

RTOS 리눅스 환경에서의 Bluetooth-VoIP 통합 시스템 구현

윤정미, 조위덕, 김대환, 이상학, 김용호
전자부품연구원
e-mail : yunjm@keti.re.kr

Implementation of Bluetooth-VoIP Integration System Based Embedded Linux

Yun Jung-Mee, Cho We-Duke, Kim Dae-Hwan, Lee Sang-Hak, Kim Yong-Ho
Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문에서는 내장형 리눅스를 기반으로 무선 네트워크와 실시간 음성처리 VoIP 와의 연동시스템을 설계 구현한다. 설계 구현하는 시스템의 하드웨어 스펙은 Motorola-XPC860 프로세서를 기반으로 설계되었으며, 음성 코덱칩을 사용하여 실시간으로 음성데이터를 처리하도록 설계하였다. 또한 2.4GHz 무선 통신 규약인 Bluetooth 를 무선 네트워크 인터페이스로 사용하였다. 실시간 음성데이터의 효과적인 처리를 위하여 실시간 운영 체제인 RTLinux 를 사용하였으며, 무선 네트워크의 동시다중 서비스 지원을 위해 커널레벨의 문자 디바이스 형태로의 Bluetooth 인터페이스 구현에 대해 살펴보도록 하겠다.

1. 서론

최근 IP 망을 이용한 VoIP 시스템 및 서비스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이를 응용한 서비스 및 제품의 개발이 활발히 진행중이다. 또한 이러한 유선 서비스를 무선 네트워크와 통합함으로써 활용 가능한 서비스에 대한 연구가 한창이다.

Bluetooth 는 1~100m 내의 무선 통신망을 구축할 수 있는 무선 인터페이스 기술로 정보가전 기기들의 무선 통신 인터페이스 기술이다. 이러한 Bluetooth 를 응용한 정보가전 기기의 무선통신 제품들이 활발히 개발중이다. [1][2]

크게 정보가전기기에 사용되는 무선 통신 표준은 WirelessLAN 과 Bluetooth 를 들 수 있는데, 어떠한 통신 프로토콜을 사용하든지, 이를 응용한 응용은 대부분 데이터 통신을 바탕으로 하는 것이 대부분인 실정이며, 이에 반하여 Bluetooth 프로토콜에서 제공하는 음성 채널은 데이터 이외의 음성 데이터 처리 응용들에 적합하다.

이에 본 고에서는 유선 통화 서비스인 VoIP 와 무

선 네트워크인 Bluetooth 를 연동한 Bluetooth-VoIP 시스템의 설계와 구현에 관해 기술하고자 한다.

2 장에서는 RTOS 리눅스 및 VoIP, Bluetooth 음성 프로토콜에 관한 기술적인 내용을 간략히 기술하고, 3 장에서는 개발환경 및 개발 하드웨어에 대해, 4 장에서는 시스템 설계 및 구현에 대해 기술한다. 마지막으로 5 장에서는 기술 결과 및 결론 향후 연구과제에 대해 기술한다.

2. 관련 연구

RTOS

RTOS, 즉 실시간 처리에 대한 정의는 기존의 컴퓨터 시스템과 달리 시스템 동작의 정확성이 논리적 정확성뿐만 아니라 시간적 정확성에도 좌우되는 시스템이라 할 수 있다[3]. 실시간 운영체제가 주로 사용되는 분야는 내장 제어 시스템과 같은 특수한 분야로, 산업체 공정 제어, 의료기기분야, 자동차 엔진제어분야 등이 있으며, VoIP 와 같이 음성처리의 QoS 보장이 필

수적인 시스템에서도 사용되어 진다 .이러한 실시간 시스템은 크게 경성실시간(hard-realtime) 시스템과 연성실시간(soft-realtime) 시스템의 두 가지로 분류 될 수 있으며, 본 시스템에서 사용한 RTlinux 는 기존의 리눅스를 수정하여 RTOS 로 변형시킨 것으로 기존의 리눅스가 가진 모든 장점에 실시간 처리 기능을 추가한 연성실시간 시스템이며, 오픈 소스, 비상용이라는 데에 그 장점을 찾을 수 있다.

