

인터넷폰을 이용한 무선 Intra-net 구축에 관한 연구

-A Study on the Wireless Intra-net Implementation using an Internet Phone-

박윤종*, 곽승욱*, 이치문*, 강경인**, 김현주***, 이광배*, 김현욱*
Yoonjong-Park*, Seunguk-Kwak*, Chimoon-Lee*, Kyeongin-Kang**,
Hyeunjoo-Kim***, Kwangbae-Lee*, Hyenug-Kim*

요 약

인터넷폰을 기반으로 한 무선상에서 데이터의 높은 신뢰성과 망 구축을 구현하고자 한다. 음성신호에 대한 음성질을 평가하여 보다 나은 전송률과 신뢰성을 검증하도록 하였다. 그리고 현 실생활에 적용될 수 있는 생산성을 평가하고 검증하는데 중점들 두도록 하였다. 이에 본 연구에서는 최근에 급부상하고 있는 정보통신 분야의 핵심이 될 수 있는 유·무선 네트워크 데이터 전송은 최적의 신뢰성과 유용성을 보장하는 망 구축을 목표로 하고 있다.

I. 서 론

인터넷은 현재 연 300% 이상의 고속 성장을 하고 있으며, 인터넷 사용자 수가 조만간 전화 가입자 보다 많을 것이라는 예측도 나오고 있다. 이와 같은 급성장 속에서 인터넷의 이니셔티브가 학계에서 점차 산업체로 이동하고 있다. 특히, 기존의 TCP/IP 응용 서비스 차원에서 보다 일반 대중에게 다가갈 수 있는 부가 서비스가 폭발적으로 확산되고 있는 실정이다. 일반 대중이 인터넷에 접속하는 방법은 모뎀을 통한 전화망 또는 전용망에 접속하는 방법이다. 이에 따라 전화를 이용한 웹 서비스 뿐만 아니라 전화를 인터넷상에서 이용하는 기술이 개발되었으며 이를 인터넷 전화(Internet Telephony) 또는 VON(Voice on the Net)이라 한다.

음성만을 전송하는 인터넷 전화는 부가적으로 다른 서비스를 쉽게 추가할 수 있기 때문에 기존의 인터넷상의 Mbone(Multicast Backbone) 형태의 영상 회의 도구를 이용하지 않고 1:1 영상 전화(video phone), 인터넷 팩스, 영상 회의 도구, 음성 메일(voice mail), 채팅 서비스를 점차 추가하고 있는 실정이다. 이에 따라 인터넷 전화 기술은 인터넷의 음성과 영상을 이용하는 모든 응용에 적용될 것이다.

*명지대학교 전자공학과 · **여주대학 전자정보통신학과 · ***명지대학 전자계산학과

현재 인터넷 전화는 두가지 문제를 내포하고 있다. 첫째는 기술적인 문제이다. 기존 전화기에 비해서 상대적으로 음질, 사용상의 편의성 및 소프트웨어 간의 호환성 문제 등이 단점으로 지적되고 있다. 음질은 CD 수준을 지원할 필요가 있고, 일반 전화를 사용하듯 컴퓨터상에서 사용할 수 있어야 한다. 또한 인터넷 전화간 상호 호환성이 없기 때문에 동일 제품을 이용해야 한다. 그러나 인텔, 마이크로소프트, 시스코는 인터넷 멀티미디어 정보 전송 표준으로 IP 멀티캐스팅과 H.263을 지원하기로 결정했으며, 대다수 인터넷 전화 업체간 모임인 VON Coalition은 ITU-T의 국제 표준인 H.323을 인터넷 전화 표준으로 정하였다.

두 번째 문제는 법적 문제이다. 인터넷 전화는 기존의 장거리 통신 사업자(Long Distance Carrier)의 영역이었으며 초기 PC-to-PC 방식의 인터넷 전화가 아닌 PC-to-Phone, Phone-to-Phone 방식에서는 기존 전화망을 이용하기 때문에 강력한 반발에 부딪치고 있다. [1]-[2]

본 연구에서는 PC-to-PC 방식의 인터넷폰을 기반으로 한 Speak Freely의 응용 소프트웨어를 이용한 유·무선상에서 데이터의 높은 신뢰성과 전송률을 구현하기 위하여 무선 LAN망을 이용한 인터넷 상에 음성 음질에 대한 연구를 하였다. 음성신호에 대한 음성질을 평가하여 보다 나은 전송률과 신뢰성을 검증하도록 하였다. 그리고 현 실생활에 적용될 수 있는 생산성을 평가하고 검증하는데 중점들 두도록 하였다. 그림 1은 인터넷폰의 동작도를 나타내고 있다.

