문에, 새로운 서비스를 추가적으로 제공하기 위해서는 기존의 무선접속 프로토콜 구조를 변화시키는데 많은 제약이 따르는 단점이 있다^[7].

유럽과 일본에서 제시되고 있는 차세대 이동통신을 위한 무선접속 프로토콜 방안은 W-CDMA(wideband-code division multiple access)이며, 무선접속 프로토콜의 계층 2와 계층 3이 분리구조를 따르고 있다. 이 방안은 멀티미디어 서비스에 적합하게 설계되어 있으며 시스템을 재구성해야 하는 단점이 있다. 즉, 제안하고 있는 방안들이 멀티미디어 서비스에 적합한 방안들이기 때문에 서비스의 제공면에서는 우수하나, 기존의 음성 서비스에 최적화된 시스템에서는 구성이 어렵고, 새롭게 시스템을 재구성하더라도 기존의 시스템과 호환성에 문제점을 나타내고 있다^{[8],[9]}.

미국과 유럽, 일본의 각 통신 선진국들이 차세대 이동통신 시스템으로 발전하는데 있어서 무선 접속 신호 프로토콜의 구조가 정립되지 않은 상황에서 IMT2000 무선 접속 프로토콜 계층 2, 3의 여러 가

지 방안과 프로토콜 구조가 제시되고 있다. 아울러, 이들 방안에 대한 성능분석은 상·하위 계층간만을 고려한 성능의 비교 분석이거나 단일 시스템에서의 성능을 비교 분석하여 나타내고 있다^[9]. 따라서, 본 논문에서는 cdma2000의 계층 2, 3의 혼합구조와 W-CDMA의 계층 2, 3 분리 구조를 분석하고 이동성과 관련된 등록, 인증 메시지의 처리 방식에 대한 성능을 분석한다.

서론에 이어, 제 2 장에서는 무선접속 프로토콜 구조에 대해 기술하고, 제 3 장에서는 무선 접속 신호 프로토콜의 메시지 구성 및 처리절차에 대해 기술한다. 제 4 장에서는 cdma2000과 W-CDMA의 무선 프로토콜 구조에 대한 성능평가와 등록과 인증 메시지 처리 방식의 성능을 평가하기 위한 모델링과 성능 분석에 대하여 기술한다. 마지막으로, 제 5 장에서 결론을 맺는다.

II. 무선접속 프로토콜 구조

2.1 W-CDMA 시스템의 무선접속 프로토콜 구조

일본과 유럽에서 제안되어 있는 IMT2000용 무선 접속 프로토콜 구조가 그림 1에 나타나 있다.

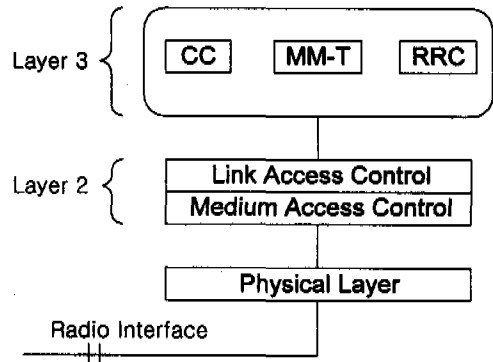


그림 1. W-DCMA 무선접속 프로토콜 구조

그림에서 알수 있듯이 계층 3은 각 기능별 엔티티를 포함한다. CC(Call/Connection Control)는 광대역 ISDN의 UNI(User Network Interface) 계층 3 프로토콜인 Q.2931을 기초로 무선 환경에 맞게 변경되어 적용되며 멀티미디어 서비스 호 또는 연결 제어를 위해 사용된다. 호 제어 프로토콜에서는 종단간 호설정 및 해제를 위해 고정망 신호 프로토콜과의 호환성을 보장하여야 한다. RRC(Radio Re-

source Control)은 네트워크에서 이동단말로 무선 베어러의 설정, 해제 등과 관련된 메시지 전송을 담당하고, 무선 자원관리와 핸드오버 트리거링에 대한 메시지의 전송을 담당한다. MM-T(Terminal Mobility Management)는 단말 인증, 위치 등록 등과 같은 단말 이동성과 사용자 인증, 사용자 등록 등과 같은 개인 이동성을 지원한다.

무선 접속 2계층 프로토콜중 LAC 부계층의 기능은 순서번호의 무결성과 선택적 재전송에 의한 오류정정, 흐름제어, 계층관리를 위한 에러보고, 연결 제어, 상태보고, CRC 에러 검출 및 처리, 신호 3계층 메시지의 조합 및 분할, LAC PDU에서 1계층 프레임으로의 분할과 1계층 프레임으로부터 LAC PDU로의 조합을 수행한다. MAC 부계층은 물리계층 무선 링크의 제어와 링크 품질제어를 수행하며 랜덤 액세스 제어, 핸드오프 트리거링, LAC 부계층과 물리계층의 프레임 비트매핑, 전력제어, 물리채널의 활성화 및 비활성화 등을 수행한다.

