

듀얼모드 통신 지원 임베디드 리눅스 기반의 모바일 이야기꾼 설계 및 구현

김도형[†] · 윤민홍^{††} · 이경희^{†††} · 이철훈^{††††}

요 약

본 논문에서는 음성통화를 위해 CDMA 네트워크와 데이터 통신을 위해 와이브로 네트워크를 동시에 사용하는 최초의 임베디드 리눅스 기반 듀얼모드 응용 서비스인 모바일 이야기꾼의 구현에 대해서 기술한다. 현재 와이브로 상용 서비스와 함께 두 개의 이종 네트워크를 지원하는 단말이 출시되었지만, 이들 네트워크를 효과적으로 사용하여 사용자에게 보다 나은 서비스를 제공할 수 있는 응용 서비스의 개발은 미비한 실정이다. 모바일 이야기꾼은 사용자가 듀얼모드 지원 단말에서 텍스트를 입력하면, 와이브로 네트워크를 통해 인터넷 상의 TTS 서버로 전달한다. TTS 서버는 전달된 텍스트를 음성으로 변환하고, 변환된 음성 데이터를 듀얼모드 지원 단말로 다시 전달한다. 듀얼모드 지원 단말은 수신된 음성 데이터를 CDMA 네트워크를 통해 수신자에게 전송하게 된다. 구현된 모바일 이야기꾼은 주위가 시끄러운 환경이나 언어 장애가 있는 사람도 CDMA를 통한 음성 통화를 가능하게 한다.

키워드 : 리눅스, 듀얼모드 단말, CDMA, WiBro, TTS

Design and Implementation of Embedded Linux-based Mobile Teller which supports CDMA and WiBro networks

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

ABSTRACT

This paper describes the implementations of the first application service based on embedded Linux; Mobile Teller which uses WiBro network for data communications and CDMA network for voice communications. Currently, with the appearance of WiBro service, dual-mode terminals which support two heterogeneous networks are available. But, the development of applications which effectively use these networks for providing better service to user is rarely prepared. At Mobile Teller, when a sender on a dual-mode terminal types texts, the texts are transmitted to a TTS server located in the Internet through WiBro network. Subsequently, the TTS server converts the texts into voices and transmits the voice data to the dual-mode terminal. At last the dual-mode terminal sends the voice to the receiver through the CDMA network. In case of noisy environment or when a user has difficulty in speaking, Mobile Teller makes voice communication possible

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

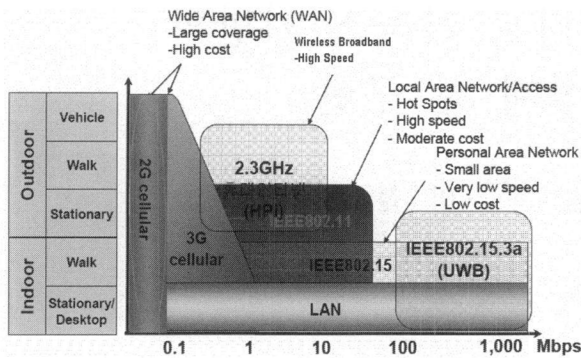
1. 서 론

최근 국내에서는 기존의 CDMA 이외에 새로운 무선 데이터 서비스인 WiBro(Wireless Broadband)가 2006년 6월부터 상용 서비스 되고 있다. 와이브로(WiBro)는 IEEE 802.16 규격을 기반으로 삼성전자와 한국전자통신연구원이 개발한

통신 기술로써, 2005년 12월에 광대역 무선접속 기술인 모바일 와이맥스(802.16e) 표준으로 채택되었다. 와이브로는 (그림 1)과 같이 셀룰러(Celluar)와 무선랜(WLAN)의 중간 영역에 존재하는 무선 서비스이다[1-4].

