

# 서비스 연속성 지원을 위한 WiBro-WiFi 상호연동 아키텍처 설계 및 성능 분석에 관한 연구

목경렬\*, 이고운\*, 조항기\*, 유인태\*\*

## 요약

WiBro (Wireless Broadband Internet) 기술은 120km/h로 이동 중에도 상·하향 1 Mbps 이상의 전송 속도를 보장한다. 그러나 건물 내에서는 이동 중 데이터 전송 요구가 많지 않고, 다양한 업무요구로 인해 WiBro가 제공하는 것보다 더 높은 속도가 요구된다. 따라서 WiBro 망이 전개된 특정 기관 내에서 사용자에게 대한 서비스 연속성을 보장하기 위해서 WiBro-WiFi 상호 연동을 통해 작업자의 실내외 및 이동중 광대역 데이터 전송능력을 확보할 수 있다. 본 논문은 와이맥스 포럼 및 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 표준에 대한 분석을 수행하고, WWI (WiBro-WiFi Interworking) 네트워크 구성 방안을 제안하여 연동 네트워크의 구축 방법을 제시하고, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안 사항의 타당성을 검증하였다.

키워드 : 와이브로, 와이파이 상호연동, 서비스 연속성

## A Study on an WiBro and WiFi Interworking Architecture design and performance analysis for Service Continuity

Kyungyul Mok\*, Gowoon Lee\*, Hangki Joh\*, Intae Ryoo\*\*

## Abstract

WiBro technology provide mobile devices with a transmission speed of more than 1 Mbps even under the condition of high mobility (120 km/h). In a building, however, there is more demand for high bandwidth for various activities, and WiBro services may not be available. In order to guaranteeing a seamless service continuity and high transmission capability for mobile users within a specific establishment that has deployed WiBro network, we should secure an interworking platform for WiBro and WiFi networks. This paper introduces WiMax forum and 3GPP standards, proposes WiBro-WiFi Interworking (WWI) architecture, its implementation details, and finally verifies validity of the proposal by using OPNet simulations.

Keywords : WiBro, WiFi Interworking, Service Continuity

## 1. 서론

※ 교신저자(Corresponding Author): Intae Ryoo  
접수일:2013년 11월 07일, 수정일:2013년 12월 10일  
완료일:2013년 12월 20일

\* 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과  
Tel: +82-31-201-2599, Fax: +82-31-201-2599

email: [itryoo@khu.ac.kr](mailto:itryoo@khu.ac.kr)

\*\* 경희대학교 컴퓨터공학과 교수

▣ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0301-13-1006)

▣ 본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행

최근 다양한 형태로 각자 발전되어 온 통신 네트워크들의 통합화 현상이 가속화 되고 있고, 이는 현존 네트워크의 주요 진화방안으로 인식되고 있다. 이는 음성망, 인터넷 등 개별적인 망들이 갖는 한계점들을 상호보완하고 향후 다양한 접속환경에서 고품질의 QoS를 보장하기 위한 차세대 네트워크 구축을 가능하게 할 것이다. WiBro 기술은 높은 데이터 전송속도를 지원하

된 것임 (2012-0001313)

지 못하는 단점을 가지고 있다. 반면 WiFi는 높은 데이터 전송 속도 및 낮은 설치비용등의 장점을 가지고 있지만 보안성의 확보, 핸드오프(Handoff) 지연시간 문제 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 각 기술들의 단점은 WiBro-WiFi 상호 연동을 통해 보완할 수 있으며, 사용자는 실내·외 이동 간 광대역 데이터 전송 능력을 확보할 수 있다. 본 논문에서는 WiBro-WiFi 연동 기술 현황을 분석하고, 네트워크 내에서 WiBro-WiFi 망을 연동하는 방안을 네 가지 단계별로 제안하여 각 방안에 대한 성능분석 및 검증은 수행하였다.

## 2. 관련연구

네트워크 내의 WiBro-WiFi 연동방안 도출을 위하여 와이맥스 포럼 및 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 표준에 대한 분석을 수행하였다.