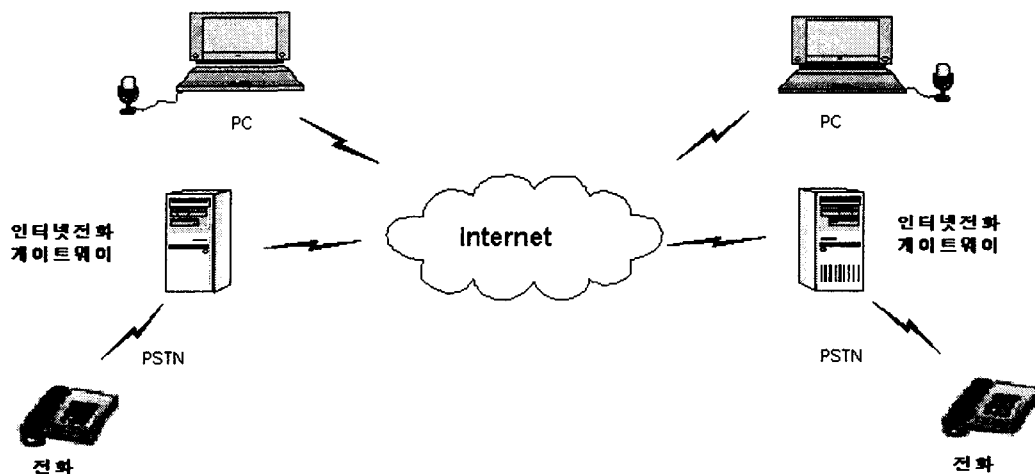


그림. 1 인터넷폰의 동작도

II. 인터넷상의 실시간 음성데이터 전송

1. 실시간 데이터 전송

인터넷상에서 실시간 음성통신인 오디오방송 서비스를 구현하기 위해서는 실시간 데이터 전송기술이 요구되며 이를 위해 세가지 방법이 이용될 수 있다. 첫째는

송신측에서 이미 생성된 실시간 데이터를 수신측에서 전부 수신받은 후에 재생하는 방법(A방법)이고 둘째는 송신측에서 이미 생성된 실시간 데이터를 수신측에서 수신 받는 동시에 재생하는 방법(B방법)이고 셋째는 송신측에서 연속적으로 생성되고 있는 실시간 데이터를 수신측에서 수신 받는 동시에 재생하는 방법(C방법)이다.

이상과 같은 세가지 방법 중에서 A 방법은 현재 웹에서 사용되는 일반적인 경우로써 데이터를 전부 수신 받은 후에 재생하기 때문에, 음성재생시에 끊김현상은 발생하지 않는다. 그러나, 이 방법은 데이터를 모두 전송 받은 후에야 재생이 가능하기 때문에 많은 양의 데이터를 전송할 때에는 시간이 오래 걸리고, 이미 생성된 데이터를 전송 받기 때문에 송신측과 수신측의 시간적 동기가 이루어지지 않는다. B 방법은 이미 만들어진 데이터를 수신과 동시에 재생하므로, 송신측의 많은 양의 데이터도 실시간으로 재생시킬 수 있다. 그러나, 실시간 데이터를 전송하기 위하여 필요한 최소 대역폭이 확보되지 않으면 패킷손실이 발생하기 때문에 재생시에 끊김현상을 유발할 수 있다. 따라서, 이에 적합한 전송 프로토콜이나 전송 매커니즘이 필요하며 AOD(Audio on Demand)나 녹음방송 시스템등에 이용할 수 있다. 한편, C 방법은 B 방법과 유사한 특징을 갖고 있으나 송신측에서 실시간으로 생성되는 데이터를 동일한 시간에 수신측에서 재생시킬 수 있는 방법이기 때문에 생방송 시스템이나 양방향 송수신이 이루어지는 전화 및 회의시스템에 주로 사용된다.[11]-[12]

2. 인터넷상에서의 종단간 패킷 전송 특성

그림. 2는 패킷 전송시 발생하는 특성으로 종단간 지연, 지터, 패킷 손실, 비순차 패킷 등을 나타낸다.

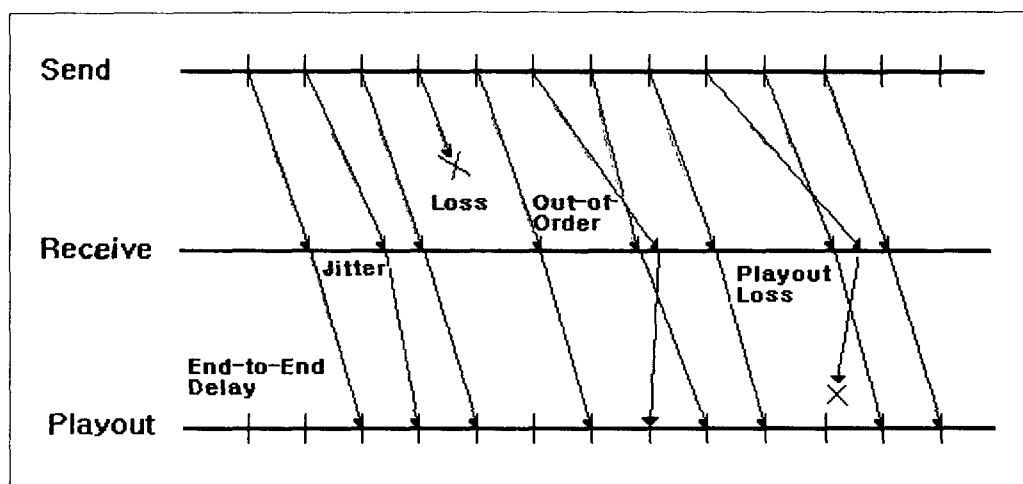


그림. 2 인터넷상의 패킷 손실 특성

참고: 그림. 2에서 send는 주기적으로 전송하고 있다. 일반적으로 오디오 패킷인 경우는 동일한 패킷 크기로 주기적인 전송을 행하고 비디오 패킷인 경우는 패킷 크기와 전송 주기가 매번 변한다.

