논문 2011-3-14

재난 구조 통신망 구축을 위한 휴대형 메쉬 네트워크 게이트웨이의 개발

A Development of Protable Mesh Network Gateway for Disaster Relief

류대현*

Dae-Hyun Ryu

요 약 일반적으로 재난 상황에서는 신속하고 쉽게 전개될 수 있는 확실한 재난관리통신이 요구되지만, 다층구조 건물 또는 넓게 펼쳐진 창고 시설은 신뢰할 만한 통신환경을 어렵게 한다. 이러한 재난 환경에서 휴대형 무선 메쉬 네트워크 기술은 소출력으로도 넓은 서비스 커버리지 확보가 가능하며, 유연성 있는 장비의 설치 및 재배치를 통한 네트워크 노드 당 경제성이 높은 기술이다. 본 연구에서는 네트워크 프로세스를 사용하여 재난 통신망 구축에 활용 될 수 있는 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이를 개발하고 기본적인 연결 기능과 더불어 스루풋과 지연, 패킷 손실 등의 성능을 시험하였다. 시험 결과는 재난 구조 통신망과 같은 다양한 환경에서 사용할 수 있는 기본적인 성능을 갖고 있음을 보여주었다.

Abstract Typically, quick and easily deployed communication for a clear disaster management is required in a disaster situation. But it is not easy because lack of backbone network and poor conditions of disaster site. it is possible to obtain a wide service coverage and low power with portable wireless mesh network technology. In this paper, we developed portable wireless mesh network gateway with a network processor and evaluate it's performance including throughput, latency delay, packet loss, etc. The experoments show our wireless mesh network gateway has basic performance and can be used in various environments like disaster site.

Key Words : Wireless Mesh Network, Protable Mesh Network Gateway, Disaster Relief, Manet, Adhoc Network

Ⅰ. 서 론

최근 광대역 무선통신을 통한 유비쿼터스 네트워크 구축을 위해 미국, 일본 등에서 관련 주파수 정책을 발표하고 있으며 광대역 무선통신의 확장 적용을 위해서는 무선 메쉬 네트워크 기술을 권고하고 있다. 무선 메쉬 네트워크 기술은 무선 LAN 뿐 아닌 홈네트워크, 차세대 이동통신, 센서네트워크, 텔레메틱스 등 다양한 분야에 적용되어 활용될 수 있으며, 미래에는 SDR(Software Define Radio) 및 CR(Cognitive Radio)과 접목되어 유비쿼터스 네트워크 구현을 위한 핵심기술이 될 것으로 예상된다[1,2].

일반적으로 재난 상황에서는 신속하고 쉽게 전개될 수 있는 확실한 재난관리통신이 요구되지만, 다층구조 건물 또는 넓게 펼쳐진 창고 시설은 신뢰할만한 통신환경을 어렵게 한다. 이러한 재난 환경에서 무선 메쉬 네트워크 기술은 소출력 통신을 통한 넓은 서비스 커버리지 확보가 가능하며, 유연성 있는 장비의 설치 및 재배치를

*정회원, 한세대학교 IT학부
접수일자 2011.1.28, 수정일자 2011.5.13
게재확정일자 2011.6.10

통한 네트워크 노드 당 경제성이 높은 기술이다.

무선 메쉬 네트워크 기술은 다른 이동 호스트로의 연결을 제공하기 위한 고정된 제어장치를 갖지 않으며, 각 이동 호스트가 라우터로 동작하여 이동 호스트로부터의 패킷을 다른 이동 호스트로 중계(relay) 하는 방법으로, 화재 재해에 있어 소방 정보 통신 시스템으로 공중망을 이용한 통신 서비스가 아닌 소방원과 소방 장비간의 통신을 통해 재해 상태나 소방요원들의 안전을 진단 할 수 있어, 소방 재해를 신속히 대처 할 수 있도록 해준다.

일반적으로, 액세스 포인트는 각각 유선 LAN 등에서 직접 인터넷으로 접속되지만, 무선 메쉬 네트워크는 최대 21대가 1개의 메쉬 액세스 포인트에 접속하고 나서, 전체적으로 다시 유선 LAN에 접속하는 방식으로 운용되기 때문에, 도입·운용 시 비용 절감에 커다란 도움이 되고 있다. 액세스 포인트는 2.4 GHz대(802.11 b/g)를 이용하며, 메쉬 액세스 포인트는 5 GHz대(802.11 a/j)를 이용하고 있으며, 메쉬 액세스 포인트의 전파 도달 거리는 100미터 정도이기 때문에, 메쉬 액세스 포인트 사이는 150미터 정도의 거리 감각으로 설치해야 할 필요가 있다. 보안적인 면에서는, 액세스 포인트와 메쉬 액세스 포인트 간이나, 메쉬 액세스 포인트 간의 통신은 모두 IPsec로 실시되고 있다.