### 2.1 WiBro-WiFi 연동기술

기본적으로 WiBro-WiFi 연동 기술 표준은 와이맥스 포럼에서 정의하고 있다. 그러나 와이맥스 포럼에서 정의하는 연동기술은 3GPP의 3G-WLAN 연동 기술을 기반으로 하고 있기 때문에 먼저 3GPP의 3G-WLAN 연동방안[1][2]에 대한 연구가 선행되어야 한다.

#### 2.1.1 I-WLAN

3GPP의 I-WLAN (Interworking WLAN) 기술은 WLAN 접속 환경 사용자들에게 3GPP 시스템의 서비스 및 기능을 제공하기 위한 연동기술을 말하며, 3GPP 시스템 관점에서 보면 WLAN 망은 하나의 새로운 접속기술이 될 수 있다. 이는 3GPP망이 Non-3GPP 망과 자연스럽게 연동을 수행하기 위한 하나의 시도로 볼 수 있고, 향후 다른 망과 연동을 위한 초석을 마련했다는 점에서 큰 의미를 지닌다. 3GPP 시스템은 하나 이상의 WLAN과 연동가능하고, WLAN 또한 하나 이상의 3GPP 시스템과 연동이 가능하다.

#### 2.1.2 GAN(Generic Access Network)

GAN은 UMA(Unlicensed Mobile Access)가 3GPP로 표준화 되면서 변경된 이름이다. 이는

미국의 Kineto Wireless사에서 표준화를 주도하여 3GPP에 표준화가 된 상태이며, GSM (Global System for Mobile communications) 과 GPRS (General Packet Radio Service)에 대한 연동 규격은 완료되어 현재 상용화되어 사용되고 있고 UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)[6]에 대한 표준화가 정의된 상태는 아니다. GAN은 GSM과 WLAN간의 핸드오버를 지원하기 위한 UMA 솔루션을 3GPP 규격에 통합하기 위한 목적으로 개발되었으며 코어 네트워크에서는 GSM 망과 WLAN을 동일한 무선망으로 처리하여 기존의 코어 네트워크에 영향을 최소로 하여 투자비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

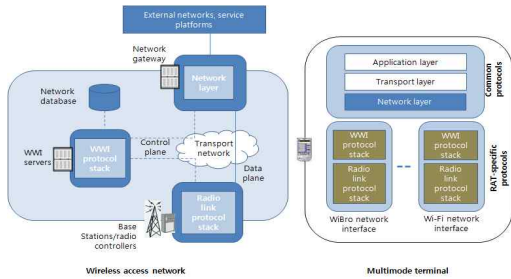
## 3. 제안사항

WiBro-WiFi 연동 기술에 대한 표준은 와이맥스 포럼[3][4]에서 정의하고 있다. 그러나 와이맥스 포럼에서 정의하고 있는 연동 표준은 개략적인 가이드라인[6]만을 정의하고 있을 뿐, 구체적인 연동 방안에 대해서는 명확하게 정의하고 있지 않다. 따라서, WiBro-WiFi 연동 네트워크의 구축 방법은 연동 네트워크를 구축하는 벤더에 따라 매우 다양하게 존재할 수 있다. 즉, 본 논문에서 수행하는 WiBro-WiFi 연동 방안은 AAA서버 (Authorization, Authentication, Accounting)의 위치, 제공 서비스의 타입, 서비스 제공 시나리오, 지원 프로토콜 등에 따라 달라질 수 있기 때문에, 본 연구에서는 WiBro-WiFi 연동을 위한 상세 항목들을 포괄적 개념의 WWI (WiBro-WiFi Interworking)라는 네트워크 구성 요소로 추상화하여 수행하였다.

### 3.1 WWI 아키텍처

본 논문에서 수행하는 WiBro-WiFi 연동 모델은 (그림 1)과 같은 아키텍처와 프로토콜 스택을 사용한다.

