

논문 2011-2-7

SIP VoIP 지원 multihomed 노드 시뮬레이션 모델

기장근*

Simulation model for the multihomed node with SIP VoIP

Jang-Geun Ki*

요 약

최근 다양한 무선기술의 발전으로 서로 다른 무선 인터페이스를 갖는 multihomed 노드들이 출현하고 있다. 본 논문에서는 WiMAX와 WLAN 망에서 SIP 프로토콜을 이용한 VoIP 서비스 지원 연구를 위해 multihomed 노드 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 개발된 SIP VoIP 지원 multihomed 노드 모델의 기능 검증 및 성능시험을 위해 WiMAX와 WLAN 망간 이동에 따른 다양한 환경에서의 시뮬레이션을 수행하고 결과를 제시하였다.

Abstract

In recent years, various multihomed nodes with different wireless interfaces has been developing with the rapid progress of wireless technologies. In this paper, the simulation model of the multihomed node for supporting SIP VoIP service in WiMAX and WLAN networks has developed. The SIP VoIP functionality and performance of the developed model has been verified by simulation in various environments of mobility between WiMAX and WLAN.

한글키워드 : SIP, VoIP, multihomed 노드, 시뮬레이션 모델

1. 서론

최근 다양한 무선 기술의 발전으로 서로 다른 무선기술을 이용하는 복수개의 인터페이스를 갖는 다양한 multihomed 이동 단말이 출현함으로써 이기종 무선 액세스 망들간의 연동이 중요한 문제로 연구되고 있다.

이기종 무선망 연동구조의 대표적인 예로는 WiMAX(Worldwide Interoperability for

Microwave Access)망과 WLAN(Wireless Local Area Network)망의 연동을 고려해 볼 수 있다. WiMAX 인터페이스와 WLAN 인터페이스를 갖는 multihomed 이동단말이 WiMAX망과 WLAN 망을 이동하면서 SIP(Session Initiation Protocol)을 이용한 호 설정시 상대방과 끊김없는 통화를 할 수 있어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 multihomed 이동단말의 끊김없는 핸드오버 지원 연구를 위해 OPNET^[1] 시뮬레이터에서 사용가능한 SIP 지원 multihomed 이동단말 시뮬레이션 모델을 개발하고, 기능을 검증하였다.

* 공주대학교 전기전자 제어공학부
(email: kjg@kongju.ac.kr)
접수일자: 2011.10.15 수정완료: 2011.11.16

본 논문의 구성을 살펴보면 서론에 이어 2장에서는 본 연구에서 언급한 프로토콜에 대한 규격을 살펴보고, 3장에서 SIP VoIP 서비스 지원 WiMAX-WLAN multihomed 노드 시뮬레이션 모델 개발에 대해 기술하고, 4장에서 개발된 모델의 기능 검증 및 성능 시험에 대해 기술하고, 5장에서 결론을 맺었다.

2. SIP VoIP와 WiMAX, WLAN

2.1 SIP

SIP(Session Initiation Protocol)^[2] 프로토콜은 IP 프로토콜 상에서 음성이나 비디오 호와 같은 통신 세션을 제어하기 위해 널리 사용되는 신호 프로토콜로 IETF에 의해 규정되었다. SIP 프로토콜은 응용계층 프로토콜로, 전송계층에 독립적으로 동작하도록 설계되었으며, TCP 또는 UDP 또는 SCTP 프로토콜 상에서 동작할 수 있다.

SIP 프로토콜은 텍스트 기반의 프로토콜이며 대표적인 응용분야로는 VoIP 서비스가 있다.

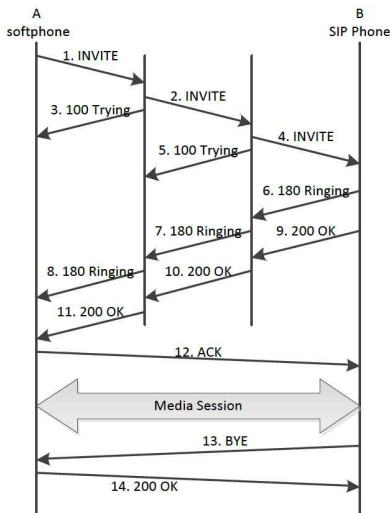


그림 1. SIP 세션 설정 예

그림 1은 A의 소프트폰이 B의 SIP URI로 INVITE 요청 메시지를 보냄으로써 트랜잭션이 시작되는 예를 보여주고 있다.

