
Binary CDMA 기반의 무선 VoIP 시스템의 개발방법 및 설계

최재원*

Development Methods and Design of a Wireless VoIP System
based on the Binary-CDMA Technology

Jae-Won Choi*

이 논문은 2010학년도 경성대학교 공학기술연구소 연구지원사업으로 이루어졌음.

요 약

Binary CDMA는 음성·영상 등의 멀티미디어 데이터를 초고속으로 우수한 전송품질로 통신할 수 있는 우리나라가 개발한 새로운 표준 무선통신 기술이다. 본 논문에서는 전화선의 설치나 매설 작업 없이 원하는 장소에 자유롭게 설치할 수 있는 Binary CDMA 기반의 무선 VoIP 시스템 개발을 위한 개발방법 및 설계에 관해 연구하였다.

ABSTRACT

Binary CDMA is a new standard technology for wireless communication developed by Korea that makes high speed communications and good quality of services. In this paper we researched on the development methods and design of a wireless VoIP system based on the Binary-CDMA technology that makes it freely installed in any place without phone cables and laying works.

키워드

무선 VoIP, Binary CDMA, 인터넷전화

Key word

Wireless VoIP, Binary CDMA, IP-PBX, IP Telephony

* 종신회원 : 경성대학교 컴퓨터공학부 정교수 (choejw@ks.ac.kr)

접수일자 : 2011. 04. 29

심사완료일자 : 2011. 06. 13

I. 서 론

정보통신분야에 있어서 가장 친숙한 도구를 찾는다 면 아마도 컴퓨터와 전화일 것이다. 많은 기업과 학교, 가정, 관공서에서 컴퓨터와 전화 기능을 통합해 효과적인 업무처리와 음성통화를 하려는 시도가 일어남에 따라 인터넷을 이용한 전화통신이 등장하게 되었다. 이중 대표적인 것이 교환기의 호제어 기술과 컴퓨터의 정보 처리 기술이 결합한 인터넷전화(VoIP: Voice over IP) 시스템이다.[1]

Binary CDMA는 우리나라가 개발한 새로운 무선통신 기술로 2009년 1월 국제표준(ISO)으로 최종 제정되었다. 이로 인해 과거 근거리 무선통신 제품 개발을 위해 비싼 로열티에도 불구하고 블루투스, 지그비 등과 같은 외국 표준 기술을 적용해오던 국내 기업들이 Binary CDMA 기술을 적용하여 응용제품을 더욱 활발히 개발 할 수 있게 되었다.

Binary CDMA는 디지털 기기를 무선 연결하여 음성, 영상, 데이터 등을 자유롭게 통신할 수 있는 기술로서 최대 500m까지 데이터(영상·음성)의 송수신과 100m 이내의 근거리에서는 이동 속도 80km/h에서도 영상·음성의 송수신이 되는 등 타 근거리 무선통신에 비해 탁월한 원거리 무선 송수신이 가능하며, 최대 55Mbps의 초고속 데이터 전송이 가능한 근거리 무선통신기술이다.

본 연구의 Binary CDMA 기반의 무선 VoIP 시스템은 기존 유선 VoIP 시스템의 설치 상의 제약을 극복하고, IEEE 802.11 무선 LAN 기반의 VoIP 시스템의 전송속도와 전송품질(QoS)을 개선하여, 고속의 음성·영상 통신을 가능하게 하는 무선 VoIP 시스템 구축을 위한 기술이다. 기존 CDMA 기반의 셀룰라 통신은 광역의 무선 공중망 구축을 위한 기술로서 유료인데 반해, 본 Binary CDMA 무선 VoIP 시스템은 기존 CDMA와 TDMA 기술의 장점을 취합하여 시스템 구조를 단순화하고 시스템 구축비용과 통신비를 절감할 수 있는 사설망 구축 기술이다.

