

무선 CATV망의 원격 관리 및 제어 시스템의 개발

正會員 송 문 규*, 이 상 설**

Development of the Remote Management and Control System for Wireless CATV Network

Moon Kyou Song*, Sang-Seol Lee** *Regular Members*

※이 논문은 96년도 SK 텔레콤과 한신기계주식회사 및 원광대학교의 교비의 일부 지원에 의해서 연구됨.

요 약

SK 텔레콤에서 국내 기술로 개발 중에 있는 LMDS 무선 CATV 망을 구성하는 기지국과 중계기 등의 원격 송수신 장치를 원격관리 및 제어하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 중앙제어부에 중앙제어부를 설치하고 기지국과 중계기 등에 있는 원격 송수신 장치에 원격 송수신 장치부를 설치하여 공중전화망을 이용하여 원격송수신 장치의 상태를 감시하고, 동작을 제어한다. 여분의 송수신 장치를 함께 설치하였으며, 원격 송수신 장치부는 만일의 사태가 발생할 경우 동작을 자동적으로 절체할 수 있도록 하였다. 원격 송수신 장치부는 중앙제어부에서 하달된 명령을 수행하기도 하지만 고장이나 정전 등의 비상상황이 발생하면 중앙제어부에 이 사실을 통보하는 기능도 갖는다. 본 연구에서 개발한 중앙제어부와 원격 송수신 장치부를 대덕연구단지의 SK 텔레콤 중앙연구소와 인근에 설치한 BTX, PPTX 및 PPRX 등에 설치하여 운용에 성공하였으며, 원격 관리를 요하는 다른 분야에 다소의 수정으로 활용할 수 있다.

ABSTRACT

Remote management and control system for LMDS wireless CATV network which is being developed at SK Telecom is developed. This system is composed of central control division located at head center and remote units for remote transceivers equipped in base stations and repeaters. It monitors the state of the remote transceivers and controls the operations using PSTN for interface. Remote transceivers would be equipped in pairs, and the operations are exchanged automatically in case of emergency situations. The remote units are designed not only to perform commands from central control division, but to inform emergency situations such as disorder and power failure. This system works well, which is established at Central research center in SK Telecom with remote units

*원광대학교 공과대학 제어계측공학과

**원광대학교 공과대학 전기공학과

論文番號: 97327-0912

接受日字: 1997年 9月 12日

such as BTX, PPTX, and PPRX. This system could be utilized in other applications requiring remote control through slight modifications.

I. 서 론

최근 정보화와 함께 통신 기술의 비약적인 발전으로 인하여 방송과 통신의 융합이 가속화되고 있는 상황에서 FTTH 구축으로 인한 초고속정보통신망의 경제성 문제가 대두된 반면 고속 모뎀의 개발로 인한 CATV의 양방향화가 가능해짐에 따라 향후 양방향 멀티미디어 서비스의 실현을 위한 해결책으로 CATV가 가장 강력한 후보자로 등장하고 있다.

'95년 3월부터 시작된 유선 CATV 방송은 망의 포설 및 확장, 양질의 프로그램 제작 및 확보, 가입자 확보 등에 있어서 상당한 어려움에 직면하고 있다. 이에 반해 무선 CATV는 유선 CATV에 비해 경제성 및 망 유연성에 대해 상당한 장점을 지니고 있으며, 공중파 방송에 비해서는 향후 양방향 디지털 시스템으로의 발전을 통해 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 발전성을 지니고 있다. 특히 한국의 경우 지역방송 사업자의 사업구역이 협소하고 농어촌 지역이나 인구가 밀집된 대도시 상가지역 등은 유선망 포설이 어렵기 때문에 무선망에 의한 서비스 확대 보급이 훨씬 경제적이라 할 수 있다. 무선 CATV는 현재 보급 초기단계로서 70여개 국에서 500만 가구 이상에 서비스를 제공하고 있으며 빠른 성장률을 보이고 있다.

무선 CATV란 프로그램 전송을 기존 동축선을 이용하지 않고 무선을 이용하여 제공하는 방식의 서비스이다. 무선 CATV의 전송방식은 주파수 대역 및 서비스 특성에 따라 크게 세가지로 분류할 수 있다. 현재 많이 서비스를 제공하고 있는 2.5GHz 대역의 무선 CATV는 MMDS라 하고, 미국과 캐나다를 중심으로 최근 가장 두드러진 발전을 보이고 있는 LMDS 방식은 28GHz 대역을 사용한다. 이 밖에 MVDS 방식이 존재하나, 이는 아직 완전한 시스템으로 검증이 되지 않은 상태이다. 국내의 경우 현재 SK텔레콤과 금호텔레콤에서 LMDS방식의 시스템을 개발 중에 있으며, 한국무선 CATV사와 태평양 시스템에서는 MMDS 시스템을 개발 중에 있다. 28GHz의 LMDS는 PCS, DAB, LEO에 의한 MSS, MEO 등의 다른 서비스와의 주파수 간섭문제를 가지고 있는 2.5GHz의

MMDS에 비해 향후 멀티미디어로의 발전을 고려한 가장 적절한 대안으로 인식되고 있다[1].

본 연구에서는 SK 텔레콤에서 국내 기술로 개발 중에 있는 LMDS 무선 CATV 망을 구성하는 기지국 등의 원격송수신 장치를 원격관리 및 제어하는 시스템을 개발하였다.

II. 원격제어시스템의 구성

본 연구에서 개발하는 원격제어 시스템의 전체 구성은 그림 1에 보인 바와 같다. 무선 CATV 망을 구성하는 기지국과 중계기에는 점대점수신기(point to point receiver: PPRX), 점대점송신기(point to point transmitter: PPTX)와 주전송기(Broadcasting Transmitter: BTX) 등의 원격 송수신 장치가 있다. 중계기는 한 쌍의 PPRX와 PPTX로 구성된다. 이들을 관리, 통제하는 원격관리망은 크게 중앙제어부와 원격 송수신 장치부로 나누어 볼 수 있다. 중앙제어부에 위치하여 전체 무선 CATV 망을 관장하기 위한 중앙제어부에는 전체 시스템의 원격제어를 총괄하는 MCPU(Master Control Processing Unit)와 외부의 원격 송수신 장치부와 통신하기 위한 CCU(Central Communication Unit) 시스템을 둔다. CCU 시스템은 한 장의 CPU 보드와 여러 장의 CCU 보드를 VME 버스[2]로 연계하여 구축한다. 기지국 및 중계기의 원격 송수신 장치에 설치될 원격 송수신 장치부에는 CCU와 연계하여 정보의 송수신 및 관리를 담당하는 RCU(Remote Communication Unit)와 원격송수신 장치의 상태를 취하고, 이들의 on/off를 제어하기 위한 SCU(Switch Control Unit)를 설치한다. PPTX, PPRX, BTX 등의 원격 송수신 장치는 비상상황을 대비하여 예비 송수신 장치를 함께 설치하여 운영할 예정이며, SCU는 현재 동작 중인 송수신 장치의 상태를 감시하며, 고장 등의 비상사태가 발생할 경우 여분의 송수신 장치에 동작을 절체하는 역할을 수행한다. 중앙제어부의 CCU와 각 원격 송수신 장치의 RCU들은 PSTN 망을 통해 연결됨으로써 중앙통제부의 MCPU와 모든 원격 송수신 장치 사이에 원격제어 통신망이 구성된다.

이들의 구성과 동작은 다음에 설명하였으며, 본 연구에서는 중앙 제어국의 MCPU와 CCU 시스템 및 원격송수신 장치에 설치할 RCU와 SCU를 개발하였다.