2.2 WiMAX

WiMAX^[3](Worldwide Interoperability for Microwave Access)는 이동 인터넷 액세스를 제공하는 프로토콜로, 케이블이나 DSL(Digital Subscriber Line) 기술을 대체하여 last-mile 무선 광대역 액세스를 가능케 하는 표준기반 기술이다. WiMAX는 크게 고정형과 이동형 WiMAX로 구분할 수 있다. 고정형의 경우 WLAN의 협소한 커버리지(coverage) 단점을 극복하기 위해 만들어진 무선통신 기술로 도심지에서도 1-2Km 까지 커버리지를 확대할 수 있으나, 이동형 WiMAX에 비해 이동성은 현저히 떨어진다. 이동형 WiMAX는 IEEE 802.16e 표준을 기반으로 하며, 802.16m 규격의 경우 고정형 최대 1Gbps, 이동형 100Mbps의 속도를 제공할 것으로 기대되고 있다.

2.3 WLAN

IEEE 802.11^[4] 서 주도하는 무선랜 관련 표준의 주요 규격을 요약하면 표 1과 같으며, 802.11n의 경우 최근에 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 안테나를 도입함으로써 최대 600Mbps의 전송속도를 지원한다.

표 1. IEEE 802.11 무선랜 주요 규격

protocol	Freq. (GHz)	Modulation	Data Rate (Mbps)	Release
802.11b	2.4	DSSS	11	1999
802.11g	2.4	OFDM	54	2003
802.11a	5	OFDM	54	1999
802.11n	2.4/5	OFDM	600	2009
802.11e	2.4/5	QoS지원		2005

3. multihomed 노드 시뮬레이션 모델

본 논문에서 개발된 multihomed 노드는 OPNET 시뮬레이터 환경에서 WiMAX와 WLAN 인터페이스를 가지며, SIP 프로토콜을 이용해 VoIP 서비스를 지원하고, mobile IPv4를 이용해 WiMAX 망과 WLAN 망사이를 이동할 수 있다. 그림 2에 설계된 WiMAX-WLAN multihomed 노드모델을 나타내었다. 개발된 노드모델은 본 저자에 의해 개발된 기존 multihomed 모델^[5]에 J. Write의 SIP관련 프로그램^[6]을 수정해 결합함으로써 완성되었다.

그림 3에는 개발된 노드모델을 시뮬레이션 하기 위한 네트워크 모델을 나타내었다. 그림에서 multihomed 노드와 CN 노드는 서로에게 SIP 프로토콜을 이용해 호를 설정하여 음성 트래픽을 전송할 수 있으며, multihomed 노드는 시뮬레이션 동안 BS들로 구성된 WiMAX망과 FA들로 구성된 WLAN망을 이동해 다닌다.

multihomed 노드의 MIP Home Agent는 라우

터 R206에 연결된 MIP_HA 노드에 위치하고, IP cloud 우측과 좌측은 인터넷으로 연결된 서로다른 망이며, 상대노드 CN은 좌측망에 위치하고 있다.

