

임베디드 리눅스 기반의 개인 오디오 레코더 서비스 구현

김도형[†] · 이경희^{**} · 이철훈^{***}

요약

본 논문에서는 음성통화를 위해 CDMA 네트워크와 데이터 통신을 위해 와이브로 네트워크를 동시에 사용하는 임베디드 리눅스 기반의 듀얼모드 응용 서비스인 개인 오디오 레코더의 구현에 대해서 기술한다. 개인 오디오 레코더는 듀얼모드 지원 단말에 탑재된 클라이언트에서 음성 녹음을 시작하면, 송신자와 수신자의 CDMA 음성 데이터가 와이브로 네트워크를 통해 인터넷 상의 저장 서버로 전달된다. 개인 오디오 레코더 서버는 통화 번호 및 통화 시간을 기준으로 음성 데이터를 서버에 저장하게 된다. 구현된 개인 오디오 레코더는 단말의 저장공간이 부족한 환경에서도 음성 통화 내용을 저장할 수 있도록 한다. 그리고, 개인 오디오 레코더는 서버에 저장된 통화 목록을 검색하여, 특정 통화 내용을 재생할 수 있다.

키워드 : 리눅스, 듀얼모드 단말, 와이브로, 개인 오디오 레코더

The Implementation of Personal Audio Recorder Service based on Embedded Linux

Do-Hyung Kim[†] · Kyung Hee Lee^{**} · Cheol-Hoon Lee^{***}

ABSTRACT

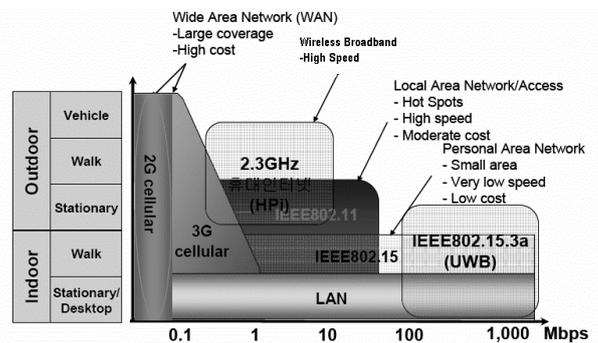
This paper describes the implementations of the application service based on embedded Linux: Personal Audio Recorder (PAR) which uses WiBro network for data communications and CDMA network for voice communications. At PAR, when PAR client starts voice recording on a dual-mode terminal, the CDMA voice data of caller and callee is transmitted to storage server located in the Internet through WiBro network. Then, PAR server stores voice data on storage server according to the call number and call time. In case of shortage of storage space on terminal, PAR makes user to store voice data. And, PAR can search a catalog of stored data on server and play the specific content.

Key Words : Linux, Dual-Mode Terminal, CDMA, WiBro, PAR

1. 서론

최근 국내에서는 기존의 CDMA, 무선랜(WLAN) 이외에 새로운 무선 데이터 서비스인 WiBro(Wireless Broadband)가 상용 서비스 되고 있다. 와이브로(WiBro)는 (그림 1)과 같이 셀룰러(Cellular)와 무선랜(WLAN)의 중간 영역에 존재하는 무선 서비스이다[1-4].

일반적으로 무선랜은 최대 54Mbps의 고속 전송 속도를 제공하지만, 전송거리가 짧고 무선랜 서비스 지역간 이동시 데이터 접속이 끊어지는 이동성의 제약이 있다. 셀룰러는 넓은 서비스 지역과 이동성을 지원하지만, 전송 속도가 낮고 데이터 서비스 요금이 비싸다는 단점이 존재한다. 하지만, 와이브로는 이동 중에도 고속의 데이터 패킷을 저렴



(그림 1) 무선 네트워크 서비스 영역 비교

한 비용으로 송수신할 수 있다. <표 1>는 무선랜, CDMA, 와이브로 서비스들의 특징을 비교한 것이다.