(그림 1)에서 보듯이, IEEE 802.11기반의 무선랜은 일반적으로 최대 54Mbps의 고속 전송 속도를 제공하지만, 전송 거리가 짧고 서비스 지역간 이동 시 데이터 접속이 끊어지는 이동성의 제약이 있다. 셀룰러는 넓은 서비스 지역과 이동성의 제약이 없지만, 전송속도가 낮고 데이터 서비스 요금이 높다는 문제점이 존재한다. 하지만, 와이브로는 이동 중에도 고속의 데이터 패킷을 저렴한 비용으로 송수신할 수 있는 무선 데이터 서비스 망으로, 셀룰러와 같은 넓은 서비

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2006-S-038-02, 모바일 컨버전스 컴퓨팅을 위한 단말적용형 임베디드 운영체제 기술]
[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 임베디드S/W연구단 선임연구원
^{††} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 임베디드S/W연구단 연구원
^{†††} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 임베디드S/W연구단 팀장
^{††††} 정 회 원 : 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
 논문접수 : 2007년 6월 11일, 심사완료 : 2007년 10월 31일



(그림 1) 네트워크 서비스 영역 비교

스 영역과 무선랜과 같은 고속의 데이터 서비스를 받을 수 있는 특징이 있다. <표 1>는 무선랜, CDMA, 와이브로 서비스들의 특징을 비교한 것이다.

무선랜과 CDMA의 특징을 가진 와이브로의 등장으로 무선인터넷 서비스 시장이 활성화될 것으로 예상되지만, 서비스 망이 다양해짐에 따라 사용자가 무선랜, CDMA, 와이브로를 이용하기 위해서는 각기 다른 별도의 통신 인터페이스를 가진 단말기를 구입해야 하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 삼성전자, LG 전자와 같은 단말 제조사들은 기존의 단일 통신 인터페이스를 가진 단말이 아닌,

두 개 이상의 인터페이스를 가진 듀얼모드 단말을 출시하고 있다. <표 2>는 국내에서 출시된 듀얼모드 지원 단말을 보여준다.

현재 국내 시장에서는 주로 CDMA 서비스를 제공할 수 있는 휴대폰과 같은 단일모드 지원 단말이 주류를 이루고 있지만, 앞으로는 사용자가 하나의 휴대 단말을 가지고 CDMA/무선랜, CDMA/와이브로, 와이브로/무선랜 서비스를 이용할 수 있도록 다양한 듀얼모드 지원 단말이 많이 출현하게 될 것이다.

이러한 듀얼모드 지원 단말의 출현과 함께 국내외에서는 두 개의 서로 다른 무선 네트워크를 이용하여 단말 서비스를 향상시키기 위한 다양한 연구들이 진행되고 있다. 이러한 연구들에는 사용자가 하나의 무선 네트워크 서비스 망에서 데이터 서비스 중, 다른 무선 서비스 망으로 이동 시에도 끊김없는 데이터 서비스를 제공할 수 있는 이종망간 서비스 연동 지원 기술도 포함된다[4].

듀얼모드 지원 단말은 단말 응용 서비스 측면에서도 다양한 장점을 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

<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)
단말기	PDA, 노트북	휴대폰	PDA, 노트북, 스마트폰
장점	높은 전송속도 및 범용성	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> 국내 듀얼모드 단말 현황

제품명	사진	운영체제	통신 인터페이스
SPH P9000 Deluxe MITS		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

통신 기능만을 사용하고 있고, 두 개의 통신 기능을 동시에 사용하는 응용 서비스에 대한 연구는 아직 미비한 실정이다. 하지만, 앞으로 출시될 듀얼모드 지원 단말의 특성을 보다 효과적으로 사용하기 위해서는 두 개의 통신 기능을 동시에 사용할 수 있는 응용 서비스에 대한 연구가 필수적으로 요구된다.

본 논문에서는 CDMA와 와이브로 네트워크를 동시에 사용하는 최초의 임베디드 리눅스 기반 응용 서비스인 모바일 이야기꾼(Mobile Teller)의 구현에 대해서 기술한다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 구현된 모바일 이야기꾼의 구조 및 기능에 대해 기술하고, 3절에서는 모바일 이야기꾼의 구현에 대해서 다룬다. 4절에서는 모바일 이야기꾼의 특징과 실행 예를 보여주고, 마지막으로 5절에서는 결론 및 향후 과제에 대해서 기술한다.

