

OFDMA 시스템에서 자원관리 방안

이종찬* · 박상준* · 신성윤*

*국립군산대학교

Resource Management for OFDMA Systems

Jongchan Lee* · Sangjoon Park* · Sungyun Sin*

*Kunsan National University

E-mail : chan2000@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문은 다중 셀 OFDMA 시스템에서 효율적인 부채널 할당에 근거하여 QoS를 보장하는 방법을 제안한다. 논문의 목적은 이동 멀티미디어 서비스의 QoS 요구사항을 만족시키면서 시스템 성능을 극대화하는 것이다. 특히 지연 및 손실에 의해 서비스 지속성에 악영향을 야기할 가능성이 있으므로 다양한 이동 멀티미디어 서비스의 QoS 요구사항을 유지하기 위하여 핸드오버를 위한 자원 관리 방안이 필요하다.

ABSTRACT

This paper supposes an QoS supporting method based on an efficient subchannel allocation in OFDMA systems. The objective of this paper is to maximize the system throughput while satisfying QoS requirements of mobile multimedia services, comprising real-time and non-real-time services. The resource management for handover are necessary to maintain the QoS requirements of different multimedia applications because the service continuity may be defected by some delay and information loss.

키워드

OFDMA, 부채널, QoS, 핸드오버

1. 서 론

OFDMA는 각 사용자에게 요구하는 전송속도에 따라 부채널(subchannel)의 개수를 다르게 할당함으로써 자원 분배를 효율적으로 할 수 있으며, 주파수마다 채널상황이 다르기 때문에 부채널의 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; 이하 SNR)에 따라 서로 다른 변조방식을 사용하여 채널 용량을 최적화 할 수 있다. 또한 사용자의 데이터 전송률이나 채널 환경에 따라 각각의 사용자에게 대용량의 데이터를 부반송파로 분할 전송하거나 할당된 부반송파를 증감시킴으로서 이동 멀티미디어 서비스(mobile multimedia service; 이하 MMS)를 요구하는 사용자에게 서로 다른 서비스의 질(Quality of Service; QoS)를 제공할 수

있다[1].

이와 같은 무선자원관리는 망 성능과의 깊은 연관성 때문에 이동통신시스템에서는 매우 중요한 역할을 차지한다. 특히 허용 대역폭에 따라 미리 정해진 개수의 부채널을 보유한 기지국은 일정시간 단위로 사용자의 요구 MMS에 부채널의 할당과 해제를 반복적으로 수행한다. 특히 인터넷 서비스를 기본으로 이루어지는 패킷 기반의 MMS는 자원의 한계나 성능, 용량, 효율 등이 서로 다르며 이를 이동단말기(mobile terminal; 이하 MT)에서 지원 가능해야 한다. 마찬가지로 패킷 서비스를 지원하기 위한 MT도 다양한 MMS를 동시에 수용할 수 있어야 하고, 동시에 수용되는 MMS는 서로 다른 무선 자원의 조건을 요구하므로 적응적 자원관리가 요구된다[2].

II. 기존 연구

IEEE 802.20에서는 동일 부채널 간섭 문제를 해결하기 위하여 FFR(Fractional Frequency Reuse) 기법을 제안하고 있다. 셀 간 간섭으로 인해 수신 성능이 저하된 셀 가장자리에 위치한 사용자의 수신 성능을 개선하기 위한 주파수 재사용 방법으로서 MT의 위치에 따라 주파수 재사용률을 다르게 적용함으로써 시스템 성능을 향상시킨다. 3GPP LTE에서는 FFR보다 더 높은 성능을 얻기 위하여 셀을 2영역으로 나누어 안쪽 영역에서는 모든 주파수 자원을 사용할 수 있는 SFR(Soft Frequency Reuse)[3-4] 방식을 제안하였다. 그러나 두 방식은 전체 주파수를 모두 사용하지 않음으로 인한 용량의 감소가 발생하고, 사용자 분포의 불균형이 발생하면 자원의 부족 또는 자원이 잉여 현상으로 인하여 시스템 성능 저하의 주요 원인이 된다. Yanhui 등은 QoS 요건에 따른 무선 자원 배분의 공정성을 유지하면서도 총 전송률을 극대화하기 위한 자원할당 및 스케줄링 방안을 제안하였다[5]. 이 방안은 무선 자원 배분의 공정성에 중점을 두었지만 각 서비스의 고유 특성에 따른 효율적 자원할당의 필요성을 간과하였다. 결과적으로 실시간-비실시간 서비스의 발생 비율의 변동이 클 경우에는 수용 가능한 사용자 수의 변동이 커지므로, 서비스의 안정성이 요구되는 실제 상용 시스템에 적용하기에는 적합하지 않다.

III. 제안 방법

사용자의 서비스 요구가 기지국에 수신되면 사용자의 연결 요구에 대한 수락 제어, 무선 자원의 할당과 망 자원의 예약 및 설정을 수행하고, 이후 서비스 수행 중에 핸드오버가 발생하면 상기의 과정을 반복적으로 수행하여 수락을 받음으로서 연속적인 서비스를 수행한다. 수락 제어, 자원 할당 및 핸드오버 시에 각 기지국에 할당된 부채널의 사용자 점유 우선순위를 결정하기 위하여 본 연구에서는 2개의 결정 파라미터를 사용한다.