2.2 cdma2000 시스템의 무선접속 프로토콜 구조

Lucent Technologies, Motorola, Nortel 및 Qualcomm등 4개사가 구성한 cdmaOne에서는 기존의 TIA/EIA-95B를 기반으로 광대역 CDMA 서비스를 제공하려는 cdma2000에 대한 연구가 진행 중이다^[10].

cdma2000의 RTT(Radio Transmission Technology)는 차세대 무선 통신 시스템의 요구를 충족시키기 위해 CDMA 기술을 사용하는 광대역 spread spectrum 무선 인터페이스이며, cdma2000의 상위 계층, 링크, 물리 계층의 프로토콜 계층 구조가 그림 2에 나타나 있다.

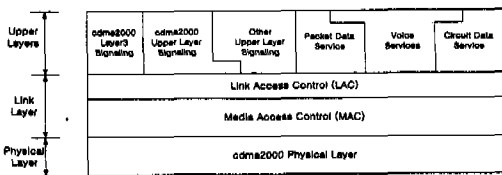


그림 2. cdma2000 프로토콜 구조

이 그림에서 기존의 TIA/EIA-95B를 기반으로 한 프로토콜 구조를 IMT-2000으로 발전시키기 위한 방안이 나타나 있다. cdma2000의 RTT 상위 계층들은 다양한 서비스들을 포함한다. 음성 서비스들은 음성 전화 서비스(PSTN 액세스, 이동 단말간의

음성 서비스 인터넷 전화)들이 있으며 사용자 데이터 서비스들은 패킷 데이터(IP 서비스), 회선 데이터 서비스(B-ISDN 에플리케이션 서비스), SMS (Short Messaging Services) 등이 있다. 또한, 이동 단말의 동작을 제어하는 신호 서비스가 있다.

이러한 cdma2000 RTT는 발전된 멀티미디어 서비스들을 지원하기 위해 일반적인 계층과 제어 구조를 지원하며 서비스 형태들(음성, 패킷 데이터, 회선 데이터)의 임의의 조합으로 동시에 발생하는 다수의 활성화된 세션들을 지원한다. 그리고, 각 활성화 세션에 대하여 동적인 QoS 파라메타들을 기술하고 협상, 전달, 재협상을 통해 개선된 QoS 제어 메커니즘을 제공한다.

cdma2000의 링크 계층은 LAC(Link Access Control)과 MAC(Media Access Control)의 두 서브 계층으로 나뉜다. LAC 부계층의 주요 관점은 상위의 상대 계층 엔티티들간에 접대점 통신 채널들을 관리하는 것이다. 특히 LAC는 임의의 링크 계층 프로토콜을 합병시키기 위해 확장하여 다른 QoS(에러율, 지연, 투명성의 정도)를 요구하는 상위계층을 지원한다.

III. 무선접속 신호 메시지 구성 및 처리절차

3.1 W-CDMA 시스템의 신호 메시지 구성 및 처리 절차

3.1.1 W-CDMA 시스템의 신호 메시지 구성

W-CDMA 시스템에서의 신호 메시지 구성 절차가 그림 3에 나타나 있다. 호 연결/해제에 사용되는 호 제어의 메시지, 사용자 등록, 인증과 같은 이동성과 관련된 이동성 관리 메시지와 무선자원 관리에 사용되는 무선자원 관리 메시지는 다른 메시지 필드가 계층 2에서 추가되어서 물리계층을 통해 전송된다.

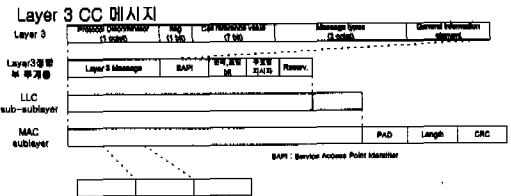


그림 3. W-CDMA 시스템의 호제어 메시지 구성 절차

위 그림에서와 같이 계층 3의 메시지는 각 필드

에 값이 채워지면 계층 3 정합 부계층에서 SAPI, 분해,조립 bit, 예약 비트 등이 추가되며 LLC 계층을 통해 물리계층을 통하여 전송된다.

단말 등록 메시지 구성 내역이 그림 4에 나타나 있다.

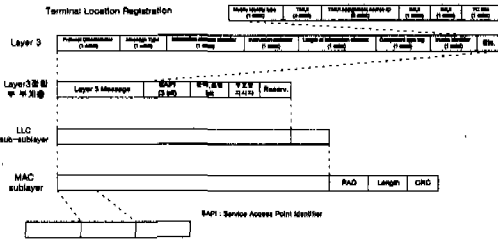


그림 4. W-CDMA 시스템의 등록 메시지 구성 절차

등록 메시지는 계층 3에서 기본적으로 프로토콜 식별자와 메시지 유형으로 구성된다. 등록 메시지 구성에는 정보요소 식별자, 요소 식별자, 동작 지시 표시, 정보요소 등이 추가되는데 계층 3에서 구성된 메시지는 계층 2에서 SAPI, 분해,조립 bit, 예약 비트 등이 추가되어 물리 계층을 통해 전송된다.