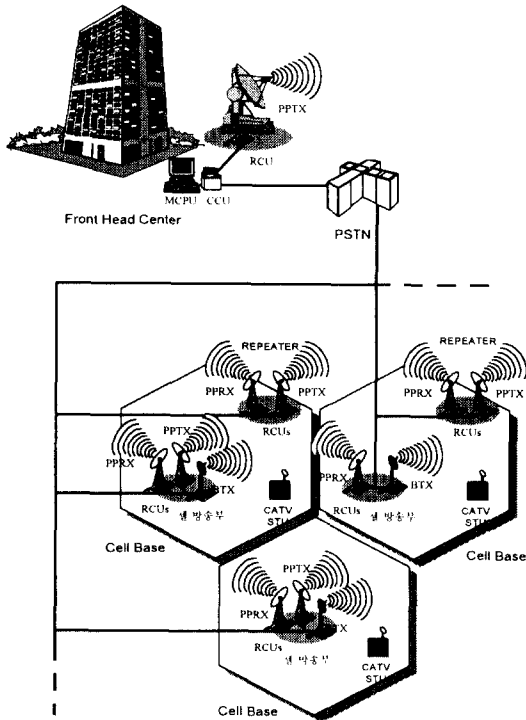


그림 1. 무선 CATV를 위한 원격제어시스템의 구성도
Fig 1. Block diagram of the remote control system for wireless CATV

1. 중앙제어부

중앙제어국에 있는 중앙제어부는 MCPU와 CCU 시스템으로 구성된다. MCPU는 워크스테이션을 이용하여 구현하며, CCU 시스템은 VME 버스를 이용한 서버랙의 형태로 구현된다. MCPU는 CCU 시스템과 이더넷(ethernet)을 통해 연결되며, CCU 시스템의 CCU는 PSTN망을 경유하여 기지국이나 중계기에 위치하는 각각의 송수신 장치의 RCU와 접속된다. 원격송수신 장치부는 모든 PPRX, BTX, PPTX 등 마다 부착되며, MCPU의 요구에 따라 각 송수신 장치의 상태신호를 수집하고 제어신호를 제공하는 역할을 수행한다. 이를 위해 각각의 원격 송수신 장치의 SCU

에는 전력레벨의 측정을 위한 A/D 보드 등의 기능을 장착하여 RCU와 연결된다. 또한 RCU는 정전 사태가 발생하였을 경우 원활한 동작을 수행하도록 장착하게 될 UPS의 전원 상태를 검사하는 기능을 갖는다.

시스템의 초기 설정시 MCPU는 CCU 시스템부터 순차적으로 각각의 원격 송수신 장치부에 대한 초기화를 수행하여 각 셀의 운영을 개시하여 시스템을 점진적으로 확장시킨다. 시스템이 설정되어 정상적으로 운영되면 주기적으로 각 셀들의 상태신호를 수집하여 이용한다. 아울러 비상상황이 발생한 원격 송수신 장치부로부터 PSTN 망을 통해 인터럽트 요청을 받아 분석하여 그에 대응하는 서비스 루틴을 수행할 수 있게 한다. CCU 시스템은 MCPU의 원격제어를 PSTN 망을 통하여 가능하게 하기 위한 다이얼링 기능과 자료송수신 기능을 갖는다. 따라서 CCU 시스템은 MCPU의 요구에 따라 원격송수신 장치부에 전화 발신을 이용하여 자료를 수집하거나 제어명령을 전달한다. 또한 원격송수신 장치에서 비상상황이 인지되면 CCU 시스템의 전화수신을 통해 비상상황에 대한 내용을 받아 MCPU에 전달한다. CCU 시스템은 전화가 증설될 경우에 대비하여 확장성을 갖도록 구성된다.

2. 원격 송수신 장치부

RCU와 SCU로 구성되는 원격송수신 장치부는 원격지의 기지국이나 중계기에 설치, 운영되는 PPRX, BTX, PPTX 등의 원격송수신 장치마다 각각 장착된다. RCU는 CCU와 마찬가지로 PSTN망을 경유하는 데이터 송수신(발신 및 착신) 기능을 가지고 있어서 CCU의 발신에 응답하여 원격 송수신 장치의 상태에 대한 자료를 MCPU의 요구에 따라 정기적으로 전송하거나 제어 명령을 수신한다. 또한 원격 송수신 장치들에 정전 및 고장 등의 비상상황이 발생한 경우 MCPU로 CCU를 통한 전화를 발신하여 인터럽트 형태의 비상상황을 통보한다. SCU는 RCU와 송수신 장치들 간의 매개역할을 수행하며, 여분의 송수신 장치로의 자동철체 기능을 갖는다. 각각의 PPRX와 PPTX에는 전력레벨의 측정을 위해 8비트 A/D 변환기가 장착되어 RCU에 디지털 정보를 제공하게 되며, BTX의 경우에는 이의 구현을 위해 사용된 TWTA에 의해 자체적으로 제공하는 전력레벨에 관한 디지털

정보를 RS232C를 이용한 통신 기능을 이용하여 수집하도록 한다.

원격 송수신 장치부는 원격송수신 장치에 부착하여 무인으로 작동할 수 있는 크기를 갖는다. 또한 UPS의 입력 전원에 대한 정전 발생과 회복에 대한 상황을 전화 발신을 이용하여 중앙통제부에 통보하는 기능을 갖는다. 또한 송수신 장치마다 자동 절체 기능을 설치하여 하나의 송수신 장치가 고장이 난 경우에는 다른 여분의 송수신 장치가 이를 감지하여 자동적으로 그 동작을 연결하도록 하여 방송중단의 사태에 대처할 수 있도록 하였다.

CCU와 RCU들에는 전화선을 이용하여 상호연결되어 데이터를 주고 받는 인터페이스를 제공한다. 원격 송수신 장치들에는 고유 id를 부여하고, MCPU에서는 이 id를 매개변수로 하여 해당 RCU의 모든 정보를 보관, 관리하게 된다. 전화선을 통하여 정보를 교환할 때 신뢰성 있는 통신이 이루어지도록 하기 위해 다음과 같이 2단계의 대비책을 마련한다. 먼저 CCU와 RCU 사이에는 적절한 프로토콜을 설정한다. 이리하여 정의된 프로토콜에 벗어난 송수신이 발생하면 이를 검파하고 통신을 중지할 수 있게 된다. 또한 전송 중 발생할 수 있는 에러에 대비하여 신뢰성 있는 통신을 할 수 있도록 체크섬(checksum)을 통해 발생된 에러를 검출할 수 있게 한다.

III. 시스템 구현

1. 중앙제어부

구현된 중앙제어부의 구성은 그림 2에 보였다. MCPU는 중앙제어부에 위치하여 원격 송수신 장치들에 대한 상태를 감시하고, 이들에 대한 정보수집과 제어 및 비상사태에 대처하는 등의 전체적인 무선 CATV 망의 관리를 수행한다. 본 개발에서는 이러한 MCPU를 Sun 워크스테이션을 이용하여 구현하였으며, 망 관리의 효율을 위해 Motif를 이용한 GUI 사용자 인터페이스를 채용하여 구현하였다. 그림에서 우측에 보인 VME 랙 형태가 본 연구에서 개발한 CCU 시스템이다. CCU 시스템은 하나의 CPU 보드와 4장의 CCU 보드들로 구성되었으며, 하나의 CCU 보드에는 2개의 CCU가 실장되어 보드 당 2포트의 전화선을 갖게 된다.