무선메쉬 네트워크 관련한 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Manet(Mobile Ad Hoc Network Working Group) 그룹에서 Ad hoc 라우팅에 대한 표준화와 IEEE 802.11의 TGs(MESH SG)에서의 무선LAN 기반의 무선 메쉬 네트워크 표준화가 이루어 져 왔다. 현재 WiFi 기반의 무선 메쉬 기술인 802.11s, 센서 네트워크의 802.15 계열, WiMax/WiBro 의 802.13계열에서 표준화가 진행 혹은 완료되었다[5,6,7].

본 연구에서는 네트워크 프로세스를 사용하여 재난 통신망 구축에 활용 될 수 있는 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이를 개발하고 그 성능을 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 관련 기술을 설명하고, 3장에서는 제안한 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이의 설계에 대해 기술하였으며, 4장에서는 제안한 방법의 개발한 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이의 기본 성능을 평가하였으며, 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 기술

무선 메쉬 네트워크 관련 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force) Manet(Mobile Ad Hoc Network Working Group)그룹의 Ad-hoc 라우팅에 대한 표준화와 IEEE 802.11의 Task Ggroup s(MESH SG)에서의 무선LAN 기반의 무선 메쉬 네트워크 표준화가 진행되고 있다.

WLAN 메쉬 네트워크 관련 표준화를 진행하는 IEEE 802.11 TGs는 2004년 1월 캐나다 밴쿠버 회의에서 SG로 승인되었으며 2004년 7월에 TGs로 승인되어 현재 표준화를 진행하고 있다. TGs에서의 표준화 범위는 Adhoc망에서 무선 디바이스들이 상호 통신을 하도록 정의하고 있다. 또한 다중 홉 토폴로지에서 자동 망 구성기능을 가지고 브로드캐스트, 멀티캐스트 및 유니캐스트를 지원하도록 한다. 또한, IEEE 802.11 MAC/PHY를 이용한 WDS(Wireless Distribution System)을 통해 IEEE 802.11 ESS(Extended Service Set) Mesh 표준화를 개발하고 있다. TGs에서는 라우팅 프로토콜로 HWMP(Hybrid Wireless Mesh Protocol) 를 제공하며, 다른 벤더에서 제공하는 다른 라우팅 프로토콜의 사용도 허락하고 있다[3,4].

IEEE 802.11s 메쉬 네트워크에서 사용되는 디바이스를 Mesh Point(MP)라고 부르며 MP들은 다른 MP와 라우팅 프로토콜을 사용하여 경로를 설정한다. Mesh Portal Point(MPP)는 유선 네트워크에 연결되어 있으며, 메쉬 네트워크와 유선 네트워크 사이에 브릿지 역할을 하여 데이터를 유선 네트워크로 전달하는 역할을 한다. Mesh Access Point(MAP)는 MP에 기존의 Access point의 역할을 더한 것이다.

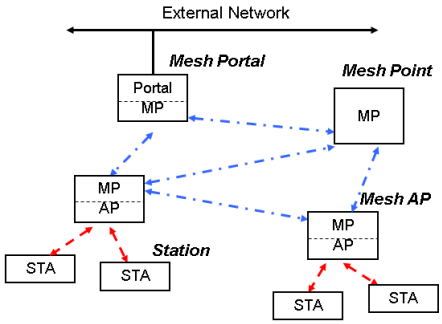


그림 1. 무선 메쉬 네트워크의 구성 요소
Fig. 1. Elements of Wireless Mesh Networks

무선 메쉬 네트워크는 메쉬 라우터와 메쉬 클라이언트로 구성되어 있으며, 서로 다른 네트워크와의 통신을 통해서 광대역과 대규모의 무선 네트워크의 구성을 위해 계획된 무선 통신 기술이다. 즉, 무선 메쉬 네트워크는 인터넷, 셀룰러, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16 등을 메쉬 라우터에서 제공하는 브릿지 기능과 게이트웨이 기능을 사용하여 다른 네트워크간의 데이터 통신을 가능하게 한다. 그림 2는 무선 메쉬 네트워크를 활용하여 무선 백본망을 형성하는 예를 보여주고 있다.

