

Handover 기반과 Non-Handover 기반의 Mobility Management 기법의 비교

Comparison of Mobility Management methods Handover based and Non-Handover based

우중재 *, 주형식**

Choong-Chae Woo*, Hyungsik Ju**

Abstract

In this paper, we analyze the effect of mobility management method to the data rate of moving users when pico-cell which uses the same frequency bandwidth as that of macro-cell is overlaid over macro-cell. From this analysis, we show that the data rate which is available to the moving user depends on the method of mobility management and relative location of the overlaid pico-cell over macro-cell in the network.

요약

본 논문에서는 macro-cell 위에 동일한 주파수를 쓰는 pico-cell이 overlay 되어 있는 환경에서, 움직이는 사용자에 대한 management 방법이 움직이는 사용자가 지원 받을 수 있는 data rate에 미치는 영향을 분석한다. 이러한 분석을 통해 mobility management 방식에 따른 움직이는 사용자가 지원받을 수 있는 data rate는 사용자와 pico-cell의 상대적 위치에 의존함을 확인하였다.

Key words : Data Rate, Handover, Non-Handover, Pico-Cell, Mobility management

1. 서론

차세대 무선 네트워크에서는 대용량의 멀티미디어

서비스에 대한 요구가 기하 급수적으로 늘어날 것으로 예상된다. 이러한 대용량 서비스에 대한 요구가 급격하게 증가하는 가운데, 서비스 지역의 지리적 특성 (도심지 및 사용자가 몰리는 특정한 위치 등) 에 대한 hot zone이 발생할 수 있는 확률이 높아지고 있으며, 또한 건물 내부나 지하철 역, 지리적으로 전파가 닿기 어려운 지역 등에서의 shadowing area에서의 서비스 요구 또한 함께 증가하고 있다 [1, 2].

기존의 cellular 기술은 전파의 물리적 특성 및 traffic의 특성에 의해 이러한 hot zone 지역에서나 shadowing area 지역에서의 원활한 서비스에 있어 한계를 드러낼 수 있다. 따라서 이러한 서비스의 한계에 대한 해결책 중 하나로, 기존의 macro-cell 내부의 특정 영역에 macro cell에서 사용되는 주파수 대

* 정회원, 한서대학교 전자공학과
(Electronics, Computer and Communication Engineering at Hanseo University)

★ 정회원, 싱가포르대학교 전기컴퓨터공학과
(Electrical and Computer Engineering at National University of Singapore)

※ “이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0014022)

接受日:2011년 12월 14일, 修正完了日: 2012년 03월13일
掲載確定日:2012년04월17일

역과 동일한 주파수 대역을 사용하는 micro-/pico-cell을 구성 (overlay) 하는 계층적 셀 구조(hierarchical cell structure)가 주목 받고 있으며, 이에 대한 연구 또한 활발하게 진행되고 있다 [3]-[6].

계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서는 주로 hot zone이나 shadowing area에 macro-cell 과 같은 주파수 대역을 사용하는 pico-cell을 구성하며, 주파수 자원의 효율적 활용을 위해 macro-cell 영

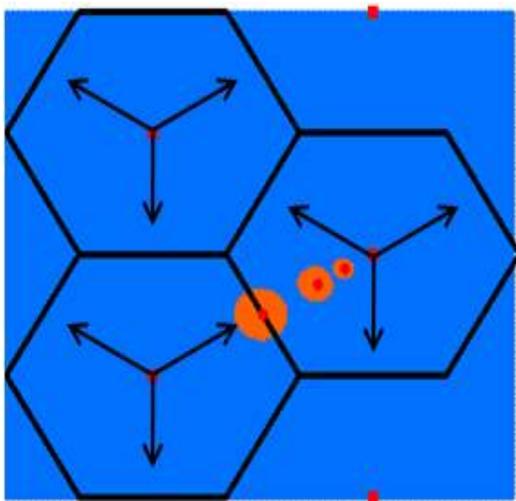


그림 1. HCS 시스템에서 Macro/Pico-Cell 위치와 상대적 크기

Fig 1. The position of Macro/Pico-Cell and relative amplitude in HCS system.

