

IMT-2000에서 이중 모드 패킷 데이터 서비스의 성능 분석

정회원 반태원*, 이상민**, 조유제***

Performance Evaluation of Dual Mode Packet Data Service in the IMT-2000 System

Tae-Won Ban*, Sang-Min Lee**, You-Ze Cho*** *Regular Members*

요약

본 논문에서는 IMT-2000을 위한 이중 모드 패킷 전송 방식에 대한 성능을 분석하고, 동적 임계치 설정을 이용한 이중 모드 패킷 전송 방식을 제안한다. 먼저, 다양한 채널 환경과 트래픽 유형을 고려하여, 공용 채널과 전용 채널 간의 모드 전환을 위한 임계치의 변화에 따른 성능의 변화를 고찰하였다. 성능 분석 결과, 채널 환경과 트래픽 형태에 따라서 스위칭 임계치 설정이 매우 중요하며, 성능에 큰 영향을 미치게 된다는 것을 알 수 있었다.

그리고, 이중 모드 방식에서 스위칭 임계치를 동적으로 설정하는 방식을 제안하고 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였다. 제안된 동적 임계치를 사용할 경우에 채널 상황이나 트래픽 특성 변화에 적응적으로 대처할 수 있어, 전반적으로 고정 임계치 방식보다 성능이 크게 개선됨을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we analyze the performance of a dual mode packet data service in the IMT-2000 system and propose a novel dynamic switching threshold method for dual mode packet data service. First, we investigate the performance of dual mode packet data service according to the switching threshold between dedicated channel and common channel under various traffic load and channel environments. Simulation results show that the switching threshold is a primary factor on system performance.

Second, we propose a dynamic switching threshold method for dual mode packet data service and evaluate its performance through simulation. Since the proposed method can adapt dynamically with variations of traffic load and channel environments, it can improve overall performance remarkably, compared with a fixed switching threshold.

1. 서론

IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000)은 국가별로 운용되는 다양한 이동 통신 시스템의 규격을 통일하여 세계 어느 곳에서나 동일한 단말기로 서비스를 받을 수 있도록 하기 위한

차세대 이동통신 시스템이다^{[1][3]}. IMT-2000은 음성, 영상뿐만 아니라 데이터 서비스를 제공해야 하므로 회선 모드와 함께 패킷 모드 서비스를 효율적으로 지원할 수 있어야 한다. 기존의 셀룰러 PCS (Personal Communication System) 등에서 지원하는 회선 모드로는 버스티한 특성의 데이터 트래픽을

* KTF (twban@ktf.co.kr)

** 한국전자통신연구원 (sangm@etri.re.kr)

*** 경북대학교 전자전기공학부 (yzcho@kyungpook.ac.kr)

논문번호 : K01119-0416, 접수일자 : 2001년 4월 16일

※ 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구 (과제번호 : 1999-2-303-004-3)의 연구비 지원으로 수행되었음.

효율적으로 서비스할 수 없기 때문에, IMT-2000을 위해서는 패킷 모드 서비스의 구현이 반드시 필요하다. 패킷 모드의 서비스를 제공하기 위한 가장 중요한 문제 중에 하나는 역방향 채널을 효율적으로 활용할 수 있도록 하는 매체 접근 제어 (MAC: Medium Access Control) 방식의 선택이다.

현재 ITU-R에 제출된 CDMA (Code Division Multiple Access) 기반의 IMT-2000 제안서에서는 트래픽 특성에 따라서 MAC 프로토콜을 공용 채널 (Common Channel) 방식과 전용 채널 (Dedicated Channel) 방식으로 구분하고 있다. 공용 채널 방식은 공통의 코드를 이용하여 데이터를 전송하는 방식으로, 코드 충돌에 의해서 성능이 좌우된다^[4]. 그리고, 일반적으로 공용 채널 방식에서는 랜덤 액세스 방식을 사용한다. 대표적인 공용 채널 기반 MAC 프로토콜로는 RCMA (Reservation Code Multiple Access)^[6], CDMA/ISMA (Inhibit Sense Multiple Access)^[7], AiSMA (Acquisition indication Sensing Multiple Access)^[8] 등이 제안되고 있다.

반면에 전용 채널 방식은 전용의 코드를 이용하여 데이터를 전송하기 때문에 기본적으로 코드 충돌이 발생하지 않는 비경쟁 방식이다. 그러나, 동시에 전송하는 단말의 수가 증가하게 되면 다중 접속 간섭 (MAI: Multiple Access Interference)에 의한 비트 오류율이 급격히 증가함으로써 패킷 오류가 발생하는데, 이는 경쟁 방식의 특징도 동시에 갖게 됨을 의미한다. 전용 채널 방식에서는 예약 기반의 MAC 프로토콜을 주로 사용하며, 대표적인 전용 채널 기반 MAC 프로토콜로는 Packet CDMA^[9], VSG-CDMA (Variable Spreading Gain-CDMA)^[10], Scheduled CDMA^[11], Spread S-ALOHA with CLSP (Channel Load Sensing Protocol)^[12], Spread S-ALOHA with Modified CLSP^[13] 등이 제안되었다.