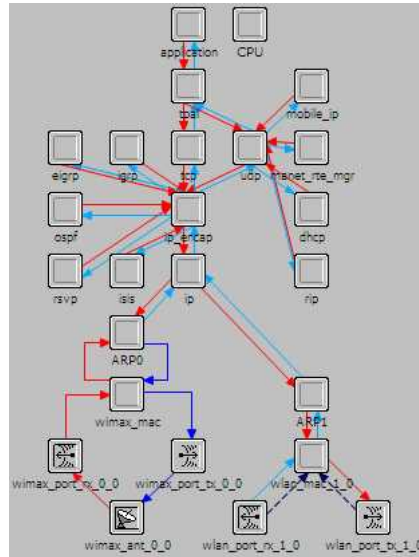


그림 2. WiMAX-WLAN multihomed 노드모델

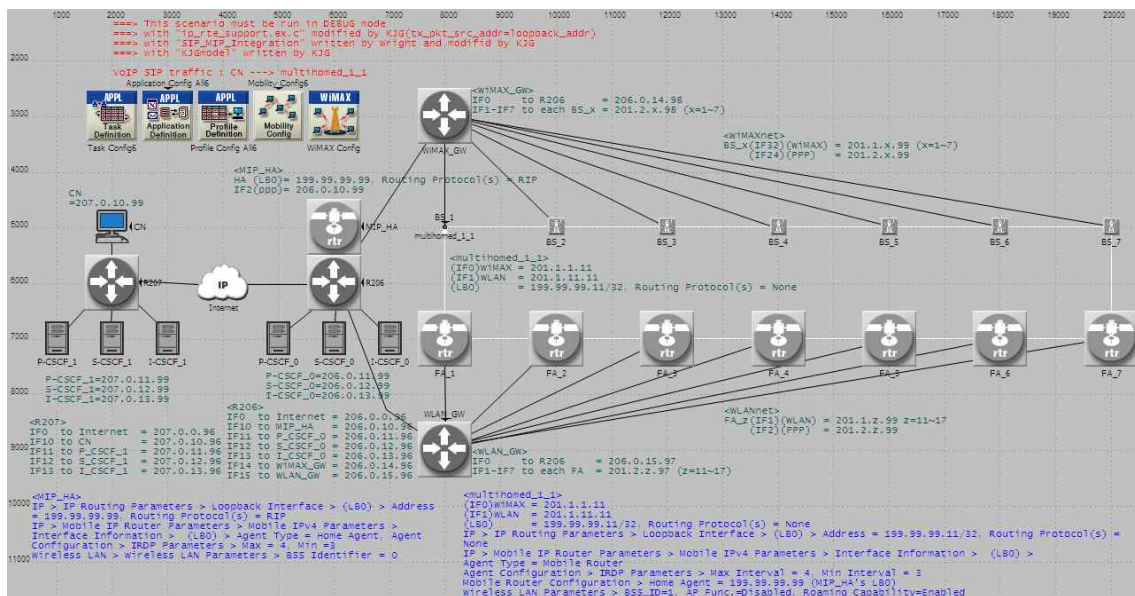


그림 3. 시뮬레이션 네트워크 모델

4. 시뮬레이션 및 결과 분석

그림 4에 그림 3의 네트워크 모델에서 CN이 multihomed 노드로 호를 설정하는 경우에 대한 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 시뮬레이션이 시작되면 그림 3의 네트워크에서 multihomed 노드는 BS1 → BS2 → ... → BS7 → FA7 → FA6 → ... → FA1 → BS1 노드로 이동하며, 각 노드 간 간격은 2Km이고 이동시간은 2분이 걸린다. 따라서 multihomed 노드는 시속 60Km로 WiMAX망과 WLAN망을 이동하게 된다.

그림 4의 상단에는 시뮬레이션 결과의 분석이 쉽도록 시뮬레이션 시간에 따른 multihomed 노드의 이동 위치를 표시하였다. 그림 4 (a)는 CN이 multihomed 노드에게로 SIP 프로토콜을 이용해 호 설정을 시도하는 시점을 보여주고 있으며, (b)는 호설정 지연시간을 나타내고, (c)는 호가 지속되는 시간을 보여준다. (d)는 multihomed 노드가 WiMAX망의 BS와 WLAN망의 FA 사이를 이동하면서 mobile IPv4를 이용해 HA에게 등록 메시지를 보내는 시점을 보여주고 있다. (e)와 (f)는 CN 노드와 multihomed 노드 사이에 교환되는 음성 트래픽 양을 보여주고 있으며 BS/FA들 사이를 이동하는 핸드오버 기간 동안 패킷 손실이 발생하여 송신 트래픽 양에 비해 수신 트래픽의 양이 작음을 볼 수 있다. (g)와 (h)는 각각 WiMAX 망을 통해 전송된 트래픽 양과 WLAN 망을 통해 전송된 트래픽 양을 보여주고 있으며, 특히 BS7 노드에서 FA7 노드로 이동할 때 WiMAX를 통해 전송되던 트래픽이 WLAN을 통해 전송됨을 볼 수 있어 핸드오버가 잘 이루어지고 있음을 알 수 있다. (i)와 (j)는 각각 WiMAX와 WLAN 망에서의 패킷 손실량을 나타내며, (k)와 (l)은 각각 multihomed 노드가 연결된 BS노드 번호와 FA노드 번호를 보여준다.

