

논문 2010-1-5

# 무선망에서의 이동노드 시뮬레이션 모델 연구

기장근\*

## A Study on the Simulation model for a mobile node in wireless networks

Jang-Geun Ki\*

### 요 약

최근 반도체 기술과 무선 기술의 급속한 발전으로 복수개의 무선 인터페이스를 갖는 이동 노드들이 출현하고 있다. 다양한 무선기술들 중 WLAN은 가정과 기업에서 수요가 증가하고 있으며, WiMAX 또한 중장거리 멀티미디어 전송을 위한 무선 표준으로 부상하고 있다. 따라서 이중 무선망간 멀티미디어 데이터 전송을 위한 효율적인 결합 방안에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 WiMAX와 WLAN 인터페이스를 가지며, MIP를 이용해 두 망사이를 자유롭게 이동할 수 있는 이동 멀티홈드 노드에 대한 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 개발된 모델을 검증하기 위해 다양한 시험 시나리오를 개발하고 각 시나리오에 따른 노드모델의 속성 값을 보였으며, 개발된 시나리오의 시뮬레이션 결과를 통해 개발된 모델이 다양한 무선망간 이동성 연구를 위해 유용함을 보였다.

### Abstract

Various mobile nodes with multiple wireless interfaces are emerging with the rapid progress of semiconductor and wireless technologies in recent years. Among many kinds of wireless technologies, needs for the WLAN technology has increased for many homes and enterprises. WiMAX has also emerged as the wireless standard that aims to deliver data over long distances. Therefore, efficient integration methods are needed for delivering multimedia data between heterogeneous wireless networks. In this paper, we have developed the simulation models and environments for the mobile multihomed node that has both WiMAX and WLAN interfaces and can move around in both networks by using the mobile IP. In order to verify the developed models, we designed and constructed several simulation scenarios and showed nodes' attributes in each scenario. The simulation results show that the developed models are useful for mobility studies in various integrated wireless networks.

**한글키워드 :** 무선망, 이동 멀티홈드 노드, 시뮬레이션 모델

## 1. 서 론

최근 반도체 기술과 무선 기술의 급속한 발전으로 인해 무선 단말의 사용이 증가하고 있으며, 특히 다양한 무선망들의 장점을 복합적으로 활용하기 위해 2개 이상의 무선 인터페이스를 갖는 멀티홈드 이동단말이 출현하고 있다.<sup>[1-5]</sup> 이러한 멀티

\* 공주대학교 전기전자제어공학부  
(email: kjg@kongju.ac.kr)  
접수일자: 2010.3.15 수정완료: 2010.5.11

터홈드 무선 이동단말들은 2개 이상의 무선망들을 자유롭게 이동해 다닐 수 있을 뿐만 아니라 필요할 경우 부하분산이 가능하고 또한 신뢰성 확보를 목적으로 2개 이상의 무선망에 동시에 접속할 수 있도록 2개 이상의 무선 인터페이스를 가진다. 따라서 2개 이상의 인터페이스를 갖는 멀티홈드 이동 단말의 이동에 따른 끊임없는 핸드오버나 2개 이상의 무선망 동시 접속에 대한 보다 효율적인 방안 연구가 필요하다.

한편 통신망 관련 연구는 과거에는 직접 시험망을 구축하는 등의 방법을 주로 사용하였으나, 최근 정보통신 관련 기술의 급속한 발전으로 보다 다양한 고속의 광대역 통신서비스가 제공되고 통신망 구조 또한 매우 빠른 속도로 진화를 거듭하고 있으며 통신 프로토콜과 망구조가 점점 더 복잡해짐에 따라 직접 시험망을 구현하는 것은 경제적인 측면, 시간적인 측면 등 여러 가지 면에서 비효율적이 되었다. 따라서 이러한 환경에서 정보통신망 관련 연구는 주로 시뮬레이션을 통한 결과 분석을 통해 이루어지고 있으며, 대표적인 시뮬레이션 소프트웨어로는 비상업용인 ns2와 상업용인 OPNET<sup>TM</sup>을 들 수 있다.

