

무선 CDMA 망에서 터보 코드를 이용한 WAP 패킷의 성능 분석

문 일 영, *노재성, 조성준
한국항공대학교 정보통신공학과, *서일대학 정보통신과
전화 : 02-3158-1518 / 팩스 : 02-3158-1935

Transmission Time of WAP Packet with Turbo Coding in Wireless CDMA Network

Il-Young Moon, *Jae-Sung Roh, Sung-Joon Cho
Dept. of Information & Telecom. Eng., Graduate School of Hankuk Aviation University
*Dept. of Information & Communication Eng., Seoil College
E-mail : iymoon21@mail.hangkong.ac.kr

Abstract

In this paper, we have analyzed transmission time for WAP over CDMA using turbo code scheme. In order for SAR to improve the transfer capability, the transmission of messages have been simulated using a fragmentation that begins with the total package and incremental fragmentation for each layer using the WTP to define the resultant packet size and the level of fragmentation for each proceeding layer. This turbo code scheme decreases transmission time of RLP baseband packets. From the results, we are able to obtain packet transmission time and optimal WTP packet size for WAP over CDMA in a Rician fading channel.

I. 서론

최근 정보통신기술의 발전으로 가장 두드러지게 나타나고 있는 변화 중의 하나가 무선인터넷의 등장이다. 웹 브라우저가 내장된 무선 단말기를 통하여 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 WAP (Wireless Application Protocol) 은 향후 규제구조의 변화는 물론 기술적 융합, 경제적 융합, 서비스의 융합이라는 정보통신부문의 큰 변화를 가져오는 중요한 계기가 될 것으로 예상된다. 또

한 WAP은 단순한 무선통신과 인터넷이 결합된 서비스가 아니라 무선통신의 이동성과 적시성, 인터넷의 편의성을 가장 효율적으로 결합하기 위하여 "Mobile" 과 "Internet" 이라는 상호 독자적인 기반에서 진화된 영역을 융합하는 것이라고 볼 수 있다. 그러나, 현재 WAP 사용자 관점에서의 문제점은 이동통신망의 전송 속도가 제한되어 있기 때문에, 현재의 인터넷 데이터를 송수신하는데는 많은 시간이 소요되고, 무선망에서의 패킷 손실이 일어날 수 있다는 것이다.

본 논문은 이러한 WAP 전송 능력을 향상시키기 위하여 무선 CDMA 망에서 터보 코드 (Turbo code) 기법을 이용하여 WTP (Wireless Transaction Protocol)에서 WAP 패킷의 전송 시간을 분석한다. 여기서는 WTP에서의 옵션 사항인 SAR (Segmentation And Reassembly) 기능을 사용하여 상위 계층에서 내려온 메시지를 분할한 후, 무선망에서 WAP 패킷의 전송시간을 분석하였다. 또한 차세대 시스템을 위하여 RLP (Radio Link Protocol)의 데이터 크기를 가변적으로 조절하여 WAP 패킷의 전송시간을 구하고자 한다.

II. WAP의 구조

2.1 WAP 모델

무선 통신 기술을 전화 통화와 같은 단순 통신 목적으로만 사용하기에는 무선 자원 이용의 효율면에서 너무나 많은 기회비용의 손실을 의미한다. WAP은 이러한 이동전화 단말기를 대상으로 하는 인터넷 검색을 위한 프로토콜로서 일반적으로 기존의 무선 데이터 프로토콜을 기반으로 제공된다. WAP이 등장한 이유는 이동통신에 적합하며, 효과적인 무선 인터넷을 지원하는 프로토콜, 응용 인터페이스의 개발이 필요하기 때문이다^[1]. 현재는 인터넷 프로토콜인 HTTP, HTML의 많은 부분을 사용하여 이동통신의 취약한 부분을 개선하는 방향으로 개발되었다.