(그림 1) WWI 아키텍처 및 프로토콜 스택



(Figure 1) WWI (WiBro-WiFi Interworking) Architecture & Protocol Stack

(그림 1)에 나타나는 바와 같이, 단말은 멀티 모드 터미널이기 때문에 WiBro와 WiFi 인터페이스를 모두 가지고 있다. (그림 3)에 나타난 WWI 아키텍처 및 프로토콜 스택에서 주요 네트워크 구성 요소 및 각 구성 요소의 역할은 다음과 같다. 데이터 평면 (Data Plane)은 데이터 흐름에 직접적으로 관여한다. 데이터 평면의 핵심적인 네트워크 구성 요소는 BS와 NG (Network Gateway)이며, 데이터 평면에서는 통상적으로 이 두 개의 네트워크 구성 요소 간 터널링을 통해 이동성 앵커 기능 (mobility anchoring function)을 지원 한다. 네트워크 제어 평면(Network Control Plane)은 전체적인 연결 서비스의 관리를 수행. 데이터 제어 평면과는 달리 데이터 흐름에 직접적으로 관리를 수행하며 구체적으로는 네트워크 액세스 제어 (e.g: 인증과 권한 부여 등), 어카운팅 (accounting), 기능별 과금, 이동성 관리(e.g : 위치와 페이징 등), 보안 관리, 세션 관리 기능을 담당한다. 본 연구에서는 이러한 네트워크 제어 평면의 기능들을 WWI라는 네트워크 구성 요소로 추상화 한다. 마지막으로 WWI서버는 가입자 프로파일과 같은 정보에 대한 네트워크 데이터베이스를 갖고 있는 서버를 의미한다.

### 3.2 WWI 레벨 및 메커니즘

#### 3.2.1 WWI 레벨

레벨 A는 VNSA (Visited Network Service Access)로 홈 네트워크에서 방문 네트워크로 제공하는 사용자 자격 증명에 따라 방문 네트워크를 통해 제공될 수 있는 네트워크 서비스가 결

정된다. 예로, 사용자가 WiBro 네트워크 용 ICC (Integrated Circuit Card)를 이용하여 Wi-Fi 네트워크를 통한 단순한 인터넷 접속 서비스만 이용할 수 있는 단계이다. 레벨 B는 방문한 네트워크를 통해 연결된 사용자가 자신의 홈 네트워크에만 사용 가능한 특정 서비스를 이용할 수 있지만 서비스 연속성을 지원하지 않는다. 예로, 사용자가 자신의 홈 네트워크 내부에 있는 특정 자원을 연속성 없이 이용할 수 있는 단계이다. 레벨 C는 네트워크 간의 사용자 이동 상황에서도 활성화된 세션의 재설정 없이 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 V-Handoff (Vertical Handoff)시의 QoS는 제공하지 않는다. 마지막으로 레벨 D에서는 네트워크 간의 사용자 이동 상황에서도 활성화된 세션의 재설정 없이 서비스를 제공할 수 있도록 서비스 연속성을 제공할 뿐 아니라, V-Handoff 시에도 일정 수준 이상의 QoS를 제공한다. 이는 데이터 링크 계층 및 네트워크 계층의 핸드오프 최적화에 따라 이동 중에도 실시간 서비스의 제공이 가능하다. 즉 V-Handoff를 수행하는 중에도 VoIP 서비스나 스트리밍 서비스를 이용할 수 있는 단계이다.

#### 3.2.2 WWI 메커니즘

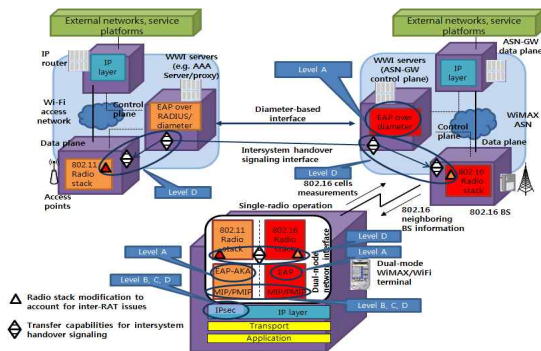
WWI 메커니즘에서 레벨 A는 사용자에 대한 인증을 수행하기 위해 WiBro 네트워크와 WiFi 네트워크 사이에 확장된 AAA 기능을 제공하기 위한 메커니즘이다. 레벨 A의 메커니즘을 수행하기 위해서는 다양한 인증 기법을 지원하기 위한 유연한 AAA 프레임워크를 도입하여야 한다. 또한 AAA 프로시/릴레이와 같은 추가적인 기능과 네트워크 간 시그널링 인터페이스와 관련된 Diameter와 같은 기능을 도입해야 할 것이다. 레벨 B에서는 방문한 네트워크를 통해 연결된 사용자가 자신의 홈 네트워크에서만 사용 가능한 특정 서비스를 이용할 수 있도록 하기 위한 메커니즘으로 L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol), IPsec 터널 모드, IPsec ESP 프로토콜 등의 기능이 필요하다. 레벨 C은 네트워크 계층의 이동성 프로토콜을 기반으로 WiBro 네트워크와 WiFi 네트워크 간 이동 시에도 사용자의 서비스 연속성을 제공할 수 있는 메커니즘으로 사용자에게 애플리케이션 기반의 이동성을 제공하는 서비스에 대한 서비스 연속성을 제공하고자 할 경우에도 이 레벨의 메커니즘에 포함된다.

