
IMT-2000에서 동적 스위칭 임계점을 이용하는 이중 모드 패킷 전송방식

김장욱*, 반태원**, 오창현***, 조성준****

Dual Mode Packet Transmission Scheme using a Dynamic Switching Threshold in the IMT-2000

Jang-Wook Kim* · Tae-Won Ban** · Chang-Heon Oh*** · Sung-Joon Cho****

요 약

유선 통신환경과 비교해서 무선 자원이 부족한 무선 환경에서는 매우 효율적인 패킷 전송 방식이 필요하다. 일반적으로는 이중 모드 패킷 전송 방식이 널리 사용된다. 스위칭 기준에 따라서, 패킷은 전용채널이 할당되거나 또는 공통의 채널을 통해서 전송된다. 일반적인 기준은 패킷의 길이와 생성 주파수이다. 즉 크고 발생 빈도가 높은 패킷은 전용 채널을 통해서 전송되고 작고 발생빈도가 낮은 패킷은 공통 채널을 통해서 전송된다. 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능은 스위칭 기준과 밀접한 관련이 있다. 그렇지만 최적의 스위칭 포인트를 찾는 것은 매우 힘들는데 스위칭 포인트가 고정되어 있는 것이 아니라 트래픽 부하와 생성된 패킷의 길이와 채널의 수와 같은 환경에 따라 변동하기 때문이다. 본 논문에서는 동적 스위칭 임계점(dynamic switching threshold)을 이용하는 이중 모드 패킷 전송 방식을 위한 새로운 기법을 제안한다. 이 방식에서는 스위칭 임계값이 네트워크 환경에 따라서 변동한다. 제안한 방식의 성능은 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 시뮬레이션 결과는 기존의 이중 모드 패킷 전송 방식과는 달리 제안한 방식의 성능이 네트워크 환경의 영향을 그다지 받지 않음을 보여준다.

ABSTRACT

A very efficient packet transmission scheme is needed in the radio environment where radio resource is insufficient as compared with the environment of the wired communication. In general, dual mode packet transmission scheme is used broadly. Packets are transmitted through the dedicated or common channels according to a switching criterion. The general criteria are the length and generation frequency of packet, that is, large and frequent packets are transmitted using a dedicated channel and small and infrequent packets are transmitted using a common channel. The performance of dual mode packet transmission scheme is closely related to the switching criteria. However, it is very difficult to find the optimal switching point because that is not fixed but variable according to the environment such as traffic load, length of generated packets, and the number of channels. In this paper, a new scheme for the dual mode packet transmission scheme using a dynamic switching threshold is proposed where the switching threshold is not fixed but variable according to the network environment. The performance of the proposed method is analyzed using a simulation. From the simulation results, it is shown that the performance of the proposed scheme is not very influenced by the network environment unlike the conventional dual mode packet transmission scheme.

*동양공업전문대학

접수일자 : 2003. 8. 10

1. 서론

IMT-2000(International Mobile Telecommunications 2000)을 위해, 몇 개의 RTT's(Radio Transmission Technique)가 제안되었다. 많은 제안들은 CDMA를 다중 접속 방식으로 고려한다. 많은 제안들과 논문들은 CDMA 시스템내의 패킷 데이터 서비스에 초점을 두었다 [1-3].

CDMA 시스템의 패킷 데이터 서비스는 전용채널과 공통채널을 사용해서 제공된다. 채널 요구 절차 없이 전송이 즉시 시작될 수 있기 때문에 길이가 짧고 발생빈도가 낮은 패킷들에 대해서 빠른 전송이 가능한 ALOHA 기반의 랜덤 액세스 기법을 사용하는 공통 채널을 통해서 전송된다. 그러나 코드 충돌이 발생할 수 있고 페루프 전력제어에 의한 채널 유지가 이루어지지 않기 때문에 신뢰성 있는 전송을 보장할 수 없다. 예약 방식을 사용하는 전용 채널을 통해서 길고 발생 빈도가 높은 패킷들은 전송된다.

