

유무선 통합 인트라넷 환경에서 데이터 전송 성능 측정 및 분석

Measurement and Analysis of Performance to Transfer Data in a Wireless-Cum-Wired Intra-Network

허 혜 선* 홍 윤 식** 우 요 섭***
Hye-Sun Hur Youn-Sik Hong Yo-Seop Woo

요 약

고속 무선 랜 환경에서 PDA(Personal Digital Assistants)를 이용한 멀티미디어 데이터 전송 시스템의 성능을 측정하고 분석하기 위하여, 음성 데이터를 송·수신할 수 있는 보이스 메신저 시스템(VMS, Voice Messenger System)을 설계하고 구현하였다. VMS는 IEEE 802.11b 표준(2.4GHz 대역폭)의 무선 인트라넷과 일반 이더넷인 유선 인터넷을 통합하는 인프라스트럭처(Infrastructure) 네트워크로 구성되었다.

음성 데이터를 일정한 패킷 크기(256~6656바이트)로 나누어 전송하면서 송·수신시간 및 RTT(Round-Trip Time)를 측정하였다. 또한 CF 방식과 PCMCIA 방식의 무선 NIC 중 어느 것이 무선 랜 환경에서 더 안정적인지 실험해 보았다. 실험 결과 PCMCIA 방식이 CF 방식보다 더 효과적이며 안정적임을 확인하였다.

한편 무선 NIC를 장착한 노트북 컴퓨터를 VMS 클라이언트로 사용할 경우 음성 데이터 송·수신 시 전송 패킷 크기에 상관없이 일정한 성능을 보였다. 그러나 PDA 클라이언트의 경우, 데이터 수신 시에는 패킷 크기가 6656바이트일 때, 송신 시에는 패킷 크기가 4096바이트일 때 전송 효율이 가장 좋았다. 같은 전송 패킷 크기를 사용할 경우에도 PDA 클라이언트가 VMS 서버로부터 패킷을 수신하는 데 걸리는 시간이 PDA 클라이언트가 VMS 서버에게 송신하는 데 걸리는 시간보다 더 오래 걸렸다. 따라서 PDA를 VMS 클라이언트로 사용할 경우, 송·수신별로 각기 다른 전송 패킷 크기를 적용한다면 보다 나은 전송 성능을 얻을 수 있다.

Abstract

We have designed and implemented a Voice Messenger System(VMS) for sending and receiving voice data in order to measure and analyze the performance of a multimedia data transfer system using PDAs(Personal Digital Assistants) in a fast wireless LAN environment. The VMS has been configured as an infrastructure network by integrating a wireless intra-network based on IEEE 802.11b standard with a wired network based on Ethernet.

A sending time, a receiving time and a round-trip time(RTT) have been measured by varying its packet size from 256 to 6656 bytes. Besides, we have performed the experiments to see which NIC is more stable between CF and PCMCIA type in such a wireless LAN environment. The results of such experiments show that the NIC with PCMCIA type is better than that with CF type from the points of both efficiency and stability.

The performance of a notebook computer with the attachment of a wireless NIC that is used as a VMS client is almost constant by varying its packet size when transferring voice data. However, with PDA client, in the case of receiving packets from the VMS server, the performance is the best when the packet size is 6656 bytes. In addition, in the case of sending packets from PDA client to the VMS server, the performance is the best when the packet size is 4096 bytes. Even with the same packet size, the time of receiving packets from the VMS server to PDA is longer than the time of sending packets from PDA to the VMS Server. Thus, we conclude that when PDA is used as a client by applying different packet size when sending and receiving packets should be achieved a better performance over a wireless LAN environment.

· Keyword : Wireless Intra-Network, Transmission Time, PDA, Packet Size, PCMCIA

* 준 회 원 : 인천대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

mshush@incheon.ac.kr(제 1저자)

** 정 회 원 : 인천대학교 컴퓨터공학과 교수

yshong@incheon.ac.kr(공동저자)

*** 정 회 원 : 인천대학교 정보통신공학과 교수

yswoo@incheon.ac.kr(공동저자)

1. 서 론

정보통신부가 2.4GHz ISM 대역을 이용한 무선 랜 서비스를 허용한 이후 전송 속도 11Mbps 급의 802.11b 표준 무선 인터넷 접속 서비스가 본격

화되고 있다. 향후 5GHz UNII 대역을 이용하는 802.11a 고속 무선 랜 서비스가 시행될 경우 멀티미디어 데이터 기반의 응용 프로그램이 주류(主流)를 이룰 것으로 예상된다. 본 논문에서는 포스트 PC로써 주목받고 있는 개인 휴대 단말기인 PDA가 이러한 무선 랜 환경에서 어느 정도의 데이터 전송 성능을 발휘할 수 있는지를 실험을 통해 확인해보고자 한다.