<표 1>에서 보듯이 와이브로는 셀룰러와 같은 비교적 넓은 서비스 영역과 무선랜과 같은 고속의 데이터 서비스를

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원
^{**} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 선임연구원(팀장)
^{***} 정 회 원 : 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 2007년 7월 4일, 심사완료 : 2008년 2월 12일

〈표 1〉 무선랜, CDMA, 와이브로 서비스 특징

| 구분 | 무선랜 | CDMA 1xEv-Do | 와이브로 |
|------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| 전송속도 | 11~54Mbps | 2Mbps | 1~3 Mbps |
| 요금 | 저가 | 고가 | 저가 |
| 이동성 | 정지/준정지 | 고속이동 | 중저속 (~120km) |
| 장점 | 높은 전송속도 | 넓은 서비스 영역 및 이동성 제공 | 저렴한 이용요금 및 비교적 넓은 서비스 영역 |
| 단점 | 좁은 서비스 영역 및 이동성 제약 | 높은 이용요금 및 낮은 전송속도 | 중 저속의 이동성 |

〈표 2〉 듀얼모드 지원 단말 현황

| 제품명 | 운영체제 | 통신 인터페이스 | |
|-------------|--------------------------|--------------------|-------------------|
| | | WiBro | CDMA2000 1x EV-DO |
| SPH P9000 | Windows XP Home Edition | WiBro | CDMA2000 1x EV-DO |
| SPH M8100 | Windows Mobile 2005 | WiBro | CDMA2000 1x EV-DO |
| POZ X301 | Microsoft Pocket PC 2003 | CDMA 2000 1x/EV-DO | IEEE 802.11B |
| iPAQ rw6100 | MS Window Mobile 2003 | CDMA 2000 1x/EV-DO | IEEE 802.11B |
| SPH-M4300 | Windows Mobile 2003 | CDMA 2000 1x/EV-DO | IEEE 802.11B |

받을 수 있는 특징이 있다. 이러한 와이브로의 등장으로 무선인터넷 서비스 시장이 활성화될 것으로 예상되지만, 서비스 망이 다양해짐에 따라 사용자가 무선랜, CDMA, 와이브로를 이용하기 위해서는 각기 다른 별도의 통신 인터페이스를 가진 단말을 구입해야 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 국내외 단말 제조사들은 두 개 이상의 통신 인터페이스를 가진 듀얼모드 지원 단말들을 출시하고 있다. 〈표 2〉는 국내에서 출시된 듀얼모드 지원 단말을 보여준다.

듀얼모드 지원 단말의 출현과 함께 국내외에서는 두 개 이상의 서로 다른 무선 네트워크를 이용하여 단말 서비스를 향상시키기 위한 연구들이 진행되고 있다. 예를 들어, 사용자가 하나의 무선 네트워크 서비스 망에서 데이터 서비스 중, 다른 무선 서비스 망으로 이동 시에도 끊김없는 데이터 서비스를 제공할 수 있는 이중망간 서비스 연동 지원 기술 등이 연구되고 있다[7].

듀얼모드 지원 단말은 단말 응용 서비스 측면에서도 다양한 장점들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 응용 서비스의 특징에 따라 CDMA 통신 기능을 이용하여 음성 통화를 하거나, 혹은 와이브로 통신 기능을 이용하여 저렴하게 데이터 서비스를 받을 수도 있을 것이다. 현재 휴대 단말에 탑재된 응용 서비스들은 대부분 하나의 통신 기능만을 사용하고 있고, 두 개의 통신 기능을 동시에 사용하는 응용 서비스에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 하지만, 듀얼모드 지원 단말의 특성을 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 두 개의 통신 인터페이스를 동시에 사용할 수 있는 응용 서비스에 대

〈표 3〉 통화 내용 저장 기능 지원 단말 현황

| 제품명 | 사진 | 지원 방식 | 통신 인터페이스 | |
|-----------|--|--------|-----------------|----------------|
| | | | CDMA2000 1xEvDO | 블루투스 |
| SPH-M4650 |  | 메모리 저장 | CDMA2000 1xEvDO | 블루투스 |
| SPH-M4500 |  | 메모리 저장 | | IEEE 802.11b/g |
| LG-SC330 |  | 메모리 저장 | CDMA2000 1xEvDO | DMB |
| SCH-W390 |  | 메모리 저장 | HSDPA | 블루투스 |
| SPH-M8100 |  | 메모리 저장 | CDMA2000 1xEvDO | WiBro |
| Treo 600 |  | 메모리 저장 | GSM | |

한 연구가 필수적으로 요구된다.

