

# 셀룰러 통신망에서 위치기반 OTT 서비스 지원을 위한 D2D 통신 방안

## A Novel D2D Communication Scheme for Location-Based OTT Service in Cellular Networks

한 경 일\* · 민 상 원\*\*

\* 주저자 : 모다정보통신 기술연구소 연구원

\*\* 교신저자 : 광운대학교 전자통신공학과 교수

Kyeong-Il Han\* · Sang-Won Min\*\*

\* R&D Center, Modacom Corporation

\*\* Dept. of Electronics & Communications Eng., Univ. of Kangwoon

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

Vol.16 No.6(2017)

December, 2017

pp.195~207

ISSN 1738-0774(Print)

ISSN 2384-1729(On-line)

<https://doi.org/10.12815/kits.2017.16.6.195>

2017.16.6.195

### 요 약

처음 스마트폰이 출시된 이후 다양한 모바일 디바이스들의 발전으로 모바일 트래픽의 사용이 폭발적으로 증가하고 있다. 특히 개인 방송, TV 콘텐츠를 지원하는 OTT(On-The-Top) 서비스가 발전하고 이를 이용하는 사용자가 많아질수록 높은 전송률을 요구하는 영상 트래픽이 증가하게 되어 망의 과부하가 발생할 수밖에 없다. 본 논문에서는 D2D(Device-to-Device) 통신과 위치기반 서비스를 이용하여, OTT 서비스 트래픽에서 발생하는 망 과부하를 해결할 수 있는 방안을 제시하였다. 무선통신망의 OTT 서비스 트래픽을 효과적으로 처리하기 위하여 기존 셀룰러 네트워크에 위치기반 서비스와 D2D 단말 관리를 수행할 수 있는 D2DS(D2D Server)와 LCS(Location Server) 기능블록을 추가하였다. D2DS와 LCS를 통해 OTT 서비스에서 콘텐츠 제공자나 수신자의 역할을 하는 사용자에게 위치기반 D2D를 제공할 수 있는 절차를 추가로 제안하였다.

핵심어 : D2D 통신, 위치기반 서비스, OTT 서비스, 셀룰러 통신망

### ABSTRACT

Since the smart phone was first introduced, the amount of mobile traffic has increased explosively. The OTT service with personal broadcasting and TV contents and the number of users have been increased in wired network, and there are needs to expand the OTT service to mobile network. In the case of the OTT service in mobile network, the relative small and finite resource may cause the overload of the network due to the massive and high transfer rate. In this paper, we consider a future situation of the OTT user services in the cellular network and propose a novel D2D communication scheme for location-based OTT service, which can reduce and distribute the amount of video traffics. To effectively handle the traffic of OTT services, we propose D2DS and LCS functional blocks in EPC network, which can provide location-based service and D2D management. And, we suggest additional procedures for the location-based service of both content provider and contents receiver UEs with the operation of the proposed D2DS and LCS function block.

Key words : D2D Communication, Location-Based Service, OTT Service, Cellular Network

Received 21 April 2017

Revised 19 May 2017

Accepted 22 November 2017

© 2017. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

## I. 서 론

처음 스마트폰이 출시된 이후 스마트폰이나 태블릿과 같은 다양한 모바일 디바이스들의 발전으로 모바일 트래픽의 사용이 폭발적으로 증가하고 있다. 통신 사업자들은 4G(Fourth Generation) 셀룰러 시스템인 LTE(Long Term Evolution)를 상용화 하여 다양한 모바일 트래픽을 수용하고 있다(Lee, 2013; Yang, 2014). 모바일 트래픽은 매년 전 세계 트래픽 측정치에 기반한 통계를 살펴보면 2007년부터 현재까지 매년 2배 이상씩 증가함을 알 수 있다. 이런 증가 추세로 볼 때, 셀룰러 시스템의 과부하가 예상된다.

최근 네트워크 인프라를 거치지 않고 단말 간 직접 데이터를 주고받는 D2D(Device-to-Device) 통신이 있다. D2D 통신은 무선 주파수 자원을 재활용 하여 셀룰러 네트워크 내 여러 개의 D2D 통신 링크를 생성하는 특징을 가지고 있다. 이러한 D2D 통신의 특징은 망 과부하 문제를 해결하여 셀룰러 네트워크의 성능을 향상시킬 뿐만 아니라 다양한 통신서비스를 창출 하는데 활용될 수 있다.

OTT(On-The-Top) 서비스는 인터넷을 통해 개인 방송, TV와 같은 영상을 받는 서비스를 가리키며, 최근 사용자들이 폭발적으로 증가하고 있다. 특정 망에 종속되지 않는 서비스로 포괄적으로는 인터넷 기반의 동영상 서비스 모두를 포괄하는 의미로 쓰인다. OTT 서비스는 스마트 폰, 태블릿 PC와 같은 스마트 디바이스를 통해 언제, 어디서든지 실시간 방송과 VOD(Video on Demand) 서비스를 이용할 수 있는 장점이 있다. 현재 OTT 서비스의 트렌드는 twitch TV, 아프리카 TV, 다음팟과 같은 개인 방송 플랫폼과 Gopro 등의 액션 카메라 기기들의 발전과 맞물려, 사용자가 직접 다양한 콘텐츠를 생산하고 공급하며 서비스를 받는 형태로 진화하고 있다. OTT 서비스의 발전은 전체 모바일 트래픽의 45.1%를 차지하는 동영상 트래픽을 증가시켜, 망의 과부하를 발생시킬 것이다(Cisco, 2011; Feng, 2014; Forconi and Vase, 2015). 또한 개인 방송 플랫폼의 대중화와 개인의 콘텐츠 생산 및 공급이 많아져 OTT 서비스 사용자는 폭발적으로 증가하고 있는 추세이다. 이와 같은 스마트 기기의 폭발적인 증가와 OTT 서비스 사용자의 증가는 실시간 영상 트래픽을 증가시키기 때문에, 이에 따른 네트워크 과부하 문제를 해결할 수 있는 연구가 필요하다.

