

D2D 선행 단말을 이용한 LTE 핸드오버 지원방안

A Novel LTE Handover Scheme through a Leading Device for Maintain D2D Communication

강 찬 옥* · 민 상 원**

* 주저자 : 광운대학교 전자통신공학과 석사

** 교신저자 : 광운대학교 전자통신공학과 교수

Chan-Uk Kang* · Sang-Won Min**

* Dept. of Electronics & Communications Eng, Univ. of Kwangwoon

** Dept. of Electronics & Communications Eng, Univ. of Kwangwoon

† Corresponding author : Sang Won Min, min@kw.ac.kr

Vol.19 No.2(2020)

April, 2020

pp.110~121

pISSN 1738-0774

eISSN 2384-1729

<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.2.110>

2020.19.2.110

Received 26 April 2019

Revised 23 May 2019

Accepted 19 March 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

‘모바일 디바이스가 급속도로 증가하고 있고, 단말의 잦은 핸드오버로 인한 망 과부하 문제가 발생하고 있다. 이에 대한 해결방안으로 LTE 기반의 D2D 통신을 이용한 핸드오버를 통하여 망 과부하 문제와 핸드오버 딜레이를 줄일 수 있을 것으로 기대하고 있다. 본 논문에서는 기존 LTE 네트워크의 핸드오버 방식에서 LTE 기반의 D2D 통신을 이용한 선행 단말을 통하여 핸드오버를 지원하는 방안을 제시하였다. 기지국과 단말 사이의 핸드오버 시 사용되는 중복신호를 줄이기 위하여 선행 단말을 통하여 단말의 핸드오버 상황을 효율적으로 해결할 수 있는 방안에 대하여 제안하였다. 단말의 개수 변화에 따른 핸드오버 딜레이는 제안한 방안이 기존 LTE 핸드오버에 비하여 감소한 결과를 확인할 수 있었다.

핵심어 : 단말 간 직접 통신, 핸드오버, 셀룰러 네트워크

ABSTRACT

Since the number of user equipments has also increased rapidly, the problem of network load due to frequent handover of user equipments has occurred. As a solution to this we expect to be able to reduce network overload problems and the delay caused by handover using LTE-based D2D communication. In this paper, we proposed a proposal to support handover via a preceding user equipment using LTE-based D2D communication by handover method of existing LTE network. We proposed a method that can efficiently solve the handover situation of the user equipment via the preceding user equipment in order to reduce the overlapping signal used at the time of handover between the base station and the user equipment. The handover delay accompanying the change in the number of user equipments was able to confirm the result that the suggested scheme was reduced as compared with the existing LTE handover.

Key words : D2D Communication, Handover, Cellular network

I. 서 론

1. 개요

현재 4세대 이동통신에서 5세대 이동통신으로 넘어가기 위한 과도기적 상황에서 폭증하는 모바일 데이터 트래픽의 처리 방안이 필요하게 되었고, 한정된 주파수를 이용하여 새로운 통신 방식을 열게 해준 것이 D2D (device-to-device) 통신이다(Panigrahy et al., 2018). D2D 통신은 셀룰러 네트워크의 코어 네트워크 (core network)를 거치지 않고 단말 간 직접 데이터를 송신 및 수신하는 통신 방식이다. 그 중 4세대 이동통신인 LTE (long term evolution) 기반의 D2D 통신에서는 무선 주파수 자원을 재활용 하여 LTE 네트워크 내 동시에 여러 개의 D2D 통신링크를 생성하고, LTE 셀룰러 시스템의 통신 효율과 기지국으로 직접 통신 하지 않는 특성을 가지고 있기에 망 과부하 문제를 해결할 수 있다(Yanikomeroğlu et al., 2014). 더불어 단말기 간의 통신 시 발생할 수 있는 지연과 전력 절약 및 에너지를 효율적으로 줄일 수 있으며, 낮은 전력으로도 통신이 가능하다는 장점과 추가적으로 단말 간의 직접 연결을 통하여 셀의 범위를 확장할 수 있는 장점이 있다(Zakia et al., 2016).

이동통신망을 활용한 C-ITS, V2X와 같은 상황에서는 각 셀룰러 단말들은 eNB와 주기적으로 자신의 위치 정보, 수신된 전력의 세기와 이를 포함한 다양한 제어신호를 주고받아야 한다(3GPP TS 36.300, 2016). 이로 인하여 액세스 네트워크에서는 핸드오버로 인한 인터넷 끊김 문제와 핸드오버 절차로 인해 발생하는 시간으로 인한 지연 등으로 인하여 제대로 된 서비스를 제공받을 수 없다(Xiaodong et al., 2017). 이러한 문제점을 해결하기 위해 LTE 기반의 D2D 통신이 가능한 네트워크 환경에서 중첩되는 핸드오버를 줄이고, 최적의 핸드오버를 진행 할 수 있도록 D2D 통신을 통한 LTE 핸드오버 절차의 간소화 기법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 셀룰러 기반의 D2D가 적용된 LTE 네트워크에서 빈번하게 일어나는 eNB (evolved-node B) 간의 핸드오버 상황에 대해 먼저 핸드오버가 일어난 단말로부터 후행 단말에게 미리 메시지를 전달하여 기존의 셀룰러 단말에 보다 빠른 핸드오버를 지원하는 기법에 대하여 제안하였다. 제안한 방안의 동작 여부를 확인하기 위하여 시뮬레이션을 구축하여 확인하였다. 단말의 수가 증가할 때, 단말의 속도가 증가할 때, 단말 간 거리가 멀어지는 상황을 시뮬레이션으로 구현하였고, 결과적으로 기존 LTE 핸드오버 방식에 비하여 D2D를 통한 핸드오버 정보 전달이 딜레이를 감소시킬 수 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한 기존 LTE 네트워크의 핸드오버 절차와 비교하여 메시지를 주고받는 수가 줄어들며, 이에 따른 에너지를 감축시킬 수 있다는 효율성을 증명하였다.