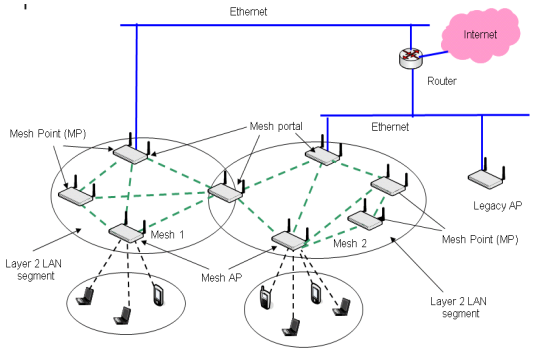


그림 2. 무선 메쉬 네트워크를 활용하여 무선 백본망을 형성하는 예
Fig. 2. An Example of Wireless Backbone Network using Wireless Mesh Networks

무선 백본망을 형성하는 주체인 메쉬 라우터는 이동성이 거의 없으며, 메쉬 라우터 사이의 네트워크 접근과 메쉬 클라이언트와 메쉬 라우터 사이의 네트워크 접근에 대한 서비스를 제공한다. 이러한 구조는 다양한 무선 통신 기술과 IEEE 802.11에서 사용되고 있는 기술을 사용하여 구성되며, 여기에 자동 망 구성기능(Self Discovery & Configuration), 자동 망 복구 기능(Self Healing), 소출력 광역 커버리지 네트워크 및 고속 로밍 기술들을 접목하여 각각의 메쉬 클라이언트들을 위한 백본망을 구성하고, 게이트웨이를 통한 인터넷 접속을 가능하게 한다. 또한 서로 다른 네트워크와의 통신을 가능하게 하여 각각의 네트워크가 가진 단점과 문제점들을 서로 보완하면서 네트워크의 성능을 개선하고, 확장성과 비용적인 면에서 더욱 효율적인 특성을 지원할 수 있다.

무선 메쉬 네트워크의 주요 컨셉은 기존의 Adhoc 네트워크와 상당히 유사한 면을 가지고 있다. 이러한 점들로 인해 무선 메쉬 네트워크에서는 알고리즘 및 디자인 관련 이슈 등 Adhoc 네트워크에서 연구된 기술들을 필요로 하고 있다. 라우팅 프로토콜 역시 마찬가지로, Adhoc 네트워크에서 연구된 다양한 프로토콜들에 알고리즘 및 디자인 관련 이슈의 특성을 반영하여 연구가 진행되고 있다.

Ⅲ. 휴대형 메쉬 네트워크 게이트웨이의 설계

1. 시스템 구성

본 연구에서는 메쉬 기능을 갖는 IEEE 802.11n 기반의 이동형 무선 메쉬 게이트웨이를 개발하였다. 본 과제에서 개발한 휴대형 메쉬 네트워크 게이트웨이 주요 기능은 아래와 같다.

- o Dual wireless LAN interface
- o AP 기능
- o Mesh node
- o 멀티 홉 라우팅
- o 이동성 및 핸드오프 관리
- o WAN 연결
- o Cable/xDSL 모뎀 연결
- o HSDPA/Wibro 모뎀을 이용한 무선 연결

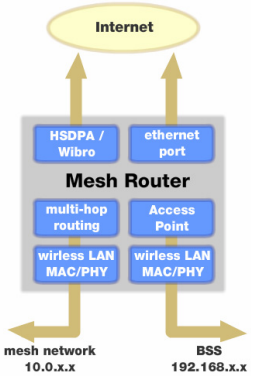


그림 3. 이동형 무선 메쉬 게이트웨이 주요기능
Fig. 3. Main Function of Portable Wireless Mesh Network Gateway

본 과제에서 개발한 휴대형 메쉬 네트워크 게이트웨이의 주요 사양은 아래 표와 같다.

