

## 끊김 없는 데이터 서비스를 위한 무선 망 연결방법

# Wireless Network Connection Method for Seamless Data Service

노재성\* · 김완태

서일대학교 정보통신과

Jae-Sung Roh\* · Wan-Tae Kim

Department of Telecommunication and Information Engineering Seoil University, Seoul 131-702, Korea

### [요 약]

최근 무선 데이터 서비스는 스마트폰을 중심으로 다양한 멀티미디어 기기들로 확산되고 있다. 무선 데이터 서비스는 과거 유선 망을 기반으로 하는 데이터 서비스에서 모바일 기기를 이용한 무선 데이터 서비스로 대체되고, 특히 국내에서는 Wi-Fi (Wireless-Fidelity) 서비스와 LTE (long term evolution) 서비스를 동시에 지원하는 단말기가 증가하고 있다. 현재 Wi-Fi 서비스망을 이용한 데이터 서비스는 무료로 제공되며, LTE 망을 이용한 데이터 서비스는 유료로 제공된다. 따라서 하나의 단말이 두 서비스를 동시에 지원하기 위해서 Wi-Fi 서비스를 우선순위로 하는 스마트 전환 기능을 제공하고 있다. 하지만 하나의 단말이 두 가지 서비스 지원을 위해 Wi-Fi 망과 LTE 망 사이에서 로밍과 핸드오버를 수행하는 과정 중 데이터 서비스가 멈추는 문제가 빈번히 발생되고 있다. 본 논문에서는 끊김 없는 무선데이터 서비스 지원을 위해 망과 망 전환 시 발생하는 데이터 서비스의 끊김 현상을 해결하기 위한 방법을 제안하였다.

### [Abstract]

Recently wireless data services have widely spread on various multimedia devices such as smart phones and tablets. Existing wired data services have been replaced by wireless data services using mobile devices. Especially domestic mobile devices supporting both Wireless-Fidelity (Wi-Fi) and long term evolution (LTE) services have increased steadily. While Wi-Fi network is provided free of charge, LTE network is offered to pay for. Therefore, mobile devices provide smart network switch to support both preferred Wi-Fi and LTE networks. However, such handover and roaming between Wi-Fi and LTE networks can cause data connection stop in spite of charged data services. This paper has proposed the method to overcome data connection stop for guaranteeing seamless data service during handover and roaming procedures between networks.

**Key word** : Seamless, Data service, Network, Wi-Fi, LTE.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2015.19.6.601>



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.

**Received** 10 November 2015; **Revised** 25 November 2015

**Accepted (Publication)** 8 December 2015 (30 December 2015)

**\*Corresponding Author; Jae-sung Roh**

**Tel:** +82-2-490-7206

**E-mail:** jsroh@seoil.ac.kr

## I. 서론

국내 무선데이터 서비스는 스마트폰을 중심으로 LTE 망을 이용한 데이터 서비스와 Wi-Fi 망을 이용한 데이터 서비스를 사용하고 있다. 현재 출시되는 대다수의 스마트폰은 끊임 없는 데이터 서비스를 지원하기 위해 단말기가 위치하는 환경에 따라 Wi-Fi 망과 LTE 망을 접속할 수 있는 스마트 전환 기능이 적용되어 있다.

스마트 전환 기능은 일반적으로 Wi-Fi 서비스를 우선순위로 하며, 사용자가 데이터 서비스를 무료로 사용할 수 있도록 지원하고 있다. 국내 데이터 서비스를 위한 LTE 망 사용은 서비스를 지원하는 이동통신사의 요금 정책에 따라 다양한 구조로 정의되어 있다. 따라서 무선데이터 서비스를 사용하는 이용자는 데이터 서비스를 무료로 사용할 수 있는 Wi-Fi 망을 이용하고자 하며, Wi-Fi 망을 사용할 수 없는 환경에서는 LTE 망으로 전환하여 사용한다. 그림 1은 Wi-Fi 망과 LTE 망을 사용하기 위한 개념도이다[1],[2].