이와 같은 대부분의 MAC 프로토콜들은 전용 채널이나 공용 채널만을 사용하는 단일 모드 방식만을 고려하고 있다. 트래픽 특성에 따라 공용 채널과 전용 채널 간을 전환하면서 패킷을 전송하는 이중 모드 패킷 서비스 방식에 대한 연구는 아직 초기 단계이다. 그리고, IMT-2000을 위한 각국의 제안서에서는 공용 채널과 전용 채널을 동시에 사용할 것을 권고하고 있지만, 채널간의 전환에 관한 정확한 조건을 제시하지 않고 있다. 각 제안서에서는 공통적으로 발생 빈도와 패킷 길이 등을 바탕으로 전용 채널 및 공용 채널의 사용 여부를 결정한다. 북미를

중심으로 제안된 cdma2000에서는 일반적으로 전용 채널을 통해서 패킷을 전송하도록 하고 있으며, 짧은 데이터 버스트의 경우에만 공용 트래픽 채널을 통해 전송할 수 있도록 하고 있다. 그리고, 유럽을 중심으로 제안된 W-CDMA에서는 패킷 길이가 짧고 발생 빈도가 낮은 패킷 데이터는 공용 채널을 사용하며 반면 패킷 길이가 크고 발생 빈도가 높은 패킷 데이터는 전용 채널을 사용하게 된다.

최근에는 Khan 등이 패킷 길이를 기준으로 전용 채널 및 공용 채널을 이용할지의 여부를 결정하는 이중 모드 패킷 서비스 방안을 제안하고, 이중 모드 방식을 사용하는 것이 단일 모드를 사용하는 것보다 성능이 우수함을 보였다^[14]. 그러나, Khan 등의 연구에서는 다양한 환경의 트래픽 및 채널 환경을 고려하지 않았으며, 트래픽 특성에 따른 최적 임계치 설정 방식을 제시하지 못한 문제점이 있다.

본 논문에서는 다양한 채널 환경과 트래픽 환경에 대하여 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능을 분석한다. 이때 패킷을 어느 모드를 통해서 전송할지의 여부는 패킷 길이가 임계치보다 긴 경우에는 전용 채널을 통해서 전송하고 그렇지 않으면 공용 채널을 통해서 전송하는 방식을 사용한다. 그리고, 전용 채널로 패킷을 전송한 이후에는 일정 시간동안 채널을 유지함으로써, 전용 채널 방식의 채널 할당 오버헤드를 줄이는 방식을 함께 고려하였다. 또한, 스위칭 임계치를 고정된 값으로 사용하는 경우에만 환경에 따른 최적의 임계치를 구한다. 그리고, 망 환경에 따라서 최적의 임계치가 변화하는 고정 임계치 방식의 문제점을 해결하기 위해 동적 임계치를 이용하는 이중 모드 패킷 서비스 방안을 제안하고 성능을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 서론에 이어서, 2절에서는 성능 분석을 위하여 고려된 이중 모드 방식을 기술하고, 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능을 분석한다. 그리고 3절에서는 본 논문에서 제안된 동적 임계치를 이용한 이중 모드 전송 방식의 성능을 분석한다. 마지막으로, 4절에서 결론을 맺는다.

III. IMT-2000의 이중 모드 패킷 서비스 성능 분석

본 절에서는 IMT-2000을 위한 패킷 서비스 방식으로 본 논문에서 고려하고 있는 공용 채널 모드 패킷 전송, 전용 채널 모드 패킷 전송, 그리고 트래픽 특성에 따라서 두 채널을 동시에 사용하는 이중

모드 패킷 전송에 대하여 기술한다. 또한 다양한 채널 및 트래픽 환경에서 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능을 분석한다. 이때 역방향 채널을 통한 전송만을 고려하였다.

1. IMT-2000의 패킷 서비스

IMT-2000을 위한 패킷 서비스 방식은 크게 공용 채널을 이용한 패킷 서비스 방식, 전용 채널을 이용한 패킷 서비스 방식, 이중 모드 패킷 서비스 방식으로 구분된다.

1.1 공용 채널을 이용한 패킷 서비스

공용 채널을 이용한 역방향 패킷 전송은 기본적으로 랜덤 액세스 방식으로 RACH (Random Access Channel)를 이용하는 것을 가정한다. 그리고, 개루프 전력 제어를 수행하며 별도의 채널 유지 과정이 없으므로 신뢰성 있는 전송이 보장되지 않기 때문에, 패킷을 전송한 단말은 기지국에서 온 전송 성공 여부를 통지 받은 이후에 이전 패킷의 재전송 및 새로운 패킷의 전송 여부를 결정하게 된다. 본 논문에서는 순방향 채널은 기지국에서 전송을 담당하고 있기 때문에 완벽하게 전송 제어가 이루어지는 것으로 가정하여 역방향 채널만을 고려하였다.

단말은 전송할 L2-PDU (Protocol Data Unit)를 그림 1과 같이 PDU를 일정 크기로 분할하고 헤더와 CRC (Cyclic Redundancy Check) 비트들을 추가하여 데이터 블록을 생성한다. 헤더와 CRC가 추가된 데이터 블록은 프리앰블 부분과 함께 랜덤 액세스 버스트를 구성하며, 프리앰블과 메시지 사이에 프리앰블 탐색을 위한 0.25 ms의 휴지 기간이 있다. 이렇게 구성된 랜덤 액세스 버스트는 RACH를 통해서 전송되며, RACH의 구조는 그림 2와 같다^[4]. 각 단말은 액세스 슬롯의 시간 오프셋 정보를 BCCH (Broadcast Control Channel)를 통해 얻게 되며, 각 액세스 슬롯은 1.25 ms 단위로 시간이 오프셋되어 있다. 그러므로, 동시에 전송 가능한 최대 사용자 수는 프리앰블 수와 액세스 슬롯 수의 곱과 같다.

