

## Cloud 서버를 포함한 EPC 망에서 WLAN 오프로딩 경로 선택

김수현<sup>1</sup> · 민상원<sup>2\*</sup>

### A Route Selection Scheme for WLAN Off-Loading in EPC Network with a Cloud Server

Su-Hyun Kim<sup>1</sup> · Sang-Won Min<sup>2\*</sup>

Department of Electronics & Communications Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-742, Korea

#### 요 약

스마트 폰, 태블릿 PC와 같은 이동단말기와 다양한 무선통신 기술의 발전으로 차세대 이동통신망은 다양한 액세스 네트워크들이 공존한다. 다양한 네트워크에서의 서비스 연속성 및 네트워크 상황에 따른 서비스 품질 저하, 그리고 EPC 망의 트래픽 과부하 현상은 여전히 문제로 남아있다. 본 논문에서는 EPC 망에서 과부하 되는 트래픽을 클라우드 서버로 분산하여 선택하는 기법을 제안한다. 제안한 방안을 통해 신뢰할 수 없는 WLAN 액세스 네트워크와 EPC 네트워크에서 효율적인 최상의 핸드오버 방안을 제공할 수 있으며 사용자에게는 네트워크 상황에 따른 최적의 서비스를 제공할 수 있다.

#### ABSTRACT

There coexist various access network for mobile terminals, such as mobile phones, smart phones, and tablet PC, in mobile and wireless network. In these circumstance, the network traffic overload unexpected causes the service degradation or discontinuity. To solve this problem, we consider a off-loading route selection by a cloud server which monitors traffic volume and selects an appropriate route. With our proposed scheme, it is possible for the EPC network with untrusted WLAN access networks to operate efficiently to a trusted service level. Also, an optimal handover with satisfying service requirements could be achieved by the proposed offload scheme.

**키워드** : EPC, LTE, WLAN, 클라우드

**Key word** : EPC, LTE, WLAN, Cloud

접수일자 : 2013. 10. 01 심사완료일자 : 2013. 10. 25 게재확정일자 : 2013. 11. 06

\*Corresponding Author Sang-Won MIN(E-mail:min@kw.ac.kr Tel:+82-2-940-5552)

Department of Electronics & Communications Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-742, Korea

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.11.2527>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

최근 서비스를 시작한 LTE-A는 유선인터넷보다 훨씬 빠른 속도를 제공하기 때문에 유선인터넷을 대체할 정도로 인기를 누리고 있다. LTE 서비스를 사용하는 모바일 디바이스의 발전으로 VoLTE (Voice over LTE), 영상통화 등의 IP (Internet Protocol) 기반 서비스 이용이 크게 증가하고 있다. 그러나 방통위가 발표한 ‘2013년 무선데이터 트래픽 통계’에 따르면 LTE 서비스를 사용하는 사용자들 중 상위 1%가 전체 트래픽의 23.7%를 사용해 3G 서비스를 사용하고 있는 사용자들과 마찬가지로 헤비유저가 데이터 트래픽량의 대부분을 차지하고 있다. 또한 차세대 이동통신망은 LTE 뿐만 아니라 전송속도, 기지국당 커버리지, 이동성, 데이터이용 비용이 제각기 다른 WLAN (Wireless Local Area Network), mobile WiMAX (World Interoperability for Microwave Access), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) 등의 다양한 액세스 네트워크들이 공존하는 형태를 가지게 되어 사용자의 선호도나 주변 환경에 따라 네트워크를 선택하여 접속하게 된다[1][2].

다양한 액세스 네트워크들이 공존하는 차세대 이동통신망 환경에서의 이슈는 이동성관리이다. 현재 EPC (Evolved Packet Core)망의 과부하 문제를 해결하기 위한 WLAN 연동 기술로서 MAPCON (Multi Access PDN Connectivity)와 IFOM (IP Flow Mobility)를 제시하고 있지만, 헤비유저에 대한 네트워크 혼잡 발생시 다수 이용자의 이익을 보호하고 전체 이용자의 공평한 인터넷 이용환경을 보장하지 못한다.