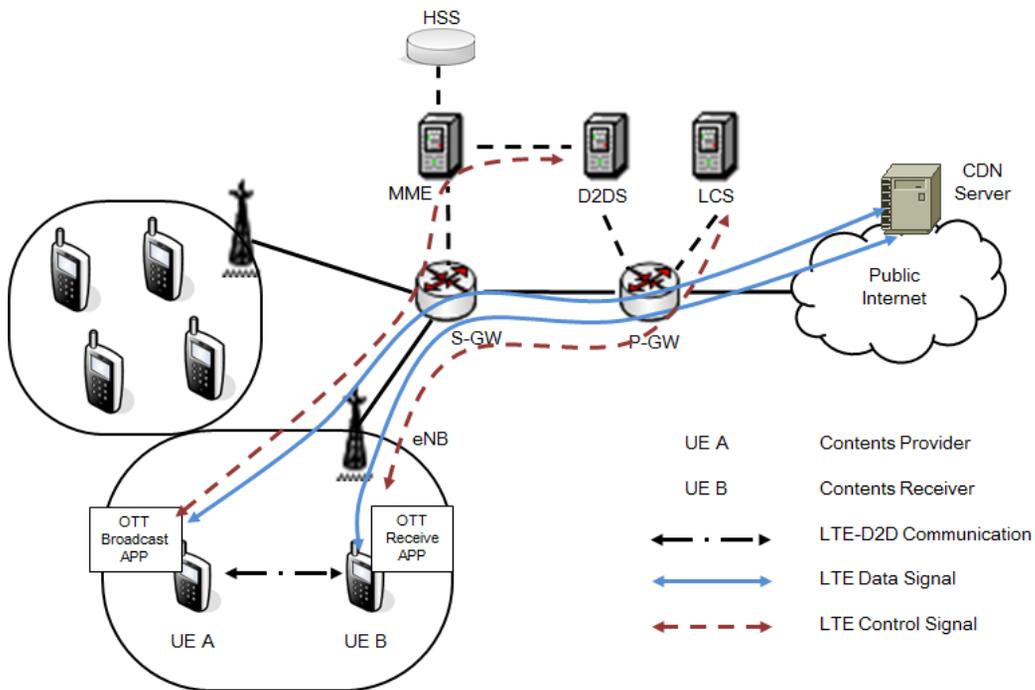
OTT 서비스 제공자 및 사용자의 증가에 따른 망 과부하 문제를 해결할 수 있는 방안은 OTT 서비스를 위치 기반으로 제공하는 것이다. 예를 들어 OTT 서비스 제공자와 사용자가 같은 망에 존재할 때 이를 네트워크에서 D2D로 OTT 사용자에게 영상 트래픽을 제공한다면 망 과부하 문제를 해결하여 OTT 서비스 단말이 증가하더라도 안정적인 네트워크 서비스 품질을 제공할 수 있을 것이다.

따라서 본 논문에서는 D2D가 적용된 셀룰러 네트워크에서 위치 기반의 OTT 서비스를 제공하기 위하여 사용자 단말이 네트워크에 D2D 서비스를 등록하여 주변의 OTT 서비스 사용자가 D2D를 이용하여 서비스를 받을 수 있는 방안을 제안하였다. 무선통신망의 OTT 서비스 트래픽을 효과적으로 처리하기 위하여 기존 셀룰러 네트워크에 위치기반 서비스와 D2D 단말 관리를 수행할 수 있는 D2DS(D2D Server)와 LCS(Location Server) 기능블록을 추가하였다. D2DS와 LCS를 통해 OTT 서비스에서 콘텐츠 제공자나 수신자의 역할을 하는 사용자에게 위치기반 D2D를 제공할 수 있다. 기능을 추가함에 따라 기존의 셀룰러 접속 절차, D2D 절차에 비해 처리 절차가 복잡해질 수 있지만 본 논문에서 제안하는 구조와 동작 과정을 통해 망 과부하와 효율적인 서비스 제공이 가능할 것이다. 또한 OTT 서비스 제공자의 위치 기반 멀티미디어 서비스를 통해 익스트림 스포츠, 여행 가이드 등의 새로운 분야에서의 위치기반 OTT 서비스 제공이 가능할 것으로 예상된다.

## II. OTT 서비스 지원 D2D 통신 방안

### 1. OTT 서비스 D2D 통신 적용 모델

본 논문에서 제안하는 OTT 서비스 지원을 위한 D2D 통신 적용 모델은 <Fig. 1>과 같으며, 기존 EPC 망에 사용자의 위치 정보, 서비스 알림 등 위치기반 서비스를 관리하는 D2DS(D2D Server)와 사용자의 위치 정보, 서비스 알림 등 위치기반 서비스를 관리하는 LCS(Location Server) 기능블록을 추가하였다. D2DS는 MME(Mobility Management Entity), P-GW(PDN-Gateway)와 연결되어 MME에서 수행하는 셀룰러 세션 관리, 이동성 관리의 역할과 비슷하게 D2D 단말 등록, 세션 관리, 이동성 관리의 역할을 수행한다. LCS는 P-GW와 연결되어 단말이 직접 LCS에 자신의 위치 정보, 서비스를 등록하고 이를 다른 단말에게 알리는 역할을 수행한다.



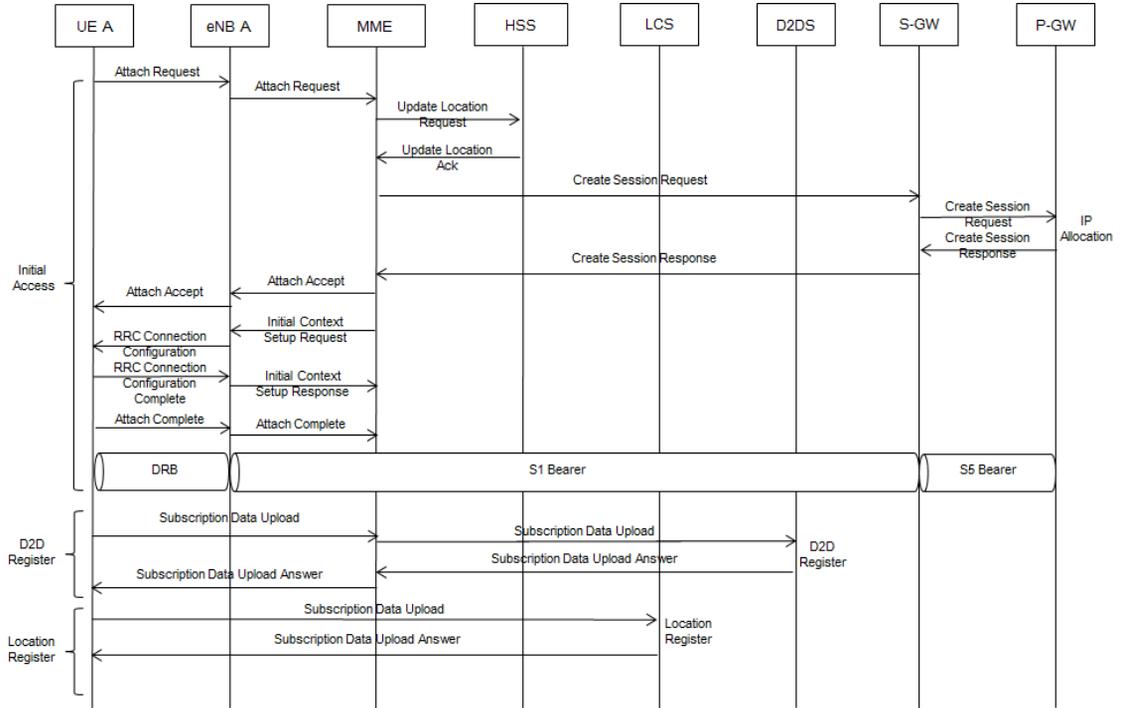
<Fig. 1> D2D communication model to provide OTT service