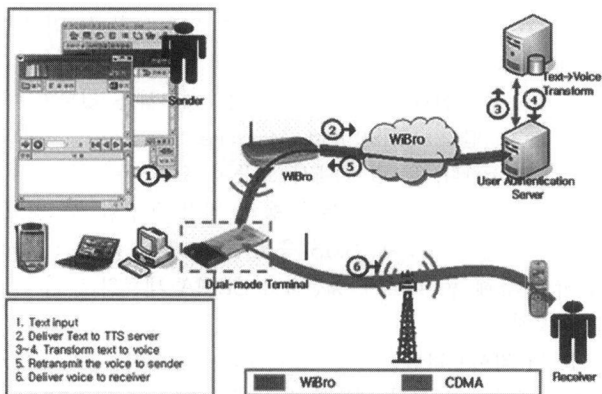
2. 모바일 이야기꾼의 구조 및 기능

(그림 2)는 임베디드 리눅스 기반의 듀얼모드 응용 서비스인 모바일 이야기꾼의 서비스 흐름도를 보여준다.

(그림 2)에서 보듯이 모바일 이야기꾼은 데이터 서비스로 와이브로 망을, 그리고 음성 서비스로 CDMA 망을 사용하게 된다. 즉, 사용자가 듀얼모드 지원 단말에서 텍스트를 입력하면, 입력된 텍스트 데이터가 실시간으로 와이브로 망을 통해 인터넷에 위치한 TTS(Text-To-Speech) 서버에 전달되고, TTS 서버에서는 텍스트를 음성으로 변환하여 다시 와이브로 망을 통해 단말에 다시 전달하게 된다. 단말에서는 변환된 음성 데이터를 CDMA 모듈의 음성 입력으로 전달하여, 상대방과 통화를 할 수 있도록 한다. (그림 3)은 모바일 이야기꾼의 전체 시스템 구성도를 보여준다.

(그림 3)에서 보듯이 모바일 이야기꾼은 TTS 클라이언트, TTS 서버, 그리고 TTS 관리자로 구성된다. TTS 클라이언트는 리눅스 기반의 듀얼모드 지원 단말에 탑재되고, TTS 서버와 TTS 관리자는 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 웨이브 제



(그림 2) 모바일 이야기꾼 서비스 흐름도

생기가 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 크기를 줄인 것으로, 한글 입력 처리 기능과 터치 스크린 기능을 제공한다. GTK+2 그래픽 툴킷은 TTS 클라이언트 화면 구성을 위한 그래픽 위젯들을 제공하고, TAPI는 응용 프로그램에서 CDMA 네트워크를 접근할 수 있도록 지원한다. 본 논문에서는 Qplus-P 리눅스 커널과 TinyX/GTK+2 기반의 그래픽 라이브러리에 자세한 설명은 생략하도록 한다.

TTS 서버는 TTS 클라이언트 접속 요청을 수신하고 응답하기 위한 TTS 서버 데몬(daemon)과 TTS 엔진으로 구성된다. TTS 엔진은 상용의 CoreVoice(주) TTS 엔진을 라이선스로 구입하여 사용하였다. TTS 관리자는 웹을 통해서 사용자 등록과 같은 TTS 서버 환경을 설정할 수 있는 기능을 제공한다.

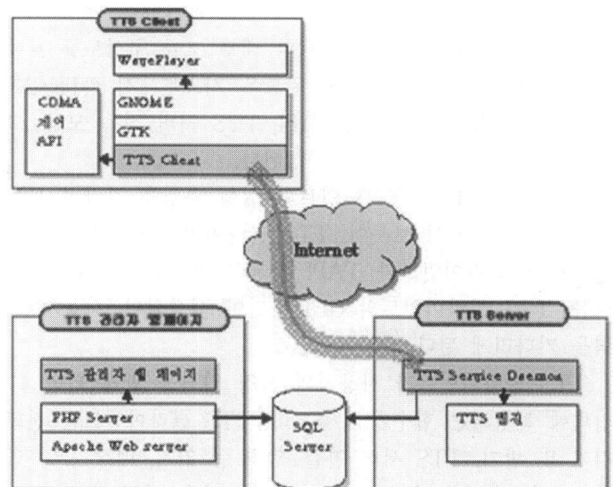
3. 모바일 이야기꾼 구현

이 절에서는 모바일 이야기꾼의 개발 환경에 대해 소개하고, 모바일 이야기꾼의 구현에 대해 다룬다.