본 논문에서는 EPC 망에서 응용서비스에 대한 WLAN 오프로딩시 발생하는 네트워크 과부하로 인한 네트워크 혼잡 문제를 해결하기 위해 클라우드 서버를 통한 트래픽 경로 선택 기법을 제안하였다. 기존 3GPP와 Non-3GPP 네트워크 망이 연동하는 방안에서 CN (Core Network)에 클라우드 서버를 두어 사용자들의 모바일 트래픽 사용량을 측정한다. 측정된 트래픽을 통계내어 네트워크의 혼잡도를 네트워크의 혼잡성을 판단하여 트래픽에 대한 경로를 선택한다. 제안한 클라우드 서버의 동작을 위하여 기존 IPv6 Header Option인 Routing Header와 ICMPv6 (Internet Control Message Protocol version 6) Message의 기능을 확장하였다[3].

본 논문의 2장 1절에서 제안하는 트래픽 경로 선택 기법을 설명하고, 2장 2절에서 핸드오버 절차에 대하여 설명한다. 2장 3절에서는 클라우드 서버 구성 및 동작 방식에 대해 기술한다. 마지막으로 3장에서는 결론을 도출한다.

## II. LTE 네트워크 및 Non-3GPP 액세스 네트워크 연동

LTE는 최대 75Mbps 데이터 전송을 지원하는 차세대 무선 통신 기술로써 3GPP에서 제정한 표준으로 기지국을 포함한 LTE 액세스 부분인 E-UTRAN (Evolved-UTRAN)과 LTE core 부분인 EPC로 구성된다. 그림1은 LTE의 네트워크 구조를 도식화 한 것이다.

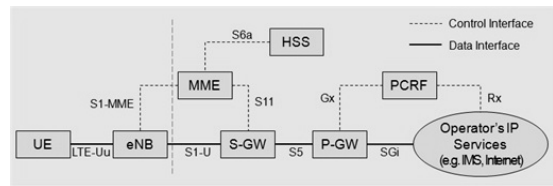


그림 1. LTE 네트워크 구조  
Fig. 1 LTE Network Architecture

E-UTRAN의 세부구성을 살펴보면 단말인 UE (User Equipment)와 기지국인 eNB (Evolved-NodeB)로 구성되어 있어 기존의 네트워크들과 차이를 보인다. EUTRAN, GPRS 등의 기존 네트워크에서는 액세스 네트워크 부분이 NodeB/RNC (Radio Network Controller)의 계층적으로 구성되던 네트워크 구조와 달리 eNB로만 구성되는 특징을 가지며, 여러 개의 eNB가 복합적으로 S-GW (Serving-Gateway)와 연결됨으로써 S-GW에서 집중화 문제와 하나의 기지국이 고장이 발생했을 때 일어나는 문제를 개선한 구조를 가진다.

EPC 세부구성을 살펴보면 S-GW, P-GW (PDN-Gateway), MME (Mobile Management Entity), HSS (Home Subscriber Server), PCRF (Policy and Charging Rules Function)으로 구성된다. S-GW와 P-GW를 통해 데이터가 운반되며 S-GW는 E-UTRAN과 EPC의 중점으로 eNB 간 또는 3-GPP 시스템 간 핸드오버 시 anchoring point가 된다.

그림2는 3GPP TS 23.402에서 정의하는 EPS와 non-3GPP 액세스 네트워크의 연동 구조를 나타낸다. Non-3GPP 네트워크는 망의 신뢰성 여부에 따라 trusted와 untrusted 네트워크로 구분된다. Trusted non-3GPP 액세스 네트워크인 경우는 P-GW와 S2a 인터페이스로 직접 연결되며 untrusted non-3GPP 액세스 네트워크인 경우에는 ePDG (Evolved-Packet Data Gateway)를 거쳐 연결되도록 구성되어 있다. ePDG의 역할은 보안상 문제가 있는 untrust 액세스 네트워크를 trust하게 만들고, UE와 ePDG간에 인증을 하고 터널을 생성하는 것이다. 그리고 이를 통해 trust 하게 된 UE는 ePDG를 거쳐 EPC로 연결시켜 준다.