3.1.2 IMT-2000의 메시지 처리 절차

NTT DoCoMo에서 제안하고 있는 W-CDMA 시스템의 프로토콜 계층구조가 그림 5에 나타나 있다.

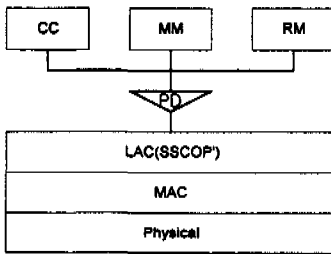


그림 5. W-CDMA 시스템에서의 프로토콜 계층구조

계층 3에서의 신호메시지는 링크 액세스 제어를 위한 SSCOP'을 통해 전송이 이루어진다. SSCOP'은 계층 3 메시지의 분할 및 조립, 오류 및 흐름제어를 통한 전송을 담당하며, 오류의 검출은 SSCOP' 프레임 단위로 수행된다. SSCOP'에서 사용하는 각각의 파라미터들은 무선 링크의 전송에 적합하도록 설정되는데, SSCOP'는 selective-repeat 재전송 메카니즘에 기반하여 데이터의 오류전송을 수행하게 된다.

W-CDMA 시스템에서의 등록 절차가 그림 6에

나타나 있다.

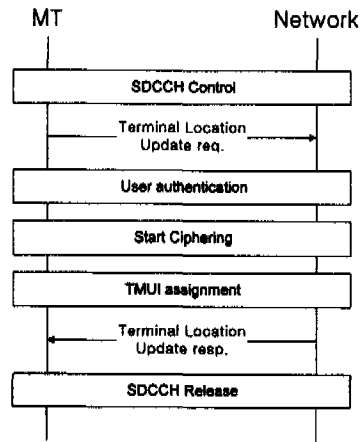


그림 6. W-CDMA 시스템의 등록 절차

이동 단말이 등록 절차를 수행하기 위해서는 기지국으로부터 신호채널의 할당이 필요하며, 이를 위하여 이동 단말은 랜덤 액세스 절차를 수행하여 SDCCH(Stand-alone Dedicated Control Channel)의 할당을 요구한다. SDCCH의 할당이 성공적으로 이루어지면 이동 단말은 단말의 위치갱신 요구를 기지국으로 전송하고, 기지국은 사용자 인증 절차를 수행하게 된다. 또한, 전송 정보의 암호화와 TMUI(Temporary Mobile User Identity) 할당을 완료한 후, 위치 갱신 사실을 이동 단말에게 알려준다. 이동 단말은 위치 갱신이 완료되면, 할당받은 SDCCH의 해제 절차를 수행한다.

본 논문에서 고려한 W-CDMA 시스템의 순차전송방식인 메시지 처리 절차가 그림 7에 나타나 있다.

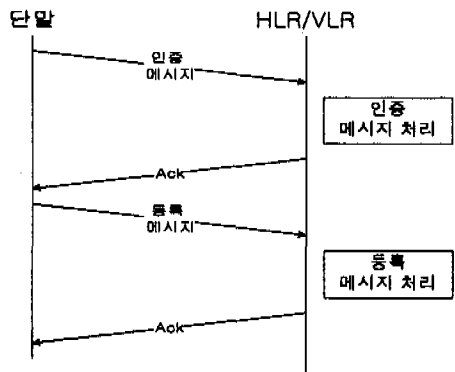


그림 7. W-CDMA 시스템의 순차전송방식 메시지 처리 절차

순차전송방식에서는 등록과 인증 서비스가 동시에 도착하더라도 단말에서는 인증 메시지를 서버에 먼저 전송하여 처리하고 난 후 이에 대한 확인응답을 전송 받은 후에 다시 등록 서비스를 처리하기 위하여 등록 메시지를 전송하여 이에 대한 확인응답을 수신한다.

3.2 cdma200 시스템의 신호메시지 구성 및 처리 절차

3.2.1 cdma2000 시스템의 신호 메시지 구성 절차

기지국은 접속채널을 통하여 이동단말에서 보내는 메시지를 수신하여 처리한다. 이동 단말과 기지국간에 접속채널을 통하여 신뢰성있는 메시지 교환을 가능하게 하기 위해서는 ACK_TYPE, ACK_SEQ, MSG_SEQ, ACK_REQ, VALID_ACK 영역을 사용한다. 기지국은 접속채널을 통해 수신된 메시지의 ACK_REQ 영역이 '1'로 설정되어 있으면 응답을 요구하는 것으로 간주하고 ACK_SEQ영역을 수신된 메시지의 MSG_SEQ 영역값으로 설정하고 VALID_ACK 영역의 비트값을 '1'로 설정한 메시지를 호출채널을 통해 전송함으로써 수신된 메시지에 대한 확인응답을 수행한다. 이동단말은 호출채널을 통해 VALID_ACK 영역의 비트가 '1'로 설정되어 있고 ACK_SEQ 영역이 이동단말의 확인응답을 요구한 메시지의 MSG_SEQ 번호로 설정되어 있는 메시지를 수신하면 확인응답이 수행한 것으로 간주한다.

cdma2000 시스템의 등록 메시지 구성 절차가 그림 8에 나타나 있다.