II. LTE 네트워크와 D2D 통신

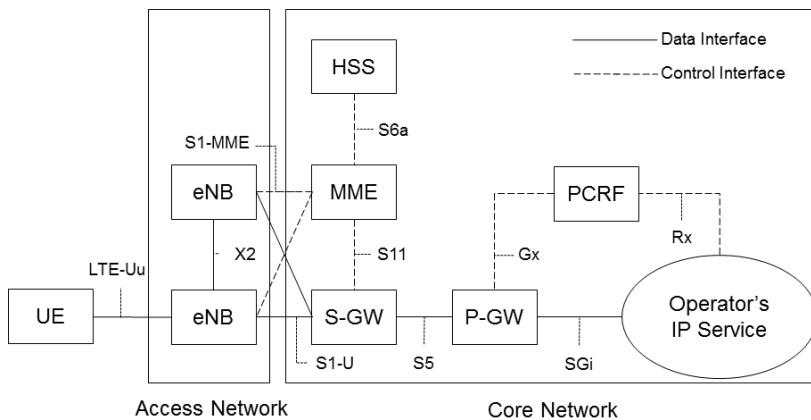
1. LTE 네트워크

LTE 네트워크는 고속의 데이터 전송을 지원할 수 있는 현재 상용화 되어있는 무선통신망이다. LTE는 크게 액세스 네트워크 (access network)와 코어 네트워크 부분으로 나누어지며, 액세스 네트워크는 무선 접속 기술을 사용하는 부분으로 E-UTRAN (evolved-UTRAN)으로 구성되며, core network는 EPC (evolved packet core)로 구성된다(3GPP TS 23.401, 2016) <Fig. 1>은 LTE 네트워크의 전체구조를 도식화한 것이다.

액세스 네트워크는 단말 UE (user equipment)와 기지국 역할을 담당하는 eNB로 구성이 되어있다. 기존 3세

대 이동통신망에서는 Node B와 RNC (radio network controller) 등으로 계층적으로 나누어진 구조를 가진다면, 4세대 통신망인 LTE에서는 eNB로만 구성되어있는 특징을 가지고 있다. 여러 개의 eNB가 코어 네트워크의 S-GW (serving-gateway)와 연결됨으로 액세스 네트워크를 중앙에서 일괄적으로 관리할 수 있다. eNB는 UE로의 자원의 할당, 베어러 관리, 셀 간 간섭과 로드 밸런싱을 관리하는 기능을 담당한다.

코어 네트워크인 EPC는 S-GW, P-GW (packet data network-gateway), MME (mobility management entity), HSS (home subscriber server), PCRF (policy and charging rules function) 등으로 구성된다. 주된 데이터인 패킷 데이터는 S-GW와 P-GW를 통하여 전송이 되며, 이를 제외한 다른 요소들은 통신 중 발생한 데이터를 운반하기 위한 보조요소로서 제어 및 관리하는 역할을 담당한다.



<Fig. 1> LTE network architecture

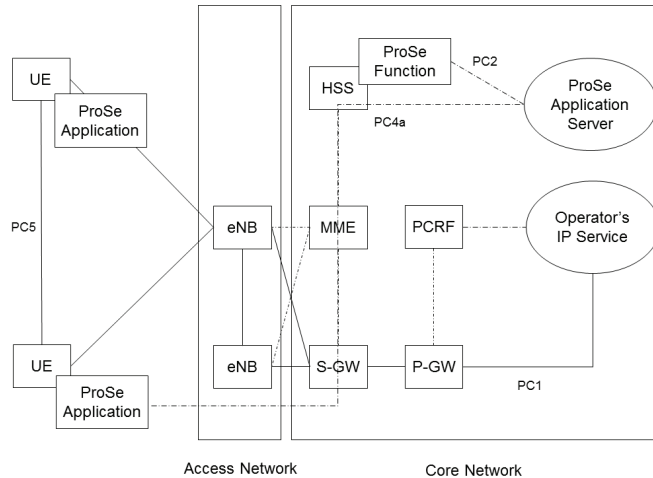
2. D2D 통신

D2D는 모바일 기기를 대상으로 인프라 구조의 도움 없이 근거리에서 있는 단말 간 무선 경로를 설정하여 통신하는 기술을 말한다. D2D 통신은 다양한 표준 단체에서 표준화가 진행되었다. 면허대역의 이동통신에 대한 표준을 담당하는 3GPP에서는 LTE-Advanced와 release 14에 명시되어있는 LTE-Advanced pro에 기반을 둔 D2D 통신 표준제정을 추진하고 있으며, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서는 Wi-Fi (wireless fidelity)에 기반을 둔 D2D 통신인 Wi-Fi direct 표준제정을 추진하고 있다.(3GPP TR 24.334, 2016) 3GPP에서는 release 14 시스템의 요소기술을 위한 작업항목으로 Proximity-based service (ProSe)를 선정하였으며, 최근 TSG (technical specification group) RAN (radio access network)1 표준화 회의를 통하여 ProSe를 위한 무선 인터페이스와 physical layer에 대한 표준화가 진행되고 있다. 또한 IEEE 802.15 Group에서는 PAC (peer aware communication)로 D2D 관련 표준화 작업을 진행하고 있다.

LTE 네트워크 기반의 D2D 통신은 기지국으로부터 단말의 탐색, 자원 할당 및 스케줄링 등의 필요한 정보를 받아 수행한다. 단말의 측면에서 높은 전송 효율과 전력 전달의 장점을 가지고 있으며, 네트워크 측면에서 망 부하 감소 및 자원 재사용에 용이함으로 효율적인 장점을 가지고 있다.

