

# WAP(Wireless Application Protocol)에서의 WTP 성능 평가

정회원 박홍성\*, 허경욱\*\*

## Performance Evaluation of WAP- WTP

Hong Seong Park\*, Kyoung Wook Heo\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문은 WAP(Wireless Application Protocol) 프로토콜 중 WTP(Wireless Transaction Protocol)를 분석하고 무선 구간에서의 WTP 패킷 전송 시간과 전체 메시지의 전송 시간을 유도하여 전체 메시지와 WTP 패킷 크기를 고려한 비용함수를 최소화 시킬 수 있는 WTP 패킷 최적 크기를 제안한다. 유실된 패킷은 전체 패킷 전송 효율에 나쁜 영향을 미칠 수 있으므로 최적화된 WTP 패킷 크기가 구해질 필요가 있다. 따라서 패킷 손실율, 사용자 메시지 크기와 WTP 패킷 크기가 사용된 모의실험을 통해 최적화된 WTP 패킷 크기를 제안한다. 이 실험은 최적의 WTP 패킷이 400~500바이트 크기임을 보여준다.

### ABSTRACT

This paper analyzes WTP(Wireless Application Protocol) in WAP(Wireless Application Protocol) and by deriving the transmission time of total message and the WTP packet transmission time under air interface, suggests the optimal size of WTP packet that minimizes a cost function considering total message and WTP packet. Because the retransmission of lost packet has bad effect on the transmission efficiency of the total packet, it is necessary to obtain the optimal size of WTP packet. Therefore, the optimal size of WTP packet is proposed via simulations, where the packet loss probability, the size of user message and WTP packet are considered. Those simulations show that the optimal size of WTP packet is about 400~500 bytes.

### I. 서 론

최근 이동통신망의 발달로 인해 기존의 유선환경에 국한되던 인터넷 자원의 액세스는 노트북, 휴대폰, PDA 등과 같은 이동 단말기의 발달과 더불어 이들을 통한 무선 인터넷 서비스 환경으로 접어들면서, 이를 지원하는 다양한 기술 개발 노력이 이루어지고 있다. 이동 단말기를 통한 인터넷 서비스는 허부 통신망 기술의 다양한 결합과 함께 무선통신, 이동통신, 위성통신 등과 같은 유선에 기반하지 않는 모든 통신 환경을 포함할 수 있다. 그 중 이동통신 망에서 이동 전화나 PDA 등 소형 무선 단말기

를 통해 인터넷 서비스를 이용할 수 있도록 하기 위한 연구가 WAP이라 할 수 있다. WAP은 무선 구간 상에서 인터넷 서비스를 이용할 때 발생하는 이동 통신 단말기 상의 한계인 CPU연산 능력의 제한, 낮은 메모리, 제한된 전력 소모, 제한된 사용자 인터페이스 등의 문제와 무선 구간 상의 문제점인 낮은 대역폭, 긴 지연율, 낮은 연결 안정성, 그리고 예측하기 힘든 서비스 이용성 등의 문제점들을 해결하기 위해 개발된 하나의 통신 규약으로서 트랜잭션(Transaction), 세션(Session) 그리고 응용 계층(Application Layer)으로 구성된다<sup>[1-4]</sup>.

WAP은 일정량의 에너지를 동반하는 무선 환경

\* 강원대학교 전기전자통신공학부

\*\* 강원대학교 제어계측공학과

논문번호: 00426-1102, 접수일자: 2000년 11월 2일

을 최대한 극복하도록 트랜잭션 층으로서 WTP가 있으며<sup>[3]</sup>, 상위계층으로는 세션 계층인 WSP를 두어 단말기의 이동 중에 증가하는 패킷 손실로 인해 데이터 송수신이 두절되었을 경우에도 세션계층의 연결성을 유지하여 사용자의 연결을 유지시킬 수 있도록 하였다<sup>[4]</sup>. 무선망은 유선망과는 달리 그 특성상 손실 패킷으로 인한 일정량 이상의 패킷 에러율을 동반하고 있다. 이들 에러율은 물리층의 전파 간섭 및 사용자의 잦은 이동성으로 인한 데이터 패킷의 손실로 인해 실제로 사용자 층에서 느끼는 데이터 손실이 유선에 비해 월등히 높게 나타날 수 있다<sup>[5]</sup>. 따라서 이러한 무선환경의 에러 및 사용자의 이동성에 기반한 특성을 고려하여 설계된 WAP을 사용할 경우 그림 1.1와 같은 구조로 프로토콜이 구현된다.

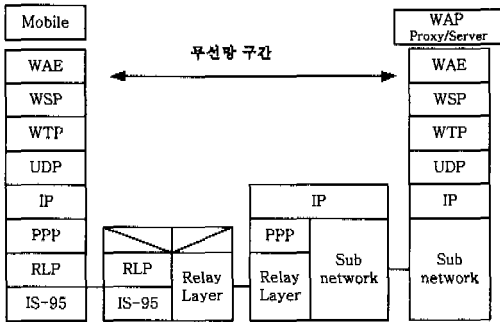


그림 1.1. CDMA IS-95 상에서의 WAP 시스템 구조

그림 1.1에서처럼 WAP을 사용할 경우, 트랜스포트 층으로서 UDP를 사용하므로, 기존의 TCP계층에서 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 기능인 트랜잭션, 타이머 등의 관리를 WTP가 수행하여 WTP 데이터그램을 RLP(Radio Link Protocol)까지 전달하여 무선 데이터를 전송할 수 있는 구조이다.