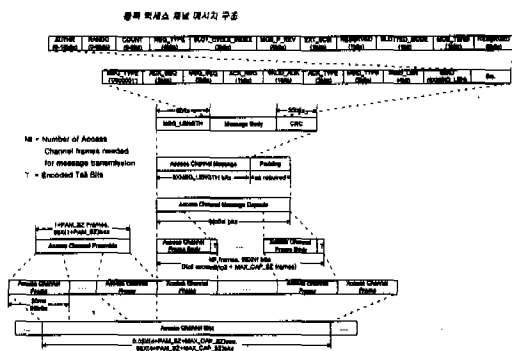


그림 8. cdma2000 시스템의 등록 메시지 구성 절차

그림에서 MSG_TYPE은 확인응답 일련번호이며 ACK_SEQ는 메시지 일련번호이다. ACK_REQ는 확인응답 요구 표시자이고 VALID_ACK는 유효 확

인 응답 표시자이다. 또한, ACK_TYPE은 확인응답 주소형태이며 MSID_TYPE은 이동단말의 식별자 필드 형태이다. 이와 같이 8개의 필드는 공통필드로서 모든 접속채널에 공통적으로 사용된다. 또한 인증 서비스를 처리하기 위해서는 인증모드를 나타내는 AUTH_MODE와 인증 자료 값을 나타내는 AUTHR, 임의 시도 값을 나타내는 RANDC, 호이력 파라메타인 COUNT 메시지 필드를 사용한다.

3.2.2 cdma2000 시스템의 신호 메시지 처리 절차

cdma2000 시스템의 신호 메시지 처리절차가 그림 9에 나타나 있다.

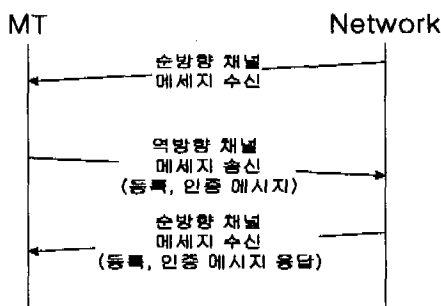


그림 9. cdma2000 시스템의 신호 메시지 처리절차

cdma2000 시스템의 계층 3의 호처리 및 제어 메시지는 트래픽 채널을 통해 전송될 경우와 페이징 및 액세스 채널을 통해 전송되는 경우에는 서로 다른 처리가 가능하다. 실제로 페이징 채널이나 액세스 채널을 통해 신호메시지를 전송할 경우에는 stop-and-wait에 기반하여 전송을 수행하게 된다. cdma2000 시스템의 프로토콜 구조에서 계층 2와 계층 3의 구분은 논리적인 구분이며 실제 신호메시지의 전송에서는 계층 2의 기능을 위해 필요한 송수신 순서번호, 확인응답 요구 등이 계층 3의 신호 메시지 속에 포함되어 전송된다.

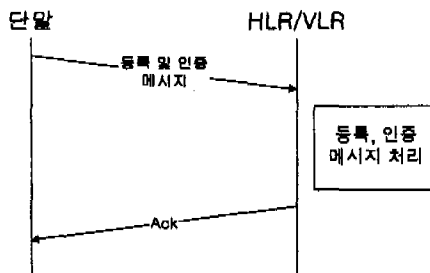


그림 10. cdma2000 시스템의 혼합전송방식 메시지 처리 절차

cdma2000 시스템의 혼합전송방식 메시지 처리 절차가 그림 10에 나타나 있다.

단말에 서비스 요구가 도착하면 단말은 즉시 이 메시지를 처리하기 위해 서버로 메시지를 전송한다. 서버는 등록과 인증 서비스를 처리하고 난 후 단말에 확인응답을 전송함으로써 서비스가 완료되었음을 알려준다.

IV. 시뮬레이션 및 결과 분석

4.1 신호계층의 혼합 및 분리 구조에 대한 성능 분석

4.1.1 시스템 모델링

W-CDMA 시스템과 cdma2000 시스템에서 알 수 있듯이 네트워크 계층과 데이터링크 계층을 혼합하는 경우와 분리하는 경우에 있어서 가장 큰 차이는 데이터링크 계층에서의 오류발생에 대한 발견과 이를 회복하기 위한 회복 메카니즘에 있다. 수신 프레임에 대한 오류여부의 검사는 CRC를 통해 이루어지는데, 분리구조에서는 계층 2의 프레임에 대한 CRC 검사와 재전송이 이루어진다. 하지만 혼합구조에서는 전체 메시지를 수신한 후에, CRC를 통해 오류를 검사하고 재전송을 수행하게 된다. 프로토콜 구조에 따른 성능분석을 위한 시스템의 큐잉 모델은 그림 11에 나타나 있다.