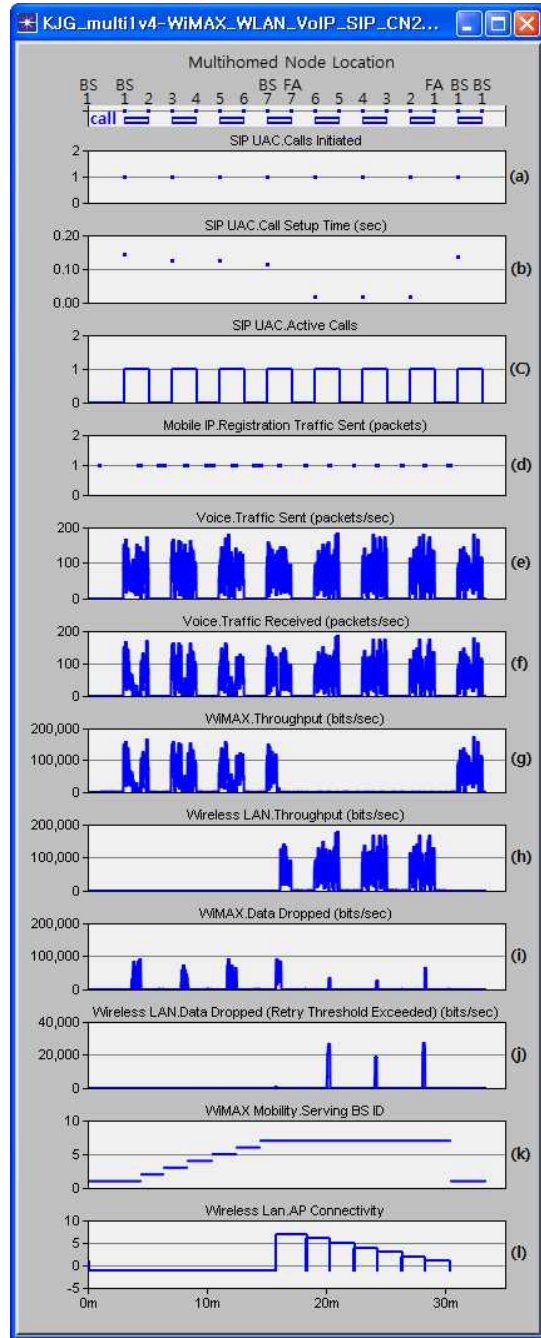


그림 4. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과를 나타낸 그림 4로 부터 본 연구에서 개발된 multihomed 노드가 WiMAX망과 WLAN망 사이를 이동하면서 SIP 프로토콜을 이용해 호를 설정하고 음성 트래픽을 정상적으로 교환함을 확인할 수 있다.

그림 5에는 SIP을 이용한 호 설정 및 해제 과정의 시뮬레이션 결과 예를 나타내었다.

```

420.00093 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): Sending SIP Invite packet
420.000258 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000323 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000315 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000381 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000773 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000839 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000884 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): Sending SIP Binding Request packet
to CNMnet.MIP_HA (199.99.99.99) for home address (199.99.99.11)
420.000152 - HA (199.99.99.99) Sending SIP Binding Update packet for Home Address (199.99.99.11)
and CoA (201.1.3.99) to CSCF (206.0.12.99)
420.000218 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): Received SIP Binding Update packet
for home address (199.99.99.11) with CoA (201.1.3.99)
420.000318 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000434 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000576 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000642 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000777 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.000801 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.000882 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.041411 - multihomed_L1 (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Invite packet received
420.000842 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Trying packet received
420.000902 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.000909 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.001014 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.001093 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.000465 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.000600 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.000645 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Session Progress packet received
420.000810 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.000655 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.001101 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.001296 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.001442 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.001640 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.001611 - multihomed_L1 (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP PRACK packet received
420.001842 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000807 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000823 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000848 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000873 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000838 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.000873 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.000899 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.000654 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.000650 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.000845 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.000893 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.001210 - multihomed_L1 (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Update packet received
420.100842 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.100887 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.100902 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.100983 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.101008 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.101009 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.1010073 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.1011014 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.101118 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Ringing packet received
420.101030 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.101045 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.101060 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.101045 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP OK packet received
420.1010810 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
420.1010956 - S-CSCF_1 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
420.111101 - I-CSCF_1 (I-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
420.111296 - S-CSCF_0 (S-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
420.111442 - P-CSCF_0 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
420.111640 - CNMnet.BS_3 (201.1.3.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 206.0.11.99
420.116411 - multihomed_L1 (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP ACK packet received
.....
540.110645 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): Sending SIP Bye packet
540.110791 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Bye packet received
540.111050 - CNMnet.BS_4 (201.1.4.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 207.0.11.99
540.151515 - CNMnet.BS_4 (201.1.4.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 207.0.11.99
540.151516 - CNMnet.BS_4 (201.1.4.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 207.0.11.99
540.164411 - multihomed_L1 (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Bye packet received
540.174908 - P-CSCF_1 (P-CSCF, MIPdomain, MIParea): SIP Disconnect Success packet received
540.175044 - CN (MIPdomain), now at MIPdomain, MIParea): SIP Disconnect Success packet received
540.200273 - CNMnet.BS_4 (201.1.4.99) Forwarding packet to 199.99.99.11 from 207.0.11.99
    
```