둘 이상의 단말이 동일 프리앰블을 이용하여 동일한 액세스 슬롯에 패킷을 전송하면 코드 충돌에 의해서 패킷 오류가 발생한다. 또한, 다중 접속 간섭에 의해 패킷 오류가 발생할 수도 있다. 패킷 오류가 발생하면 전송 확률을 조정하여 재전송을 시도하며, k번째 재전송 확률 p(k)은 exponential backoff 방식에 의해 다음과 같이 결정된다^[15].

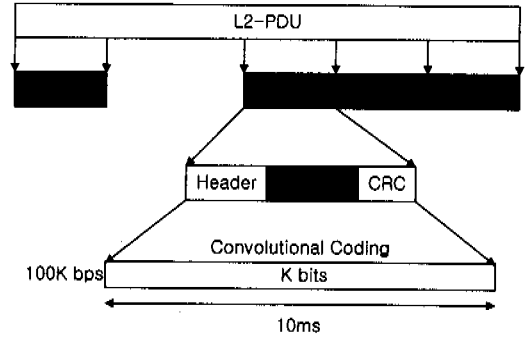


그림 1. L2-PDU 분할 과정

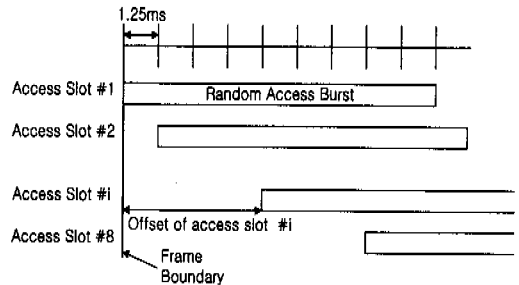


그림 2. RACH 액세스 슬롯의 구조

$$p(k) = \max\{p_{min}, p(k-1) \cdot q\}, 0 < q < 1$$

여기서 p_{min} 은 최소 전송 확률을 나타내며, q는 가중치 상수이다.

1.2 전용 채널을 통한 패킷 서비스

전용 채널을 통한 패킷 전송은 DCH (Data Channel)을 이용하여 기본적으로 예약 방식을 사용할 것을 고려한다. 따라서, 패킷 전송을 위해서 단말은 전용 채널 요청 패킷을 전송해야 하며 기지국으로부터 채널을 할당 받은 후 패킷을 전송할 수 있다. 전용 채널에서는 채널을 할당 받기 위한 예약 지연이 발생한다. 전용 채널 요청 패킷을 수신한 기지국은 가용 채널이 존재할 경우 채널을 할당하며, 그렇지 않은 경우에는 채널 요청 패킷을 버퍼링한 후 가용 채널이 발생하면 채널을 할당한다.

전용 채널을 통한 패킷 전송 지연은 전용 채널 요청 패킷을 전송한 후에 채널을 할당 받을 때까지의 시간과 가용 전용 채널이 없을 경우 기지국에서 의 채널 요청 패킷이 큐잉되는 시간의 합이 된다.

1.3 이중 모드 패킷 서비스

이중 모드 전송 방식은 패킷 길이와 발생 빈도에

따라 공용 채널과 전용 채널을 동시에 사용하는 효율적인 전송 방식이다. 본 논문에서는 L2-PDU의 크기를 이용하여 공용 채널과 전용 채널 사이의 스위칭이 이루어지는 것으로 가정하였다. 즉, L2-PDU가 스위칭 임계치 S [data blocks] 보다 크면 전용 채널을 통해 전송하고, 그렇지 않으면 공용 채널을 이용하여 전송한다. 그리고, 전용 채널이 설정된 이후에는 L2-PDU가 존재하지 않더라도 채널 유지 시간 (channel hold time) 동안 채널을 해지하지 않고 유지함으로써 새로운 L2-PDU가 발생하였을 경우 채널 요청 과정 없이 신속하게 전송을 시작할 수 있다.

이중 모드 패킷 전송에서 높은 전송 효율을 보장하기 위해서는 스위칭 임계치를 적절히 설정해야 하며 최적의 스위칭 임계치는 전용 채널을 요청한 후 할당 받는 데 걸리는 지연 시간, 공용 채널에서 패킷을 전송한 후 ACK를 받는 데 걸리는 지연 시간, 전용 채널과 공용 채널의 오류율, 전용 채널과 공용 채널의 수, 그리고 발생하는 패킷의 평균 길이 등에 영향을 받는다. 본 절에서는 다양한 트래픽 환경과 채널 환경에서 스위칭 임계치를 변화시키면서 이중 모드 패킷 서비스 방식의 성능을 분석하였다.

2. 시뮬레이션 모델 및 결과 분석

표 1은 시뮬레이션에서 사용된 파라미터 값을 나타낸 것이다. 하나의 셀 내에 40개의 단말이 존재하는 것으로 가정하였으며, 각 단말은 ON/OFF 형태로 패킷이 발생하는 것으로 고려하였다. 또한, 공용

채널을 통해 패킷이 전송될 경우에는 패킷의 높은 오류율로 인해서 신뢰성 있는 전송이 보장되지 않기 때문에 정지-대기 (stop and wait) ARQ (Automatic Repeat Request) 기법을 사용하며, 전용 채널의 경우 페루프 전력 제어를 통해 신뢰성 있는 전송이 보장되므로 선택적 재전송 (selective repeat) ARQ 기법을 사용하는 것으로 가정한다. 본 논문에서는 편의상 페루프 전력 제어가 이루어지는 전용 채널의 블록 오류율은 0.5 %, 개루프 전력 제어가 이루어지는 공용 채널에서의 블록 오류율은 30 %로 가정하였다^{(4),(14)}. 성능 평가 척도로는 단말기 당 평균 패킷 전달 지연을 고려하였는데, 패킷 전달 지연은 한 데이터 블록이 발생된 이후로 성공적으로 전송될 때까지 걸린 시간을 나타낸다.