최근 출시되고 있는 PDA는 팜(Palm) 계열과 Windows CE(최근에는 Pocket PC) 계열로 나눌 수 있다. 그러나, Palm 계열의 PDA 군(群)은 개발 초기에 전화번호부 등 개인 정보(PIMS)를 저장할 수 있는 수준의 단말기로 설계되었기 때문에 CPU 성능이 16MHz에 불과하다. 반면 Windows CE 계열의 PDA 군(群)은 CPU 성능 (206MHz) 뿐만 아니라 메모리도 32~64MB에 달하기 때문에, 비록 가격은 팜 계열에 비해 2~3배 비싸지만 기업형 솔루션에 적합하다. 따라서, 본 논문에서는 Windows CE 계열에 속한 PDA 제품군을 실험 대상으로 선정하였다.

PDA의 경우 주변 장치의 표준화가 지연되면서 보급에 커다란 장애 요인이 되고 있다. 무선 랜 카드의 경우 PCMCIA 방식과 CF(Compact Flash) 방식 두 가지가 혼용되고 있다. 무선 인트라넷 환경에서 데이터 전송 성능을 좌우하는 중요한 요소 중 하나가 무선 랜 카드이기 때문에, 이 두 가지 방식에 대한 성능 비교를 해 보고자 한다.

무선 랜 카드를 장착한 PDA는 AP(Access Point)를 통해 유선 인터넷 환경에 연동된다. 무선 랜을 통해 PDA간 P2P(Peer to Peer) 방식의 데이터 전송도 고려할 수 있지만, 연구 범위를 제한하기 위해 이를 제외하였다. 즉 본 논문에서는 PDA와 데스크톱 PC(이하 PC)간 데이터 전송 성능 분석에 연구의 초점을 맞추고자 한다. 같은 무선 환경에서 PDA와 전송 성능을 비교하기 위해 노트북 컴퓨터(이하 노트북)도 같이 실험하였다.

PDA의 사용자 인터페이스는 PC에 비해 훨씬 불편하다. PDA의 화면 크기는 PC(17인치 기준)의

약 1/4에 불과하며, 마우스나 키보드 대신 스타일러스 펜을 사용하여 입력해야 한다. 따라서, PDA를 사용할 경우 대개 1~2 줄 메시지를 입력하는 데 그친다. PDA의 불편한 사용자 인터페이스를 보완할 수 있는 수단 중 하나는 음성을 이용하는 것이다. 즉 스타일러스 펜 기반의 문자 입력 대신 필요한 메시지를 직접 녹음하고 상대방에게는 녹음된 메시지를 전송하는 방식이다. 본 논문에서는 음성 파일과 같은 대용량 데이터 (8000Hz mono로 샘플링 했을 경우 1분 녹음 시 469Kbyte 크기의 웨이브 파일이 생성됨)를 대상으로 유무선 인트라넷 통합 환경인 인프라스트럭처 네트워크에서 실제 송수신해 봄으로써 Windows CE 계열의 PDA가 과연 멀티미디어 기반 응용 프로그램에 적합한지 여부를 확인해 보고자 한다.

요약하면, 본 논문은 향후 고속 무선 랜 환경 하에서 기업형 멀티미디어 데이터 전송 시스템을 구축함에 있어 반드시 선행되어야 할 성능 평가 및 분석에 초점을 맞추고 있다. 이를 위해 성능 평가 대상을 다양하게 선정하여 실험하였다. 본 논문에서는 음성 데이터를 파일 형태로 전송하는 과정에서의 성능을 측정하였다. 이러한 분석 결과는 향후 파일 형태가 아닌 음성 스트리밍 전송 시스템 설계에 반영될 수 있을 것이다. 또한, 이렇게 얻어진 분석 결과는 이미지 파일 전송 시에도 유사하게 적용할 수 있을 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서 무선평과 TCP 프로토콜 등 관련연구를 논의하고, 3장에서 실험을 위해 구현된 보이스 메신저 시스템의 특성에 대해 설명하겠다. 또한 4장은 앞으로 필요한 실험 장비 및 실험 방법 등의 환경에 대해 나열하며, 5장은 여러 조건에서 실험된 결과와 결과를 분석한 내용을 자세히 다루고, 마지막으로 6장은 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술하겠다.

2. 관련 연구

무선 랜은 두 가지 표준이 있다. 하나는

HIPERLAN(High Performance Radio Local Area Network)으로 유럽의 통신 표준화 기구(ETSI)에서 설계한 표준이다. 현재 HIPERLAN/2는 대역폭이 5GHz이고, 최대 전송 속도는 54Mbps이며 50에서 150미터 내 반경에서 사용 가능하다는 특징[1]이 있다. 또 다른 표준은 IEEE 802.11 무선 랜 표준으로 802.11a (54Mbps, 5GHz 대역폭)와 802.11b (11Mbps, 2.4GHz 대역폭)가 있다[2].

802.11 표준으로 구성된 무선망은 두 종류로 구분된다. 인프라스트럭처와 ad hoc 네트워크이다. ad hoc 네트워크는 무선 이동 단말기간 통신으로 대표적으로 P2P가 해당된다. 인프라스트럭처 네트워크는 802.x 기반 LAN과 AP를 중심으로 모인 무선 단말기들의 집합인 BSS(Basic Service Set)를 통합한 통신망이다. 또한 여러 개의 BSS를 하나로 통합할 수도 있다[3].