무선 구간인 RLP층은 유선구간과는 달리 많은 에러를 동반하므로 그림 1.1과 같은 구조하에 패킷 손실이나 BER을 동반할 경우 1차적으로 RLP계층에서 에러 복구 및 재전송을 시도하게 된다. 하지만 RLP는 그 성격상 프레임 에러를 동반할 경우 제한적인 에러 복구 한계를 초과하면 상위층으로 패킷을 전달해야 하므로, RLP의 BER은 FER로 이어져 결국 트랜스포트 층의 재전송으로 이어지게 된다.

무선데이터의 패킷 크기는 RLP프레임의 크기이며, 트랜스포트 층의 사용자 패킷은 RLP패킷 크기로 분할하여 전송된다. 따라서 RLP의 에러가 최소화 될수록 데이터 전송 효율은 개선될 수 있으나

무선환경은 RLP의 프레임 에러를 항상 동반할 수 있는 환경이며, RLP크기는 이미 표준에 의해 정해져 있다. 따라서, 트랜스포트 층의 패킷 크기가 너무 큰 경우에 재전송을 하게 되는 경우 작은 양의 패킷 크기에 비해 전송 비용이 증가하므로 소요시간 별 전체 데이터 전송량에 영향을 미치게 되며, 너무 작은 데이터 크기도 트랜스포트 층의 전송 비용에 비해 전체적인 전송효율을 저하시킬 수 있으므로 양 계층의 재전송 조건을 고려한 사용자 패킷 크기, 즉 WTP의 최적 패킷 크기를 연구할 필요가 있다.

링크층의 BER은 프레임 에러를 야기하게 되어 RLP프레임의 재전송을 통한 에러 복구가 이루어지지 않는 한 TCP의 전체 패킷 재전송으로 이어지므로 이러한 문제를 해결하기 위해 RLP층과 TCP층에서의 해결 방법이 제안되었다<sup>[7-9]</sup> 먼저 TCP층에서 사용자 패킷 전송능력을 향상시키기 위한 시도로서 I-TCP에서는 분리 연결(split-connection)기법을 사용한다. I-TCP는 기지국(base station)에서 실행되어 전송된 TCP패킷 응답을 기지국에서 저장하여 수신자가 수신하지 못한 패킷에 대해서만 송신자에게 확인 응답하여 불필요한 확인 응답 시간을 제거시켜 전송능력을 향상시키도록 구현되었다<sup>[6]</sup>. 또 프록시를 사용하는 접근방법으로써 스누프 프로토콜(snoop protocol)은 기지국에서 동작하여 TCP계층에서의 손실 패킷에 대한 재전송을 대신하도록 구현되었다<sup>[7]</sup>. 하지만 위의 두 방법은 TCP범용성에 위배되어 국부적으로 구현된 곳에서만 사용될 수 있는 한계가 있다.

이에 대해 RLP층의 전송능력을 향상시키기 위한 노력으로써 AIRMAIL프로토콜은 포워드 에러 복구(Forward Error Correction)를 통해 링크층에서의 에러를 최소화하도록 구현되었다. 하지만 무선환경에 에러가 심한 경우 에러복구로 지연되는 시간으로 인해 TCP계층의 타임아웃을 유발할 수 있는 조건은 여전히 존재하였고, 리버스 에러(Reverse Error) 복구는 할 수 없는 부분적인 한계가 존재했다<sup>[8]</sup>.

트랜스포트 층과 RLP층에서 제각기 사용자 패킷의 신뢰성을 유도하는 접근 방법은 근본적으로 트랜스포트층과 링크층간의 불필요한 재전송 경쟁을 유발하게 된다<sup>[10]</sup>. 따라서 트랜스포트 층과 링크층의 에러 복구 비용에 상관없이 트랜스포트계층과 링크계층의 에러 복구를 위한 비용을 최소화 하기 위해 트랜잭션을 관리하는 WTP층과 RLP층간의 에러 복구 비용을 최소화 할 수 있는 패킷 크기를 구해야

할 필요가 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분할된 패킷 크기와 관련한 WTP의 SAR동작을 살펴봄으로써 효율적인 프레임 크기의 필요성을 고려해 보고, 3장에서는 무선구간인 RLP구간과의 연계성을 고려하여 패킷 손실을 감안한 패킷 전송시간과 사용자 데이터의 전송시간을 제시하고, 패킷 전송시간과 전체 사용자 메시지 전송시간을 최소화시키는 최적 패킷을 제시한다. 4장에서는 실험 모델을 통해 최적 패킷 크기를 제시하고 5장에서 결론을 맺는다.

## II. WAP의 개요 및 WTP의 SAR동작

WAP무선환경에 알맞도록 고안된 프로토콜이므로 무선환경에서 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해 WTP와 손실된 패킷이 액세스동안 사용자의 재연결에 따른 비용을 감소시키도록 WSP를 세션계층으로서 사용하고 있다. WAP는 그림 1.1에서 보는 바와 같이 트랜스포트 층으로서 UDP를 사용하여 구현되는데 기존의 TCP와 비교해 볼 때 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해서 전송 패킷에 대한 확인 응답을 통해 신뢰성 있는 데이터의 송수신을 가능하도록 WTP를 사용한다. 상위계층인 WSP는 패킷 송수신의 일시적 단절현상에서도 사용자의 연결정보를 유지하여 사용자가 재연결 없이 해당 데이터 액세스를 계속하도록 한다.