그림 1에서와 같이 이동통신 단말기가 무선 데이터 서비스를 지원받기 위해 두 개의 통신망을 이용할 수 있다. 첫 번째는 이동통신 서비스 망인 LTE 망을 이용할 수 있고, 다른 하나는 Wi-Fi를 이용한 무선 데이터 서비스이다. 이동통신 단말 즉, 스마트폰은 두 개의 통신망 중 우선 순위를 통하여 하나의 망에서 다른 하나의 망으로 로밍과 핸드오버 기술을 이용하여 끊임 없는 무선 데이터 서비스를 지원하게 된다[3].

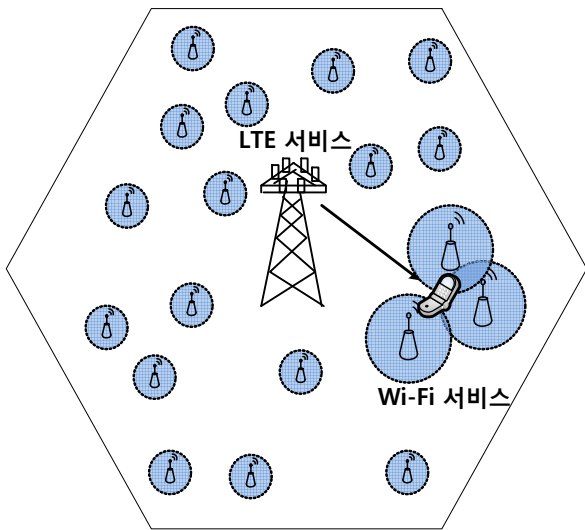


그림 1. LTE 서비스와 Wi-Fi 서비스  
Fig. 1. LTE service and Wi-Fi service.

## II. 스마트폰의 망 끊김 현상

### 2-1 스마트폰에서의 무선 데이터망 선택

스마트폰은 주변 환경에 따라 LTE 망 또는 Wi-Fi 망을 선택하게 된다. 일반적으로 Wi-Fi zone 에서는 Wi-Fi 망을 선택하여 서비스를 지원하고 Wi-Fi zone 을 벗어나게 되면, LTE 망을 접속하여 무선 데이터 서비스를 지원하게 된다. 국내에서는 무선 데이터를 서비스 받기 위해 Wi-Fi 서비스 지역에서의 데이터 서비스는 무료로 제공되며 LTE 망에서의 무선 데이터 서비스는 유료로 제공되고 있다. 따라서 스마트폰에서의 무선 데이터 서비스 망의 선택은 Wi-Fi 망을 우선순위로 하여 설정 하도록 되어 있다.

Wi-Fi 망은 주로 건물내에 구성되어 있고 실외에서는 주로 LTE 망을 이용하여 서비스를 지원한다. 따라서 스마트폰의 무선 데이터 서비스망 선택을 위한 로밍 및 핸드오버는 3가지 로밍 정리 해볼 수 있다. 그림 2는 무선 데이터 서비스를 위한 3 가지 로밍 및 핸드오버의 개념도이다 [4],[5].

그림 2에서 (a) 는 LTE 망에서 LTE 망으로의 핸드오버 이고, 그림 (b) 는 Wi-Fi 망에서 Wi-Fi 망으로의 핸드오버, 그리고 (c) 는 LTE 망에서 Wi-Fi 망으로의 로밍을 나타내고 있다. 현재 가장 빈번히 발생하는 스마트 전환은 (c)에 해당되며, LTE 망에서 Wi-Fi 망 또는 Wi-Fi 망에서 LTE 망으로의 스마트 전환이 가장 빈번히 발생되고 있다. 그림 2에서 핸드오버 및 로밍의 기준이 되는  $E_c/I_o$  는 식 (1)로 정의 된다[6],[7].