역과 micro-/pico-cell 영역에서의 동일한 주파수 대역을 사용한다. 이를 통하여 한정된 주파수 자원의 효율적인 사용을 꾀한다. 하지만 이러한 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템이 사용되는 경우, macro-cell과 pico-cell 영역의 경계에서 발생하는 간섭 (interference) 에 의해 시스템 성능이 심각하게 제한될 수 있다. 또한 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템의 구현을 위해 반드시 해결되어야 할 과제는 바로 pico-cell 영역에서 움직이는 사용자 (mobile UE)에 대한 support이다. 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템의 경우, macro-cell 내의 위치한 pico-cell의 크기가 작을 뿐 아니라 일정하지도 않다. 따라서 mobile UE가 pico-cell 내에 머무는 dwell time이 짧고, 예측하기도 쉽지 않아 mobile UE를 management하기가 매우 어렵다.

이러한 특성을 가지는 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에 기존의 셀룰러 시스템에서 사용되던 mobility management 기술들을 적용 할 경우, 여러 가지 예상치 못한 문제점들에 의해 mobile UE가 지원 받을 수 있는 data rate이 영향을 받을 수 있다. 특히, 간섭의 특성이나 수신신호의 세기에 대한 특성이 지리적으로, 혹은 pico-cell의 위치 및 여러 가지 다른 요소들에 의해 영향을 받으므로 그에 대한 예측이 매우 어려워진다. 본 논문에서는 기존에 가장 많이 사용되던 handover 기반의 mobility management 방법과 handover 없이 mobility

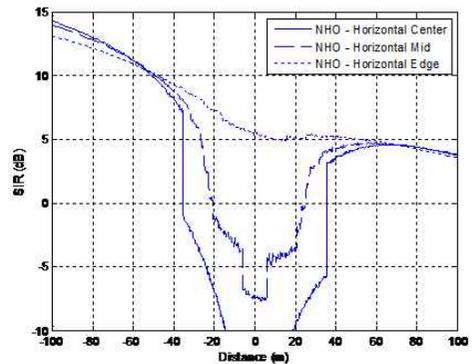


그림 2 . Handover 없이 mobility management를 수행할 때 하향 링크에서의 SIR

Fig 2. Downlink SIR when the mobility management is considered without handover

management를 수행하는 기법을 HCS 시스템에 적용했을 때 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서의 mobile UE가 support 받는 data rate를 분석하고, 각 방법이 어떻게 mobile UE의 data rate에 영향을 주는지를 분석하도록 한다.

II. 본론

1. Handover 기반의 Mobility Management 기법과 Non-Handover 기반의 Mobility Management 기법의 비교

계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 mobility management 방법이 mobile UE가 지원받을 수 있는 data rate에 큰 영향을 미치는 이유는, 거리에 따른 신호 세기의 감쇄 (pathloss) 에 의해 macro-cell 상에서 pico-cell이 어디에 위치하느냐가 pico-cell의 크기를 결정하기 때문이다. 그림 1에서 볼

수 있듯이, pico-cell의 위치가 macro-cell base station (BS)로부터 멀어질수록 큰 pathloss에 의해 pico-cell의 크기가 커지게 된다. 이렇게 형성된 pico-cell을 mobile UE가 지나갈 경우, mobility management 방식에 따라 전혀 다른 현상이 발생하게 된다.

Pico-cell의 크기가 크지 않다는 가정 하에, 먼저 handover 없이 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 mobile UE를 support 하는 방법을 생각할 수 있다. 이러한 방법에서는, mobile UE는 그 위치가 어디든 항상 macro-cell BS의 support를 받게 되고, pico-cell BS는 자신 주변의 고정된 pico-cell