본 연구에서는 네트워크 관련 연구에 많이 사용되고 있는 OPNET 소프트웨어의 WiMAX/WLAN 멀티홈드 이동노드 모델을 개발하고 이동노드 속성값을 제시하였으며, 개발된 노드 모델의 유용성을 검증하기 위해 다양한 응용 시나리오를 개발하고 시뮬레이션 하였다.

## 2. 멀티홈드 이동노드 모델

### 2.1 멀티홈드 노드 모델 고려사항

멀티홈드 노드는 2개 이상의 네트워크 인터페이스를 가지며, 따라서 2개 이상의 IP주소를 가지게 된다. 예를 들어 WiMAX 인터페이스와

WLAN 인터페이스를 갖는 멀티홈드 이동노드가 WiMAX 망에서 WiMAX 인터페이스를 통해 상대노드와 통신하고 있다가 WLAN 망으로 이동해 갈 경우 WLAN 인터페이스를 사용해야 하고 따라서 IP 주소의 경우 WiMAX 인터페이스에 할당되었던 IP 주소로부터 WLAN 인터페이스에 할당된 IP 주소로 변경되어야 하며 따라서 이동성 지원을 위해서 모바일 IP 프로토콜 등을 사용해야 한다. 그런데 OPNET에서 패킷이 데이터링크 계층 인터페이스를 통해 전송될 때 인터페이스에 할당된 IP 주소가 송신되는 패킷의 소스주소로 설정되어 전송되도록 되어 있다. 따라서 하나의 트랜잭션에 2개의 서로 다른 송신주소가 사용되는 문제점이 발생한다. 이를 해결하기 위한 방안으로는 예를 들어 모바일 IP가 복수개의 CoA(Care of Address)를 지원한다든가 하는 방법이 있을 수 있을 것이다. 그러나 이 경우 MIP 프로토콜을 수정해야 하는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 모바일 IP 프로토콜 자체를 수정하지 않더라도 이종 무선망간 이동이 가능하도록 이동노드 자체의 동작을 간단히 수정하는 방안을 제시한다.

### 2.2 멀티홈드 노드 모델 개발

기본적으로 OPNET 시뮬레이션 노드 모델에서는 패킷 송신시 해당 인터페이스에 설정된 IP 주소가 송신되는 패킷의 소스주소로 사용되도록 되어 있다. 따라서 본 논문에서는 멀티홈드 노드의 경우 패킷 송신시 인터페이스에 할당된 IP 주소 대신 노드에 설정된 첫 번째 루프백 주소를 소스 주소로 사용토록 그림 1에 나타낸 것과 같이 ip\_rte\_support.ex.c 파일내 ip\_src\_address\_determine() 함수의 시뮬레이션 코드를 수정함으로써 어떤 인터페이스를 통해 패킷을 송신하던간에 동일한 소스주소가 사용되도록 하였다.

```

static void
ip_src_address_determine (InetT_Address *src_addr_ptr, IpT_Rte_Module_Data* iprmd_ptr,
int intf_tbl_index, InetT_Addr_Family addr_family)
{
    IpT_Interface_Info * iface_elem_ptr;
    InetT_Address KJG_temp_addr; // inserted by KJG 2010.01.08

    /** This procedure is used to determine the correct src address based on the next hop address. **/
    FIN (ip_src_address_determine (dest_addr, src_addr_ptr, iface_table_ptr, addr_family));

    /* Get the interface_info of the interface specified. */
    iface_elem_ptr = inet_rte_intf_tbl_access (iprmd_ptr, intf_tbl_index);

    /* If the interface is unnumbered, use the address of the source */
    /* interface. Otherwise, use the interface address. */
    if (ip_rte_intf_unnumbered (iface_elem_ptr))
    { *src_addr_ptr = inet_address_from_ipv4_address_create (ip_rte_unnumbered_intf_addr_get (iface_elem_ptr));
    } else
    { *src_addr_ptr = inet_rte_intf_addr_get (iface_elem_ptr, addr_family);
    }

    // inserted by KJG 2010.01.08
    KJG_temp_addr = inet_rte_first_loopback_intf_addr_get (iprmd_ptr, addr_family); // ip_rte_support.h
    if (inet_address_valid (KJG_temp_addr))
    { *src_addr_ptr = KJG_temp_addr;
    }

    FOUT;
}
    
```