스마트폰이 현재 접속된 기지국으로부터 입력되는 신호의 세기 대비 주변 기지국으로부터 입력되는 신호의 세기를 표현하는 식으로서 스마트폰은  $E_c/I_o$  값에 의해 핸드오버 및 로밍을 결정하게 된다.

$$E_c/I_o = \frac{E_c}{(N_t + MNF + I_o + I_{co}) \times BW} \tag{1}$$

$E_c$ : 파워펄스 채널수신전력,  $N_t$ : 열잡음 밀도  
 $MNF$ : 이동국 수신단 잡음지수,  $BW$ : 대역폭  
 $I_o$ : BTS로부터의 수신신호 전력밀도  
 $I_{co}$ : 타 셀로부터의 간섭신호 전력밀도

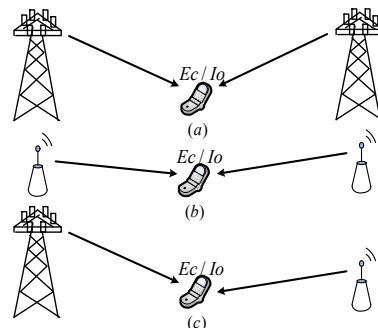


그림 2. 핸드오버와 로밍의 개념도  
Fig. 2. Concept map of handover and roaming.

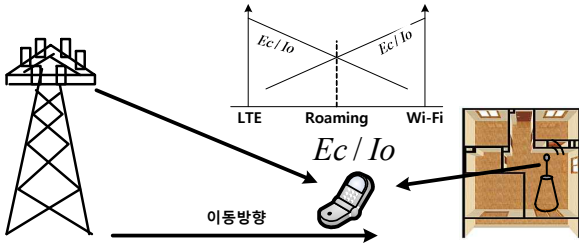


그림 3. LTE 와 Wi-Fi 의 로밍  
Fig. 3. Roaming of LTE and Wi-Fi.

2-2 무선 데이터망 선택 방법

스마트폰은 통신망의 환경에 따라 Wi-Fi 망과 LTE 망 중 하나를 선택하여 무선 데이터 서비스를 지휘하게 된다. 통신망 환경이란 스마트폰이 현재 LTE 망 접속지역에 있는지 또는 Wi-Fi 망 접속지역에 있는지를 말한다. 이렇게 무선 접속망의 환경을 판단하는 기준은 LTE 기지국 또는 Wi-Fi AP로부터 수신되는 신호의 세기를 판단하여 결정한다. 일반적으로 스마트폰은 LTE 망 접속지역에 존속되어 있으며, 인접지역에 Wi-Fi AP로부터 입력되는 신호의 세기가 증가하면, Wi-Fi 망으로의 로밍을 시도한다. 그림 3은 스마트폰이 LTE 망에 접속에서 Wi-Fi 망으로의 접속되는 과정이다.



그림 4. 스마트폰에 접속되어 있는 Wi-Fi  
Fig. 4. Wi-Fi connected to the smartphone.

스마트폰에서의 망 접속에 대한 우선순위는 무료로 무선 데이터 서비스를 사용할 수 있는 Wi-Fi 망 접속을 우선으로 하지만 실외 환경에서는 Wi-Fi 망 접속이 어려우므로 LTE 망을 기본으로 접속하게 된다. 스마트폰의 위치에 의해 인접지역에 Wi-Fi 망의 신호 세기가 일정 세기 이상을 초과하게 되면 스마트 전환을 시도하게 된다. 이렇게 스마트 전환의 기준이 되는 것은 외부에서 스마트폰으로의 입력되는 신호의 세기를 통하여 수행된다.

특히, 스마트폰이 실외 환경에서 LTE 망에 접속되어 있다가 실내로 진입 하면서 실내에 구성되어 있는 Wi-Fi 망으로의 로밍시도와 실내 환경에서 실외 환경으로의 진입 시 발생하는 로밍이 가장 빈번히 발생된다. 최근에는 실내 환경에서 다수의 Wi-Fi AP가 구축되어 있으므로 실내 환경에서의 Wi-Fi 망에서 Wi-Fi 망으로의 핸드오버가 주로 발생한다. 하지만 실내 환경에서의 Wi-Fi 간의 핸드오버는 그림 4와 같이 스마트폰이 다수의 AP에 대한 정보를 확보하여 언제나 접속할 수 있도록 구성되어 있으므로 사용자가 AP를 설정하여 망에 접속할 수 있다.