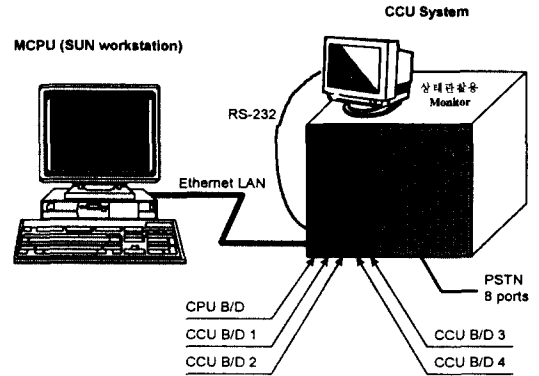


그림 2. 중앙제어부
Fig 2. Central control division

(1) MCPU 구현

MCPU가 수행하는 기능들에는 다음과 같은 것들이 있으며, CCU와 이더넷을 통해 연결되어 정보교환을 수행한다.

① 송수신 장치의 초기화 및 종료

본 시스템의 동작은 각 셀과 센터간의 신호를 주고 받을 수 있게 함으로써 개시된다. 이를 위해서는 각 셀 단위의 순차적인 동작개시를 통하여 전체 시스템이 가동되어 설정한다. CCU의 각 전화번호에 대한 입력 및 동작 모드 설정을 통해 초기화를 수행하며, RCU와 각각의 PPRX, PPTX, BTX에 대한 레벨 설정, 동작 설정 및 TWTA의 Beam On/Off 등의 초기화를 통한 일련의 과정을 수행함으로써 정상적인 동작상태를 설정한다. 특히 BTX에 사용된 TWTA의 수명 연장을 위해 TWTA의 Beam On/Off 명령 수행 이전에 입력신호의 차단을 수행하도록 설계하였다. 한편 유지보수 혹은 수리를 위하여 송수신 장치의 동작을 중지시킬 필요가 있을 시에는 PPRX, PPTX, BTX에 대한 동작 차단 등을 통한 일련의 과정을 거쳐 동작을 중단시킬 수 있도록 하였다.

② 송수신 장치의 원격감시

각 셀의 전원, PPRX, PPTX, BTX 등의 상태 정보를 셀 단위로 정기적으로 수집한다. 이때 각 셀의 상태조회는 시간 간격을 설정하여 자동적으로 이루어질 수도 있고, 필요시 특정 셀에 대한 단독적인 상태조회도 가능하도록 설계하였다.

③ 긴급상황시 대처

각 원격 송수신 장치에서 조치가 불가능한 이상이나 고장이 발생할 경우 RCU로부터 요구된 인터럽트를 수신하여 이를 사용자에게 알리고, 그 상태를 기록한다. 특히 인터럽트 수신시에 페이지를 통해 사용자에게 이를 알릴 수 있도록 하는 페이지 기능의 설정 및 해제 기능을 갖도록 설계하였다.

④ 데이터 운용

MCPU에서는 각 셀에서 수집된 상태정보를 보관하고 각각의 CCU 및 RCU와 관련된 상태정보를 관리하고, 모뎀의 가동률 등의 통계를 제시한다. 또한 해당 RCU에 대한 명령이 수행되거나 RCU로부터 인터럽트가 수신되어도 자동적으로 입력된 해당 RCU의 최근 상태로 수정되도록 하였다.

⑤ 망관리

MCPU와 RCU 간의 통신을 담당하는 통신 포트의 확장, 전화번호의 변경 등에 대처하여 관리하는 기능을 갖도록 하였다. 특히 대표전화 번호의 변경 명령 기능을 제공하여 특정 RCU에 대한 대표전화의 변경이 가능하다. 이리하여 각 RCU가 인터럽트를 요청하는 CCU가 RCU 별로 다르게 설정할 수 있으며, 특히 지역번호에 무관하게 RCU의 설치가 가능하다. CCU 및 RCU의 추가가 가능하며, 설정된 CCU 및 RCU의 설정 내용의 변경도 가능하도록 설계하였다.

⑥ 송수신 장치의 원격 제어

사용자가 MCU의 자료를 이해하기 쉽고 편리하게 이용할 수 있도록 GUI를 이용한 사용자 인터페이스를 프로그램하였다. 특히 MCU의 사용을 허용받지 않은 사용자로부터 보호하기 위한 명령 기능의 설정 및 해제를 암호를 통해 실시하도록 하였다. 또한 암호는 사용자가 편리한 대로 변경이 가능하도록 설계하였다. RCU에 대한 명령을 수행하고자 할 때 RCU id 만을 입력하면 해당 RCU의 전화번호가 자동적으로 표시될 뿐 아니라 최근의 RCU 상태도 화면에 그래픽컬하게 표시되므로 사용자가 이를 보고 적절한 명령을 수행할 수 있도록 하였다. 여기에서는 각 RCU를 강제 동작, 강제 차단, 정규 동작, 정규 차단 뿐 아니라 상태 조회 및 Pair RCU와 자동 질체의 기능을 명령할 수 있도록 설계되어 있다. 초기 화면의 바탕 윈도우에는 현재 설정의 변경 및 정보의 처리 상태, CCU의 전화 통신 중의 상태가 화면에 표시되므로 사용자가 명령 수행 및 인터럽트 수신 등에

관한 현재의 통신 상황을 그 자리에서 확인할 수 있도록 하였다.

(2) CCU 시스템의 구현

CCU 시스템은 VME 버스를 이용한 서브랙의 형태로 구현하였으며 이에 CPU 보드 및 여러 장의 CCU 보드로 구성된다. CPU 보드는 MVME 162 보드를 이용하여 구현하였다. 이 보드는 68C040의 마이크로프로세서를 이용하며, 25MHz의 속도와 4MB DRAM, 128KB 비휘발성 SRAM, 1MB 후레쉬 메모리 및 4 포트의 RS232 포트를 가진다. 본 연구에서는 이 보드의 ROM에 MCU와 이더넷을 이용한 정보 교환과 VME 버스를 관장하여 CCU 보드와의 정보 교환을 수행하는 기능을 갖도록 프로그램하였다. CCU 보드는 VME 서브랙 상의 1번 슬롯에 있는 CPU 보드로부터 VME 버스를 통하여 명령을 전달받고 그 결과를 CPU 보드에 통보하게 된다. CPU 보드로부터 받는 명령들에는 RCU의 ID 조회, RCU의 상태 조회, 전체 박스에 대한 동작 스위치에 대한 ON/OFF 명령 등 다수가 있다. 이러한 명령들은 PSTN 망을 통하여 RCU에 전달된다. RCU 보드에서는 DTMF (dual tone multi-frequency) 신호[3]를 이용하여 이러한 명령들을 수신하고, 그에 대한 행위를 수행한 후 그 결과를 호가 연결된 전화를 통하여 CCU 보드에 전달한다.

하나의 CCU 보드에는 각각 MC68000 마이크로프로세서[4]에 의하여 제어되는 2 개의 CCU를 구현하였다. 설계된 원격 제어 시스템에는 이러한 CCU 보드를 여러 개 장착할 수 있도록 하였다. 이러한 CCU 보드의 확장성은 통신용량의 폭주 시 융통성 있게 시스템을 확장할 수 있는 장점을 제공하고 있다. CCU 보드는 VME 버스를 통하여 CPU 보드와 정보를 주고 받을 수 있는 기능을 지니며, CPU 보드가 마스터 기능을 갖고 CCU 보드는 슬레이브 역할을 갖도록 하였다. 8개의 전화와 연결하여 원격 정보를 취합하고 관리하는 기능을 갖게 하기 위하여 전화의 호 발신 및 신호 취합 등을 상호 독립적으로 수행할 필요가 있다. 따라서 CCU 내에 존재하는 슬레이브는 CPU 보드의 입장에서 상호 다르게 인식될 수 있게 하였다.