VoIP

VoIP 는 기존의 PSTN 망을 이용한 음성 서비스를 IP 망인 인터넷을 통하여 제공하고자 하는 기술이 말한다. 1996 년 ITU-T 에서 H.323 으로 표준화 되었으며, 이후 많은 업체들에서 이를 적극적으로 개발, 적용중이다. H.323 의 기능은 호 수락제어(Admissions), 연결 설정, 종단간의 품질 협상, 패킷 망에서의 실시간 전송 기능 등으로 볼 수 있으며, H.323 을 구성하기 위하여 단말, Gatekeeper, Gateway, MCU 등이 필요하게 된다[4].

Bluetooth Codeless Telephony Profile

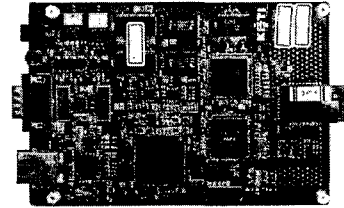
Bluetooth 는 2.4GHz ISM 라디오 밴드대역을 사용하는 무선 통신 표준 프로토콜이다. IrDA 와 비교하여 장애물이 있을 때도 통신이 용이한 100m Coverage 를 가지며 최대 723kbps 의 데이터 채널과 64kbps 의 음성채널을 제공한다[5]. Bluetooth 는 WirelessLAN 과 달리 데이터 채널에 추가적으로 Qos 를 보장하는 음성 채널을 제공하며, 이러한 음성 채널의 응용 중 하나인 CTP(Codeless Telephony Profile)를 응용하여 본 고에서는 Bluetooth-VoIP 시스템을 구현하였다.

CTP 란 무선 3 in 1 phone 의 기술 규약을 정의하고 있는 Bluetooth 응용 프로파일로 무선으로는 최대 3 대의 Bluetooth 단말의 음성 채널을 지원하며, 외부 유선 망으로는 PSTN 망을 정의하고 있다.[6]

3. 개발환경

Bluetooth-VoIP 시스템 개발을 위한 환경에 대해서 알아보자.

먼저 개발 시스템 보드<그림 1>에서 보는 바와 같이 MPC860T 50MHz 버전을 사용하여 구성하였다. Bluetooth 모듈을 CSR 사의 BC01 Class 1type 을 115200bps 의 UART 로 연결하였으며, 음성 압축을 위한 voice codec 으로는 Audiocodes 사의 AC483x 를 사용하여 외부 Bluetooth 장치와 data 및 PCM 음성을 주고받도록 구성하였다.[7]



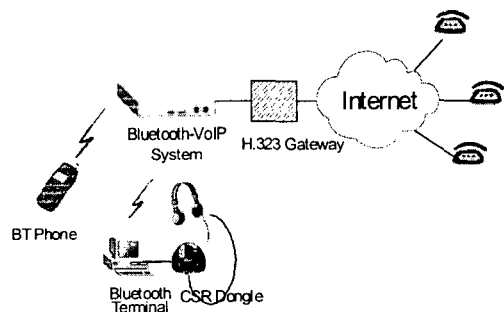
<그림 1>개발 시스템 보드

개발 보드에 사용한 운영체제는 일반 리눅스 커널 2.4.4 에 실시간 처리를 위한 RTLinux 를 포팅하여 사용하였다. New Mexico Institute of Technology 에서 개발한 RTLinux 는 기존의 리눅스 커널을 RTLinux 커널 하에서 돌아가는 하나의 프로세스로 만들어 실시간 처리 Task 와 기존의 리눅스 커널이 공존하는 구조를 유지한다.