이동국은 미리 기지국에 채널 요구 패킷을 전송해야만 하고 기지국으로부터 채널 할당 메시지를 수신한 후에 패킷을 전송할 수 있다. 채널 요구와 할당의 부가적인 절차가 필요하기 때문에 패킷의 빠른 전송은 불가능하다. 그러나 페루프 전력제어와 채널의 배타적인 점유 때문에 신뢰성 있는 패킷 전송이 보장된다.

패킷의 생성 빈도와 길이를 고려해서 공통채널과 전용채널 중에서 이동국이 채널을 선택할 수 있는 이중 모드 패킷 서비스는 매우 효과적인 방식이다. 스위칭 임계값은 이중 모드 패킷 서비스의 성능에 영향을 미친다. 그러나 스위칭 임계값은 네트워크의 상태와 전송할 패킷의 특성에 따라서 변한다. 따라서, 스위칭 임계값이 부정확하게 고정되어 있다면 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능은 열화 될 수 있다.

본 논문에서는, 동적인 스위칭 임계값을 이용하는 이중 모드 패킷 서비스를 위한 새로운 방식을 제안하고 시뮬레이션을 통해서 제안한 방식의 성능을 분석한다. 시뮬레이션 결과를 통해서, 제안한 방식의 성능은 네트워크 환경에 쉽게 영향을 받지 않음을 확인하였다. 본 논문은 다음과 같이

구성된다. 제 II장에서는 이중 모드 전송 방식을 설명하고, 제 III장에서는 제안한 이중 모드 패킷 서비스 방식을 설명한다. 그리고 제 IV장에서는 시뮬레이션 모델과 결과를 나타낸다. 마지막으로 제 V장에서는 결론을 내린다.

II. 이중 모드 패킷 전송

A. 공통 채널을 사용한 패킷 전송

공통 채널을 사용한 패킷 전송은 FACH (Forward Access Channel)과 RACH(Reverse Access Channel)을 통해서 제공된다. FACH를 사용한 순방향 링크내의 패킷 전송은 기지국에 의해서 완벽히 조절된다고 가정한다. 그러므로 RACH를 사용한 역방향 링크내의 패킷 전송만을 고려한다. 만약에 전송할 L2-PDU가 있다면, 그림 1 처럼 이동국은 PDU를 특정 크기로 분할하고 전송을 위한 데이터 블럭을 만들기 위해 Head와 CRC를 덧붙인다.

그림 2 처럼 데이터 블럭은 Preamble Part와 함께 Random Access Burst를 만든다. 0.25ms의 idle 시간이 데이터 블럭과 Preamble Part 사이에 존재한다. Random Access Burst는 RACH를 통해서 전송된다. 그림 3은 RACH의 구조를 보여준다[3,4]. 모든 이동국은 Broadcast 제어 채널을 통해서 타이밍 옵셋 정보를 수신한다. 액세스 슬롯의 길이는 1.25ms이다. 동시에 전송할 수 있는 최대 사용자수는 Preamble Signature와 슬롯의 수의 곱이다.

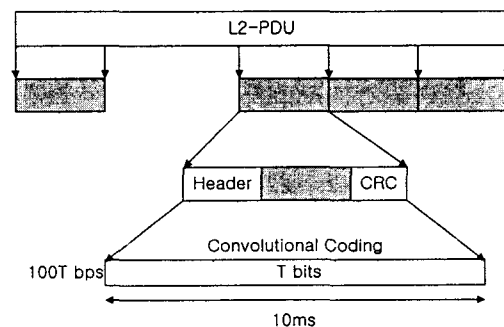


그림 1. L2-PDU의 분할
Fig. 1. The segmentation of 2-PDU.

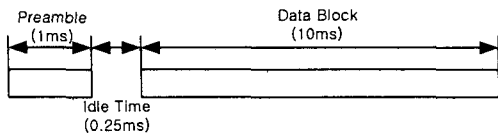


그림 2. Random Access Burst의 구조
Fig. 2. The structure of a random access burst.