1) 종단간 지연(End-to-End Delay or Packet delay)

송신측에서 전송한 패킷이 수신측에 도착하기까지 걸리는 시간을 말한다. 인터넷상에서는 경유하는 컴퓨터나 라우터가 많기 때문에 종단간 지연은 비교적 크다. 일반적으로 인터넷상의 종단간 지연은 10ms에서 500ms 정도이며, 순간적으로 매우 큰 지연(spike)이 간혹 발생하기도 한다. 또한, 패킷이 전송되어 되돌아오는 시간을 RTT(Round Trip Time)이라고 한다.[3]

2) 지터(Jitter)

전송측에서 주기적으로 패킷을 전송하였다 하더라도, 패킷이 네트워크를 경유하면서 수신측에 도달하는 시간은 매번 다르게 나타난다. 이러한 각 패킷 지연의 변화량을 지터라고 한다.

만일, 전송측에서 i, j, ... 순으로 패킷을 전송하고, 이때의 시간을 Si, Sj, ...라고 하고, 이 패킷을 수신받은 시간이 Ri, Rj, ..라고 한다면, 패킷 i와 다음 패킷인 j의 지터 D는 다음과 같이 구할 수 있다. [4]

$$D(i,j) = (R_j - S_j) - (R_i - S_i) = (R_j - R_i) - (S_j - S_i)$$

3) 패킷 손실(Loss)

패킷 손실은 송신된 패킷을 수신측에서 수신받지 못하는 현상을 말한다. 당연한 이야기지만, 네트워크 트래픽이 높을 수록 손실률이 높다. 또한, 패킷은 단순히 랜덤한 분포가 아니고 트래픽이 심할수록 연속적으로 패킷을 손실할 확률도 높다.[5]

4) 비순차 패킷(out-of-order packet)

수신된 패킷이 전송된 순서와 동일하지 않고, 뒤바뀌는 현상을 말한다.

5) 재생 손실(Playout loss)

재생손실은 패킷 지연이 매우 큰 경우에 발생하며 패킷은 수신되었지만 재생되어야 할 시간이 지나 손실로 취급된다.

이와 같은 특성들은 지연 특성과 손실 특성으로 생각할 수 있다. 지연 특성들은 수신측에서 버퍼링을 행하고, 재생 시간을 지연시킴으로써 해결하며, 손실 패킷은 여러가지 복구 알고리즘을 이용하여 처리한다.

따라서, 인터넷상에서의 패킷 전송, 특히 실시간을 요구하는 패킷 전송에서는 버퍼의 관리 기법과 버퍼 크기의 결정, 재생 시간의 결정, 손실 패킷 복구 기법이 중요한 관건

이라 할 수 있다.

3. RTP

RTP는 멀티캐스트 또는 유니캐스트 상에서 음성, 영상, 또는 모의 데이터와 같은 실시간 데이터를 전송하는 응용에 적합한 단대단 전송기능을 제공한다. 여기서 전송기능의 의미는 데이터 송신을 다루는 TCP, UDP와 동일 계층이 아니라 응용 데이터 송신의 의미이다. 인터넷에서 RTP를 제정한 이유는 모든 멀티미디어 응용이 멀티미디어 데이터인 오디오, 비디오 정보를 전송할 때 각기 다른 형태로 패킷화할 필요없이 공통적인 패킷 형태를 제정하여 이를 이용하려는데 있다. 따라서 멀티미디어 통신의 중요한 사항인 동기화, QoS 제어등과 관련한 행위는 멀티미디어 응용이 처리한다.[6]- [7]