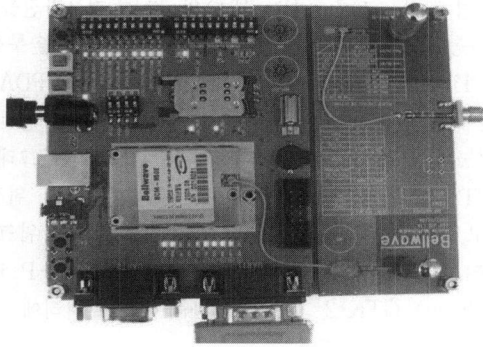
3.1 모바일 이야기꾼 개발 환경

모바일 이야기꾼은 와이브로 상용 서비스 전에 개발되었으므로, 듀얼모드 지원 단말로 CDMA와 WLAN을 지원하는 리눅스 노트북을 사용하였다. 노트북에서는 CDMA 모듈과 시리얼 통신을 이용하여 AT 명령어(Command)를 전달하게 된다. CDMA 모듈은 벨웨이브(주)의 BCM-850E[6]이고, 이 모듈은 AT 명령어 셋을 이용하여 SKT의 011 망을 사용할 수 있다. (그림 4)는 개발에 사용된 CDMA 모듈을 보여준다.

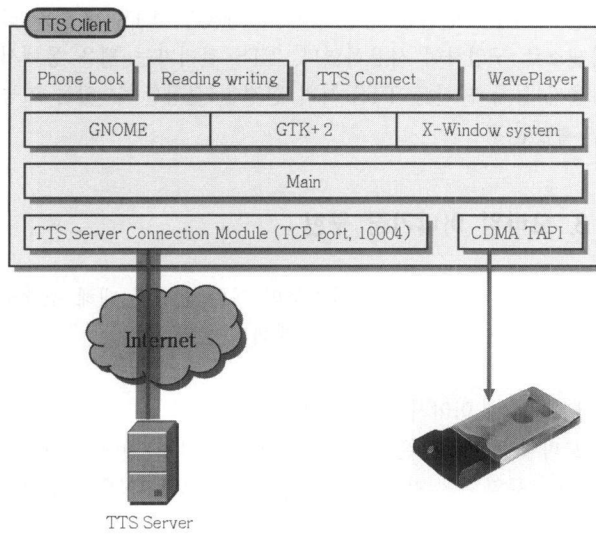
TTS 서버에는 레드햇 9이 설치되었으며, CoreVoice(주) TTS 엔진[7]이 동작한다. 그리고, TTS 관리자가 설정한 서버 정보를 저장하고 클라이언트의 접속 정보를 검색할 수



(그림 3) 모바일 이야기꾼 전체 시스템 구성도



(그림 4) CDMA 모듈



(그림 5) TTS 클라이언트 내부 모듈 구성도

있도록 MySQL 데이터베이스가 설치되었다.

3.2 모바일 이야기꾼 구현

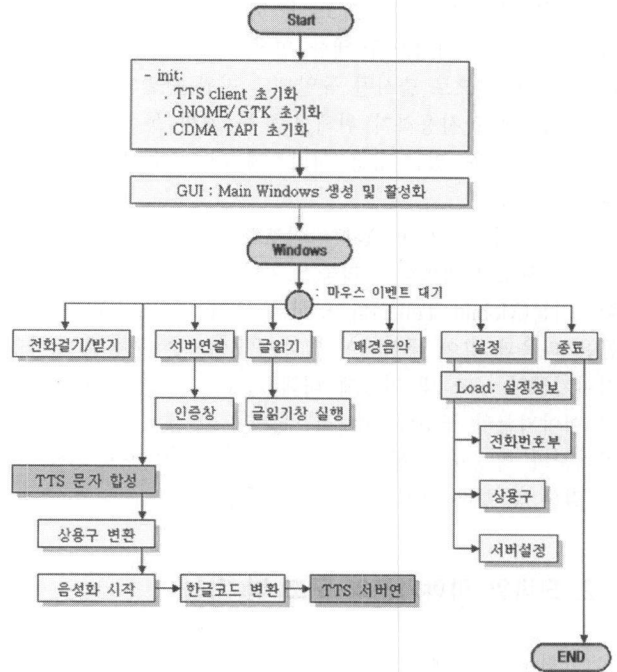
이 절에서는 모바일 이야기꾼 중에서 TTS 클라이언트와 TTS서버의 구현에 대해서 다룬다.

