

WLAN에서의 송신단 기반 전송률 적응기법

이선현^o 정광수

광운대학교 전자통신공학과

[sunlee^o@adams.kw.ac.kr](mailto:sunlee@adams.kw.ac.kr), kchung@kw.ac.krA Sender-oriented Automatic Rate Adaptation Scheme
in IEEE 802.11 WLANsSunhun Lee^o Kwangsue Chung

School of Electronics Engineering, Kwangwoon University, Korea

무선 채널의 상태는 채널 에러나, 간섭(Interference), 페이딩(Fading), 그리고 디바이스의 이동(Mobility) 등으로 인해 계속 변화하는 특성을 갖는다 다양한 채널 상태에서 서로 다른 변조 및 코딩 기법에 따른 비트에러율(BER, Bit Error Rate)의 관계를 통해 특정 무선 채널 환경에서 최적의 성능을 가지는 전송모드가 존재하는 것을 확인할 수 있지만 현재의 IEEE 802.11 표준에서는 PHY 계층이 가지는 복수의 전송모드를 효율적으로 사용하기 위한 알고리즘이나 프로토콜에 관한 내용이 명시되어 있지 않다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 무선 채널의 상태 변화를 감지하여 최적의 성능을 얻을 수 있도록 변조 및 코딩기법의 변화를 통해 전송모드를 조절하는 전송률 적응기법(Rate Adaptation)에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다 [1~3]. 무선랜에서 전송률 적응기법의 목적은 특정 무선 채널 환경에서 최적의 성능을 가질 것으로 기대되는 전송모드를 적절히 조절함으로써 무선랜의 대역폭 활용(Bandwidth Utilization)을 최대화하는 것에 있다.

무선랜에서의 전송률 적응기법에 관한 연구들은 통계적 수치기반의 방법과 신호 품질기반의 방법으로 구분할 수 있다. ARF(Automatic Rate Fallback)는 통계적 수치기반의 대표적인 예로 프레임의 전송 성공 여부와 타이머를 이용하여 전송모드를 순차적으로 조절하게 된다. ARF로 대표되는 통계적 수치기반 방법은 채널 상태를 단순히 “좋다” 혹은 “나쁘다”로 예측하므로 정량적인 상태 정보를 제공할 수 없으며 이러한 특성으로 인해 전송모드의 조절이 인접한 단계로 한 단계씩 순차적으로 이루어지게 된다. 따라서 채널 상태 변화가 클 경우, 적절한 전송모드로 조절하는 시간이 오래 걸린다는 근본적인 한계를 가지며 이로 인해 무선 채널의 전체 throughput을 저하시킨다는 문제점을 갖는다. 하지만 디바이스 구현 측면에 있어서, 비교적 쉽게 구현할 수 있다는 장점을 가진다. RBAR(Receiver-Based Auto-Rate)는 신호 품질기반의 대표적인 예로 프레임을 전송하는 시점에서 현재 무선 채널의 상태를 SNR(Signal to Noise Ratio)로 측정하고 측정된 SNR에서 가장 높은 성능을 가질 것으로 기대되는 전송모드를 결정해서 전송하게 된다. RBAR와 같은 신호 품질기반의 기법은 무선 채널 상태 변화에 빠르게 반응한다는 확실한 장점을 갖지만 채널 상태 판단의 기준이 되는 SNR 값의 신뢰성에 대한 불확실성과 저가의 보급형 디바이스에서는 일반적으로 SNR 정보까지 제공하지 않는다는 구현 측면에서의 문제점을 갖는다. 또한 기존 IEEE 802.11 표준 프레임 포맷과의 비호환성이라는 문제점을 갖는다.

본 논문에서는 BSS 모드의 무선랜 환경을 위한 새로운 전송률 적응기법인 SARA(Sender-oriented Automatic Rate Adaptation) 기법을 제안한다. 제안하는 SARA 기법은 SNR 정보의 한계를 개선하기 위하여 일반적인 무선랜 디바이스의 PHY 계층에서 제공하는 SSI 값을 사용한다. 그리고 수신단에서 측정된 채널 정보를 송신단에 전달하는 과정에서 발생하는 문제점을 개선하기 위해 AP로부터 송신단에 전송되는 프레임으로부터 측정된 SSI 값을 기반으로 현재 무선 채널의 상태를 예측하고 적절한 전송모드를 결정하게 된다. BSS 모드에서 각각의 데이터 프레임을 전송하기 전에 RTS/CTS 교환으로 발생하는 대역폭의 낭비를 해결하기 위해서 제안하는 기법에서는 첫 번째 데이터 프레임 전송에서 손실이 발

생한 경우에만 선택적으로 RTS/CTS 교환을 사용하게 된다.