그림 1. ip\_rte\_support.c 파일 수정 부분

### 3. 이동 시나리오 및 파라미터 설정

본 논문에서 개발된 멀티홉드 이동노드 모델은 다음에 기술하는 바와 같이 WiMAX와 WLAN 기술이 다양한 형태로 조합된 망구조의 시물레이션 모델로 사용될 수 있다. 아래에 다양한 망구조 시나리오 및 시나리오별 노드모델 속성값들을 나타내었다.

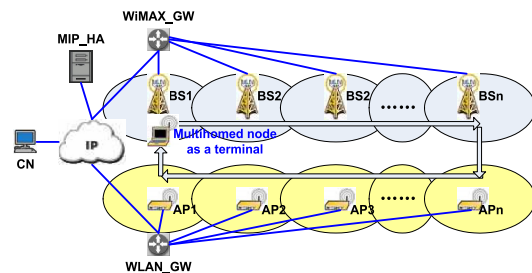


그림 2. WiMAX-WLAN 망간 이동 시나리오

#### 3.1 WiMAX와 WLAN 망간 이동

WiMAX-WLAN 망간 이동 시나리오에서는 그림 2에 나타난 것과 같이 멀티홉드 노드 자체가 이동단말로 동작하여 두 망사이를 이동하는 경우에 해당하며, 멀티홉드 노드가 WiMAX 망내의 BS(Base Station) 사이를 이동하거나 WLAN 망내의 AP(Access Point) 사이를 이동할 때, 또는 BS와 AP 사이를 이동할 때 모바일 IP를 이용한 핸드오버가 발생한다.

이 시나리오가 동작하도록 각 노드에서 설정해야 하는 노드모델 속성(attribute) 값들의 예를 그림 3에 다른 시나리오들의 경우와 함께 나타내었다. 그림 3의 WiMAX-WLAN 망간 이동 시나리오에서 멀티홉드 노드 속성값 설정시 루프백(LBO) 주소로는 홈망의 IP주소, 즉 홈 에이전트가 관리하고 있는 홈망(예를 들어 199.99.99.x)에 속한 주소를 설정(예를 들어 199.99.99.11/32)해야 한다.

Multihomed Node Attributes	WiMAX/WLAN mobility	Group Mobility	MANET	nested MIP (x=1~n)
name			multihomed_l_l	multihomed_x_l
Ad-Hoc Routing Para > Ad-Hoc Routing Protocol = MANET Gateway =	None Disabled	None Disabled	AODV Enabled	None Disabled
IP > IP Routing Para > Intf Info > IF0(WiMAX) > Address = Routing Protocol = IF1(WLAN) > Address = Routing Protocol = LB Intf > LB0 > Address = Subnet Mast = Routing Protocol =	201.1.1.11 RIP 201.1.11.11 RIP 199.99.99.11 255.255.255.255 None	201.1.1.11 RIP 201.1.11.11 RIP 199.99.99.11 255.255.255.255 None	201.1.1.11 RIP 201.1.11.11 RIP, AODV 199.99.99.11 255.255.255.255 None	201.1.x.11 RIP 201.1.1x.11 RIP 199.99.99.x1 255.255.255.255 None
IP > Mobile IP Router Para > Mobile IPv4 Para > Intf Info > LB0 > Agent Type = Agent Conf > IRDP Para > Max Interval = Min Interval = Mobile Router Conf > Home Agent IP = IF1(WLAN) > Agent Type = Agent Conf > IRDP Para > Max Interval = Min Interval =	Mobile Router 4 3 199.99.99.99 - - -	Mobile Router 4 3 199.99.99.99 - - -	Mobile Router 4 3 199.99.99.99 - - -	Mobile Router 4 3 199.99.99.99 Foreign Agent 4 3
WLAN > WLAN Para > BSS ID = AP Func = Roaming Capability =	1 Disabled Enabled	1 Enabled Disabled	1 Disabled Disabled	x Enabled Disabled