이에 본 논문에서는 전화선의 설치나 매설 작업 없이 원하는 장소에 자유롭게 설치할 수 있는 Binary CDMA 기반의 무선 VoIP 시스템 개발을 위한 개발방법 및 설계에 관해 연구하였다. VoIP 단말에는 멀티미디어전화 기능을 구현하고, VoIP 교환서버에는 전화교환 기능을 구현하여 Binary CDMA에 의해 무선 통신이 이루어지도록

하였다.

II. Binary CDMA 무선 VoIP 시스템

고속의 음성·영상 멀티미디어 무선 통신을 가능하게 하는 Binary CDMA 통신 기술에 대한 소개와 이를 기반으로 전화선의 설치나 매설 작업 없이 원하는 장소에 자유롭게 설치할 수 있는 무선 VoIP 시스템의 개발을 위한 요구사항을 분석하였다.

2.1. Binary CDMA 기술

새로운 무선 인터넷전화는 와이파이(Wi-Fi: Wireless Fidelity)라 불리는 2.4 GHz대의 무선 LAN 표준(IEEE 802.11b)을 기반으로 무선접속장치(AP: Access Point)로부터 반경 500m 내에선 전화선 없이 최대 11Mbps의 속도로 통신할 수 있다. 반면 Binary CDMA 기반의 무선 인터넷전화는 반경 500m 내에선 무선으로 음성·영상의 멀티미디어 통신이 가능하고, 100m 이내의 근거리에서는 이동 속도 80km/h에서도 영상·음성의 송수신이 되며, 최대 55Mbps의 초고속 데이터 전송이 가능하다. Binary CDMA 기술의 주요 특징은 다음과 같다.[2]

- CDMA와 TDMA 방식의 장점을 특화한 기술
Binary-CDMA는 CDMA와 TDMA의 장점을 특화한 통신 기술로서 TDMA 방식으로 전송속도를 높일 수 있고, CDMA 방식으로 간섭에 강한 신호로 만들 수 있다.
- 범용화된 RF 모듈 사용 가능
Binary-CDMA는 별도의 CDMA용으로 개발된 선형성이 좋은 RF 모듈을 사용할 필요없이 기존에 개발되어 있는 TDMA용 RF 모듈을 사용하므로 부품 구하기가 쉽고 가격이 저렴하다.
- 기존의 DS/CDMA 보다 우수한 성능
Binary-CDMA는 기존 CDMA 방식의 특징을 가지므로 전송채널의 직진성이 보장될 때는 DS/CDMA와 대등한 성능을 나타내며, 비선형증폭기를 사용하는 환경에서는 기존의 DS/CDMA에 비해 매우 우수한 성능을 나타낸다.

■ 축적된 TDMA 기술 및 시스템 재활용

Binary-CDMA 신호의 전송과형이 TDMA 방식과 동일하므로 이미 TDMA 방식을 위해 개발되어 있는 기술들을 거의 그대로 사용할 수 있으며, TDMA 신호 전송을 위해 구축해 놓은 위성시스템 마이크로웨이브 전송장비 등의 인프라를 그대로 Binary-CDMA 신호 전송용으로 사용하는 것이 가능하다.

■ 변조된 회로의 단순화로 ASIC 제작이 용이

Binary-CDMA 회로의 변조구조가 단순하여 ASIC화가 용이하며 다양한 응용시스템의 내부에 Embedded 형태로 SoC(System on Chip) 제작이 가능하다.

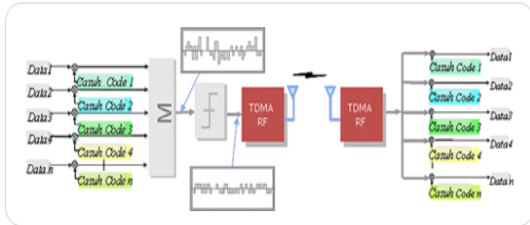


그림 1. Binary-CDMA 전송방식

Fig. 1. Transmission Method of Binary-CDMA

2.2. 시스템 요구사항

본 연구를 통해 개발하고자 하는 무선 VoIP 시스템의 요구사항은 다음과 같다.