본 논문은 IEEE 802.3 표준 이더넷 기반 유선 랜과 1개의 BSS로 구성된 IEEE 802.11b 표준 무선 인터넷을 통합한 인프라스트럭처 네트워크로 구성되었다.

무선망의 특징은 제한된 대역폭과 지연시간의 증가, 다중 경로(Multi-path) 및 페이딩(Fading) 효과로 패킷 손실 가능성이 높다는 단점이 있지만, Hot Spot과 같은 일정 지역 안에서 이동하면서 사용할 수 있다는 장점이 있다.

일반적으로 인터넷에 접속하여 웹 페이지를 열고, 그림을 다운로드 받고, 파일을 전송할 때 웹 서버와 클라이언트간 상호 작용하는 데이터의 정보는 반드시 신뢰성을 갖고 있어야 한다. 이러한 신뢰성 보장을 위해 대부분 TCP(Transmission Control Protocol)를 사용한다.

TCP 프로토콜은 연결 지향성의 프로토콜로 네트워크 계층 중 전송 계층에 해당된다. 또한 흐름 제어 (Flow Control)와 혼잡 제어 (Congestion Control)를 지원하는 종단간 (End-to-End) 연결 프로토콜이기도 하다[4][5].

원래 TCP 프로토콜은 유선망을 위해 만들어졌기 때문에 여러 단점을 갖고 있는 무선망에서는

적합하지 않을 수 있다. 그러나 Ba lakrishnan 등 [6]은 무선망에서도 신뢰성 확보를 위해 TCP 프로토콜의 사용이 적합하다고 주장하였고, 무선망의 성능을 개선하기 위해 베이스 스테이션의 성능을 개선한 Snoop 프로토콜을 제안하였다. 현재 Snoop 프로토콜 외에도 TCP를 개선한 다양한 프로토콜이 소개되고 있지만, 본 논문에서는 일반적인 TCP 프로토콜을 사용하여 실험하였다.

또한 Chang 등[7]은 2.4GHz ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역의 802.11 무선 LAN은 같은 대역폭을 사용하는 전자레인지나 무선 전화기 등의 간섭(Interference) 효과로 패킷 손실이 발생한다고 가정하여 100에서 400바이트까지 패킷 크기를 조절하여 패킷 손실률을 계산하였다. 패킷이 클수록 무선 주파수의 간섭을 더 많이 받는다는 것을 증명하였다.

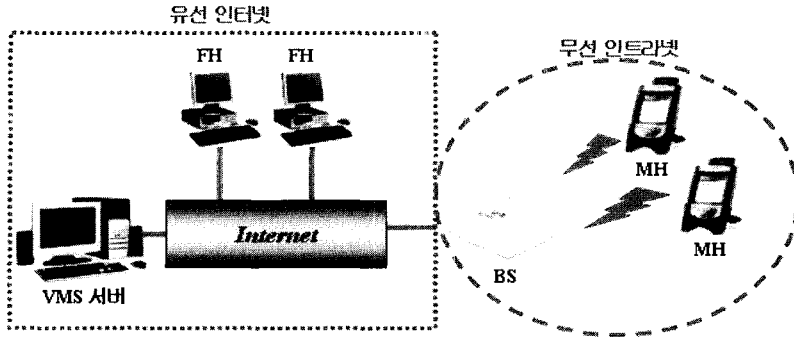
관련 연구에서 사용되는 무선 이동 단말기는 주로 노트북이나 랩탑 (Laptop) [6]을 기준으로 실험되었는데, 본 논문에서는 PDA (특히 Pocket PC)를 주된 무선 이동 단말기로 선정하여 실험하였다.

3. 보이스 메신저 시스템

유무선 통합 인프라 네트워크 환경에서의 데이터 전송을 실험하기 위해 보이스 메신저 시스템 (VMS)을 설계하여 구현하였다.

VMS는 게시판(Bulletin Board Systems) 구조를 사용하는 파일 전송 시스템이며, VMS 서버와 VMS 클라이언트(FH 및 MH)로 구성된다. VMS 클라이언트는 자신의 음성을 녹음하여 웨이브 파일 형식의 메시지로 변환하여 수신할 사용자에게 전송한다. VMS 서버는 클라이언트가 보낸 음성 메시지(데이터)를 받아서 송신할 클라이언트가 서버에 접속하면 이 메시지를 전송한다.

PDA는 MH(Mobile Host)인 이동 호스트로 사용되었고, PC는 FH(Fixed Host)인 고정 호스트로 사용되었다. AP가 BS(Base Station)로 사용되었고,



〈그림 1〉 VMS 네트워크 구성도

유선망 및 무선망을 연결시켜주는 역할을 수행한다. 그림 1에 나타내진 않았지만, 노트북을 이동 호스트로 추가적으로 지정하여 실험하였다.