그림 3과 4는 트래픽 채널의 개수 및 트래픽 특성을 변화시키면서 스위칭 임계치의 변화에 따른 평균 패킷 전달 지연을 분석한 것이다. 그림 3은 RACH 프리앰블이 DCH보다 상대적으로 부족하고 패킷 길이가 짧은 경우의 지연 성능을 나타낸 것이다. 그림 3-(a)는 OFF 기간이 상대적으로 짧아서 트래픽 부하가 높은 경우로써, 스위칭 임계치를 5로 설정하는 것이 가장 우수한 지연 성능을 얻을 수 있었다. 이 경우에는 발생하는 패킷의 평균 길이가 2이기 때문에 스위칭 임계치를 10으로 설정하면 발생하는 거의 모든 패킷들이 RACH를 통해서 전송된다. 따라서, RACH의 코드 충돌이 증가하면서 지연 성능이 급격히 저하될 수 있기 때문에, 스위칭 임계치를 낮게 설정하여 패킷의 길이가 짧더라도 DCH를 통해서 전송될 수 있도록 하는 것이 유리함을 알 수 있다. 반면에, 그림 3-(b)처럼 OFF 기간이 길어서 트래픽 부하가 낮은 경우에는 스위칭 임계치에 의한 성능의 변화가 그리 크지 않음을 알 수 있다.

그림 4는 DCH가 RACH 프리앰블에 비해서 상대적으로 부족하고 패킷 길이가 긴 경우의 지연 성능을 나타낸 것이다. 그림 4-(a)와 같이 트래픽 부하가 높은 경우에는 최적 스위칭 임계치가 10보다 훨씬 큰 16이 됨을 알 수 있다. 이 경우에는 스위칭 임계치를 10으로 설정하면 발생하는 거의 모든 패킷들이 DCH로 전송되기 때문에, DCH의 부족으로 인해 성능이 급격히 저하될 수 있다. 따라서, 스위칭 임계치를 10보다 크게 설정하여 길이가 긴 패킷들도 상대적으로 채널이 많은 RACH로 전송해야 함을 알 수 있다. 반면에, 4-(b)와 같이 트래픽 부하가 낮은 경우에는 거의 모든 패킷이 DCH로 전송되

표 1. 시뮬레이션 파라미터 값

Parameter	Value/Definition
Source model	ON/OFF model
Number of mobiles	40
Frame duration	10 ms
Number of DCH	Variable
Number of RACH preambles	Variable
RACH timing offsets per frame	8
RACH acknowledgement delay	10 ms
DCH assignment delay	100 ms
RACH ARQ scheme	Stop and wait
DCH ARQ scheme	Selective repeat
RACH block error ratio	30 %
DCH block error ratio	0.5 %
Backoff scheme	Exponential backoff
P_{min}	0.0625
q	0.5

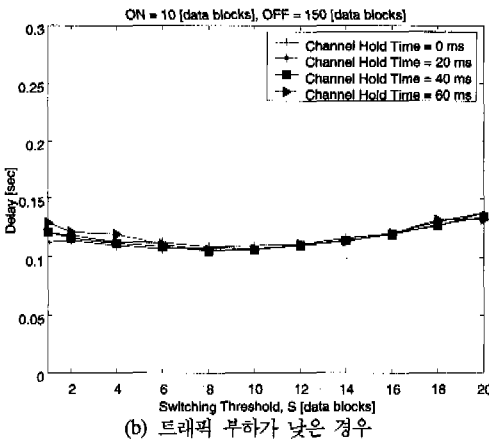
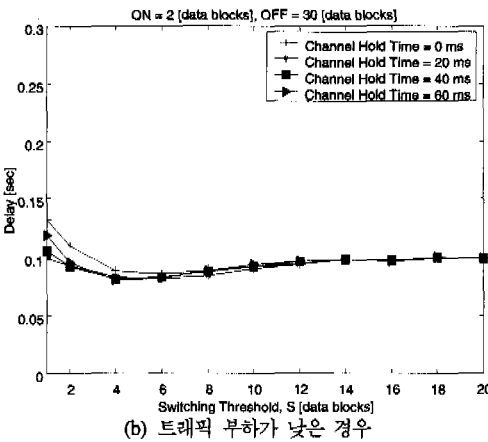
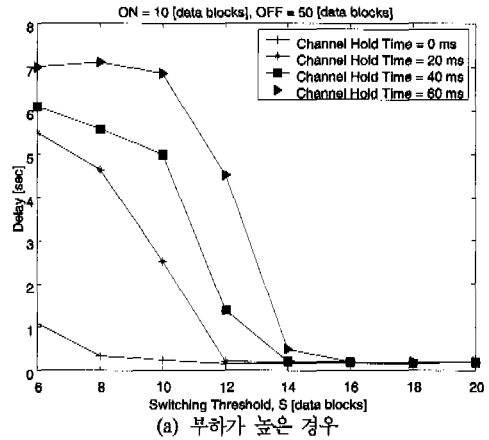
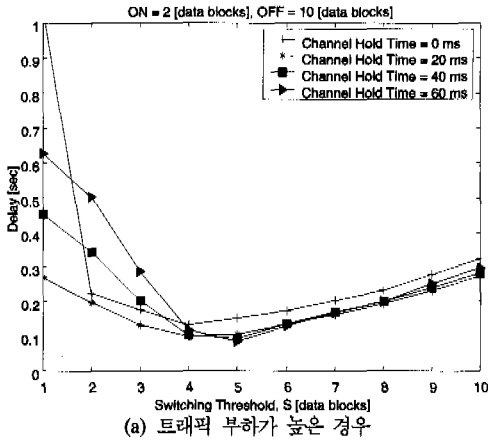