### 2. D2D 단말 OTT 서비스 초기 접속 절차

<Fig. 2>는 단말 A가 기지국 A 영역에 초기 접속 했을 때의 절차이다. 크게 2가지 과정으로 나눌 수 있으며, 기본적인 LTE 망의 초기 접속 절차와 LCS, D2DS에 단말이 위치정보와 D2D 통신이 가능함을 등록하는 절차이다(3GPP TS 23.401, 2012)(3GPP TS 36.942, 2014). UE A가 eNB A 영역에 초기 접속하여 위치정보를 갱신하고 eNB와 S-GW간의 S1 Bearer 생성을 요청한다. IP 할당과 Bearer 설정이 완료되면 UE A와 eNB A간의 DRB(Data Radio Bearer) 설정을 하고 업로드/다운로드 경로가 설정된다.

초기접속 절차가 끝난 UE A는 D2DS에 단말이 D2D 통신이 가능함을 등록한다. D2DS는 eNB A 영역에

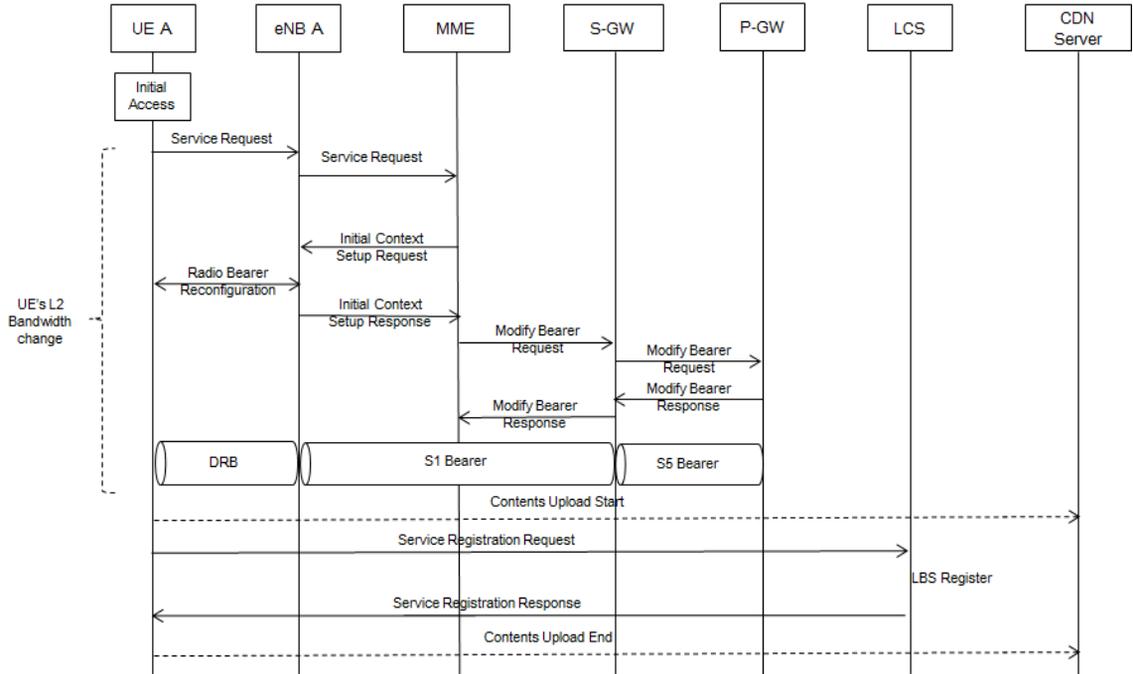
있는 UE A가 D2D 단말임을 등록하고 응답을 보낸다. 그 다음 UE A는 LCS에 해당 단말이 서비스 영역에 존재함을 알린다. LCS는 eNB A 영역에 있는 UE A가 서비스 영역에 있음을 등록하고 응답을 보내 최종적인 초기 접속 절차를 종료한다.