① VoIP 단말과 교환서버는 Binary CDMA 무선통신에 의한 고속의 영상·음성 통신이 가능하고, TCP/IP의 탑재로 소켓 프로그래밍에 의한 응용프로그램의 개발이 가능하도록 한다.

② 교환시스템의 통신 프로그램은 방대하고 복잡하므로 시스템을 단순화시켜 교환시스템의 핵심기능에 집중하여 효율적인 시스템 개발이 이루어지도록 한다.

③ 사용자는 VoIP 단말을 이용하여 Phone-to-Phone 음성·영상 통신이 가능하고, 단말과 교환서버 간의 호제어는 멀티미디어통신 표준인 H.323 프로토콜을 근간으로 한다. 그리고 개발 플랫폼은 리눅스 운영체제로 하고 개발언어는 C언어로 한다.

④ VoIP 단말은 기존 전화 사용자에게 낯설거나 불편하지 않도록 기능을 구현하고, 단말의 전화번호 탐색기

능을 이용하여 DB에 등록된 착신자의 전화번호를 조회하여 통화 요청이 가능하도록 한다.

⑤ Binary CDMA 무선통신으로 200~300m 범위 내에선 어느 정도의 지형지물과 이동 중에도 VoIP 단말과 교환서버 간에 무선통신이 가능하도록 한다.

⑥ IP 기반의 인터넷 폰은 통신로를 경쟁적으로 공유하므로 기존 PSTN 방식의 호 제어로는 음성의 서비스품질(QoS)이 저하되므로 UDP 소켓을 이용한 실시간 전송, 멀티 쓰레드 통신, 음성압축 등의 기술을 활용한 통신성능 향상이 이루어지도록 한다.

⑦ 교환서버의 호 제어에 의해 착발신 단말 간 연결절정이 이루어지면 교환서버를 거치지 않고 단말 간에 직접 통신이 이루어지도록 하여 음성전달을 위한 지연시간을 줄이도록 한다.

⑧ 영상통신은 삼성에서 제공한 S3C6400 Multi-Format Codec(MFC)의 Encoder/Decoder 라이브러리의 API와 처리절차를 따라 차세대 동영상 압축 표준인 H.264를 이용한 실시간 영상압축과 전송이 이루어지도록 한다.

III. Binary-CDMA 무선 VoIP 시스템 설계

멀티미디어 통신보드와 RF 통신모듈을 통합하고, Binary-CDMA 드라이버와 망 연동 모듈을 추가하여 리눅스 커널을 재구성 설치하고, 무선 VoIP 단말과 교환서버의 응용프로그램을 네트워크 프로그래밍하여 Binary-CDMA VoIP 시스템을 개발한다. 본 VoIP 시스템의 개발을 위해 먼저 VoIP 시스템의 구조를 설계하고, 이의 핵심 모듈인 호제어부와 통신지원부의 개발방법과 설계에 대해 연구하였다.

3.1. 시스템 구조

Binary-CDMA 무선 VoIP 시스템은 그림 2와 같이 다수의 이동 가능한 휴대형 VoIP 단말과 교환 및 연결 서비스를 제공하는 교환서버로 구성되어 있다. 단말과 교환서버 간 통신은 Binary CDMA 무선 기반의 TCP/IP 통신이 가능하고, 교환서버 간에는 TCP/IP 유선 인터넷 통신으로 원거리 통신이 가능하다.