WTP에서는 하위 계층에서 PDU SAR 기능을 제공하는지 여부에 따라 PDU SAR 기능 구현을 사용자 옵션으로 정의하였지만 베어러 네트워크의 MTU보다 큰 데이터를 전송해야 할 경우, 무선 구간에서 보다 신뢰성 있는 데이터 전송을 보장과 트랜잭션 관리를 통한 신뢰성 있는 데이터 전송과 흐름제어를 하기 위해서는 WTP계층에서 PDU SAR 기능이 제공되어야만 한다. 기본적으로 WTP의 SAR은 주로 상위층으로부터 전달된 데이터그램의 크기가 MTU보다 큰 경우 이를 베어러 네트워크의 MTU이내로 분할시키는데 필요하며, 경우에 따라 전송할 데이터그램의 크기를 임의로 분할하여 전송 효율을 높이기 위한 흐름제어 기능을 위해 사용된다. 즉 무선 구간에서 서버와 단말기 간의 데이터 전송환경의 안정성에 따라 임의의 값으로 전송효율을 높이기 위해 사용될 수 있다. 즉 많은 에러를 동반하는 경우는 상위층의 데이터그램의 크기를 작게 설정하여 패킷 에러에 대한 전체 데이터 손실 비용을 줄일 수 있으며, 안정적인 데이터 송수신이 가능

한 구간에서는 분할되는 데이터그램의 크기를 크게 하여 전송효율을 높이는데 응용될 수 있다.

WTP에서는 신뢰성 있는 데이터 송수신을 위해 전송 패킷에 대한 수신확인 응답을 수신한다. 하지만 매 전송되는 패킷마다 ACK를 수신하는 경우 ACK자체가 부적절한 오버헤드가 될 수 있으므로 SAR기능을 통해 사용자 패킷을 분할 후 그룹 패킷 전송기법을 사용함으로써 그룹 내의 패킷은 ACK없이 전송을 한 후 해당 그룹에 대한 ACK를 수신함으로써 손실된 패킷만을 재전송한다.

WTP계층의 SAR기능을 통해 만들어진 사용자 패킷은 RLP를 통해 무선환경으로 전송되는데 RLP는 한 슬롯 당 20ms의 시간 내에 전송될 수 있는 단위로 상위 계층의 데이터그램을 분할하여 전송된다. 따라서 RLP에서의 BER은 사용자 메시지의 FER로 이어져 사용자 메시지가 재 전송되어야 하는 환경으로 이어질 수 있다. 따라서 이러한 경우에 알맞은 WTP메시지의 적절한 분할 크기는 양극점(End-to-End) 관점에서의 사용자 메시지 송수신 품질을 고려할 때 WTP성능에 꼭 필요하다.

## III. WTP 최적 패킷 및 메시지 전송시간

WTP SAR 동작을 위해서는 데이터 분할의 기준이 되는 WTP 패킷 최적 크기가 필요하다. 만약 이 크기가 너무 작으면 패킷 전송 시간이 짧아져 패킷 손상이나 손실은 줄일 수 있지만 메시지 분할 시 분할 패킷 수가 많아지므로 한 메시지를 전송하는데 많은 오버헤드(overhead)들이 첨가 되어 결국 전체 메시지 전송 시간은 지연된다. 반면 이 크기가 너무 크면 오버 헤드가 감소되어 메시지 전송 시간은 단축되지만 패킷 전송 시간이 길어져 무선 구간상의 에러로 인한 패킷 손상이나 손실이 커질 수 있다. 이처럼 WTP 패킷 크기는 WAP성능과도 밀접한 관계를 가지며, 따라서 이 크기는 무선 구간에서의 패킷 전송 시간과 전체 메시지 전송 시간을 모두 최소화 할 수 있는 크기로 최적화되어야만 한다. 이를 설명하기 위해 다음과 같이 각 기호들을 정의한다.

- $M_{TOTAL}$  : WTP의 상위 계층에서 전달되는 전송할 전체 메시지 크기
- $M_{SEG}$  : WTP 계층내에서 상위층의 데이터를 분할하는 WTP패킷 단위의 크기
- $L_{WTP}$  : WTP계층내에서 분할된 마지막 패킷 크기

- $M_{WTP}$ :  $M_{SEG}$ 의 크기와 WTP 헤더의 크기를 합한 전송할 WTP 패킷 크기
- $K$ : WTP에서 분할된 메시지의 전체 패킷 수
- $M_{RLP}$ : 상위 계층에서 RLP 계층에서 전달되는 데이터의 크기
- $F_D$ : RLP 계층에서 한 slot당 전송되는 프레임의 크기
- $F_j$ : j 번째 RLP 프레임
- $N$ :  $M_{RLP}$ 를 구성하는 분할된 프레임의 수
- $H_{WTP}$ : WTP 헤더의 크기 (4바이트)
- $H_{UDP}$ : UDP 헤더의 크기 (8바이트)
- $H_{IP}$ : IP 헤더의 크기 (20바이트)
- $H_{PPP}$ : PPP 헤더의 크기 (8바이트)

위와 같이 정의될 경우 각 기호들 간에는 다음과 같은 관계가 성립한다. WTP에서는 상위계층의 데이터가  $M_{SEG}$ 보다 클 경우  $M_{SEG}$ 단위로 사용자 메시지를 분할하여 다음과 같이 K개의 데이터그램을 만든다.

$$K = \left\lceil \frac{M_{TOTAL}}{M_{SEG}} \right\rceil$$

단,  $\lceil x \rceil$ 는  $x+1$  보다 크지 않은 정수

여기서  $M_{SEG}$  단위로 분할된 데이터그램은 WTP의 헤더 첨가로 인해 (3.1)와 같이  $M_{WTP}$ 가 되며,  $M_{SEG}$ 단위 미만의 데이터그램은 분할된 패킷의 마지막으로서 (3.2)과 같이  $L_{WTP}$ 로 표현된다.