본 논문에서는 듀얼모드(CDMA/WiBro) 통신을 지원하는 개인 휴대 단말에서 와이브로의 무선 데이터 망과 CDMA의 음성 망을 동시에 사용할 수 있는 임베디드 리눅스 기반의 듀얼모드 음성 저장 서비스인 개인 오디오 레코더(Personal Audio Recorder, PAR)의 구현에 대해서 다룬다. 개인 오디오 레코더는 CDMA와 와이브로 통신을 효과적으로 활용하여 CDMA 통화 내용을 와이브로를 통해 인터넷 상의 서버에 저장하게 된다.

현재 국내외에서는 음성 통화 내용 저장 기능을 제공하는 단말들이 출시되고 있는데, 〈표 3〉은 이러한 단말 현황을 보여준다.

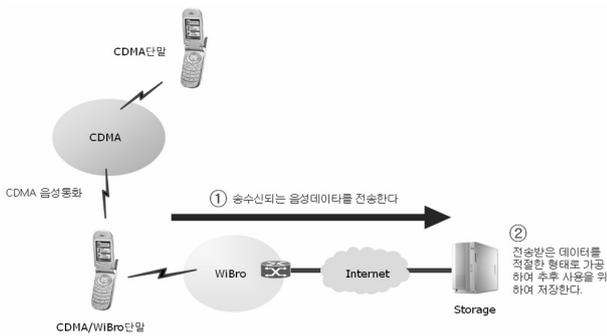
〈표 3〉에서 보듯이, 현재 출시되고 있는 대부분의 통화 내용 저장 기능 지원 단말들은 내장 메모리 및 외장 메모리에 통화 내용을 저장하고 있다. 하지만, 개인 오디오 레코더는 저장 공간의 제약이 없는 인터넷 상의 서버에 통화 내용을 저장한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 개인 오디오 레코더 서비스의 구성에 대해 다루고, 3장에서는 개인 오디오 레코더 서비스의 구현에 대해서 다룬다. 4장에서는 개인 오디오 레코더 서비스의 특징 및 수행 예를 간략히 보여주고, 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 다룬다.

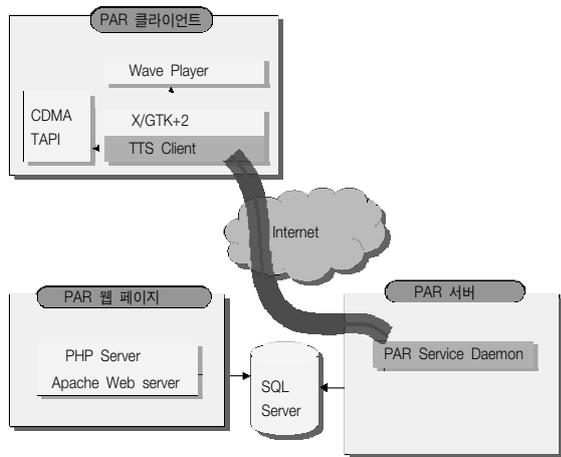
2. 개인 오디오 레코더 서비스 구성

(그림 2)는 임베디드 리눅스 기반의 듀얼모드 응용 서비스인 개인 오디오 레코더 서비스의 흐름도를 보여준다.

(그림 2)에서 보듯이 개인 오디오 레코더 서비스는 듀얼모드 지원 단말에서 CDMA 음성 데이터를 와이브로를 통해 인터넷 상의 서버로 실시간으로 전송하게 된다. 서버는 단말로부터 전송 받은 전화번호 및 통화 시간 등의 정보를 이용하여 통화 내용을 저장한다. 개인 오디오 레코더 서비스



(그림 2) 개인 오디오 레코더 서비스 흐름도



(그림 3) 개인 오디오 레코더 구성도

는 단말에서 추후 와이브로 망을 통해 서버에 접속하여, 저장된 통화 내역을 검색하고, 특정 통화 내용을 선택하여 실시간 재생할 수 있는 기능을 제공한다. (그림 3)은 개인 오디오 레코더 서비스의 구성도를 간략히 보여준다.