2.2 WAP 프로토콜 구조

WAP에는 잘 알려진 바와 같이 ISO (International Standards Organization) 네트워크 모델과 비슷한 계층 구조가 있다. 인터넷의 HTTP에 해당되는 WSP (Wireless Session Protocol)와 WTP, 그 밑의 하위 계층에는 TCP/IP (UDP/IP)에 대응되는 베어러와 WDP (Wireless Datagram Protocol)가 있는데, 이것은 기본적으로 데이터 송수신을 담당하는 베어러와 일반적인 Transport layer 기능을 수행한다^[2]. WTP는 신뢰성 및 비 신뢰성 전송기능을 제공하고 오류복구를 위해 재전송 기능을 담당하는데, 좀 더 신뢰성 있는 데이터 송수신을 위해서 WTP에서 옵션인 SAR 기능을 사용한다^[3]. 기본적으로, 상위 계층에서부터 전달된 메시지의 길이가 현재 베어러에 대한 MTU (Maximum Transmission Unit)보다 초과되는 경우 WTP SAR 기능에 의해서 몇 개의 패킷들로 분할되어 하위 계층으로 전송되어진다^[4]. 이러한 흐름 제어에 의해서 데이터 송수신시 에러를 줄일 수가 있다. 만약 SAR 기능이 WTP에서 사용되지 않는다면 프로토콜 구조의 다른 계층에서 제공되어야 한다. 그림 1은 WAP 프로토콜 구조와 인터넷 프로토콜 구조를 그 기능별로 위치시켜 비교하고 있다.

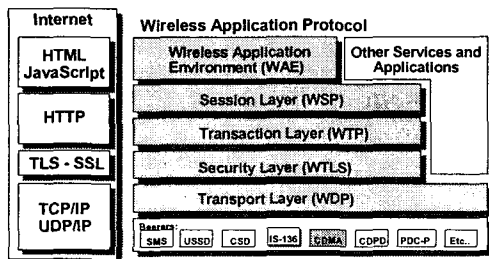


그림 3. WAP 프로토콜 구조

III. WAP 패킷의 전송 모델링

3.1 터보 코드

차세대 이동통신은 고속 데이터 및 영상정보 전송 등 광대역 무선 접속을 지원할 수 있어야 하며, 강력한 오류 정정 채널 코딩 기법은 차세대 이동통신 시스템 개발에 있어서 핵심요소이다. 이것에 대한 해결책으로 1993년 Berrou에 의해 발표된 터보 코드는 사논의 통신용량 한계에 근접하는 우수한 성능을 나타내며, 그 동안 실용화의 걸림돌로 작용했던 복호 지연 문제점도 해결하였다. 그러나, 코드의 자유 거리가 작을 경우에는, 터보 코드의 성능 곡선이 높은 SNR (Signal-to-Noise Ratio)에서 변할 수가 있다는 것이다^[5].

본 논문에서는 WAP 패킷 전송 시간을 향상시키기 위하여 Rate 7/8과 1/3 터보 코드를 사용하여 분석하였다.

3.2 WAP 패킷의 시뮬레이션 모델

WAP에서 패킷의 전송시간을 구하는 것은 WAP 성능에 아주 중요한 결과를 야기한다. WAP 패킷 크기가 작으면, 패킷 전송시간이 짧아져 무선 구간에서의 패킷 손실이 줄어들 수가 있으나, WTP 전체 메시지를 분할하기 때문에 패킷 개수에 따라 오버헤드가 비례적으로 증가하여 전체 메시지 전송시간은 증가하게 된다.

반대로 패킷의 크기가 크면 전체 메시지 전송시간이 감소할 수 있으나, 패킷 전송시간이 상대적으로 길어져 무선 환경에서의 페이딩 및 간섭에 의한 패킷 손실이 일어날 수가 있다. 본 논문에서는 WAP 패킷의 최적의 전송시간을 구하고 그에 따른 WTP 패킷 크기를 구하고자 한다. WAP SAR과 터보 코드 기법을 이용한 WAP 패킷의 전송시간 시뮬레이션은 베어러 서비스가 CDMA 무선채널을 고려한다.

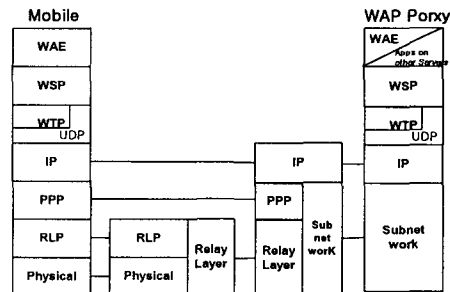


그림 2. 패킷 데이터의 프로토콜 모델

CDMA 역방향 채널에서는 BPSK 변조기법과 라이시안 페이딩 채널을 사용하며, 무선 구간에서 E_b/N_0 와 RLP 계층의 데이터 크기를 변화하여 WAP 패킷의 전송 시간을 분석한다. 그림 2는 패킷 데이터의 프로토콜 모델이다. 시뮬레이션 모델은 WAP 클라이언트, 무선 채널, WAP Proxy/Server로 구성된다. 상위 계층 WTP 으로부터, UDP, IP, PPP, RLP로 각각 하위 계층으로 내려오는 WTP SAR 과정을 간단하게 수식으로 나타내면 다음과 같다. WTP에서 분할되는 메시지 전체 패킷 수 K 는 다음과 같다.