명령은 워크스테이션으로 구현한 MCU로부터 이더넷을 통해 CPU 보드로 전달된다. 명령을 전달받은

CPU 보드는 VME 버스를 통해 이를 해당 CCU 보드에 전달하여 실질적인 명령을 PSTN 망을 통하여 RCU에 하달할 수 있도록 전화를 걸고 전화가 상호 연결된 후 DTMF 신호를 이용하여 명령을 전달한다. CPU 보드가 MCPU 보드로부터 받은 명령을 가공 후 해당 CCU 보드에 전달할 때 VME 규격에 따라서 VME 버스에 장착된 해당 CPU 보드의 RAM에 명령 자료를 기록한다. 또한 RCU 보드로부터 명령의 수행 결과는 CCU 보드의 RAM에 기록되고 CPU 보드는 VME 버스를 통하여 주기적으로 모든 CCU의 RAM에서 정보를 수집한다.

CCU의 다양한 기능을 수행하기 위하여 CCU는 마이크로프로세서를 이용하는 제어기능을 갖는다. 본 개발에서 사용된 CCU 보드의 CPU는 MC68000이며 68핀 PLCC 형태를 이용하여 PCB보드에서 차지하는 면적을 줄이도록 하였다. 설계 시 사용된 마이크로프로세서는 16비트 길이의 데이터를 CCU 보드의 내부 버스에서 사용한다. 그림 3은 CCU의 블록도를 나타내고 있다. CCU에서 수행할 수 있는 기능들은 다음과 같다.

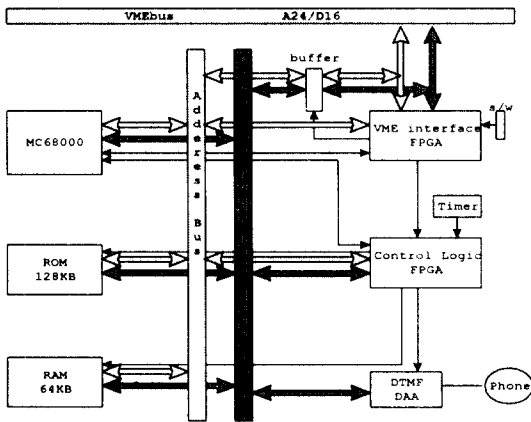


그림 3. CCU의 구성도
Fig 3. Block diagram of CCU

① 버스의 공유 기능

CCU 보드가 슬레이브로 동작되어 자료를 공유할 수 있게 하기 위하여 CCU 보드의 마이크로프로세서가 자기 보드에 있는 RAM에 있는 자료를 프로그램의 수행을 위하여 읽고 쓸수 있음은 물론 CPU 보드

가 VME 버스를 통하여 CCU 보드에 존재하는 RAM에 대하여 읽기와 쓰기를 수행할 수 있어야 한다. 따라서 만일 VME 버스를 경유하여 CPU 보드의 CPU가 CCU 보드의 RAM을 이용하려면 MC68000 CPU에게 버스 요청(bus-request)을 하고 그에 대한 승인(bus grant)과 함께 버스에 대한 제어를 놓아서 VME 버스를 통한 CPU 보드의 RAM 접근이 가능하게 하는 기능을 갖는다.

② 타이머 인터럽트 기능

PSTN망을 이용하여 RCU와 통신을 수행하기 위해서 전화에서 이용되는 호 처리 과정(호의 연결상태 확인 및 이상 발생 상태 등)에 대처하기 위하여 시간의 경과를 정확하게 파악할 수 있는 기능을 요구한다. CCU 보드에서는 이러한 기능을 타이머 인터럽트 5번을 사용하여 매 초당 17회의 타이머 인터럽트를 요청하고 이 때 변수 time_value가 1씩 증가하도록 하였다.

③ 128KB의 ROM

CCU 보드의 MC68000이 동작을 수행하려면 초기 전원 인가 상황에서 초기 프로그램을 가져오는 등의 실행 프로그램이 ROM에 내장되어 동작되어야 한다. 이러한 동작을 가능하게 하고 프로그램할 수 있는 용량을 키우기 위하여 두 개의 27C512를 사용하여 128KB의 용량을 갖게 하였다.

④ 64KB의 RAM

2개의 62256을 이용하여 64KByte의 RAM을 구성시키고 있다. CCU의 로컬 버스는 16 비트로 동작하고 있기 때문에 8비트짜리 RAM IC 2개를 사용한다. 이 RAM은 VME 버스를 통한 접근이 가능하며 VME 서브래에 여러 개의 CCU가 탑재되어 작동될 수 있기 때문에 각 CCU의 RAM에 대한 접근 번지는 VME 버스의 입장에서 서로 다르게 보이게 하고 있다. 이러한 특징은 RAM을 MC68000이 보는 번지와 VME 버스가 보는 번지를 서로 다르게 하고 있다. 8개의 서로 다른 CCU에 대한 VMEbus의 관점에서 본 번지는 표 1과 같다. 각 CCU의 RAM은 64KB를 차지하고 있으며 CCU를 집적시키기 위하여 하나의 보드에 CCU를 2개씩 구현하였다. 각 CCU 보드는 각 CCU 보드에 설정된 스위치 값에 의하여 구분할 수 있도록 하였다.

그림 4는 CCU에 해당되는 메모리 맵을 VMEbus

표 1. CCU의 메모리 번지 할당

Table 1. Memory address assignment for CCU

CCU 보드번호	CCU 번호	할당된 메모리 번지
#1	#1	\$f0000000~\$f000ffff
	#2	\$f0010000~\$f001ffff
#2	#3	\$f0020000~\$f002ffff
	#4	\$f0030000~\$f003ffff
#4	#5	\$f0040000~\$f004ffff
	#6	\$f0050000~\$f005ffff
#4	#7	\$f0060000~\$f006ffff
	#8	\$f0070000~\$f007ffff

의 관점과 MC68000 CCU의 CPU 관점에서 나타낸 것이다. 이 메모리 맵에서 알 수 있듯이 ROM에 대한 접근은 VMEbus에서는 불가능한 반면 RAM과 I/O에 대한 접근은 가능하게 되어 있다. 로컬 버스는 16비트로 구성되었고 짝수 번지는 D15~D8, 홀수 번지는 D7~D0와 대응되게 된다.

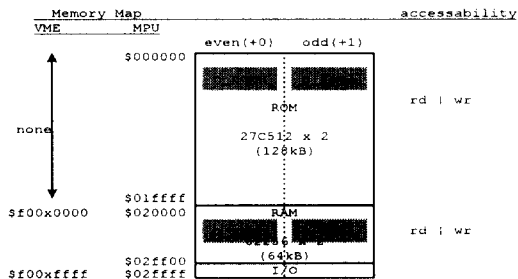


그림 4. CCU의 메모리 맵
Fig 4. Memory map for CCU

RAM의 역할은 단순하게는 프로그램의 실행을 위한 자료를 저장하는 곳이다. 그 용도를 더 자세하게 분류하여 CCU에서 사용되는 각 부분별 역할을 보면 다음 그림 5와 같다. 이 그림은 VME 버스의 입장에서 본 CCU의 RAM에 대한 메모리 번지별 용도를 설명하고 있다. 이제 각 번지별 용도에 대해 자세히 살펴보기로 한다.