<Fig. 2> Initial access, D2D, LCS registration procedure of UE

### 3. 콘텐츠 업로드 및 서비스 등록 절차

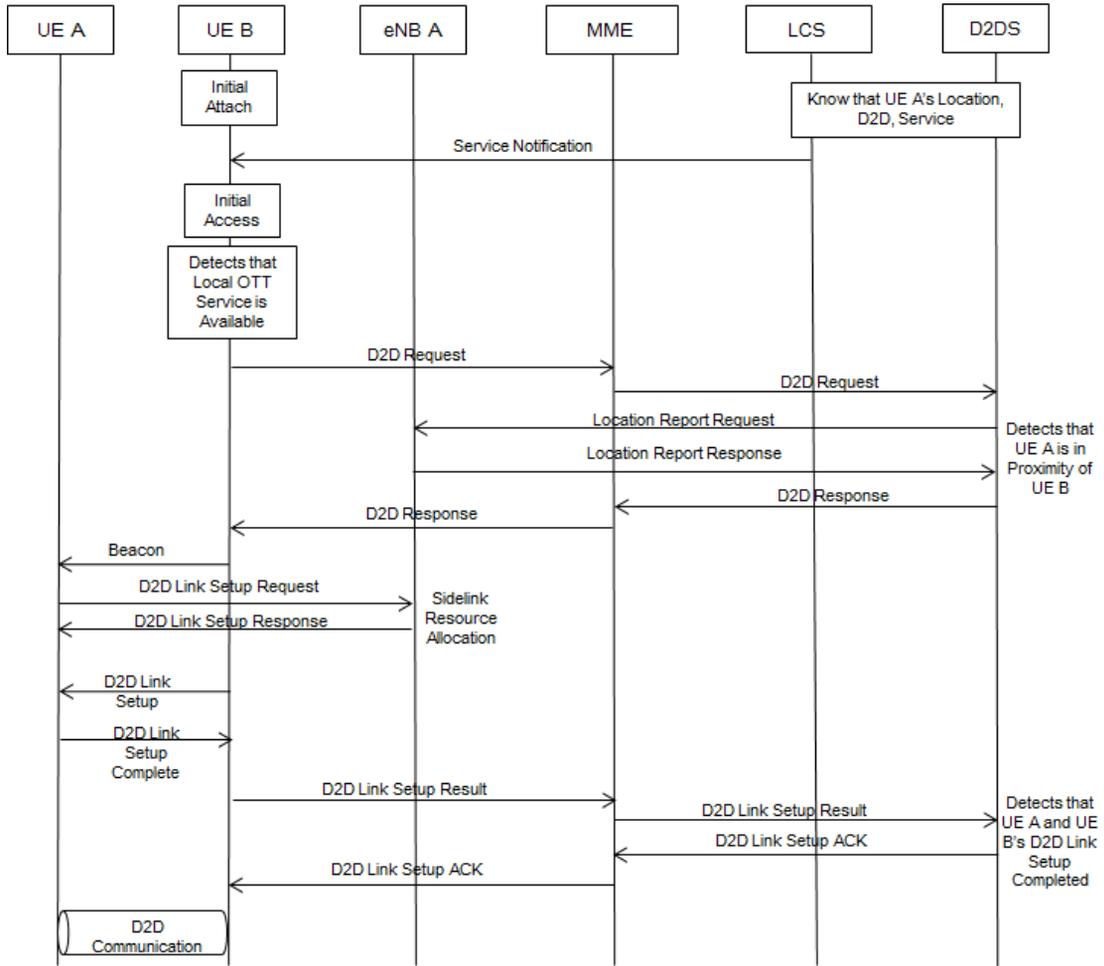
<Fig. 3>은 UE A가 eNB A 영역에서 초기 접속 절차를 마치고 CDN server에 접속하여 OTT 콘텐츠를 업로드 하는 절차이다. UE A가 eNB A 영역에 초기 접속 절차가 종료되면 사용자는 OTT application을 실행하여 방송을 시작한다. 방송을 시작하면 UE A는 CDN server에 접속하여 콘텐츠를 업로드 하게 된다. QoS(Quality of Service)가 충분하지 않다면 MME는 eNB와 S-GW에 각각 DRB와 S1, S5 bearer에 대한 재설정을 요청한다. 재설정이 끝나면 UE A의 layer 2 bandwidth가 조정되어 고화질의 콘텐츠를 업로드 하기 위한 경로가 생성되고 UE A는 CDN server에 접속하여 콘텐츠 업로드를 수행한다. 콘텐츠가 업로드 되면 UE A는 제공하는 콘텐츠가 자신이 속해있는 eNB A 영역에서 D2D 서비스가 가능함을 등록한다. LCS는 eNB A 영역에 UE A의 서비스가 가능함을 등록하고 이를 응답한다.



〈Fig. 3〉 Contents upload, service registration procedure

#### 4. 서비스 알림 및 D2D 링크 생성 절차

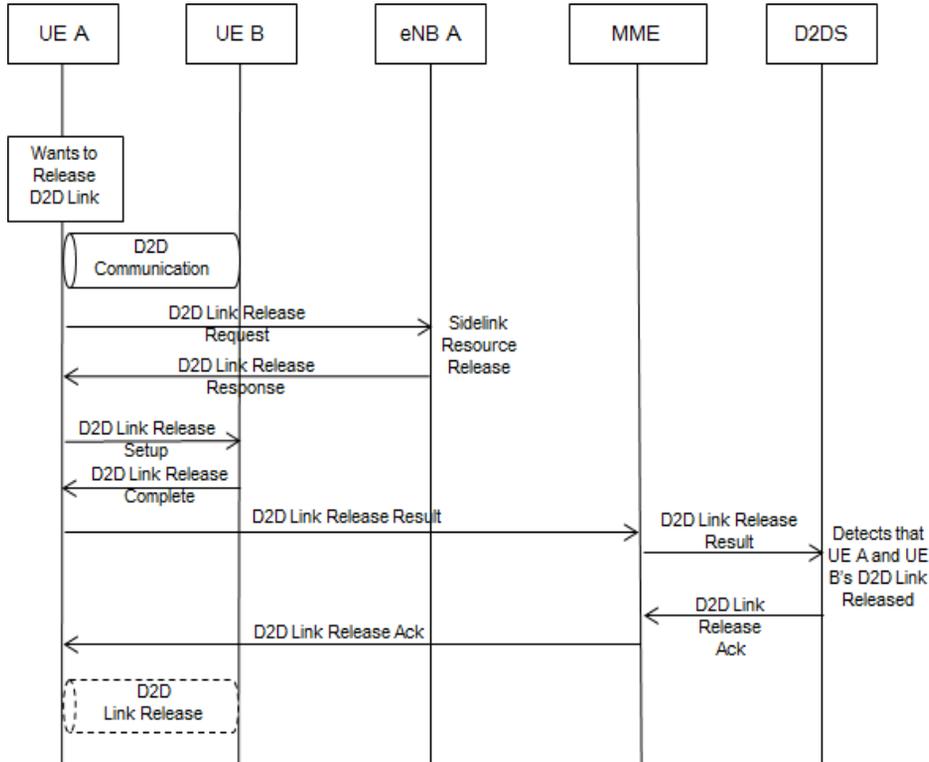
〈Fig. 4〉는 UE B가 eNB A 영역에 접속했을 때 LCS가 eNB A 영역에 존재하는 서비스의 알림을 보내고 이를 수신한 UE B가 해당 서비스를 받기 위해 D2DS에 D2D 서비스 요청을 보내 UE A와 B 간의 D2D 링크를 생성하는 절차이다. UE B가 eNB A에 접속하여 초기 접속 절차를 완료하면 LCS는 UE B에게 eNB A 영역에서 가능한 서비스를 알린다. 이를 수신한 UE B는 로컬 OTT 서비스가 가능함을 인지하고 MME에게 D2D Request를 보낸다. 이를 수신한 MME는 D2DS에게 D2D 요청을 받았음을 알린다. 이때 D2D Request에는 Service Notification에서 받은 Service ID와 Subscriber ID, Provider ID, Cell ID가 포함되어 있다. D2D Request를 받은 D2DS는 UE ID를 확인하여 eNB A에게 UE A와 B의 물리적인 위치를 요청한다. 결과를 받은 D2DS는 UE A와 B가 물리적으로 인접함을 인지하고 UE B에게 D2D가 가능함과 UE A의 위치를 알린다. 이를 수신한 UE B는 UE A에게 비콘 신호를 보내 D2D 링크 생성에 대한 요청을 한다. 이를 수신한 UE A는 eNB A에게 D2D 자원 할당을 요청한다. 자원을 할당받은 뒤 UE B는 UE A에게 D2D Link Setup을 보내 D2D 링크 생성을 완료한다. D2D 링크가 생성된 뒤 UE B는 MME를 거쳐 D2DS에 D2D 생성에 대한 결과를 보내 D2DS가 UE A와 B간의 D2D 링크 생성이 완료됐음을 인지한다.



