

고정형 소형셀과 이동형 소형셀 환경에서의 핸드오버 성능분석

김진기*, 이성형*, 이충희*, 김재현*, 오성민**, 신재승**, 박애순**

아주대학교*, 한국전자통신연구원**

Analysis of Handover Performance for Fixed and Moving Small Cells Networks

Jin-Ki Kim^o, Sung-Hyung Lee, Choong-Hee Lee, Jae-Hyun Kim,

Sung-Min Oh, Jaesheung Shin, Ae-Soon Park

Ajou University, Electronics and Telecommunications Research Institute

{kjkcop,xaviersr,hedreams,jkim}@ajou.ac.kr, {smoh,sjs,aspark}@etri.re.kr

요 약

본 논문에서는 고정형 대비 이동형 소형셀의 오버헤드에 대해 분석한다. 네트워크에 기존에 있던 고정형 소형셀을 이동형 소형셀로 대체시켰을 때 발생하는 오버헤드를 사용자의 핸드오버 측면에서 분석하였다. 성능 분석을 위해 시뮬레이션을 진행하였고, 시뮬레이션 톨로는 OPNET 을 사용하였다. 성능 지표로 소형셀 수에 따른 단위시간당 핸드오버 횟수, 셀 평균 체류시간, 그리고 핑퐁 발생 횟수를 측정하였다. 분석 결과 고정형보다 이동형 소형셀에서 다수의 기지국을 접촉할 확률 증가로 인해 더 많은 핸드오버가 발생하여 제어 메시지 교환 및 일시적 링크 단절에 의한 성능 감소가 예상된다.

1. 서론

모바일 네트워크와 스마트 디바이스의 발달로 인해 사람들은 언제 어디서든 인터넷 접속이 가능해졌다. 그렇기 때문에 네트워크에서 발생하는 트래픽은 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 네트워크 장비업체인 Cisco에서는 2020년에 2010년 대비 약 1000배 많은 트래픽이 발생할 것으로 예상하였다[1]. 폭증하는 트래픽을 수용하기 위해 Qualcomm에서는 ‘The 1000x Data Challenge’를 제안하고 있다[2]. 이 문서에서는 더 많은 주파수 사용, 더 많은 소형셀 배치, 더 높은 네트워크 효율성과 같은 방안을 제시하고 있는데, 이 중 소형셀 밀도 증가가 네트워크 용량 증대에 가장 영향이 큰 것으로 분석되었다[3]. 이와 관련된 연구인 [4]에서는 소형셀이 증가하더라도 네트워크의 용량 증대 비율은 크지 않음을 보였고, 간섭 제어 기술을 사용했을 때, 네트워크 용량이 증가하는 결과를 보였다. 하지만 위 결과에서는 소형셀이 추가됨으로써 상위 계층에서 발생하는 오버헤드에 대한 분석과 기지국의 이동이 고려되어 있지 않다.

따라서 본 논문에서는 기존에 고려되지 않은 이동형 소형셀의 추가로 인해 발생하는 오버헤드를 핸드오버 측면에서 분석하였다. 소형셀의 개수가 증가함에 따라 발생하는 단위시간당 핸드오버 횟수와 셀의 평균 체류시간, 핑퐁 횟수를 측정해 고정형과 이동형 소형셀 중 어느 타입의 소형셀이 더 많은 오버헤드를 발생시키는지 확인하였다.

2. 시뮬레이션 환경

표 1. 시뮬레이션 환경

항목	수치	
	매크로 셀	소형셀
전송 전력	46dBm (40W)	30dBm (1W)
경로 감쇄 모델	ITU UMa	ITU UMi
안테나 높이	25m	2m
안테나 설정	2Tx 2Rx	2Tx 2Rx
안테나 이득	17dBi	5dBi
Shadowing	ITU UMa	ITU UMi
안테나 패턴	3D	2D 전방향
매크로 셀 개수	19	
매크로 셀의 섹터 수	3	
섹터 당 소형셀 개수	2/4/6/8/10	
전체 단말 개수	60	
단말의 속도	3km/h	
CRE offset	8dB	
캐리어 주파수	2.0GHz	
캐리어 대역폭	10MHz	

성능 분석을 위해 OPNET 시뮬레이터를 사용하였으며, 환경은 표1과 같다. 총 19개의 매크로 셀을 배치하였으며 매크로 셀은 3개의 섹터로 나누어져 있다. 단말은 매크로 셀 사이트 전체에 60개를 균등 분포하였으며 RWP (random way point) 방식으로 이동한다. 속도는 3km/h이다. 또한 매크로 셀과 단말과의 거리는 소형셀과 단말과의 거리보다 멀기 때문에 전파 전달경로 상에 건물이나 벽과 같은 장애물이 있을 확률이 높으므로 NLoS (Non Line Of Sight) 라고 가정하였다. 시뮬레이션 시나리오는 소형셀 증

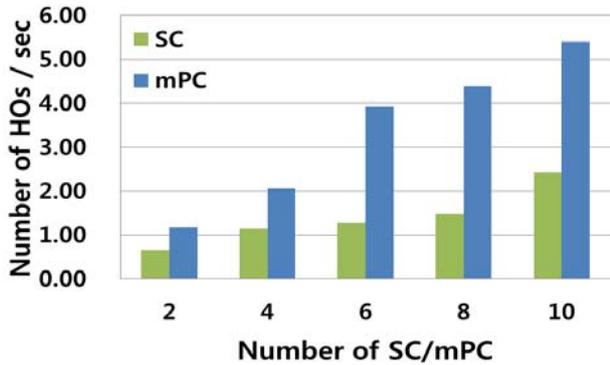


그림 1. 단위시간당 핸드오버 횟수

가에 따른 오버헤드를 확인하기 위해 섹터당 소형 셀의 개수를 2/4/6/8/10개로 증가시키면서 진행하였다. 매크로 셀의 안테나는 [5]에 나와있는 3D 안테나 모델을 적용하였고, 소형셀의 초기 위치는 섹터 및 셀의 경계에 주로 위치한다. 이동형 소형셀은 단말과 같이 RWP 방식에 3km/h의 속도로 이동한다.

3. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션을 통해 단위시간당 핸드오버 횟수, 셀 평균 체류 시간, 그리고 핑퐁 발생 횟수를 측정하였다. 이를 통해 고정형과 이동형 소형셀로 인해 발생하는 오버헤드를 비교해보았다. 그림 1은 소형셀 개수 증가에 따른 단위시간당 핸드오버 횟수를 나타낸다. 고정형과 이동형 소형셀 모두 소형셀이 증가함에 따라 핸드오버 횟수가 증가하며, 고정형보다 이동형에서 더 큰 폭으로 증가한다. 따라서, 소형셀이 이동할 때 핸드오버를 위한 제어 메시지 전송과 링크의 일시적 단절 빈도가 증가해서 네트워크의 성능감소가 예상된다. 이동형 소형셀에서 더 많은 핸드오버가 발생하는 원인을 알아보기 위해 셀 당 평균 체류시간과 핑퐁 발생 횟수를 측정하였다. 핑퐁은 다른 셀로 핸드오버 한 후 1초 이내에 다시 원래의 셀로 핸드오버 하는 경우를 측정하였다[6]. 그림 2에서 고정형 소형셀보다 이동형 소형셀의 평균 체류시간이 짧은 것을 확인할 수 있는데, 이는 더 많은 핸드오버가 발생한다는 의미이다. 이로 인한 제어 메시지가 전송되어야 하기 때문에 네트워크 성능이 감소할 것으로 예상된다. 그림 3에서는 고정형보다 이동형 소형셀에서 더 많은 핑퐁이 발생한 것을 확인할 수 있다. 결론적으로, 이동형 소형셀을 배치했을 때 단말이 다수의 기지국을 접촉하는 빈도가 증가해 잦은 핸드오버가 발생하고 이로 인한 오버헤드가 발생할 것임을 예상할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 고정형 소형셀과 이동형 소형셀이 네트워크에 추가 되었을 때, 어떤 형태의 소형셀이 더 많은 오버헤드를 발생시키는지 핸드오버 측면에서 분석하였다. 고정형보다는 이동형 소형셀에서 셀 평균 체류시간이 더 짧았으며, 더 많은 핑퐁 및 핸드오버가 발생하였다. 따라서, 이동형 소형셀에서 이를 지원하기 위한 제어 메시지 교환과 핸드오버 수행시 발생하는 연결의 일시적인 단절 등의 오버헤드는 고정형 소형셀만 있는 환경보다 이동형 소형셀 환경에서 극심할 것임을 쉽게 유추할 수 있다.

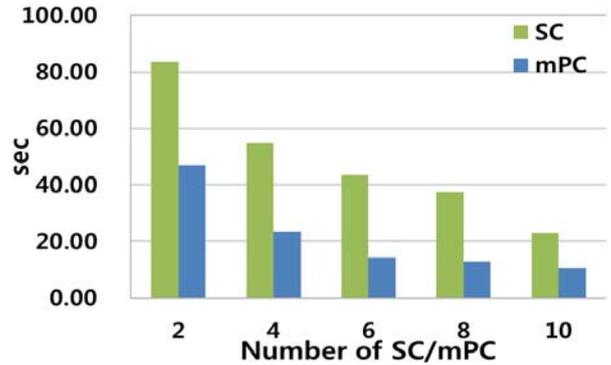


그림 2. 셀 평균 체류시간

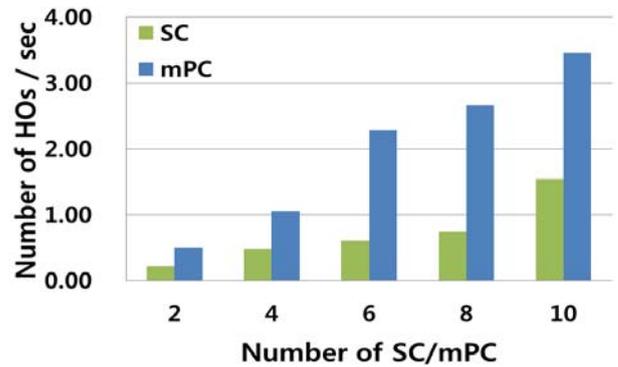


그림 3. 단위시간당 핑퐁 발생 횟수

드오버가 발생하였다. 따라서, 이동형 소형셀에서 이를 지원하기 위한 제어 메시지 교환과 핸드오버 수행시 발생하는 연결의 일시적인 단절 등의 오버헤드는 고정형 소형셀만 있는 환경보다 이동형 소형셀 환경에서 극심할 것임을 쉽게 유추할 수 있다.

Acknowledgment

본 연구는 미래부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음

5. 참고 문헌

- [1] Cisco, "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2012–2017," 2013. available at http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-520862.html.
- [2] Qualcomm, "The 1000x Data Challenge," <http://www.qualcomm.com/solutions/wireless-networks/technologies/1000x-data>
- [3] William Webb, *Wireless Communications : The Future*, Wiley.
- [4] Y. Wang et. al., "Performance Analysis of Enhanced Inter-cell Interference Coordination in LTE-Advanced Heterogeneous Networks," *IEEE VTC 2012*.
- [5] 3GPP TR 36.814; Further advancements for E-UTRA physical layer aspects.
- [6] 3GPP TR 36.839, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Mobility enhancements in heterogeneous networks (Release 11)", Dec. 2012.