

사용자 체감 성능 향상을 위한 다계층 재전송 방식 변조기법 선택 방안

*고광춘, 김재현
아주대학교 전자공학과
e-mail : light3754@ajou.ac.kr, jkim@ajou.ac.kr

Selection of Modulation and Coding Scheme for Cross-layered Retransmission Scheme to Improve User-perceived Performance

*Kwang-Chun Go, Jae-Hyun Kim
School of Electrical and Computer Engineering
Ajou University

Abstract

Existing cross-layered retransmission schemes focus on the performance metrics at the data link layer and the physical layer. Thus, it is difficult to optimize the performance at the transport layer. In this paper, we propose a transport control protocol (TCP) performance-aware modulation and coding scheme (MCS) level selection method. The proposed method adopt the throughput at the transport layer as a criterion for MCS level selection. From the evaluation results, the proposed method improved the throughput as compared with existing methods.

I. 서론

재전송방식은 손실된 패킷을 다시 전송하여 무선채널의 전송신뢰성을 향상시킨다. 최근 연구에서는 재전송방식의 무선채널 전송성능을 향상시키기 위해 다계층 재전송방식에 대한 연구가 활발히 이루어졌다. 기존 연구에서는 무선채널에서 대역효율성을 향상시키기 위해 AMC(Adaptive Modulation and Coding) 방식과 재전송방식을 결합한 다계층 재전송방식을 제안하였다 [1-3]. 또한 대부분의 관련 연구가 기존에 제안된 다계층 재전송방식이 Queueing 효과나 무선채널의 품질 예측 오차에 의한 성능 감쇄 분석을 수행하거나 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 시스템이나 Cognitive radio 같은 다양한 시스템에 적용 방안에 대해 연구가 이루어졌다. 이는 대부분의 연구가 무선채널에서의 대역효율성을 향상시키는 것에 집중되었음을 의미한다. 그러나 대역효율성을 향상시키기 위해 MAC(Medium Access Control) 계층에서 정해진 타깃

PER(Packet Error Rate) 범위 내에서 전송되는 패킷의 PER을 최대로 만든다. 이는 다수의 MAC 프레임으로 구성된 TCP 패킷의 오류율을 지수 함수적으로 증가시킬 수 있다. 따라서 기존 연구결과를 통해 사용자의 체감 성능과 깊은 관련이 있는 전송계층에서의 데이터 전송성능을 최적화하는 것은 어렵다. 본 연구에서는 사용자의 체감 성능을 향상시키기 위해 전송계층에서의 처리율 성능을 분석하고, 이를 향상시키기 위한 방안을 제안한다.

II. 제안하는 다계층재전송 방식

2.1 변조기법 선택 방법

사용자 체감 성능을 향상시키기 위해 다계층재전송 방식의 MCS 레벨 선택 기준으로 전송계층에서 TCP 처리율 성능을 사용한다. 그림 1은 각 MCS 레벨만을 사용하여 데이터를 전송하는 경우 무선채널 품질에 따른 전송계층에서의 처리율을 나타낸 것이다. 그림 1을 통해 각 MCS 레벨에서의 TCP 처리율 성능이 서로 교차하는 것을 확인할 수 있다. 따라서 최대의 TCP 처리율 성능을 얻기 위해 각 레벨 간 교차가 발생하는 SNR(Signal to Noise Ratio)을 MCS 레벨 선택을 위한 기준으로 사용한다.

2.2 성능 분석

제안하는 방법의 성능평가를 위해 표 1과 같은 환경을 가정한다[1-2]. 전송계층에서 전송제어프로토콜로 TCP Reno를 사용하는 것을 가정할 경우 처리율을 다음과 같이 구할 수 있다[4].

$$S \approx 1 / (RTT \sqrt{2n_s p / 3} + T_0 \min(1, 3 \sqrt{3n_s p / 8}) p (1 + 32p^2)) \quad (1)$$

이때, RTT 는 전송된 TCP 패킷이

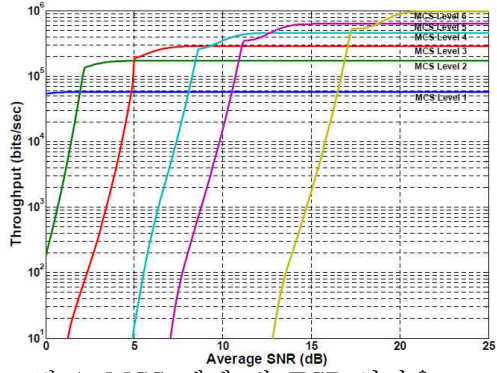


그림 1. MCS 레벨 별 TCP 처리율

ACK(Acknowledgement)를 수신하기까지 시간을 나타내며, n_s 는 하나의 ACK를 통해 수신확인되는 TCP 패킷의 수, p 는 TCP 패킷 오류율을 나타낸다. 각 다계층 재전송방식마다 p 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$p = 1 - (1 - P_{drop})^{N_s} \quad (2)$$