$$M_{WTP} = M_{SEG} + H_{WTP} \quad (3.1)$$

$$L_{WTP} = M_{TOTAL} - (K-1)M_{SEG} + H_{WTP} \quad (3.2)$$

WTP에서 생성된 패킷은 전송을 위해 하위계층의 헤더가 첨가되어 RLP계층으로 전달되는데, RLP계층으로 전달되는 데이터그램의 크기는 아래와 같이  $M_{SEG}$ 로 분할된 크기의 데이터그램과 그 이하의 크기로 분할된 데이터그램 두 종류로서 전달된다. 이를 상위계층의 헤더와 함께 표현하면 아래와 같다.

$$M_{RLP} = M_{WTP} + H_{UDP} + H_{IP} + H_{PPP}$$

$$= \begin{cases} M_{WTP} + 36 = M_{SEG} + 40 \\ \text{(WTP Packet 이 WTP에서 단위로} \\ \text{M}_{SEG}\text{분할된 패킷일 경우)} \\ L_{WTP} + 36 = M_{TOTAL} - (K-1)M_{SEG} + 40 \\ \text{(WTP Packet 이 단위 M}_{SEG}\text{미만으로} \\ \text{분할된 마지막 패킷일 경우)} \end{cases}$$

RLP계층에서는 상위계층의 데이터그램을 전송하기 위해 전송 타임 슬롯 동안 소요되는 크기인  $F_D$  크기로 다시 분할되는데 그 개수는 다음과 같이 표현된다.

$$N = \left\lceil \frac{M_{RLP}}{F_D} \right\rceil \quad (3.3)$$

그림 3.1은 WTP에서 전체 메시지가 분할되어 분할된 패킷들이 UDP, IP, PPP 계층을 거쳐 RLP 계층에서 프레임 단위로 나누어 전송되는 과정을 보여주고 있다. 여기서 CDMA의 경우 프레임 단위는 한 타임 슬롯(20ms)이 전송할 수 있는 데이터의 크기로서 실제 데이터 크기와 2바이트의 RLP 헤더로 구성된다.

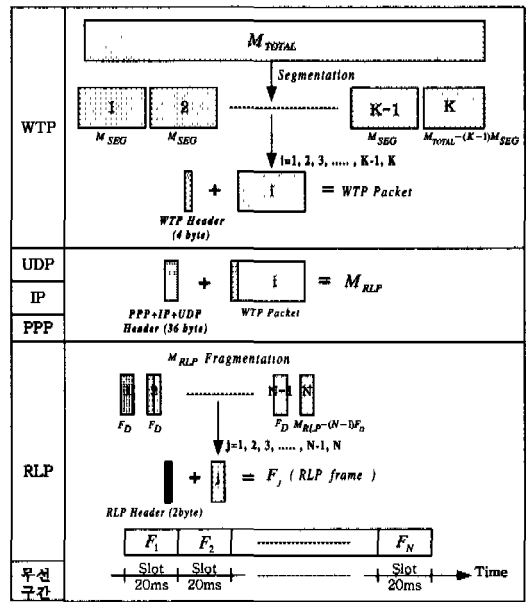


그림 3.1 WTP 메시지 분할 전송 과정

다음 표 3.1은 DCS와 PCS에 따른 RLP프레임 구성 바이트 수를 보여준다.

표 3.1 DCS와 PCS의 RLP 프레임 크기

구분	한 프레임의 크기(바이트)	실제 데이터의 크기(바이트)
DCS	21	19
PCS	33	31

여기서 WTP 패킷 크기와 메시지 전송 시간과의

관계를 알아보기 위해 먼저 RLP 구간에서의 WTP 패킷 전송 시간을 구해보자. RLP는 무선 구간이므로 신뢰성 있는 프레임 전송을 위해 한 프레임을 전송하는 데 필요한 평균 타임 슬롯 수  $E(F)$ 를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

하나의 RLP 프레임( $F$ )이  $m$ 번째 슬롯에서 성공적으로 전송될 확률  $P(F = m)$ 는

$$P(F = m) = (1 - p)^{m-1} p \quad (3.4)$$

이며,  $P$ 는 데이터 프레임이 성공적으로 전송될 확률이다. (3.4)로부터  $E(F)$ 는 다음과 같이 구해진다.

$$E(F) = \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot P(F = m) = \frac{1}{p} \quad (3.5)$$

따라서 (3.5)로부터 WTP 패킷 전송을 위해 필요한 평균 타임 슬롯 수  $E(P)$ 를 구하면 다음과 같다.

$$E(P) = N \cdot E(F) = \frac{N}{p}$$

여기서  $N$ 은 RLP 층에서 분할된 전체 프레임 수로 (3.3)에 의해 계산된 값이다. 이를 RLP 층에서  $N$ 개의 RLP 프레임으로 분할된 WTP 패킷 전송 시간 ( $T_{pkt}(N)$ )으로 표현하면 한 타임 슬롯이 20ms로 구성되므로 다음과 같다.

$$T_{pkt}(N) = E(P) \cdot 20 = \frac{20N}{p} (ms) \quad (3.6)$$

(3.1), (3.6)으로부터 전체 메시지 전송 시간 ( $T_{msg}$ )을 다음과 같이 구할 수 있다. 여기서 (3.3)에 의해 계산된 프레임 수를 (3.4)의 경우에는  $n=q$ 라 하고, (3.5)의 경우에는  $n=r$ 라 한다. 따라서 전체 메시지 전송시간은 아래와 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} T_{msg} &= (K-1)T_{pkt}(q) + T_{pkt}(r) \\ &= (K-1) \frac{20q}{p} (ms) + \frac{20r}{p} (ms) \\ r &= \left\lceil \frac{L_{WTP} + 36}{F_D} \right\rceil, \quad q = \left\lceil \frac{M_{WTP} + 36}{F_D} \right\rceil \end{aligned} \quad (3.7)$$

#### IV. 최적 패킷 계산을 위한 시뮬레이션 결과

(3.7)은 WTP 패킷 크기와 전체 메시지 전송 시간과의 관계를 보여주고 있다. 다음 표4.1에서는 (3.7)의  $p=0.8$ ,  $M_{TOTAL} = 4000$ 바이트,  $F_D = 31$ 바이트 등을 PCS시스템을 기준으로 계산하여 WTP패킷 크기에 따른 패킷 전송 시간과 전체 메시지 전송 시간을 계산하였다.