Mobile Node Attributes	WiMAX/WLAN mobility	Group Mobility (y=1~m)	MANET (y=1~m)	nested MIP
name	-	WLAN_l_y	MANET_l_y	MIP_l_l
Ad-Hoc Routing Para > Ad-Hoc Routing Protocol =	-	None	AODV	None
IP > IP Host Para > Intf Info > IF0(WLAN) > Address =	-	201.1.11.2y	201.1.11.2y	205.99.99.21
IP > Mobile IP Host Para > Mobile IPv4 Para > Home Agent IP Address =	-	-	-	205.99.99.99
WLAN > WLAN Para > BSS ID = AP Func = Roaming Capability =	- - -	1 Disabled Disabled/Enabled	1 Disabled Disabled	8 Disabled Enabled

Home Agent(HA) Attributes for the multihomed node	WiMAX/WLAN mobility	Group Mobility	MANET	nested MIP (x=1~n)
IP > IP Routing Para > Intf Info > IF2(wired PPP) > Address = Routing Protocol = LB Intf > LB0 > Address = Subnet Mast = Routing Protocol = Static Routing Table > Dest Address = Next Hop = IP Routing Protocols > RIP Para > Process Para > IPv4-Any > Process Para > Redistribution =	206.0.10.99 RIP 199.99.99.99 Auto Assigned RIP - - -	206.0.10.99 RIP 199.99.99.99 Auto Assigned Auto Assigned 201.1.11.0 199.99.99.11	206.0.10.99 RIP 199.99.99.99 Auto Assigned RIP 201.1.11.0 199.99.99.11	206.0.10.99 RIP 199.99.99.99 Auto Assigned RIP 201.1.1x.0 199.99.99.x1
IP > Mobile IP Router Para > Mobile IPv4 Para > Intf Info > LB0 > Agent Type = Agent Conf > IRDP Para > Max Interval = Min Interval =	Home Agent 4 3	Home Agent 4 3	Home Agent 4 3	Home Agent 4 3
WLAN > WLAN Para > BSS ID =	0	0	0	0

Home Agent(HA) Attributes for the MIP node	WiMAX/WLAN mobility	Group Mobility	MANET	nested MIP
IP > IP Routing Para > Intf Info > IF1(WLAN) > Address = Routing Protocol =	-	-	-	205.99.99.99 RIP
IP > Mobile IP Router Para > Mobile IPv4 Para > Intf Info > IF1(WLAN) > Agent Type = Agent Conf > IRDP Para > Max Interval = Min Interval =	-	-	-	Home Agent 4 3
WLAN > WLAN Para > BSS ID =	-	-	-	8

그림 3. 이동 시나리오별 속성값 설정

또한, 라우팅 프로토콜 속성값에는 “None”을 설정해야 한다. 만일 라우팅 프로토콜을 “None”이 아닌 임의의 라우팅 프로토콜을 설정하게 되면 해당 라우팅 프로토콜에 의해 루프백 주소가 다른 노드에 알려지게 되어 홈 에이전트가 광고하는 홈망의 라우팅 정보와 중복되는 문제가 발생한다.