(그림 3)에서 보듯이 개인 오디오 레코더 서비스는 크게 PAR 클라이언트, PAR 서버, 그리고 PAR 웹 페이지로 구성된다. PAR 클라이언트는 듀얼모드 지원 단말에 탑재되고, PAR 서버와 웹 페이지는 인터넷 상의 서버에서 동작한다.

듀얼모드 지원 단말에는 Qplus-P 리눅스 커널, TinyX/GTK+2 기반의 그래픽 라이브러리, 셀룰러 망을 접근할 수 있도록 지원하는 TAPI(Telephony API), 그리고 PAR 서버에 저장된 통화 내용을 재생하기 위한 Wave 재생기가 탑재된다. Qplus-P는 PDA와 같은 정보기전을 위해 한국전자통신연구원에서 개발한 임베디드 리눅스 솔루션이다[8-10]. Tiny-X 그래픽 서버는 기존의 X 서버를 PDA와 같은 단말에 탑재될 수 있도록 사이즈를 줄인 것으로, 한글 입력 처리 기능과 터치 스크린 기능을 제공한다. GTK+2 그래픽 툴킷은 PAR 클라이언트 화면 구성을 위한 그래픽 위젯들을 제공하고, TAPI는 CDMA 모뎀을 통해 전화를 걸어 통화를 하거나, SMS 문자를 보낼 수 있는 기능을 제공한다. 본 논문에서는 Qplus-P 리눅스 커널과 TinyX/GTK+2 기반의 그래픽 라이브러리에 자세한 설명은 생략하도록 한다.

PAR 서버는 PAR 서비스 데몬을 통해 PAR 클라이언트와 서로 통신하게 되는데, PAR 서비스 데몬이 클라이언트로부터 요청을 받아 처리하게 된다. PAR 웹 페이지에서는 현재 PAR 서버에 저장된 통화 내역을 보여주고, 웹 페이지 상에서 특정 통화 내용을 재생할 수 있는 기능을 제공한다.

3. 개인 오디오 레코더 서비스 개발 환경 및 구현

이 절에서는 개인 오디오 레코더 서비스의 개발 환경에 대해 소개하고, 개인 오디오 레코더의 구현에 대해 다룬다.

3.1 개발 환경

개인 오디오 레코더 서비스는 와이브로 상용 서비스 전에 개발되었으므로, 듀얼모드 지원 단말로 CDMA와 무선랜을 지원하는 리눅스 랩탑(laptop)을 사용하였다. 듀얼모드 지원 단말에서는 시리얼 통신을 이용하여 CDMA 모뎀에 AT 명령어(Command)를 전달하게 된다. CDMA 모뎀은 AnyData EM-1800[6]을 사용하고, 이 모뎀은 AT 명령어 셋을 이용하여 LGT의 019 망을 사용할 수 있다. (그림 4)은 개발에 사용된 CDMA 모뎀을 보여준다.



(그림 4) CDMA 모뎀

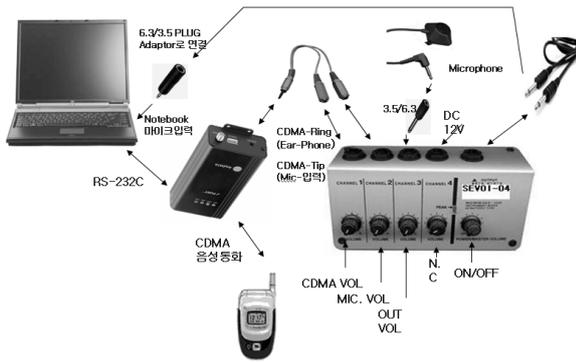
PAR 서버에는 레드햇 9이 설치되었고, 웹 서버로 아파치(apache), 음성 데이터 저장을 위해 MySQL 데이터베이스를 사용한다.