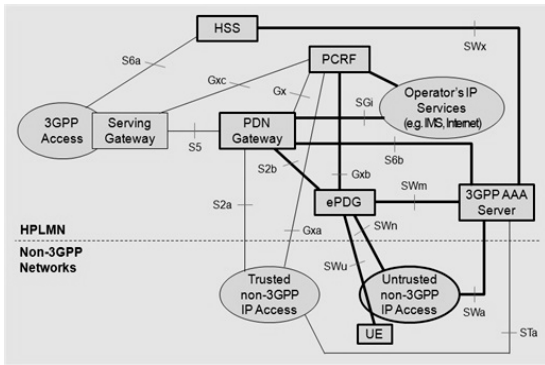


그림 2. EPS와 non-3GPP 액세스 네트워크 연동 구조  
Fig. 2 Architecture of the interworking between the EPS and non-3GPP access networks

### III. 클라우드 서버에서 트래픽 정보를 이용한 트래픽 경로 선택 기법

#### 3.1. 제안하는 트래픽 경로 선택 기법

본 논문에서 제안하는 트래픽 경로 선택 기법은 클라우드 서버에서 지나다니는 트래픽 정보를 수집한 결과를 기반으로 이루어진다. 그림 3의 네트워크 환경에서 코어 망은 기존 EPC 망과 동일하며, 제안한 기법을 위하여 CN에 클라우드 서버를 추가하였다. 클라우드 서버에서는 WAG와 CN 간의 트래픽 측정을 하였다. 측정은 ICMPv6의 확장 옵션에 message type를 추가하여 트래픽의 종류를 구분하였다. 또한 측정된 트래픽을 바탕으로 트래픽에 대한 경로를 설정하는 기능이 추가 되

었다.

WLAN 오프로딩 방식을 통해서 트래픽 경로를 지정 하더라도 네트워크 상황에 따라서 기존의 방식보다 트래픽 과부하가 생길 수 있으며, 이전 E-UTRAN 네트워크의 상태보다 낮은 품질의 네트워크 서비스를 제공할 수 있다. 따라서 제안한 트래픽 경로 선택 기법에서는 UE가 핸드오버를 수행하게 될 때 클라우드 서버에서 측정된 트래픽 정보를 통해 경로를 선택하게 된다. WAG가 사전에 이 정보를 받게 되면 트래픽을 전달할 네트워크의 상태를 어느 정도 예측이 가능하기 때문에 보다 원활한 상태의 네트워크로의 접속이 가능하다.

WAG에서 UE로부터 핸드오버 이벤트가 발생하게 되면, 클라우드 서버는 트래픽 측정을 실시한다. 경로는 기존의 3GPP TS 23.402에서 정의하는 경로로써 P-GW를 경유한다. 이는 EPC 망의 ePDG를 거쳐 P-GW를 통해 클라우드 서버를 거쳐 CN에 데이터를 전송한다. 이후 클라우드에서는 측정된 트래픽의 data type을 통해 정보를 cache entry에 저장하고, 네트워크의 혼잡 정도를 판단하여 경로를 선택하게 된다.

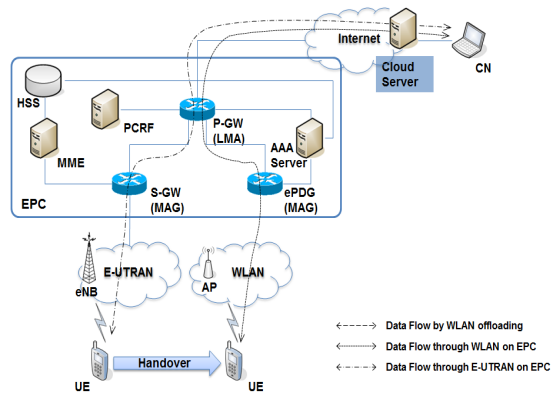


그림 3. 제안한 트래픽 경로 선택 기법  
Fig. 3 Proposed traffic route selection scheme

클라우드 서버가 경로를 선택하고 UE에 대한 핸드오버 절차를 완료하게 되면 UE에게 네트워크 상태를 알려준다. 이는 UE가 기존 E-UTRAN에서 서비스 받던 네트워크 품질을 비교하여 적절하게 서비스 품질을 조정함으로써 사용자에게 최적의 서비스를 제공하도록 하는 것이다.

### 3.2. 핸드오버 절차

그림 2는 제안한 클라우드 서버를 활용한 메시지 흐름도로 UE가 기존 E-UTRAN 네트워크에서 서비스를 제공받는 상태에서 WLAN 네트워크로 핸드오버 하는 시점부터 경로를 선택하는 과정을 도식화 한 것이다. 크게 세 가지 과정으로 나눌 수 있으며, 처음 트래픽 정보를 얻고 경로를 선택하는 과정, UE가 WLAN 네트워크로 핸드오버 하는 과정, 마지막으로 E-UTRAN 네트워크와 세션을 해지하는 과정이다. 두 번째 핸드오버 하는 과정에서는 세부적으로 두 가지 방식으로 나눌 수 있으며, WLAN 오프로딩 하는 과정과 기존 EPC 망에서 핸드오버가 이루어지는 과정이다.