그림 5. 호 설정 및 해제 메시지 교환 예

그림 5에서 multihomed 노드가 BS3 기지국 위치를 지나가는 시뮬레이션시간 420초에 CN이 SIP 호 설정을 시작하고, multihomed 노드가 BS4 기지국을 지나가는 540초에 호를 마칠 때 일어나는 호 설정 및 해제 과정 메시지 교환 내역을 알 수 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이 multihomed 노드가 이동시에도 SIP 메시지를 이용한 호 설정 및 해제가 정상적으로 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

5. 결론

최근 다양한 무선 기술의 발전으로 서로 다른 무선기술을 이용하는 복수개의 인터페이스를 갖는 다양한 multihomed 이동 단말이 출현하고, 이 기종 무선 액세스 망들간의 연동이 중요한 문제로 부각되고 있다.

본 연구에서는 이기종 무선망 연동의 대표적인 예로 WiMAX망과 WLAN망의 연동구조에서 WiMAX 인터페이스와 WLAN 인터페이스를 갖는 multihomed 이동단말이 두 망을 이동하면서 SIP을 이용한 호 설정이 가능하도록 이동단말 시뮬레이션 모델을 개발하였다.

개발된 SIP VoIP 기능 지원 WiMAX-WLAN multihomed 이동단말 시뮬레이션 모델은 OPNET 시뮬레이터상에 구성된 가상의 네트워크 모델에서 시뮬레이션을 통해 기능을 검증하고 성능을 분석하였다.

본 연구를 통해 개발된 모델은 앞으로 이기종 무선망간 연동시 끊임없는 핸드오버 연구에 활용될 수 있을것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] OPNET Simulator, <http://www.opnet.com>.

- [2] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, 2002.06.
- [3] WiMAX, <http://www.wimaxforum.org/>
- [4] WLAN, <http://www.ieee802.org/11/>
- [5] 기장근, "무선망에서의 이동노드 시뮬레이션 모델 연구", 한국소프트웨어감정평가학회 논문지, 제6권 제1호, 2010.05.
- [6] J. Wright, "Integrated SIP & MIP within IMS", OPNET contributed model, 2009.02.
- [7] 장효뢰, 왕야, 기장근, 이규대, "WiMAX - WLAN 멀티홈드 노드의 시뮬레이션 모델", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 제3호, 2010.06.
- [8] 왕야, 장효뢰, Weiwei Chen, 기장근, 이규대, "WLAN과 WiMAX에서의 연동 서비스 품질 비교 연구", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 제3호, 2010.06.

— 저 자 소 개 —



기장근 (奇長根)

1986.2 고려대학교 전자공학과 졸업
 1988.2 고려대학교 전자공학과 석사
 1992.2 고려대학교 전자공학과 박사
 2002.6-2003.6 Univ. of Arizona 방문교수
 2010.6-2011.8 Univ. of Arizona 방문교수
 1992.3-현재 : 공주대학교 공과대학 전기전
 자제어공학부 교수

<주관심분야>통신프로토콜, 이동통신시스템