

# 무선통신시스템의 종단간 성능 향상을 위한 MCS 레벨 선택 기법

## MCS Level Selection Method for Improving End-to-End Performance of Wireless Communication System

고 광 춘\*, 김 재 현\*\*  
 Kwang-Chun Go, Jae-Hyun Kim

### Abstract

This paper proposes the modified MCS(Modulation and coding scheme) level selection method for improving end-to-end performance of wireless communication system. The conventional MCS level selection scheme adapts the target PER(Packet error rate) to improve the spectral efficiency at the expense of the average packet error rate when a packet is retransmitted. But, the conventional MCS level selection scheme can not optimize the end-to-end performance of wireless communication system, because this scheme does not consider the end-to-end performance for MCS level selection. For this reason, we proposes the modified MCS level selection method while referring th the end-to end performance of wireless communication system.

**Keywords** : AMC, Retransmission, Cross-layer, End-to-end performance

### I. 서 론

무선이동통신을 이용하는 사용자가 증가함에 따라 사용자에게 제공되는 서비스의 종류가 다양해지고 있다. 이와 함께 사용자의 서비스 품질 요구사항도 점차 높아지고 있다. 하지만 무선 환경에서는 페이딩, 잡음과 같은 원인에 의해 채널 감쇄가 발생할 수 있으며, 이로 인한 데이터의 전송 속도와 전송 신뢰성이 감소하여 사용자의 요구사항을 충족시키지 못할 수 있다. 따라서 무선채널에서의 전송 속도 및 전송 신뢰성 향상은 중요한 연구 이슈로 다뤄져 왔다.

무선채널에서의 전송 속도와 전송 신뢰성 향상을 위해 제안된 방식 중 재전송 방식과 AMC(Adaptive modulation coding) 기법을 결합한 다 계층 재전송 방식이 있다[1][2]. 다 계층 재전송 방식은 무선채널의 상태에 따라 MCS 레벨을 바꿔주어 데이터를 전송하는 방식이다. 다 계층 재전송 방식에서는 타깃 PER을 최대한 만족시키도록 MCS 레벨을 선택하여 MAC(Medium access control) 계층에서의 전송 속도 및 전송 신뢰성 향상시켰다. 하지만 기존의 방식은 여러 개의 MAC 프레임으로 구성된 TCP 패킷의 PER을 증가시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 다 계층 재전송 방식을 사용하는 무선통신시스템의 종단간 TCP 계층의 처리를 성능을 향상시키기 위해 개선된 MCS 레벨 선택 기법을 제안한다.

### II. 시스템 모델

본 논문에서는 그림 1과 같은 시스템 계층 모델을 사용한다. 단말과 기지국간 재전송 방식으로는 HARQ type II와 AMC가 결합된 방식과 ARQ와 AMC가 결합된 다 계층 재전송 방식을 고려하였다. 또한 단말과 서버간의 재전송 방식으로는 TCP Reno가 사용되는 것을 가정하였다. 무선채널모델은 Rayleigh 채널 모델을 사용하였으며, Rayleigh 채널에서의 SNR(Signal to noise ratio) 분포 확률은 수식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$p_r(\gamma) = \frac{1}{\bar{\gamma}} \exp\left(-\frac{\gamma}{\bar{\gamma}}\right), \quad (1)$$

여기서,  $\gamma$ 와  $\bar{\gamma}$ 는 수신측에서 측정된 SNR과 평균 SNR을 나타낸다.

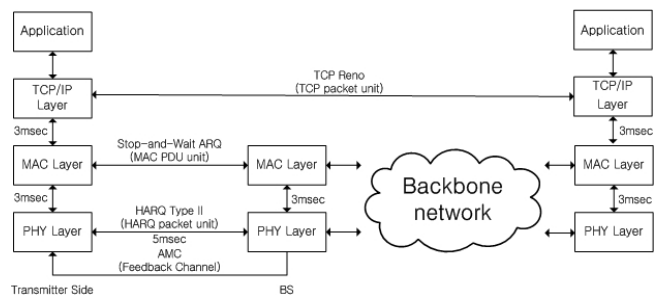


그림 1. 시스템 계층 구조  
 Fig. 1. Cross-layer structure of the system

### III. 제안하는 MCS 레벨 선택 기법

기존에 제안된 다 계층 재전송 방식 중 HARQ와 AMC가 결합된 경우, MCS 레벨을 선택하기 위해 타깃

접수일자 : 2011년 8월 5일  
 최종완료 : 2011년 8월 15일  
 \*고광춘 : 아주대학교 전자공학부  
 \*\*김재현 : 아주대학교 전자공학부  
 교신저자, E-mail : jkim@ajou.ac.kr

BER(Bit error rate)을 이용하며, 각 MCS 레벨이 선택되기 위한 SNR 최소값은 수식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$\gamma_n^{(i)} = \frac{1}{b_n} \ln \left( \frac{a_n}{BER_{target}^{(i)}} \right), \quad i = 1, 2, \dots, N_t \quad (2)$$

여기서  $\gamma_n^{(i)}$ 는  $i$ 번째 전송에서 MCS 레벨  $n$ 이 선택되기 위한 최소 SNR이다.  $a_n$ 과  $b_n$ 은 실제 측정값과 비교하여 얻어진 상수이다[3].

