

이동형 개인셀 환경에서 Massive Device 수용 기술

고광춘, 이성형, 이충희, 김재현, 오성민*, 신재승*
아주대학교, 한국전자통신연구원*

요약

본고에서는 급증하는 단말과 모바일 트래픽을 수용하기 위한 방안으로 이동형 개인셀에 대해 알아본다. 이동형 개인셀은 사용자 중심의 네트워킹 실현을 위한 주요 기술 중 하나로, IoT(Internet of Things)의 실현 등으로 인한 모바일 단말의 급격한 증가를 수용하기 위한 후보 기술로 연구되고 있다. 본고에서는 5G 요구사항 중 기존 4G 시스템 대비 1000배의 단말 수용을 위해 이동형 개인셀의 활용 가능성을 검토하고자 한다.

I. 서론

향후 이동통신기술은 기존의 인프라 중심의 네트워킹 기술에서 사용자 중심의 네트워킹을 실현하는 방향으로 발전할 것으로 예상된다. 또한 향후에는 스마트폰과 태블릿 등 인터넷 기기들의 증가와 함께 모바일 트래픽의 급격한 증가가 예상된다. 2014년의 경우 전세계 모바일 트래픽이 2013년과 비교하여 69% 증가한 2.5 exabytes/month에 달했으며, 이는 2000년 한해동안 인터넷망을 통해 전파되는 전체 트래픽이 1 exabyte 인것을 감안하면 약 30배 가까이 증가한 것이다[1]. 또한 2014년에 증가한 전체 모바일 단말 수는 약 5억대에 달하며, 전체 모바일 단말 수는 약 74억대까지 증가하였다[1]. 우리나라의 경우 2020년까지 현재의 약 1000배의 무선 통신 용량이 필요할 것으로 예상하고 있다[2].

급증하는 모바일 단말과 트래픽을 수용하기 위해서는 5G 이동통신시스템이 현재 사용되는 3G/4G 이동통신시스템과 비교하여 다양한 측면에서 기술 발전이 필요하며, 이를 위해 5G 이동통신시스템은 기존 이동통신시스템 대비 1000배의 성능향상을 목표로 연구되고 있다. 5세대 이동통신시스템은 4G 이동통신시스템 대비 1000배의 단말 수용, 1000배의 모바일 트래픽 수용, 1000배의 데이터 전송 지연시간 감소, 1000배의 에너지 소비량 감소를 목표로 한다. 따라서 이러한 요구사항을 만족시

키기 위해 스몰셀(Small cell), 간섭제어, 이중망 등에 대한 기술적 논의가 활발히 이루어지고 있다.

본고에서는 스몰셀이 이동형 개인셀로 운용되는 환경에 초점을 맞추고, 이동형 개인셀을 사용하여 네트워크 용량 증대 가능성을 검토하고 보완 또는 개발이 필요한 기술을 제시한다.

II. 이동형 개인셀

1. 이동형 개인셀의 정의

스몰셀 포럼에서는 스몰셀을 허가된 주파수 대역을 사용하는 저전력 무선 기지국으로, 이동통신망의 커버리지와 네트워크 용량 증대를 위한 소형 무선 기지국으로 정의한다[3]. 스몰셀 종류로는 가정 및 사무실과 같은 실내에서 사용하는 펌토셀과 실내용에서 모두 사용하는 피코셀이 있다. 펌토셀은 WiFi AP(Access Point)와 같이 사용자의 임의로 설치하여 사용이 가능하며, 피코셀은 임의로 설치하는 것뿐만 아니라 사업자의 망 계획에 의해 설치되어 운용되기도 한다.