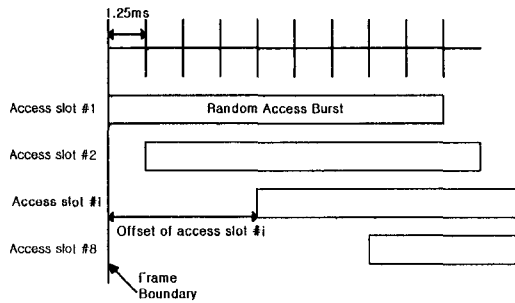


그림 3. RACH Access Slot의 구조
Fig.3.The structure of RACH access slot.

패킷 전송 에러는 충돌과 BLER(Block Error Rate) 때문에 발생할 수 있다. 같은 Preamble 파 슬롯을 사용하는 하나 이상의 이동국이 패킷을 전송하려 한다면 충돌이 발생한다. BLER은 채널 페이딩과 다중 접속 간섭으로 인하여 발생한다.

식(1)에서 패킷 전송 에러가 k번째 슬롯에서 발생한다면, 이동국은 Exponential Back-off 방법을 사용하여 k+1번째 슬롯에서 패킷 재전송을 시도한다[4].

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

공통 채널을 통한 패킷 전송이 충돌과 개루프 전력 제어 때문에 신뢰할 수 없다해도 짧고 발생 빈도가 낮은 패킷은 신호 메시지의 교환 없이 빠르게 전송될 수 있다.

B. 전용채널을 사용한 패킷 전송

이동국이 전용채널을 사용하여 패킷을 전송한다면 이동국은 채널을 배타적으로 사용할 수 있다. 그러므로 충돌은 발생하지 않고 신뢰성이 있게 전송된다. 그러나 약간의 신호 메시지가 이동국과 기지국 사이에 미리 교환되어야 한다. 즉, 이

동국은 패킷 전송 전에 채널 요청을 전송해야 하고 채널 할당 메시지를 받아야 한다. 이동국에서는 전용채널을 길고 빈번한 패킷을 전송하는데 사용하는 것이 바람직하다. 기지국이 이동국으로 부터 채널 요청 패킷을 받았을 때 사용 가능한 전용채널이 존재한다면 채널을 할당하거나 혹은 사용할 수 있는 채널이 존재하지 않는 경우는 채널 요청 패킷을 저장하여야 한다. 전용채널이 신뢰성 있는 전송을 보장하더라도 전용채널이 할당되기 까지 많은 시간이 걸린다. 따라서 이동국은 전용채널을 즉시 할당받았다면 그것은 전용채널을 바로 놓지 않고 전송하는 패킷이 없는 Channel_Hold_Time 동안 전용채널을 잡는다.

C. 이중 모드 패킷 전송의 채널 스위칭

이중 모드 방식은 패킷의 발생빈도, 패킷 길이를 고려하여 전용채널 또는 공통채널을 선택하여 선택된 채널로 전송하기 때문에 매우 효율적이다. 공통채널은 짧고 빈번하지 않은 패킷을 전송하는데 사용되며 전용채널은 길고 빈번한 패킷 전송에 사용된다. 이는 환경에 따라 채널 스위칭에 의해 수행된다.

본 논문에서는 스위칭의 기준으로 단지 패킷의 길이만을 고려하였다. L2-PDU가 스위칭 임계값(S[data blocks])보다 길다면 전용채널을 통해 전송한다. 그렇지 않다면 공통채널을 통하여 전송한다. 패킷이 전용채널에서 풀려진 후에 Channel_Hold_Time 안에 생성된다면 패킷 길이와 상관없이 전용채널을 통하여 전송된다.

III. 제안된 이중 모드 패킷 전송

채널 타입의 선택이 스위칭 임계값에 따라 결정되므로 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능은 스위칭 임계값과 밀접한 관계가 있다. 최적 스위칭 임계값은 채널의 수, 생성된 패킷의 평균 길이, 트래픽 양에 따라 변동한다. 따라서 스위칭 임계값이 부정확하게 고정되었다면 이중 모드 패킷 전송 방식의 성능 열화가 발생할 것이다.