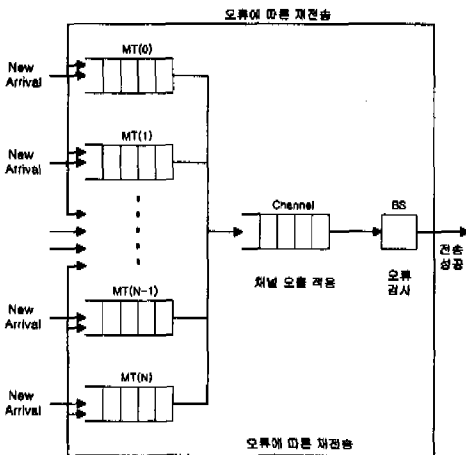


그림 11. 프로토콜 구조에 따른 성능 분석을 위한 시스템 모델

데이터 전송을 위한 물리채널은 W-CDMA 시스템의 전송신호채널인 32Kbps SDCCH 채널을 가정

한다. 이 경우, 10ms의 무선 프레임 동안 실제 전송할 수 있는 계층 2에서의 최대 메시지의 길이는 192bit가 된다. 이동 단말에서 전송할 신호 메시지의 발생은 트래픽 밀도를 고려하여 고정 크기를 가지는 포아송 분포를 가정한다. 전송할 신호 트래픽이 존재하면 이를 전송방식에 따라 계층 2의 오버헤드를 추가한다. 혼합 구조에서는 계층 3의 신호 메시지의 길이에 관계없이 하나의 계층 2 오버헤드를 추가하며, 분리 구조에서는 계층 2 프레임의 크기에 따라 각 프레임에 대해 오버헤드를 추가한다. 계층 2 전송을 위한 오버헤드는 4옥텟(SSCOP에서의 헤더정보 고려)으로 가정한다. 또한 분리구조에서 사용하는 데이터 링크계층의 프레임 크기는 물리채널을 고려하여 24 옥텟으로 가정하며 계층 2 이상의 신호정보 전송에 대한 응답은 신호정보전송 완료 후, 즉각적으로 이루어진다고 가정한다. 이때, 데이터 전송에서 사용자간 간섭에 의한 오류는 없다고 가정한다.

이동단말이 혼합 구조일 경우에는 전송 메시지가 도착하면 여기에 데이터 링크 전송을 위한 오버헤드를 추가하고 10 ms단위의 라디오 채널을 통해 전송하고 응답을 기다리게 된다. 단말이 stop-and-wait 메카니즘을 따를 경우에는 응답이 도착할 때까지 다른 프레임의 전송을 수행하지 않는다. 이에 반해, 단말이 selective-repeat 메카니즘을 사용할 경우에는 응답 대기시간 동안 다른 신호 트래픽의 전송을 수행하게 된다. 또한, 혼합모델에서 데이터의 오류확인은 전체 메시지에 대해 수행되며, 오류가 발생할 경우에는 전체 메시지를 재전송하게 된다.

4.1.2 결과 분석

계층 2와 계층 3의 혼합구조와 분리구조에서의 성능분석을 위해 메시지 전송 지연을 그 척도로 사용하였다. 본 성능분석에서는 신호메시지의 전송에 대해 전송 제한시간을 적용하지는 않았다

채널의 BER을 고려하여 각 전송 방식에서의 신호메시지 전송에 대한 평균 전송지연이 그림 12와 그림 13에 나타나 있다. 그림과 같이 신호 메시지에 포함되는 오버헤드가 동일할 경우에는 selective-repeat 메카니즘을 사용하는 분리구조와 혼합구조가 동일한 성능을 나타냄을 알 수 있다. 하지만 신호 메시지의 길이가 증가하게 되면 전송을 위한 오버헤드 정보량이 달라지게 되며, 오류회복을 위한 재전송 프레임의 양이 달라지게 된다. 따라서 이 경우, 오류가 증가할수록 분리구조가 혼합구조보다 우

수한 성능을 보이며, stop-and-wait 메카니즘보다는 selective-repeat 메카니즘이 우수한 처리성능을 보인다.