〈Fig. 4〉 Service notification, D2D link configuration procedure

## 5. D2D 링크 해제 절차

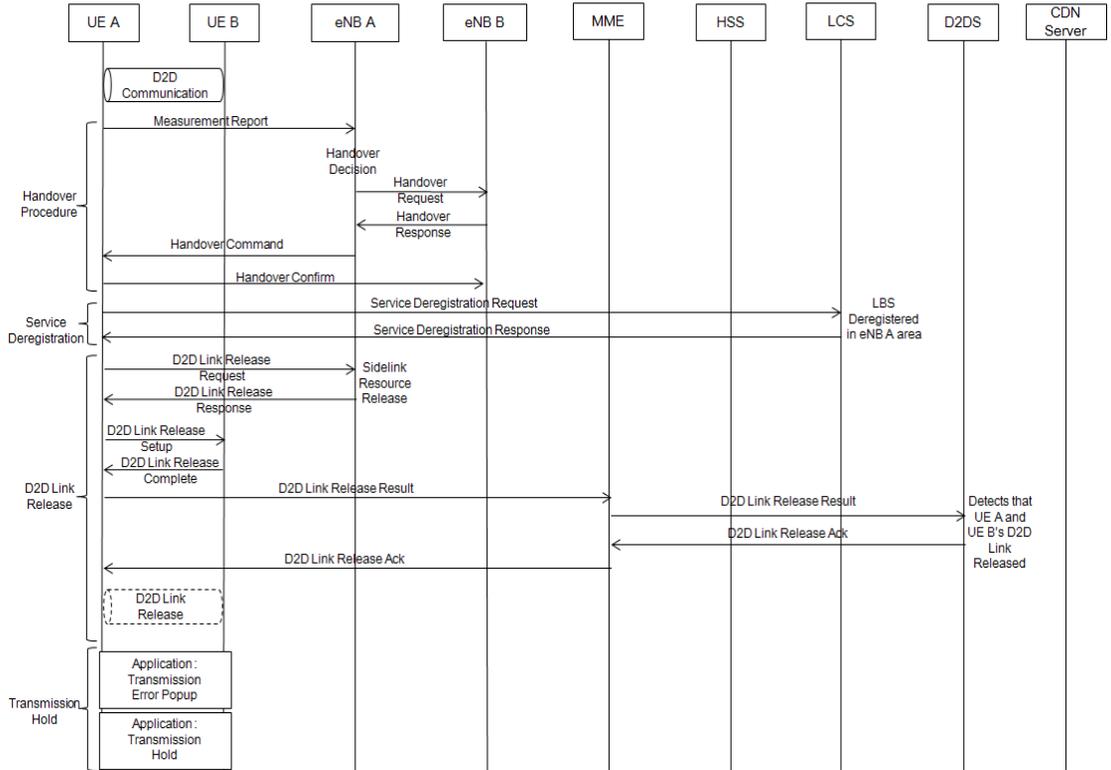
〈Fig. 5〉는 UE A와 UE B가 eNB A 영역에서 D2D 통신을 수행하고 있을 때 이벤트가 발생하여 D2D 링크를 해제하는 절차를 나타낸다. D2D 링크를 해제할 수 있는 이벤트는 3가지가 있으며 사용자의 종료 요청, 전송 종료 요청, 핸드오버가 있다. UE A가 D2D 링크를 해제하고 싶을 때 먼저 UE A는 eNB A에게 D2D Link Release Request를 보내 D2D 자원 해제를 요청한다. eNB A는 자원을 해제하고 UE A에게 결과를 알린다. 자원 해제가 완료되면 UE A는 UE B에게 D2D Link Release Setup을 보내 D2D 링크 해제를 요청한다. UE B는 D2D Link Release Complete를 보내 D2D 링크가 해제됨을 알린다. D2D 링크가 해제되면 UE A는 MME를 거쳐 D2DS에게 D2D Link Release Result를 보내 UE A와 B 간 D2D 링크가 해제됨을 알린다. 이를 수신한 D2DS는 UE A에게 D2D Release Ack를 보내 D2D 링크 해제를 인지함을 알리고 D2D 링크 해제 절차가 종료된다.