4. 실험 환경

4.1 실험 장비

4.1.1 하드웨어

본 시스템에서 사용된 하드웨어 중 VMS 서버는 PC 1대(프로세서 : Pentium 2.4GHz, RAM : 512MB)를 사용하였다. VMS 클라이언트는 3종류를 사용하였다(표 1).

VMS 클라이언트 중 이동 호스트는 PDA와 노트북 컴퓨터를 사용하였고, 무선 인트라넷의 전송 성능을 측정한다. 고정 호스트는 데스크톱 PC이고, 유선 인터넷의 성능 평가를 위해 준비되었다.

유선망 및 무선망 등 통신망에 접속하기 위해 NIC와 AP가 필요하다. 이동 호스트의 NIC는

IEEE 802.11b 표준으로 제작된 11Mbps 전송 속도의 무선 랜 카드이다. PDA는 PCMCIA(제조사 : Xircom) 방식 및 CF(제조사 : Socket) 방식의 두 종류 무선 랜 카드를 모두 사용하였다. VMS 서버와 고정 호스트의 NIC는 100Mbps 전송 속도의 유선 랜 카드이다. AP는 무선 인트라넷과 유선 인터넷을 연결한다. AP의 최대 전송 속도는 11Mbps이다.

추후 네트워크 지연 상태를 측정하기 위해 Linux 서버를 사용하였다.

4.1.2 소프트웨어

VMS 서버의 운영체제는 Windows 2000 Server 이다. VMS 서버용 응용 프로그램은 MS Visual C++ 6.0을 사용하여 개발되었다. 이 프로그램은 TCP/IP 프로토콜 기능이 내장된 윈도우 소켓(Windows Sockets)을 사용하였다. 윈도우 소켓이란 BSD(Berkeley Software Distribution) Unix의 소켓을 토대로 MS사에서 개발된 API(Application Pro-

〈표 1〉 VMS 클라이언트 사양

VMS 클라이언트		프로세서	RAM	NIC
MH	PDA	Strong Arm 206MHz	64MB	1)PCMCIA, 11Mbps 2)CF, 11Mbps
MH	노트북 컴퓨터	Pentium 2.0GHz	512MB	PCMCIA, 11Mbps
FH	데스크톱 PC	Pentium 2.4GHz	512MB	PCI, 100Mbps

gramming Interface)이다[8].

VMS 서버에 동시 접속하는 클라이언트의 수가 증가하게 되면, 다중의 소켓이 생성된다. 또한 각 소켓은 쓰레드를 생성한다[9]. 이렇게 생성된 다중의 쓰레드가 동시에 실행되는 방식이 멀티 쓰레딩(Multi-threading)이다. 멀티 쓰레딩은 쓰레드가 생성되고 제거될 때 발생하는 오버헤드(Overhead)가 적기 때문에 다중의 클라이언트가 VMS 서버에 접속하여도 시스템에 거의 영향을 미치지 않고 고성능을 발휘할 수 있다[10].

VMS 클라이언트 중 PDA는 Windows CE 3.0 운영체제를 탑재하였다. PDA용 응용 프로그램은 MS eMbedded Visual C++ 3.0으로 제작되었다.

VMS 클라이언트 중 노트북 및 PC용 응용 프로그램은 모두 Visual C++ 6.0으로 제작되었다.

또한 로그인 및 음성 메시지 정보를 저장하기 위해 사용된 데이터베이스는 MS Access 2002이다.

4.2 실험 방법

먼저 사용 용어를 간단히 설명하겠다. 전송시간(Transmission Time)은 서버에서 클라이언트 또는 클라이언트에서 서버로 메시지(데이터)를 완전히 보낼 때까지의 시간을 의미한다. 메시지를 전송하는 주체에 따라 메시지를 받는 시간을 수신시간(Receiving Time) 그리고 메시지를 보내는 시간을 송신시간(Sending Time)이라고 명명하겠다.

(시나리오 1) 무선 랜 카드의 두 종류(CF 방식과 PCMCIA 방식)가 무선 인트라넷에서 동등한 성능을 발휘하는지 비교한다.

무선망도 기본적으로 데이터를 작은 패킷 단위로 나눠 전송하는 패킷 교환 방식을 사용한다. 이동 호스트인 PDA는 VMS 서버와 통신할 때 음성 데이터를 녹음한 웨이브 파일을 전송한다. 전송하는 파일을 원하는 패킷 크기로 응용 계층에서 임

의로 나누어 무선망에서 전송할 경우, 어떤 패킷 크기로 전송하는 것이 효과적인지 그리고 파일 크기가 커지면 무선망에 얼마나 영향을 주는지를 확인하기 위해 다음과 같은 실험 시나리오를 준비하였다.

단, 전송 패킷 크기는 256에서 6656바이트까지 14종류를 지정하였다.

(시나리오 2) 전송 패킷 크기에 따라 무선망의 패킷 손실 및 RTT를 측정하기 위해, Linux에서 지원하는 PING 프로그램을 사용하여 측정한다. 또한 무선망과 차이가 있는지 여부를 확인하기 위해 유선망에서도 같은 실험을 수행하였다.