### 3.2 그룹 이동

그림 4는 그룹 이동성을 시뮬레이션 하기 위한 시나리오를 나타내며, 멀티홈드 노드는 자신이 관할하는 WLAN 영역에 속하는 이동노드들을 그룹으로 관리하는 모바일 라우터로 동작한다. 예를 들어 멀티홈드 노드는 버스나 기차에 설치된 모바일 라우터로 동작하여 버스나 기차내의 다양한 이동단말들을 그룹으로 취급해 이동성을 제공하며, 이때 각 WLAN 이동단말들은 모바일 IP 프로토콜을 필요로 하지 않고 대신 멀티홈드 노드만이 WiMAX 망내의 BS간 이동시 모바일 IP 프로토콜을 사용한다.

그룹 이동성 시나리오에서는 멀티홈드 노드가 모바일 라우터로 동작하면서 자신의 WLAN 인터페이스에 속한 WLAN 노드들을 하나의 그룹으로 관리하여 이동성을 제공해야 함으로, 멀티홈드 노드 WLAN 인터페이스의 AP Func. 속성값을 Enabled로 설정하고 Roaming 속성값은 Disabled로 설정한다.

또한 멀티홈드 노드가 관리하는 WLAN 망 주소를 모바일 IP 홈 에이전트가 알게 하고, 라우팅 프로토콜을 이용해 다른 라우터들에게 광고할 수 있도록 하기위해 홈 에이전트의 정적 라우팅 테이블에 멀티홈드 노드의 WLAN 망주소를 목적지 주소로 설정해주고, 멀티홈드 노드의 루프백 주소를 next hop 주소로 설정해 준다. 이러한 설정은 다음에 설명할 MANET 접속 시나리

오와 중첩 모바일 IP 시나리오에도 적용된다.

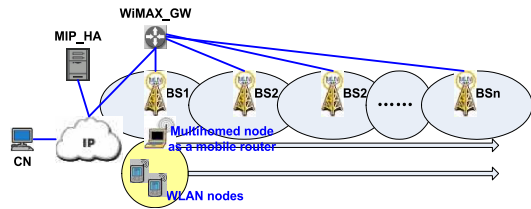


그림 4. 그룹 이동성 시나리오

### 3.3 MANET 망 접속 시나리오

그림 5는 MANET<sup>[7]</sup> 망이 멀티홈드 노드를 통해 인터넷 망에 접속되는 경우의 시나리오를 나타내며, 이때 멀티홈드 노드는 MANET 게이트웨이 역할을 수행하게 된다. MANET 망내의 이동노드들은 트래픽 소스/목적지 역할뿐만 아니라 MANET 망내에서 서로의 트래픽을 중계해주는 라우터 역할도 동시에 수행한다.

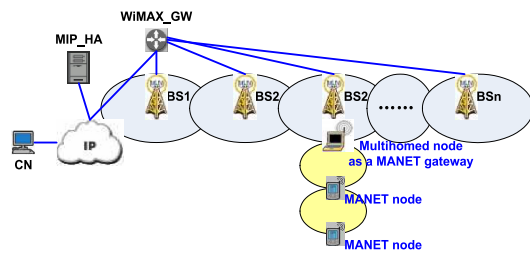


그림 5. MANET 접속 시나리오

MANET 접속 시나리오의 경우 멀티홈드 노드의 MANET Gateway 속성값을 Enabled로 설정해 주고, WLAN 인터페이스의 라우팅 프로토콜로 유선망 프로토콜(예로 RIP)과 MANET 라우팅 프로토콜(예로 AODV)을 모두 설정해 주며 WLAN 인터페이스의 AP Func과 Roaming 속성값은 Disabled로 설정해준다. MANET 망에 속한 MANET 노드의 경우 위의 그룹 이동 시나리

오에서의 WLAN 노드와 같은 방법으로 속성값을 설정하되 Ad-hoc 라우팅 프로토콜 속성에 AODV 등을 설정해 줌으로써 MANET 노드로 동작하도록 한다.