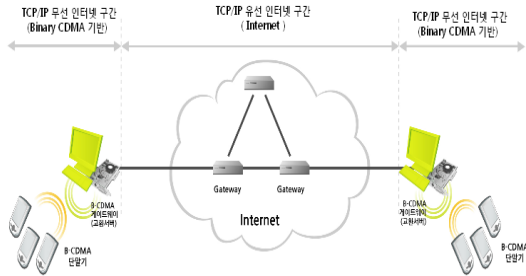


그림 2. Binary-CDMA 기반 무선 VoIP 시스템
Fig. 2. Binary CDMA based Wireless VoIP System

본 VoIP 시스템의 각 단말과 교환서버는 그림 3과 같이 시스템관리부, 호제어부, 통신지원부를 가진다. 시스템관리부는 시스템의 초기화와 사용자관리 및 오류제어 등의 시스템 관리기능을 수행하고, 호제어부는 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 호 제어와 통신기능을 관장하고, 통신지원부는 물리계층을 포함한 Binary-CDMA MAC 계층과 TCP/IP 인터넷 계층의 통신 하부기능을 지원한다.

호제어부의 응용제어계층은 사용자 인터페이스와 착발호의 생성 및 각종 부가서비스를 제공하고, 호제어계층은 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 상태천이머신에 따른 호 제어 기능을 수행하며, 사용자통신은 착발신 단말 간의 멀티미디어 통신기능을 수행한다.

본 VoIP 시스템의 물리계층과 MAC 계층은 Binary CDMA 기반의 무선 통신을 지원하고, TCP/IP 계층은 응용계층의 호제어와 사용자통신을 네트워크 소켓 프로그래밍으로 구현 가능하도록 한다.

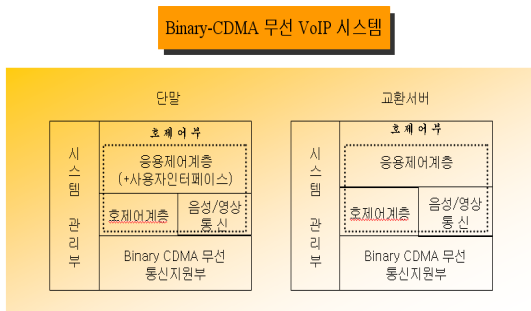


그림 3. Binary-CDMA 무선 VoIP 시스템 구조
Fig 3. Structure of Binary-CDMA Wireless VoIP System

3.2. 통신지원부 설계

Binary CDMA 기반의 무선 통신과 TCP/IP 인터넷 통신을 지원하는 통신지원부의 개발방법 및 설계는 다음과 같다.

3.2.1 멀티미디어 통신 보드 및 RF 모듈

Binary CDMA 기반의 음성·영상의 멀티미디어 통신을 지원하는 멀티미디어 통신 보드는 전자부품연구원(KETI)의 Binary CDMA SoC (KWPAN1200) 칩을 탑재한 대우전자부품의 RF 통합 모듈과 삼성의 S3C6410 멀티미디어 전용 CPU를 통합하여 제작한다.

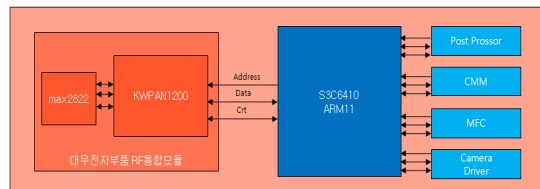


그림 4. 멀티미디어 통신 보드 블록도
Fig. 4. Block Diagram of Multimedia Communication Board

KWPAN1200은 Binary CDMA를 지원하는 Koinonia의 규격을 만족하는 SoC IC이다. ARM7TDMI core를 내장하고 Koinonia를 구현하기 위한 MAC과 PHY를 내장하고 있으며, 2.4G 대역의 RF IC를 외부에 장착한 모듈 형태의 제품이다. RF 통합 모듈은 Binary CDMA 기반의 고속의 광대역 무선 통신을 지원한다.