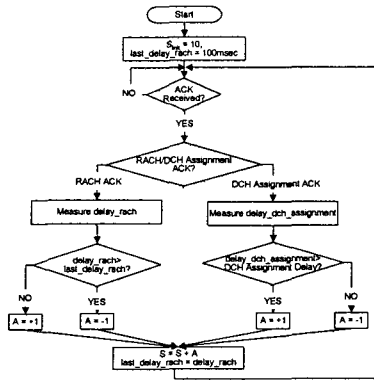


그림 4. 제안한 방법에서 스위칭 임계값(S)을 셋팅하는 과정

Fig. 4. The process of setting S in the proposed method.

본 논문에서는 동적 스위칭 임계값을 사용하는 이중 모드 패킷 전송 방식을 제안한다. 이동국은 기지국과 추가의 신호 교환 없이 스위칭 임계값을 동적으로 업데이트 한다. 따라서 이동국은 어떠한 오버헤드 없이 제안한 방법을 사용함으로써 트래픽 양과 네트워크 환경의 변화를 다룰 수 있다. 그림 4는 스위칭 임계값(S)의 업데이트 과정을 보여주고 있다.

이동국은 전용채널 요청 패킷 혹은 공통채널을 통한 패킷 전송 후에 기지국으로부터 ACK 혹은 채널 할당 패킷을 받는다. 만약 이동국이 공통채널을 통하여 패킷을 전송한 후에 ACK를 받았다면 이동국은 전송 지연(delay_rach)을 측정하고 이전 상태의 전송 지연(last_delay_rach)과 비교한다. 만약 delay_rach가 last_delay_rach 보다 길지 않으면, 이동국은 공통 채널을 통해 전송하는 사용자수가 증가되면 공통 채널을 사용하는 전송 패킷의 확률을 낮추기 위하여 S를 1만큼 감소한다. 그렇지 않으면, 이동국은 DCH(Dedicated Channel)을 사용하는 패킷을 전송하기 위한 확률을 증가시키기 위해 S를 1만큼 증가한다. 만약 이동국이 채널요청패킷을 전송한 후에 ACK를 수신하면, 이동국은 지연(delay_dch_assignment)을 측정하고 DCH 할당 지연과 비교한다. DCH 할당 지연은 이동국이 채널요청패킷의 버퍼링 없이 전용 채널이 할당하는데 필요한 시간이다.

만약에 측정된 delay_dch_assignment가 DCH

할당 지연보다 길다면, 이동국은 DCH를 사용하는 사용자의 수가 초과되었다고 판단하고 DCH 요청 패킷들의 버퍼링이 기지국에서 발생하며, DCH를 사용하는 사용자 수를 감소시키기 위해서 S를 1만큼 증가한다. 그렇지 않으면 이동국은 S를 1만큼 감소한다.

IV. 시뮬레이션 환경과 결과

RACH에서 보편적인 Slotted Aloha Scheme 으로 가정했다. 표 1은 시뮬레이션에서[6] 사용된 변수들의 정의와 값을 보여주고 있으며, 표 2는 제안된 채널 타입을 보여준다.

표 1. 시뮬레이션 파라메타의 값과 정의
Table 1. The values/definitions of simulation parameters

Parameter	Value/Definition
Source Model	ON/OFF Model
Number of Mobiles	40
Frame Duration	10ms
RACH timing offsets per frame	8
Acknowledgement Delay	10ms
DCH Assignment Delay	100ms
DCH Channel Hold Time	20ms
CCH ARQ Scheme	Stop and Wait
DCH ARQ Scheme	Selective Repeat
Channel Error Model	BLER
CCH Block Error Rate	30%
DCH Block Error Rate	0.5%
Back-Off Scheme	Exponential
Pmin	0.0625
q	0.5

표 2. 제안된 채널 타입
Table 2. The channel types considered.