2-3 무선 데이터 서비스의 끊김 현상

스마트전환 기능은 사용자가 무선 데이터 서비스 중 망 접속의 끊김 현상을 방지하기 위해 사용된다. 하지만 스마트 전환 오류로 인한 끊김 현상이 빈번히 발생되고 있다. 그림 5는 무선 데이터 서비스 중 발생한 망 끊김 현상에 의한 무선 데이터 서비스가 중단된 예를 보여준다.

그림 5는 스마트폰이 LTE 망을 이용한 무선 데이터 서비스 지원 중 망 끊김 현상에 의해 서비스가 중단된 후 화면을 캡처한 그림이다. 스마트폰은 스마트 전환 기능을 이용하여 어느 상황에서든 망 끊김 현상이 발생하지 않도록 적용되어 있다. 하지만 그림 5에서와 같이 망 끊김 현상이 발생하는 문제를 가지게 된다. 그림 5와 같은 현상을 예상해 보면 스마트폰이 LTE 망과 Wi-Fi 망을 접속할 수 없는 음영지역 환경에 위치하고 있을 경우를 제외한 상황 이외에는 무선 데이터 서비스의 끊김 현상을

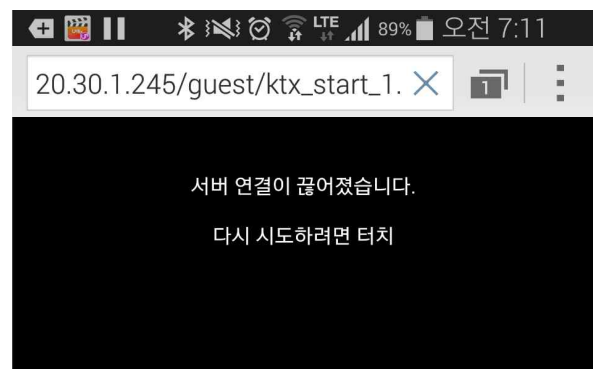


그림 5. 스마트폰의 망 끊김 현상  
Fig. 5. Network breakup of smartphone.

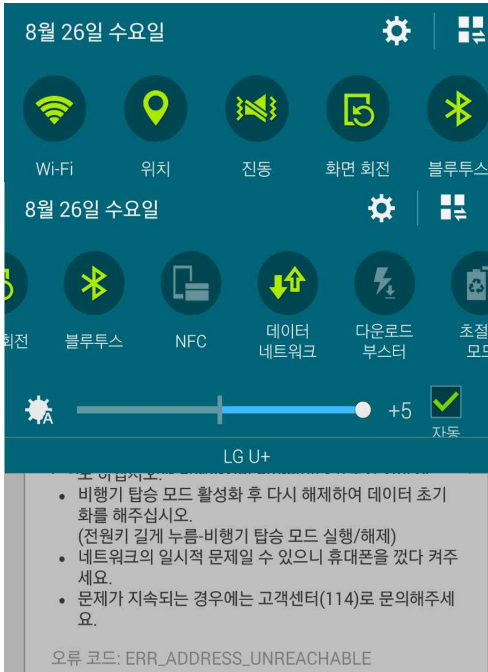


그림 6. 스마트폰의 망 접속 상황  
 Fig. 6. Network connection status of smartphones.

발생되지 않아야 한다. 그림 6은 그림 5가 발생했을 때, 스마트폰이 접속되어 있는 망 상황을 확인 할 수 있도록 스마트폰에서 제공하는 망 정보에 대한 그림이다. 접속 망 끊김 현상에 의해 무선 데이터 서비스가 중단된 상황에서 스마트폰의 무선 통신 망 접속 상황을 보면 그림 6과 같이 Wi-Fi 망과 LTE 망 모두 접속되어 있다는 것을 확인할 수 있다. 이를 통하여 스마트 전환 기능을 이용하여 끊김 없는 무선 데이터 서비스에 한계가 있다는 것을 확인할 수 있으며, 현재 이러한 문제를 해결하기 위한 방법이 명확히 제시 되어 있지 않다.