이를 위해 MIP, PMIP (Proxy Mobile IP), HMIP (Hierarchical Mobile IP), SIP (Session Initiation Protocol) 등의 기능이 요구된다. 레벨 D는 WiBro와 네트워크 Wi-Fi 네트워크 간의 VH (Vertical Handoff) 시에는 링크 계층의 지연 뿐 아니라 네트워크계층의 지연도 포함되고, VH 시간동안 송/수신 되는 사용자 데이터에 대한 재전송 기능도 요구된다. 따라서 레벨 C 메커니즘을 통해 제공되는 서비스 연속성 뿐 아니라 QoS가 지원되는 끊임없는 핸드오프 (Seamless Handoff)를 제공하기 위한 추가적인 메커니즘이 요구되기 때문에 이를 위한 메커니즘이 레벨 D 메커니즘이라 할 수 있겠다. 이를 수행하기 위해서는 핸드오프 초기화를 최적화시키기 위한 이동통신 망 연동 기술(Inter-RAT) 측정 제어와 보고 메커니즘 및 QoS 제공과 링크 자원의 효율적인 활용을 위한 자원 예약 메커니즘 및 네트워크 계층의 핸드오프 최적화가 요구된다.

3.3 WiBro-WiFi 연동을 위한 참조 모델

WiBro-WiFi 연동 방안의 도출을 위하여 앞서 언급한 WWI 레벨 및 메커니즘을 반영한 네트워크 참조 모델을 설정하였다. (그림 2)에 나타난 네트워크 참조 모델에서는 각 WWI 레벨 및 메커니즘을 제공하기 위해 필요한 WWI 레벨별 주요 네트워크 구성 요소를 나타내고 있다. 제안하는 네트워크 참조 모델은 IPv4를 기반으로 작성된 것이며, 기본 IP 이동성 프로토콜은 PMIP로 하되, MIP를 병행하여 사용할 수 있다.

(그림 2) 연동을 위한 네트워크 참조 모델



(Figure 2) Network Reference Model for Co-operation

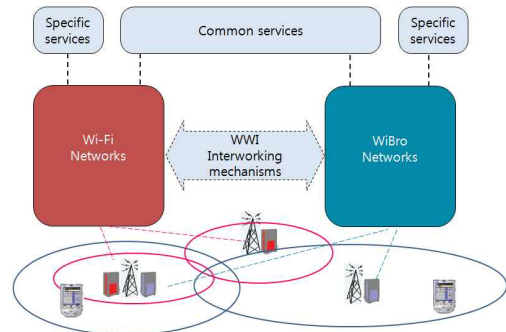
4. 성능평가

제안한 네트워크의 참조 모델에 대한 타당성을 검증하기 위해 OPNet 11.0 을 통한 성능 평가를 수행하였다.

4.1 연동 시나리오

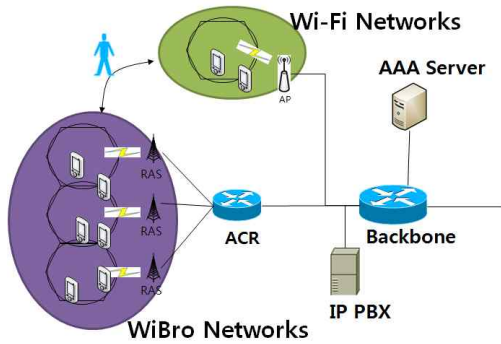
(그림 3)은 본 논문에서 사용된 WiBro-WiFi 네트워크 간의 연동 시나리오를 나타내고 있다. 특화서비스(Specific Services)는 WiBro 네트워크 혹은 WiFi 네트워크만의 특화된 서비스이다. 예로 특정 네트워크에서만 사용한 내부 서버 혹은 데이터베이스 접속 서비스를 들 수 있다. 공통서비스(Common Services)는 WiBro 네트워크와 WiFi 네트워크 모두에서 사용 가능한 서비스이다. 웹 서비스, FTP 접속 서비스 및 이메일 서비스 등이 이에 해당된다. WWI 상호연동 메커니즘은 이전에 서술한 WWI 레벨 A - D 연동 메커니즘을 의미한다.