4. Bluetooth-VoIP 시스템 설계 및 구현

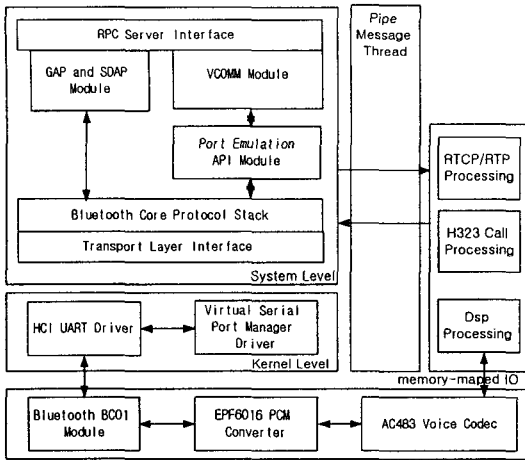
Bluetooth-VoIP 시스템은 Bluetooth 프로토콜에서 제공하는 64kbps 의 음성 채널인 SCO(Synchronous Connection Oriented) 채널을 사용하였으며, 이를 사용하기 위해 CTP 프로파일을 이용하여 연결설정을 하게 된다. 이때 연결설정 후 수신하게 되는 13bit PCM 데이터를 8bit PCM 데이터로 변환한 후 이를 코덱을 이용하여 G..723 packet 으로 압축하여 유선 인터넷을 통한 VoIP 통화를 가능하도록 설계하였다.

송화자에 해당하는 단말은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 Bluetooth-VoIP 시스템과 동일한 CTP 를 구현한 리눅스 시스템에 serial 형태로 CSR Dongle 을 연결하여 음성수신을 가능하도록 하였으며[8], CTP 연결설정이 이루어진 후 H.323 Gateway 를 통하여 H.323 호 설정을 수행하도록 설계하였다.

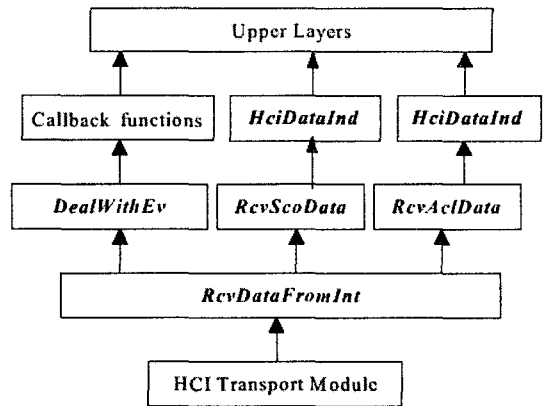


<그림 2> Bluetooth-VoIP 시스템 설계

Bluetooth-VoIP 시스템의 전체적인 시스템의 구조는 아래 <그림 3>와 같이 기술되어 진다.



<그림 3> Bluetooth-VoIP 시스템 구조도



<그림 4> Loadable Host-side HCI 구조도

그림에서 보면 전체 시스템은 크게 Bluetooth 모듈의 PCM 데이터를 처리하는 모듈과 Bluetooth CTP Stack, H.323 호 설정 및 DSP 처리모듈로 구성되어 있다.

먼저 PCM 데이터 처리에 대해서 살펴보면, Bluetooth CTP 연결설정을 완료하면 64kbps의 음성 채널을 Bluetooth 모듈 레벨에서 열게 되며, 모듈로부터 음성데이터를 13bit의 PCM 데이터로 획득할 수 있다. 그러나 시스템에 사용한 AC483 코덱은 8bit PCM을 입력으로 받으므로 중간에 PCM Converter를 두어 13bit ↔ 8bit PCM 데이터간 변환을 가능하도록 하였다.

다음으로 Bluetooth Core 스택 및 CTP에 대해 살펴보자. Bluetooth Core 스택은 host-side HCI, L2CAP, SDP, TCS.GAP.SDAP로 구성되며, 이 Core 프로토콜과 Bluetooth 프로파일 응용과의 인터페이스를 위하여 RPC(Remote Procedure Call)와 가상시리얼 드라이버의 2가지 타입의 인터페이스를 제공한다. host-side HCI 인터페이스는 런타임에 동적으로 전송 계층 라이브러리를 참조하여 로드되도록 구현하였다.

또한 Bluetooth Core stack API 참조를 위해 RPC 인터페이스를 사용하도록 구현하였는데, Core Stack이 RPC Server 형태로 구동되어 있으며, 이를 사용하고자 하는 응용은 Client 형태로 이를 사용하도록 구성하였다.