표 4.1을 보면 전체적으로  $M_{WTP}$ 의 값은 패킷 전송 시간과는 비례하고 전체 메시지 전송 시간과는 반비례함을 알 수 있다. 그러나  $M_{WTP}$ 의 값이 400 바이트, 900 바이트, 1300 바이트일 때는 이전 값에 비해 메시지 전송 시간이 짧아지는 것이 아니라 오히려 길어지고 있다. 이것은  $M_{WTP}$ 의 값에 따라 RLP 계층에서 데이터 프레임 분할 시, 마지막 프레

표 4.1 WTP패킷 크기에 따른 패킷 전송 시간과 메시지 전송 시간

$M_{WTP}$ (바이트)	$L_{WTP}$ (바이트)	K	q	R	$M_{WTP}$ 전송 시간(ms) ( $T_{pkt}(q)$ )	전체 메시지 전송 시간(ms) ( $T_{msg}$ )
100	68	42	5	4	125	5225
200	84	21	8	4	200	4100
300	156	14	11	7	275	3750
400	44	11	15	3	375	3825
500	36	9	18	3	450	3675
600	428	7	21	15	525	3525
700	524	6	24	19	600	3475
800	24	6	27	2	675	3425
900	420	5	31	15	775	3475
1000	20	5	34	2	850	3450
1100	716	4	37	25	925	3400
1200	416	4	40	15	1000	3375
1300	116	4	44	5	1100	3425
1400	1212	3	47	41	1175	3375
1500	1012	3	50	34	1250	3350

임의 데이터 크기가 서로 다를 수 있는데 이로 인해 어느 경우에는 마지막 프레임의 크기가 기준 프레임 크기에 비해 훨씬 작게 구성되어 한 타임 슬롯(20ms)으로 전송된다. 이러한 작은 크기의 프레임이 전송될 경우 한 타임 슬롯을 작은 양의 데이터가 차지하게 되어 전체 메시지 전송 시간을 지연시키게 되어 WAP 성능을 저하시키는 요인이 되므로  $M_{WTP}$  값 설정에 있어서 이러한 값들은 피해야 한다.

좀 더 최적화된  $M_{WTP}$  값 설정을 위해 그림 4.1, 그림 4.2, 그림 4.3에서는  $M_{WTP}$  값들을 일정한 프레임 수를 기준으로 계산해서 마지막 프레임 크기도 기준 프레임 크기와 같게 되도록 계산하였다. 그림 4.1은 하나의  $M_{WTP}$ 가 K(분할된 RLP 프레임 수)개로 분할되어 하나의  $M_{WTP}$ 이 전송되는 동안 소요되는 시간이 p의 값에 따라 증가하는 전송시간을 보여준다. 이를 정확한 성능 분석을 위해 DCS 경우와 PCS 경우에 대해 구분하였다.

그림 4.2, 그림 4.3에서는 전체 사용자 메시지 크기를 4000바이트, 6000 바이트, 8000 바이트 경우로 나누어 각각의  $M_{WTP}$  크기에 따른 전체 메시지 전송 시간과 구간별 감소된 메시지 전송시간을 나타내었다. 그림 4.1은  $M_{WTP}$  값에 따른 패킷 전송 시간으로 패킷 전송 시간은  $M_{WTP}$  값에 비례하는 반면 그림 4.2 과 그림 4.3에서 전체 사용자 메시지 전송 시간은  $M_{WTP}$  값에 반비례함을 보인다.

그림 4.2, 그림 4.3을 보면 DCS와 PCS 경우 전송 시간에만 차이가 있을 뿐 전체적인 결과는 거의 같음을 알 수 있다. 그리고 각 구간 별 감소된 메시지 전송 시간을 보면,  $M_{WTP}$  값이 300바이트와 600 바이트에서 증가할 경우, 메시지 전송 시간 감소가 100ms 이하로 그리 크지 않다. 이것은  $M_{WTP}$  값이

커질수록 메시지 전송 시간은 점점 줄어들지만  $M_{WTP}$  값이 600 바이트보다 커지면 메시지 전송 시간이 별 차이를 보이지 않음을 나타낸다. 이는  $M_{WTP}$  값에 따른 전체 메시지 전송 시간 그래프를 봐도 알 수 있다. 본 장에서는 그림 4.2, 그림 4.3에서 얻은 결과를 토대로 최적화된  $M_{WTP}$  값을 설정한다. 여기서 최적화된  $M_{WTP}$  값은 본 장 서두에서도 언급했듯이 패킷 전송 시간과 사용자 메시지 전송 시간을 최소화 할 수 있는 값이다

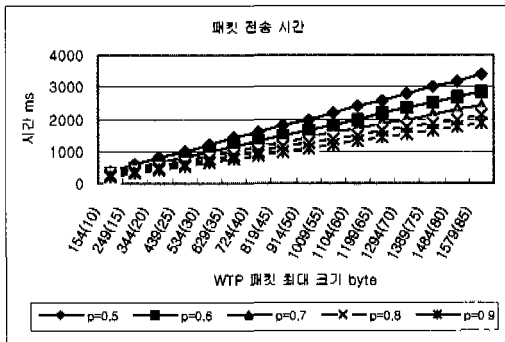
이를 비용함수 C로 표현해 보면 WTP 패킷 전송 시간을  $T_{pk}$ , 전체 메시지 전송시간을  $T_{msg}$ 으로 지정하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = \alpha \cdot T_{pk} + \beta \cdot T_{msg}$$

이때  $\alpha = \beta = 1$ 을 기준으로 한 패킷 전송시간은 그림 4.4와 같다.