### 3.4 중첩 MIP

그림 6에는 모바일 IP를 사용하는 모바일 라우터의 관할 지역내 이동노드가 자신의 이동에 대한 별도의 모바일 IP를 사용하는 중첩 모바일 IP(nested mobile IP) 시나리오를 나타내었다. 이 경우 멀티홈드 노드와 MIP 이동노드는 각각의 HA(Home Agent)를 별도로 가지며, MIP 이동노드는 멀티홈드 노드와는 별개로 자신의 모바일 IP 프로토콜을 이용해 자유롭게 이동해 다니게 된다. 따라서 멀티홈드 노드는 MIP 이동노드에 대해 일종의 이동형 FA(Foreign Agent)로 동작하게 된다. 참고로 그룹 이동 시나리오에서는 멀티홈드 노드가 관리하는 영역내에 속한 이동노드들은 별도의 모바일 IP를 사용하지 않고 단순히 WLAN을 이용해 멀티홈드 노드와 접속하고, 멀티홈드 노드가 모바일 IP를 이용해 이동노드 그룹에 속한 모든 노드들에게 이동성을 제공하는 역할을 수행하게 된다.

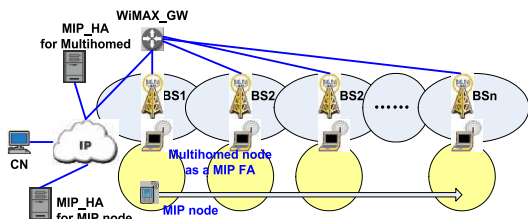


그림 6. 중첩 모바일 IP 시나리오

## 4. 시뮬레이션 결과 및 분석

본 논문에서 설계한 멀티홈드 노드 모델의 유

용성을 검증하기 위해 앞 절에 기술한 다양한 시나리오에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 본 절에서는 대표적인 시뮬레이션 결과 그래프만을 보였으며, 본 논문에서 제시하는 결과 그래프들은 성능 분석을 위해 제시한 결과 그래프가 아니라 개발된 멀티홈드 노드를 이용한 다양한 시뮬레이션 시나리오에서 결과로 얻을 수 있는 성능 파라미터들의 예시를 위해 제시되었다. 다양한 시나리오에 대한 정확한 성능분석 결과들은 참고문헌 [8]과 [9]에서 기술하였다.

그림 7은 WiMAX-WLAN 이동 시나리오에서 멀티홈드 노드가 WiMAX 망과 WLAN 망을 이동해 가면서 상대노드와 음성 통신을 하는 경우에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 그림 7에서 전송되는 음성 트래픽에 대한 지터, 음성통신 품질을 나타내는 MOS 값, 음성 패킷 전송 지연 분산값 및 단대단 전송지연시간, 송신 및 수신된 음성 패킷 수 등에 대한 결과를 확인 할 수 있다.