3.2.1 TTS 클라이언트

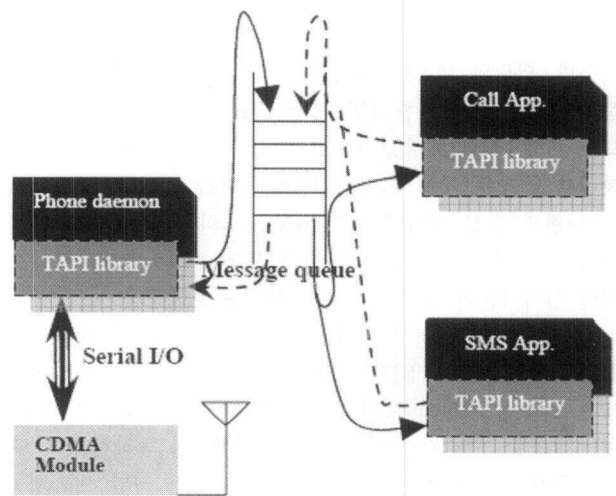
(그림 5)은 TTS 클라이언트의 내부 모듈 구성도를 보여 준다. TTS 클라이언트는 X 윈도우 시스템에서 GTK+2를 기반으로 GUI를 구성하며, TAPI, TTS 서버 접속 모듈, 그리고 웨이브 재생기 등으로 구성된다.

(그림 6)은 TTS 클라이언트의 실행 과정을 간략히 보여 준다. (그림 6)에서 보듯이, TTS 클라이언트가 처음 수행되면, TTS 클라이언트와 TAPI 모듈의 초기화가 이루어진다. 다음, TTS 클라이언트의 GUI 화면이 생성되어, 사용자 입력을 기다리게 된다.

TTS 클라이언트가 사용자의 특정 입력을 받게 되면, 그 입력에 해당되는 함수가 호출된다. TTS 클라이언트는 전화 걸기 및 받기, TTS 서버 연결, 입력 글 읽기, 배경 음악 연주, 전화 번호부 및 서버 주소 등과 같은 환경 변수 설정 기능을 제공한다.



(그림 6) TTS 클라이언트의 실행 과정



(그림 7) TAPI 구성도

TTS 클라이언트에게 CDMA 네트워크 접속을 지원하기 위한 TAPI는 (그림 7)과 같이 하나의 TAPI 라이브러리와 폰 데몬으로 구성된다[5].

폰 데몬은 CDMA 네트워크 상태를 체크하는 것뿐만 아니라, 전화 걸기, SMS(Short Message Service) 송수신의 기능을 제공한다. (그림 7)에서 보듯이 오직 폰 데몬만이 CDMA 모듈과 시리얼 포트를 통해 직접 통신할 수 있고, 폰(Call) 응용 프로그램, SMS 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. TAPI라이브러리는 폰 데몬과 전화 응용 프

그램 사이에 하나의 메시지 큐를 사용하여 통신하게 되는데, CDMA 모듈을 제어하기 위한 모든 명령어들은 폰 데몬에 의해서 전달된다

3.2.2 TTS 서버

TTS 서버는 TTS 서버 데몬과 TTS 엔진으로 구성되는데, (그림 8)은 TTS 서버의 실행 과정을 보여준다.

(그림 8)에서 보듯이 TTS 서버는 처음 수행 시, 서버 설정 파일을 로드(load)하여 서버 환경을 설정하게 된다. 그런 다음, TTS 엔진의 동작 상태를 체크하여 TTS 엔진을 동작 시키고, TTS 클라이언트의 접속 요청을 기다리게 된다. TTS 서버는 매 10초마다 TTS 엔진의 상태를 검사하고, TTS 엔진에서 생성된 임시 파일을 제거한다. 그리고, TTS 서버는 TTS엔진으로부터 변환된 음성 데이터를 클라이언트로 전달하는 기능도 제공한다.

(그림 9)는 TTS 클라이언트의 접속 요청을 수신한 후에, TTS 서버에서 TTS 클라이언트의 접속 요청을 처리하기 위한 절차를 보여준다.

TTS 서버는 TTS 클라이언트 접속 요청 수신 시, 이를 처리하기 위한 쓰레드(thread)를 생성한다. 그런 다음, 접속 요청 사용자가 서버에 등록된 사용자 인지를 검사하여, 등록된 사용자인 경우에는 클라이언트로 세션 키를 전달하여 통신하게 된다. TTS 서버는 클라이언트가 텍스트 데이터를 전송하면, 세션 키가 맞는지 검사한다. 만약, 세션 키가 유효하다면, 서버는 클라이언트로부터 전달된 텍스트를 TTS엔진에 전송하고, TTS엔진에서 변환된 음성 정보를 wave 형태로 전달받은 후, 이를 TTS 클라이언트로 전달하게 된다. TTS 서버는 클라이언트로부터 로그 아웃 요청을 받게 되면, 접속을 종료 된다.