<Fig. 2>는 셀룰러 기반의 D2D 통신을 도식화 한 것이다. 셀룰러 기반의 D2D 통신을 위하여 기존 LTE 코어 네트워크에 ProSe Function과 ProSe Application Server를 담당하는 기능블록을 추가하였고, 사용자 단말에는 ProSe Application을 추가하였다. ProSe Function은 네트워크 관련 작업에 사용되는 논리적인 기능을 담당

한다. 단말에 추가 된 ProSe Application은 ProSe Application이 적용된 단말과 제어 정보를 교환, 단말의 탐색하는 역할을 담당한다. 추가적으로 기존의 EPC의 기능블록인 MME에서는 HSS로부터 ProSe에 관련된 가입자의 정보를 수신하고, 단말이 ProSe를 사용할 권한이 있다는 것을 E-UTRAN에 제공하는 역할을 한다. 또한 P-GW에서는 S-GW로부터 ProSe 단말로부터 정보를 수신하며, S-GW에서는 MME로부터 네트워크 중계에 관련된 정보를 수신함과 동시에 P-GW에게 단말의 정보를 전송한다.



<Fig. 2> D2D based cellular network architecture

Ⅲ. 효과적인 핸드오버를 위한 D2D 연동방안

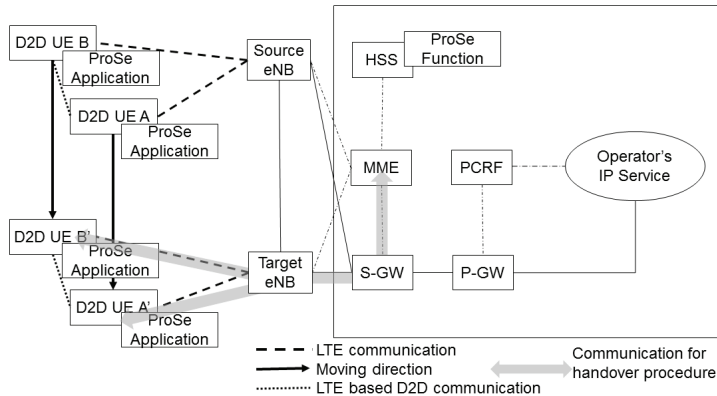
1. LTE 핸드오버와 LTE 기반의 D2D 통신의 문제점

사람들의 이동이 잦은 시가지나 대중교통을 이용하게 되면 셀룰러 통신망을 사용하는 단말들을 소유한 사용자들에게 기존 eNB에서 다른 eNB로 이동해야 하는 핸드오버는 필수적이다. <Fig. 3>은 현재 상용화 되어있는 LTE 네트워크의 핸드오버 절차에 대하여 나타낸 것이다. 각 셀룰러 단말들은 eNB와 주기적으로 자신의 위치정보, 수신된 전력의 세기와 이를 포함한 다양한 제어신호를 주고 받아야하며, eNB에서는 자원할당과 스케줄링을 지속적으로 수행해야 한다. 이로 인하여 코어 네트워크 부분에서 처리량은 비슷한 수준이지만, 액세스 네트워크에서는 핸드오버로 인한 인터넷 끊김 문제와 핸드오버 절차로 인해 발생하는 시간으로 인한 지연 등으로 인하여 제대로 된 서비스를 제공받을 수 없다. 또한 핸드오버를 시도하기 위해서 단말과 source eNB, target eNB 사이 Measurement Report, Handover command, Handover Confirm 등의 제어신호를 통한 확인 절차를 주기적으로 반복해야 한다(3GPP TS 36.300, 2016) 그리고 LTE 네트워크 기반의 D2D 통신을 위하여 기존 eNB로부터 주파수를 할당해야 하는 점에서 주파수 반납 및 재사용 역시 핸드오버를 지연시키는 요인 중 하나로 볼 수 있다.

본 논문에서는 3GPP TS 23.303에서 정의하는 proximity service가 포함된 LTE 네트워크 상황에서 D2D 통신을 통한 LTE 핸드오버를 지원하는 시나리오를 구성하였다. D2D 단말 A와 B가 우선적으로 source eNB를 통하여 LTE 연결이 되어있으며, 두 단말은 LTE 기반의 D2D 연결이 되어있다. 두 단말이 source eNB의 서비

스 구역에서 target eNB의 서비스 구역으로 이동할 경우, X2 또는 S1 핸드오버 과정이 일어난다. 대중교통과 시가지 등의 유동인구가 많은 상황을 직면하게 되면 단말의 개체가 늘어나게 될 것이고, D2D를 위한 단말 또한 급속도로 증가하는 추세에 따라 액세스 네트워크의 과부하는 점점 늘어날 것으로 예상된다. 또한 단말의 이동성을 관리하기 위한 제어신호의 증대로 인해 지연 시간이 증가하여 문제가 발생할 수 있다.

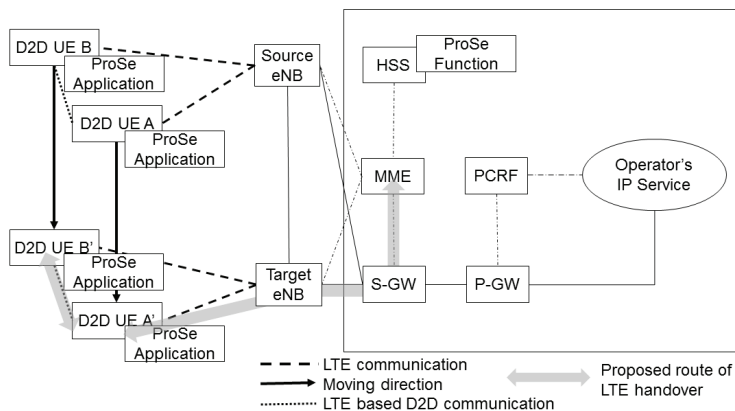
이러한 문제점을 해결하기 위해 LTE 기반의 D2D 통신이 가능한 네트워크 환경에서 중첩되는 핸드오버를 줄이고, 최적의 핸드오버를 진행 할 수 있도록 D2D 통신을 통한 LTE 핸드오버 절차의 간소화 기법에 대한 연구가 필요하다.