삼성 S3C6410 멀티미디어 무선 통신 전용 CPU는 연결된 각종 멀티미디어 장비의 음성·영상 데이터를 인코딩하여 전송하고 디코딩하여 수신하는 고속의 무선 통신을 지원한다.[3]



그림 5. Binary CDMA SoC IC (KWPAN1200)
Fig. 5. Binary CDMA SoC IC (KWPAN1200)

3.2.2 Binary-CDMA MAC 계층 무선 통신 프로토콜

전자부품연구원의 KWPAN1200은 Binary CDMA MAC 계층과 PHY 계층을 내장하고 있는 SoC IC 이고 고속의 멀티미디어 무선통신을 지원한다.[4]

3.2.3 Binary-CDMA MAC 계층과 IP 계층의 망 연동

네트워크 계층의 IP 프로토콜은 하부 물리망을 인터넷워킹 망정합으로 통합함으로써 사용자로 하여금 하부 물리망에 의존적이지 않은 하나의 거대한 인터넷 통합망에서 단일 주소체계로 임의의 통신 단말간 통신을 가능하게 한다.

Binary-CDMA의 MAC 계층과 IP 계층의 망 연동은 개념적으로 기존 CSMA/CD의 Ethernet 혹은 CSMA/CA의 IEEE 802.11 무선 LAN과 IP 계층 간의 망 연동과 동일하므로 리눅스 커널의 망 연동 모듈을 수정한 후 재 컴파일하고 설치하여 Binary-CDMA MAC 계층과 IP 계층의 망 연동을 실현한다.

3.2.4 네트워크 소켓 프로그래밍 라이브러리 구축

Binary-CDMA MAC 계층과 기존의 IP 네트워크 계층 간의 망 연동이 이루어지면 네트워크 소켓 라이브러리와 삼성의 멀티미디어 코덱 라이브러리를 이용하여 VoIP 단말과 교환서버의 호제어부 응용 프로그램을 개발할 수 있다.[5] 멀티미디어 코덱 라이브러리로 음성과 영상을 인코딩/디코딩하고, 데이터 전송은 네트워크 소켓 라이브러리를 이용한다.



그림 6. 무선 VoIP 시스템 소프트웨어 아키텍처
Fig. 6. System Software Architecture of Wireless VoIP System

3.3. 호제어부 설계

호제어부는 착발신 단말 간의 통화연결을 위한 호 제어와 통신기능을 수행하며, 이의 개발방법 및 설계는 다음과 같다.

3.3.1 호제어부의 구조

호제어부는 응용제어계층과 호제어계층으로 이루어져 있으며, 응용제어계층은 사용자와의 인터페이스와 착발호의 생성 및 각종 부가서비스를 제공하고, 호제어계층은 단말과 교환서버 간에 호제어 메시지를 교환하여 착발신 단말 간에 호의 연결 및 해제가 이루어지도록 한다. 호제어를 위한 응용제어계층과 호제어계층 간의 서비스 요구와 제공은 서비스 프리미티브에 의해 이루어진다.

착발신 단말 간의 호 제어를 위한 자료구조로는 호제어버퍼가 사용되는데 발호의 관리를 위해 발신단말과 서버 간에 한 쌍의 호제어버퍼가 할당되고, 착호를 위해 서버와 착신단말 간에 또 한 쌍의 호제어버퍼가 그림 7과 같이 할당된다.

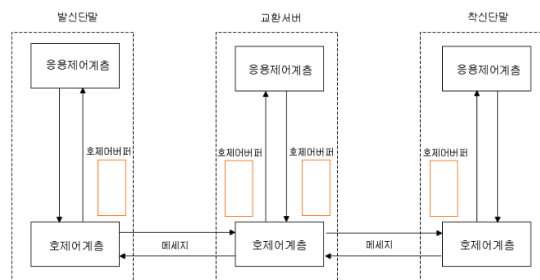


그림 7. 호제어부의 구조
Fig 7. Structure of Call Control Subsystem

교환시스템 내에는 동시에 여러 호가 성립될 수 있으며, 각 호별로 호제어버퍼가 할당되고 이는 호제어 인스턴스 ID(Call Instance ID: CID)로 구별되고, 호제어계층 양방간(peer-to-peer)의 호의 구별은 호참조번호(Call Reference Value: CRV)에 의해 구별된다. 호제어버퍼는 그림 8과 같이 호제어 인스턴스 ID, 호참조번호, 하위링크 식별자인 소켓 핸들러, 호의 상태, 발신자와 수신자의 IP, 발신자와 수신자의 ID를 가진다.