(그림 3) 네트워크 간 상호연동 시나리오



(Figure 3) Scenario for Network Co-operation

(그림 4) 성능 평가를 위한 시뮬레이션 모델



(Figure 4) Simulation Model for Performance Evaluation

#### 4.2 시뮬레이션을 통한 성능평가

본 연구에서 제안한 WiBro-WiFi 연동 방안에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 위해 (그림 4)에 나타난 바와 같은 시뮬레이션 모델을 사용하였다. 사용된 셀과 관련된 주요 구성 요소는 수식 1~수식 3에 따라 산출되었다. WiBro 네트워크 및 WiFi 네트워크에서의 셀 면적은 식 (1)과 같다. 일반적인 무선 네트워크 셀에 대한 정의는 <표 1>과 같기 때문에, 본 논문에서 수행한 시뮬레이션에서는 WiBro 네트워크의 셀은 Microcell로 설정하였고 WiFi 네트워크의 셀은 Picocell로 설정하여 사용하였다.

$$R^2 \pi = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 \quad \begin{matrix} R: \text{셀의 반지름} \\ a: \text{육각형 셀에서 한 변의 길이} \end{matrix} \quad (1)$$

식 (1)에 의해 결정된 셀 내 사용자 밀도에 대한 PDF(Probability Density Function)은 식 (2)와 같다.

$$f_{user}(r) = \begin{cases} 2r/R^2, & 0 \leq r \leq R \\ 0, & r > R \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)에 의해 밀도가 결정된 셀 내의 사용자들은 호 설정 이후 수식 3과 같은 확률 분포 함수에 따라, 셀 내에서 각도  $\theta$ 의 방향으로 이동한다.

$$f_{\theta}(\theta) = 1/2\pi, \quad 0 \leq \theta \leq 2\pi \quad (3)$$

시뮬레이션에서는 셀에 대한 정의와 셀 내의 이동성에 대하여 식(1)~(3)을 사용하였으며, 셀 간 이동에 대해서는 Micromobility 모델을 사용

하였다. 본 시뮬레이션에는 2 가지 상태의 Markov 이동성 모델을 사용하였다. 이 모델은 M(Mobility, 이동) 상태, S(Stationary, 정지) 상태의 2 가지 상태를 가지며, 상태가 M인 경우에 상태 S로부터 상태M으로의 천이는 일어나지 않는다고 가정한다. 또한 M 상태인 경우의 이동 속도(V)는 항상 일정한 값 (사용자의 보행속도 - 4km/h/h)을 갖는 것으로 가정한다.

<표 1> 무선 네트워크 셀의 특징

Type	Cell Radius	Speed (km/h)	Environment
Picocell	10 Meter	< 10	Indoor
Microcell	100 Meter	< 120	Urban

<Table 1> Feature of Wireless Network Cell

본 시뮬레이션에서는 상기와 같은 셀 내/외부의 이동성 정의를 가지는 사용자가 <표 4>와 같은 트래픽 특성을 가지는 트래픽을 전송하도록 설정하였다. Conversation 트래픽은 트래픽 클래스 중 최상위의 QoS를 제공해야 하는 대표적으로 화상 회의 서비스 트래픽이 해당된다. 시뮬레이션에서도 Conversation 트래픽으로 화상 회의 트래픽을 사용하였다. Streaming 트래픽은 실시간 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 QoS를 제공해야 한다. Interactive 트래픽은 과도한 트래픽 특성을 가지는 인터넷 서비스를 제공하기 위한 QoS를 제공해야 하는 트래픽클래스이며, 본 시뮬레이션에서는 웹 서비스 트래픽을 Interactive 트래픽으로 사용하였다. Background 트래픽은 인터넷의 Best-Effort 특성을 통하여 전송되는 트래픽 클래스이며 이 클래스에 해당되는 대표적인 서비스로는 E-mail 서비스, FTP 서비스등을 들 수 있다. 시뮬레이션에서는 FTP 트래픽을 사용하였다. 이와 같은 시뮬레이션 환경에서 WWI 레벨 A~D에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. (그림 5)~(그림 12)는 각 WWI 레벨에 대한 각 트래픽 클래스 별 지연시간을 나타내고 있다. 그림에서 나타는 구체적 측정 수치는 <표 3> 및 <표 4>와 같다.