Channel Types	Number of Channels	
	DCH	RACH(Signature)
I	8	8
II	8	1
III	6	8
IV	6	1

그림 5는 CDMA 시스템에서의 E_b/N_0 에 따른 에러율을 나타낸다[3]. 본 논문에서는 DCH의 BLER은 PC가 있을 때 0.5%, CCH(Common Channel)의 BLER은 PC가 없을 때 30%로 가정한다[5]. 전용요청패킷에서의 에러율은 0이라고 가정한다[6].

그림 6 ~ 9는 여러 채널 타입에 대하여 제공되는 부하에 따른 두 방법의 지연 성능을 보여준다. 지연은 패킷 생성 시간으로부터 그 패킷이 성공적으로 기지국에 수신되어질 때까지의 시간으로 정의된다. 패킷들의 ON durations의 평균은 2와 10 [data blocks]이고 채널홀딩 시간은 20ms 라고 가정한다.

그림 6-(a)와 (b)는 채널 타입이 I인 경우이며 평균 ON duration이 각각 2와 10일 때의 두 방법의 지연 성능을 보여준다. 그림 6-(a)에서 최적 임계값은 제공되는 부하에 따라 6에서 4까지 변동하며, 그림 6-(b)에서는 6부터 10까지 변동한다. 이는 최적 임계값이 제공되는 부하, 패킷의 평균 길이, 또한 채널의 수에 의존한다는 것을 의미한다. 본 논문에서 제안한 동적 임계값 방법은, 최적 임계값에 비해 부분적으로 성능이 열화 될 수도 있으나 그 정도는 크지 않으며 최적 임계값 방법을 제외하면 고정 임계값 방식에 비하여 뛰어난 성능을 갖는다.

그림 7-(a)와 (b)는 채널 타입 II인 경우에 대해 두 방법의 지연 성능을 보여준다. 최적 임계값은 평균 ON duration이 2와 10일 경우 그림 7-(a)와 (b)에서 각각 2와 6이다. 성능은 최적 임계값을 제외하면 고정 임계값에 비해 급격히 열화 된다. 동적 임계값에 대해서는 최적 임계값에 비해 부분적으로 열화 된다. 그러나 제공된 부하, 채널의 수와 패킷 길이와는 독립적으로 최적 임계값에 근접한다.

그림 8-(a)와 (b)는 채널 타입 III에 대한 성능을 보여준다. 최적 임계값은 ON duration이 2와 10일 경우에 대해 각각 6과 10이다. 그림들은 최적 임계값을 제외한 고정 임계값에 대해 성능의 급격한 열화가 발생함을 보여준다. 그러나 동적 임계값을 사용하는, 본 논문에서 제안한 방식의 성능은 거의 최적 고정 임계값의 성능에 거의 근접한다.

채널 타입 IV에 대한 성능을 나타내는 그림 9-(a)와 9-(b)는 다음과 같은 사실을 보여준다. 즉, 최적 임계값을 제외하면 고정 임계값에서는 성능열화가 발생할 수 있다. 그러나 제안한 방법은 제공된 부하와 패킷 길이와는 독립적으로 최적 임계값의 성능에 근접함을 보여준다.

V. 결론

환경에 따라서 공통채널과 전용채널 사이에서 채널이 선택되기 때문에 이중 모드 패킷 전송 방법은 효과적이다. 즉, 길이가 짧고 발생 빈도가 낮은 패킷은 공통 채널을 통해서 전송이 되고 길이가 길고 발생빈도가 높은 패킷은 전용채널을 이용해서 전송이 된다. 이중 모드의 성능은 스위칭 임계값과 밀접한 관련이 있다. 그러나 제공되는 부하, 패킷 길이, 그리고 채널의 수에 따라서 스위칭 임계값은 변동하기 때문에 최적의 스위칭 임계값을 찾는 것은 어렵다.