호제어 인스턴스 ID	호참조번호 (Call Ref. Value)	하위 링크 식별자 (소켓 핸들러)	호 상태	발신자 IP	수신자 IP	발신자 ID	수신자 ID
	발호: 0-126 착호: 255-128 Broadcast: 127						

그림 8. 호제어 버퍼의 구조
Fig. 8. Structure of Call Control Buffer

3.3.2 호제어 메시지의 구조

단말과 교환서버의 호제어계층간 호제어메세지는 H.323의 호제어메시지를 근간으로 하였고, 이의 형식과 주요 메세지는 다음과 같다.[6]

Bits								Octets
8	7	6	5	4	3	2	1	
Protocol discriminator								1
0	0	0	0	Length of call reference value (in octets)				2
Flag	Call reference value							3
Call reference value (continued)								4
Call reference value (continued)								5
Message type								6
Message type (continued)								7
Message length								8
Message length (continued)								9
Variable length information elements as required								etc.

그림 9. 호제어 메시지의 구조
Fig. 9. Structure of Call Control Message

Bits								메세지 종류
8	7	6	5	4	3	2	1	
0	0	0	-	-	-	-	-	호 설정 메세지:
0	0	0	0	0	0	1	0	ALERTING
0	0	0	0	0	1	0	0	CALL PROCEEDING
0	0	0	1	1	1	1	1	CONNECT
0	0	1	1	1	1	1	1	CONNECT ACKNOWLEDGE
0	0	0	1	0	1	0	1	SETUP
0	1	0	-	-	-	-	-	호 해제 메세지:
0	0	1	1	0	1	0	1	RELEASE
1	1	0	1	0	1	0	0	RELEASE COMPLETE
0	0	0	1	1	0	0	0	RESTART
0	1	1	1	0	1	0	0	RESTART ACKNOWLEDGE

그림 10. 주요 호제어 메시지의 종류
Fig. 10. Main Call Control Messages

3.3.3 호제어 메시지 흐름 설계

사용자간의 통신을 위한 착발신 단말 간의 호제어 메시지의 흐름을 연결설정과 해제로 구분하여 설계하였

다. 그림 11은 사용자 관점의 메시지 흐름이고, 그림 12는 시스템 관점에서의 메시지 흐름이다.

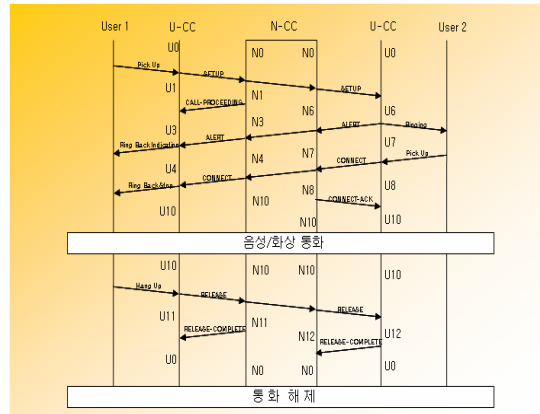


그림 11. 호제어 메시지 흐름도 (사용자관점)
Fig. 11. Message Flow for Call Control (in User's View)

통신링크의 설정 및 망 관리를 위한 제어는 신뢰성 있는 통신을 위해 TCP 소켓을 이용하고, 동영상과 음성은 빠른 실시간 전송을 위해 UDP 소켓을 이용하여 통신한다. 다중 채널의 음성·동영상의 빠른 실시간 통신을 동시에 지원하기 위해선 멀티 쓰레드 방식으로 구현하고, 제어 채널과 데이터 채널에 각각 별도의 쓰레드를 할당하여 제어와 데이터 채널의 송수신이 독립적으로 이루어지도록 한다.