① 사용자의 서비스 클래스

② 사용자의 세션의 형태

본 연구에서는 MMS의 특성에 따라, 사용자 요구 서비스의 데이터 클래스 구조를 정의하기 위하여 MMS를 4개의 클래스- LL, LM, ML, MM로 분류한다. LL(Less Delay, Less Loss)은 지연에 민감하며 손실에도 취약한 특성을 갖는 실시간성 MMS를 나타낸다. LM(Less Delay, More Loss)은 지연에 민감하나 손실에 대해서는 덜 취약한 특성을 갖는 실시간 MMS 형태를 나타내고, ML(More Delay, Less Loss)은 지연에 덜 민감하나 손실에는 취약한 특성을 갖는 비실시간 MMS를 의미하고, MM(More Delay, More Loss)은 지

연에 민감하지 않고 손실에도 덜 취약한 특성을 갖는 서비스 형태를 나타낸다.

셀 내의 사용 가능 부채널 및 SNR과 같이 부채널의 현재 신호 상태에 관한 정보만을 사용하여 최적의 부채널을 결정한다면, 인접 셀의 동일 부채널에 허용 할 수 없는 간섭을 줄 수 있다. 즉 부채널 할당의 범위가 자신의 셀에만 한정되므로 가용자원이 부족하거나 동일 부채널 간섭이 기준치를 초과할 경우 지연 및 데이터 손실이 반복적으로 발생한다. 또한 부채널이 불규칙적으로 사용되고 전체적으로 주파수 사용효율이 감소할 가능성이 있다. 만약 사용자가 부채널 할당에 성공하더라도 인접 셀에서 동일 부채널을 사용하고 있는 사용자에게 간섭을 발생시키므로, 이는 사용자의 강제종료의 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 자신의 셀 상태에 의존하여 최적의 부채널을 결정하는 SNR 지수의 보정 가중치로서의 역할을 수행하는 가중치 지수를 제안한다. 이 또한 6등급으로 분류되며, 등급이 높을수록 동일 부채널 간섭 수준이 낮음을 의미한다. 이를 통하여 자신의 셀에만 최적의 부채널 할당에 의하여 발생하는 동일 부채널 간섭으로부터 재사용 클러스터 내의 용량을 최대로 유지할 수 있게 한다.

본 연구에서는 부채널 우선순위를 결정하기 위하여 가중 평균 개념(center weighted average)을 도입한다. 이를 위하여 g_{ij} 를 식 (1)과 같이 퍼지수 근사공식으로 정의한다.

$$g_{ij} = (o_{ij}, p_{ij}, q_{ij}, r_{ij}) \quad (1)$$

6 등급으로 분류되는 동일 부채널 간섭에 대한 가중치를 식 (2)와 같이 퍼지수로 정의한다.

$$W_j = (w_j, x_j, y_j, z_j) \quad (2)$$

중앙 가중 평균을 사용하여 우선순위 지수를 식 (3)과 같이 산출한다.

$$A_i \cong (A_{i1}, A_{i2}, A_{i3}, A_{i4}) \quad (3)$$

여기서,

$$A_{i1} = \sum_{j=N}^I \frac{o_{ij} \cdot w_j}{w_j}, \quad A_{i2} = \sum_{j=N}^I \frac{p_{ij} \cdot x_j}{x_j},$$

$$A_{i3} = \sum_{j=N}^I \frac{q_{ij} \cdot y_j}{y_j}, \quad A_{i4} = \sum_{j=N}^I \frac{r_{ij} \cdot z_j}{z_j} \text{이다.}$$

본 연구에서는 부채널을 순위화하기 위하여 GMV(generalized mean value)[9]를 사용한다. 우선순위 $m(A_i)$ 에 대한 GMV를 구하는 식은 식 (4)와 같다. $m(A_i)$ 이 크면 클수록 최적의 부채널이 된다.

$$m(A_i) = \frac{(A_{i3} + A_{i4})^2 - (A_{i1} + A_{i2})^2 + A_{i1} \cdot A_{i2} - A_{i3} \cdot A_{i4}}{3 \cdot [(A_{i3} + A_{i4}) - (A_{i1} + A_{i2})]} \quad (4)$$

IV. 결 론

본 논문에서는 OFDMA 시스템에서 모바일 멀티미디어 서비스를 위한 다단계 우선순위 기반의 부채널 할당 방안을 제안하였다. 사용자의 부채널 점유 우선순위를 결정한 후, 사용자별로 각 부채널의 등급 및 가중치를 이용하여 부채널 우선순위 지수를 결정하고 사용자 순서대로 우선순위 지수가 높은 부채널의 수를 할당한다. 이를 통하여 사용자 수용용량 증가 및 데이터 처리량을 증가시킬 수 있었다.

참고문헌

- [1] I-Kang Fu, Yih-Shen Chen, "Multicarrier Technology for 4G WiMAX System," WiMAX/LTE Update, IEEE Communications Magazine, August 2010.
- [2] W. Dang, M. Tao, H. Mu, and J. Huang, "Subcarrier-pair-based resource allocation for cooperative multirelay OFDM systems," IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 9, no. 5, pp. 1640 - 1649, May 2010.
- [3] A. Kakhbod and D. Teneketzis, "Power allocation and spectrum sharing in multi-user, multi-channel systems with strategic users," IEEE Trans. Automatic Control, no. 99, 2012.
- [4] N. Ksairi, P. Bianchi, P. Ciblat, and W. Hachem, "Resource allocation for downlink cellular OFDMA systems—part I: optimal allocation," IEEE Trans. Signal Process., vol. 58, no. 2, pp. 720 - 734, Feb. 2010.
- [5] Yongho Kim, Inuk Jung, "Advanced Handover Schemes in IMT-Advanced Systems," WiMAX/LTE Update, IEEE Communications Magazine, August 2010.