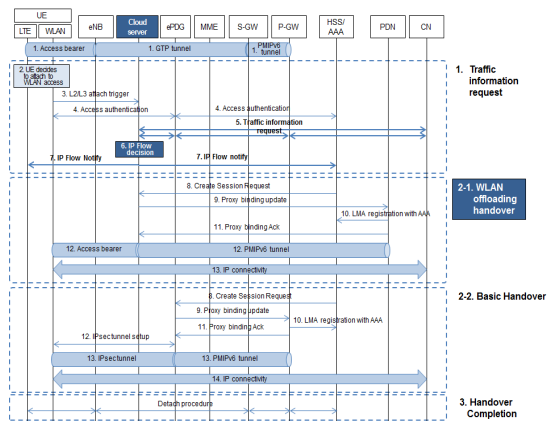


그림 4. 제안한 기법의 핸드오버 절차  
Fig. 4 Handover procedure of the proposed scheme

트래픽 정보를 요청하는 과정은 그림 4의 단계 (1) ~ (7) 번까지이며 초기 상태는 UE의 LTE 인터페이스와 P-GW까지 액세스 베어러와 터널이 생성되어 있다. LTE 인터페이스와 eNB 간에는 무선 액세스 베어러가 생성되며, eNB와 S-GW 간에는 GTP 터널, S-GW와 P-GW 간에는 PMIPv6 터널이 생성되어 있다. LTE 네트워크를 통해 사용자가 실시간 서비스를 받는 도중 UE로부터 핸드오버 요청이 발생하게 되면 LTE 인터페이스는 WAG에 접속한 후에 ePDG, 3GPP AAA 서버, 그리고 HSS와 인증 과정을 거치게 된다. 클라우드 서버는 ICMPv6 Message 설정을 통해 CN에서의 트래픽 정보를 얻기 위한 과정을 거치며, 수집된 정보는 cache entry에 저장한다. Cache entry에서

트래픽의 종류와 CN의 혼잡도를 분석하여 IP flow를 결정하고, HSS 서버와 UE로 결정된 flow에 대한 정보를 전송한다.

그림 4의 <2-1>은 WLAN 오프로딩에 대한 핸드오버 과정이다. 앞서 HSS에서 결정된 IP flow에 대한 통보를 받게 되면 클라우드 서버로 세션 연결을 요청한다. 요청을 받은 클라우드 서버는 속해 있는 PDN의 LMA (Local Mobility Anchor)로 PBU 메시지를 전송하고 3GPP AAA와 LMA 등록을 한 뒤, 클라우드 서버로 PBA 메시지를 전송한다. WLAN 인터페이스와 클라우드 서버 간의 무선 액세스 베어러가 생성되고, 클라우드 서버와 PDN의 LMA 간에는 PMIPv6 터널이 생성되어, UE와 CN간의 IP 연결이 설정이 완료된다.

그림 4의 <2-2>는 기존 3GPP TS 23.402에서 정의하는 핸드오버 절차이다. 클라우드 서버에서 앞선 트래픽 정보를 통해 트래픽을 WLAN 오프로딩 하는 방식보다 기존 네트워크로의 서비스 제공이 원활하다고 판단될 경우 이 과정을 통해서 핸드오버 절차가 이루어지며, 핸드오버 방식은 그림 2-2의 단계 (5) ~ (11) 번과 동일하다.

마지막으로 <2-1> 혹은 <2-2> 방식으로 핸드오버 절차를 완료하고 UE와 CN간의 IP 연결이 설정되면 기존에 접속해 있던 LTE 네트워크 세션에 대한 해지절차가 이루어진다. LTE와 eNB 간의 무선 액세스 베어러, eNB와 S-GW간의 GTP 터널, 그리고 S-GW와 P-GW간의 PMIPv6 터널이 차례로 해지되며, P-GW에서는 HSS로 UE에 대한 핸드오버 절차 완료 메시지를 전송한다.