본 논문에서는 동적 스위칭 임계값을 적용하는 새로운 방법을 제안한다. 이 방법에서는 공통채널의 전송 지연과 전용 채널의 할당 지연에 따라서 스위칭 임계값이 동적으로 갱신된다. 제안한 방법의 성능은 제공되는 부하, 패킷 길이 그리고 채널의 수에 관계없이 최적의 고정 스위칭 임계값에 근접함을 보여준다. 앞으로는 S의 최적 증가와 감소 스텝에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] R. Pichna and Q. Wang, "A medium-access control protocol for a cellular packet CDMA carrying multirate traffic," IEEE JSAC, Vol. 14, No. 9, pp. 1728-1736, Dec. 1996.
- [2] H. Okada, "CDMA slotted ALOHA system with finite buffers," IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E81-A, no. 7, pp. 1473-1478, July 1998.
- [3] The ETSI UMTS Terrestrial Radio Access (UTRA), ITU-R RTT IMT-2000 Candidate Submission.
- [4] 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.
- [5] F. Khan, C. Roobol, J. Larsson, "Performance of a common channel packet access in WCDMA," Proc. of IEEE PIMRC98.
- [6] F. Khan, C. Roobol, "Performance of dual-mode packet access in DS-CDMA systems," Proc. of MMT98.

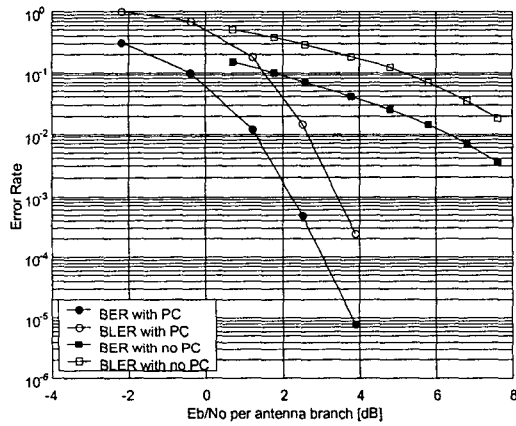
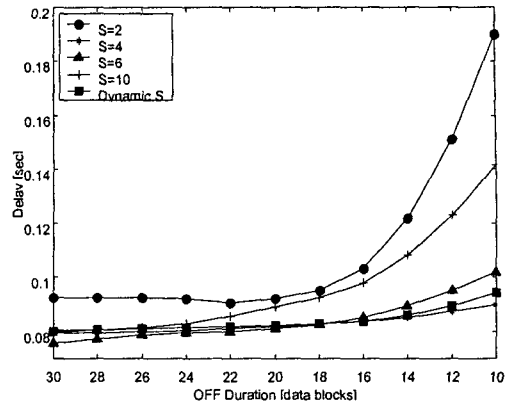
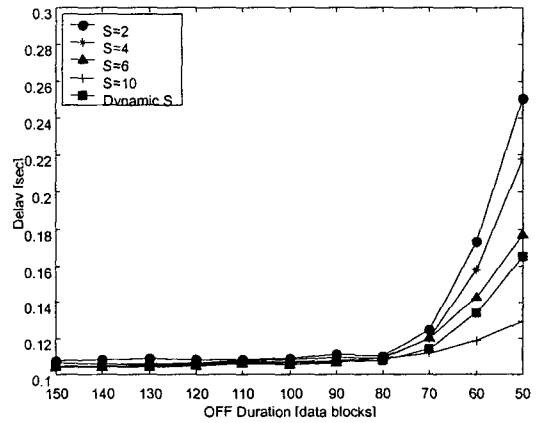


그림 5. CDMA 시스템에서 비트와 블록 에러율

Fig. 5. The bit and block error rates in the CDMA system.