그림 3. 스위칭 임계치에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 8, RACH = 4)

그림 4. 스위칭 임계치에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 6, RACH = 8)

더라도 DCH가 부족하지 않기 때문에 임계치의 설정에 의한 성능의 변화는 그리 크지 않게 된다.

따라서, 단순히 사용 가능한 채널의 수가 아니라 발생하는 패킷의 길이와 채널의 수 등의 관계를 모두 고려해야 하기 때문에, 최적의 스위칭 임계치는 주어진 망 상황에 따라서 많이 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 즉, 트래픽 부하의 정도와 발생하는 패킷의 평균 길이에 따라서 최적 스위칭 임계치의 값이 변화하기 때문에 고정된 스위칭 임계치를 사용할 경우에는 다양한 망 상황에서 항상 최적의 성능을 얻는 것이 불가능하다.

III. 동적 임계치를 이용한 이중 모드 패킷 서비스

이중 모드 전송 방식은 트래픽 특성에 따라 공용 채널과 전용 채널을 동시에 사용하는 효율적인 전

송 방식이지만 이중 모드 패킷 서비스 방식의 성능은 공용 채널과 전용 채널 사이의 스위칭 임계치에 의해 많은 영향을 받게 된다. 그러나 최적의 임계치는 채널 개수나 트래픽 부하 또는 형태에 따라 달라지기 때문에 임계치를 고정적으로 설정할 경우에는 망 상황이나 트래픽 특성에 따라서 성능의 변화가 급격하게 발생할 수 있다. 따라서, 본 절에서는 동적 임계치를 사용하여 변화하는 망 상황이나 트래픽 상황에 보다 효율적으로 대처할 수 있는 이중 모드 패킷 서비스 방안을 제안하고 성능을 분석한다.

1. 제안된 동적 임계치 설정 방식

제안된 방식의 스위칭 임계치 설정 과정을 그림 5에 나타내었다. 먼저, 공용 채널을 통해서 패킷을 전송하고자 하는 단말은 패킷을 전송한 후 ACK를 받을 때까지의 전송 지연 시간 (delay_rach)을 측정

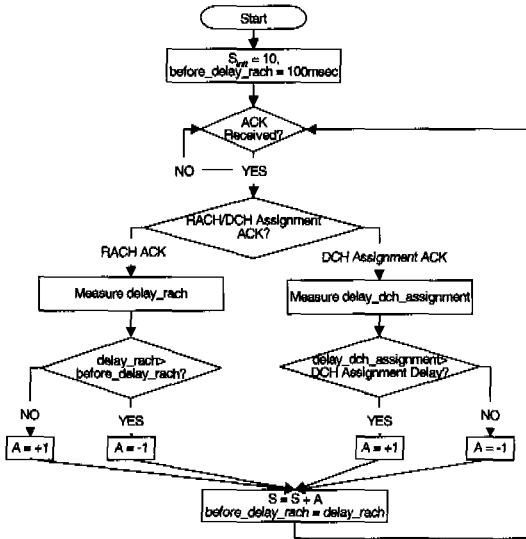


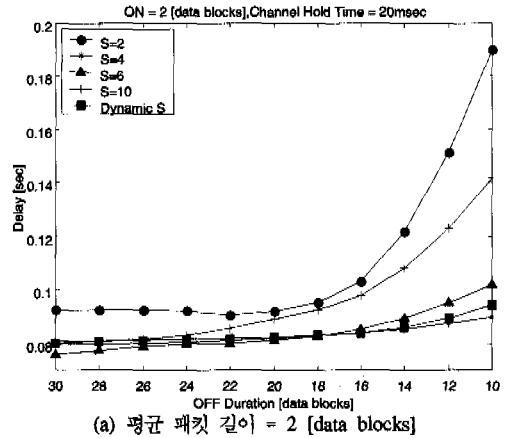
그림 5. 제안된 방식에서의 스위칭 임계치 설정 과정

하고, 이 지연 시간을 이전 전송 지연 시간 (before_delay_rach)과 비교한다. 공용 채널의 전송 지연 시간 (delay_rach)이 이전 전송 지연 시간 (before_delay_rach)보다 클 경우에는 공용 채널로 전송을 시도하는 단말의 수가 증가하고 있는 것으로 판단하여 스위칭 임계치를 '1'만큼 감소시킨다. 그렇지 않은 경우에는 공용 채널을 통해 전송되는 트래픽이 적은 것으로 판단하여 공용 채널을 통한 패킷 전송을 증가시키기 위해 스위칭 임계치를 '1'만큼 증가시킨다.