표 1. 주요 사양
Table 1. Specifications

SDRAM	16MB
FLASH 메모리	8MB
포트	WAN 1포트 10/100Mbps 자동 감지 포트 LAN 4포트 10/100Mbps 자동 감지 포트
O/S	MontaVista Linux 2.4.20, eCos
LED 표시	PWR*1, WLAN*1, WAN*1, LAN*4, CPU*1
최대전송속도	유선: 100Mbps, 무선: 300Mbps
최대 사용자수	유선: 253대, 무선: 32대
안테나	3dBi * 3
고유기능	NTP(Network Time Protocol) IGMP(Internet Group Management Protocol) SNMP(Simple Network Management Protocol) Auto-Rollback NAT(Network Address Translation) WMM/WDS UPnP(Universal Plug and Play) DDNS
무선 암호화	64/128bit WEP 보안 암호화 설정 기능 개인용 WPA/WPA2, 기업용 WPA/WPA2
전원	DC 5V/2.0A

2. 하드웨어

본 연구에서는 RT2800 dual band MIMO 2T3R 칩셋 사용하여 이동형 무선 메쉬 게이트웨이를 구현하였다. RT2800 칩셋은 RT2860 과 RT2850 으로 구성되고, IEEE 802.11n draft 2.0 와 IEEE 802.11 a/b/g standards 를 따르며 2.4GHz 또는5GHz band에서 동작한다. 이 칩셋은 신뢰성 및 가격대 성능비가 높을 뿐 아니라 무선 연결성과 원거리에서의 스루풋(throughput) 또한 우수하다. RF 구조와 베이스밴드 알고리즘이 최적화되어 저전력으로 우수한 성능을 얻을 수 있다. MAC 설계가 지능화되어 고효율의 DMA 엔진과 하드웨어 데이터 프로세싱 가속기를 이용하여 호스트 프로세서에 부담을 주지 않는다. 보안, QoS 그리고 국제적인 규제 영역에 있어서도 표준을 지원하며 다양한 환경에서 높은 성능을 얻을 수 있다.

무선 통신부는 2.4 ~ 2.4835 GHz 주파수 대역에서 동작하며 802.11 규격을 준수하며, RF 트랜시버 버전에 따라 듀얼 모드를 지원할 수도 있다. 기본적으로 802.11n draft 2.0 모드를 준수하며 MCS-0에서 MCS-15의 변조 방식을 지원하고 MIMO 방식의 다중 경로 통신 신호 처리 방식을 사용하여 최대 300 Mbps까지의 전송 속도를 낼 수 있게 설계되어 있을 뿐 아니라 802.11b/g/a 모드와 호환성도 완벽하게 보장한다. MIMO 방식은 송신 경로 2개, 수신 경로 3개 범위 내에서 채널 신호를 처리할 수 있다. RF 전체 블록은 통상 RF 트랜시버와 MAC/BBP 의 두 가지 기능으로 시스템이 구성되며 각 기능별 블록에는 MIMO의 송수신 경로 수만큼 기저대역 신호와 RF 신호 처리부가 존재한다. 호스트 CPU와 고속 데이터 정합을 위해 PCI등의 다양한 버스 인터페이스를 지원하고, WLAN iNIC(지능적 NIC) 관련 기능을 지원하여 고가의 고성능 CPU를 사용하지 않고서도 고성능 무선통신 성능을 지원할 수 있게 되어 있다.

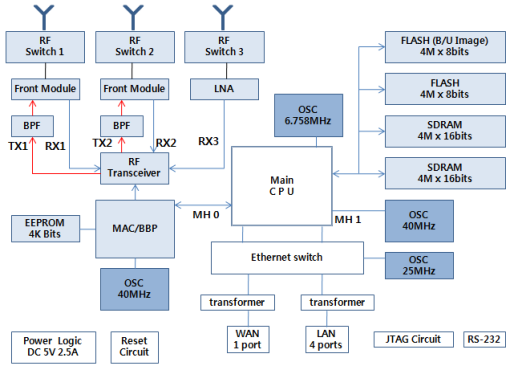


그림 4. 하드웨어 블록도
Fig. 4. Hardware Blockdiagram

3. 소프트웨어

본 연구에서는 Linux 커널 2.6.18 버전을 사용하였으며, 기본 BSP(Board Support Package)는 5VT사에서 제공하는 SDK(Software Development Kit)를 사용하였다. 장치의 구동을 위하여 커널 드라이브를 모듈 형태로 구현하였고 본 장치를 관리하기 위한 응용 프로그램을 제작하였다. WiFi 칩셋은 라링크(Ralink)사의 mini-PCI 정합방식 모듈을 사용하였으며, USB 또는 RS232 정합 방식으로 Zigbee와 CSS 모듈을 인터페이스한다. 이동통신 모뎀은 국내 SKTelecom의 Tlogin 또는 KTF의 iPlug 모뎀을 USB 정합 방식으로 적용하였다. 또한 이들 장치를 이용한 각종 안전관리를 위한 센서 또는 기기 제어 서비스 프로그램을 구현하거나 게이트웨이/서버에서 각 서비스를 원활히 지원하기 위한 미들웨어 제어 프로그램을 동시에 구현하였다.