아래의 <그림 4>는 Loadable Host-side HCI의 모듈 구조를 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 Bluetooth Module과의 인터페이스 표준을 담당하는 HCI 계층은 크게 음성 호 처리를 제어하는 SCODATA와 데이터 및 Bluetooth Module을 제어하는 ACLDATA로 구분되어 있다. 여기서 SCODATA는 단순히 호 설정과 관계되는 데이터만을 처리하는 모듈로 SCO over HCI 처리, 즉 음성 데이터의 호스트측 전송 처리를 위해서는 Bluetooth Module 내의 추가 제어가 필요하게 된다,

다음으로 H.323 처리 모듈에 대해 살펴보도록 하겠다. H.323 모듈이 초기화 되어지면, 먼저 코덱의 초기화와 H.323 Gateway와의 Registration을 설정한다. 이후 Bluetooth CTP 연결설정을 통하여 SCO 음성 채널을 열게 되면, 이를 리눅스의 PIPE를 사용하여 구현된 메시지 쓰레드를 통하여 H.323 처리 모듈에서 입력 받게 되며, 이를 기점으로 H.323 Gateway와의 Call 설정을 시작하게 완료하게 된다. Call 설정이 완료되면, Bluetooth SCO 채널을 통해 단말과 Bluetooth-VoIP 시스템간 송수신한 음성 데이터가 코덱을 거쳐 송신 목적지로 전송되게 된다. 이때, DSP와 H.323 처리 모듈간의 데이터 송수신은 Delay를 최소화 하기 위하여 Memory-Mapped IO 방식을 사용하였다.

5. 결론 및 향후 연구과제

현재 많은 분야에서 RTOS 환경 하에서 유무선 통합형 네트워크 장비들을 개발 중이다. 본 연구는 이러한 기술동향에 발 맞추어 2.4GHz 무선 통신 표준인 Bluetooth 음성 통신 프로파일인 CTP와 유선 VoIP 기술을 통합 응용한 Bluetooth-VoIP 연동 시스템에 대한 설계와 구현에 대해서 연구하였다.

Bluetooth 음성 채널의 경우 IrDA나 WirelessLAN과 달리 64kbps의 통화 품질을 보장하는 프로토콜을 구조를 가졌기 때문에 VoIP와의 연동 시 보다 탁월한 통화품질을 보장할 수 있으며, RTLinux를 사용함으로써 H.323의 데이터 처리 시 발생할 수 있는 지연 요소들을 최소화 하였다.

향후 연구과제로는 본 연구에서 사용한 BC01 모듈에서 직접 PCM 데이터를 처리하는 방식은 1port PCM 데이터만을 처리할 수 있는 구조를 가지고 있기 때문에 Bluetooth 프로토콜에서 정의하고 있는 동시 3개의 음성채널을 지원 못하도록 되어 있다. 이에 구조를 SCO over HCI 구조로 변경하여 최대 3개의 음성채널 지원이 가능하도록 할 필요가 있다. 또한 음성 서비스에 추가적으로, 본 고에서 구현한 Bluetooth RPC

서비스를 응용하여 데이터 서비스로 확장한다.

참고문헌

- [1] 이진우, “블루투스 인터페이스를 이용한 홈네트워크 미들웨어 시스템 구현”, 정보처리학회 논문지, 2001
- [2] McGraw Hill, ”Bluetooth Demystified Nathan J.Muller”, <http://www.McGraw-Hill.com>
- [3] 이명근, ”리눅스 기반 실시간처리 VoIP 단말기 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회 논문지, 2001
- [4] ITUT-T Standard Group 16: H323, <ftp://standard-pictel.com/avc-site/>, <http://www.itu.ch/itudoc/itu-t/com16.html>
- [5] SIG Standard Group, Specification 1.1, <http://www.bluetooth.org>
- [6] Specication of Bluetooth Profile ver 1.1
- [7] AudioCodes, <http://www.cudiocodes.com>
- [8] CSR, <http://www.csr.com>