<Fig. 3> Route scheme of handover message in LTE network

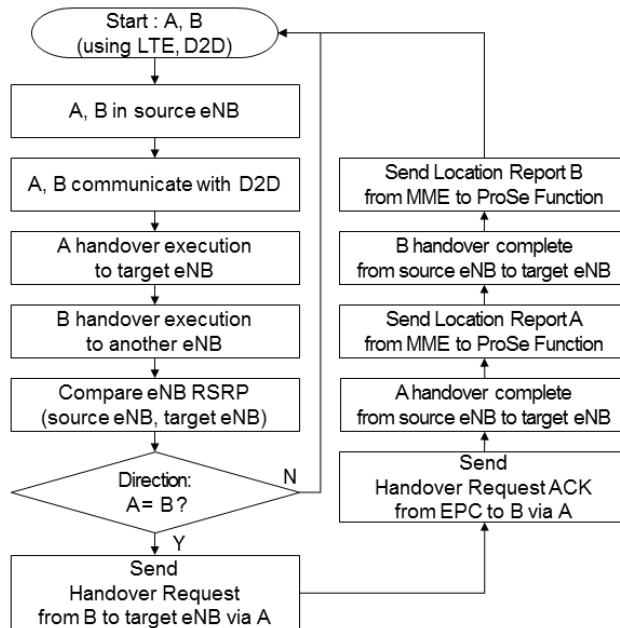
2. D2D를 활용한 핸드오버 기법

본 논문에서 제안하는 LTE 기반 D2D 통신을 활용한 핸드오버 기법 적용모델은 <Fig. 4>와 같다. 기본적인 네트워크 환경은 LTE 네트워크를 이용한 셀룰러 네트워크를 사용하며, 제안한 기법을 위하여 단말 간 LTE 기반의 D2D 통신이 가능함을 가정하였다. 3GPP release 14에서 언급된 LTE 기반의 D2D 통신을 위하여 코어 네트워크에 ProSe Function을 추가하였고, 단말에는 D2D 통신을 위한 ProSe Application을 추가하였다.



<Fig. 4> Proposed route scheme of LTE handover message in D2D communication

제안하는 LTE 기반의 D2D 통신을 활용한 핸드오버 기법의 전반적인 메시지 경로 순서도는 <Fig. 5>과 같다. 이 네트워크 환경에서 단말 A와 B가 있으며, 두 단말은 LTE 기반의 셀룰러 통신이 가능하며 D2D 통신을 위한 베어러가 개설되어있다. 두 단말은 source eNB에 존재하고 있으며, 시작되는 상황은 핸드오버 발생 전이다. Source eNB에서 두 단말은 서로 LTE 기반의 D2D 통신을 이용하고 있는 중이다. 단말 A가 target eNB의 서비스 구역으로 이동하게 되면서 핸드오버 시도가 일어난다. 이후 단말 B 또한 다른 eNB의 서비스 구역으로 이동하게 된다. 단말 B의 이동방향을 확인하기 위하여 접근하고 있는 다른 eNB의 정보와 그에 따른 신호세기를 비교해야 한다. 이를 위하여 Measurement Report를 통하여 메시지 내부의 신호 세기를 수치화 한 RSRP (reference signals received power)와 RSSI (received signal strength indication)를 확인할 수 있다. eNB들의 신호세기를 비교하여 단말 A의 진행방향과 B의 진행방향이 일치하면 B가 송신해야 하는 Handover Request를 source eNB가 아닌 A로 송신한다. 또한 Handover Request ACK은 단말 A를 통하여 B에게 전달된다. 전달을 마무리한 단말 A는 핸드오버 절차를 마치게 되고, D2D를 위하여 단말의 위치정보를 MME에서 ProSe Function으로 전달한다. Handover Request ACK를 전달받은 단말 B는 핸드오버 절차를 진행 후 완료하고 단말 A와 마찬가지로 D2D를 위하여 단말의 위치정보를 MME에서 ProSe Function으로 전달하며 절차를 마무리한다.