서버의 S/W 구조는 리눅스 커널 2.6.18 기반으로, 아래 그림 5와 같이 네트워크 프로토콜, 프로세스간 통신,

메모리관리, 파일 시스템, 장치관리 등의 기능을 제공한다. 커널 공간과 응용 레벨에서 지원하는 네트워크 관련 기능은 그림 5에 표시하였다. 무선랜 기능은 PCI 정합으로 커널 모듈 방식으로 구현하였고, Flash 메모리에 데이터를 읽고 쓰기 위한 RAW (raw access) 기능를 제공하고 있다.

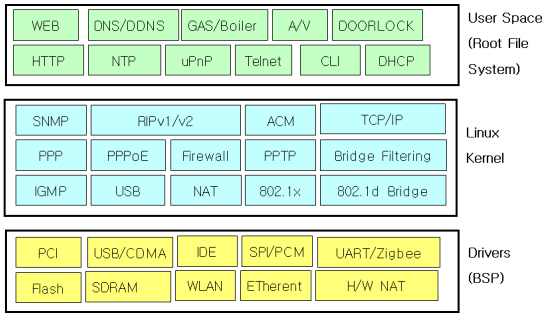


그림 5. 소프트웨어 구조
Fig. 5. Structure of Software

커널은 5VT사의 BSP(Board Support Package)가 제공하는 리눅스 커널을 사용하였는데, 이 BSP는 칩셋과 주변장치를 제어하기 위한 장치제어 메카니즘, 파일시스템, 네트워크 프로토콜, IPC(inter-process communication), 메모리 관리 기능 등을 지원하고 있다.

홈네트워크 제어 기능을 수행하기 위해 다양한 무선랜 AP(RaLink, Atheros 사 무선랜 칩셋) 기능과 Zigbee, CSS, 이동통신 모뎀 연동 기능을 포팅하였고, 가스밸브 같은 다양한 홈제어기기를 제어할 수 있는 기능을 추가하였다. 응용계층에는 DDNS 서비스 연동, 웹페이지 서비스, 기기제어관리 기능 서비스, 보안카메라 서비스(A/V Server)등 서비스 프로그램을 추가하였다. 사용자 프로그램 운영 및 관리를 위해 램디스크를 사용하였다.

Ⅳ. 시험 및 성능 평가

1. WAN 시험 및 결과

본 시험에서는 게이트웨이가 WAN Port Static IP setting을 지원하는지 시험하였다. 그림 6에 시험 환경을, 표 2에 시험결과를 나타내었다. 또한 IxChariot을 사용하여 성능을 평가하였다. IxChariot은 유,무선 네트워크간의 성능을 테스트하는 어플리케이션으로, 실제 네트워크 상황과 거의 유사한 트래픽을 발생시킨 후, 이러한 조건에서 시스템의 성능이나 VoD, VoIP 등의 품질을 예측할 수 있는 솔루션을 제공한다.

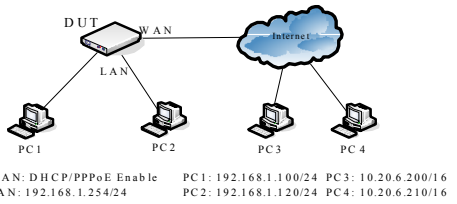


그림 6. WAN 시험 환경
Fig. 6. WAN Test Enviroment

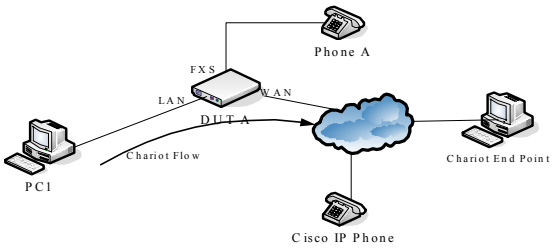
표 2. 상세 시험 항목과 결과
Table 2. Detailed Testing Item and Result