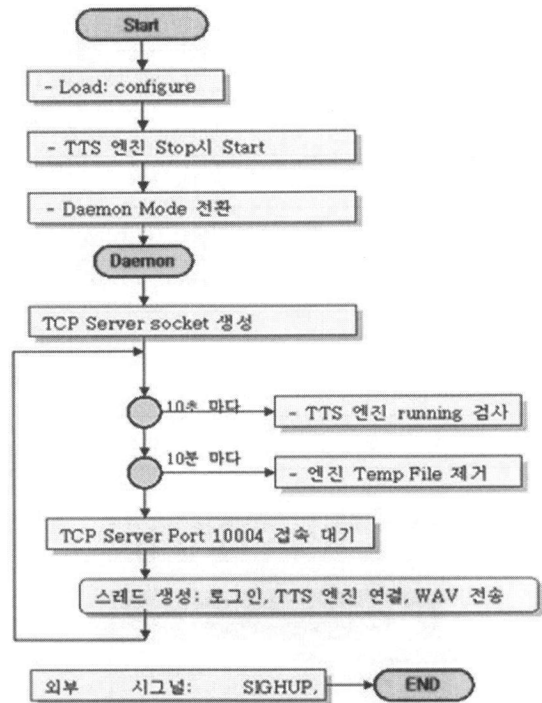
4. 모바일 이야기꾼의 특징과 수행 예

이 절에서는 모바일 이야기꾼의 특징과 수행 예를 보여준다.

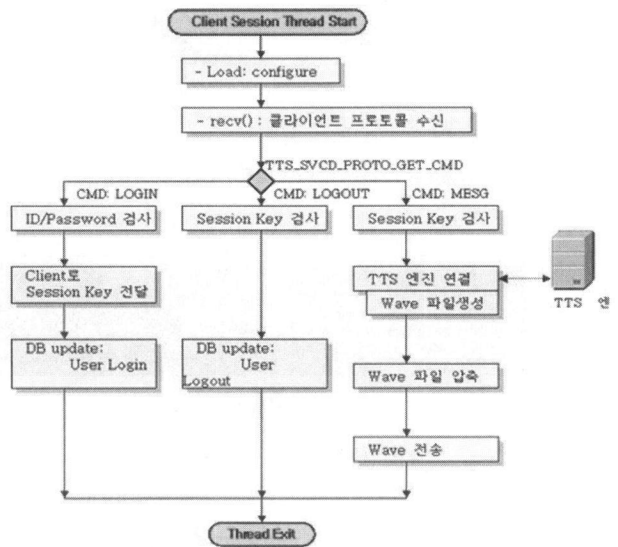
4.1 모바일 이야기꾼의 특징

임베디드 리눅스 기반으로 구현된 모바일 이야기꾼은 다음과 같은 특징들을 가지고 있다.

- 고속의 데이터 서비스 네트워크인 와이브로와 음성 네트워크인 CDMA를 동시에 사용하는 최초의 임베디드 리눅스 기반 듀얼모드 응용 서비스이다.
- 정상적인 음성 통화가 불가능한 환경에서도, 모바일 이야기꾼은 음성 통화를 가능하게 한다. 예를 들면, 시끄러운 환경이나 회의 중에도 상대방과의 음성 통화가 가능하다.
- 언어 장애가 있는 장애우도 모바일 이야기꾼을 사용함으로써 CDMA를 통한 음성 통화가 가능하도록 한다.
- 모바일 이야기꾼은 미리 입력된 텍스트를 음성으로 변환하고, 배경 음악과 함께 전송할 수 있는 기능을 제공



(그림 8) TTS 서버의 실행 과정



(그림 9) TTS 클라이언트의 접속 요청 처리 절차

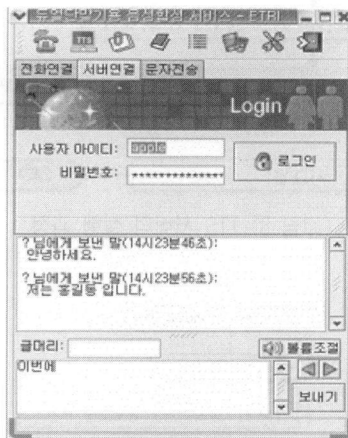
한다. 이러한 기능은, 사용자가 인터넷 웹 페이지 혹은 유명한 시들 텍스트로 읽어 들여 음성으로 변환한 다음, 상대방에게 배경 음악과 함께 전달할 수 있도록 한다.