III. 끊김 없는 무선 데이터 서비스 방법

본 논문에서는 무선 데이터 서비스 중 발생하는 망 끊김 현상을 해결하기 위한 시스템 구조를 제안한다. 망 끊김 현상의 발생은 명확한 원인이 정의되어 있지 않으므로 사용자는 망 끊김 현상이 발생될 경우 Wi-Fi 망 또는 LTE 망 둘 중 하나의 망을 임의 적으로 차단하는 조치로 이러한 문제를 해결해야 한다. 본문에서는 스마트폰이 망 끊김 현상이 발생 했을 경우 현재의 망 상태를 확인한 후 스마트폰의 무선 데이터 서비스 진행 상황을 확인하여 망 끊김 현상을 해결할 수 있는 방법을 제안 한다. 스마트폰이 현 위치에서 스마트폰으로 입력되는 LTE 망과 Wi-Fi 망으로부터 입력되는 수신신호의 세기를 확인하기 위해 식 (2)를 이용한다.

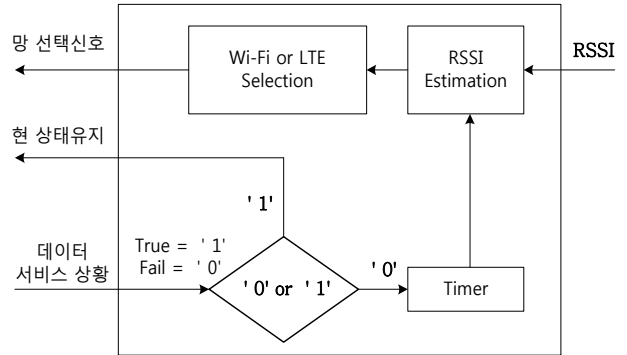


그림 7. 제안하는 시스템 구조  
 Fig. 7. The proposed system architecture.

$$S_{RSSI} = -R_L - R_W \tag{2}$$

식 (2)에서  $S_{RSSI}$  는 현재 스마트폰으로 입력되는 수신감도를 나타내며 양수 값이 도출되면 LTE 망으로부터 입력되는 수신감도가 높은 것으로 판단하고 음수 값이 도출되면 Wi-Fi 망으로 부터 입력되는 수신감도가 높은 것으로 판단한다.  $R_L$  은 LTE 망으로부터 입력되는 RSSI 값이며,  $R_W$  는 Wi-Fi 망으로부터 입력되는 RSSI 값이다. 식 (2)를 통해 스마트폰은 현재 위치에서 어느 망으로의 접속을 선택할 것 인지에 대한 정보를 확보하게 된다. 망 정보가 확보되면, 현재의 스마트폰이 무선 데이터 서비스가 정상적으로 처리 되고 있는 가를 확인하게 된다. 스마트폰의 프로세스로 부터 무선 데이터 서비스의 이상 유·무를 확인하기 위한 신호를 입력 받아 무선 데이터 서비스가 원활히 이루어지는 상황이면 현 상태를 유지하고, 무선 데이터 서비스가 끊김 상황이면 그림 7을 이용하여 문제를 해결한다.

그림 7은 논문에서 제안하는 망 끊김 현상을 해결하기 위한 시스템 블럭도 이다. 스마트폰의 프로세스로부터 현재 무선 데이터 서비스 상황에 대한 정보를 제공 받는다. 프로세스로부터 입력되는 신호가 '1' 이면 무선 데이터 서비스가 정상적으로 동작한다고 판단하여 현재 상태를 계속 유지한다. 프로세스로부터 '0' 이 입력될 경우 무선데이터 서비스 도중 프로세스가 멈춰 있는 상황이라고 판단한다. 이때 제안한 시스템은 타이머를 통하여 일정 시간 다음 신호를 기다린다. 프로세스에서 계속해서 '0' 신호가 수신될 경우 시스템은 식 (2)를 이용하여 Wi-Fi 망 또는 LTE 망을 선택하게 된다. 선택된 망 선택 신호를 프로세스로 전달하여 두 개의 망 중 하나의 망을 선택하고 나머지 하나는 차단하여 안정적인 무선데이터 서비스를 이용하게 된다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 LTE 망과 Wi-Fi 망 사이에서 발생하는 망 끊김 현상을 시뮬레이션 하기 위해 식 (2)와 그림 7에 정의된 알고