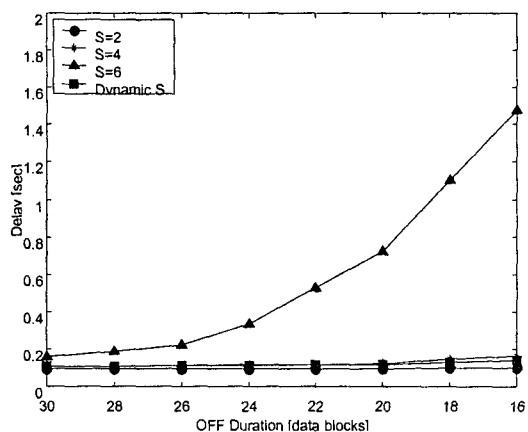
(a) ON duration의 평균 = 2 [data blocks]
(a) The average of ON duration = 2 [data blocks]



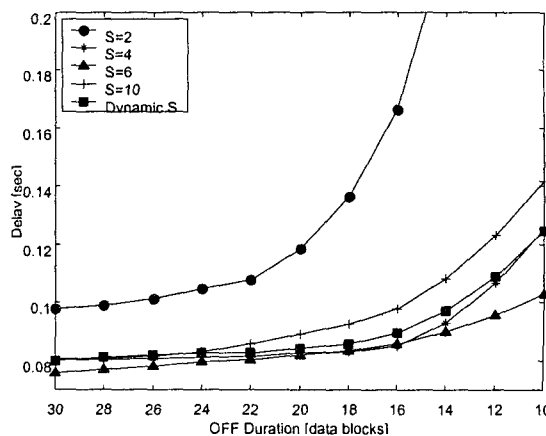
(b) ON duration의 평균 = 10 [data blocks]
(b) The average of ON duration = 10 [data blocks]

그림 6. 채널 타입 I에서 제공된 Load에 따른 지연 성능 (Channel_Hold_Time=20msec).

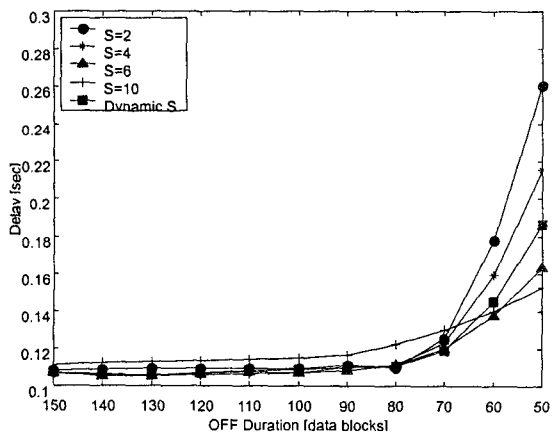
Fig. 6. The delay performances according to the offered load for the channel type I (Channel_Hold_Time =20msec).



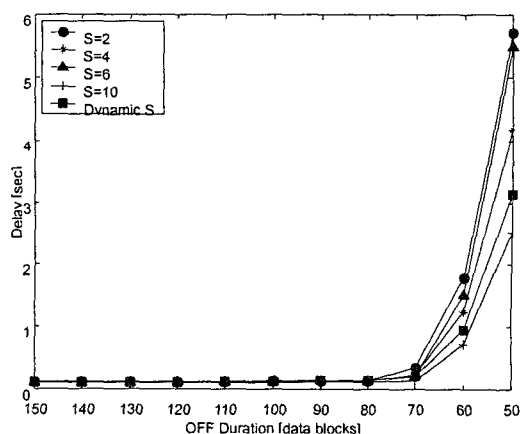
(a) ON duration의 평균 = 2 [data blocks]
 (a) The average of ON duration = 2 [data blocks]



(a) ON duration의 평균 = 2 [data blocks]
 (a) The average of ON duration = 2 [data blocks]



(b) ON duration의 평균 = 10 [data blocks]
 (b) The average of ON duration = 10 [data blocks]