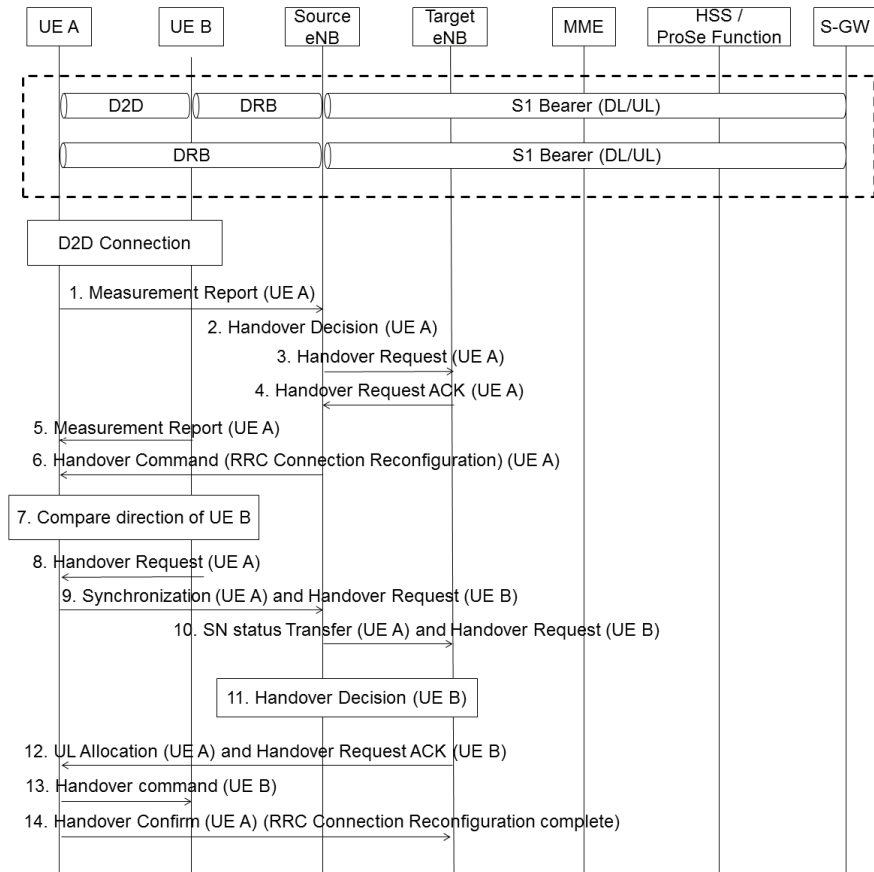


<Fig. 5> Proposed LTE handover message path flowchart using D2D communication

3. 제안하는 핸드오버 절차

본문에서 제안하는 LTE 기반의 D2D 통신을 활용한 LTE 핸드오버가 진행되는 절차를 크게 세 가지 과정으로 나눌 수 있으며, 그 과정으로는 첫 번째로 단말 A와 B 간 D2D 연결이 되어있는 상태에서 단말 A가 핸드오버를 시도 하는 과정, 두 번째로 A의 핸드오버 과정 중 핸드오버를 시도하려고 하는 B의 정보를 받아 이동하고자 하는 target eNB로 Measurement report를 전달하는 과정, 마지막으로 A와 B의 D2D 해제와 이동하고자 하는 target eNB로 핸드오버 완료로 이루어져있다.

제한한 핸드오버의 전체과정은 <Fig. 6>과 같다. 단말 A와 B는 각각 LTE 통신을 통하여 eNB와 접속할 수 있는 환경을 가지고 있으며, LTE 기반의 D2D 통신이 가능하다고 가정한다. 단말은 같은 eNB 내의 동일한 셀에 위치하며, 서로 D2D discovery 과정을 통하여 서로를 발견하고, 이 절차를 기반으로 D2D setup 절차를 진행한다.



<Fig. 6> Proposed handover procedure of LTE based D2D communication (Continue)

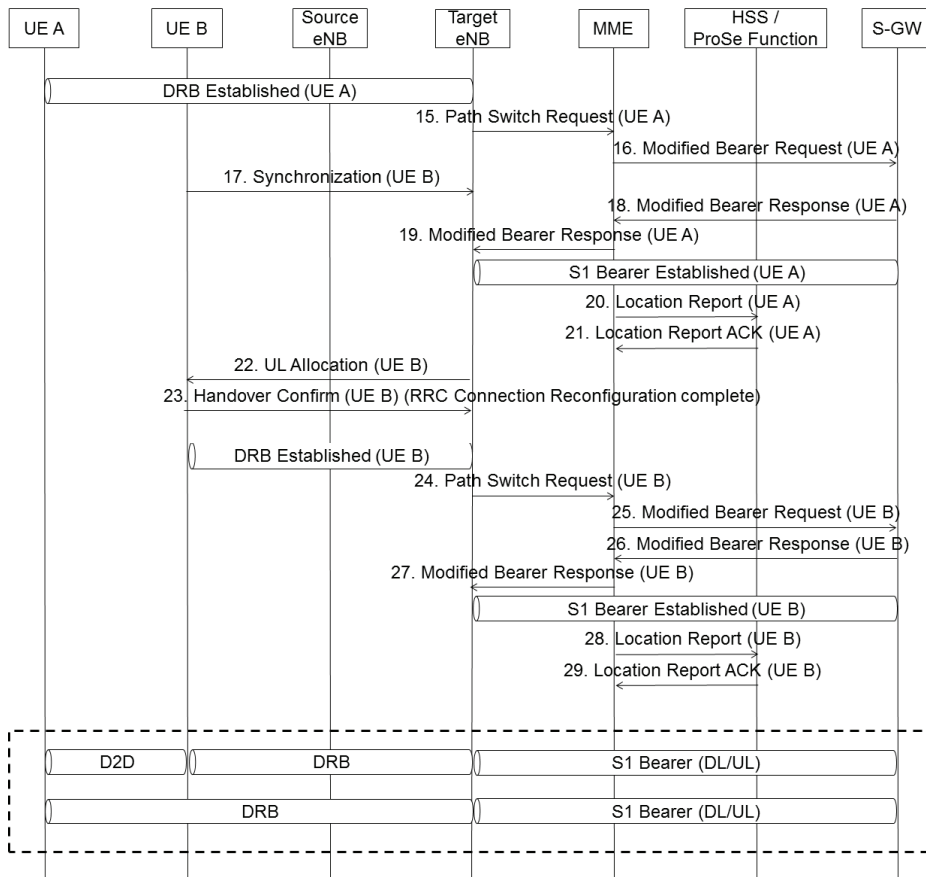
핸드오버가 일어나기 전, 그림 상단에 표시된 바와 같이 서로 D2D 베어러를 가지고 있으며, 단말과 source eNB 간 DRB, source eNB와 S-GW 간에는 S1 베어러가 설립되어있다. 단말 A에서 절차는 기존 LTE 핸드오버의 절차와 동일하다. 이 후, 단말 B 또한 핸드오버가 필요하다. 단말 B는 source eNB와 target eNB 등 여러 eNB로부터 신호를 동시에 수신하기에 여러 eNB의 신호세기의 파악이 가능하다. 해당 과정은 단말 B에서 발생한 Measurement report를 통하여 기존 Target eNB로 전송하는 것이 아닌 단말 A에게 전송된다.