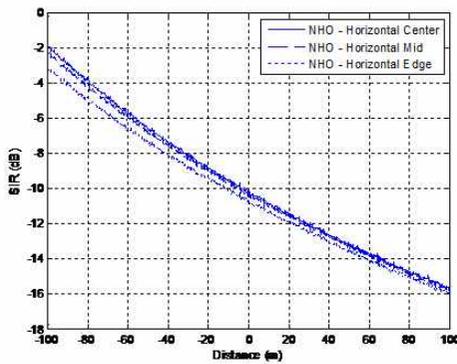


그림 3. Handover 없이 mobility management를 수행할 때 상향 링크에서의 SIR

Fig 3. Uplink SIR when the mobility management is considered without handover

사용자 (fixed pico-cell UE)들만을 support한다. 이 경우, mobile UE가 pico-cell 영역을 통과하는 과정에서 심각한 SIR의 열화가 발생함은 물론, pico-cell 영역 자체가 dead zone과 같이 작용할 수 있다. 따라서, 이러한 방식으로 mobile UE를 지원할 경우, interference의 영향에 의해 자칫 mobile UE에 대한 지원 자체가 불가능할 수 있다. 그림 2와 3은 상향 링크와 하향 링크에서 handover 없이 mobility management를 해 주었을 때의 signal-to-interference power ratio (SIR)을 보여준다.

다음으로, Handover를 기반으로 하여 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 mobile UE를 management 하는 경우, mobile UE가 pico-cell 영역으로 들어가면 macro BS는 mobile UE를 pico BS에게로 handover해 주고, mobile UE가 pico-cell 영역을 벗어날 때 pico BS가 mobile UE를 다시 macro BS에게 다시 handover 시켜준다. 즉, mobile UE가

pico-cell 영역을 통과할 때 최소 2번의 handover가 필요하게 된다. 하지만, 만약 macro-cell과 pico-cell의 경계에서 불안정한 전파 특성에 의해 ping-pong effect (불필요한 handover가 발생하여 pico-cell과 macro-cell 사이에서 계속해서 지원 주체가 달라지는 현상)가 발생할 경우 mobile UE가 pico-cell 영역을 통과하면서 겪게 되는 handover의 수가 증가하게 되며, 이는 곧 handover시 필요한 overhead 증가에 의해 mobile UE가 support 받을 수 있는 data rate의 감소로 이어지게 된다.

이러한 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서의 mobility management 방식에 의한 mobile UE의 data rate 변화는 결국 mobile UE가 pico-cell 내에 머무는 dwell time에 의해 결정되게 된다. 즉, mobile UE가 pico-cell 영역에 머무는 시간이 짧은 경우, handover를 수행함에 따른 overhead로 인한 data rate 손해가 더 큰 반면, dwell time이 긴 경우에는 dead zone의 긴 지속시간에 의한 손해가 더 크게 부각되게 된다.

III 실험 결과

그림 4는 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 handover를 기반으로 하는 mobility management 방식과 handover를 기반으로 하지 않는 mobility management 방식에 대해 mobile UE를 support 할 수 있는 data rate를 보여준다. 그림 2의 x축은 mobile UE가 pico-cell을 관통하는 상대적 위치로 x 값이 0인 경우는 mobile UE가 pico-cell의 중심을, x 값이 1인 경우는 mobile UE가 pico-cell의 edge를 관통하는 경우를 의미한다.

그림 4에서 볼 수 있듯이, 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 handover를 기반으로 하는 mobility management 기법과 기반으로 하지 않는 mobility management 기법 모두 mobile UE가 pico-cell을 관통하는 상대적인 위치에 의해 data rate가 달라진다. 다만 위치 변화에 대한 data rate의 증감 경향이 반대로 나타나는데, handover를 기반으로 할 경우에는 pico-cell 중심을 관통할 때 높은 data rate을 지원할 수 있는 반면, handover를 기반으로 하지 않는 경우에는 pico-cell edge를 관통할 때 높은 data rate를 지원할 수 있다. 즉, 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 mobile UE가 pico-cell 중심을 통과할 경우에는, 상대적으로 pico-cell의 관통 거리가 커 dwell time이 길어지고, 이에 의해 handover의 overhead에 의한 data rate 손실은 상대적으로 작은 반면, dead zone의 영향은 커지기 때문

이다. 또한, 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 mobile UE가 pico-cell edge를 통과할 경우에는 pico-cell에 대한 관통 거리가 짧아 dwell time이 짧아지게 되고, 이에 따라 handover overhead의 영향은 상대적으로 커지는 반면 dead zone의 영향은 상대적으로 작아지기 때문이다.