<표 2> 레벨 A-B의 트래픽 지연시간

	Conversation		Streaming	
	Level A	Level B	Level A	Level B
Average (Sec)	1.494	1.128	5.179	2.916
Max (Sec)	8.521	2.361	10.76	4.612
	Interactive		Background	
	Level A	Level B	Level A	Level B
Average (Sec)	4.071	2.073	10.59	4.314
Max (Sec)	15.91	8.189	42.71	27.18

<Table 2> Traffic Delay of Level A-B

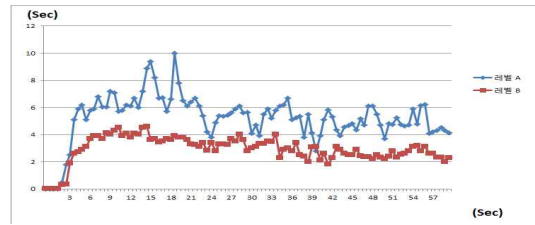
<표 3> 레벨 A-B의 클래스별 처리량

	Conversation		Streaming	
	Level A	Level B	Level A	Level B
Average (Kbps)	1.494	1.128	5.179	2.916
Max (Kbps)	8.521	2.361	10.76	4.612
	Interactive		Background	
	Level A	Level B	Level A	Level B
Average (Kbps)	4.071	2.073	10.59	4.314
Max (Kbps)	15.91	8.189	42.71	27.18

<Table 3> Throughput of Level A-B

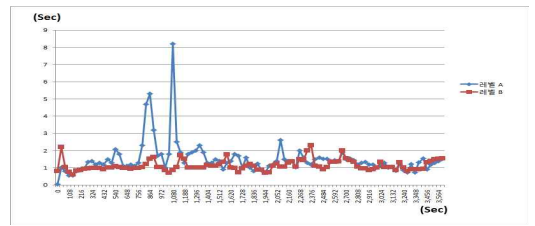
<표 3>에서 Streaming 클래스의 평균 지연 시간이 Interactive 클래스의 지연 시간보다 큰 이유는 Streaming 클래스의 트래픽 특성 상 연속적으로 트래픽이 전송되어 핸드오프 과정 중 패킷의 손실이 크기 때문이다. 이에 비해 비연속적으로 트래픽이 전송되는 Interactive 트래픽 보다 평균 지연시간은 좀 더 높게 나타나지만 표준편차는 더 작은 것을 알 수 있다. 또한 레벨 A 및 B는 모든 트래픽에 대하여 지연시간이 매우 길게 나타나고 있기 때문에 실제 네트워크에서 연동방안으로 삼기에는 어려움이 있다고 할 수 있다.

(그림 5) Streaming Traffic의 지연시간



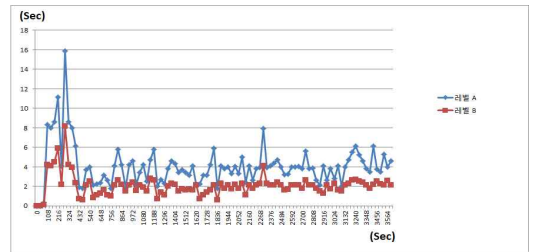
(Figure 5) Delay of Streaming Traffic

(그림 6) Conversation Traffic의 지연시간



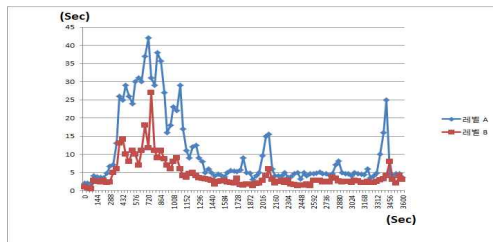
(Figure 6) Delay of Conversation Traffic

