

이기종 셀룰러 네트워크에서 부하 균형을 위한 테셀레이션 기반 셀 편향 최적화 방식

박진배*, 김종현, 이광훈, 김광순
연세대학교 전자공학과

spacey2k@yonsei.ac.kr, jhkim@dcl.yonsei.ac.kr, ghl1016@dcl.yonsei.ac.kr, ks.kim@yonsei.ac.kr

1. 서론

폭발적으로 증가하고 있는 데이터 요구량을 만족시키기 위한 방법의 하나로 기존의 매크로셀에 저전력 소형셀들이 더불어 설치되고 있다. 이러한 이기종 셀룰러 네트워크에서의 셀간 부하 균형을 위해 LTE-A에서는 영역확장기법과 ABS (almost blank subframe) 기법을 채택하여, 더 많은 사용자들이 소형셀로 오프로딩될 수 있도록 하였다. 하지만, 셀 영역확장과 ABS 비율을 결정하기 위한 기존의 공동 사용자 접속 방식 [1], 셀별 편향값과 ABS 비율을 위한 전역최적화 방식 [2]은 기존 LTE-A의 네트워크 구성요소들을 많이 바꾸어야 하고, 복잡하다는 단점이 있다. 한편, 주어진 균일한 편향값에 대해 각 매크로별로 ABS 비율을 최적화하는 방법 [3]은 기존의 네트워크 구성요소들을 바꿀 필요가 없어, 실제 사용하기에는 적합하나, 균일한 편향값으로 인해 성능이 떨어진다. 본 논문에서는 기존의 네트워크 구성요소들을 바꾸지 않고, 네트워크 부하균형 향상을 위해, 테셀레이션 (tessellation) 기반의 셀 편향 최적화 방식을 제안한다.

2. 본론

제안하는 방식은 크게 (i) 네트워크 중앙처리기 (e.g. EPC-MME)가 사용자로부터 긴주기로 축적된 평균 신호대잡음비(SNR)를 사용하여 셀별 편향값을 계산하는 전역적 최적화 단계, (ii) 각 매크로셀이 ABS 비율과 해당 사용자들의 셀접속을 최적화하는 지역적 최적화 단계로 구성된다. 주어진 기지국 집합 \mathbf{B} 에 대해, 각 셀 영역들은 전체 커버리지 \mathbf{R} 를 위한 테셀레이션으로 볼 수 있으며, 제안하는 방법은 다음과 같이 주어진 \mathbf{B} 에 대해서, 각 시간별 사용자 위치에 대한 평균적으로 사용자간의 비례공평을 최대화시키는 테셀레이션을 얻는 것이다.

$$\mathbf{T}^*(\mathbf{B}) = \operatorname{argmax}_{\mathbf{T} \in \rho(\mathbf{R})} E \left[\sum_{\mathbf{u} \in \mathbf{U}(n)} \log \bar{R}_{\mathbf{u}}(\mathbf{T}) \mid \mathbf{B} \right], \quad (1)$$

여기서, $\rho(\mathbf{R})$ 은 \mathbf{R} 의 모든 가능한 파티션을, $\mathbf{U}(n)$ 은 n 번째 시간에 대한 사용자집합을, 그리고 $\bar{R}_{\mathbf{u}}(\mathbf{T})$ 는 주어진 \mathbf{T} 에 대해 사용자 \mathbf{u} 의 기대 전송률을 나타낸다. (1)를 효율적으로 풀기 위해 각 시간별 사용자집합에 대해 공동 사용자 접속 방식 [1]을 적용하여, 최적의 사용자 접속을 얻은 후 이에 상응하는 테셀레이션을 얻는다. 여러 시간에 대해 이들을 평균화하여 준최적 테셀레이션을 구하고, 이에 상응하는 셀별 편향값을 얻는다. 그 후에, 매크로셀별로 ABS 비율 및 사용자 접속을 최적화한다.

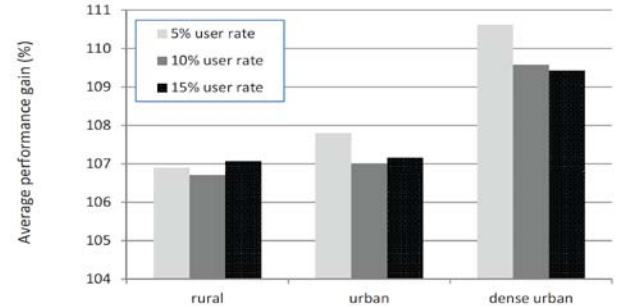


그림 1. 이기종 셀룰러 시스템에서 균일한 편향값을 사용하는 방식 대비 제안하는 방식의 평균성능이득

그림 1의 모의실험결과로부터, 이기종 셀룰러 네트워크의 기지국들이 점점 더 복잡하게 설치될수록, 제안하는 방식을 사용하여 셀들간의 부하 균형이 더 효과적으로 이루어져, 더 커다란 성능 이득을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 사용자간의 비례공평 최대화를 위한, 실용적인 테셀레이션 기반 셀 편향 최적화 방식을 제안하였다. 실험을 통해 제안하는 방식의 우수성을 확인하였다.

4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신 방송연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2014-0-00552, 고성능, 고효율의 차세대 무선랜 무선전송 원천기술 개발]

5. 참고 문헌

- [1] Q. Ye, M. Al-Shalash, C. Caramanis, and J. G. Andrews, "On/off macrocells and load balancing in heterogeneous cellular networks," in *Proc. IEEE Global Commun. Confer.*, pp. 3814-3819, Dec. 2013.
- [2] Q. Zhang, T. Yang, Y. Zhang, and Z. Feng, "Fairness guaranteed novel eICIC technology for capacity enhancement in multi-tier heterogeneous cellular networks," *EURASIP Journal on Wireless Commun. And Networking (2015) 2015:62*, pp. 1-12, Mar. 2015.
- [3] B. Soret and K.I. Pedersen, "Centralized and distributed solutions for fast muting adaptation in LTE-Advanced HetNets," *IEEE Trans. on Veh. Techn.*, vol. 64, no. 1, pp. 147-158, Jan. 2015.