3.2 개인 오디오 레코더 서비스 구현

이 절에서는 개인 오디오 레코더 서비스 중에서 단말의 통화 내용을 효과적으로 저장할 수 있도록 지원하는 CDMA/MIC 믹서, PAR 클라이언트와 PAR 서버의 구현에 대해서 다룬다.

3.2.1 CDMA/MIC 믹서

PAR 클라이언트에서 노트북의 마이크로 입력되는 송신자(caller)의 음성과 수신자(callee)의 CDMA의 음성을 PAR 서버에 동시 저장하기 위해서 CDMA/MIC 믹서를 개발하였다. (그림 5)는 CDMA/MIC 믹서와 단말 간의 연결 구성을 보여준다.



(그림 5) CDMA/MIC 믹서 연결 구성

CDMA/MIC 믹서는 송신자와 수신자의 음성을 하드웨어 변경이 없이 랩탑의 마이크 단자에 입력할 수 있도록 마이크 믹싱(mixing) 기능을 제공한다. (그림 5)의 CDMA VOL은 수신자 음성 크기를 조절하고, MIC VOL은 마이크 볼륨을 조절하여 상대방에서 전달되는 송신자의 음성 크기를 조정하게 된다. 그리고, OUT VOL은 랩탑의 마이크 단자에 들어가는 소리 크기를 조정하게 된다. 이러한 CDMA/MIC 믹서를 통해 효과적으로 송신자와 수신자의 통화 내용을 동시에 저장할 수 있게 된다.

3.2.2 PAR 클라이언트

(그림 6)은 PAR 클라이언트 내부 구성도를 보여준다. PAR 클라이언트는 X 윈도우 시스템에서 GTK+2 기반으로 GUI를 구성하며, CDMA TAPI, PAR 서버 접속, 통화 내용 녹음 및 재생 기능, 저장 목록 검색 기능, 그리고 웹 재생기 등으로 구성된다.

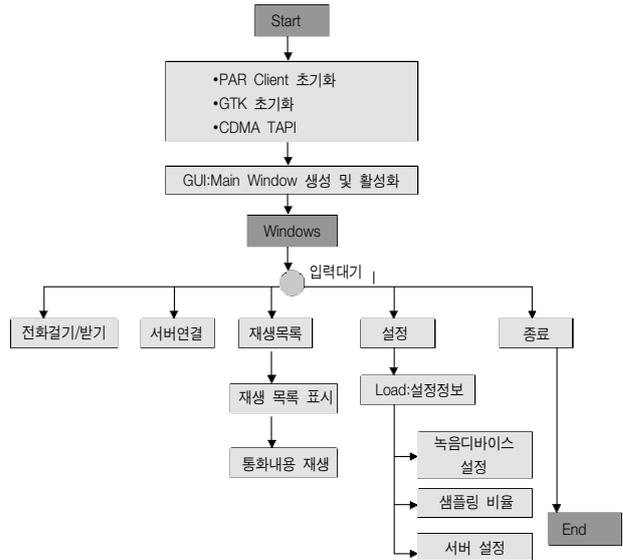
(그림 7)은 PAR 클라이언트의 실행과정을 보여준다. PAR 클라이언트는 처음 실행 시, PAR 클라이언트, TAPI 및 GTK를 초기화한 다음, 클라이언트 GUI 화면을 생성하고 사용자의 입력을 기다리게 된다.

사용자가 PAR 클라이언트 내의 특정 기능을 선택하게 되면 해당 콜백(Callback) 함수를 수행하게 된다. PAR 클라이언트에서는 전화 걸기 및 받기, 서버 연결 및 해제, 재생 목록 표시 및 재생, 녹음 시작 및 중지, 그리고 환경 설정 등의 기능들을 제공하게 된다.

PAR 클라이언트에게 CDMA 네트워크 접속을 지원하기 위한 TAPI는 (그림 8)과 같이 하나의 TAPI 라이브러리와 폰 데몬으로 구성된다[5].