Measurement report message에는 측정해야 할 셀들에 대한 정보, 주파수 정보, offset 값과 메시지 전송조건, 식별 ID와 RSRP와 RSSI가 포함되어있다. RSRP는 측정 대역폭 내의 셀 특성의 신호를 포함하는 무선 자원의 파워 분포를 Watt 단위로 선형 평균화 한 것이다. RSRP를 이용하여 eNB로부터 각 신호가 도달하는데 걸리는 시간을 계산하여 단말이 떨어져 있는 거리를 확인할 수 있다. RSRP의 범위는 -40dBm에서 -44dBm으로 되어 있는데, 범위를 1dBm 단위로 나누어 RSRP_00은 'RSRP<-140dBm', RSRP_01은 '-140dBm<RSRP≤ -139dBm'으

로, 마지막으로 RSRP_97은 ‘-44dBm≤RSRP’로 매핑 하였다.

단말과 eNB의 거리를 파악하기 위하여 이와 같이 단말 A와 B에서 target eNB 간 측정된 RSRP 매핑 값의 등락 여부를 확인해야 한다. 단말 A와 B의 RSRP가 동시에 증가하거나 감소하면 같은 방향으로 이동 중임을 확인할 수 있으며, 서로 반대 양상을 갖게 된다면 반대 방향으로 이동 중임을 확인할 수 있다. 증감하는 값을 기반으로 단말 A에서는 B에 대한 방향성을 파악하기 위하여 Compare direction of UE B를 진행한다. 만약 같은 방향으로 이동하지 않는다면 처음 절차인 Measurement Report 단계로 돌아간다. 단말 A에서는 source eNB로부터 전송된 Handover Command를 통하여 target eNB로 핸드오버 절차진행 준비를 한다.

두 단말이 같은 방향으로 이동하는 경우, 단말 A와 B는 D2D 통신이 가능하므로, B는 A로 Handover Request message를 전송한다. 전송되는 Handover Request message 내 D2D 절차 중 하나인 ProSe Authorized를 표시하여 target eNB에서도 source eNB와 같이 D2D를 사용할 수 있도록 지원해야 한다. 이 부분에서 source eNB는 단말이 같은 target eNB로 이동하는 것을 확인하여 target eNB로 Handover Decision 절차를 진행한다.



<Fig. 6> Proposed handover procedure of LTE based D2D communication

다음 단계로 target eNB에서는 단말 A의 DRB 설립과정을 진행한다. 단말 A의 Path Switch Request message를 수신한 MME에서는 기존의 베어러를 변경하는 요청을 S-GW로 전송하게 된다. 또한 B는 A와 동일한 방법으로 target eNB와 핸드오버 절차를 진행한다. 단말 A는 S-GW로 송신한 Modified Bearer Request message에

대한 정보를 MME로 전송하여 Modified Bearer Response message를 통하여 기존 설정되어있던 source eNB와 S-GW간 S1 베어러를 target eNB와 S-GW간 S1 베어러로 변경한다. 단말 A는 B와 D2D 통신을 하고 있으므로, 위치변경정보를 HSS와 ProSe Function에 전송해야 한다. 위치정보 확인 시, Location Report ACK를 전송하여 핸드오버 후에도 D2D 통신을 가능하게 한다. 단말 B는 target eNB와 동기화와 DRB를 개설하는 절차를 진행한다. 단말 B는 target eNB와 연결이 된 상태에서, 기존 S1 베어러를 재설정하기 위해 MME로 Path Switch Request message를 전송하게 된다. 이 때, 단말 B 또한 D2D 서비스를 이용할 권한이 있으므로, target eNB에서도 D2D를 사용할 수 있도록 해야 한다. 단말 A와 B는 target eNB로 DRB가 개설 된 상태이며, target eNB와 S-GW 사이에는 S1 베어러가 설립되어있으며, 기존 연결이 되었던 source eNB와 S-GW 사이의 S1 베어러는 해제가 된 상태이다.

IV. 성능 분석

1. 시뮬레이션 네트워크 구성 및 환경

본 논문에서 제안한 방안에 대한 시뮬레이션은 LTE 기반의 D2D 통신을 활용하여 기존의 LTE 핸드오버 진행 시, 다른 D2D 단말을 통하여 핸드오버 메시지를 전달받는 서비스 방안을 적용하기 위하여 시뮬레이션(NS-3, network simulator-3)을 진행하였다.