위의 실험 결과에서 말해 주듯이, 동일 주파수 대역을 사용하는 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 움직이는 UE가 pico-cell을 관통하는 경우에는 그 관통하는 형태에 따라서 mobility management 하는 방법이 달라져야 한다. 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 UE가

IV 결론

본 논문에서는 macro-cell 위에 동일한 주파수를 쓰는 pico-cell이 overlay 되어 있는 환경에서, 움직이는 사용자에 대한 management 방법이 움직이는 사용자가 지원 받을 수 있는 data rate에 미치는 영향을 분석한다. 이러한 분석을 통해 mobility management 방식에 따른 움직이는 사용자가 지원받을 수 있는 data rate는 사용자와 pico-cell의 상대적 위치에 의존함을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Qualcomm Europe, "Evaluation methodology for LTE-A proposals," R1-081956, 3GPP TSG-RAN WG1 #53, Kansas City, USA, May 5 - 9, 2008.
- [2] Qualcomm Europe, Vodafone, "Evaluation methodology for LTE-A Heterogeneous networks," R1-082554, 3GPP TSG-RAN WG1 #53bis, Warsaw, Poland, June 30 - July 4, 2008.
- [3] S. A. Ghorashi, L. Wang, F. Said, and A. H. Aghvami, "Impact of Macrocell-Hotspot Handover on Cross-Layer Interference in Multi-Layer W-CDMA Networks", in Proc. 5th European Personal Mobile Communications Conference, April 2003, pp. 580-584
- [4] C. -Y. Kim, "Evaluation of HCS Scenarios Included in HSDPA", in Proc. 60th IEEE Vehicular Technology Conference Fall, Sept. 2004, pp. 4772-4776
- [5] S. G. Niri and R. Tafazolli, "Handover Control in Multi Layer Cell Architecture", in Proc. 50th Vehicular Technology Conference Fall, Sep 1999, pp. 559-563
- [6] X. Lagrange and P. Godlewski, "Teletraffic Analysis of a Hierarchical Cellular Network", in Proc. 45th Vehicular Technology Conference, July, 1995, pp. 882-886

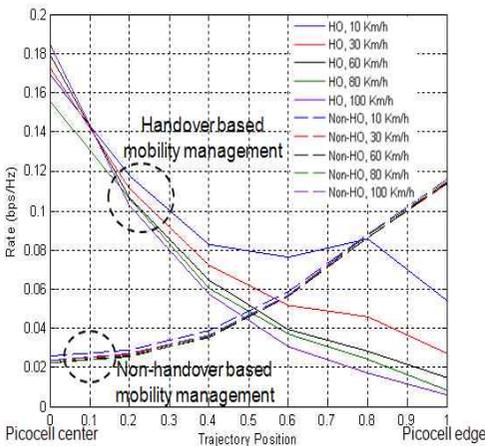


그림 4. Mobility management 방식에 따른 data rate
Fig 4. Data rate versus mobility management schemes

pico-cell의 중심부를 통과할 경우에는 macro-cell과 pico-cell 사이의 handover를 하면서 mobile UE를 support 하는 것이 유리하다. 반면, 계층적 셀 구조를 가지는 셀룰러 통신 시스템에서 UE가 pico-cell의 edge 부분을 통과할 경우에는 handover를 하지 않고 macro-cell이 단독으로 UE를 support 하는 것이 유리하다. 다만, 이러한 두 방법을 상황에 따라 번갈아 사용하는 것은 현실적인 구현 (implementation) 관점에서 보았을 때 기술적으로 무리가 있으므로, 이러한 제약 조건의 영향을 심각하게 받지 않을 수 있는 새로운 형태의 mobility management 방법에 대한 연구, 개발이 필요하다.

저 자 소 개

우 중 재 (정회원)



2000년 : 순천대학교 전자공학과
졸업 (공학사)
2002년 : 연세대학교 대학원 전기
전자공학과 (공학석사)
2007년 : 연세대학교 대학원 전기
전자공학과 (공학박사)
2009년 : 삼성전자 정보통신총괄
책임연구원

2009년 3월~현재 : 한서대학교 전자공학과 교수
<주관심분야> 이동통신, 신호처리

주 형 식 (정회원)



2005년 : 연세대학교 전기전자공학과
졸업 (공학사)
2011년 : 연세대학교 대학원 전기전자
공학과 (공학박사)
2011년 3월~현재 : 싱가포르대학교
전기컴퓨터공학과
<주관심분야> 이동통신, 무선 자원 관리