따라서, 그림 4.4에서 보듯이 PCS와 DCS의 경우 사용자 메시지 4K바이트와 6K바이트를 보면 전체 메시지 크기가 늘어남에 따라 패킷 송수신 시간을 최소화하는 단말기의 RLP 프레임의 크기에 따라 다소 차이는 보이나  $M_{WTP}$  값이 400~500 바이트보다 훨씬 작으면 패킷 전송 시간은 줄어들지만 전체 메시지 전송 시간은 상대적으로 길어지고 있다. 반면  $M_{WTP}$  값이 400~500 바이트 보다 훨씬 커질 경우 메시지 전송 시간도 크게 줄어들지 않고 패킷 전송 시간도 지연되므로 WAP 성능을 훨씬 저하시키게 된다. 결국 위의 조건을 만족시키는 최적화된  $M_{WTP}$  값은 400~500 바이트 정도가 가장 바람직하다고 본다. 이는 WTP층에서 흐름제어를 위해 사용되는 경제적인 패킷 크기의 기준이 될 수 있는 크기라 할 수 있으며, 사용자 메시지 크기가 커질수록 크기가

1) DCS 경우



\* 괄호안의 수 : RLP 프레임 수

2) PCS 경우

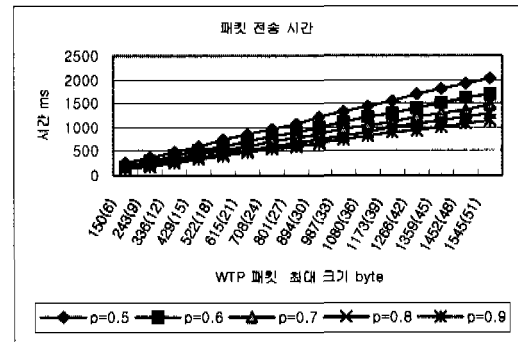


그림 4.1 WTP 패킷 전송 시간

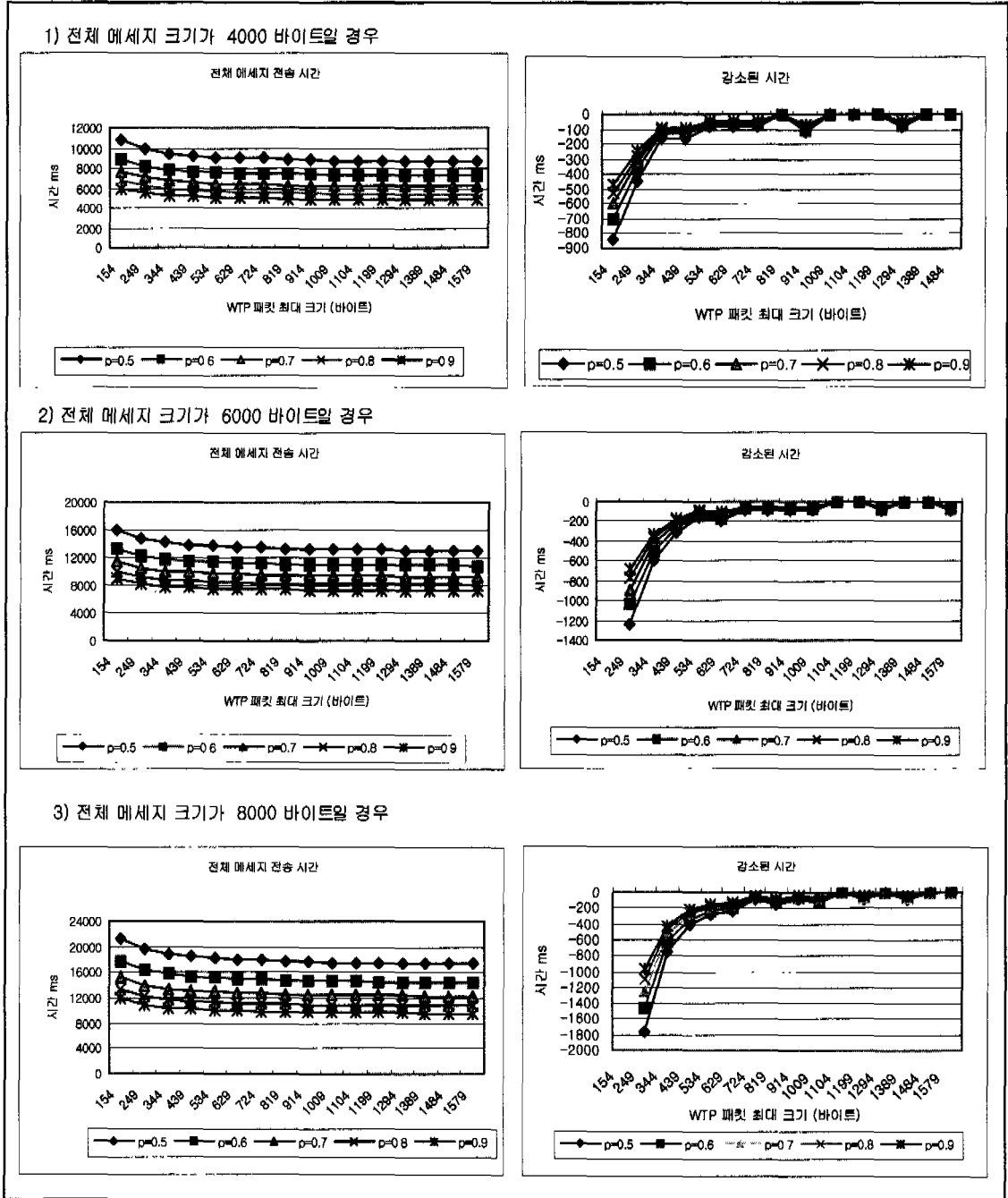
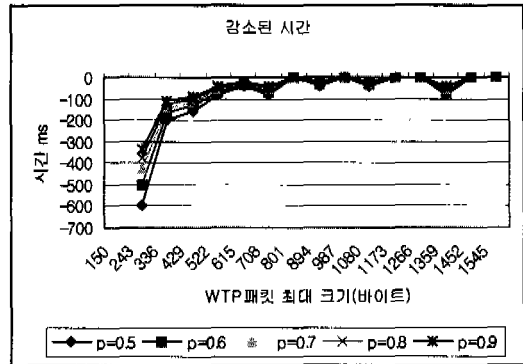
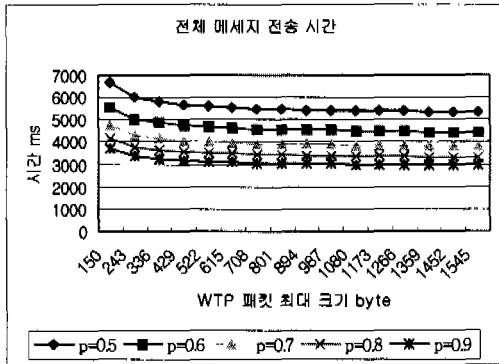
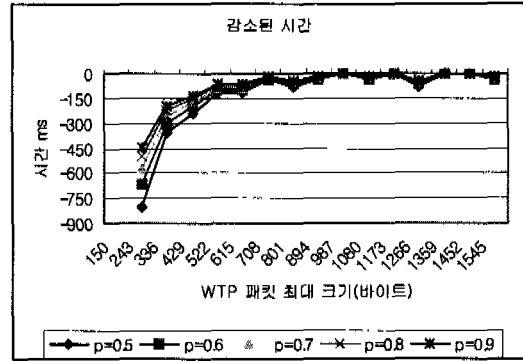
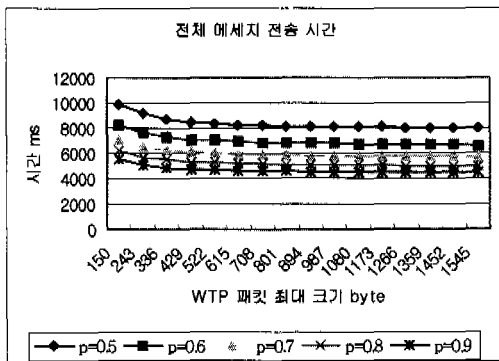