<Table 1> Simulation parameter

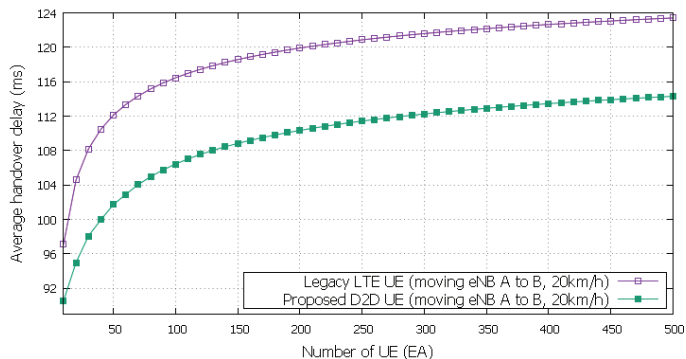
Parameters	Value
Cell radius	1km
Number of eNB	6
Handover overlap area	200m
UE distribution	Uniform
Carrier frequency	2GHz
Bandwidth	10MHz
Number of UE	2 to 500EA
Velocity of UE	20 to 180km/h
Moving direction of UE	eNB A to eNB B
Transmit power of eNB	46dBm
Transmit power of UE	23dBm
Transmit power of D2D user	13dBm
UDP file size	200Mb

<Table 1>은 시뮬레이션 환경 설정 파라미터를 나타낸다. 도로 위의 상황에서 셀룰러 네트워크는 여섯 개의 eNB로 구성되어있다. 단말은 도로 위에서 같은 방향으로 진행하고 있으며, 두 단말은 서로 같은 속도로 진행하고 있다. 그리고 단말은 LTE 네트워크와 D2D 통신을 사용할 수 있으며 연결절차는 모두 완료된 상태이다. 또한 여섯 개의 셀은 같은 서브넷에 존재한다고 가정하며, 각 셀의 범위를 1km로 설정하고 셀 영역의 200m는 중첩되며, 셀 내부의 단말 분포는 균일하게 구성하였다. 단말의 개수는 최소 2개에서 500개 까지 증

가하도록 하였으며, 이동속도는 최소 20km/h에서 최대 180km/h까지 증가하도록 하였다. 각 eNB의 전송 출력은 40dBm으로 고정하며, 잡음의 세기는 5dBm, 캐리어 주파수는 2GHz로 설정하였다. 단말의 전송 출력은 46dBm, D2D 단말의 송신 출력은 23dBm이다. UDP를 통한 파일을 전송하는 시뮬레이션을 시도하기 위한 파일의 크기는 200Mb로 설정하였다.

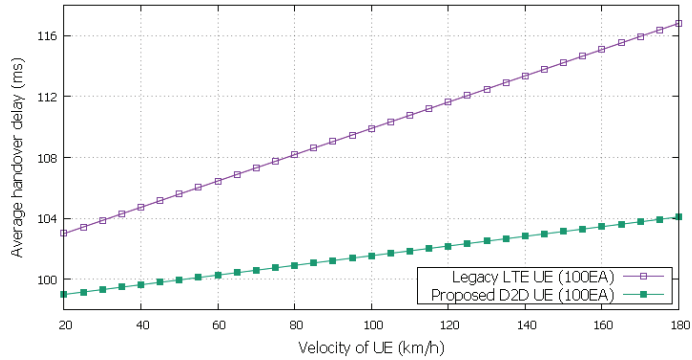
2. 시뮬레이션 분석

<Fig. 7>은 LTE 네트워크에서 두 단말이 20m의 일정한 간격을 두고 이동하였을 때 발생하는 핸드오버 상황에서 발생한 딜레이에 대하여 나타낸 결과이다. 두 개 단말이 D2D 통신을 통하여 핸드오버를 진행할 때의 측정 결과와 LTE 네트워크의 일반적인 핸드오버를 진행할 때의 측정 결과를 비교해보면, 단말이 두 개인 상황에서 source eNB에서 target eNB로 핸드오버를 진행할 경우, LTE 네트워크의 핸드오버의 딜레이에 비하여 D2D 통신을 이용한 핸드오버의 딜레이가 약 7.2% 감소한 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 단말의 개수를 8개 증가시킨 10개부터, 10개 단위로 증가를 해 본 결과, LTE 기반의 핸드오버가 D2D 통신을 이용한 핸드오버에 비하여 딜레이가 약 9% 가량 감소하는 것으로 나타났다. 결과적으로 기존 셀룰러 망에 사용되는 LTE 네트워크 통신의 핸드오버에 비하여 D2D 통신 기반의 핸드오버를 사용함으로써 각 단말 간 핸드오버 요청을 받는 것을 통한 액세스 네트워크의 혼잡의 감소로 인하여 전반적인 딜레이가 감소한 것을 볼 수 있다.



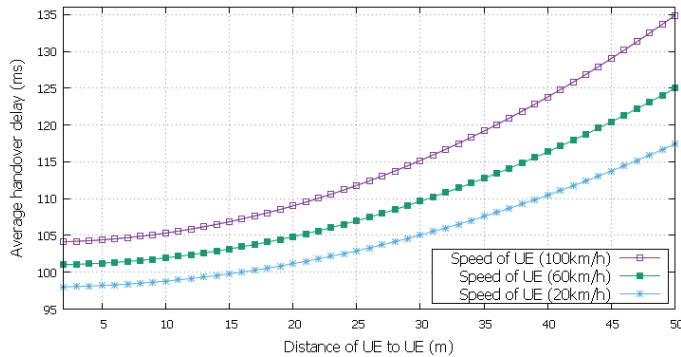
<Fig. 7> Average handover delay based on number of UE

<Fig. 8>는 단말의 이동속도에 따른 평균적인 핸드오버 딜레이에 대하여 나타낸 결과이다. 단말의 이동속도를 20km/h에서 180km/h까지 5km/h씩 증가하여 변경하였으며, 100개의 단말 개수로 수행하고, LTE 네트워크를 사용하는 단말과 LTE 기반의 일대일 D2D 통신을 사용하는 단말이 존재하는 환경에서 수행한다고 가정하고 기존과 동일한 환경에서 시뮬레이션을 진행하였다. 측정결과 20km/h로 이동시 LTE 기반의 핸드오버를 사용하는 단말에 비하여 LTE 기반의 D2D 통신을 이용한 핸드오버를 사용하는 단말이 약 2.7% 가량 감소한 핸드오버 속도를 측정할 수 있었다. 속도를 증가시켜 50km/h로 이동하는 상황에서는 20km/h로 이동하는 상황에 비하여 약 6.95% 감소한 핸드오버 딜레이가 발생하였다. 또한 단말의 이동속도를 180km/h까지 증가시켰을 때의 둘 간의 핸드오버 딜레이는 약 11.8% 가량 감소된 결과를 보여 확인할 수 있었다. LTE 기반의 D2D 통신을 통한 핸드오버의 딜레이와 LTE 기반의 핸드오버 딜레이의 증가율의 격차가 벌어짐을 확인할 수 있었다.