이동형 개인셀은 휴대 및 차량 탑재 등을 통해 이동이 가능한 초소형 이동 기지국으로 정의된다. 매크로 기지국과 달리 적은 수의 단말을 수용하는 근거리 소형 무선 기지국이다. 이동형 개인셀은 스몰셀의 한 종류로 기존의 인프라 중심의 망 운용 및 서비스 제공 구조를 사용자 중심의 네트워킹 구조로 바꾸는 핵심 기술 중 하나이다. 이동셀은 이동형 개인셀은 사용자 단말에 대해 응용서버 역할을 수행하여 사용자의 정보 Caching 등을 수행할 것으로 예상되며, 또한 사용자 단말이 이동통신 시스템에 접속할 수 있도록 기지국의 역할을 수행할 것으로 예상된다. 또한 기존 이동통신 시스템의 매크로기지국에 대하여 단말과 같이 동작하면서 다수의 사용자 단말을 대신하여 매크로 기지국에 접속하여 데이터를 중계한다. 이는 네트워크의 설치 및 운용 비용 절감뿐만 아니라, 사용자에게 다양한 서비스 제공을 가능하게 한다. 또한 사용자 중심의 망 구성으로 인해 언제 어디서나 고품질 서비스 제공이 가능하여 사용자의 QoE(Quality

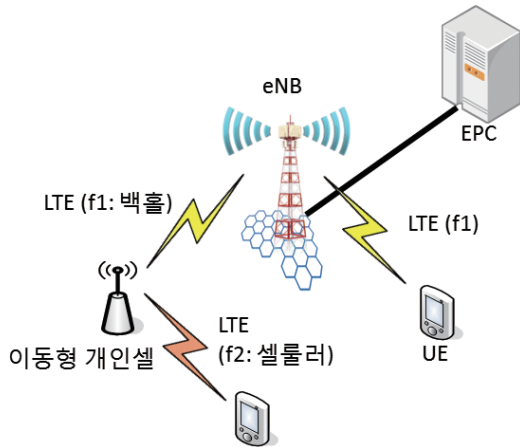


그림 1. 이동형 개인셀 참조망 구조

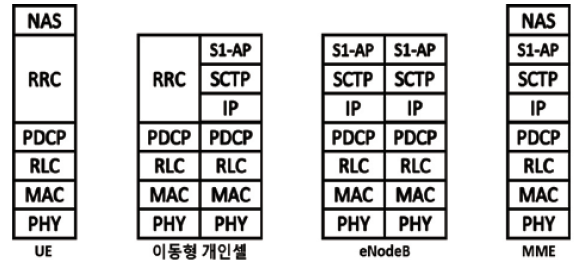
of Experience) 향상이 가능하며, 네트워크 유연성 향상으로 CAPEX/OPEX(CAPital EXpenditure/ OPerating EXpenses) 절감이 가능하다.

2. 이동형 개인셀 적용 네트워크의 참조망 구조

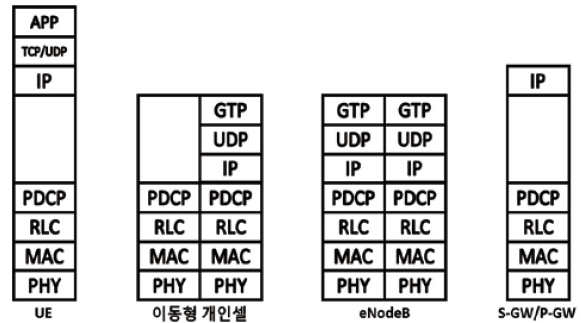
이동형 개인셀은 사용자 구축 소형셀의 한가지 형태이다[4]. 기존의 사용자 구축 소형셀의 경우에는 무선랜의 AP와 같이 유선망을 이용해 EPC 및 백본망에 연결하여 사용자에게 서비스를 제공한다. 하지만 이동형 개인셀은 사용자가 휴대하거나 차량 등에 장착되어 이동할 수 있어야 하기 때문에 EPC 및 백본망과의 연결을 위해서는 백홀 무선 링크를 통해 EPC와 백본망에 연결하여야 한다. 이 때 이동형 개인셀의 주파수 대역은 사용자 단말과 기지국 간 서비스를 제공하는 동일 주파수를 백홀 링크로 사용하고, 다른 주파수 대역을 통해 사용자 단말을 연결할 것이다[5]. 이동형 개인셀에 대한 참조망 구조는 <그림 1>과 같이 나타낼 수 있다. <그림 1>에서 LTE(Long-Term Evolution) 시스템에서 eNodeB와 UE(User Equipment), 그리고 이동형 개인셀 간 연결 구조와 주파수 할당 방안을 나타내었다. 백홀 링크에서 eNodeB와 UE/이동형 개인셀 간에는 f1 주파수 대역의 자원을 사용하고, 이동형 개인셀과 UE 간 링크에는 f2 주파수 대역을 자원을 할당하여 데이터를 전송한다.