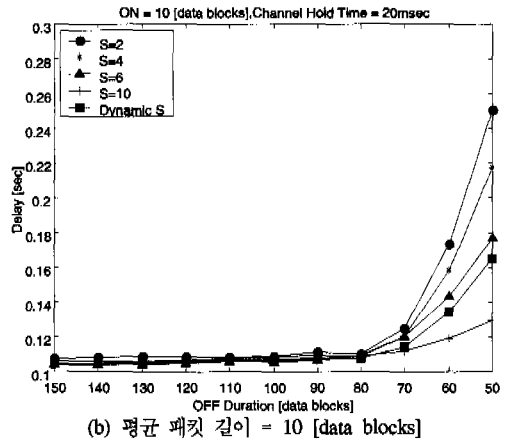
그리고, 단말이 전용 채널을 통해서 데이터를 전송하는 경우에는 전용 채널 할당 지연 시간 (delay_dch_assignment)을 측정하여, DCH 할당 지연 시간 (DCH Assignment Delay)과 비교하게 된다. 측정된 채널 할당 지연 시간 (delay_dch_assignment)이 정해진 DCH 할당 지연 시간 (DCH Assignment Delay)보다 클 경우에는 전용 채널 사용자 수가 과다한 것으로 판단하여 전용 채널 사용자를 줄이기 위해 스위칭 임계치를 '1'만큼 증가시킨다. 그렇지 않을 경우에는 임계치를 '1'만큼 감소시켜 전용 채널을 통한 패킷 전송 횟수를 증가시킨다.

2. 성능 분석 결과

성능 분석을 위해 시뮬레이션을 수행하였으며 고려된 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 동일하며 채널 유지 시간은 20 ms로 설정하였다. 발생하는 패킷의 평균 길이는 2와 10 [data blocks]의 두 가지를 고려하였으며, OFF 기간을 이용하여 부하를 변화시켰다.



(a) 평균 패킷 길이 = 2 [data blocks]

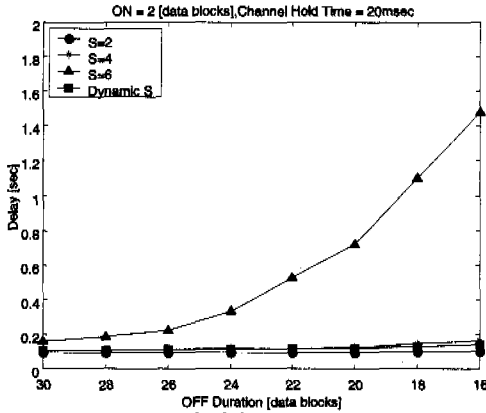


(b) 평균 패킷 길이 = 10 [data blocks]

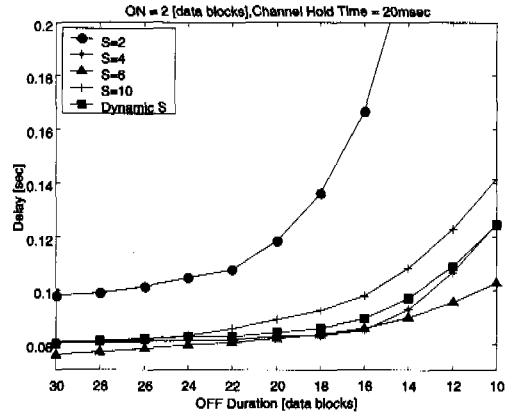
그림 6. 제공 부하에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 8, RACH = 8)

그림 6은 DCH가 8개, RACH의 프리앰블 개수가 8개인 경우의 패킷 전달 지연을 나타낸다. 고정 임계치 방식에서는 2와 10 [data blocks]의 평균 패킷 길이에 비하여 OFF 기간이 길어서 트래픽 부하가 낮은 경우에는 스위칭 임계치를 6으로 설정하면 성능이 가장 우수하지만, 스위칭 임계치의 변화에 따른 지연 성능의 영향이 크지 않다. 그러나, OFF 기간이 짧아지면서 트래픽 부하가 높아질 경우에는 최적의 임계치가 각각 4와 10이 됨을 볼 수 있다. 이처럼 트래픽 부하와 평균 패킷 길이에 따라서 최적의 임계치가 가변적임을 알 수 있다. 그러나 본 논문에서 제안된 동적 임계치를 사용할 경우에는 최적 임계치보다는 패킷 전달 지연 시간이 다소 길 어지지만 트래픽 부하 변화에 적응적으로 대처하고 있음을 알 수 있다.

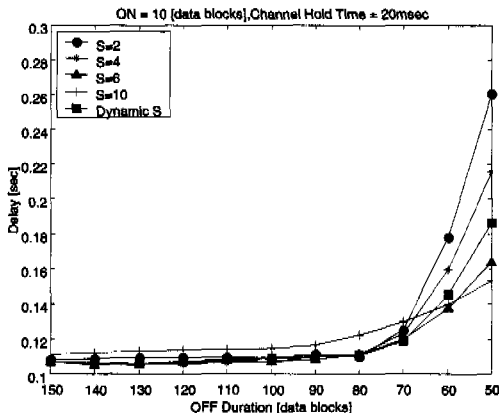
그림 7은 DCH가 8개, RACH의 프리앰블 개수



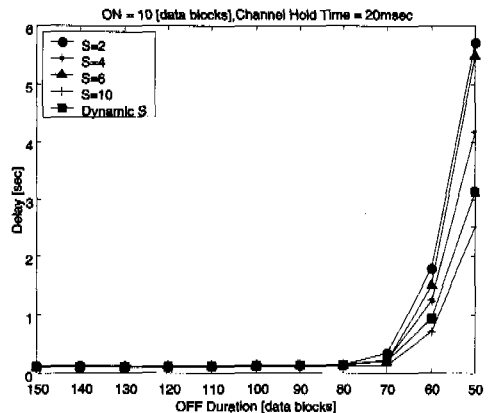
(a) 평균 패킷 길이 = 2 [data blocks]