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

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

$$M_{WTP} = M_{SEG} + H_{WTP},$$

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

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

$$T_{MSG} = (K-1)T_{PKT}(q) + T_{PKT}(r)$$

$$= (K-1) \left(\frac{S_{SIZE} * q}{p} + \frac{S_{SIZE} * r}{p} \right),$$

$$q = \left\lceil \frac{M_{WTP} + 36}{F_D} \right\rceil, r = \left\lceil \frac{L_{WTP} + 36}{F_D} \right\rceil. \quad (6)$$

- M_{WTP} : WTP 패킷 크기,
- L_{WTP} : WTP에서 분할된 마지막 패킷 크기,
- M_{TOTAL} : WTP의 상위 계층의 전체 메시지 크기,
- M_{SEG} : WTP의 상위 계층에서 분할된 메시지 크기,
- H_{WTP} : WTP 헤더 크기, H_{UDP} : UDP 헤더 크기,
- H_{PPP} : PPP 헤더 크기, H_{IP} : IP 헤더 크기,
- F_D : RLP 계층에서 한 slot당 전송되는 데이터 크기,
- $T_{MSG}(ms)$: 전체 메시지 전송시간,
- S_{SIZE} : 타임 슬롯,
- p : 프레임이 성공적으로 전송될 확률,
- q, r : F_D 에 의해 계산된 프레임 수.

터보 코드를 적용한 WAP 패킷의 전송시간을 구하는 것은 전체 메시지 전송시간 $T_{MSG}(ms)$ 를 계산하는 것이다. 베어러 서비스의 환경은 CDMA이며 BPSK 변조기법과 라이시안 페이딩 환경을 사용하였다. 또한, 단말기에서 WAP Proxy/Server로 거쳐가는 것이기 때문에 역방향 링크를 고려하였다. 식(7)과 식(8)은 BPSK 변조신호의 오율식이다.

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{SNR}), \quad (7)$$

$$SNR = \frac{1}{\left(\frac{E_b}{N_0}\right)^{-1} + \frac{2(U-1)}{3N}}$$

(8)

U : 셀 내에 있는 동시 사용자의 수,

N : 시스템의 처리 이득,

E_b/N_0 : 비트 신호 전력 대 잡음 전력비.

IV. WAP 패킷의 전송시간 분석

(1) 무선 환경에서의 E_b/N_0 를 변화시켜 WAP 패킷의 전송시간을 구할 수 있으며, WAP의 성능을 분석할 수가

(2) 있다. 그리고 PCS, DCS 뿐만 아니라 차세대 시스템을 위

(3) 하여 RLP 계층의 데이터 크기(F_D)를 가변적으로 조절하

(4) 여 WAP 패킷의 전송시간을 구할 수가 있다. 또한, 터보

(5) 코드 기법을 적용하여 Uncoded BPSK, Rate 7/8, Rate 1/3

인 경우와 서로 비교하여 성능을 분석한다. S_{SIZE} 는 CDMA

인 경우는 타임 슬롯을 20ms로 WCDMA의 경우에는

10ms로 설정하여 성능을 분석한다. WAP 패킷의 전송

시간을 구하기 위해서 $M_{TOTAL} = 5000$ 바이트, $E_b/N_0 = 2$

dB와 4 dB, $N = 64$ 을 기준으로 분석하였다. 전송시간에

대한 계산된 결과는 CDMA(20ms)인 경우와

WCDMA(10ms)인 경우로 하여 각각 패킷의 전송시간을

분석하였다. 그림 3과 그림 4는 베어러 서비스가

AWGN 환경인 CDMA와 WCDMA인 경우이며 S_{SIZE} 가

1/2배로 감소함에 따라 WAP 패킷의 전송시간도 감소함

을 알 수 있다. 그림 5와 그림 6은 베어러 서비스가 라

이시안 페이딩 채널 환경인 CDMA와 WCDMA인 경우

이며, 그림 3과 그림 4와의 비슷한 결과를 볼 수 있다.