3. 이동형 개인셀 프로토콜 스택 구조

<그림 2>는 이동형 개인셀의 프로토콜 스택 구조를 나타낸 것이다. 이동형 개인셀이 eNodeB와 UE 사이에서 Relay 역할을 수행하며, 이동형 개인셀이 eNodeB 및 UE와 연결을 수행하기 위해 필요한 프로토콜 스택 구조는 Control plane과 User plane에서 각각 정의할 수 있다. Control plane에서는 이동형 개인셀과 MME(Mobility Management Entity) 간 Signaling



(a) Control plane 프로토콜 스택 구조



(b) User plane 프로토콜 스택 구조

그림 2. 이동형 개인셀 프로토콜 스택 구조

을 위해 S1-AP(S1 Application Protocol) 계층과 SCTP(Stream Control Transmission Protocol) 계층이 존재한다. 또한 User Plane에서는 이동형 개인셀이 Relay 기능을 수행하여 데이터를 eNodeB 또는 UE로 포워딩하기 위해 GTP(GPRS Tunneling Protocol) 계층이 추가로 필요하다. 또한 이동형 개인셀은 인접 이동형 개인셀과 연결하기 위해 Sidehaul에 대한 정의가 필요하다.

4. 이동형 개인셀 특성 분석

가. 셀 수 및 셀 당 단말 수 증가

이동형 개인셀은 소형셀과 별도로 사람이 휴대하거나 차량 등에 장착되어 사용될 것으로 예상된다. 향후 개인은 이동형 개인셀을 통해 셀룰러 단말뿐만 아니라 블루투스 단말, 와이파이 단말, 센서와 같은 저비용 단말 등 다양한 형태의 단말을 사용할 것으로 예상된다. 따라서 동일 범위 내 단말의 수가 급격히 증가할 것이다.

나. 이동형 개인셀의 이동성

이동형 개인셀의 가장 큰 특징은 기존의 소형셀이 이동할 수 있다는 것이다. 이러한 소형셀의 이동은 기존에는 정지해 있는 UE와 고정된 소형셀 사이의 상대속도가 없지만, 셀이 이동함에 따라 물리적으로는 움직이지 않는 UE가 상대적으로 이동하는 상황으로 변한다. 또한 기존 소형셀 환경에서 이동하던 UE

가 체감하는 상대속도는 이동형 개인셀과의 상대적 이동 방향에 따라 셀과의 상대적 이동속도가 감소하거나 증가하는 등 이동성의 예측이 더 어려워지는 상황이 된다. 이에 따라 기존의 소형셀 환경에서 발생하던 간섭의 변화가 더 심해질 것으로 예상할 수 있다.

Ⅲ. Massive device 수용 한계

기준에 사용되는 3G/4G 시스템은 급격히 증가하는 모바일 단말을 모두 수용할 수 없는 한계를 갖고 있다.

1. 랜덤 접속 동시 수용 단말 한계

UE는 네트워크에 접속하기 위해서 랜덤 접속(RA, Random Access)를 통해 eNodeB에 Preamble을 전송한다. Preamble은 Zadoff-Chu sequence에 의해 생성되며, 생성된 Preamble은 서로 직교성을 갖는다. 랜덤 접속 과정은 경쟁기반과 비경쟁기반 방식으로 구분되며, 그 차이는 Preamble을 단말이 직접 선택했는지 혹은 기지국이 선택했는지 여부에 의해 정해진다. 비경쟁 기반 랜덤 접속 과정에서 eNodeB는 UE에 랜덤 접속을 위해 사용할 Preamble을 직접 할당한다. 할당된 Preamble은 해당 UE만 사용하게 되며 다른 UE는 사용하지 않는다. 따라서 비경쟁 기반 랜덤 접속 과정에서는 충돌로 인한 Preamble 손실이 발생하지 않는다. 반대로 경쟁 기반 랜덤 접속 과정에서는 UE가 사용할 수 있는 Preamble 중에서 임의로 선택하여 전송하므로 동시에 다수의 UE가 동일한 Preamble을 선택하여 랜덤 접속을 시도할 수 있다. 이 경우 eNodeB는 해당 Preamble에 대해 해당 UE에게 적절한 응답을 수행할 수 없다.