Testing Item	Expected Result	Result
1. Modify the WAN Port IP Assignment using Static IP and assign the IP to 10.20.6.115/255.255.0.0. 2. PC 1 ping WAN port IP address of DUT.	Ping will successful.	PASS
1. Modify the WAN Port IP Assignment using Static IP and assign the IP to 10.20.6.120/255.255.0.0. 2. PC 1 ping WAN port IP address of DUT.	Ping will successful.	PASS
1. WAN Port MAC use the Manual Setting 00:22:33:44:55:66 2. PC 1 ping WAN port IP Address of DUT. 3. Using Ethereal to capture the ICMP packets.	Ping will successful. Make sure the ICMP echo with the MAC we are setting.	PASS

IxChariot을 사용한 시험 환경은 그림 7과 같이 구성하였으며 시험 절차는 아래와 같다.

1. Setup the test environment, and make sure all devices work fine.
2. Enable DMZ with PC1 on DUT A.
3. PC1 executes Chariot Console application and select Throughput.scr with following parameters
   File_Size = 10,000,000 bytes
   Send_buffer_size = 65535 bytes
   Receive_buffer_size = 65535 bytes

4. PC1 send/receive traffic to/from Chariot End Point with 3 pairs with 10 minutes:
5. Measure the Throughput、Transaction rate、Response Time with three different direction.
   - WAN to LAN: 4 pairs from WAN to LAN.
   - LAN to WAN: 4 pairs from LAN to WAN.
   - Bi-directional: 4 pairs from WAN to LAN and 4 pairs from LAN to WAN.



DUT A's LAN Address	192.168.1.254/255.255.255.0
DUT A's WAN Address	10.20.7.51/255.255.0.0
Phone A #	6101
Cisco IP Phone #	101
PC1 Address	192.168.1.100/255.255.255.0
Chariot End Point	10.20.6.154/255.255.0.0

그림 7. IxChariot을 사용한 성능 시험 환경
Fig. 7. Performance Test Enviroment using IxChariot

시험 결과는 표 3에 나타내었으며, 스루풋은 WAN to LAN의 경우 90.236Mbps, LAN to WAN의 경우 94.685Mbps, Bi-directional의 경우 126.867Mbps를 얻고 있으며 Transaction rate와 Response Time도 양호한 결과를 보여주고 있다.

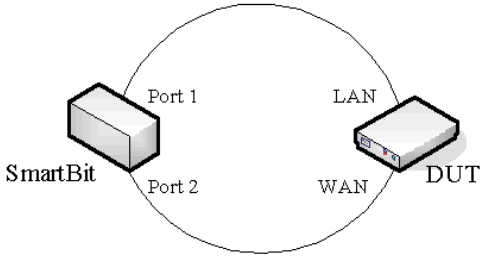
표 3. IxChariot을 사용한 성능 시험 결과
Table 3. Performance Test Result using IxChario

5VT Firmware version:	r6638_p23_wired		
Test duration:	10 minutes		
Phone Call:	Without Phone Call		
Chariot pair number:	4 TX (LAN to WAN) and 4 RX (WAN to LAN) with TCP		
Chariot Direction:	WAN to LAN	LAN to WAN	Bi-directional
Throughput (Mbps)	90.236	94.685	126.867
Transaction rate (#/sec)	114.620	120.026	160.501
Response Time (sec)	0.035	0.050	0.050

2. SmartBit 장비를 이용한 시험 및 결과

SmartBit 시험장비는 64 바이트에서 1518 바이트까지의 프레임 사이즈 별로 스루풋과 지연(latency delay), 패킷 손실 그리고 back-to-back quality를 측정할 수 있다. 시험 환경은 그림 8에 나타내었으며 시험절차는 아래와 같다.

1. Setup the test environment, and make sure all devices work fine.
2. Using SmartBit Application try to measure the quality of DUT.



DUT LAN Address	192.168.1.254/255.255.255.0
DUT WAN Address	10.20.7.51/255.255.0.0
SmartBit Port 1	192.168.1.100/255.255.255.0 GW: 192.168.1.254
SmartBit Port 2	10.20.7.100/255.255.0.0 GW: 10.20.7.51

그림 8. SmartBit 장비를 이용한 시험 환경
Fig. 8. Performance Test Enviroment using SmartBit

본 논문에서는 LAN to WAN, WAN to LAN에서 1024 Byte 프레임 사이즈에 대한 패킷 손실만을 표 4에 나타내었으며 UDP 프로토콜에서 패킷손실이 없음을 확인할 수 있다.

