

OFDMA 환경에서 실시간 서비스 품질을 제공하기 위한 스케줄링 기법

박정식, 조호신

경북대학교

jsix79@ee.knu.ac.kr, hscho@ee.knu.ac.kr

A Scheduling Strategy to Support Real-Time Services in OFDMA Systems

Jeong-Sik Park, Ho-Shin Cho

Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)환경에서 트래픽의 실시간성을 보장하기 위한 수학적 모델을 제시한다. 수학적 모델은 각 사용자의 패킷에 서비스별 전송시까지 허용되는 시간 지연 값인 T_{TFT} (Time for transmission)를 새롭게 정의하여 도출한다. 또한 수학적 모델에 맞는 QGS(QoS Guaranteed Scheduling)방식을 제안한다. QGS 방식은 실시간 서비스 품질 제공을 위한 전송해야 할 패킷(Packet)의 크기가 큰 값부터 자원 할당을 하는 QGS_Max 방식과 그 반대 경우의 QGS_Min 방식으로 구분된다. 데이터 전송률(Throughput), 공정성(Fairness), 채널 활용도(Channel Utilization Rate), 그리고 패킷 손실률(Packet Loss Probability)측면에서 Round Robin 방식과 제안하는 두 가지 QGS_Max 방식과 QGS_Min 방식의 성능을 비교 분석한다. 채널 활용도 측면에서는 QGS_Max 방식이 QGS_Min 방식보다 좋은 성능을 나타내었지만 공정성 측면에 있어서는 QGS_Min 방식이 더 우수하였다.

I. 서 론

한국형 휴대 인터넷 시스템인 와이브로(Wibro)를 비롯한 세계적 기술 표준인 IEEE 802.16과 3GPP의 LTE(Long Term Evolution)에서 변조 및 복조 방식으로 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 신호 전송 방식을 채택하고 있다. 특히 무선자원의 효율적 사용 및 주파수 선택적 페이딩에 대한 강인성으로 인해 OFDM에 근간을 둔 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 다중 접속 방식은 상거 열거한 시스템은 물론 IEEE 802.20 MBWA(Mobile Broadband Wireless Access)에서도 표준으로 채택되어 차세대 이동 통신 기술의 핵심적인 기능을 수행할 것으로 보인다.

지금까지 무선 통신 환경에서의 한정된 자원의 효율적인 사용을 위해서 여러 종류의 링크 적응화(Link adaptation) 기법을 비롯한 무선 자원 관리 기법이 연구되었고 사용자간 공정성 및 QoS(Quality of Service) 보장을 위한 스케줄링(Scheduling) 방식이 중요한 문제로 연구 되어 왔다. 특히, 실시간 서비스에 대한 차별화된 QoS 제공은 무선 자원의 효율적 사용 및 사용자 공정성이라는 상충적인 과제와 결합되어 새로운 스케줄링 기법에 대한 필요성을 주고 있다.

기존의 연구된 OFDMA 환경에서의 스케줄링 방식에는 데이터 전송률과 공정성을 동시에 고려하는 FRS(Fair Resource Scheduling) 방식과 가장 좋은 채널 상태를 가진 사용자에게 다수의 부 반송파(Subcarrier)를 할당하는 BSA(Best Subcarrier Assignment) 방식 등이 있다[1]-[2]. 이 두 가지 방식 모두 전송하는 패킷 성격의 구분 없이 스케줄링 한 것이기 때문에 실시간 서비스에 대한 QoS를 보장하기 위해서는 일반 패킷(Non-Urgent Packet)보다는 긴급 패킷(Urgent Packet)에게 우선순위를 주어 자원을 할당하는 스케줄링 방식이 필요하다.

본 논문에서는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)환경에서 트래픽의 실시간성을 보장하기 위한 수학적 모델을 제시한다. 수학적 모델은 각 사용자의 패킷에 서비스별 전송시까지 허용되는 시간 지연 값인 T_{TFT} (Time for transmission)를 새롭게 정의하여 도출한다. 또한 수학적 모델에 맞는 QGS(QoS Guaranteed Scheduling)방식을 제안한다. QGS 방식은 실시간 서비스 품질 제공을 위한 전송해야 할 패킷(Packet)의 크기가 큰 값부터 자원 할당을 하는 QGS_Max 방식과 그 반대 경우의 QGS_Min 방식으로 구분된다. 데이터 전송률(Throughput), 공정성(Fairness), 채널 활용도(Channel Utilization Rate), 그리고 패킷 손실률(Packet Loss Probability)측면에서 Round Robin 방식과 제안하는 두 가지 QGS_Max 방식과 QGS_Min방식의 성능을 비교 분석한다. 채널 활용도 측면에서는 QGS_Max 방식이 QGS_Min방식보다 좋은 성능을 나타내었지만 공정성 측면에 있어서는 QGS_Min 방식이 더 우수하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II절에서는 본 논문에서 고려하는 OFDMA 시스템의 채널 구조를 설명하고 III절에서 QGS 스케줄링 알고리즘의 수학적 배경을 설명한다. IV절에서는 본 논문에서 제안하는 QGS_Max, QGS_Min 방식의 알고리즘을 설명하고 이를 바탕으로 V절에서는 Round Robin 방식과 QGS 방식의 성능을 시뮬레이션 결과로 살펴본다. 마지막으로 VI절에서는 결론을 내린다.

II. 채널 구조

그림 1은 본 논문에서 다루는 OFDMA 시스템의 채널 구조를 나타낸다. 스케줄링은 매 TTI마다 이뤄진다고 가정한다. 기본 채널 단위는 한 개의 TTI에 해당하는 K 개의 OFDM 심볼(Symbol)시간과 부반송파 L 개로 이루어진 2차원적인 형태이고 $M(K \times L)$ 개의 OFDM 심볼들로 이루어져