(시나리오 3) 전송하기에 적합한 패킷 크기를 정하기 위하여 이동 호스트인 PDA가 멀티미디어 파일을 송수신할 때 다양한 패킷 크기를 지정하여 실험하였다. 각 실험은 VMS 서버에 PDA 4대가 동시에 접속하여 데이터를 보내는 송신시간과 받는 수신시간을 각각 5번씩 측정하여 평균을 구한다. 그리고 패킷 크기별로 전송할 수 있는 데이터 처리량(Throughput)도 계산한다.

(시나리오 4) 파일 크기가 커지면 무선망의 전송 성능에 얼마나 영향을 주는지 알기 위해, 30초에서 10분까지 5종류의 음성 데이터를 녹음된 웨이브 파일을 준비하였다. 단, PDA는 1대만 VMS 서버에 접속한다. 유선망과 성능 비교를 위해 고정 호스트인 PC도 같은 조건에서 실험한다. 이때 사용된 전송 패킷 크기는 4096 바이트이다.

(시나리오 5) 여러 실험에서 얻은 결과가 단순히 무선망의 영향인지 아니면 PDA의 저성능 때문인지를 판단하기 위하여 추가적으로 노트북에 PCMCIA 방식의 802.11b 무선 랜 카드를 설치하여 시나리오 4 방식대로 실험한다.

위의 모든 시나리오는 AP를 기준으로 반경 5미터 이내에 이동 호스트를 위치시켜 실험하였다. 무선 랜 카드를 통해 전송되는 무선 주파수(Radio Frequency)는 높은 신호 품질(Signal Quality)과 신호 세기(Signal Strength)를 유지할 수 있고, 움직임으로 발생할 수 있는 신호 끊어짐 현상도 발생하지 않게 하기 위해서이다.

5. 실험 결과 및 분석

5.1 시나리오 1

이동 호스트 PDA가 무선망에 접속하기 위해 사용할 수 있는 무선 NIC는 현재 PCMCIA 방식과 CF 방식의 두 종류가 있다. 이번 실험에서 4대의 PDA 클라이언트를 사용하였는데, 그중 2대는 PCMCIA 방식의 NIC를, 나머지 2대는 CF 방식의 NIC를 장착하였다. 그리고 PDA 클라이언트 4대가 동시에 VMS 서버에 접속하여 1분간 녹음한 웨이브 파일의 데이터를 송신하고 수신할 때

〈표 2〉 CF 방식 및 PCMCIA 방식의 전송 시간
(단위 : ms)
(전송 패킷 크기 : 4096바이트, 전송 파일 크기 : 469KByte, PDA 4대가 VMS 서버에 동시 접속)

	무선 랜 방식	PDA→서버	서버→PDA
1	CF	1003	201
2	CF	617	239
3	PCMCIA	158	144
4	PCMCIA	138	160

의 전송시간을 측정한 결과를 표 2에 나타내었다.

PCMCIA 방식의 NIC를 장착한 PDA 클라이언트의 전송시간은 비교적 일정하다. 그러나 CF 방식의 NIC를 장착한 PDA 클라이언트의 송신시간(PDA→서버)은 PCMCIA 방식과 비교하여 7배까지 증가하는 등 많은 차이가 발생한다.

그래서 PCMCIA 방식의 무선 NIC가 무선망에서 더 안정적이라고 판단되어 다음 실험부터 PCMCIA 방식만을 사용하였다.

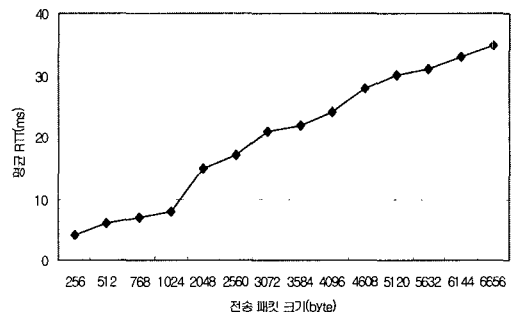
5.2 시나리오 2

전송 패킷 크기에 따른 무선망의 패킷 손실 및 RTT를 측정하기 위하여, 유선 인터넷에 연결된 Linux 서버와 무선 인트라넷에 속한 PCMCIA 방식의 무선 랜 카드를 장착한 PDA 1대를 사용하였다.

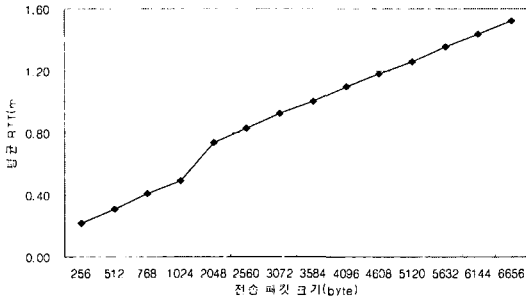
Linux 서버의 PING 프로그램은 UDP 프로토콜 [11] 기반으로 작성되었고, 패킷 손실률(Packet frame Error Rate) 및 현 네트워크의 지연 정도를 알 수 있는 RTT를 측정할 수 있다.