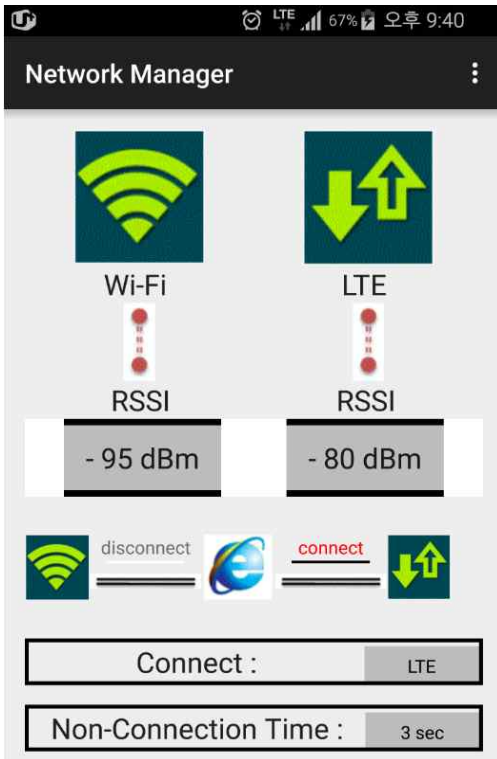


그림 8. 제안하는 시스템 구조  
 Fig. 8. The proposed system architecture.

리즘을 이용하여 그림 8과 같이 UI를 구현하였다. 논문에서 제시한 망 끊김 현상을 해결하기 위한 시뮬레이션 수행을 위해 현재 스마트폰 이용 중 가장 빈번히 발생하는 지역에서 스마트폰이 LTE 망을 이용하여 무선 데이터 서비스를 수행하는 중 Wi-Fi 망으로의 로밍이 이루어 진후 망 끊김 현상이 발생하여 무선 데이터 서비스를 처리하기 위한 프로세서가 멈추는 현상을 확인한 후 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션을 위한 UI 구성은 스마트폰의 데이터 서비스 멈춤 현상에 대한 시간을 설정하기 위해 non-connection time을 이용하여 시간을 설정할 수 있도록 구성하였다. 설정된 시간 안에 데이터 서비스가 이루어지지 않으면 망 끊김 현상으로 판단하여 network manager UI 기능을 수행하게 된다. UI 기능의 수행은 프로세서로부터 현재 Wi-Fi와 LTE 망으로 입력되는 RSSI를 측정하여 수신감도가 높은 망을 선택한 후 나머지 망은 차단하여 하나의망으로 데이터 서비스를 수행할 수 있도록 구성하였다. 표 1은 논문에서 구현한 UI 를 통해 시뮬레이션을 수행한 결과이다.

시뮬레이션 결과를 살펴보면 표 1의 경우 3 초의 데이터 서비스 멈춤 현상이 발생했을 경우 Wi-Fi 의 수신감도는 -58 dBm에서 -88 dBm 정도의 수신감도의 변화가 발생하는 것을 알 수 있었고, 그에 반해 LTE 의 경우 -65 dBm에서 -72 dBm의 변화로 비교적 안정적인 수신 감도를 유지하는 것을 알 수 있었다. 따라서 10 번의 데이터 끊김 현상 중 network manager를 사용

표 1. 시뮬레이션 결과 1(Non-Connection Time 3 sec)  
 Table 1. Simulation result 1(Non-Connection Time 3 sec).

No.	RSSI Value[dBm]		Connect Network
	Wi-Fi	LTE	
1	-58	-65	Wi-Fi
2	-69	-66	LTE
3	-75	-68	LTE
4	-80	-71	LTE
5	-82	-69	LTE
6	-84	-72	LTE
7	-85	-71	LTE
8	-87	-69	LTE
9	-87	-70	LTE
10	-88	-68	LTE

표 2. 시뮬레이션 결과 2(Non-Connection Time 5 sec)  
 Table 2. Simulation result 2(Non-Connection Time 5 sec).