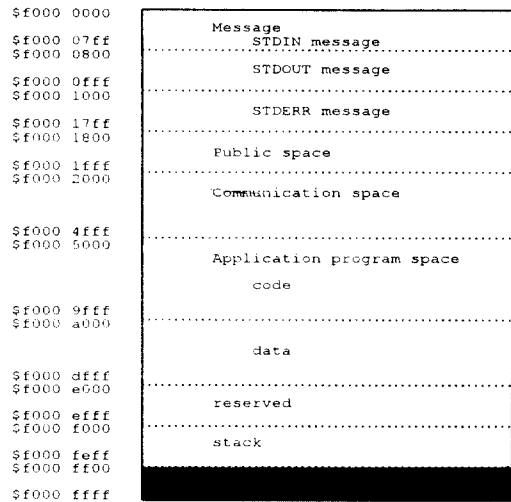


그림 5. CCU의 RAM에 대한 메모리 번지별 용도
Fig 5. Usage of RAM in CCU

a. 메시지 영역(Message space)

*STDIN 영역

이 영역은 CCU에 탑재된 프로그램이 수행되는 곳으로 UNIX의 stdin과 동일한 효과를 갖도록 하기 위하여 설정하여 놓았다. CCU는 별도의 console을 갖고 있지 않기 때문에 실시간 운영 시 자료를 입력받고자 한다면 디버거 등을 통하여 이 곳으로 입력받을 수 있도록 하여 운영의 확인을 편리하게 하기 위한 영역이다.

*STDOUT 영역

이 영역은 CCU에 탑재된 프로그램이 수행되면서 결과를 출력하는 영역이다. CCU는 자신의 콘솔(console)을 갖고 있지 않기 때문에 실시간 운영 시 이 영역에 결과를 ASCII형태로 출력하여 디버거 등을 이용하여 확인할 수 있게 함으로써 개발과 보수의 편리성을 도모하였다.

*STDERR 영역

이 영역은 STDOUT과는 달리 비정상적인 동작으로 인한 오류의 발생에 대한 메시지를 ASCII 형태로 출력하는 영역이다.

b. 공유(Public) 영역

이 영역은 타이머 인터럽트가 발생한 경우 Timer_value를 하나 씩 증가시키게 되는 변수와 CCU와

CPU 보드와의 통신을 위한 명령 체계 등이 기록되는 영역이다. Timer_value는 초당 17회의 타이머 인터럽트가 발생되어 그 때마다 1씩 증가되므로 이 값을 두 번 읽어 그 차를 계산하면 소요된 실시간을 계산할 수 있게 된다. 또한 CPU 보드로부터 다운로드받는 프로그램의 상황을 이 곳에 기록하고 MC68000은 이곳을 수시로 확인하여 변화가 발생하면 프로그램 카운터의 포인터를 해당 응용프로그램 영역으로 변환시켜 줌으로써 실시간의 프로그램 다운로드와 다채로운 프로그램의 실행을 수행할 수 있다. CPU 보드에서 CCU로 내리는 명령의 하달과 RCU 보드에서 CCU로 수집된 정보를 CPU 보드로 전달하기 위하여 그 확인을 위한 정보를 이곳에 기록한다.

c. 통신 영역(Communication space)

이 영역은 RCU로부터 수집된 정보를 기록하는 물론 CPU 보드로부터 전달받은 명령을 기록하는 장소이다. CPU 보드는 CCU로부터 명령을 하달할 장소를 공유 영역을 통하여 할당받아 그 장소에 명령을 기록한다. 또한 RCU로부터 취득된 정보가 있으면 공유 영역에 CCU가 취득정보를 확인시키는 기록과 통신 영역에 존재하는 취득정보의 위치를 기록한다. CPU 보드는 취득정보를 수집하는 과정에 해당 CCU의 공유 영역에서 취득정보의 존재를 확인하고 그 내용을 통신 영역에서 읽어간다.

d. 응용프로그램 영역(Application program space)

이 영역은 CPU 보드로부터 응용 프로그램을 다운로드하여서 실행하기 위한 곳이다. 개발 단계에서는 이 영역을 주로 활용하였다. 시스템의 동작을 검증하기 위하여 작성된 프로그램을 탑재시킬 수 있는 위치는 ROM과 RAM의 두 곳이 있는데 ROM을 이용하기 위해서는 여러 번 ROM 프로그래밍을 수행해야 하므로 시간과 작업의 번거로운 단점이 따른다. 반면에 이 응용프로그램 영역에 다운로드하여 이용한다면 워크스테이션에서 개발도구인 Spectra를 이용하여 간단하게 사용할 수 있는 장점이 있게 된다. 또한 완성 단계에 있어서도 기본적인 동작 프로그램은 ROM에 상주하게 되지만, 운용과 확장을 위하여 이 영역으로 작동 프로그램의 일부를 다운로드하여 동작시키고, 변경사항이 발생하면 별도로 ROM을 변경하지 않고 다운로드될 코드만을 수정 변경하여 사용할 수 있을 것이다.

e. 데이터 영역(Data space)

이 영역은 프로그램의 수행 시 선언된 변수를 저장하는 장소다. 이 영역의 활용은 링크(link) 시에 결정되며 초기화된 변수나 초기화되지 않은 변수를 이곳에 위치시킨다. ROM이나 다운로드를 이용할 때 초기화 변수는 사용하지 않는 것이 바람직하다. 왜냐하면 로더(loader)가 따로 존재하지 않으므로 데이터 영역의 RAM에 다운로드 시에 초기화 값이 쓰여지지 않기 때문이다.

f. 스택 영역(Stack space)

스택에는 로컬변수나 함수호출 시에 파라메타등이 저장되는 장소로서 스택포인터에 의하여 지칭되고 있다. 이 장소 역시 RAM에 위치하여 읽기와 쓰기 동작이 가능하다.

g. 입출력 영역(I/O space)

이 영역은 256바이트의 공간을 차지한다. 만일 SRAM의 64K바이트를 모두 사용한다면 중복되는 영역이 된다. 그러나 이 영역에 대한 동일한 어드레싱이 해결된다면 SRAM에 대한 접근은 금지되고 입출력으로만 동작되는 영역이 된다. 따라서 엄격히 말하면 CCU 내의 SRAM은 (64K-256)바이트를 사용하고 있는 셈이다. 이처럼 입출력 영역과 SRAM영역을 중복시킨 이유는 CPU 보드에서도 CCU에 존재하는 입출력을 제어할 수 있게 하기 위함이다. 이러한 기능을 추가함으로써 UNIX 기반에서도 개발 단계의 환경으로 상태를 모니터링할 수 있다. 이 입출력 영역은 여

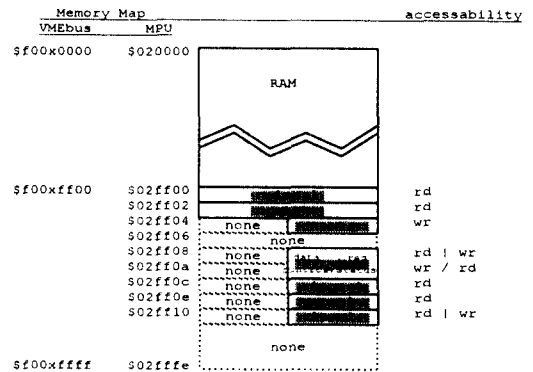


그림 6. 입출력 영역의 메모리 맵
Fig 6. Memory map for I/O space

러 종류의 자료를 수집하고, 특히 전화망을 이용한 RCU와의 통신을 위해 필요한 DAA와 DTMF IC를 제어하기 위한 어드레스로 활용한다. 그림 6은 입출력 영역에 대한 설정 어드레스 맵을 나타내고 있다. 이 중에서 n_dtmf, ringsel, cpsel, lcsel 등은 전화 기능의 제어를 위한 변수들이며, n_level, n_state, set 등은 RCU에서 안테나와 정보교환 및 제어 목적으로 사용하기 위한 변수들로서 CCU에서는 사용하지 않는 영역이나 CCU와 RCU를 동일한 구조로 설계하기 위해 할당된 것이다.