(그림 7) Interactive Traffic의 지연시간



(Figure 7) Delay of Interactive Traffic

(그림 8) Background Traffic의 지연시간



(Figure 8) Delay of Background Traffic



<표 4> 레벨 C 및 D의 클래스별 처리량

	Conversation		Streaming	
	Level C	Level D	Level C	Level D
Average (msec)	257.71	120.61	527.35	360.5
Max (msec)	415.58	200.12	1172.21	680.1
	Interactive		Background	
	Level C	Level D	Level C	Level D
Average (msec)	630.91	434.2	1538.66	913.61
Max (msec)	2360.8	1217.3	2518.1	1727.9

<Table 4> Class Throughput of Level C,D

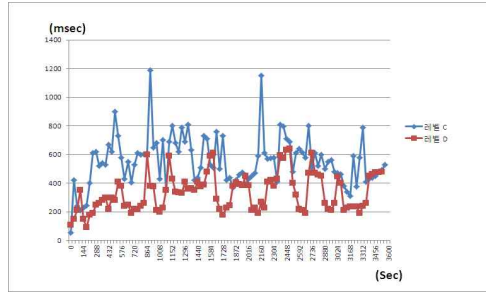
<표 5> 레벨 C 및 D의 트래픽 클래스별 지연시간

	Conversation		Streaming	
	Level C	Level D	Level C	Level D
Average (msec)	257.71	120.61	527.35	360.5
Max (msec)	415.58	200.12	1172.21	680.1
	Interactive		Background	
	Level C	Level D	Level C	Level D
Average (msec)	630.91	434.2	1538.66	913.61
Max (msec)	2360.8	1217.3	2518.1	1727.9

<Table 5> Traffic Delay of Level C,D

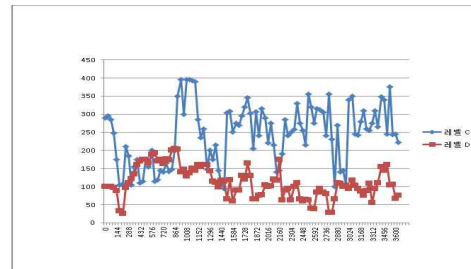
<표 5>를 통하여 레벨 C 및 D의 평균 지연 시간은 각각의 트래픽 클래스 별 요구사항에는 미치지 못하나 이는 시뮬레이션 상황의 반영 및 실제 네트워크 내 연동에서는 적용 가능한 수준이라 여겨진다. 그중 레벨 D인 ISSC (Intersystem Seamless Service Continuity)의 경우 실질적인 구현과정에서 필요조건 및 최적화 과정을 통해 네트워크 내에서 사용하는 다양한 애플리케이션 및 연속성을 지원할 수 있을 것이라 생각된다.

(그림 9) Streaming Traffic의 지연시간



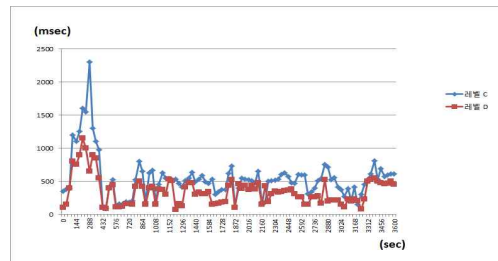
(Figure 9) Delay of Streaming Traffic

(그림 10) Streaming Traffic의 지연시간



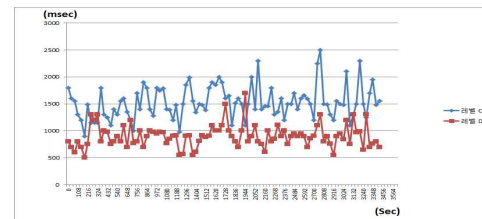
(Figure 10) Delay of Conversation Traffic

(그림 11) Streaming Traffic의 지연시간



(Figure 11) Delay of Interactive Traffic

(그림 12) Background Traffic의 지연시간



(Figure 12) Delay of Background Traffic

## 5. 결론

와이맥스 포럼에서 정의하고 있는 연동 표준은 개략적 가이드라인만을 정의하고 있기 때문에,

WiBro-WiFi 연동 네트워크 구축 방법은 연동 네트워크를 구축하는 벤더에 따라 매우 다양하게 존재할 수 있다. 따라서 이렇게 구축된 WiBro-WiFi 연동 네트워크의 성능도 구현 방법에 따라 달라질 개연성이 있다. 결과적으로 향후 공항 내의 WiBro-WiFi 연동 네트워크 구축시 활용할 수 있는 포괄적 개념의 연동 방안에 대한 필요성이 대두되고 있다.