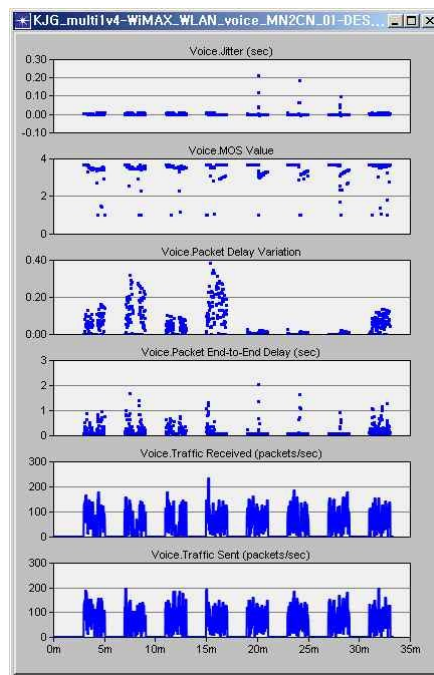
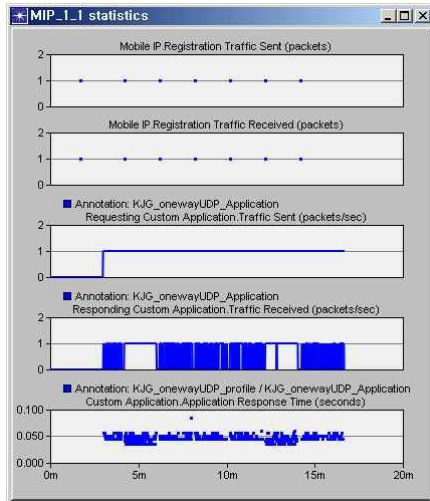
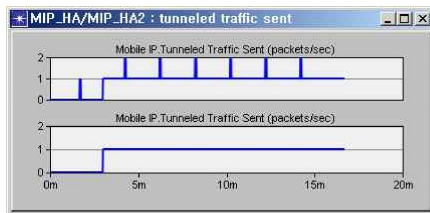


그림 7. WiMAX-WLAN 이동 시나리오 결과

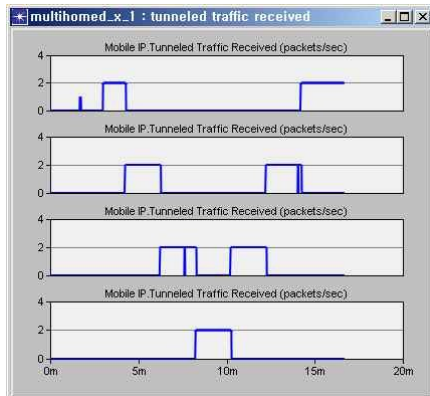
그림 8에는 중첩 모바일 IP 시나리오에서 모바일 노드가 4개의 멀티홈드 노드 사이를 이동할 때의 결과 그래프 예를 나타낸다.



(a) 모바일 노드 통계치



(b) 홈 에이전트 HA1/HA2의 터널링 트래픽



(c) 멀티홈드 노드들에서의 터널링 트래픽

그림 8. 중첩 모바일 IP 시나리오 결과

그림 8(a)는 모바일 노드가 등록을 위해 홈 에이전트에게 송수신한 패킷, 상대노드와 송수신한 트래픽 및 전송지연시간을 각각 보여준다. 그림 8(b)(c)는 멀티홈드 노드와 모바일 노드 각각에 대한 홈 에이전트에서의 터널링 트래픽과 멀티홈드 노드에서의 터널링 트래픽을 보여주고 있다.

그림 9에는 WiMAX와 WLAN 망간 이동 시나리오의 경우 멀티홈드 노드, 그룹 이동성 시나리오의 경우 멀티홈드 노드가 그룹으로 관리하는 영역에 속한 WLAN 이동노드, MANET 접속 시나리오의 경우 멀티홈드 노드가 MANET 게이트웨이로 동작하는 MANET 망내의 MANET 노드, 중첩 모바일 IP 시나리오의 경우 멀티홈드 노드가 관리하는 망내의 모바일 IP 노드가 각각 해당 상대노드와 UDP 트래픽(초당 1패킷)을 송수신할 때 수신되는 총 트래픽에 대한 결과 그래프이다. 이와 같이 본 논문에서 개발된 멀티홈드 노드 모델을 이용한 다양한 시나리오 시뮬레이션 시 원하는 성능 파라미터에 대한 결과를 용이하게 얻을 수 있다.