그림 4.2 WTP 패킷 최대 크기에 따른 전체 메시지 전송 시간과 각 구간 별 감소된 메시지 전송 시간(DCS 경우)

1) 전체 메세지 크기가 4000 byte일 경우



2) 전체 메세지 크기가 6000 byte일 경우



3) 전체 메세지 크기가 8000 byte일 경우

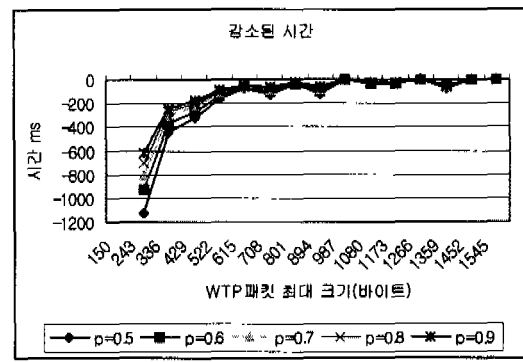
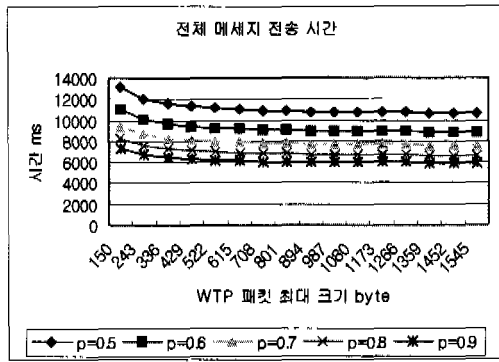


그림 4.3 WTP 패킷 최대 크기에 따른 전체 메세지 전송 시간과 각 구간 별 감소된 메세지 전송 시간(PCS의 경우)