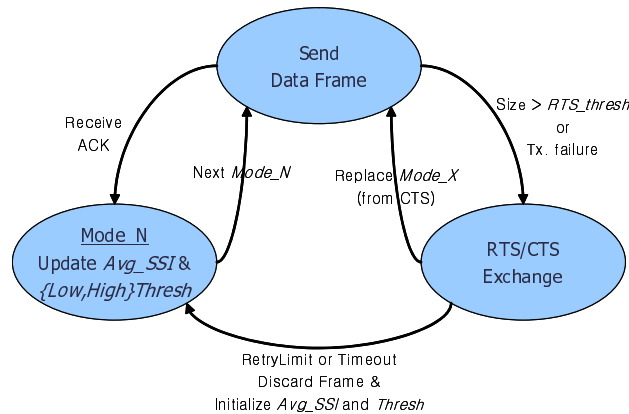


그림 1. SARA 기법의 동작 메커니즘

상위 계층으로부터 전달된 데이터 프레임은 선택된 전송모드를 통해 RTS/CTS 교환없이 전송된다. 데이터 프레임 전송이 성공할 경우 AP로부터 ACK 프레임을 수신할 때 측정된 SSI를 기준으로 다음 데이터 프레임의 전송모드 ($Mode_N$)를 결정한다. 또한 현재의 전송모드에 대한 무선 채널 상태의 동작 가능범위를 갱신하기 위해서 해당 전송모드 ($Mode_N$)의 평균 SSI 및 SSI Threshold를 갱신한다. 즉, 데이터 전송이 성공할 경우 해당 전송모드가 동작 가능한 범위를 재계산함으로써 해당 전송모드의 동작 가능범위가 무선 채널 환경의 상태 변화에 적응적으로 설정된다. 데이터 프레임의 크기가 RTS Threshold보다 크거나 첫 번째 데이터 프레임 전송이 실패할 경우, SARA 기법은 RTS/CTS 교환을 인위적으로 수행하여 데이터 프레임을 안정적으로 전달하게 된다.

NS-2를 이용한 시뮬레이션을 통해 제안하는 SARA 기법의 성능을 기존 전송률 적응기법과 비교하였다. 우선적으로 송신단에서 측정된 SSI 정보와 수신단에서 측정된 SSI 정보의 유사성을 검증하였으며 그 결과로, 수신단에서 측정된 SSI와 송신단에서 측정된 SSI의 패턴이 거의 유사하며 그 편차는 ± 0.5 이하로 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 기존의 전송률 적응기법인 ARF와 RBAR와의 성능 비교를 위해, BSS 모드에서 노드를 이동시키면서 무선 채널 상태에 변화를 주었고 이 때 각 기법의 채널 상태 변화에 대한 반응성, 안정적인 데이터 전송 능력 및 전체 throughput 등을 비교하여 표 1에 정리하였다. 성능 비교를 통해 제안하는 SARA 기법이 채널 상태 변화에 빠르게 반응하여 전송모드를 결정하고 RTS/CTS 교환을 선택적으로 사용함으로써 기존의 RBAR나 ARF 기법들에 비해 향상된 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

표 1. 성능 비교 결과

	RBAR	ARF	SARA
전제 전송된 프레임 수	17,306	17,292	21,830
재전송된 프레임 수	215	1,203	667
폐기된 프레임 수	0	5	0
평균 throughput	2.77 Mbps	2.76 Mbps	3.49 Mbps

* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학IT연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음.

[1] A. Kamerman and L. Monteban, "WaveLAN-II: a high-performance wireless LAN for the unlicensed band," *Bell Labs Technical Journal*, vol.2, no.3, pp.118-133, Aug. 1997.
 [2] G. Holland, N. Vaidya, and P. Bahl, "A rate-adaptive MAC protocol for multi-hop wireless networks," *ACM MOBICOM 2001*, pp.236-250, Jul. 2001.
 [3] J. Kim, S. Kim, S. Choi, and D. Qiao, "CARA: collision-aware rate adaptation for IEEE 802.11 WLANs," *IEEE INFOCOM*, 2006.