2. 무선 채널 트래픽 수용 한계

할당 가능한 주파수 대역의 제한으로 인해 급증하는 트래픽의 수용 한계가 발생하게 된다. 모바일 단말에서 발생하는 트래픽은 크게 네트워크 관리 및 운영을 위해 필요한 정보를 교환하기 위한 제어채널과 음성 또는 데이터와 같이 사용자에 의해 발생하는 정보를 교환하기 위한 트래픽 채널이 있다. 표 1은 LTE 시스템에서 Uplink와 Downlink에서 제어채널과 트래픽 채널의 종류를 각각 나타낸 것이다. LTE 시스템의 경우 제어 채널에는 자원할당 정보를 UE에 전송하고 HARQ 정보를 전송하기 위한 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)과 ACK/NACK 전송을 위한 PHICH(Physical HARQ Indicator Channel), Uplink 접속, UE가 랜덤접속을 위해 Preamble을 전송하기 위한 PRACH(Physical Random Access Channel),

CQI(Channel Quality Indicator) 전송과 Downlink 트래픽에 대한 ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH(Packet Uplink Control Channel)이 있다. 또한 트래픽 전송을 위해 PBCH(Physical Broadcast Channel), PMCH(Physical Multicast Channel), PDSCH(Physical Downlink Shared Channel), PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 등이 있다.

접속 단말의 수가 증가할수록 PDCCH를 통해 Downlink로 전송되는 제어 트래픽의 양이 증가하게 된다. 이는 UE 각각에 할당된 채널 자원 정보를 전송하고, Uplink 트래픽에 대한 HARQ 관련 정보 전송이 이루어지기 때문이다. 또한 단말 수 증가에 따라 트래픽 채널의 수용 한계로 인해 모든 단말의 트래픽을 수용할 수 없게 된다. 따라서, 단말 수가 증가할 경우, PDCCH 채널과 PUSCH채널과 PDSCH 채널에 대한 트래픽 수용 한계가 발생하게 되며, 이는 망에서 수용 가능한 전체 단말 수를 제한한다.

표 1. LTE 시스템 채널 종류

	제어채널	트래픽채널
하향 링크	- PDCCH - PHICH	- PBCH - PMCH - PDSCH
상향 링크	- PRACH - PUCCH	- PUSCH

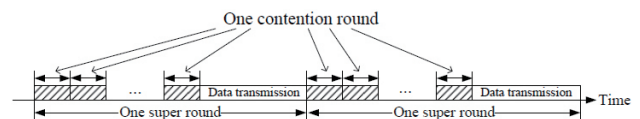


그림 3. Multi-round contention 랜덤 접속 방법

3. 인접 이동형 개인셀 간 간섭

이동형 개인셀은 매우 작은 송신 전력으로 데이터를 전송하게 된다. 그러나 사용자의 이동으로 인해 주변 무선채널 환경이 급격히 변할 수 있으며, 주변에 다수의 이동형 개인셀이 존재할 수 있다. 이와 같은 급격한 환경 변화는 인접 이동형 개인셀 간 신호 간섭 문제 해결을 어렵게 한다. 인접 이동형 개인셀 간 간섭 증가는 처리율 감소나 트래픽 손실을 증가 등 성능 저하가 발생할 수 있으며, 이러한 성능 저하는 사용자에게 서비스 제공을 어렵게 한다. 이는 전체 수용 가능한 단말 수를 제한하게 된다.

IV. Massive device 수용 기술

5G 이동통신시스템의 요구사항 중 기존 시스템 대비 1000배의 단말을 수용해야 한다. 현재 모바일 트래픽은 급격히 증가하고 있다. 현재 사용중인 이동통신망으로는 향후 증가할 모바일 트래픽을 모두 수용할 수 없다. 본고에서는 5G 이동통신시스템이 Massive device를 수용하기 위해 이동형 개인셀을 사용할 경우, 연구 및 개발이 필요한 기술에 대해 제시한다.