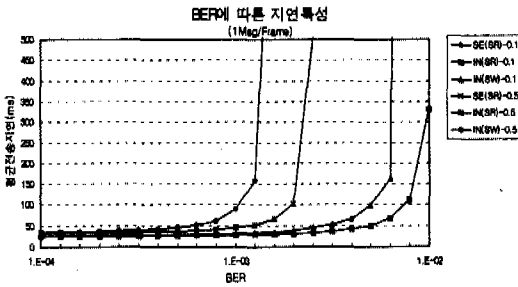


그림 12. BER에 따른 신호 메시지의 평균 전송지연(신호 메시지 크기=20옥텟)

하나의 메시지가 하나의 프레임으로 구성될 때의 평균 지연을 살펴보면, 프로토콜 구조에 따른 특성은 나타나지 않으며 단지, 여러 메시지에 대한 처리 방식에 따른 차이점만 나타남을 알 수 있다. 혼합구조의 selective-repeat 방식과 분리구조의 selective-repeat가 동일한 지연 특성을 나타내는 이유는 하나의 메시지가 하나의 프레임으로 구성되어 있어 동일한 지연 특성을 나타낸다. 특히, 지연 특성의 차이가 트래픽 밀도가 0.1일 경우에는 BER이 1.E-02 가까이에서 나타나며 트래픽 밀도가 0.5일 경우에는 BER이 1.E-03에서 나타남을 알 수 있다.

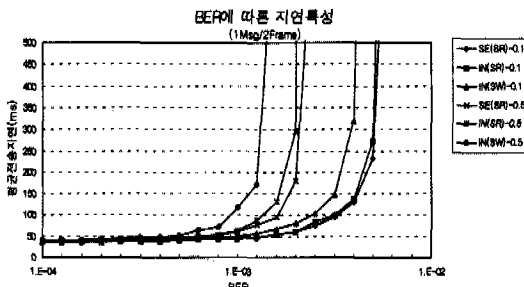


그림 13. BER에 따른 신호 메시지의 평균 전송지연(신호 메시지 크기=40옥텟)

하나의 메시지가 두 개의 프레임으로 구성되어 전송될 때의 지연 특성을 살펴보면, 여러의 처리 특성뿐만 아니라, 프로토콜의 구조 특성까지 나타남을 알 수 있다. 특히, BER이 1.E-03 근방일 때, 분리구조의 selective-repeat 방식이 가장 우수한 지연 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.

4.2 메시지 처리 방식에 대한 성능분석

4.2.1 시스템 모델링

이동단말과 기지국 사이에는 무선채널을 통하여 전송되며, BS에서 MSC 또는 HLR/VLR까지는 신뢰성 있는 유선링크를 통해 전송된다. 본 논문에서는 무선 환경에서의 메시지 처리 성능분석을 위해 다음과 같이 두 가지의 방안을 고려하였다.

- 혼합전송방식 : 등록과 인증이 동시에 처리되는 메시지 절차
- 순차전송방식 : 등록이 요구될 때 인증 메시지가 처리된 후에 등록 메시지가 처리되는 절차

그림 14는 혼합전송방식의 큐잉 모델을 나타내고 있다.

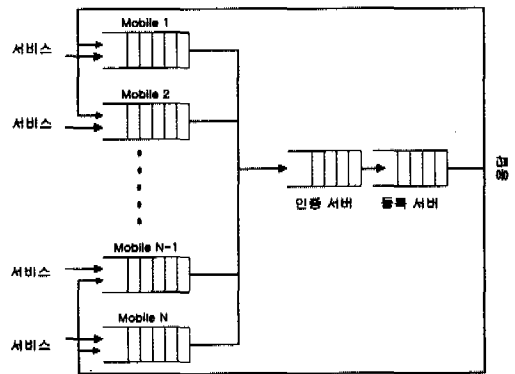


그림 14. 혼합전송방식의 시스템 모델

각 단말에서 서비스 요구가 도착하면 이에 대한 메시지를 처리하여 전송한다. 시뮬레이션에서 무선 채널의 전송 지연 시간, BS에서 인증 서버간의 전송 시간, 확인응답을 전송받는 시간을 각각 5ms로 가정하였다. 또한, 메시지의 처리지연을 각각 5ms로 가정하였으며 인증서버와 등록서버의 처리시간은 지수분포를 따르는 것으로 가정하였다. 아울러, 무선 상황을 고려하여 단말과 서버간의 BER(Bit Error Rate)를 고려하여 시뮬레이션을 수행하였다.

혼합전송방식의 경우에 메시지의 크기는 cdma2000 시스템의 메시지 크기를 참고로 하여 전체 20 옥텟에서 등록과 인증 서비스를 위한 메시지의 크기를 각각 5 옥텟으로 가정하였다.

다음 그림 15는 순차전송방식의 시스템 모델을 나타내고 있다.

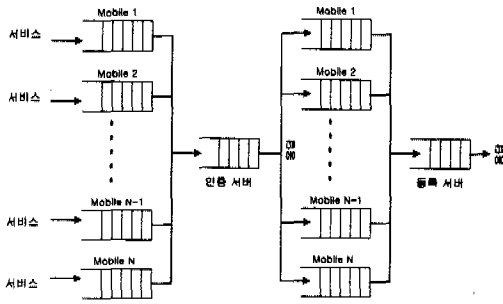


그림 15. 순차전송방식의 시스템 모델

순차전송방식의 시스템 모델을 살펴보면 각 단말에 서비스 요구가 도착하더라도 하나의 메시지가 처리되고 난 후 이에 대한 확인응답을 수신한 후에 다시 하나의 메시지를 처리한다.