- 전화 걸기, SMS 송수신을 지원할 수 있는 임베디드 리눅스 기반의 TAPI를 제공한다.

TTS기능은 현재 모바일 단말에 일부 탑재되어, 주로 발신자, 문자 메시지, 일정 등을 음성으로 알려주는 기능을 제공하지만, 모바일 이야기꾼처럼 두 개의 이중 네트워크를 연계한 기능은 지원하지 않는다. <표 3>은 구현된 모바일 이야기꾼과 모바일 단말에 탑재된 TTS 기능을 비교한 것이다.

〈표 3〉 모바일 이야기꾼과 모바일 단말의 TTS 특징 비교

	ETRI 모바일 이야기꾼	SCH M600 TTS 기능	SCH-M450 TTS 기능	SGH-i858 TTS 기능
운영체제	Linux	Windows Mobile 2003 SE	Windows Mobile 2005	Linux
윈도우 시스템	X/GTK+2	Win32	Win32	Prism 2.5
TTS 엔진 위치	인터넷 서버	단말	단말	단말
TTS 음성 변환 효과	다양한 변환 기능 지원	일부 기능 지원	일부 기능 지원	일부 기능 지원
문자 읽기 기능	지원	지원	지원	지원
TTS 음성을CDMA로 전달	지원	지원 안함	지원 안함	지원 안함
이중 통신 동시 사용	사용	사용 안함	사용 안함	사용 안함



(그림 10) TTS 클라이언트 수행 화면



(그림 11) 모바일 이야기꾼 시스템 화면

TTS 서비스 관리자

Text To Speech Service

사용자 관리

- 사용자추가
- 사용자관리
- 비밀번호변경
- 로그아웃

X TTS 엔진설정

TTS클라이언트다운로드

- User 정보 : 총 3 명
- 접속 User 정보 : 총 0 명

아이디	이름	전화번호	IP	최근접속시간	
behappygene	고길동	01021423221	192.168.1.131	1970-01-01 09:00	상세 정보 > 수정 >
test	테스트	01234567890	192.168.1.134	2004-11-25 13:00	상세 정보 > 수정 >
test2	1234	1234	192.168.1.133	2004-11-21 00:25	상세 정보 > 수정 >

1

이름 > > > 목록 >

TTS Copyright (c) 2004 TTS All rights reserved.

(그림 12) TTS 관리자 화면

4.2 모바일 이야기꾼의 수행 예

(그림 10)은 듀얼모드 단말에 탑재되는 TTS 클라이언트의 수행 화면을 보여준다.

(그림 10)에서 보듯이 TTS 클라이언트는 TAPI를 이용한 전화 연결 및 문자 전송 기능, TTS서버 연결 기능, 환경 설정 기능, 그리고 사용자 인증을 위한 아이디와 암호를 입력하기 위한 기능을 제공한다.

(그림 11)는 모바일 이야기꾼의 전체 시스템 화면을 보여준다. (그림 11)에서 보듯이 CDMA 모뎀은 듀얼모드 지원 단말인 노트북과 시리얼을 통해 연결되어 있고, 와이브로 대신에 무선랜을 통해 서버와 데이터 통신을 하게 된다.

(그림 12)은 TTS 관리자 수행 화면을 보여준다. TTS 관리자는 현재 등록된 사용자 정보를 표시하고, 신규 사용자 등록 및 비밀번호 변경, TTS 엔진 설정 등을 효과적으로 수행할 수 있도록 지원한다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 데이터 통신을 위해 와이브로 네트워크를, 음성 통신을 위해 CDMA 네트워크를 사용하는 최초의 임베디드 리눅스 기반의 듀얼모드 응용 서비스인 모바일 이야기꾼의 구현에 대해서 기술하였다.