PING 프로그램의 목적 주소를 PDA 클라이언트의 IP 주소로 지정하고, 전송 패킷 크기를 14가지(256~6656바이트)를 사용하였고, 각 패킷별로 100번씩 반복 수행하여 평균을 구하였다(그림 2).

또한 유선망의 네트워크 지연 정도를 측정하기 위해, 고정 호스트 PC의 IP 주소를 목적 주소로 설정하고 무선망과 같은 방식으로 PING 프로그램



〈그림 2〉 무선 인트라넷의 평균 RTT



〈그림 3〉 유선 인터넷의 평균 RTT

램을 수행하였다(그림 3).

실험 결과 유선망의 평균 RTT는 패킷 크기가 256바이트일 때 0.22ms로 최소이고, 패킷 크기가 클수록 RTT는 증가하며, 전송 패킷 크기가 6656 바이트일 때 1.52ms로 최대가 된다.

무선망에서 평균 RTT도 전송 패킷 크기가 커질수록 증가한다. 그러나 패킷 크기가 256바이트 일 때 5.25ms이고, 패킷 크기가 6656바이트일 때 34.85ms가 되어 유선망보다 최대 20배 이상 평균 RTT가 증가하게 된다.

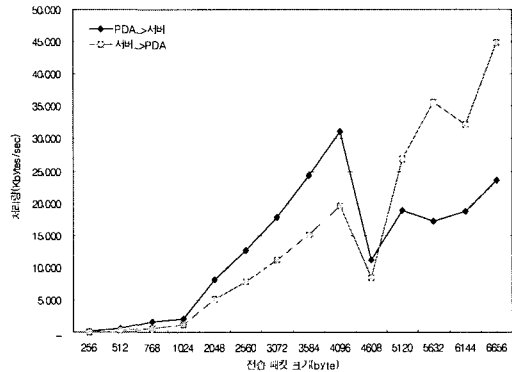
즉, 유선망에선 전송 패킷 크기가 커져도 네트워크 지연이 거의 발생하지 않으나, 무선망에서는 다중 경로 및 페이딩 효과가 발생하여 무선 신호가 약해지므로 패킷 재전송 횟수가 증가하게 된다. 무선망에서 데이터를 전송하기 위해 임의로 나뉜 패킷 크기가 커질수록, 네트워크 지연이 많이 발생한다.

그러나 패킷 손실률은 유선망이나 무선망에서 모두 거의 발생하지 않았다. 유선망뿐만 아니라 무선망에서도 패킷 크기와 패킷 손실과는 거의 관련 없다는 결론을 얻었다.

5.3 시나리오 3

다음은 전송 패킷 크기에 따른 멀티미디어 데이터 처리량을 실험하였다.

14종의 전송 패킷 크기를 모두 사용하였고, 시나리오 1과 같이 PDA 4대가 동시에 VMS 서버에



〈그림 4〉 14종의 전송 패킷 크기별 데이터 처리량

접속하여 데이터를 전송하였다. 그림 4는 패킷 크기별 데이터 처리량(Throughput)을 나타내었다.

PDA의 데이터 송신(PDA→서버)에서 전송 패킷 크기가 4096바이트가 될 때까지 데이터 처리량은 지속적으로 증가한다. 그러나 전송 패킷 크기가 4608바이트가 되면 데이터 처리량은 급격히 감소하고 그 이후 다시금 증가하게 된다. 또한 PDA의 데이터 수신(서버→PDA)도 데이터 송신과 유사한 양상을 나타낸다.

4608바이트 전송 패킷 크기에서 데이터 처리량이 급속히 떨어지는 이유는 다음과 같다.

본 논문은 정량적 분석을 목적으로 하고 있으므로 여기선 자세하게 다루지고 있지 않지만, 범용의 네트워크 모니터링 프로그램인 Analyzer를 사용하여 네트워크 계층의 IP 패킷까지 분석해 보았다.

분석 결과 VMS가 웨이브 파일을 응용 계층에서 4608바이트의 패킷으로 쪼개어 아래 계층(전송 계층 및 네트워크 계층)으로 전송하면, 패킷은 재조립되고 다시 분해된다. 이때 재분해된 패킷 개수가 4096이나 5120바이트를 사용한 것보다 상대적으로 더 많아져 전송 시간이 증가하게 되므로 그림 4와 같이 급격히 처리량이 감소하는 결과를 나타내게 된다.

반면 각 PDA 클라이언트의 송신시간은 전송 패킷 크기가 4608바이트 이상이 되어도 일정하고

안정적이지만, 수신시간은 4608바이트 이상이 되면 각 클라이언트마다 큰 차이를 나타내게 되어 수신시간의 평균값을 신뢰할 수 없게 된다. 그래서 PDA의 데이터 수신에서 4608바이트 이상의 전송 패킷에 대해 더 이상 고려하지 않았다.