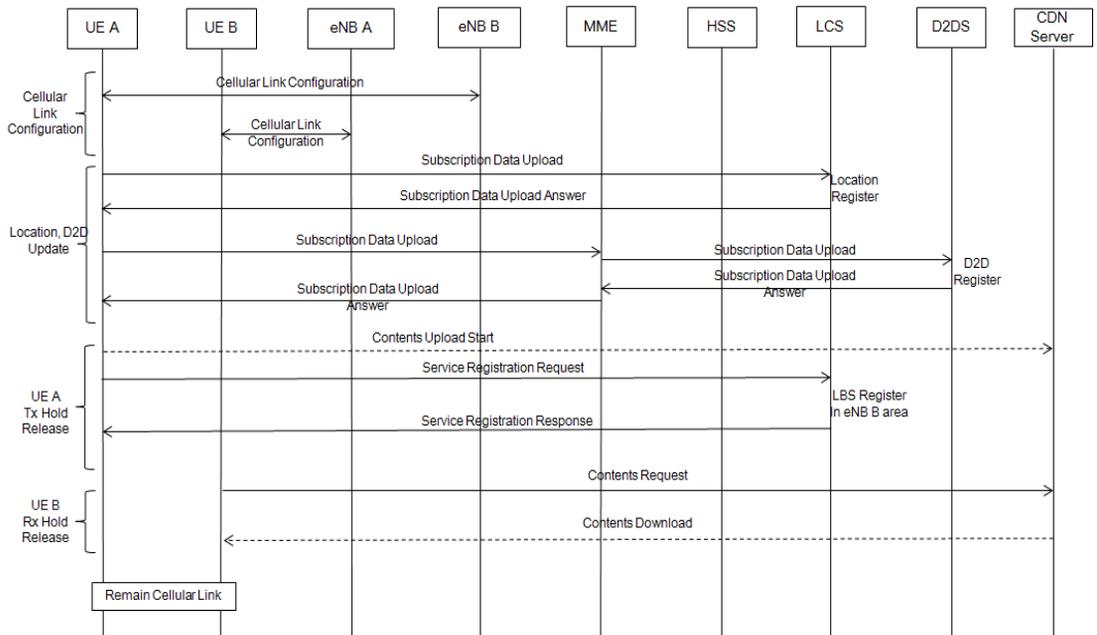
〈Fig. 5〉 D2D link release procedure

## 6. OTT 서비스 단말 이동성 관리 절차

OTT 서비스 단말 이동성 관리 절차는 제안한 구조에서 UE A, B와 eNB A, B가 존재할 때 UE A, B의 이동에 따라 세션을 관리하는 절차를 나타낸다. <Fig. 6>는 UE A의 이동 상황에 따른 절차를 나타낸 것이다. UE A와 B가 D2D 통신을 하고 있는 상황에서 UE A가 eNB B 영역으로 핸드오버 되면 UE A는 eNB A 영역에서의 OTT 서비스를 LCS에게 해제를 요청한다. LCS는 UE A가 제공하는 서비스가 eNB A 영역에서 해제되었다는 것을 갱신하고 UE A에게 응답을 보낸다. 응답을 받은 UE A는 기존에 설립되었던 D2D 링크를 해제하기 위해 eNB A에게 자원 해제를 요청한다. 자원 해제를 요청받은 eNB A는 자원을 해제한 뒤 응답을 보낸다. UE A는 UE B에게 D2D 링크를 해제하고 D2DS에게 D2D 링크가 정상적으로 해제됐음을 알린다. D2D 링크가 해제되면 전송 오류가 발생하고 전송이 중단된다. 핸드오버, 서비스 해제, D2D 링크 해제, 전송 중단의 작업이 완료되면 UE A와 B는 각각 eNB B와 eNB A 영역에서 다시 셀룰러 링크를 설립하고 UE A는 자신의 정보를 갱신 하고 콘텐츠 업로드를 재개한다. UE B는 eNB A를 거쳐 CDN server로 접속하여 콘텐츠 다운로드를 재개한다.



〈Fig. 6〉 Contents provider handover scenario

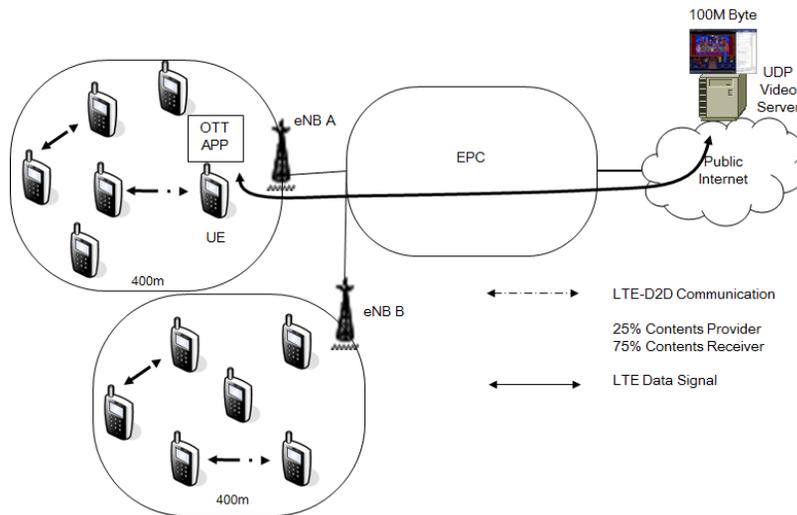


〈Fig. 6〉 Contents provider handov(cont.)

### Ⅲ. 프로토콜 검증 및 평가

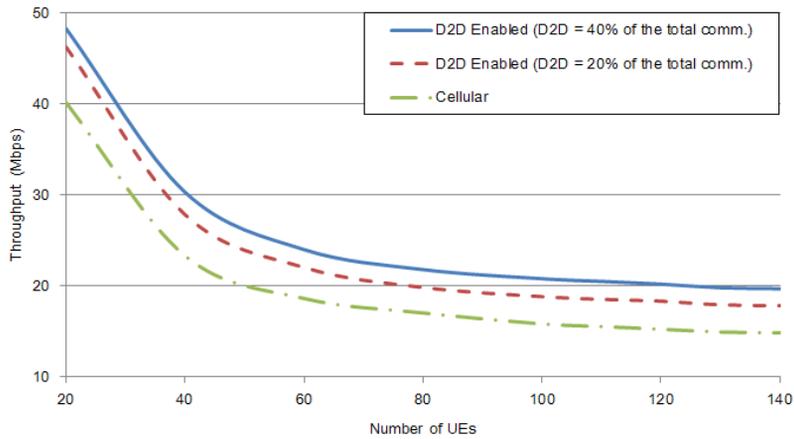
본 논문에서는 위치 기반 OTT 서비스를 지원하기 위해 기존 셀룰러 네트워크에 대한 D2D 적용방안이다. 제안하는 방안을 검증하기 위해서 D2D 서비스를 적용하기 위한 추가 기능을 구성하여 시뮬레이션을 진행하였다. 성능 검증을 위하여 Eclipse IDE(Integrated Development Environment) 기반의 네트워크 시뮬레이터인 OMNet++을 이용하였다(Antonio, 2014).