1. 랜덤 접속 기술

최근, 무선랜에서 랜덤접속 성공률을 높이기 위한 알고리즘이 제안되었다[7]. 제안된 방식은 랜덤접속 시 동시에 수용 가능한 단말 수를 증가시키기 위해 제안된 방식이다. 제안된 MPR(Multi-Packet Reception) 방식은 1번의 랜덤접속 시도를 위해 여러 번의 패킷을 전송하여 랜덤접속 성공률을 높이는 방식이다. 또한 MPR 방식에서 랜덤접속 채널 자원을 충분히 활용하지 못해 발생하는 충돌 확률을 더 낮추기 위해 Multi-round contention 랜덤접속 방식이 제안되었다[8]. <그림 3>은 [8]에서 제안된 Multi-round contention 랜덤접속 방식을 나타낸 것이다. 데이터 전송을 위해 단말은 하나의 Super round에서 여러 번 접속을 시도한다. 각 단말은 일정 확률로 Contention round 동안 랜덤 접속을 요청하는 패킷을 전송하게 된다.

LTE 시스템에서 랜덤 접속을 위해 UE는 프레임의 특정 시간에 선택 가능한 Preamble 중 하나를 선택하여 기지국으로 전송한다. 하나의 셀 내에서 선택 가능한 Preamble의 수는 제한되어 있다. LTE 시스템의 경우 각 셀에서 64개의 Preamble sequence를 사용한다[6]. 그러나 단말 수가 급격히 증가함에 따라 동시에 다수의 UE가 동일한 Preamble를 선택하여 전송할 수 있다. 또한 이동형 개인셀의 경우 매우 적은 송신전력을 사용하여 데이터를 전송하게 된다. 이는 랜덤접속을 위해 UE가 전송하는 Preamble의 전송 성공 확률을 감소시킨다. LTE 시스템의 경우 랜덤접속을 위해 Preamble를 전송할 때, 총 4회까지 전송을 시도할 수 있다. 그러나 다수의 단말이 낮은 송신 전력으로 Preamble를 전송할 경우 랜덤접속 성공률은 감소하게 된다. 이는 UE의 망 접속을 보장해 줄 수 없음을 의미한다. 따라서 Massive device를 수용하기 위해서는 랜덤접속에 대한 알고리즘 개발 연구가 필요하다.

2. 이동형 개인셀 설계 기술

가. 셀 용량 증대

최근 스몰셀을 이용하여 LTE 성능 향상에 동의하고 있으며, 관련 기술 개발을 위해 많은 연구가 이루어지고 있다[3].

한국전자통신연구원에서는 5G 시스템을 위한 MTC(Machine-Type Communications), D2D(Device to Device) 통신, MIMO 기술 등에 대해 연구 중이다[9]. 삼성전자에서는 FD-MIMO(Full Dimension MIMO)를 사용하는 능동 안테나를 통해 무선 채널에서의 통신 용량을 증가시키기 위한 연구를 진행 중이다[10]. 이 외에도 퀄컴에서는 스몰셀과 이종망을 이용한 네트워크 고밀집화를 통한 셀 용량 증대를 위해 연구 중이다[11]. 기존 연구에서는 셀 용량 증대를 통해 증가하는 모바일 트래픽을 수용하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 급증하는 모바일 트래픽을 수용하기 위해서 무선 채널에서의 데이터 전송 기술뿐만 아니라 스몰셀을 이용하여 셀 용량 증대를 위한 연구가 필요하다. 특히 이동형 개인셀은 사용자 중심 서비스 제공을 가능케 하여, 향후 IoT와 같이 개인 중심의 서비스를 제공하기 위해서는 이동형 개인셀에 대한 연구가 필요하다. 또한 이동형 개인셀은 매크로셀의 부족한 주파수 대역의 문제를 해결하기에 적합하다. 그러나 이동형 개인셀 적용을 위해서는 이동셀 간 간섭 문제, 자원할당 문제 등에 네트워크 고밀집화로 인해 발생하는 여러 문제점으로 인해 셀 용량을 감소시킬 수 있다[12]. 따라서 셀 용량 확대를 위해 고밀집화된 네트워크에서 발생 가능한 셀간 간섭 문제 및 자원할당 등을 해결하기 위한 선행 연구가 필요하다.