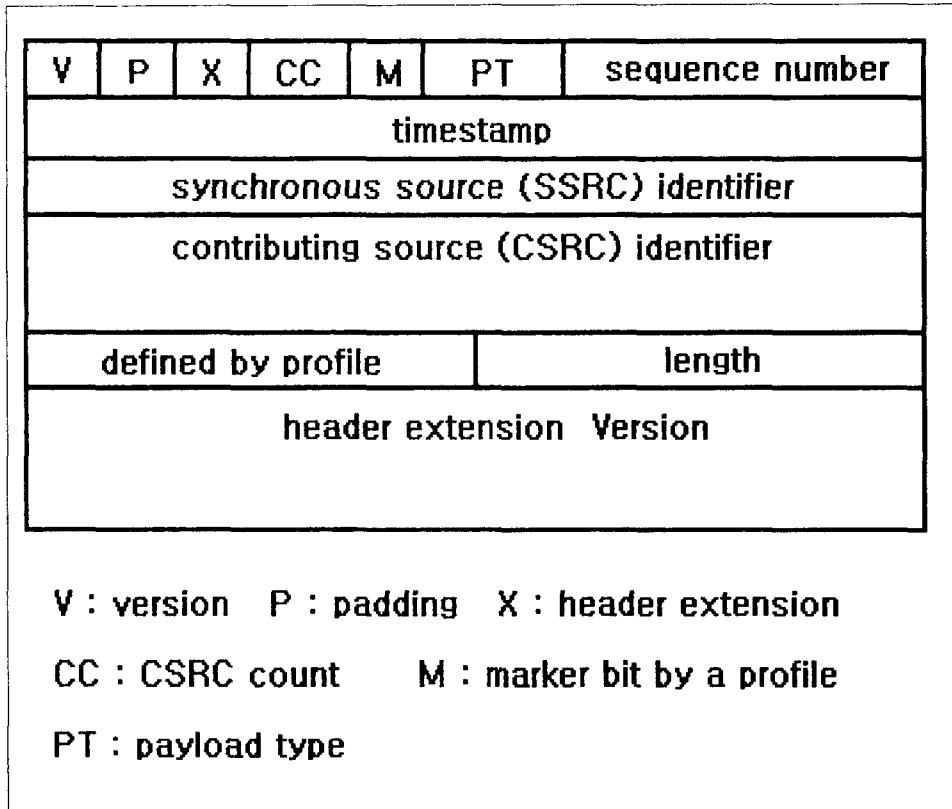


그림. 3 RTP 패킷 구조

그림. 3은 RTP 패킷 구조이다. 헤더는 고정 크기를 가지며 멀티미디어 정보에 따라서 헤더 뒤에 특정 정보 및 데이터가 붙게된다. “V”는 버전 필드이며 최근 버전은 2 이다. “P”는 32 비트단위로 패킷을 구성하기 위해서 사용한다. P 값이 셋팅되면 payload 부분이 아닌 패딩 옥텟들이 패킷의 끝에 포함됨을 의미한다. “X” 비트가 셋팅되면 그

림. 3에서 처럼 정확하게 한개의 확장 헤더가 고정 헤더 다음에 온다는 것을 가리킨다. "CC"는 고정 헤더에서 CSRC identifier의 갯수를 가리킨다. "CSRC"는 RTP mixer가 combined stream으로 만드는데 기여한 RTP 패킷 스트림의 소스이다. 즉, RTP 패킷들은 망을 통해서 전달되면서 중간 시스템에서는 여러 소스로 부터 온 RTP 패킷들을 받고 이들을 적절히 조합시켜서 새로운 형태의 RTP 패킷을 만들고 이를 다음 시스템으로 전달하는데 이러한 기능을 수행하는 중간 시스템을 RTP mixer라 한다. "M"은 멀티미디어 정보에 대한 프레임 영역을 나타낸다. 즉, 패킷안에서 음성과 영상 정보등을 구별하는데 사용한다. "PT" 필드는 RFC 1190에서 정의된 프로파일의 RTP payload 양식을 지칭하고 응용에 의해서 해석된다. 프로파일은 payload type code를 payload format으로 지정되고 고정된 대응시킨 것이다. 즉, PT가 0이면 인코딩 방식은 PCMU이고 오디오 정보이고 8000 Hz clock rate를 갖고 오디오 채널 1개를 갖는 것을 가리킨다. 현재 33개의 payload type이 정의되어 있다. sequence number는 RTP 패킷이 송신될 때마다 1씩 증가한다. 수신측은 이 필드를 이용하여 패킷 분실을 감지하고 패킷 순서를 재저장한다. "timestamp" 필드는 RTP 패킷의 첫번째 옥텟이 샘플링된 시점을 나타낸다. 그 샘플링 시점은 일정하게 증가하는 클럭으로 부터 생성된다. 이것은 실시간 데이터의 동기화와 지터 계산에 이용된다. "SSRC" 필드는 카메라 또는 마이크 등의 데이터 원천지의 식별자를 가리킨다. "CSRC" 필드는 RTP 패킷이 중간 시스템에서 혼합될 경우에 그 소스들을 구별할 수 있는 식별자들을 가리킨다. 그러나 다중화(multiplexing)와 체크섬은 UDP (User Datagram Protocol)를 이용한다. 또한 여러 목적지로의 데이터 전송은 하위 계층에서 제공해야 한다.[8]-[10]

III. 무선 LAN 망에서의 성능 평가를 위한 방법 연구

무선 LAN 시스템 상에서 멀티미디어 전송과 관련된 성능을 정량적으로 평가하기 위한 시험 방법이 연구 되었다.