### 3.3. 클라우드 서버 동작

본 논문에서 제안하는 클라우드 서버를 통해 트래픽 측정을 하기 위해서는 CN에서의 트래픽 정보가 필요하며, 기본 IPv6 헤더는 모바일 IPv6환경에서 발생하는 트래픽을 측정하기 위한 필드가 존재하지 않기 때문에 그림 5와 같이 헤더를 확장하였다. 기본적인 IPv6 트래픽을 모니터링하기 위하여 제시된 IPv6 옵션 헤더이다. 제안한 헤더의 구조는 기본 IPv6 헤더와 확장 헤더로서 Message Header, ICMPv6 Header 세부부분으로 구성되어 있다. 네트워크 혼잡도는 클라우드 서버와 CN간의 네트워크에서 수행된다.[4]

IPv6헤더에서 Source Address Field는 메시지를 직

접 생성하는 클라우드 서버의 IP 주소를 대입하며, Destination Address Field는 CN의 IP 주소를 대입한다. 트래픽 측정은 트래픽의 종류와 트래픽량을 알기 위해서 Message Header Option을 추가하였으며, Next Header Field는 Message Header를 지정할 수 있도록 43을 대입하였다. Message Header는 Next Header, Header Extension Length, Message Type, Segments Left, 그리고 Address Option Field로 구성되어 있다. Next Header Field는 next header인 ICMPv6 Header를 지정하기 위해 58을 대입하며, Header Extension Length Header는 기본적으로 24bytes를 지칭하는 2를 대입한다.

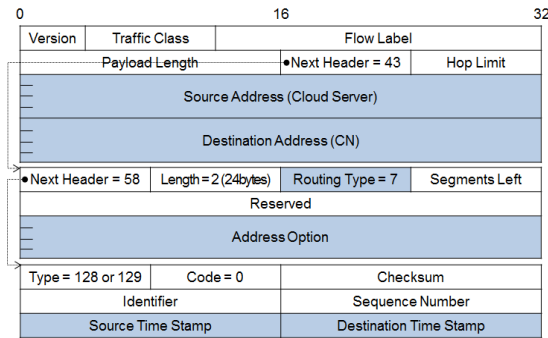


그림 5. 제안한 IPv6 옵션 헤더 확장  
Fig. 5 Proposed IPv6 header extension option

ICMPv6 Header는 Type, Code, Checksum, Identifier, Sequence Number의 기본 필드와 Source Time Stamp, Destination Time Stamp의 확장 필드로 구성되어 있다. Type Field는 Echo Request Message일 경우는 128, Echo Reply Message일 경우는 129로 대입하며, Code Field는 0으로 대입한다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 LTE와 WLAN의 multi-radio service를 가지는 UE가 핸드오버 하는 과정에서 네트워크 환경에 따라 클라우드 서버에서 적합한 UE 트래픽의 경로를 선택하는 기법을 제안하여 이동통신 코어 네트워크의 과부하를 줄이는 방안을 제시하였다. 제안한 방안은 UE에게 네트워크 상황에 따른 최적의 서비스 제

공과 EPC 망의 과부하를 방지하는 것으로 UE가 기존의 서비스 받고 있던 응용서비스 품질을 보장하지는 않는다. 향후 과제로는 네트워크 상황에 따른 UE의 응용서비스에 대한 서비스 품질 유지에 관한 연구가 필요하다. UE와 CN의 응용서비스 레벨에서 제안한 클라우드 서버에서 측정된 트래픽 정보를 활용하여 적응적 서비스를 제공하는 방안에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2013년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었고, 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155)이며, 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2012R1A1A2007155)

#### REFERENCES

- [1] H. Cui, L. Zhu, S. Yang and J. Li, "A Novel Network Selection Algorithm of Service-Based Dynamic Weight Setting," Wireless Pervasive Computing 2009, 4th International Symposium on, February 2009.
- [2] S.-G. Park, "Handover between WiFi and mobile WiMax", The Korea Contents Association, Vol. 11, NO.1, pp. 34-41, January 2011.
- [3] S. Deering, R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification," IETF RFC 2460, December 1998.
- [4] S.-H. Ha, and S.-W Min, "A Study of a Seamless Handover between Near-Shore Area and a Harbor", The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 38C, NO.3, pp.327-333, March 2013.



**김수현(Su-Hyun KIM)**

2013년 : 광운대학교 전자통신공학과 학사  
2013년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 석사과정  
※관심분야 : MIPv6, IMS, Future Internet



**민상원(Sang-Won Min)**

1996년 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사  
1999년 2월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 교수  
1990년 2월 ~ 1999년 2월 : LG정보통신 선임연구원  
※관심분야 : Next-Generation Convergence Networks