네트워크의 구성을 <Fig. 7>과 같이 도식화하였다. 셀룰러 네트워크는 같은 서브넷(Subnet)에 존재하는 형태이며, 각 셀의 범위를 400 m로 설정하였다. 셀 영역 안에 단말의 분포는 uniform하게 구성하였다. carrier frequency는 2 GHz, bandwidth는 10 MHz, eNB의 transmit power는 40 dBm, UE의 max cellular transmit power는 23 dBm, D2D transmit power는 -19 dBm로 고정하고, eNB의 noise figure는 5 dBm으로 설정하였다. UDP video의 크기는 100M Byte로 설정하였으며 UDP video server에 저장되는 콘텐츠는 시뮬레이션 시간동안 계속 저장되어있다고 가정하였다. UDP video server의 capacity는 100 G로 설정하여 최대 1000개의 UDP video stream을 동시에 지원할 수 있게 설정하였다. 스케줄링은 UDP send interval을 20 ms로 설정하여 각 단말이 20 ms마다 주기적으로 트래픽을 발생하게 하였다. 단말의 개수는 20~140개로 설정하였으며 셀 영역에 존재하는 단말 중 0%, 20%, 40%의 단말이 D2D를 사용하여 통신을 한다고 가정하였다. 또한, D2D를 사용하는 단말 중 25%의 D2D 단말은 콘텐츠 제공자의 역할을 수행하고 75%의 D2D 단말은 콘텐츠 수신자의 역할을 수행하도록 하였다. 콘텐츠 제공자가 UDP video server에 콘텐츠 업로드를 완료한 뒤 콘텐츠 수신자에게 service broadcast 하는 시간은 시뮬레이션 시작 후 1초 뒤에 수행하고 모든 콘텐츠 제공자와 수신자가 D2D 링크를 맺도록 설정하였다.



<Fig. 7> Network topology for the simulation

<Fig. 8>은 셀룰러 네트워크에서 단말이 모두 같은 10 MHz의 대역폭을 가지고 최대 75 Mbps의 전송 속도를 가지고 UDP video server를 통해 UDP video 서비스를 받는다고 가정했을 때, 기존 셀룰러 네트워크를 통해 서비스를 받는 단말의 처리량과 셀룰러 기반의 D2D가 적용됐을 때의 단말의 처리량을 나타낸 결과이다. 셀룰러 기반의 D2D가 적용됐을 때, 총 20%의 단말이 D2D를 이용하여 서비스를 받는 상황과 40%의 단말이 D2D를 이용하여 서비스를 받는 경우를 나누어 측정하였다.

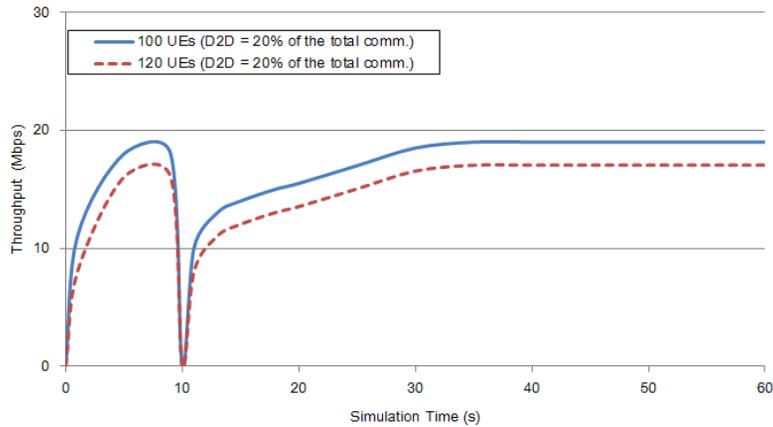


〈Fig. 8〉 Throughput of traditional cellular UE and D2D based cellular UE

측정 결과 기존 셀룰러 망에 D2D를 통해 서비스를 받는 단말의 비율이 늘어나면 자원 재사용, 망 부하 감소의 효과를 통해 단말이 받을 수 있는 처리량이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 단말의 개수가 증가하면 노드수의 증가에 따른 망 과부하 현상과 셀룰러 링크와 D2D 링크 간의 간섭현상 증가로 처리량이 낮아짐을 볼 수 있다. 이를 통해 기존의 망에서 OTT 서비스를 제공하는 것 보다 본 논문에서 제안하는 D2D가 적용된 OTT 서비스를 제공하는 것이 사용자에게 높은 서비스 품질을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

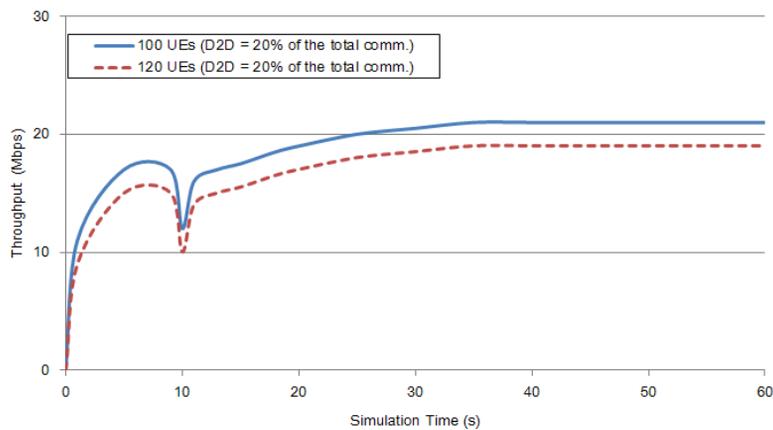
다음으로 단말의 이동에 따른 단말의 처리량의 변화를 알아보기 위해 eNB A와 B가 존재하는 상황에서 eNB A에서 100개, 120개의 단말이 UDP video server를 통해 UDP video 서비스를 받는다고 가정하였다. 그리고 서비스를 받는 단말 중 20%인 단말은 D2D 통신을 수행하며, D2D 단말 중 25%의 단말은 콘텐츠 제공자의 역할을 수행하고 75%의 단말은 콘텐츠 수신자의 역할을 수행한다고 가정하였다. eNB B 영역에서는 100개의 단말이 똑같은 UDP video 서비스를 받고 있고 D2D 단말은 없다고 가정한다. 시뮬레이션은 60초 동안 진행하였으며 시뮬레이션 시작 후 10초가 지났을 때 전체 단말 중 20%가 eNB A에서 eNB B로 핸드오버 한다고 가정하였다.

〈Fig 9〉는 eNB A에서 B로 핸드오버를 수행한 단말의 평균 처리량 측정 결과이다. 시뮬레이션 시작 후 1초가 지나면 콘텐츠 제공자와 수신자가 D2D 링크를 맺고 서비스를 시작하여 처리량이 증가한다. 하지만 10초가 되어 20%의 단말이 eNB B 영역으로 핸드오버가 발생하면 연결중인 D2D 링크가 해제되고 셀룰러 링크가 중단되어 핸드오버 한 단말의 처리량이 0이 됨을 알 수 있다. 핸드오버 과정이 완료되고 핸드오버한 단말들이 다시 셀룰러 링크를 설정하면 단말들이 eNB B 영역에서 다시 UDP video server로부터 서비스를 받거나 콘텐츠 제공자가 이동하여 다시 D2D 링크를 설정하여 서비스를 받기 때문에 핸드오버 후의 처리량은 시간이 지날수록 안정되어 기존과 동일한 처리량을 받을 수 있음을 알 수 있다. 기존 망과 비교하여 핸드오버가 발생했을 때 D2D 링크 해제와 셀룰러 링크 설정 절차로 인해 처리량이 일시적으로 감소하지만 eNB B 영역에서 콘텐츠 제공자의 서비스 등록으로 인해 다시 D2D 링크가 생성되어 기존의 eNB B 영역에서 서비스를 받는 단말에 영향을 주지 않고 기존과 동일한 성능을 보장받을 수 있음을 알 수 있다.