나. Multi-RAT 지원

향후 미래에는 사물인터넷과 같이 개인이 다수의 통신 장비를 휴대하고 다양한 서비스를 이용하게 될 것이다. 따라서 개인은 기존의 셀룰러 단말뿐만 아니라 WiFi 단말, 블루투스 단말, 또는 헬스케어를 위한 다양한 센서 등을 휴대할 수 있다. 또한 차량에 이동형 개인셀이 사용될 경우, 차량 관리를 위한 센서, 블랙박스 등 다양한 장비들이 연결될 수 있다. 이를 위해서는 이동형 개인셀이 다양한 무선 접속 기능을 제공해야 한다. 이를 위해 이동형 개인셀은 Multi-RAT(Radio Access Technology) 통합 기능을 가져야 한다.

다. 사용자 데이터 캐싱

이동형 개인셀은 사용자 단말에 대해 응용서버 역할을 수행하게 된다. 이는 개인이 소지하는 다양한 형태의 단말과 기능이 모두 외부 망을 통해 전송될 필요가 없음을 의미한다. 따라서 이동형 개인셀은 백홀 링크를 통해 외부로 데이터를 전송하는 릴레이 기능 외에 사용자의 데이터를 처리하고 저장하는 기능을 수행해야 한다. 이를 위해 최근 연구에서 소형셀의 캐싱 알고리즘에 대한 연구가 이루어지고 있다[13]. [13]에서는 사용자의 context 정보를 이용하여 정보를 분류하고 처리한다. 이는 부족한 무선 채널 자원을 효율적으로 활용하고 급증하는 모바일

일 트래픽을 수용하기 위한 방안으로 주목받고 있다. 따라서 이동형 개인셀을 이용하여 다양한 형태의 모바일 트래픽을 처리하기 위해서는 캐싱을 위한 알고리즘 개발이 필요하다.

라. 인접 셀간 동기화

이동형 개인셀은 백홀링크를 통한 매크로 기지국과의 연결뿐만 아니라 사이드홀 링크를 통해 인접 이동형 개인셀과 연결될 수 있다. 이동형 개인셀 간 또는 이동형 개인셀과 매크로셀 간 동기화가 이루어질 경우, 간섭 문제, 자원할당, 스케줄링 등 네트워크 운용 측면에서 많은 장점이 있다. 그러나 이동형 개인셀은 잦은 이동으로 인해 셀간 동기화가 매우 어려운 문제이다. 3GPP에서는 스몰셀과 매크로셀 간 동기화를 하지 않는 경우와 동기화하는 경우 모두를 고려하고 있다.

V. 이동형 개인셀의 Massive device 수용 능력 분석

본고에서는 이동형 개인셀이 Massive device를 수용하기 위한 기술로 적합한지를 평가하기 위해, 성능지표를 제시하고 성능평가를 수행하였다.

1. 성능평가 지표

성능평가 지표는 앞서 III장에서 분석된 Massive device 수용 한계 분석에서 한계점으로 제시한 항목을 사용하였다. 이동형 개인셀 환경에서 최대 수용 가능한 단말 수를 도출하기 위해 사용한 성능평가 지표는 채널 Utilization, 랜덤접속 성공률, 전송 지연시간을 각각 사용하였다. 전송지연시간은 Access network에서 Uplink 패킷의 전송지연시간을 측정하였다.

