

3세대 이동통신 시스템에서의 Simulcasting을 위한 Dynamic Cell Grouping*

성창섭** · 임현철** · 홍정만** · 이정섭** · 이익선**

** 한국과학기술원 산업공학과

Abstract

무선 통신에 대한 수요가 급격히 증가함에 따라 주파수 재사용에 의한 용량 증가와 단말기의 전력 소모를 줄이기 위한 저전력 무선 통신 기술의 개발이 필요하다. 이로 인해 마이크로셀 시스템과 피코셀 시스템의 설계 및 운영에 대한 연구가 강조되고 있다. 하지만 셀의 크기가 작아짐에 따라 마이크로셀, 피코셀에서의 트래픽 밀도 변화가 매크로셀에서 보다 매우 크게 될 것으로 예상 된다. 이러한 급작스러운 트래픽의 변화는 핸드오프의 빈번함을 나타내며, 이것은 기지국 중앙 처리 시스템(mBSC)에 부담을 주어 시스템의 복잡성을 가중시키고 심한 경우 시스템의 마비 현상까지 가져올 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 제시되고 있는 방법이 group simulcasting이다. Group simulcasting은 많은 셀들을 여러 개의 그룹으로 묶어 같은 그룹 내에는 동일 정보를 동시 전송(simulcasting)하는 방식이다. 즉, 동일한 무선 신호를 서로 다른 위치에 설치된 무선 송신기를 통해서 동시에 송신하는 것을 의미하는데, 같은 그룹 내에서의 두 마이크로셀간 이동시에는 핸드오프가 필요 없기 때문에 group simulcasting은 시스템의 핸드오프 발생 및 복잡성을 감소시키게 된다.

Group simulcasting에서 기지국 중앙처리 시스템(mBSC)안에는 그룹 서버들이 있어서 서로에게 할당된 주파수 대역을 사용하여 각 그룹에서 주고받는 신호들을 변/복조한다. 각 서버들은 또한 하나의 그룹에 속하는 셀들을 네트워크 제어기로 동적으로 변화시킬 수 있다. 이것은 programmable oscillator로 구현이 가능하며, 이로 인하여 자유로운 그룹 구성으로 트래픽 변화에 대한 대응이 용이하다 같은 그룹에 속한 기지국들은 같은 정보를 방사하는 분산된 안테나처럼 동시 전송 모드로 동작한다.

Group simulcasting에서 트래픽이 균일 분포일 경우의 각 그룹이 동일한 수의 셀을 포함하는 형태로 만들어질 수 있다. 트래픽이 불균일한 경우의 그룹 구성은 각 셀의 트래픽의 크기와 셀간 이동 트래픽을 고려하여 구성할 수 있다. 이러한 그룹의 구성은 교통체증이나 여러 가지 다른 긴급상황에 의

* 본 연구는 한국과학재단(KOSEF)서의 일부 지원으로 수행되고 있음.

한 트래픽 밀도의 변화에 따라 최적으로 재구성할 수 있다.

Group simulcasting은 트래픽의 변화에 따라 그룹을 어떻게 구성하는가에 따라 성능의 변화를 가져온다. 각 그룹에서의 셀의 수가 많아질수록 핸드오버 등에 따른 신호 트래픽의 변화가 줄어드는 반면 그룹 안에 속한 각 셀에서 사용할 수 있는 채널의 수는 줄어들게 된다. 반대로 그룹의 크기가 줄어들수록 셀당 사용 가능 채널의 수는 늘어나지만 핸드오버에 의한 트래픽의 크기는 늘어나게 된다. 또한 서로 다른 그룹에 속한 셀간의 이동 트래픽을 최소화할 수 있도록 그룹을 구성하는 것이 핸드오버에 의한 신호 트래픽을 최소화할 수 있는 방법이 된다. 이러한 이유로 이동통신 망에서 각 셀에서의 트래픽과 셀간 이동 트래픽을 고려한 최적의 그룹 구성이 중요한 문제가 된다.

그리고 traffic 발생율이 변화 할 때 이에 대응하기 위하여 regrouping을 할 경우에는 group을 변경하는 각 셀내에서 현재 사용중인 사용자들에게 group handover를 시켜야 한다. 이러한 group handover의 부담이 system에 부과되기 때문에, regrouping 시 변경되는 셀의 수를 최소로 하는 방향으로, grouping을 할 필요가 있게 된다.

본 연구에서는, 한마디로, $T+1$ 개의 multi-period에 대하여 각 period에 대한 각 cell 별 traffic 발생률이 주어졌을 때, period별로 최적의 grouping을 결정 방안을 모색하고자 한다. 이때, cell의 수와 group server의 수 및 용량은 주어졌다고 가정하고 있다. 그리고 비용으로는 각 cell별 handover 관련 비용과 각 그룹별 blocking cost와 grouping을 변화할 때 group을 이동하는 cell에 부여되는 regrouping cost 등을 고려하고 있다. 이러한 cell grouping 결정 문제는 0-1 Integer Programming Problem으로 표현되어 질 수 있는데 이 문제는 NP-hard문제로 알려져 있는 clustering 문제에 속한다. 본 연구에서는 이 문제의 해결을 위해서 일반적인 정수 계획 문제의 해결 방안으로 많이 사용되는 tabu search를 이용한 알고리즘을 제안하고 있다. 그리고 mlti-period라는 문제 특성 때문에 각 period 별로 문제를 decompose하여 접근하는 방안을 제안하고 있다.