이 실험 방법에서는 Speakfreely 응용 소프트웨어가 무선 데이터 전송 및 성능 평가를 위해 사용되었다. 이 실험에서는 먼저 마이크를 통해 입력된 음성 데이터가 송신측 휴대용 PC내의 마이크로소프트사의 녹음기 응용 소프트웨어를 사용하여 .WAV file로 저장된다. 다음에, 송신측 휴대용 PC내의 Speakfreely 응용 소프트웨어는 그 .WAV file을 수신측 휴대용 PC로 무선으로 전송한다. 수신측 휴대용 PC내의 Speakfreely 소프트웨어는 그 .WAV file을 받아 실시간으로 스피커를 통해 그 음성을 들려준다. 그 스피커를 통한 음성 데이터는 다른 PC(PC-a로 칭함)내의 녹음기 소프트웨어를 사용하여 .WAV file로 저장된다. 최종적으로 송신측 휴대용 PC내에 저장되어있는 .WAV file과 PC-a에 저장된 .WAV file를 가지고 기존의 디지털신호 분석 기법을 사용하여 무선 데이터 전송에 대한 성능을 평가한다. 이 실험 방법에 대한 Testbed 구성도는 그림. 4 에 도시하였다.

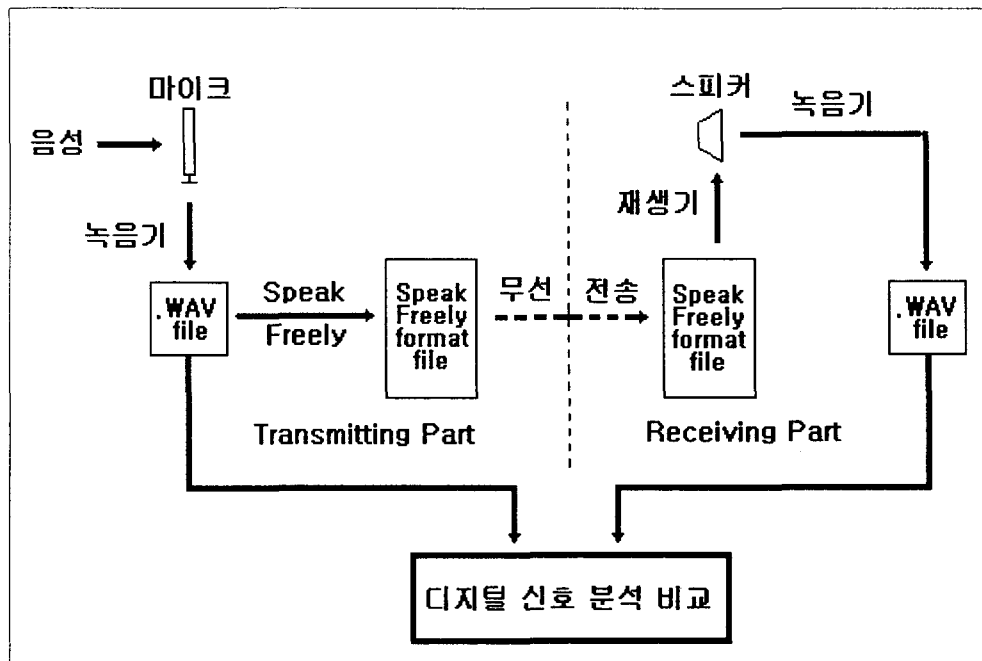


그림. 4 디지털 신호 분석 기법을 이용한 실험 Testbed 구성도

이 실험에서는 성능 평가를 위해 4 종류의 실험이 수행되었다. 즉 한 유선 (그리고 무선) LAN 망 내의 두 PC간의 직접 데이터 전송, 서로 다른 유선(그리고 무선) LAN 망에 있는 두 PC간의 데이터 전송, 그리고 유선 LAN 망내의 PC와 무선 LAN 망 내의 PC간에 데이터 전송 실험이 실행되었다. 처음에 음성을 입력 데이터로 사용하여 실험 측정된 후 auto-correlation을 사용하여 분석한 결과 음성 데이터의 복잡성과 데이터 전송 시 삽입된 에러로 인해서 정확한 분석이 어려웠다. 그래서 무선 전송 시스템 특성을 파악하기 위해서 정현파(sine wave)를 입력 실험 데이터로 사용하였다. 분석 결과 이 실험 방법에 여러 문제점이 있음이 발견되었다. 첫째로 수동녹음 초기 단계에 삽입되는 잡음으로 인해서 두 비교 데이터간에 정확한 동기를 발견하기 어려웠다. 둘째로 비교 데이터 중 하나인 전송부의 .WAV file은 디지털 데이터인데 무선 전송 후 수신부에서 스피커를 거치는 동안 아날로그 데이터로 바뀌고 그 후 녹음되는 과정에서 디지털 .WAV file로 변환된다. 이 과정에서 sound card 자체가 유발시키는 에러와 sampling rate 변화로 인한 에러가 수신부의 .WAV file에 삽입되었다. 셋째로 network layer 상과 application layer 상의 전송 지연 시간 및 jitter를 구분하여 계산할 수 없으므로 정확한 성능 평가 결과를 얻기 어려웠다.