순차전송방식의 시뮬레이션을 위하여 혼합전송방식과 동일하게 20 옥텟의 메시지 크기를 가정하였다. W-CDMA 시스템에서의 등록과 인증 메시지의 크기를 참고하여 각 메시지의 실제 데이터 크기를 5 옥텟으로 가정하고, 무선 채널에서의 전송시간, 등록 서버까지의 전송 시간, 메시지 처리 시간, 확인응답 전송 시간은 혼합전송방식과 동일하게 가정하였다. 아울러, 각 서버의 처리 시간은 혼합전송방식과 동등한 비교를 위하여 각 서버당 10ms의 처리시간을 가정하였다.

혼합전송방식의 경우는 계층 3에서 등록과 인증 메시지가 하나의 메시지로 구성되어 내려오면 계층 2 overhead가 부과되어서 하나의 메시지로 처리되는 메시지 형태를 구성하게 된다. 순차전송방식의 경우는 계층 3에서 등록과 인증 서비스를 처리하기 위해서 두 개의 메시지로 구성되면 계층 2 오버헤드가 추가되어서 하나의 메시지가 처리되고 난 후 다시 하나의 메시지를 처리하는 절차이다. 특히, 순차전송방식의 경우는 두 개의 메시지가 동시에 도착하여도 하나의 메시지를 처리하고 난 후 그에 대한 응답을 수신하고 나서 다른 하나의 메시지를 처리할 수 있는 절차이다.

4.2.2 결과 분석

트래픽 밀도가 동일할 경우, BER에 따른 지연과 처리율 특성을 고찰하였다. 혼합전송방식과 순차전송방식에 대한 메시지 지연특성이 그림 16에 나타나 있다.

혼합전송방식에서의 메시지 지연특성을 살펴보면 트래픽 밀도가 클수록 이에 대한 지연이 크게 증가

하며, 특히 BER이 커질수록 증가함을 알 수가 있다. 이는 하나의 메시지에 대한 처리 지연을 나타내고 있으며, BER이 커질수록 전송 메시지에 대한 어려움이 높아져서 큰 지연을 나타내고 있다. 순차전송방식에서의 메시지 지연특성을 혼합전송방식의 메시지 지연특성과 비교하여 보면, BER이 낮은 환경에서는 혼합전송방식보다 메시지 지연이 크지만 BER이 높은 환경에서는 혼합전송방식보다 메시지 지연이 낮음을 알 수 있다.

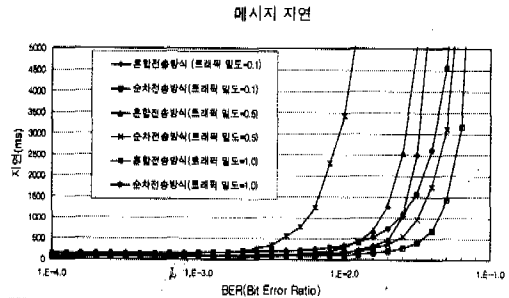


그림 16. 메시지 지연특성

BER이 낮은 환경에서는 두 방식간의 지연차이가 생기는데, 이는 혼합전송방식에서는 한번에 메시지의 처리가 끝나지만 순차전송방식에서는 두 번의 전송을 통해 메시지가 처리되므로 전송지연이 생긴다.

고정된 트래픽 밀도에서 BER에 따른 처리율 특성이 그림 17에 나타나 있다.

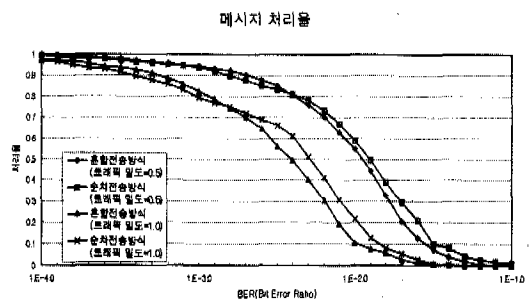


그림 17. 고정 트래픽 밀도에서의 메시지 처리율

고정된 트래픽 밀도에서 BER에 따른 처리율을 살펴보면 BER이 증가할수록 순차전송방식이 나음을 알 수 있다. 특히 각 트래픽 밀도마다 BER이 1E-3.0에서 1E-2.0 사이에서 교차점이 생기는데 이는 BER에 의한 지연 차이 때문에 큐잉되어 있는 메시지가 많음으로 인해 처리율이 감소되기 때문이

다. 특히 혼합전송방식은 순차전송방식보다 1.E-3.0 이후에 처리율이 더욱 낮아지는 것은 전송하는 신호 메시지의 길이가 길어짐에 따라 BER이 증가할 수록 재전송이 많기 때문이다.