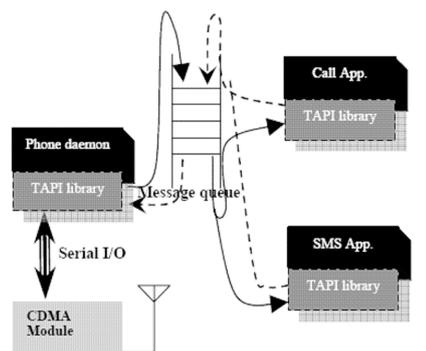
(그림 6) PAR 클라이언트 구성도



(그림 7) PAR 클라이언트 실행 과정

폰 데몬은 CDMA 네트워크 상태를 체크하는 것뿐만 아니라, 전화 걸기, SMS(Short Message Service) 송수신의 기능을 제공한다. (그림 8)에서 보듯이 오직 폰 데몬만이 CDMA 모듈과 시리얼 포트를 통해 직접 통신할 수 있고, 응용 프로그램은 리눅스 메시지 큐를 통해 폰 데몬과 통신하여 CDMA 네트워크 서비스를 이용하게 된다

TAPI 라이브러리는 응용 프로그램에게 전화 걸기, SMS 메시지 송수신 기능과 네트워크 상태와 같은 추가적인 정보를 제공한다. TAPI 라이브러리는 폰 데몬과 전화 응용 프로그램 사이에 하나의 메시지 큐를 사용하여 통신하게 되는데, CDMA 모듈을 제어하기 위한 모든 명령어들은 폰 데몬에 의해서 전달된다



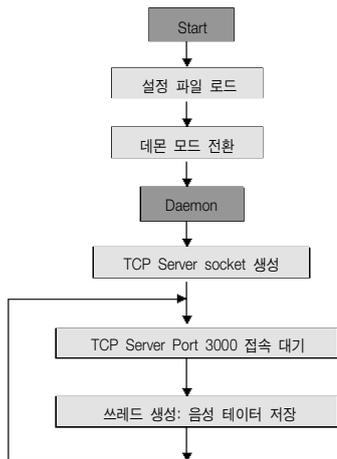
(그림 8) TAPI 구성도

3.2.3 PAR 서버

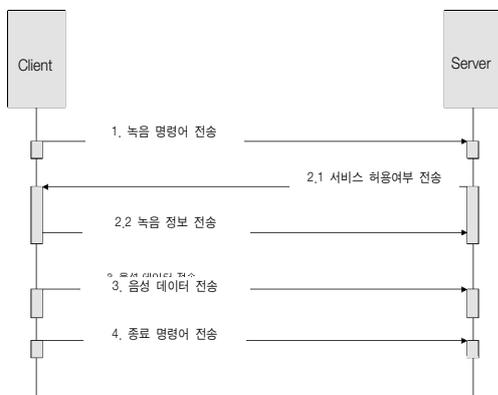
PAR 서버는 처음 수행 시 서버 기능을 초기화 한 다음, TCP 서버 소켓을 생성하여 PAR 클라이언트의 접속 요청시마다 쓰레드를 생성하여 클라이언트의 접속 요청을 처리하게 된다. (그림 9)은 PAR 서버 데몬의 동작을 간략히 보여준다.

PAR 클라이언트는 PAR 서버에 접속한 다음, (그림 10)

과 같은 절차에 따라 음성 녹음을 시작하게 된다. 먼저, PAR 클라이언트는 녹음 명령어를 서버에 전송하고, 음성 녹음 명령어를 수신한 서버는 서비스 허용 여부를 클라이언트로 보냄으로써 응답하게 된다. 서비스 허용 응답을 받은 클라이언트는 먼저 전화 번호 및 통화 시간 정보를 전달한 후, CDMA 음성 데이터를 서버로 전송한다. PAR 서버는 전화 번호 및 통화 시간을 인덱스로 하여 통화 내용을 저장하게 된다. 마지막으로, PAR 클라이언트는 종료 명령을 서버에 전송함으로써 녹음 기능을 종료하게 된다.



(그림 9) PAR 서버 데몬 처리 흐름도



(그림 10) 음성 녹음 처리 흐름도

4. 개인 오디오 레코더 서비스 특징 및 수행 예

이 절에서는 개인 오디오 레코더 서비스의 특징과 수행 예를 보여준다.