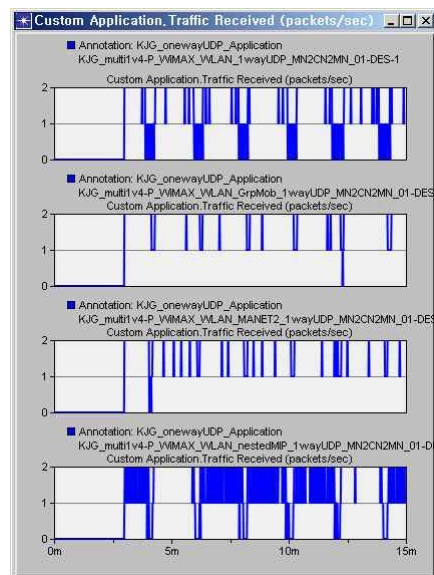


그림 9. 시나리오별 수신 UDP 트래픽 비교

## 5. 결론

최근 다양한 무선 기술의 급속한 발전으로 복수개의 무선 인터페이스를 갖는 이동 노드들이 출현하고 있다. 다양한 무선기술들 중 WLAN은 가정과 기업체를 중심으로 수요가 급속히 증가하고 있으며, WiMAX 또한 중장거리 멀티미디어 전송을 위한 무선 표준으로 부상하고 있다. 따라서 이와 같은 이종 무선망간 멀티미디어 데이터 전송을 위한 효율적인 결합 방안이 필요하다.

본 논문에서는 WiMAX와 WLAN 인터페이스를 가지며, 모바일 IP를 이용해 두 망사이를 자유롭게 이동할 수 있는 이동 멀티홈드 노드에 대한 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 개발된 모델의 유용성을 검증하기 위해 단방향/양방향 UDP 패킷, FTP 트래픽, SIP 프로토콜을 이용한 음성 전송 등과 같은 다양한 트래픽 환경하에서 다양한 망구조 시뮬레이션 시나리오 즉, WiMAX와 WLAN 망간 이동 시나리오, 그룹 이동성 시나리오, MANET 접속 시나리오, 중첩 모바일 IP 시나리오 등의 다양한 시험 시나리오를 개발하고, 각 시나리오별 노드모델 속성값을 제시 하였으며, 시뮬레이션을 통해 개발된 모델이 다양한 무선망간 이동성 연구를 위해 유용함을 보였다.

## 참고 문헌

- [1] G. Arul Prasath, K.R. Raghu and Maode Ma, Senior, "Integration of WLAN and WiMAX with Base Station Assisted QoS", IEEE 978-1-4244-1980-7/08, 2008.
- [2] Hui-Tang Lin, Ying-You Lin, Wang-Rong Chang and Rung-Shiang Cheng, "An Integrated WiMAX/WiFi Architecture with QoS Consistency over Broadband Wireless Networks", IEEE 978-1-4244-2309-5/09, 2009.
- [3] P. Calduwel Newton and Dr. L. Arockiam,

"An Intelligent Technigue to Improve Quality of Service (QoS) in Multihomed Mobile Networks", International Journal of Advanced Science and Technology, Volume 7, June, 2009.

- [4] Robert Brannstrom, Christer Ahlund and Arkady Zaslavsky, "Port-based Multihomed Mobile IPv6", 0742-13-3/07, IEEE,2007
- [5] P.Calduwel Newton and Dr.L.Arockiam, "An Intelligent Technigue to Improve Quality of Service (QoS) in Multihomed Mobile Networks", International Journal of Advanced Science and Technology, Volume 7, June, 2009.
- [6] OPNET Simulator, <http://www.opnet.com>.
- [7] <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>, IETF, 2010.
- [8] 장효뢰, 왕야, 기장근, 이규대, "WiMAX - WLAN 멀티홈드 노드의 시뮬레이션 모델", 한국인터넷방송통신학회 논문지, 제10권 제3호, 2010.06.
- [9] 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 전자공학과졸업  
 1988.2 고려대학교 전자공학과 석사  
 1992.2 고려대학교 전자공학과 박사  
 2002.6-2003.6 Univ. of Arizona 방문교수  
 1992.3-현재 : 공주대학교 공과대학 전기전자 제어공학부 교수

<주관심분야>통신프로토콜,이동통신시스템