V. 결론

IMT2000과 관련되어 무선 접속 프로토콜 계층 2, 3에서 여러 가지 방안과 그에 따른 프로토콜 구조가 제시되고 있으나, 제시되고 있는 무선접속 프로토콜들은 cdma2000 시스템과 같이 기존 이동통신 시스템과의 연계성을 보장하면서 새로운 서비스를 추가하는 무선접속 프로토콜과 W-CDMA 시스템과 같이 새로운 형태의 무선접속 프로토콜로 구분될 수 있다. 이러한 방안들은 새로운 서비스의 추가와 기존 시스템과의 호환성에서 문제점을 가지며, 이를 해결하기 위해서는 두 방안에 대한 성능비교가 필요하다. 하지만, 대부분의 기존 연구에서는 단일 시스템에 대한 성능분석만이 수행되었다. 또한, 새로운 서비스 제공할 때 무선 접속 프로토콜을 정립하기 위한 기반 자료가 필요하다. 따라서, 제공할 서비스에 대하여 무선 링크를 고려한 신호 메시지의 구성 및 처리절차에 대한 성능분석이 필요하다. 본 논문에서는 W-CDMA의 무선접속 프로토콜 계층 2, 3 분리 구조와 cdma2000의 계층 2, 3의 혼합구조를 분석하고 이동성과 관련된 등록, 인증 메시지의 처리 방식에 대한 성능을 분석하였다.

성능 분석 결과, 트래픽 밀도가 낮고 BER이 1.E-04인 환경에서는, 무선 프로토콜 계층 2, 3의 혼합구조와 분리구조가 동일한 지연 특성을 보였지만, 트래픽 밀도가 낮은 경우에 BER이 1.E-02 정도에서 프로토콜의 구조에 따른 지연 특성이 나타났으며, 트래픽 밀도가 높을 경우 BER이 1.E-03 정도에서 2, 3 계층 프로토콜 분리구조가 우수한 특성을 나타냈다. 이는 오율과 트래픽 밀도가 높을 경우에 메시지에 에러가 발생하였을 경우에 혼합구조는 전체 메시지를 재전송하지만, 분리구조는 에러가 발생한 해당 프레임만 재전송하기 때문이다. 등록과 인증 메시지 처리 방식에서, 오율과 트래픽 밀도가 낮을 경우에는 두 메시지를 한번에 전송하는 방식이 우수하지만, 오율과 트래픽 밀도가 높을 경우에는 두 메시지를 순차적으로 나누어 전송하는 방식이 우수함을 알 수 있었다. 이는 오율과 트래픽 밀도가 낮을 경우에 두 메시지를 한번에 전송하는 방식이 메시지크기에 따른 전송지연의 이득을 볼 수

있고, 오율과 트래픽 밀도가 높은 환경에서는 순차적인 방식이 메시지 전송에러에 의한 재전송 이득을 보기 때문이다.

참고 문헌

- [1] Ken Buchanan, Rodger Fudge, "IMT-2000 : Service Provider's Perspective", IEEE Personal Communications, Vol 4, No. 4, pp.2-11, Aug. 1997.
- [2] Richard D. Carsello and Reuven Meidan, Stephen Allpress, Fran O'Brien, "IMT-2000 Standards: Radio Aspects", IEEE Personal Communications, Vol. 4, No. 4, pp.30-40, Aug. 1997.
- [3] ITU-T SG11 WP3 Draft Recommendation Q.FNA, "Network Functional Model for IMT-2000", Ver8.1, June 1997.
- [4] ITU-T SG11 WP3 Draft Recommendation Q.FSR, "FPLMTS Signaling Requirements for Radio Interface -General Aspect-", Ver1.2, Jan. 1997.
- [5] ITU-T Q8, Q23, Q24, Draft working Document, "FPLMTS Signaling Requirements for Radio Interface -Layer 3-", Ver2.1, Apr. 1997.
- [6] ITU-T SG11 WP3 Draft Recommendation, "FPLMTS Signaling Requirements over Radio Interface -Layer 2-", Ver1.2, Jan. 1997.
- [7] Joao SchwarzDasilva, Demosthenes Ikonomou, "European R&D Programs on Third-Generation Mobile Communication Systems", IEEE Personal Communications, Vol. 4, No. 4, pp. 12-19, Aug. 1997.
- [8] Eero Nikula, AnttiToskala, Erik Dahlman, "FRAMES Multiple Access for UMTS and IMT-2000", IEEE Personal Communications, Vol. 5, No. 2, pp.37-46, Apr. 1998.
- [9] John G. Markoulidakis, George L. Lyberopoulos, "Mobility Modeling in Third-Generation Mobile Telecommunications Systems", IEEE Personal Communications, Vol. 4, No. 4, pp.20-29, Aug. 1997.
- [10] CDG, "IS-95 3G System Description Draft", V0.0902, Feb. 1998