표 4. SmartBit 장비를 이용한 성능 시험 결과
Table 4. Performance Test Result using SmartBit

5VT Firmware version:	r6638_p23_wired		
Test Environment Setting:	Direction: LAN to WAN, Protocol: UDP		
Frame Size	Bridge Mode	Routing mode	NAT mode
1024 Byte	100% (11973 Pks/Sec)	100% (11973 Pks/Sec)	100% (11973 Pks/Sec)

V. 결 론

네트워크 확장의 용이성, 경제적 비용 절감 및 높은 신뢰성을 갖는 무선 메쉬 기술은 학계 및 산업계에서 주목받고 있는 기술이다. 기존 이동 통신망보다 많은 장점을 가진 무선 메쉬 네트워크는 다양한 분야에서 활용되고 있다. 특히, 유선 인프라가 열악한 국가를 중심으로 수요가 급속히 확산되고 있다. 또한 도시, 공장, 학교, 기차, 통신망, 경찰, 소방 등 다양한 분야에서 활용되고 있으며 주로 실내보다는 실외를 대상으로 넓은 지역을 커버하는 형태의 서비스를 제공하고 있다.

휴대용 무선 메쉬 네트워크 기술은 특히 재난 현장에서 소출력 통신을 통한 넓은 서비스 커버리지 확보가 가능하며, 유연성 있는 장비의 설치 및 재배치를 통한 네트워크 노드 당 경제성이 높은 기술이다.

본 연구에서는 네트워크 프로세스를 사용하여 재난 통신망 구축에 활용 될 수 있는 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이를 개발하고 그 성능을 평가하였다. 개발된 휴대형 무선 메쉬 네트워크 게이트웨이의 성능 개선 및 현장 적용을 위한 연구가 앞으로 이루어질 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 김현재외, “무선 메쉬 네트워크 가술 연구 동향 분석”, 주간기술동향, 2011.1.21.

[2] 이옥환 외, “무선 메쉬 네트워크 장비의 실험적인 성능 검증”, 한국통신학회논문지, '08-09 Vol. 33 No. 9, 2008.

[3] 이상희, 김민수, 고영배, “멀티 인터페이스 기반 무선 메쉬 네트워킹 기술연구 동향,” 한국 통신학회지, 제 24권 제 5호, 2007.5, pp.37-46.

[4] 정훈, 이정오, 이종영, 박노성, 진광자, 김봉수, “센서 네크워킹 기술 동향,” 전자통신동향분선, 제22권 제 3호 2007.6, pp80-89

[5] 이제훈, “Mobile Ad-hoc Network(MANET) 표준화 동향.” 한국 정보기술학회지, 제 6권 제 1호.

[6] 전호인, “IEEE 802.15.5 Mesh Network 표준화 동향,” IT Standard Weekly, 2006.2

[7] I. F. Akyildiz, X. Wang, and W. Wang, “Wireless Mesh Networks: A Survey,” Computer Networks Journal, Vol.47, pp.445-487, 2005.

[8] R. Bruno, M. Conti, and E. Gregori, "Mesh Networks: Commodity Multihop Ad Hoc Networks," IEEE Communication Magazine, vol. 43, no. 3, pp. 123-131, March 2005.

[9] Myung Lee, Rui Zhnag, Chunhui Zhu, Tae Rim Park, Chang-Sub Shin, Young-Ae Jeon, Seong-Hee Lee, Sang-Sung Choi, Yong Liu, and Sung-Woo Park, "Meshing Wireless Personal Area Networks: Introducing IEEE Comm. Mag. Jan, 2010, pp54-61.

저자 소개

류 대 현(정회원)

- 학위
  부산대학교 전자공학과 박사
  부산대학교 전자공학과 석사
  부산대학교 전기기계공학과 공학사
- 경력
  한세대학교 IT학부 부교수
  한국전자통신연구원 선임연구원

<주관심분야 : 정보보호, 컴퓨터비젼 및 영상처리, 유비쿼터스 컴퓨팅, RFID/USN 기술,>

※ 본 연구는 한세대학교 2010학년도 학술연구비를 지원받아 수행된 연구결과의 일부를 게재한 것임.