이러한 배경 하에, 본 논문에서는 WiBro-WiFi 연동 방안에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위해 WiBro, WiFi 기술의 표준화 현황을 기반으로 WWI 레벨 A~D 및 메커니즘을 제안하고 이의 성능에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 알 수 있는 바와 같이 네트워크 내에서 사용 혹은 사용될 다양한 애플리케이션들을 고려해 봤을 때, WiBro-WiFi 연동 네트워크에 가장 적합할 것으로 생각되는 WWI 연동 레벨 및 메커니즘은 레벨 D라 할 수 있다. 논문에서 제안한 WWI 레벨 A~D 및 메커니즘은 듀얼모드 단말을 기반으로 하고 있으며, MIP 혹은 PMIP를 통해 IP 이동성을 제공할 수 있도록 되어 있다. 또한 공항 내의 활용을 고려하여 IPsec을 기본 보안 프로토콜로 사용하고 있다. 그러나, 제안한 WWI 레벨 A~D 및 메커니즘은 모두 IPv4를 기반[8]으로 하고 있기 때문에, IPv6로의 망 진화 시에는 이에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

## References

[1] IEEE, "IEEE Draft Amendment Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems - Advanced Air Interface", IEEE, P802.16m/D9, October 2010

[2] IEEE, "IEEE Standard for Information technology-- Telecommunications and information exchange bet

ween systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput", IEEE, October 2009

[3] WiMAX Forum, "WiMAX - 3GPP Interworking", WiMAX Forum, WMF-T37-002-R010v3, January 2008

[4] WiMAX Forum, "WiMAX Interworking with DSL", WiMAX Forum, WMF-T37-005-R010v3, January 2008

[5] WiMAX Forum, "White Paper on Roaming Model version 1", WiMAX Forum, WMF-T49-001-v01, April 2009

[6] 3GPP, "Universal Mobile Telecommunication System (UMTS); 3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking; System description", 3GPP, TS 23.234 version 7.7.0 Release 7, Jun 2008

[7] 3GPP, "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Generic Access Network (GAN); Stage 2", 3GPP, TS 43.318 version 7.5.0 Release 7, July 2008

[8] K. Leung, G. Dommetty, P. Yegani, K. Chowdhury, "WiMAX Forum / 3GPP2 Proxy Mobile IPv4", IETF, RFC5563, February 2010



## 목 경 렬

2010년 : 상명대학교 컴퓨터공학과 학사

2012년 : 경희대학교 컴퓨터공학과 석사

2013년~현재: 동아일렉콤 연구원

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 차세대 통신, 연동방안 라우팅





**이 고 운**

2012년 : 경희대학교 컴퓨터공학과  
학사  
2012년~현재 : 경희대학교 컴퓨터  
공학과 석사과정

관심분야 : IPTV, 모바일 클라우드, 인터넷워킹



**조 항 기**

2004년 : 경희대학교 컴퓨터공학과  
학사  
2008년 : 경희대학교 컴퓨터공학과  
석사  
2008년~현재 : 경희대학교 컴퓨터  
공학과 박사과정

2004년~2005년: 삼성전자 연구원  
2006년~2009년: ㈜아이컨택트 연구원  
관심분야 : UMA(Unlicence Medium Access), IPTV,  
네트워크 모니터링



**유 인 태**

1987년 연세대학교 전자공학과  
학사  
1989년 연세대학교 전자공학과  
석사  
1994년 연세대학교 전자공학과  
박사  
1997년 동경대학교 컴퓨터공학  
과 박사

1997년~1999년 삼성전자 선임연구원  
1999년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 인터넷 기술/IPTV, 네트워크 QoS/QoE,  
트래픽 관리, 무선 통신, 네트워크 보안