No.	RSSI Value		Connect Network
	Wi-Fi	LTE	
1	-65	-68	Wi-Fi
2	-68	-65	LTE
3	-61	-68	Wi-Fi
4	-65	-64	LTE
5	-69	-65	LTE
6	-81	-72	LTE
7	-76	-73	LTE
8	-87	-71	LTE
9	-83	-76	LTE
10	-82	-71	LTE

하여 선택된 데이터 망 은 Wi-Fi 1회, LTE 가 9회 선택되어 안정적인 데이터 서비스를 지원할 수 있었다. 표 2를 통한 시뮬레이션 결과를 살펴보면 Wi-Fi 2회, LTE 8회 선택에 의해 안정적인 데이터 서비스를 지원할 수 있었다.

## V. 결 론

본 논문에서는 끊김 없는 무선 데이터 서비스를 위해 서비스 중 발생하는 데이터 서비스 멈춤 현상을 해결하기 위한 방법을 제안하였다. 현재 스마트폰 사용 중 데이터 서비스 멈춤 현상이 발생하는 지역은 LTE 망에서의 서비스 중 Wi-Fi 구간으로 진입할 때 흔히 발생되며, 발생 원인에 대해 정확히 정의되어 있지 않다. 따라서 무선 데이터 서비스 이용자가 망 끊김 현상을 해결하기 위한 방법으로는 Wi-Fi 망과 LTE 망 중 하나를 임의로 차단하여 이를 해결하고 있다. 따라서 논문에서는 망 끊김 현상을 해결하기 위해 network manager UI를 구현하여 스마트폰 스스로가 서비스 환경에 따라 하나의 망을 차단할 수 있는 방법을 제안하였다.

스마트폰의 망 끊김 현상이 발생했을 때 스마트폰으로 입력



되는 수신감도를 비교하여 수신감도가 높은 쪽의 망을 선택한 후 선택되지 않은 망은 차단함으로써 끊김 없는 무선데이터 서비스를 지원할 수 있었다. 시뮬레이션 결과 망 끊김 현상이 발생했을 때 Wi-Fi 망의 수신감도의 변화는 -58 ~ -88 dBm 으로 30 dB 의 수신감도 변화가 발생하는 것을 확인할 수 있었고, LTE 망은 -65 ~ -72 dBm 으로 7 dB 정도의 변화가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 무선데이터 서비스가 3초간 정지했을 때 선택된 망은 Wi-Fi 가 1회, LTE 가 9회로 선택되는 것을 알 수 있었으며, 선택된 망을 통해 끊김 없는 무선데이터 서비스가 이루어지는 것을 알 수 있었다.

### 감사의 글

본 논문은 2015년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음.

### 참고 문헌

[1] H. Claussen, "Performance of macro-and co-channel

femtocells in a hierarchical cell structure", in *IEEE 18th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications(PIMRC 2007)*, Athens: Greece, pp. 1-5, Sept., 2007.

[2] S. G. Lee and H. C. Bang, *IMT-2000/CDMA Technology*. Pa-Ju, PJ : Sehwa, 2001.

[3] TIA/EIA-98-D, Recommended Minimum Performance Standards for cdma2000 Spread Spectrum Mobile Stations, June, 2001.

[4] S. G. Lee, B. Y. Cho, and N. Y. Yeo, *3G/4G Mobile Telecommunication*. Seoul, Korea: Hongrung Publishing Company, 2008.

[5] 3GPP TS 34.121, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Terminals; Terminal conformance specification; Radio transmission and reception (FDD), Mar, 2003.

[6] Y. C. Oak, *CDMA(Code Division Multiple Access)*. Seoul : Jin Han M&B, 2003.

[7] L. Dimopoulou, G. Leoleis, and I. O. Venieris, "Fast handover support in a WLAN environment: challenges and perspectives," *IEEE Network*, Vol.19, pp.14-20, 2005.



**노재성 (Jae-Sung Roh)**

2000년 8월 :한국항공대학교 정보통신과 (공학박사)  
2000년 9월 ~ 현재 : 서일대학교 정보통신과 교수  
※ 관심분야 : 무선 임베디드 시스템 설계, IoT 서비스개발, 무선 네트워크 응용



**김완태 (Wan-Tae Kim)**

2011년 2월 :한국항공대학교 정보통신과 (공학박사)  
2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 정보통신과 조교수  
※ 관심분야 : 통신시스템 설계, 정보통신회로설계, IoT 시스템 회로설계