

클러스터 이기종 셀룰러 네트워크를 위한 하이브리드 셀 접속 기법

박진배(연세대학교), 김종현(연세대학교), 이광훈(연세대학교) 김광순(연세대학교)

spacey2k@dcl.yonsei.ac.kr, jhkim@dcl.yonsei.ac.kr, gh11016@dcl.yonsei.ac.kr, \*ks.kim@yonsei.ac.kr

A hybrid cell-association scheme for clustered heterogeneous cellular networks

Park Jin Bae (Yonsei Univ.), Kim Jong Hyun(Yonsei Univ.), Lee Kwang Hoon(Yonsei Univ.), Kim Kwang

Soon(Yonsei Univ.)

요약

본 논문에서는 클러스터 이기종 셀룰러 네트워크에서 사용자들의 비례공평을 최대화하는 하이브리드 셀 접속 기법을 제안한다. 제안하는 하이브리드 방식은 매크로셀 단위의 사용자 접속 문제와 소형셀 클러스터내부의 사용자 접속 문제를 다루는 두 단계로 이루어져 있고, 이 두 단계 사이의 반복적인 최적화를 통해 셀 접속 문제를 해결한다. 모의 실험을 통해 제안하는 기법의 우수성을 확인한다.

I. 서론

폭발적으로 증가하는 무선 데이터 요구를 만족시키기 위해 기존 매크로셀 위에 소형셀들이 설치되고 있다. 특히 이들 소형셀들은 핫스팟과 같은 일정 지역에 집중적으로 설치될 수 있는데, 이러한 클러스터 이기종 셀룰러 네트워크 상황에서는 셀간 부하 균형 및 간섭 문제가 중요하다. 특히 LTE-A에서는 셀간 간섭 문제 해결을 위해 셀간 협력 전송 기법과 ABS (almost blank subframe)을 사용하여 매크로셀의 간섭을 효과적으로 줄일 수 있는 기법들이 채택되었다. 본 논문에서는 소형셀간 협력 전송 기법을 사용하는 클러스터 이기종 셀룰러 네트워크에서 사용자들의 비례공평을 최대화하는 하이브리드 셀 접속 및 ABS 비율 최적화기법을 제안한다.

II. 본론

만약 네트워크의 중앙 제어부(e.g. EPC-MME)가 각 클러스터에서 사용되는 스케줄링 정보 및 셀간 협력 전송 방식 등 모든 정보를 알 수 있다면, 중앙 제어부는 최적의 셀 접속 및 자원할당을 결정할 수 있으나, 이를 실현하기 위해서는 엄청난 신호 교환 및 계산복잡도가 필요하다 [1]. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 사용자간 네트워크 비례공평 메트릭 최대화를 위해 다음의 두 단계사이의 반복 알고리즘을 통한 하이브리드 셀 접속 방식을 제안한다. 첫 번째 단계에서는, 중앙 제어부가 각 클러스터에서 보고받은 전역 사용자 접속 변수에 대한 신뢰 영역 (trust region) [2] 정보와 공통으로 사용하는 추정 사용자별 전송률 공식을 위해 보고된 정보를 포함한 클러스터 상향 링크 메시지  $L_c$ 를 이용하여 매크로셀 단위의 셀 접속 및 ABS 비율 최적화를 수행하여, 전체 사용자들을 각 매크로셀 기지국과 각 클러스터로 매크로셀 단위 셀 접속을 수행하고, 해당 정보를 클러스터 하향링크 메시지  $\Psi_c$ 를 이용하여 각 클러스터로 보낸다. 두 번째 단계에서는 각 클러스터 제어부가 중앙 제어부로부터 받은 클러스터 하향링크 메시지에 기반하여 지역별 셀 접속 및 무선자원 최적화를 수행하고, 이로부터 다시 중앙 제어부와 공통으로 사용하는 추정 사용자별 전송률을 계산하기 위해 사용되는 다시 업데이트된 입력변수 정보와 이로부터 발생하는 매트릭상의 오차에 대해 해당 클러스터에 상응하는 사용자들의 전역 사용자 접속 변수 및 ABS ratio 변수에 대한 신뢰 구간 정보와 오차 기술기 정보를 계산하여 중앙 제어부로 다시 보고한다.

모의 실험을 위해 총 4가지의 클러스터 이기종 셀룰러 네트워크 상황을 고려하였다. 실험 1(실험 4)은  $1km^2$ 당 1개의 매크로 기지국과 8개의 클러스터, 각 클러스터는 반경 65m를 갖는 원형 모형으로 발생되어, 평균 10개의 소형셀 기지국들이 발생되도록 하였고, 사용자들은 평균 500명, 그리고 각 클러스터 내에서는 평균 100명의 사용자가 발생되도록 하였다. 실험

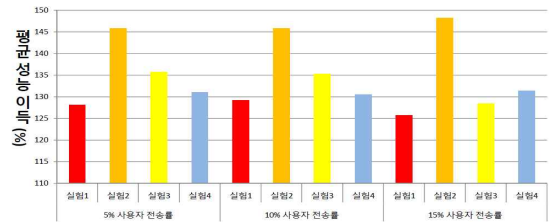


그림 1. 평균 전송률 성능 이득

2에서는 실험1과 비교하여 50% 더 많은 클러스터 당 소형셀을 발생시켰고, 실험 3에서는 실험1과 비교하여 50% 더 많은 클러스터를 발생시켰다. 실험 1,2,3에서는 각 클러스터별 최대 셀간 협력 전송 기지국 수는 {2,3,4}에서 무작위로 선택되고, 실험 4에서는 {1,5}에서 무작위로 선택되도록 하였다. 제안하는 하이브리드 방식의 성능을 알아보기 위해 셀간 협력을 고려하지 않고, 미리 정해진 셀간 협력을 사용하는 방식 대비, 제안하는 방식에 의해 얻은 사용자 평균 전송률의 하위 5%, 10%, 15%에서의 성능 이득값이 그림 1에서 도시되었다.

실험 1과 비교하여, 실험 2, 3, 4의 성능 이득이 더 높아지고 있는 것을 확인할 수 있는데, 이로부터 더 많은 소형셀이 설치될수록, 더 많은 클러스터가 설치될수록, 그리고 네트워크에 불확실성이 더 클수록 제안하는 스킴의 성능이득이 더 커진다는 것을 알 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 클러스터 이기종 셀룰러 네트워크를 위한 하이브리드 셀 접속 기법을 제안하였고, 모의실험을 통해 제안하는 방식의 우수성을 확인해 보았다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신·방송연구개발 사업[B0101-16-1367, 고성능, 고효율의 차세대 무선랜 무선전송 원천기술 개발]과 2014년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 (NRF-2014R1A2A2A01007254) 의 일환으로 수행하였음.

참고 문헌

[1] Q. Ye, B. Rong, M. Al-Shalash, C. Caramanis, and J. G. Andrews, "User association for load balancing in heterogeneous cellular networks," in IEEE Trans. on Wireless Commun., vol. 12, no. 6, pp. 2706-2716, June 2013.  
 [2] Y.-X. Yuan, "A review of trust region algorithms for optimization," in Proc. the fourth international congress on industrial and applied mathematics, pp. 271-282, 1999.