4.1 개인 오디오 레코더 서비스의 특징

임베디드 리눅스 기반으로 구현된 개인 오디오 레코더는 다음과 같은 특징들을 제공한다.

- 와이브로 망의 고속 데이터 통신과 CDMA 망의 음성 통신을 동시에 사용하는 임베디드 리눅스 기반의 듀얼 모드 지원 응용 서비스이다.

- CDMA 음성 통화 내용을 저장 공간의 제약이 있는 단말에 저장하는 것이 아니라, 와이브로를 통해 인터넷 상의 서버에 저장한다. 따라서, 단말의 저장 공간 크기에 상관없이 통화 내용을 저장할 수 있게 된다.
- PAR 클라이언트에서 PAR 서버에 저장된 목록을 검색하고, 특정 통화 내역을 실시간으로 와이브로 망을 통해 다운받아 단말에서 재생할 수 있다.
- PAR 서버에 저장된 통화 내용을 CDMA를 통해 수신자에게 전송할 수 있는 기능을 제공한다.

<표 4>는 구현된 개인 오디오 레코더와 모바일 단말에 탑재된 통화 내용 저장 기능을 비교한 것이다.

<표 4> 개인 오디오 레코더와 단말의 통화 내용 저장 기능 비교

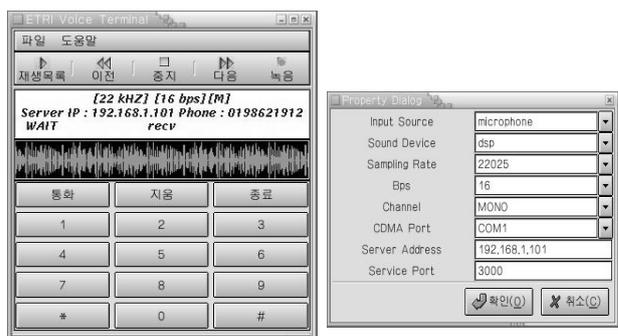
| | ETRI PAR | SPH-M4650 | SPH-M8100 | Treo 600 |
|-------------|----------|--------------------|--------------------|---------------|
| 운영체제 | Linux | Windows Mobile 6.0 | Windows Mobile 5.0 | Palm OS |
| 통화 내용 저장 | 지원 | 별도의 프로그램으로 지원 | 지원 | 별도의 프로그램으로 지원 |
| 저장 방식 | 서버 저장 | 단말 메모리 저장 | 단말 메모리 저장 | 단말 메모리 저장 |
| 목록 검색 및 재생 | 지원 | 지원 | 지원 | 지원 |
| 이중 통신 동시 사용 | 사용 | 사용 안함 | 사용 안함 | 사용 안함 |

4.2 개인 오디오 레코더 서비스 수행 예

(그림 11)는 PAR 클라이언트 수행 화면을 보여준다. (그림 11)에서 보듯이 PAR 클라이언트는 서버에 저장되어 있는 통화 목록을 확인하기 위한 재생 목록 버튼, 녹음 시작 및 중지 버튼, 그리고 전화 통화 시작 버튼을 제공한다. 환경설정에서는 녹음 장치 명, 포트 번호, 샘플링 비율, 서버 주소 및 포트 번호를 지정할 수 있다.

(그림 12)은 개인 오디오 레코더 서비스의 전체 시스템 구성을 보여준다. (그림 12)에서 보듯이, CDMA 모뎀과 듀얼 모드 지원 단말은 믹서를 통해 연결되어 있고, 와이브로 망은 무선랜을 통해서 동작함을 알 수 있다.

(그림 13)은 PAR 서버에 저장된 통화 목록을 웹 페이지를 통해 검색한 화면을 보여준다. 사용자는 PAR 서버의 웹 페이지에 접속 후, 검색 창에 특정 전화번호를 입력하여 통화 목록을 검색하고, 특정 통화 내용을 재생할 수 있다.



(그림 11) PAR 클라이언트 수행 화면