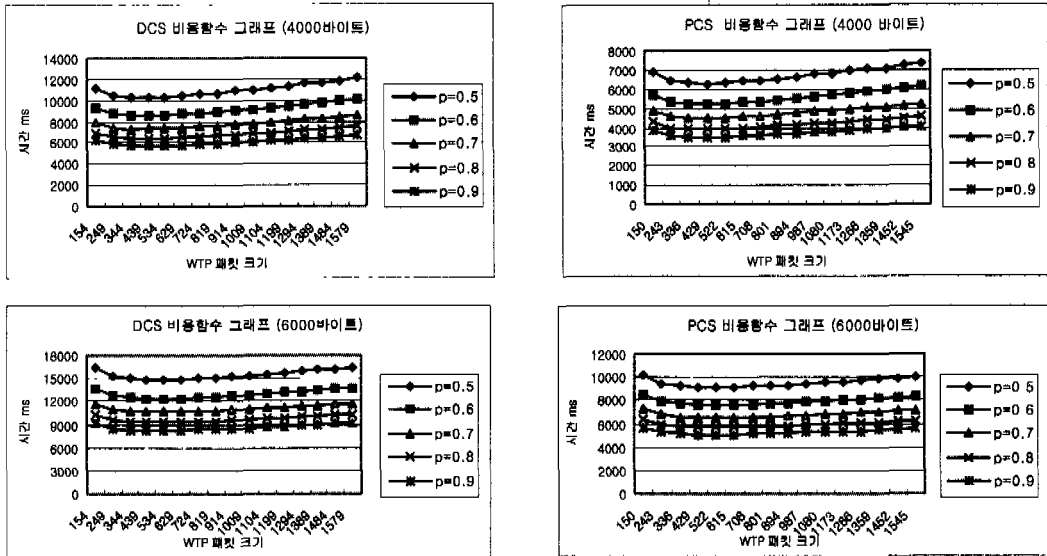


그림 4.4  $T_P$  와  $T_M$ 을 기준으로 한 전체 메시지 전송시간

증가되어야 패킷 전송효율을 높일 수 있을 것이며, WAP을 사용할 경우 400-500바이트의 범위내에서 WTP의 패킷이 조정될 필요가 있다.

### V. 결론

WAP은 유선환경에 비해 높은 어려움을 갖는 무선환경에 적용되도록 특별히 WTP를 제공하고 있다. 무선환경에서의 높은 어려움으로 인한 데이터 손실은 전체적인 패킷 송수신에 비효율적인 성능을 초래할 수 있으므로 이를 보완하기 위해 WTP에서는 SAR기능을 사용하여 패킷 분할 및 흐름제어를 통해 전송효율을 높이도록 했다. WTP는 무선환경의 BER로 인한 FER을 재전송을 통해 복구하므로 전체 사용자 패킷 전송에 필요한 비용을 줄이기 위해 가장 경제적인 패킷 크기를 WTP에서 선택해야 한다. 이는 메시지 전송시간 및 패킷 손실이 큰 무선환경에서 재전송 효율을 높여 전체메시지 전송시간을 최소화 할 수 있는 크기로서 WTP층에서 RLP로 전달되는 데이터그램 크기가 400~500 바이트 일 경우 가장 효율적인 사용자 메시지 전송시간을 유도할 수 있는 기준 시간이 되며, 사용자 메시지가 클수록 이 값은 크기에 비례할 수 있다.

이동 중의 무선환경은 유선환경보다 훨씬 높은 패킷 손실을 동반할 수 있으며 전체 사용자 메시지 전송시간을 고려해 볼 때, 효율적인 패킷 전송은 무

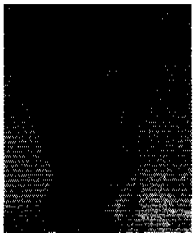
선 품질을 증진시킬 수 있다. 따라서 향후에는 손실 패킷에 대한 효율적인 재전송 알고리즘 및 SAR의 흐름제어 알고리즘을 고려하여 WTP에서 패킷 응답 시간과 사용자 메시지의 크기에 따른 유기적인 WTP패킷 크기를 할당하는 방법을 연구할 필요가 있다.

### 참고문헌

- [1] WAP forum, WAP White Paper, 1999.6
- [2] WAP forum, Wireless Application Protocol: Architecture Specification, 1998. 4
- [3] WAP forum, Wireless Application Protocol: Wireless Transaction Protocol Specification, 1999. 6
- [4] WAP forum, Wireless Application Protocol : Wireless Session Protocol Specification, 1999. 6
- [5] CMC(ChunChon Multimedia Conference)'99 225-230 "Wireless Application Protocol 네트워크의 향상된 구조" 박홍성, 강영진, 김현숙, 최창호
- [6] A. Bakre and B. R. Badrinath. I-TCP: indirect TCP for mobile hosts. May 1995.
- [7] H. Balakrishnan, S. Seshan, and R. Katz. Improving reliable transport and handoff performance in cellular wireless networks. ACM wireless Networks, Dec. 1995

- [8] E. ayanoglu, S. Paul, T. laPorta, k. Sabnani, and R. Gitlin. Airmail: A link-layer protocol for wireless networks, Wireless Networks, 1995
- [9] Christina Parsa, J.J. GarciaLunaAceves, Computer Engineering Department, Baskin School of Engineering. "TULIP : A Link Level Protocol for Improving TCP over Wireless Links," IEEE. 1999.
- [10] H. Balakrishnan, V. Padmanabhan, S. Seshan, and R. Katz. A comparison of mechanisms for improving TCP performance over wireless links. IEEE/ACM Transactions on Networking, Dec. 1997

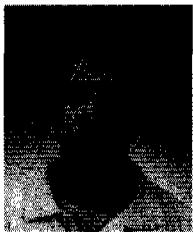
박 홍 성(Hong Seong Park)



1983년 : 서울대학교 제어계측  
공학과 졸업,  
1986년 : 동대학원 석사,  
1992년 : 동대학원 박사,  
1983년~1990년 : 삼성전자 근무  
1992년~현재 : 강원대학교 전기  
전자통신공학부 부교수

<주관심 분야> 실시간 네트워크, 개방형구조 제어시  
스템, 이산현상 시스템, CDMA 데이터 망,  
블루투스, 모발 네트워크 분석

허 경 옥(Kyoung Wook Heo)



1999년 : 강원대학교 제어계측  
공학과 (학사)  
1999년~현재 : 강원대학교 제어  
계측공학과 석사 과정

<주관심 분야> 이동컴퓨팅, 프로토콜 설계 분석,  
WAP프로토콜