(a) 평균 패킷 길이 = 2 [data blocks]



(b) 평균 패킷 길이 = 10 [data blocks]



(b) 평균 패킷 길이 = 10 [data blocks]

그림 7. 세공 부하에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 8, RACH = 1)

그림 8. 세공 부하에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 6, RACH = 8)

가 1개인 경우의 지연 성능의 변화를 나타낸 것이다. 부하가 낮은 경우에는 스위칭 임계치의 변화가 크지 않고, 부하가 증가할 경우에는 스위칭 임계치의 영향이 크게 된다. 즉, 부하가 높은 경우에는 평균 패킷 길이가 2와 10일 때 각각의 스위칭 임계치가 2와 6일 경우에 성능이 가장 우수하며, 그 이외의 값을 임계치로 사용하면 트래픽 부하가 증가할 수록 성능이 급격히 저하된다. 그러나, 제안된 방식은 최적 임계치에 비해 성능 저하가 나타날 수 있지만 부하 변화에 무관하게 최적에 근접한 성능을 나타낼 수 있다.

그림 8은 DCH와, RACH의 프리앰블 개수가 각각 6개와 8개인 경우의 지연 성능의 변화를 나타낸 것이다. 이 경우 2와 10의 평균 패킷 길이에 대해서 최적의 임계치는 각각 6개와 10이며, 그 외의 값을 임계치로 사용할 경우에는 최적 임계치에 비

해 상당한 성능 저하가 나타난다. 그러나 제안된 방식은 역시 최적 임계치에 근접한 성능을 보임을 알 수 있다.

그림 9는 DCH가 6개, RACH의 프리앰블 개수가 1개인 경우의 지연 성능을 나타낸 것이다. 평균 패킷 길이가 2와 10일 때 최적의 임계치는 각각 2와 10이 되며, 최적 이외의 임계치를 사용할 경우 역시 상당한 성능 저하가 나타난다. 그러나, 본 논문에서 제안된 동적 임계치를 사용할 경우 최적에 근접한 성능을 보인다.

본 논문에서 제안된 동적 임계치를 이용한 이중 모드 패킷 서비스 방안은 별도의 제어 채널이나 기지국과의 정보 전달 없이 단말에서 RACH 패킷 전송 지연과 DCH 할당 지연 시간 정보만을 이용하여 스위칭 임계치를 동적으로 조절하는 방식이다. 성능 분석 결과를 통해 제안된 방식은 최적 고정 임계치

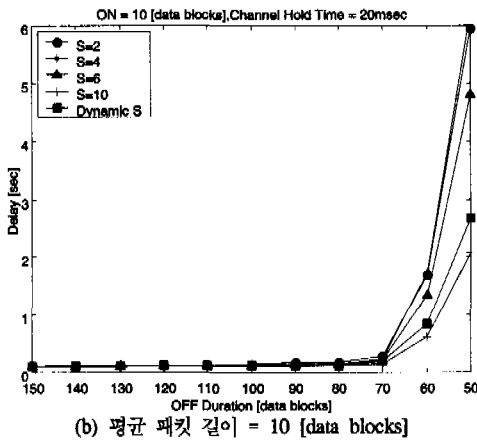
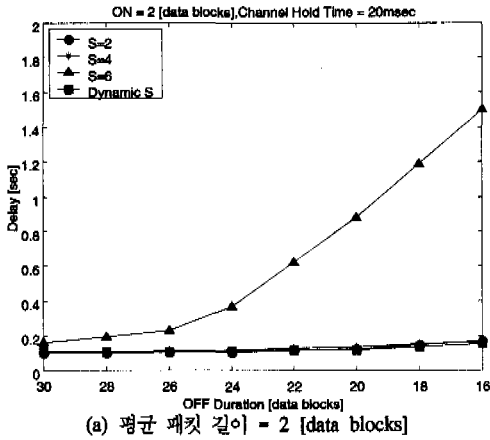


그림 9. 제공 부하에 따른 평균 패킷 전달 지연의 변화 (DCH = 6, RACH = 1)

의 성능에 근접하거나 부분적인 성능 저하가 나타나지만 성능 저하 폭이 크지 않으며 최적 이외의 고정 임계치 보다는 훨씬 우수한 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서는 IMT-2000에서의 이중 모드 패킷 서비스 방식의 성능을 분석하였으며 동적 임계치를 사용한 이중 모드 패킷 서비스 방안을 제안하고 성능을 분석하였다. 이중 모드 전송 방식은 발생하는 트래픽의 특성에 따라서 공용 채널과 전용 채널을 동시에 사용하는 효율적인 전송 방식이지만 채널 상황이나 트래픽 특성에 따라서 최적 스위칭 임계치가 다르며 임계치를 잘못 설정할 경우 성능이 급격히 저하될 수 있다.