모바일 이야기꾼은 TTS 클라이언트와 TTS 서버로 구성된다. TTS 클라이언트는 CDMA 와 와이브로 통신을 지원하는 듀얼모드 지원 단말에 탑재되며, TTS 서버는 인터넷 상의 리눅스 서버에서 동작하게 된다. TTS 클라이언트는 사용자가 텍스트를 입력하게 되면, 입력된 텍스트를 와이브로 네트워크를 통해 인터넷 상의 TTS 서버로 실시간으로 전달하게 된다. TTS 서버는 전달된 텍스트를 TTS 엔진에 전달하여 음성 데이터로 변환한 후, TTS 클라이언트로 다시 전송하게 된다. TTS 클라이언트는 수신된 음성 데이터를 CDMA 네트워크를 통해 상대 수신자에게 전송하여 음성 통화가 가능하게 한다. 구현된 모바일 이야기꾼은 듀얼모드 지원 단말을 효과적으로 활용하여 주변이 시끄러운 환경이나 언어 장애가 있는 사람도 CDMA를 통한 음성 통화를 가능하게 해주는 특징이 있다.

앞으로, 모바일 이야기꾼은 실제 CDMA와 와이브로를 지원하는 듀얼모드 지원 단말에 탑재되어야 하고, 사용자에게 좀더 편리한 인터페이스를 제공할 수 있도록 GUI 기능이 추가 개발되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] 홍대용, 이우현, "Standardization for 2.3GHz Portable Internet Services," communications Review, pp.21-28, Feb 2004.
 [2] Jaekwon Kim, "Capacity Enhancement for WiBro (Mobile WiMAX)", WiBro(Mobile WiMAX) Developer Forum, pp. 49-58, Oct.23-24, 2006.

[3] Suk Yu Hui, Kai Hau Yeung, "Challenges in the Migration to 4G Mobile Systems," IEEE Communication Magazine, pp. 54-59, December, 2003.
 [4] 윤민홍, "와이브로의 미래는 응용에 달렸다," 마이크로 소프트웨어, March, 2005.
 [5] 윤민홍, 김선자, "Experience of Linux and GTK+2 Smartphone," Fifth IEE International Conference on 3G Mobile Communication Technologies(3G2004), pp.267-270, Oct., 2004.
 [6] Bellwave co, http://www.bellwave.com/eng/product/Modules_view.asp?model_name= BCM850E/1850E%20&country=eng
 [7] CoreVoice Web Site, <http://www.corevoice.co.kr>.
 [8] Jerry Epplin, "A developer's review of Qplus, an open source embedded Linux toolkit," <http://www.linuxdevices.com/articles/AT5640843706.html>, Dec., 16, 2002.
 [9] Official Qplus Web site, <http://www.qplus.or.kr>.
 [10] 강우철, 윤희철, "Qplus 타겟 빌더: 임베디드 리눅스 툴킷," 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, 제9권 1호, pp.663-666, 2002.

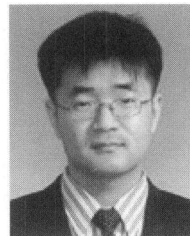


김도형

e-mail : kimdh@etri.re.kr

1993년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1995년 포항공과대학교 전산학과(석사)
 1995년~1997년 시스템공학연구소 연구원
 1998년~현 재 한국전자통신연구원
 임베디드S/W연구단 선임연구원

관심분야: 임베디드시스템, 모바일 리눅스, 성능평가



윤민홍

e-mail : mhyun@etri.re.kr

2001년 고려대학교 컴퓨터학과(학사)
 2003년 고려대학교 컴퓨터학과(석사)
 2003년~현 재 한국전자통신연구원
 임베디드S/W연구단 연구원

관심분야: 임베디드 시스템, 모바일 리눅스



이경희

e-mail : kyunghee@etri.re.kr

1990년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1992년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(석사)
 1992년~현 재 한국전자통신연구원
 임베디드S/W연구단 선임연구원(팀장)

관심분야: 임베디드 시스템, 그래픽 시스템, 네트워크 시스템



이 철 훈

e-mail : clee@cnu.ac.kr

1983년 서울대학교 전자공학과(학사)

1988년 한국과학기술원 전기전자공학과
(석사)

1992년 한국과학기술원 전기전자공학과
(박사)

1983년~1994년 삼성전자 개발실 선임연구원

1995년~현재 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

2004년~2005년 Univ. of Michigan 교환 교수

2005년~현재 한국차세대 컴퓨팅학회 논문편집위원장

관심분야: 병렬처리, 운영체제, 실시간 시스템