ARQ와 AMC가 결합된 방식에서는 수식 (3)을 통해 MCS 레벨을 선택할 수 있다.

$$\gamma_n^{(i)} = \frac{1}{g_n} \ln \left( \frac{a_n}{PER_{target}^{(i)}} \right), \quad (3)$$

여기서  $a_n, g_n$ 은 실 측정된 PER값을 통해 얻어진 상수이다[2].

제안하는 방식은 기존의 방식에 TCP 계층의 처리율을 추가적으로 고려하여 MCS 레벨을 선택하도록 한다. 각 MCS 레벨을 사용할 때 얻어지는 TCP 계층 처리율의 교차점을 MCS 레벨 선택 시 사용하도록 한다. 제안하는 방식에서는 MCS 레벨 선택 시, 패킷의 초기 전송에서는 기존의 방식과 동일하게 타깃 BER 값을 사용하며, 재전송 시에는 수식 (2)와 (3)에서 얻은  $\gamma_n^{(i)}$ 와 TCP 계층 처리율의 교차점에서의 SNR 값을 비교하여 작은 값을 사용하도록 한다.

제안하는 방식에서 TCP 계층의 처리율은 수식 (4)를 사용하여 구하였다[4].

$$S \approx \frac{1}{RTT \sqrt{\frac{2bp}{3}} + T_o \min \left( 1, 3 \sqrt{\frac{3bp}{8}} \right) p(1+32p^2)}, \quad (4)$$

이때,  $S$ 는 TCP 계층에서의 처리율이며,  $b$ 는 중복승인을 사용할 때 하나의 ACK로 승인되는 패킷의 수이며,  $p$ 는 TCP 패킷 오류율,  $T_o$ 는 타임 아웃 시간을 나타낸다.

#### IV. 성능 평가

제안하는 방식의 성능평가를 위해 WiMAX 시스템을 기반으로 II장에서 소개한 시스템 모델을 사용하였다. 성능분석을 위한 파라미터는 [1], [2], [4]를 참고하였다.

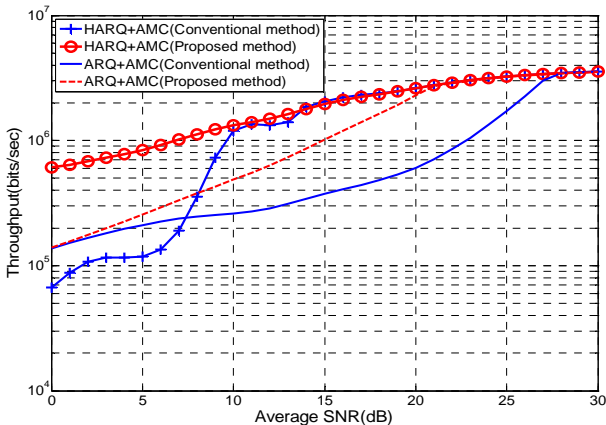


그림 2. TCP 계층 처리율  
Fig. 2. Throughput on TCP layer

그림 2는 기존의 방식과 제안하는 방식에서의 TCP 계

층 처리율 성능을 비교한 것이다. 위 결과를 통해 제안하는 방식을 사용할 경우 HARQ+AMC 방식에서는 최대 38%, ARQ+AMC 방식에서는 최대 28% 증가한 것을 확인할 수 있다.

#### VI. 결 론

본 논문에서는 다 계층 재전송 방식에서 TCP 계층의 처리율을 향상시키기 MCS 레벨 선택 기법을 제안하였다. 제안하는 방식은 MCS 레벨이 선택되는 기준 SNR 값을 조정하여 TCP 패킷의 전송 성공률과 TCP 처리율을 높일 수 있었다.

#### 감사의 글

“본 연구는 방송통신위원회의 차세대통신네트워크원천기술 개발사업의 연구결과로 수행되었음”  
(KCA-2011-09913-04003)

#### [참고 문헌]

- [1] D. Wu and S. Ci, “Cross-Layer Combination of Hybrid ARQ with Adaptive Modulation and Coding for QoS Provisioning in Wireless Data Networks,” in IEEE/ACMQShine’ 06, Waterloo, on, Canada, vol. 191, pp. 1-9, Aug. 2006.
- [2] Q. Liu, S. Zhou, and G. Giannakis, “Cross-Layer Combining of Adaptive Modulation and Coding with Truncated ARQ over Wireless Links,” IEEE Trans. Commun., vol. 3, pp. 1746-1755, Sep. 2004.
- [3] 3GPP TSG-RAN WG2 #58, “LTE Performance verification - U-plane and C-plane latencies”, R2-071810(2007-05).
- [4] J. Padhye, V. Firoiu, D. Towsley, and J. Kurose, “Modeling TCP Throughput: A Simple Model and its Empirical Validation,” in proceeding of ACM SIGCOMM 1988.



#### 고 광 춘

2007년 아주대학교 전자공학부 졸업  
2009년 아주대학교 전자공학과(공학석사)  
2010년~현재 아주대학교 박사과정  
<관심분야> 무선망 QoS, 위성통신 등  
<e-mail> light3754@ajou.ac.kr



#### 김 재 현

1996년 한양대학교 전산과 학사 및 석/박사 졸업  
1997년~1998년 미국 UCLA 전기전자과 박사 후 연수  
1998년~2003년 Bell Labs, Performance Modeling and QoS Management Group 연구원  
2003년~현재 아주대학교 전자공학부 부교수

<관심분야> 무선인터넷 QoS, MAC 프로토콜, IEEE 802.11/15/16/20 등  
<e-mail> jkim@ajou.ac.kr