본 논문에서는 별도의 제어 채널이나 기지국과의 정보 전달 없이 단말에서 패킷 전송 지연 시간의 측정만으로 임계치를 갱신하는 동적 스위칭 임계치를 이용한 이중 모드 서비스 방안을 제안하였다. 제안된 동적 임계치를 사용할 경우 부분적으로 최적 고정 임계치보다 성능 저하가 나타날 수 있지만 채널 상황이나 트래픽 특성 변화에 적응적으로 대처하고 있음을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] ITU Homepage, <http://www.itu.int/>.
- [2] 3GPP Homepage, <http://www.3gpp.org/>.
- [3] 3GPP2 Homepage, <http://www.3gpp2.org/>.
- [4] ETSI, The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA), June 1998.
- [5] O. Sallent and R. Agustí, A Proposal for an Adaptive S-ALOHA Access System for a Mobile CDMA Environment, *IEEE Trans. Veh. Tech.*, Vol. 47, No. 3, Aug. 1998.
- [6] Lijun Tan and Qi Tu Zhang, A Reservation Random-Access Protocol for Voice/Data Integrated Spread-Spectrum Multiple-Access Systems, *IEEE JSAC*, Vol. 14, No. 9, Dec. 1996.
- [7] Huub van Roosmalen, Jos Nijhof, and Ramjee Prasad, Performance Analysis of a Hybrid CDMA/ISMA Protocol for Indoor Wireless Computer Communications, *IEEE JSAC*, Vol. 12, No. 5, June 1994.
- [8] T. J. Kim, S. C. Bang, and Y. N. Han, An Improved CDMA Slotted ALOHA Protocol for Packet Services in IMT-2000 System, in *Proc of the 3rd MDMC'98*.
- [9] Roman Pichna and Qiang Wang, Medium-Access Control Protocol for a Cellular Packet CDMA Carrying Multirate Traffic, *IEEE JSAC*, Vol. 14, No. 9, Dec. 1996.
- [10] Chih-Lin I and K. K. Sabnani, Variable Spreading Gain CDMA with Adaptive Control for True Packet Switching Wireless Network, in *Proc. of ICC'95*.
- [11] M. Ali Arad and A. Leon-Garcia, Generalized Processor Sharing Approach to Time Scheduling in Hybrid CDMA/TDMA, in *Proc.*

of GLOBECOM'98.

- [12] K. Toshimitsu, T. Yamazato, M. Katayama, and A. Ogawa, A Novel Spread Spectrum Aloha System with Channel Load Sensing Protocol, *IEEE JSAC*, Vol. 12, No. 4, May 1994.
- [13] M. Saito, H. Okada, T. Sato, T. Yamazato, M. Katayama, and A. Ogawa, Throughput Improvement of CDMA Slotted ALOHA Systems, *IEICE Trans. Comm.*, Vol. E80-B, No. 1, Jan. 1997.
- [14] Farooq Khan and Christiaan Roobol, Performance of Dual-Mode Packet Access in DS-CDMA Systems, in Proc. of *MMT'98*.
- [15] D.G. Jeong and W.S. Jeon, Performance of an Exponential Back-off Scheme for Slotted ALOHA Protocol in Local Wireless Environment, *IEEE Trans. Veh. Tech.*, Vol. 44, No. 3, pp. 470-479, Aug. 1995.
- [16] 반태원, 이상민, 조유제, 정제민, 송재섭, IMT-2000에서의 이중 모드 패킷 서비스의 성능 분석, *한국정보과학회 추계학술대회 논문집*, 1999년 10월.
- [17] H. Okada, CDMA Slotted ALOHA System with Finite Buffers, *IEICE Trans. Fundamentals*, Vol. E81-A, No. 7, pp. 1473-1478, July 1998.

반 태 원(Tae-Won Ban)

정회원

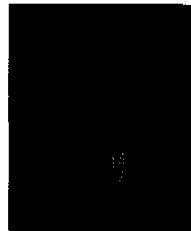


1998년 2월 : 경북대학교
전자공학과 졸업(공학사)
2000년 2월 : 경북대학교
전자공학과 졸업(공학석사)
2000년 2월~현재 : KT Freetel
선행연구소 표준화연구팀
근무

<주관심 분야> cdma2000와 WCDMA의 매체 접근 제어, IMT-2000 시스템의 A-Interface

이 상 민(Sang-Min Lee)

정회원

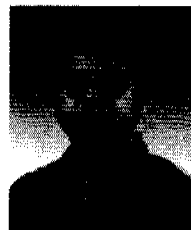


1994년 2월 : 경북대학교
전자공학과(공학사)
1996년 2월 : 경북대학교
전자공학과(공학석사)
1996년 3월~현재 : 경북대학교
전자공학과 박사과정
수료

2000년 4월~현재 : ETRI 네트워크기술연구소 라우터기술연구부 기가접속팀, 연구원
<주관심 분야> 무선 LAN MAC, 기가비트이더넷, 네트워크 프로세서

조 유 제(You-Ze Cho)

정회원



1982년 2월 : 서울대학교
전자공학과 졸업(공학사)
1983년 8월 : 한국과학기술원
전기 및 전자 공학과
졸업(공학석사)
1988년 8월 : 한국과학기술원
전기 및 전자 공학과
졸업 공학박사

1989년 3월~현재 : 경북대학교 공과대학 전자전기컴퓨터학부 교수
1992년 8월~1994년 1월 Univ. of Toronto, 객원교수
<주관심 분야> 트래픽 제어, 차세대 이동통신망, 광인터넷, 차세대 인터넷 프로토콜