⑤ Reset 기능

CCU 보드를 리셋시키는 경우는 세 가지가 존재한다. 한 가지는 CCU 보드 내에 있는 리셋 스위치를 눌렀을 때 유발되고, 다른 경우는 CPU 보드가 리셋된 경우 그리고 또 다른 경우는 초기 전원인가 리셋의 경우이다. CPU 보드가 리셋되면 VME 버스의 모든 보드들에게 리셋 신호가 전달되고 그에 따라 CCU 보드들도 리셋된다. 전원을 새로이 인가할 경우에는 RC 시정수를 이용한 555 타이머[5]를 이용하여 리셋 상황을 만든다. 이 세 가지 경우의 리셋은 한 경우만 발생되더라도 MC68000을 리셋시키는 논리적으로 OR의 상황으로 동작된다.

⑥ 전화 착/발신 기능

전화의 착/발신 기능을 내장하여 CCU와 RCU 사이의 통신이 PSTN 망을 통하여 가능하다. 이러한 특징은 RCU에 대한 상태 정보를 전화가설이 가능한 산간, 빌딩옥상, 야외 등 어느 지역에서라도 수집 가능하게 한다. 전화의 착발신 기능을 수행하기 위하여 DTMF 신호를 이용한다. 이를 위해 본 개발에서는 Mitel사의 MT8880C DTMF 송수신 IC를 이용한다. 이 소자는 내부적으로 증폭도를 조절할 수 있는 고정능의 DTMF 수신기와 DTMF 발신기를 가진다. 또한 호처리 모드(call progress mode)를 선택할 수 있는 기능을 갖는다. 이를 이용하여 전화 다이얼링시에 필요한 주파수 신호를 감지하게 된다.

⑦ FPGA를 이용한 보드 설계

다양한 기능을 요구하는 디지털 보드를 설계 시 TTL IC를 사용하여 보드를 설계한다면 대단히 많은 수의 IC가 요구된다. 이 때 이를 FPGA(Field Programmable Gate Array)로 대체하면 TTL IC를 사용하여 설계한 경우보다 여러가지 장점을 갖는다. 본 개발에

서는 FPGA 개발 도구인 Cypress의 Warp3를 이용하였으며, ASIC의 설계에서 표준 언어로 자리매김하고 있는 VHDL을 이용하여 FPGA의 행위를 기술하였다. VHDL로 기술된 FPGA IC의 동작은 컴파일과 합성(synthesis) 그리고 시뮬레이션(simulation)을 통하여 FPGA에 프로그램하기 전에 모의실험할 수 있다. 일단 시뮬레이션이 성공적으로 완료되면 프로그래머를 이용하여 프로그램한 다음 실제 IC로서 동작을 확인하게 된다. 만일 수정 사항이 발생하더라도 VHDL 프로그램만을 수정하여 재 컴파일과 합성, 시뮬레이션, 배치 및 배선(place & routing), 시뮬레이션 등의 과정을 통해 새로운 FPGA IC의 동작을 얻을 수 있다. 이러한 단계는 개발 시 반복하여 수정을 요구하는 과정에 소요되는 시간을 절약하고 집적도를 높여서 소형의 보드에 다양한 기능을 추가할 수 있게 된다. CCU의 설계에서 사용된 FPGA는 2개이다. 하나는 VME 버스와 인터페이스를 위하여 사용되는 FPGA이고, 다른 하나는 CCU에 대한 제어신호를 생성하는데 사용되는 FPGA이며, 모두 VHDL을 이용하여 기술했다. VME 버스 인터페이스용 FPGA는 68핀의 CY382 IC[6]를 사용하여 주로 다음과 같은 슬레이브(slave) 기능을 갖는다.

- * VME 버스의 DS1, DS0 신호를 이용하여 UDS와 LDS 신호를 생성하는 기능
 - * 보드당 존재하는 2 개의 CCU에 대하여 한 개의 FPGA를 이용하여 인터페이스 담당
 - * VME 버스에서 발하는 어드레스와 따라 보드선택 스위치와의 일치성 확인 기능
 - * 해당 CCU에 버스 요청(bus request) 기능
 - * 해당 CCU로부터의 버스승인(bus grant)과 버스승인인지(bus grant acknowledge) 기능
 - * VME 버스의 유용한 어드레스 버스와 데이터 버스를 이용하기 위한 버퍼 제어 기능
 - * 생성된 DTACK을 VME 버스로 전달하는 기능
 - * VME 버스 상의 RD/WR 신호를 전달하는 기능
- 주로 CPU 보드로부터 CCU의 RAM의 데이터를 이용하기 위하여 필요한 제어를 담당하고 있다. 기술된 VHDL 행위를 Warp 3 FPGA 툴을 이용하여 컴파일하고 합성한 후 배치 및 배선이 완료된 모습은 그림 7과 같다. 이 그림에서 가장자리의 패드는 FPGA 칩의 IC 핀에 해당된다. 그리고 내부의 블록은 레지

스터와 조합 논리회로를 구현할 수 있는 기능을 갖는다. VME 버스 인터페이스용 FPGA의 경우는 실제 처리될 행위가 많지 않으므로 약 30%의 로직 블럭이 사용되었음을 볼 수 있다.

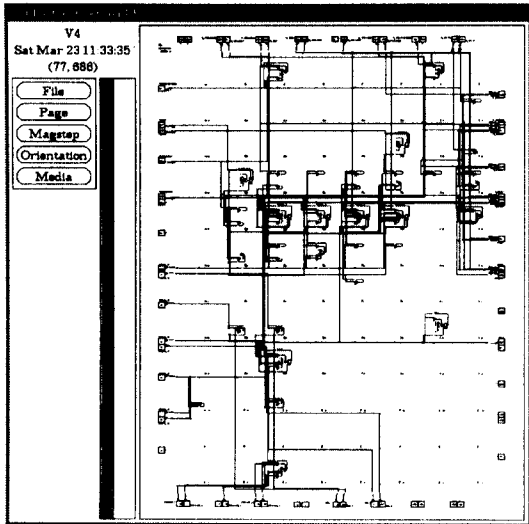


그림 7. VME 버스 인터페이스용 FPGA의 배선도

Fig 7. Routing diagram of the FPGA for VMEbus interface

CCU의 제어를 담당하는 FPGA는 84핀의 CY384A IC[6]를 이용하고 있으며 아래와 같은 기능을 수행한다.

- 어드레스 디코딩에 의한 ROM, RAM, DTMF 칩 선택 기능
- DTMF IC를 위한 E 신호 생성 기능
- 전화 수신(ringing) 확인 기능
- 전화의 루프 제어(Loop control) 기능
- DTACK 신호 발생 기능
- 타이머 인터럽트 발생 기능 및 자동벡터(auto vector) 생성 기능

이러한 기능을 수행하는 FPGA의 입출력 인터페이스를 VHDL로 기술하여 컴파일하고 합성한 후 배치 및 배선이 완료된 모습은 그림 8과 같다. 이 회로에서 알 수 있듯이 단순한 TTL 게이트 등을 이용하여 구현한 경우와 비교하여 보면 사용된 IC 수와 면적이 작음을 알 수 있다.

설계된 CCU 보드를 검증하고 소프트웨어를 개발

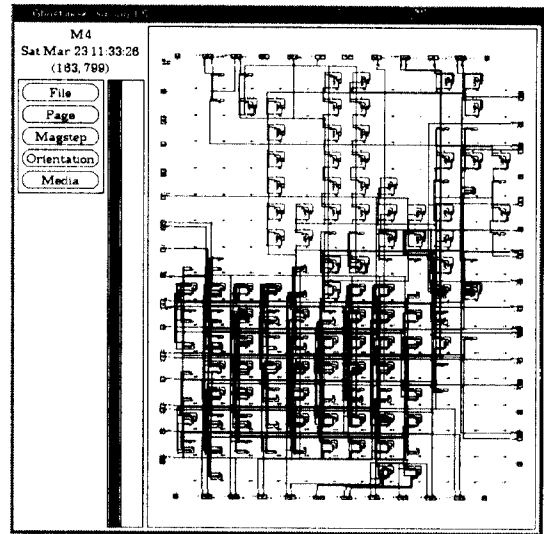


그림 8. CCU 제어용 FPGA의 배선도

Fig 8. Routing diagram of the FPGA for CCU control

하기 위하여 설계 도구로 Spectra를 사용하였으며, XRAY 디버거를 이용하여 타겟 보드의 프로그램을 순차적으로 수행시키고, C 언어의 printf 문과 유사한 문장용 Spectra의 도움을 얻어 가상 콘솔에 가상 터미널을 출력하여 개발 프로그램이 올바르게 작동하고 있는지를 확인하였다. 그림 9는 CCU 보드의 실제 구현된 모습이다.