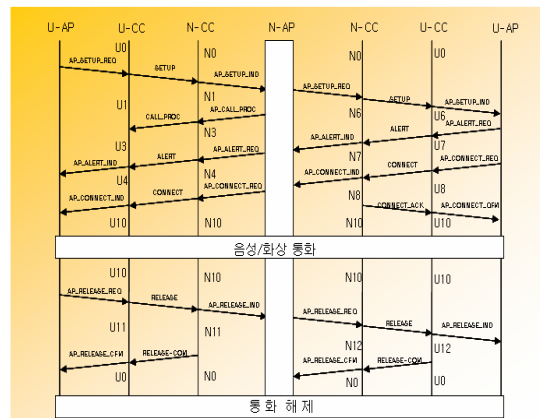


그림 12. 호제어 메시지 흐름도 (시스템관점)
Fig. 12. Message Flow for Call Control (in System's View)

3.3.4 호제어 상태전이 설계

VoIP 단말과 교환서버의 호제어 상태천이를 설계하였고, 상태천이를 나타내는 링크 상의 레이블은 “입력메세지/출력메세지” 형식으로 나타내었다. 임의 상태의 호가 입력메세지를 수신하면 해당 호처리를 수행하고 출력메세지를 송신한 후 다음 상태로 천이한다.

1) 단말의 상태천이

VoIP 단말의 호제어 상태천이를 그림 13에 설계하였고, 모든 호는 U0 상태에서 시작하여 발호는 U1 방향으로 진행되고 착호는 U6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 U10 통화연결 상태에 도달하면 사용자간에 통화가 가능하다.

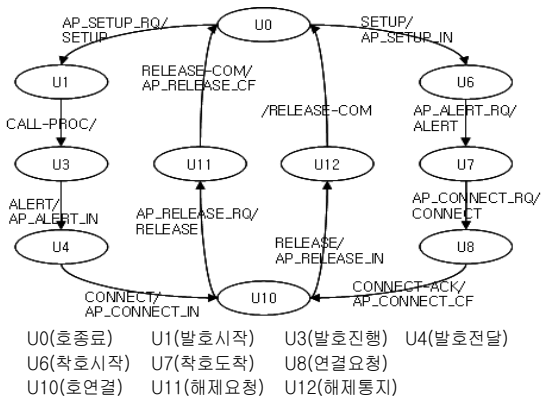


그림 13. VoIP 단말의 호제어 상태천이도
 Fig. 13. State Transition of VoIP Terminal's Call Control

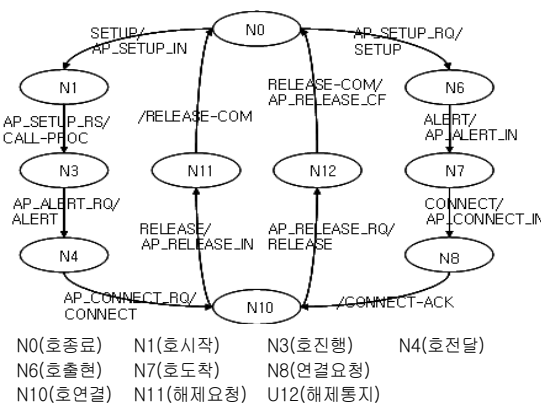


그림 14. VoIP 교환서버의 호제어 상태천이도
 Fig. 14. State Transition of VoIP Server's Call Control

2) 서버의 상태천이

VoIP 교환서버의 호제어 상태천이를 그림 14에 설계하였고, 모든 호는 N0 상태에서 시작하여 발호는 N1 방향으로 진행되고 착호는 N6 방향으로 진행된다. 발호와 착호가 N10 통화연결 상태에 도달하면 사용자간에 통화가 가능하다.

IV. 결론

Binary CDMA는 음성·영상등의 멀티미디어 데이터를 초고속으로 우수한 전송품질(QoS)로 통신할 수 있는 우리나라가 개발한 새로운 표준 무선통신 기술이다. 본 논문에서는 전화선의 설치나 매설 작업 없이 원하는 장소에 자유롭게 설치할 수 있는 Binary CDMA 기반의 무선 VoIP 시스템 개발을 위한 요구사항분석과 개발방법 및 설계에 관해 연구하였다.