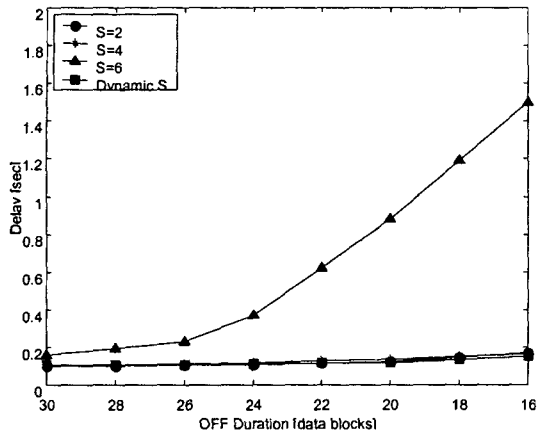
(b) ON duration의 평균 = 10 [data blocks]
 (b) The average of ON duration = 10 [data blocks]

그림 7. 채널 타입 II에서 제공된 Load에 따른 지연 성능 (Channel_Hold_Time=20msec).

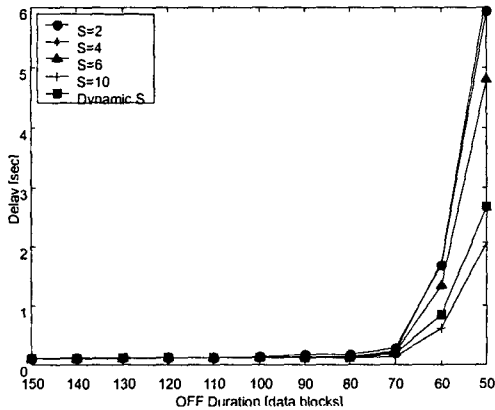
Fig. 7. The delay performances according to the offered load for the channel type II (Channel_Hold_Time =20msec).

그림 8. 채널 타입 III에서 제공된 Load에 따른 지연 성능(Channel_Hold_Time=20msec).

Fig. 8. The delay performances according to the offered load for the channel type III (Channel_Hold_Time =20msec).



(a) ON duration의 평균 = 2 [data blocks]
 (a) The average of ON duration = 2 [data blocks]



(b) ON duration의 평균 = 10 [data blocks]
 (b) The average of ON duration = 10 [data blocks]

그림 9. 채널 타입 IV에서 제공된 Load에 따른 지연성능(Channel_Hold_Time=20msec).
 Fig. 9. The delay performances according to the offered load for the channel type IV (Channel_Hold_Time =20msec).

저자 소개



김 장 옥

1990년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (공학사)
 1999년 8월 : 고려대학교 정보통신과 졸업(공학석사)

2000년 3월 - 현재 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 박사과정 재학

1990년 1월 ~ 1996년 12월 : 삼성전자

1996년 12월 ~ 2001년 9월 : KTF 네트워크연구소 액세스망 연구팀

2001년 10월 ~ 현재 : 동양공업전문대학 전기전자통신공학부 전임강사

※ 관심분야 : 무선통신, 이동통신, IMT-2000

반 태 원

1996년 2월 : 경북대학교 전자과졸업(공학사)

1998년 2월 : 경북대학교 전자과 졸업(공학석사)

1998년 1월 현재 : KTF 네트워크연구소

※ 관심 분야 : 이동통신, 차세대이동통신 기술



오 창 현

1988년 2월 : 한국항공대학교 항공통신정보공학과 졸업 (공학사)

1990년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공통신정보공학과 졸업 (공학석사)

1996년 2월 : 한국항공대학교 대학원 항공전자공학과 졸업 (공학박사)

1993년 10월 - 1999년 2월 : 삼성전자 CDMA 개발팀

1999년 3월 - 현재 : 한국기술교육대학교 정보기술공학부 조교수

※ 관심 분야 : 무선통신, 이동통신, IMT-2000



조 성 준

1969년 2월 : 한국항공대학교 항공
통신정보공학과 졸업 (공학사)

1975년 2월 : 한양대학교 대학원
졸업 (공학석사)

1981년 3월 : 일본 오사카대학교 대학원 통신공학과
졸업 (공학박사)

1969년 4월 - 1972년 7월 : 해군기술장교

1972년 8월 - 현재 : 한국항공대학교 전자정보통신
컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 무선통신, 이동통신, 위성통신, 환경전
자공학