$$P_{dropHARQ} = \overline{PER}_{HARQ}^{(N_{tHARQ})} \quad (3)$$

$$P_{dropARQ} = \overline{FER}_{ARQ}^{N_{tARQ}} \quad (4)$$

이때, N_s 는 TCP 패킷을 구성하는 HARQ 패킷 또는 MAC 프레임을 나타낸다. 각 다계층 재전송방식에서 P_{drop} 은 수식 (3)과 (4)를 통해 구할 수 있다. N_{tHARQ} 와 N_{tARQ} 는 각 다계층 재전송방식에서 최대 전송횟수를 나타낸다.

III. 성능평가

제안하는 방식과 기존 방식의 성능 비교를 위한 전송계층에서의 처리율 성능을 제시한다. 그림 2는 전송계층에서 각 다계층 재전송방식의 처리율 성능을 나타낸 것이다. 제안하는 방식은 기존 방식과 비교하여 TCP 처리율 성능을 향상시키는 것을 확인할 수 있다. 특히 HARQ와 AMC를 결합한 다계층 재전송방식에서는 SNR이 낮을 때, TCP 처리율이 크게 향상되는 것을 확인할 수 있으며, ARQ와 AMC를 결합한 다계층 재전송방식에서는 SNR이 증가할수록 TCP 처리율 성능이 향상되었다. 이를 통해, 제안하는 MCS 레벨 선택 기법이 다계층 재전송방식의 TCP 처리율 성능을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 사용자의 체감 성능을 향상시키기 위해 다계층 재전송방식의 전송계층 처리율 성능을 향

분석 환경	설정
다계층 재전송방식	HARQ + AMC ARQ + AMC
변조기법	BPSK(1/2), QPSK(1/2, 3/4), 16QAM(9/16, 3/4), 64QAM(3/4)
무선접속시스템모델	LTE

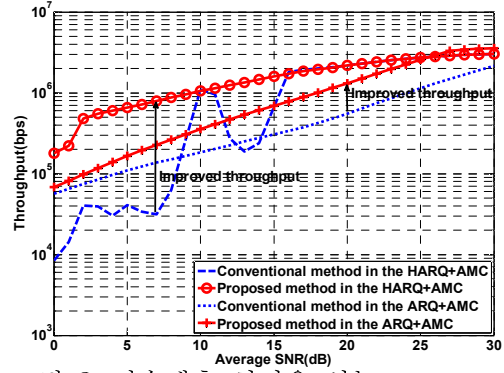


그림 2. 전송계층 처리율 성능

상시키기 위한 MCS 레벨 선택 기법을 제안하였다. 기존 방식은 타겟 PER을 만족하도록 MCS 레벨을 선택하여, 타겟 PER 내에서 전송되는 패킷의 PER이 증가하여 사용자의 체감 성능을 감소시킬 수 있다. 제안하는 방식은 MCS 레벨 선택을 위해 TCP 처리율 성능을 사용한다. 성능평가 결과 제안하는 방식은 기존 다계층 재전송방식과 비교하여 처리율 성능을 향상시켰다. 이를 통해 제안하는 방식이 사용자의 체감 성능을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

Acknowledgement

“이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2014R1A2A2A01002321).”

참고문헌

- [1] Q. Liu, S. Zhou, and G. Giannakis, “Cross-layer Combining of Adaptive Modulation and Coding with Truncated ARQ over Wireless Links,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol.3, no. 5, pp. 1746-1755, Sep. 2004.
- [2] D. Wu and S. Ci, “Cross-layer Combination of Hybrid ARQ and Adaptive Modulation and Coding for QoS Provisioning in Wireless Data Networks,” in *Proc. IEEE/ACM Qshine'06*, vol.3, Aug. 2006.
- [3] Q. Liu, S. Zhou, and G. Giannakis, “Queueing with Adaptive Modulation and Coding over Wireless Links: Cross-layer Analysis and Design,” *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, vol. 4, no. 3, pp. 1142-1153, May 2005.
- [4] J. Padhye, V. Firoiu, D. Towsley, and J. Kurose, “Modeling TCP Reno Performance: A Simple Model and its Empirical Validation,” *IEEE/ACM Trans. Networking*, vol. 8, no.2, pp. 133-145. Apr. 2000.