음성·동영상의 멀티미디어 통신을 위한 멀티미디어 통신보드와 RF 통신모듈을 통합하고, Binary-CDMA MAC과 IP 계층의 망 연동을 실현한 후, 네트워크 소켓 라이브러리와 멀티미디어 코덱 라이브러리를 이용하여 무선 VoIP 단말과 교환서버의 응용프로그램을 개발한다.

본 VoIP 시스템은 다수의 이동 가능한 휴대형 VoIP 단말과 교환 및 연결 제어를 수행하는 교환서버로 구성되어 있다. 사용자는 VoIP 단말을 이용하여 음성·영상 통신이 가능하고, 단말과 교환서버 간의 호제어는 멀티미디어통신 표준인 H.323 프로토콜을 따랐다.

통신링크의 설정 및 망 관리를 위한 제어는 신뢰성 있는 통신을 위해 TCP 소켓을 이용하고, 동영상과 음성은 빠른 실시간 전송을 위해 UDP 소켓을 이용하여 통신한다. 다중 채널의 음성·동영상의 빠른 실시간 통신을 동시에 지원하기 위해선 멀티 스레드 방식으로 구현하고, 제어 채널과 데이터 채널에 각각 별도의 스레드를 할당하여 제어와 데이터 채널의 송수신이 독립적으로 이루어지도록 하였다.

또한 방대하고 복잡한 교환시스템을 단순화시켜 교환시스템의 핵심기능을 집중적으로 연구·설계함으로써 효율적인 시스템 개발이 이루어지도록 하였다. 그리고 VoIP 시스템의 단말과 교환서버의 구조를 설계하고,

호제어를 위한 메시지와 자료구조의 정의와 상태천이를 설계하였고, 사용자간 통화를 위한 착발신 단말 간의 호제어 메시지 흐름을 설계하였다.

본 연구를 통해 교환시스템의 내부구조와 동작을 파악하고 프로토콜 구현기술을 습득할 수 있는 정보통신 교환시스템의 연구를 위한 토대를 마련하고, 본 연구의 VoIP 시스템은 유비쿼터스 시대에 발맞추어 무선영상전송, 홈 네트워크, 로봇 제어 등 다양한 분야에 응용될 수 있을 것이다. 향후 본 연구의 설계를 바탕으로 Binary-CDMA 무선 VoIP 시스템을 개발할 것이며, 이의 구현방법과 기술에 관한 연구를 수행할 것이다.

참고문헌

- [1] Samrat Ganguly, Sudeept Bhatnagar, "About the VoIP: Wireless, P2P and New Enterprise Voice over IP", Wiley Inc., June 2008.
- [2] KETI, "Binary CDMA Technology Overview", Wireless PAN Project Office, KETI, 2003년 2월.
- [3] Samsung Electronics, "S3C6410X Application Notes", S3C6410X RISC Microprocessor, July 2008.
- [4] 전자부품연구원, "Koinonia 표준 규격서 물리계층과 데이터링크계층 규격", 전자부품연구원 무선 PAN 사업단, 2004년 10월.
- [5] Samsung Electronics, "S3C6400/6410 Multi-Format Codec API Document", S3C6400/6410 RISC Microprocessor, September 2008.
- [6] ITU-T Recommendation H.323, Packet based multimedia communication system, February 1998.

저자소개



최재원(Jae-Won Choi)

1988년 2월 고려대학교
컴퓨터공학과 (공학사)

1990년 8월 미시간주립대학교
컴퓨터공학과
(공학석사)

1995년 8월 건국대학교 전자공학과 (공학박사)
1990년 10월~1997년 8월 삼성전자 정보통신연구소
선임연구원

1997년 9월~2011년 현재 경성대학교 컴퓨터학부
정교수

※관심분야: 정보통신망, 이동통신, 인터넷응용,
운영체제