IV. 무선 LAN망을 이용한 인터넷 상에 음성 음질에 대한 연구

멀티미디어 데이터 종류는 data, 음성, 영상으로 나뉘며, 주관적 실험 결과 data와 정지

영상은 유선망과 무선망에서 모두 그 데이터 전송이 순조롭게 이루어짐이 ftp, e-mail, telnet, netscape 등과 같은 소프트웨어를 구동시켜봄으로써 확인 되었다. 한편 실시간 음성 및 동영상 전송은 사용 PC하드웨어 성능, 실험 응용 소프트웨어, 네트워크상에서 traffic congestion, receiver에 의해 감지되는 신호 전력크기 (무선의 경우) 등에 의해서 그 성능이 좌우됨을 RealAudio, CUSeeMe, Speakfreely등과 같은 소프트웨어를 통해서 확인하였다.

특히 실시간 동영상 전송의 경우 방대한 크기의 영상 정보 전송과 실시간 동기화 문제로 인해서 유선망과 무선망 모두 사용 PC 하드웨어 성능과 네트워크상에서 traffic congestion에 의해 그 성능이 크게 좌우되었으며, 실험중에 영상 play의 끊김 현상을 자주 경험하였다.

반면에 실시간 음성 전송은 현재 상용화되어 일부에서 인터넷 전화로서 사용 중이고 무선망상에서의 실험을 통해서 그 유용성과 가능성이 확인되었다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 무선 LAN 시스템 상에서의 멀티미디어 전송에 대한 성능 평가는 실시간 음

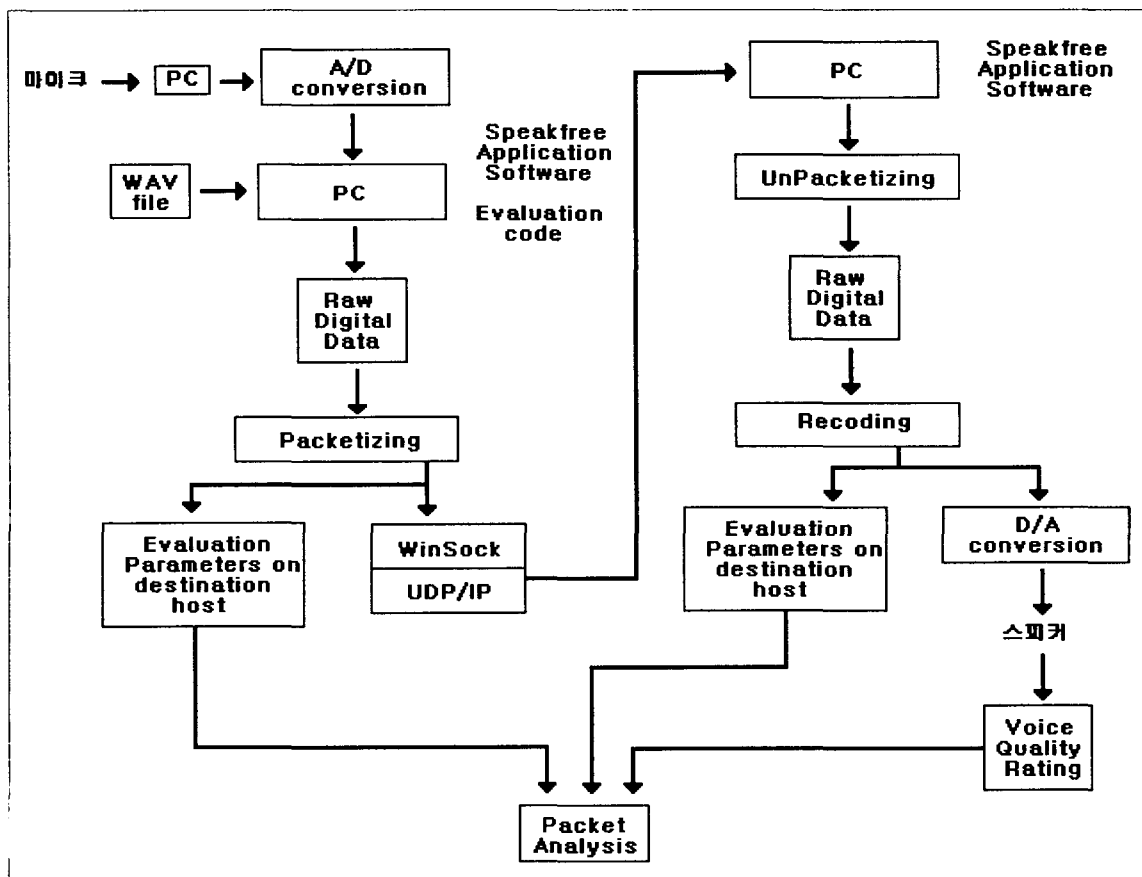


그림. 5 패킷 분석도

성 전송 분야에 집중하기로 결정되었다. 그림. 5는 패킷 분석도이다

무선 LAN 시스템 상에서 실시간 음성 전송의 성능 평가를 위한 응용 소프트웨어로서 Speakfreely가 선택되었다. 그 이유는 첫째 인터넷상에서의 음성 통화(즉 Voice over IP)에 대한 관심이 대중화되고 있는 중이고 Speakfreely는 유선망과 무선망상에서 인터넷 전화를 지원하는 소프트웨어이기 때문이다. 둘째 무선 LAN 망 시스템 상에서의 데이터 전송에 대한 정확한 성능 평가를 위해서 사용되는 응용 소프트웨어에 성능 평가 코드를 직접 삽입하는 것이 필요한데, Speakfreely는 그 소스코드가 공개된 프로그램이기 때문이다. 셋째 휴대용 PC상에서 구동되기 위해서는 WINDOWS용이 바람직한데, Speakfreely는 WINDOWS용과 UNIX용 version을 모두 지원하기 때문이다. Speakfreely 소프트웨어는 다음과 같은 기능을 내포하고 있다.