〈Fig. 9〉 Handover UE throughput changes before and after handover

〈Fig. 10〉은 핸드오버를 하지 않은 단말의 처리량 측정 결과이다. 시뮬레이션 시작 후 1초가 지나면 콘텐츠 제공자와 콘텐츠 수신자가 D2D 링크를 맺고 서비스를 시작하여 처리량이 증가한다. 그러나 10초가 되어 20%의 단말이 eNB B 영역으로 핸드오버가 발생하면 핸드오버한 단말 중에 콘텐츠 제공자 단말도 포함되기 때문에 이 단말과 연결 중이었던 D2D 링크가 해제되어 일시적으로 eNB A 영역에 남아있는 핸드오버 하지 않은 단말의 처리량이 감소하게 된다. 핸드오버 과정이 완료되고 D2D 링크를 통해 서비스를 받고 있던 콘텐츠 수신 단말들이 다시 셀룰러 링크를 설정하면 eNB A 영역에 남아있는 단말의 개수가 감소하므로 핸드오버 하지 않은 단말의 처리량은 시간이 지날수록 안정되고 단말 개수 감소에 따라 망의 부하가 감소하기 때문에 처리량이 핸드오버 전과 비교하여 증가함을 알 수 있다. 기존 망과 비교하여 핸드오버가 발생했을 때 D2D 링크 해제와 셀룰러 링크 설정 절차로 인해 처리량이 일시적으로 감소하지만 eNB A 영역에서 셀룰러 링크를 이용하여 서비스를 받는 단말에 영향을 주지 않고 우수한 성능을 보장받을 수 있음을 알 수 있다.



〈Fig. 10〉 UE throughput changes before and after handover

## V. 결 론

본 논문에서는 D2D가 적용된 셀룰러 네트워크에서 위치 기반의 OTT 서비스를 제공하기 위하여 사용자 단말이 네트워크에 D2D 서비스를 등록하여 주변의 OTT 서비스 사용자가 D2D를 이용하여 서비스를 받을 수 있는 방안을 제안하여 제안한 망의 효율성과 망 과부하 감소 가능성을 검증하였다.

제안한 방안은 기존의 방식과 비교하여 처리량이 약 8 Mbps 정도 차이 났으며 같은 망에 존재하는 단말이 D2D 통신을 이용하여 서비스를 받는 비중이 높아질수록 처리량도 증가하여 망 과부하 감소와 더불어 제안한 방안의 효과가 검증되었다. 또한 단말의 이동에 따른 핸드오버 한 단말과 하지 않은 단말의 핸드오버 전후 처리량 변화를 측정하였다. 측정결과 기존의 방식과 비교하여 제안한 방안은 망에 존재하는 단말의 개수가 동일할 때 서버의 처리량이 감소하여, 사업자 측면에서 효율적인 서비스 관리를 할 수 있음을 검증하였다. 또한 단말의 핸드오버가 발생했을 때, 기존 셀룰러 단말에 영향을 주지 않고 향상된 성능을 제공할 수 있음을 검증하였다. 기존의 방안과의 차이점은 사용자가 셀룰러 망에 접속했을 때 D2DS와 LCS를 통한 사용자 등록, 서비스 등록, 서비스 알림 절차이다.

이를 통해 다양한 기기들이 접속하여 위치기반 D2D 서비스를 받을 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 방안은 점점 증가하는 OTT 서비스 트래픽을 관리하고 새로운 위치기반 서비스를 제공할 수 있다는 장점이 있다.

향후 과제로는 하나의 콘텐츠 제공자가 다른 여러 단말과 D2D 링크를 생성하는 시나리오에 대한 연구가 필요하다. 이에 따라 콘텐츠 제공자가 맺은 D2D 링크가 증가할수록 발생할 수 있는 부하에 따른 성능 변동 검증과 보완 방안에 대한 연구도 필요하다. 또한 핸드오버로 인해 나가는 단말과 들어오는 단말이 공존할 때의 시나리오도 고려하여 실제 네트워크에 발생할 수 있는 다양한 시나리오에 대한 검증이 필요하다. 그리고 다양한 액세스 네트워크가 공존하는 HetNets (Heterogeneous Network) 상황에서 제안한 방안을 적용할 수 있는 연구가 필요하며 OTT 뿐만 아니라 다양한 서비스를 고려하여 D2D를 이용한 망 과부하 관리, 이동성 관리와 서비스 제공 절차에 대해 고려해야 할 것이다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 2016학년도 광운대학교 교내학술연구비 지원으로 수행하였습니다.

## REFERENCES

- 3GPP TS 23.401 (2012), "LTE; General Packet Radio Service (GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) Access," Release 11, *3GPP*.
- 3GPP TS 36.942 (2014), "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) Radio Frequency (RF) System Scenarios," Release 12, *3GPP*.
- Antonio V. et al.(2014), "SimuLTE - A Modular System-Level Simulator for LTE/LTE-A Networks Based on OMNet+," *2014 International Conference on*, pp.59-70.
- Cisco(2011), *Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2010-2015*.
- Feng D. et al.(2014), "Device-to-Device Communications in Cellular Networks," *IEEE Communication Magazine*, vol. 52, no. 4, pp.49-55.

- Forconi S. and Vaser M.(2015), "4G LTE Architectural and Functional Models of Vide Streaming and VoLTE Services," *Ubiquitous and Future Networks, 2015 Seventh International Conference on*, pp.787-738.
- Lee W. et al.(2013), "A Proposal for a Femto-Cell Local Gateway and Packet Off-Loading for Remote Shipyards," *Journal of Korea Inst. Commun. Sciences(KICS)*, vol. 38C, no. 4, pp.387-393.
- Yang M. et al.(2014), "LTE-D2D Communication," *Journal of Korea Inst. Commun. Sciences(KICS)*, vol. 31, no. 2, pp.112-114.