<Fig. 8> Average handover delay based on velocity of UE

<Fig. 9>은 D2D 통신에서 단말 간 거리의 증가에 따른 핸드오버 딜레이에 대하여 나타낸 결과이다. 단말의 개수는 100개로 가정하고, 단말 간 거리를 2m에서 최대 50m까지 증가시켰을 때의 환경에서 시뮬레이션을 진행하였으며, 단말의 이동속도는 20km/h, 60km/h, 100km/h로 변화를 주어 측정결과를 확인하였다. 측정결과 단말 간 거리가 일정할 때 단말의 속도에 증가함에 따라 핸드오버 딜레이는 점차 늘어나게 된다. 단말 간 거리가 5m인 상황과 20m인 상황의 딜레이의 증가율을 살펴보면, 20km/h일 때에 약 3ms가 증가하였고, 60km/h일 때에 약 3.5ms, 100km/h일 때에 약 4.6ms인 것을 확인할 수 있었다. 단말 간 거리가 20m에서 35m로 증가하였을 때에는 각각 약 6.4ms, 7.9ms, 10.2ms로 확인할 수 있었다 이를 통하여 단말의 속도가 일정할 때에 단말 간 거리가 증가할수록 핸드오버 딜레이는 점차 늘어나게 되고, 그 격차는 점점 증가하는 양상을 보여준다. 이로 인하여 단말 간 거리, 단말의 이동속도가 변화함에 따라 단말의 전반적인 핸드오버 딜레이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다.



<Fig. 9> Average handover delay based distance between UE to UE

V. 결론

본 논문에서는 LTE 기반의 D2D 통신이 적용된 통신망에서 빈번하게 일어나는 핸드오버에서 발생하는 액세스 네트워크의 과부하를 줄이고, 사용자에게 더 빠른 핸드오버를 제공하는 방안에 대하여 제안하고 이에 따른 제안한 방안의 효율성과 액세스 네트워크의 과부하 감소 가능성에 대하여 검증하였다.

제안한 방안인 LTE 기반의 D2D 통신을 통한 핸드오버 지원은 기존 LTE 핸드오버에 비하여, 단말의 개수가 증가 할수록 평균적인 핸드오버 딜레이가 감소하는 것을 확인되어 제안한 D2D 통신을 통한 핸드오버 지원의 효과가 검증되었다. 그리고 단말의 이동속도에 따른 핸드오버 측면에서도 D2D 통신을 이용한 핸드오버가 기존 LTE 네트워크의 핸드오버에 비하여 딜레이가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 또한 단말 간 거리가 멀어질수록 핸드오버 딜레이가 증가함을 확인할 수 있었다. 딜레이의 증감을 통하여 고속 이동 상황에서의 LTE 네트워크의 핸드오버는 D2D 통신을 통하여 지원하는 것이 합리적이라는 것을 검증하였다. 그 결과 본 논문에서 제안한 방안은 점차 증가하게 될 사용자들의 D2D 장비에서 핸드오버를 진행하게 될 때, 기존 LTE 네트워크 핸드오버에 비하여 향상된 서비스를 제공할 수 있다는 장점을 확인할 수 있다.

본 논문에서 제안한 방안은 기존의 핸드오버 메시지의 이동 방향을 변경하여 다른 D2D 단말로 코어 네트워크에 전달하는 것으로, eNB가 여섯 개인 상황의 한정적인 네트워크 환경에서 시뮬레이션을 진행하였으며, 다양한 간섭과 다양한 셀이 공존하는 상황에서의 성능 검증이 부족하다. 향후 과제로는 다중 서브넷을 통과하는 상황에서의 핸드오버와 연결되어있는 단말의 속도 차이에 따른 핸드오버 상황 등을 고려해야 할 것이며, 핸드오버 절차의 경로 변경 부분에서 메시지를 통합하여 전송하는 방법을 고려해야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2019년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

REFERENCES

- 3GPP TR 23.401 V14.1.0(2016), "General Packet Radio Service enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network access," 3GPP, Release 14.
- 3GPP TR 24.334 V13.3.1(2016), "ProSe UE to ProSe Function Protocol Aspects Stage 3," 3GPP, Release 13.
- Mehedi H. et al.(2019), "Frequent-Handover Mitigation in Ultra-Dense Heterogeneous Networks," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 16, no. 12, pp.1035-1040.
- Panigrahy K. et al.(2018), "Analyzing the Effect of Soft Handover on Handover Performance Evaluation Metrics Under Load Condition," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 67, no. 4, pp.3612-3624.
- Sone K. et al.(2016), "Analysis of power consumption in mobile backhaul network with densely deployed small cells under dynamic traffic behavior," *2016 21st OptoElectronics and Communications Conference (OECC)*.
- Xiaodong X. et al.(2017), "Modeling and Analyzing the Cross-Tier Handover in Heterogeneous Networks," *IEEE Transactions on Wireless Communication*, vol. 16, no. 12, pp.7859-7869.
- Zakia U. et al.(2016), "Analysis of wireless information transmission in a trade fair through device to device communication under LTE network," *2016 IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*.