- 실시간 음성 통화
- 보안
- near Video Conferencing
- 3 종류의 오디오 프로토콜 지원

Speakfreely는 실시간 음성 통화를 실행하기 위해서 PCM, Simple, ADPCM, GSM, LPC 및 LPC-10 과 같은 음성 코딩기법을 사용한다. PCM coding은 일반전화시스템에서 많이 사용되는 기법으로 음성 analog 신호를 음성 digital 신호로 단순하게 변환시키기 위해 사용된다. 현재 컴퓨터 내에 대부분의 녹음기 소프트웨어에서 기본 음성 coding 기법으로 사용되고 있다. Simple coding 은 압축율을 2 배로 하기 위해서 2 sample 중 1 sample만 번갈아 연속적으로 취한다. ADPCM coding은 이전 sample 신호와의 차이만을 adaptive하게 적용시켜 코드화하는 기법으로 2 배의 압축율을 지원한다. GSM coding은 유럽연합에서 GSM(Global System for Mobile) 프로젝트의 일환으로 개발되었으며 대략 5 배의 압축율을 지원하고 비교적 좋은 통화 음질을 제공한다. LPC coding은 Linear Prediction 개념을 바탕으로 개발된 음성 코딩기법으로 대략 12 배의 압축율을 지원하나 주위 환경에 의해 너무 민감하게 영향을 받으므로 대부분의 실시간 음성 통화시 저질의 음성을 제공한다. LPC-10 coding은 LPC coding의 단점을 보완하고 보다 높은 압축율을 제공하기 위해서 미국방성 지원 하에 개발된 코딩기법으로 대략 20 배의 압축율을 제공하고 통화 시 군용 위키토키 무전기와 유사한 음질을 제공한다.

Speakfreely는 음성 통화 시 보안 기능을 option으로 지원하는데, DES(Data Encryption Standard), IDEA(International Data Encryption Algorithm), Key file 및 PGP(Pretty Good Privacy) key exchange 등과 같은 암호화 기법을 사용하고 있다.

Video Conferencing 기능을 지원하기 위해서 Speakfreely는 여러 site로의 broadcasting 및 multicasting 기능을 제공하고 있다. 그러나 Video Conferencing을 지원하는 대부분의 응용소프트웨어가 움직임이 적은 간단한 동영상을 제공하는데 반해 Speakfreely는 bitmap 또는 GIF file format의 정지 영상만을 제공한다.

Speakfreely는 3 종류의 프로토콜, 즉 Speak Free 프로토콜, RTP(Real Time Protocol) 프로토콜, VAT(Visual Audio Tool)프로토콜을 지원한다. Speak Free 프로토콜은

Speakfreely 소프트웨어 개발 시에 자체적으로 구현된 프로토콜로서 실시간 음성 통화 시 음질을 개선시키기 위해 수신된 음성 데이터에 대한 play 지연 및 입력 packet 의 인위적인 dropout을 수행한다. RTP 프로토콜은 인터넷상에서의 실시간 음성 및 영상 전송을 지원하는 프로토콜로서 1995년 11월에 인터넷 표준으로 지정되었다. 현재 대부분의 상용 인터넷 전화 소프트웨어의 기본 transport 프로토콜로서 사용되고 있다. RTP 프로토콜이 구현된 응용 소프트웨어의 예로는 Speakfreely, Vocaltec사의 Internet Phone, RealAudio, Xing, VDO, CuSeeMe 등을 들 수 있다. 한편 VAT 프로토콜은 Lawrence Berkeley 연구소에서 개발된 후 conferencing 소프트웨어에 구현되어 UNIX상에서 널리 상용되었으나 그 기능이 RTP 프로토콜과 유사하며 현재 RTP 프로토콜에 의해 대체되었다.

Speakfreely 소프트웨어에 성능 평가 코드를 삽입하기 위해서 그 소스 코드를 분석하는 과정에서 발견된 Speak Free 프로토콜에 대한 특성은 다음과 같다.

- packet-by-packet 전송을 수행한다.
- out-of-sequence packet을 점검할 수 있는 기능이 없다.
- 전송 지연 시간 및 jitter를 계산할 수 있는 수단을 제공하지 않는다.
- 음성 packet 전송이 packet 수신보다 우선권을 갖는다.
- conferencing 그룹 참여자들로부터 수신되는 다중 packet들은 혼합되어 play된다.

위의 분석으로부터 Speak Free 프로토콜에 현재 수행 중인 연구에 부적합하다는 결론에 도달했다. 그러므로 현재 RTP 프로토콜에 대한 분석을 수행 중이며 공식 문서를 통해서 조사된 RTP 특성은 다음과 같다.