성능평가를 위해 OPNET 시뮬레이션 툴을 사용하였으며, 자세한 시뮬레이션 환경은 <표 2>와 같다. 총 시뮬레이션 시간은

표 2. 시뮬레이션 환경

항목	설정 값	
시뮬레이션 시간	30분	
매크로셀 내 이동형 개인셀 수	10, 20, 30, 40, 50	
이동형 개인셀 별 UE 수	10	
Preamble 최대 전송 횟수	4	
트래픽 모델	전송 계층	UDP
	Packet size	10bytes
	Inter-packet time	30ms

30분이며, 1 Tier 매크로셀 환경을 가정하였다. 매크로셀 내 이동형 개인셀은 랜덤 분포를 통해 위치하며, 각 이동형 개인셀은 Random-way point 모델을 사용하여 이동성을 갖는다. 이동형 개인셀 내 UE는 10개이며, 이동형 개인셀의 이동 모델과 같은 패턴으로 움직이는 것을 가정하였다. 또한 이동형 개인셀의 채널 Bandwidth는 1.4MHz이다.

트래픽 모델은 단말에서 이동형 개인셀로 Uplink 트래픽이 발생하는 환경을 가정하였으며, UDP 트래픽이 Uniform 분포를 통해 발생하는 것을 가정하였다. 발생하는 패킷 크기는 10bytes이며, 하나의 트래픽 Flow 내에서 30ms 마다 발생한다.

2. 성능평가 결과

성능평가는 PUSCH의 Utilization과 Uplink 패킷 전송지연 시간, 그리고 랜덤접속 성공률을 각각 도출하였다.

<표 3>은 성능평가 결과를 이동형 개인셀 수에 따라 정리한 것이다. 각 이동형 개인셀에서 평균 PUSCH Utilization은 이동형 개인셀 수가 10, 20, 30, 40, 50개에서 각각 96%, 96%, 97%, 98%, 99%로 나타나는 것을 확인할 수 있다. 위 결과를 통해, 이동형 개인셀 수가 증가하여도 PUSCH Utilization의 평균값은 크게 영향을 받지 않는다는 것을 확인하였다. 이는 매크로셀에 존재하는 이동형 개인셀의 수에 영향을 받지 않는 것을 확인할 수 있다. 또한 PUSCH Utilization이 모두 100% 이하로 각 이동형 개인셀에서 발생하는 모든 트래픽을 수용할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한 Uplink 전송지연시간은 모든 경우에서 50ms 이하로 나타났다. 이를 통해 이동형 개인셀 환경에서 Access network의 전송지연시간 요구사항을 만족하는 것을 알 수 있다[14]. 랜덤접속 성공률은 이동형 개인셀 수와 관계없이 모든 경우에서 성공하였다. Preamble 전송 시 실패하여 재전송에 따른 지연시간이 증가하였으나, 이는 Access network 지연시간인 50ms를 만족하였으며, Preamble 최대 전송 횟수인 4회 전에 모두 전송에 성공하여 랜덤접속을 실패한 경우는 없었다. 이를 통해 이동형 개인셀이 Massive device를 수용하기에 적합함을 알 수 있었으며, 사용자의 서비스 품질 요구

표 3. 성능평가 결과

이동형 개인셀 수	PUSCH Utilization	Uplink delay	랜덤 접속 성공률
10	96%	13ms	100%
20	96%	14ms	100%
30	97%	18ms	100%
40	98%	26ms	100%
50	99%	43ms	100%

사항을 보장해 줄 수 있는 것을 확인하였다.

본 시뮬레이션 결과를 통해 이동형 개인셀은 기존 LTE 시스템 대비 50배의 단말을 수용할 수 있음을 알 수 있었다. 위 결과는 앞서 제시한 연구가 필요한 기술을 적용하기 전의 결과이며, 향후 연구를 통해 보완할 경우 더 많은 성능 향상이 기대된다.