이를 요약하면 전송 패킷 크기가 4096바이트일 때 PDA의 데이터 수신 처리량이 가장 많고, 패킷 크기가 6656바이트일 때 PDA의 데이터 송신 처리량이 많았다. 그러므로 이동 호스트 PDA가 멀티미디어 데이터를 전송할 때 송수신 시 패킷 크기를 가변적으로 조절하는 것이 전송 효율에 더욱 유리하다.

5.4 시나리오 4와 5

전송되는 파일의 크기가 클수록 무선망에 얼마나 영향을 줄 것인가를 알아보기 위해 표 3과 같이 5종류의 파일을 준비하여 실험하였다(시나리오 4).

〈표 3〉 음성 녹음 시간당 웨이브 파일 크기 및 패킷 수

녹음 시간	파일 크기(byte)	패킷 수
30초	235K	59
1분	469K	117
2분	938K	234
5분	2344K	586
10분	4688K	1172

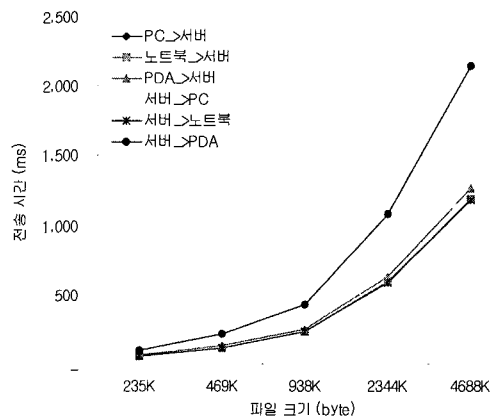
웨이브 파일은 음성 녹음 포맷을 8000Hz, 8bit, Mono(8KB/s)로 샘플링한 PCM(Pulse Code Modulation) 방식으로 제작되었다. 패킷 수는 응용 계층에서 파일 크기를 4096바이트로 나눈 값이다.

본 논문 이전에 수행되었던 실험에서 무선 인터넷에 있는 이동 호스트 PDA와 유선 인터넷에 있는 고정 호스트 PC의 데이터 송신시간은 거의 비슷하였다. 그러나 PDA의 데이터 수신시간은 PC보다 현저히 길었다.

이러한 결과가 단순히 무선망의 영향인지 아니

면 PDA의 저성능 때문인지를 판단(시나리오 5)하기 위하여, 이동 호스트인 PDA와 노트북 그리고 고정 호스트인 PC를 각 1대씩 사용하여 전송 패킷 크기를 4096바이트로 지정하여 실험을 수행하였다.

다음 그림은 시나리오 4와 5를 모두 적용하여 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.



〈그림 5〉 파일 크기에 따른 전송 시간 비교 (전송 패킷 크기: 4096바이트)

파일 크기가 커지면 패킷의 개수가 증가(표 3)하고, 패킷 개수가 많아지면 전송 시간은 길어진다(그림 5)는 것을 알 수 있다.

다음 표는 그림 5의 결과를 각 클라이언트의 수신시간(서버→각 클라이언트)과 송신시간(각 클라이언트→서버)을 나누어 계산한 전송 비율이다.

시스템 성능이 좋은 고정 호스트 PC나 이동 호스트 노트북은 파일 크기에 영향을 받지 않는다. 파일 크기에 상관없이 한 개의 패킷 당 송신 및 수신시간은 평균 1.02ms(편차: -0.01 ~ +0.01)로 전송 성능이 일정하다. 즉, 무선망 자체는 멀티미디어 데이터를 전송하는 데 유선망과 비교하여 성능 차이가 거의 없음을 의미한다.

그러나 상대적으로 성능이 낮은 이동 호스트 PDA는 파일 크기에 영향을 받는다. 한 개의 패킷 당 송신시간은 평균 1.12ms(편차: -0.04 ~ +0.05)이

고, 수신시간은 평균 1.83ms(편차 : -0.04 ~ +0.02)로 파일 크기에 따른 전송시간의 편차가 증가하게 된다. 또한 낮은 성능으로 인해 수신시간은 송신 시간보다 약 53%이상 길어지게 된다(표 4).

〈표 4〉 각 클라이언트 당 전송 비율(수신시간÷송신시간)

	PC	노트북	PDA
30초	1.0	1.0	1.53
1분	1.0	1.0	1.63
2분	1.0	1.0	1.66
5분	1.0	0.99	1.70
10분	0.99	1.0	1.70

본 논문에서 측정된 정보들은 차후에 네트워크 모니터링 프로그램을 사용하여 더욱 자세하게 분석해 보고자한다.

6. 결론 및 향후 연구 방향

유무선이 통합된 인프라스트럭처 네트워크에서 무선망이 유선망과 비교하여 음성이나 영상 등 다양한 멀티미디어 데이터를 전송하기에 적합한지 여부를 판단하기 위해 이동 호스트 PDA를 사용하여 다양한 실험을 수행하였다. 또한 음성 데이터를 응용 계층에서 임의의 패킷 크기로 나누어 전송계층 등을 거쳐 패킷을 전송하게 되는데, 이때 임의로 나누는 패킷 크기를 256에서 6656바이트까지 14종류를 지정하여 실험하였다.