- RTP는 데이터 부분과 RTCP로 불리는 제어부분으로 나뉘어진다.
- 응용 소프트웨어에서 RTP는 전형적으로 UDP transport 프로토콜의 상위 계층에서 구동 된다.
- RTP는 실제로 application layer에서 대개 구현된다.
- RTP는 하위 transport 프로토콜로부터 독립되어 있다.
- RTP는 unicast와 multicast를 모두 지원한다.
- RTP header는 timestamping field와 sequence number field를 포함한다.
- RTCP는 인터넷상에 많은 참여자들 간에 실시간 conferencing을 지원한다.
- RTCP는 audio 및 video stream을 동기화시키는데 필요하다.
- 제어 packet 은 session 내에 모든 참여자들에게 주기적으로 전송된다.

위에 언급된 RTP 특성 중 timestamping 서비스는 데이터 playback 시 원래 timing의 재구성을 가능하도록 해주며 network delay를 포함한 jitter 계산도 가능하게 한다. 또한 sequence number 서비스는 out-of-sequence packet에 대한 처리와 손실된 packet에 대한 감지를 수행할 수 있도록 도와준다. RTP 프로토콜은 본 연구의 성능 평가에 필요한 정보를 제공함으로써 이를 바탕으로 하는 성능 평가 코드를 Speakfreely 소프트웨어 내에 추가하는 것이 정확한 성능 평가 결과를 얻을 수 있는 최적의 수단이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 Speak Freely를 기반으로한 무선상에서 데이터의 높은 신뢰성과 실시간 전송패킷의 전송률을 측정하기 위해 무선 LAN망을 이용한 인터넷 상에 음성 음질에 관한 연구를 제시하였다. Speak Freely 응용소프트웨어를 무선데이터 전송 및 성능평가를 위해 사용하였으나 분석결과 여러 문제점이 있음이 발견 되었다.

첫째로 수동녹음 초기 단계에 삽입되는 잡음으로 인해서 두 비교 데이터간에 정확한 동기기를 발견하기 어려웠다. 둘째로 비교 데이터 중 하나인 전송부의 .WAV file은 디지털 데이터인데 무선 전송 후 수신부에서 스피커를 거치는 동안 아날로그 데이터로 바뀌고 그 후 녹음되는 과정에서 디지털 .WAV file로 변환된다. 이 과정에서 sound card 자체가 유발시키는 에러와 sampling rate 변화로 인한 에러가 수신부의 .WAV file에 삽입되었다. 셋째로 network layer 상과 application layer 상의 전송 지연 시간 및 jitter를 구분하여 계산할 수 없으므로 정확한 성능 평가 결과를 얻기 어려웠다.

최종적으로 얻은 결론은 실험에 사용되는 Speak Freely 응용소프트웨어에 성능 평가 코드를 직접 삽입하는 것이었다. 이 방법은 network layer 상과 application layer 상의 전송 지연 시간 및 jitter를 정확히 구분하여 구할 수 있을 뿐만 아니라 전송시의 packet 손실도 정확히 감지할 수 있어 정확한 성능평가 수단으로 사용될 수 있다.

단지 단점은 application layer에 성능 평가코드가 추가로 삽입되므로 해당 layer 상에서의 전송 지연시간을 추가시키고 실시간 음성 또는 영상 전송의 경우 그것이 문제를 일으킬 수도 있다.

그러나 이러한 구현을 통해 인터넷 상에서 음성신호 패킷 전송을 주어진 환경에 따라 에러율과 음질을 평가함으로써 유효성 및 신뢰성을 검증할 수 있을것으로 기대한다.

VI. 참고문헌

- [1] 박준석, 고대식. " 저비트율 보코더를 이용한 손실 패킷복구", 대한전자공학회 추계논문발표회, 97.11
- [2] 최선완 외, " 인터넷 전화/TV표준연구 ", 한국전산원 수탁과제보고서
- [3] 최용훈, 박준석, 고대식. " 인터넷 전화구현에 있어서 패킷크기의 영향분석 " 한국통신학회 추계논문발표, 97.11
- [4] " VoFR and VoIP " , 대한전자공학회텔레콤 1998. 6.
- [5] J. Pulver, Internet Telephone Toolkit, Wiley, 1996.
- [6] C. Kirk, Internet Phone Connection, Osborne, 1997.
- [7] J. Ahonen and A. Laine, " Realtime Speech and Voice Transmission on the Internet "
- [8] H. Sinnreich and Jeff Young, "Standards Framework for Internet Telephony," <http://www.bell-labs.com/mailinbg-lists/pint/ipstn3.html>

- [9] Internet Phone <http://www.vocaltec.com>
- [10] Simple Computer Telephony Protocol, <http://www.phonezone.inter.net/stp.htm>
- [11] P. Davidson, B. McConnel, E. Lung, and S. Gelbach, "Simple Computer Telephony Protocol (SCTP) version 0.11 " rev., Sep. 1997.
- [12] " 인터넷상의 실시간 오디오 방송 서비스 구현 " , 한국 통신학회 논문지 1998. 5