VI. 결론

향후에는 IoT 등 다양한 형태의 서비스를 사용자에게 제공할 것으로 예상된다. 이는 폭발적인 모바일 트래픽의 증가가 예상되며, 사용자의 단말 수도 급격히 증가할 것으로 예상된다. 이러한 환경에서 서비스 품질 뿐만 아니라 사용자의 QoE를 만족시키기 위해 이동형 개인셀에 대한 연구가 진행 중이다. 5G 이동통신시스템에서는 기존 이동통신시스템 대비 1000배의 성능 향상을 목표로 연구 중이다. 이동형 개인셀을 활용할 경우 Massive device와 발생하는 모바일 트래픽의 분산, 무선채널 효율 향상, 단말의 에너지 효율 향상 등 네트워크 운용 측면뿐만 아니라, 사용자에게 다양한 형태의 서비스 제공이 가능해져 서비스 만족도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] CISCO White Paper, "Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update," Feb. 3, 2015.
- [2] 3GPP, RWS-120020, SK Telecom, "Efficient spectrum resource usage for next-generation N/W," June 2012.
- [3] 3GPP, RWS-120045, "Summary of 3GPP TSG-RAN Workshop on Release 12 and Onward," June 2012.
- [4] 3GPP TR 25.913, "Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN) (Release 9)," Dec. 2009.
- [5] 3GPP TR36.932, "Scenarios and requirements for small cell enhancements for E-UTRA and E-UTRAN (Release 12)," Mar. 2013.
- [6] 3GPP TS 36.211, "Physical channels and modulation (Release 12)," Dec. 2014.
- [7] Y. J. Zhang, S. C. Liew, and P. X. Zheng, "How does

multiple-packet reception capability scale the performance of wireless local area networks," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 8, no. 7, pp. 923-935, July 2009.

- [8] Y. J. Zhang, "Multi-Round Contention in Wireless LANs with Multipacket Reception," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 9, no. 4, Apr. 2010.
- [9] 3GPP, RWS-120026, ETRI, "A proposal for potential technologies for Release 12 and onwards," June 2012.
- [10] 3GPP, RWS-120010, NTT DOCOMO, "Requirements, Candidate Solutions & Technology Roadmap for LTE Rel-12 Onward," June 2012.
- [11] 3GPP, RWS-120007, Qualcomm, "3GPP RAN Rel-12 & beyond," June 2012.
- [12] 정현기, 김지수, 오성민, 박애순, 김재현, "LTE-A 시스템에서 매크로 기지국과 고정 및 이동형 개인셀 간 간섭 분석," in Proc. 한국통신학회 동계종합학술발표회, 2015년 1월.
- [13] 정소이, 이승규, 김재현, "소형셀 환경에서 사용자의 context를 반영한 캐시 기법," in Proc. 한국통신학회 동계종합학술발표회, 2015년 1월.
- [14] 3GPP TR 36.814, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Further advancements for E-UTRA physical layer aspects (Release 9)," Mar. 2010.

약 력



고 광 춘

2008년 아주대학교 전자공학부 공학사
 2010년 아주대학교 전자공학과 공학석사
 2010년~현재 아주대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야: 무선통신망 QoS, 다계층 성능 최적화, 군
 통신 네트워크 등

약 력



이 성 형

2007년 아주대학교 전자공학부 공학사
2009년 아주대학교 전자공학과 공학석사
2009년~현재 아주대학교 전자공학과 박사과정
관심분야: 통신, QoS, 멀티미디어 등



이 중 희

2006년 아주대학교 전자공학부 공학사
2008년 아주대학교 전자공학과 공학석사
2015년 아주대학교 전자공학과 공학박사
관심분야: 이동통신, 네트워크, QoE/QoS 등



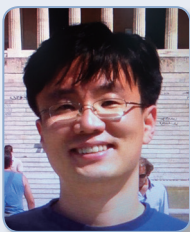
김 재 현

1996년 한양대학교 전산공학 공학박사
2003년 Bell Labs, Performance Modeling and
QoS Management Group 연구원
2003년~현재 아주대학교 전자공학과 교수
관심분야: QoE/QoS, 무선 MAC 프로토콜, IEEE
802.11/15, 5G 통신시스템, 국방
전술네트워크, 위성시스템 등



오 성 민

2004년 아주대학교 전자공학부 공학사
2006년 아주대학교 전자공학과 공학석사
2011년 아주대학교 전자공학과 공학박사
2011년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
관심분야: 5G 이동통신 시스템, 이동통신 프로토콜 등



신 재 승

2007년 Pennsylvania State University
컴퓨터공학과 박사
1993년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
관심분야: M2M, D2D, 소형셀, 5세대 이동통신
시스템, 이동통신 프로토콜, Resource
Scheduling