결과적으로 그림 3에서 그림 6까지의 WAP 패킷의 전

송시간을 분석해보면 무선구간에서의 전송시간을 감소

시키기 위해 WTP에서의 패킷 크기를 증가시켜야 함을

알 수 있고, 또한 무선구간에서의 BER을 고려하여 적당

한 WTP에서의 패킷 크기를 구할 필요가 있다. 그 결과,

전체 메시지 전송시간과 WTP 패킷 크기의 Trade-off에

따른 WAP 패킷의 전송시간을 구하면 각각 AWGN인

경우에 4300ms-7900ms(CDMA), 2200ms-3900ms(WCDMA),

라이시안 페이딩 채널 환경인 경우에 4200ms-7600ms(CDMA),

2100ms-3700ms(WCDMA)로 얻을 수 있었으며, 이에

따른 최적의 WTP 패킷 크기는 약 500바이트에서 600바

이트 사이임을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문은 상위 계층에서 내려온 전체 메시지를 WAP 패킷으로 다중 분할한 다음, 터보 코드 기법을 사용하여 CDMA 무선채널에서 전송할 때 이에 요구되는 전송시간을 분석하였다. CDMA 무선채널은 역방향 채널로서 라이시안 페이딩 채널을 적용하였고, 변조 기법으로서는 BPSK를 사용하여 무선 구간에서 E_b/N_o 와 RLP 계층의 데이터 크기를 변화시켜 WAP 패킷의 전송시간을 분석하였다. 그 결과로부터 WAP 패킷의 전송시간을 E_b/N_o 에 따라 구할 수가 있었으며, 이에 따른 최적의 WTP 패킷 크기를 구할 수가 있었다.

본 논문은 차세대 이동통신 시스템에서의 사용자 메시지의 송수신 품질을 위해서, 또한 WAP QoS (Quality of Service)의 보장을 위해서 필수적이며, WAP 성능 향상에 중요한 영향을 미치게 될 것이다.

참고문헌

- [1] A. Bakre and B. R. Badrinath, "I-TCP: Indirect TCP for mobile hosts," *Proceedings of the 15th International Conference on distributed Computing Systems*, pp 136-143, June 1995
- [2] WAP forum, Wireless Application Protocol: Wireless Datagram Protocol Specification, Approved Version 14-June-2001.
- [3] WAP forum, Wireless Application Protocol: Wireless Transaction Protocol Specification, Approved Version 10-July-2001.
- [4] 박홍성, 허경욱, "WAP에서의 WTP 성능 평가", *한국통신학회 논문지*, vol. 26, No. 1A, pp. 67-76, Jan. 2001.
- [5] R. Garello, F. Chiaraluce, P. Pierleoni, M. Scaloni, and S. Benedetto, "On error floor and free distance of turbo codes," *IEEE International Conference on Communications*, vol.1, pp. 45-49, 2001.

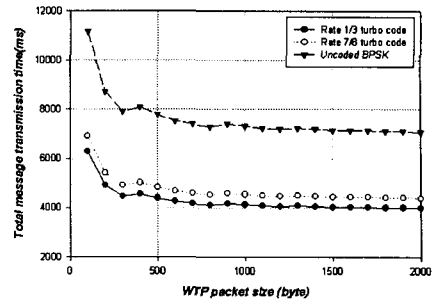


그림 5. CDMA 시스템에서 전체 메시지의 전송시간(AWGN) ($E_b/N_o = 2$ dB, $U = 20$, $N = 64$).

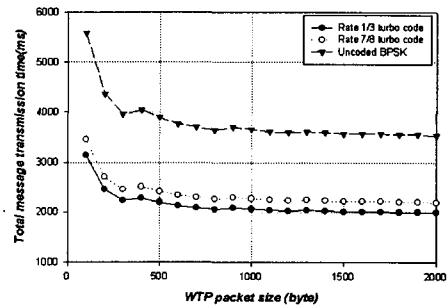


그림 4. WCDMA 시스템에서 전체 메시지의 전송시간(AWGN) ($E_b/N_o = 2$ dB, $U = 20$, $N = 64$).