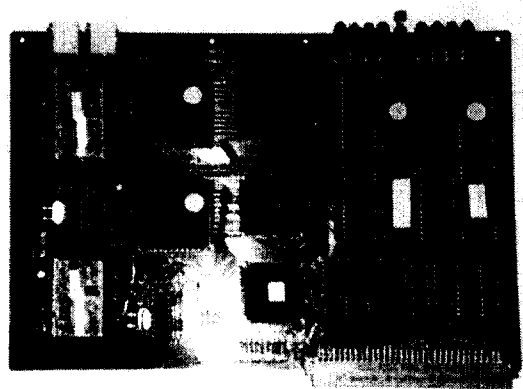


그림 9. CCU 보드

Fig 9. CCU board

2. 원격 송수신 장치부의 구현

원격송수신 장치부는 CCU와 통신 기능을 수행하는 RCU와 송수신 장치의 정보를 수집하고 동작을 제어하는 목적의 SCU가 있으나 이들은 하나의 보드로 구현하였다.

(1) RCU의 구현

RCU는 원격 송수신 장치에 부착되어 이에 관련된 정보를 수집하고 PSTN 망을 경유하여 CCU와 수집된 정보를 교환하며, 원격 송수신 장치에 대한 제어를 수행한다. RCU가 부착되는 원격 송수신 장치의 종류에는 PPRX, PPTX 및 BTX 등의 3가지가 있으므로 이들을 제어하기 위한 RCU도 각각 3가지가 설계되어야 한다. 그러나 모든 종류의 RCU에서 수행해야 할 기능은 유사하므로 이를 적용하고자 하는 원격 송수신 장치의 종류에 따라 설정된 스위치 값에 따라 하나의 보드에서 3가지의 기능을 수행하도록 설계하였다. 각 송수신 장치에 부착된 RCU가 지녀야 할 공통적 기능을 나열하면 아래와 같다.

- * 전화 송/수신 기능을 갖는다.
- * 전화를 이용하여 정보를 전달하는 기능을 갖는다.
- * 송신장치의 출력 레벨과 수신장치의 수신 레벨을 읽는다.
- * 송수신장치의 레벨이 최소값 및 최대값을 초과하면 MCU에 통보한다.
- * SCU의 절환에 대한 정보를 MCU에 통보한다.
- * 국부 발진기의 위상동기 오류 발생시 MCU에 통보한다.
- * MCU에서 전달된 안테나 ON/OFF 명령을 SCU에 전달하여 ON/OFF를 수행한다.
- * MCU에서 전달된 증폭기 출력 레벨을 설정한다.
- * MCU에서 요구된 위의 정보를 전화를 통하여 MCU에 전달한다.

위의 기능 중 송신장치의 출력 레벨을 수집하는 기능의 경우 PPTX의 경우는 A/D 변환기를 이용하도록 하였고, BTX의 경우는 BTX의 구현에 사용된 TWTA에서 제공하는 정보를 RS-232C를 이용하여 수집하였다. 그림 10은 구현된 RCU의 블록도를 나타내고 있다. 블록도에서 알 수 있듯이 RCU의 구조는 CCU의 구조와 매우 흡사하게 구현되었다. RCU는 VME 버스를 사용하지 않으므로 VME 인터페이스를 위한 버

스의 공유 기능을 가지지 않는 대신 원격 송수신 장치와 정보교환을 위한 입출력 기능이 추가되었다는 점이 CCU와 다른 점이다. 따라서 VME 인터페이스를 위한 버스의 공유기능을 제외한 모든 기능은 CCU와 동일하게 구현되었으며, 메모리 맵도 CCU의 경우와 동일하게 설계되었다. 다만 RCU에서 원격 송수신 장치와 정보교환을 위한 입출력 영역의 변수를 할당하였다. 이에 는 다음과 같이 n_level, n_state, set 등이 있으며 이들이 수집하는 정보는 다음과 같다.

- ① n_level: 이 번지에서는 16비트의 안테나 전력 level을 수신한다. 이 번지에서 읽는 형태는 BTX에서 읽은 자료 양식에 기준하여 3자리의 dB 형태로 값이 인식된다. PPTX와 PPRX의 경우도 동일한 형태를 취하기 위하여 A/D 변환된 값을 3자리의 BCD 형태로 변환하여 입력되도록 하였다.
- ② n_state: 이는 UPS의 상태와 SCU의 상태를 인식하는 번지이다. 이 곳에서 인식되는 정보는 UPS 상태, 국부발진기의 동기 상태, SCU로부터 전달된 최대 및 최소 출력레벨의 발생, 절체 상황의 발생 등이다.
- ③ set: 이 번지는 안테나의 감쇄기 설정 값과 안테나를 강제로 ON/OFF 하게 하는 정보를 갖는다.

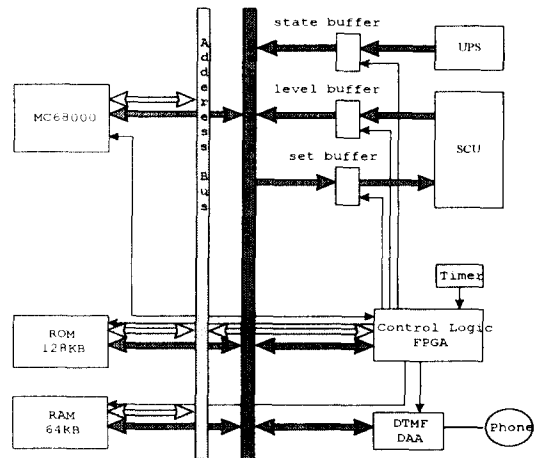


그림 10. RCU의 구성도
Fig. 10. Block Diagram of RCU

(2) SCU의 구현

SCU에서는 MCPU의 명령에 따라 원격 송수신 장치의 동작 및 차단할 수행할 뿐 아니라 현재 동작 상태를 파악하여 이상 발생 시 RCU에 보고하고 다른 여분의 원격 송수신 장치에 동작을 이전하는 역할을 수행한다. 이상의 동작을 수행하는 절체 제어부는 원격 송수신 장치의 종류에 상관없이 동일한 하드웨어와 소프트웨어를 사용할 수 있도록 설계되었다. SCU에서 마이크로프로세서는 널리 사용되고 있는 Intel사의 MCS-51 계열에 속하는 단일칩 마이크로프로세서인 87C51GB[7]을 사용하였다. 개발 환경으로는 마이크로텍사의 MCS-51 전용 개발 도구인 Easypack 8052를 이용하였다.