결론을 정리하면 다음과 같다. 먼저 이동 호스트 PDA가 무선망에 접속하기 위해 사용하는 IEEE 802.11b 표준 무선 NIC 중 PCMCIA 방식이 CF 방식보다 성능이 일정하고 안정적이다. 유선망뿐만 아니라 무선망에서도 패킷 크기와 상관없이 패킷 손실이 거의 발생하지 않았다. 그러나 전송 패킷 크기가 커질수록 무선망의 네트워크 지연이 유선망보다 최대 20배까지 증가한다.

시스템 성능이 좋은 고정 호스트 PC나 이동 호스트 노트북은 거의 같은 전송 성능을 보이며

로, 무선망 자체는 멀티미디어 데이터를 전송하기에는 유선망과 비교하여 성능 차이가 거의 없다. 그러나 시스템 성능이 낮은 이동 호스트 PDA는 데이터 수신시간이 송신시간보다 53%이상 증가하게 된다. 또한 파일 크기가 클수록 전송 지연이 더 발생하게 된다.

그러므로 PDA를 사용하여 데이터를 전송할 때, 데이터 송신 시 6656바이트, 수신 시 4096바이트로 가변적으로 전송하게 되면 전송 효율을 증가시킬 수 있다. 또한 파일은 작을수록 유리하다.

현재 휴대폰 같은 이동 단말기에서 멀티미디어 데이터를 전송할 때 주로 패킷 크기를 512바이트로 지정하여 전송하고 있는데, 앞으로 IEEE 802.11b보다 고속의 무선 랜 환경인 IEEE 802.11a에서 전송 속도가 4배 이상 향상될 경우 한번에 전송되는 패킷의 크기가 커질 것이므로 본 연구의 결과가 기여할 수 있을 것이다.

향후 연구 방향은 본 논문에서 측정된 부분 중보다 자세한 분석을 네트워크 모니터링 프로그램을 사용하여 자세한 분석을 통해 이론적 근거를 연구해 보고자 한다.

참고 문헌

- [1] Tabbane, S., Handbook of Mobile Radio Networks, Artech House Mobile Communications Library, Norwood, MA, 2000.
- [2] Ergen, M., "IEEE 802.11 Tutorial", <http://citeseer.nj.nec.com/cs>, June 2002.
- [3] IEEE 802.11 Standard, <http://standards.ieee.org/getieee802/802.11.html>, 1999.
- [4] Pentikousis, K., "TCP in Wired-Cum-Wireless Environments", IEEE Communications Surveys, pp. 2~14, Fourth Quarter 2000.
- [5] Postel, J., RFC 793, Transmission Control Protocol-Protocol Specification, September 1981.
- [6] Balakrishnan, H., Seshan, S., Amir, E., and Katz, R. H., "Improving TCP/IP Performance

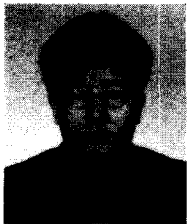
- over Wireless Networks”, In Proc. 1st ACM Int’l Conf. on Mobile Computing and Networking (Mobicom), November 1995.
- [7] Chang, W-C., Lee, Y-H., Ko, C-H., and Chen, C-K, “A Novel Prediction Tool for Indoor Wireless LAN under the Microwave Oven Interference”, the Third Information Survivability Workshop (ISW-2000), October 2000.
- [8] Windows Sockets, MSDN Library, October 2001.
- [9] Multithreading with C++ and MFC, MSDN Library, October 2001.
- [10] Thornley, J., Chandy, K. M. and Ishii, H., “A System for Structured High-Performance Multithreaded Programming in Windows NT”, In Proc. of 2nd USENIX Windows NT Symposium, August 1998.
- [11] Postel, J., RFC 768, User Datagram Protocol, 28 August 1980.

● 저 자 소개 ●



허혜선

1994년 인천대학교 전자계산학과 공학사
1998년 인천대학교 대학원 전자계산학과 공학석사
2000년~현재 : 인천대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정
관심 분야 : 모바일 컴퓨팅, 무선 네트워크
E-mail : mshush@incheon.ac.kr



홍윤식

1983년 한양대학교 전자공학과 공학사
1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
1989년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
1991년 8월~현재 : 인천대학교 컴퓨터공학과 교수
관심 분야 : 모바일 컴퓨팅
E-mail : yshong@incheon.ac.kr



우요섭

1986년 한양대학교 공학사
1988년 한양대학교 공학석사
1992년 한양대학교 공학박사
1992년~현재 : 인천대학교 정보통신공학과 교수
관심 분야 : 한국어 정보처리, 데이터베이스, 인터넷 프로그래밍
E-mail : yswooo@incheon.ac.kr