전원 인가 혹은 리셋에 의해 동작이 개시되면, 알고리즘의 수행을 위해 요구되는 변수의 초기값을 설정한다. 이때 동작 상태는 차단 상태로 초기화된다. 이후 원격 송수신 장치의 종류를 지시하는 DIP스위치의 설정값을 읽어서 각 장치의 종류에 따른 기본적인 설정을 한다. 이후부터는 전원이 차단되거나 다시 리셋되기 전까지 반복적으로 수행되는 루틴에 돌입한다. 여기서는 RCU의 명령과 송수신 장치의 동작 상태를 읽고 RCU의 명령에 따라 송수신 장치의 동작모드와 스위치의 설정상태를 결정하고, 송수신 장치의 동작의 이상유무를 결정한다. 현재 절체 제어부의 모드가 강제 모드인 경우에는 MCPU의 설정값에 따라 스위치의 설정이 정해진다. 이후 동작 모드가

MCPU에 의해 정상 모드가 되면 초기의 스위치 설정은 현재까지의 상태가 유지된다. 그러나 다른 송수신 장치로부터 동작개시 명령이 입력되면 그에 따라 동작을 개시한다. 한편 정상 상태 모드의 동작 중 이상 상태가 발생하면 다른 송수신 장치의 동작을 개시시키고 자신의 동작을 중단함으로써 자동 절체를 수행하며 이러한 상황은 RCU에 의해 중앙통제 센터에 보고된다. SCU에서는 이상의 과정을 계속 반복 수행한다. 본 시스템의 원격 송수신 장치부에 해당하는 RCU와 SCU는 실장을 위해 하나의 보드에 구현하였으며, 실제 모습은 그림 11에 보였다.

IV. 결 론

무선 CATV에 대한 앞으로의 전망은 과도한 설비비 및 공사비로 인한 유선 CATV의 가입자 확보의 어려움을 보완하는 상보적인 관계로 발전해 나갈 수 있을 것이며, 나아가 양방향 멀티미디어 통신 서비스가 공급되는 21세기의 유무선 종합 멀티미디어 서비스 제공을 위한 기반기술로 이용 가능할 것이다. 본 논문에서는 이러한 무선 CATV 망을 원격 관리 및 제어하는 시스템을 개발하였다. 개발 기간은 1996년 4월부터 1997년 2월까지로 약 10개월 간에 걸쳐 이루어졌다. 개발 단계에서는 원격 송수신 장치의 역할을 수행하는 하드웨어적인 시뮬레이터를 구성하여 동작을 시험하였다. 개발된 무선 CATV의 원격 제어 시스템은 대덕 연구단지에 소재한 SK Telecom사의 중앙연구소를 중앙통제센터로 하여 중앙제어부를 설치하고, 주변에 설치되어 시범운용 중에 있는 PPTX, PPRX 및 BTX 등 각 종류의 원격 송수신 장치에 원격 송수신 장치부를 실제 설치하여 운용한 결과 정상적인 동작에 성공하였다. 본 원격 감시 및 제어 시스템을 적용한 LMDS 방식의 무선 CATV 전송시스템은 27.5~28.5GHz에 이르는 1GHz의 대역폭을 사용한다. 점대점 송수신기인 PPTX 및 PPRX의 송출 전력은 약 1W 정도이고 신호의 커버리지는 단방향으로 5Km 정도이며, 방송용 주송수신기인 BTX는 10~20W의 전력으로 전송하며, 신호의 커버리지(coverage)는 반경 5Km에 이르도록 설계되었다. 그림 12와 그림 13은 각각 본 논문에서 개발한 중앙제어부와 원격 송수신 장치부를 대덕연구단지의 SK 텔레콤 중앙연구

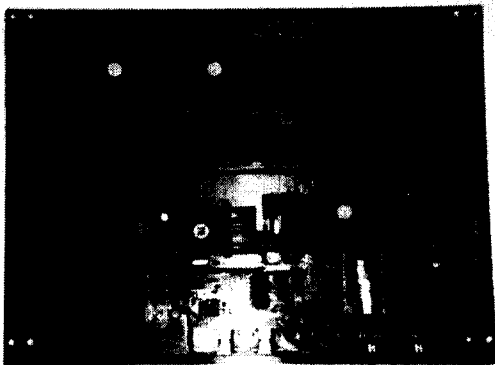


그림 11. 원격 송수신 장치부
Fig 11. Remote Unit for Transmitter and Receiver

소와 인공에 소재한 BTX에 설치하여 시범운영에 성공한 실제 모습이다.

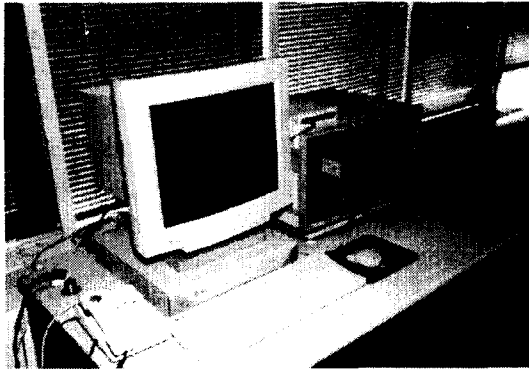


그림 12. SK 텔레콤 중앙연구소의 중앙제어부
Fig 12. Central control division at research center in SK Telecom Co.



그림 13. 원격송수신 장치가 설치된 BTX
Fig 13. BTX equipped with Remote Unit

이상의 시스템은 완전 독자 기술에 의해 설계 및 구현된 것으로서 무선 CATV 망의 원격 제어를 목적으로 하고 있으나, 무선 CATV 뿐 아니라 원격지에 분산 설치되어 제어 및 관리가 어려운 시스템의 원격 감시 및 제어 시스템으로 쉽게 수정되어 널리 활용될 수 있다. 본 시스템은 전화망에 대한 접근이 가능한 어떤 상황에 대해서도 적용이 가능하다는 것이 특징이다. 본 시스템에 대한 후속의 연구과제로는 위성

및 이동통신을 이용한 통신 기능의 보강을 고려할 수 있다. 또한 RCU에서 단말기의 추가적인 감지 기능을 보강함으로써 보다 확장성 있는 시스템의 개발을 고려할 수 있을 것이다.

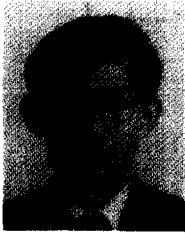
참 고 문 헌

1. 장해성, 광벽렬, 박순, "무선 CATV 기술동향", 한국통신학회지 정보통신 제13권, 제7호, 한국통신학회, 1996. 7
2. Peterson, W. D. *The VMEbus Handbook: A User's Guide to the IEEE 1014 and IEC 821 Microcomputer Bus*. Scottsdale, Ariz.: VMEbus International Trade Association, 1989.
3. "Applications of the MT8870 Integrated DTMF Receiver," MITEL Application Note MSAN-108, 1993.
4. Clements, *Microprocessor Systems Design*, 2nd ed., PWS-KENT, 1992.
5. *Analog/Interface ICs Device Data, Vol1, II*, Motorola Inc., 1995.
6. *Cypress Applications Handbook*, Cypress Semiconductor Co., 1996.
7. *Embedded Microcontrollers*, Intel Co., 1996.



송 문 규(Moon Kyou Song) 정회원
1988년 2월: 고려대학교 전자공학
학과(공학사)
1990년 2월: 고려대학교 대학원
전자공학과(공학석사)
1994년 2월: 고려대학교 대학원
전자공학과(공학박사)
1994년 3월~현재: 원광대학교 공

과대학 제어계측공학과 조교수
1997년 10월~현재: 한국전자통신연구원 초빙연구원
※주관심분야: 스펙트럼확산 통신, 무선이동통신, 채널코딩, 방송기술 등



이 상 설(Sang-Seol Lee) 정회원

1984년 2월: 고려대학교 전자공
학과(공학사)

1989년 2월: 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과(공
학석사)

1994년 2월: 한국과학기술원 전
기 및 전자공학과(공
학박사)

1994년 3월~현재: 원광대학교 공과대학 전기공학과
조교수

※주관심분야: 컴퓨터구조, 통신 및 응용 VLSI 설계,
테스팅, 영상처리 등