

## 표준 CEBus를 사용한 가전기기의 제어 방식에 관한 연구

송원국 이연천 김명식 김용득  
아주대학교 공과대학 전자공학과

A study on the network schemes of the home appliance using the CEBus.

Weon-Gook Song Yeon-Cheon Lee Myung-Sik Kim Yong-Deak Kim  
Dept. of Electronic Engineering  
Ajou University

### ABSTRACT

This paper deals with the network schemes of the home appliance using the CEBus. Protocol schemes which are based on the OSI 7-layer and CAL application were described. And also it was adapted for microwave oven as case study. As a result, it is shown that it operates well under CEBus protocol with only power line media.

### 1. 서론

가정내의 각종 가전기기는 전자기술의 발달에 따라 개별적으로는 놀라운 기능들을 사용자에게 제공 하며, 사용자가 이들 기기를 제어하기 위해서는, 리모콘을 사용하더라도, 이들 기기와 가까운 위치에 있어야 한다는 제약 요건이 따른다. 또한, 사용자가 외부에서 전화를 이용하여 특정 기기를 제어하고자 하는 경우와 같은 기기들 사이의 정보 전달이 필요한 경우도 있다. 이러한 문제를 해결하는데 있어서 꼭 필요한 것은 특정 제조자가 만든 기기들 사이의 통신이 가능한 것은 물론이고, 다른 제조자의 제품들과도 호환성이 있어야 한다는 것이다.

이와 같이 가정내의 각종기기를 손쉽게 제어하고, 서로 독립적으로 동작하는 장치들을 상호 접속하기 위해서 가정내의 정보 전송로를 버스화 시켜야 한다는 필요성이 대두됨에 따라 EIA에서 가정 자동화를 위한 표준 규격인 CEBus를 1989년에 발표 하였다.

본 논문에서는 이러한 CEBus 규격을 MWO(Micro Wave Oven)에 적용하여 MWO의 모든 기능을 제어하는 방법을 제시한다.

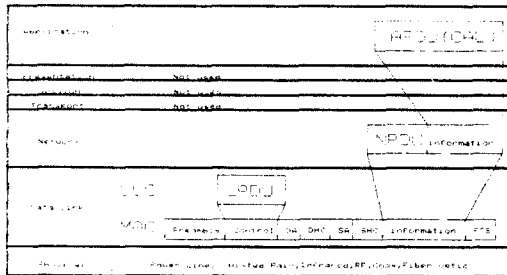


그림 2.1 CEBus의 계층 구조  
Fig. 2.1 Layer of CEBus

### 2. CEBus의 구조적 특징

#### 1) ISO/OSI 7-LAYER MODEL

CEBus 표준은 ISO/OSI 7-layer 네트워크 모델을 기초로 하고 있다. 각각은 네트워크 통신의 각 부분에 대한 임무를 갖는다. 최상위 계층은 사용자와의 접속을 맡고 최하위 계층은 통신을 수행하는 실제의 물리적 매체이다.

각 계층은 서비스 프리미티브라고 정의된 세트들 통하여 인접 계층과 통신을 하며, 하위 계층은 상위 계층에 서비스를 제공하고, 상위 계층은 하위 계층에게 서비스를 요구한다.

CEBus는 OSI 모델이 정의한 계층 중 1,2,3,7 계층만 사용하며, 최상위 계층은 CAL이 포함된 응용 계층으로 CAL은 사용자와 네트워크 상의 다른 기기와의 통신을 위한 수단을 제공한다.

프리젠테이션, 세션, 트랜스포트 계층은 사용되지는 않지만 일부 기능은 다른 계층에 포함된다.

네트워크 계층의 주된 임무는 라우터 제어로서 분할된 전문의 순서를 제어하기도 한다.

데이터 링크 계층은 LLC와 MAC 두개의 부계층으로 구분되며, LLC는 네트워크 계층으로 부터 정보를 받아 여기에 헤더를 붙이고 MAC으로 보낸다. MAC은 정보를 받아 네트워크으로 내보낸다. LLC는 사용하는 물리적 매체에 관계없이 같은 반면, 각각의 매체는 다른 액세스 방법을 요구하므로, MAC은 매체에 따라 다르다.

최하위 계층은 물리적 계층인데, 이것은 물리적 매체 상으로 실제의 정보를 전달하는 것을 맡는다. CEBus 명세서는 6개의 물리적 매체-전력선(PL), 전화선(TP), 동축선(CX), 적외선(IR), 라디오(RF), 광섬유(FO)-를 정의하고 있다. 전화선, 동축선, 광섬유는 흔히 함께 유선(WIRBus)이라 하고 IR은 SRBus(single room)라 불린다.

전체를 감독하는 것은 LSM(Layer System Management)으로 각 계층을 초기화하고 각 계층의 프로토콜을 유지한다.

하나의 노드에서 다른 노드로 보내지는 명령이나 데이터는 응용계층에서 시작한다. 그 데이터는 최하위 계층에 의해 물리적 매체로 전달될 때 까지 몇개의 계층을 거쳐 아래로 내려간다. 수신할 때, 데이터는 계층들을 거쳐서 목적지의 응용계층으로 올라간다.

## 2) 응용 계층과 CAL

CAL(Common Application Language)은 CEBus 제어가 각종 가전기와 통신하는데 사용되는 제어 언어로서, 이의 주된 기능은 자원의 배치와 가전기의 기능 제어이다.

자원 배치란 CEBus에서 자원의 요구, 사용, 해제를 다루는 기능으로 CAL 명령은 각종 기기를 요구하는 자 데이터 채널을 배치하도록 정의 되어 있다.

이 언어는 각종 기기의 ON/OFF, 조명의 밝기 조절, VCR의 세팅이나 전화 명령에 대한 응답 같은 복잡한 동작을 위해 정의된 많은 명령을 가지고 있다.

CAL의 핵심은 디바이스 부분, 디바이스 자체, 명령, 동작, 응답을 나타내기 위해 정의된 상수들로 이루어진 테이블이다.

제조자가 새로운 가전기를 개발하면, 이 테이블은 확장되어 이들 가전기기의 새로운 기능을 포함한다. 예를 들어 누가 CEBus 제어가 필요한 로봇트 진공 청소기를 개발했다고 가정하자. 현재 CAL 테이블에 로봇트 진공 청소기의 명령은 없으므로 제조자는 요구되는 필요한 명령의 목록을 가지고 EIA와 협의를 하면 된다.

CAL의 형식은 Contexts, Objects, Methods들로 이루어진다. "Contexts"는 무슨 가전기인가를 정의한다. 현재 명세는 오늘날 가정의 일반적인 가전기기의 전반을 보여 준다. 사용하지 않은 값은 미래 정의를 위해 보존 된다.

"Objects"는 대표적으로 가전기기의 스위치, 보턴등을 정의 한다. "주 스위치"는 시스템 튜너와 CD 플레이어를 선택한다.

"Methods"는 수행될 동작을 나타낸다.

CAL 명령은 그 디바이스의 동작에 필요한 첨가되는 정보로 끝을 이룬다. 예를 들어 시계를 지정하는 명령의 끝에는 현재의 시각을 나타내는 부분이 포함된다.

CAL 명령이 어셈블 되면 응용계층의 정보 전송부는 그 데이터에 헤더를 붙여 APDU를 만든다. 6개의 APDU 모드가 있는데, 이 중 2개를 살펴 본다. "B1F" 모드는 1바이트의 고정된 헤더로 기초(특권이 없는) 서비스를 사용한다. 이 모드에는 4가지 종류 즉, 응답을 요구하는 서비스, 응답을 필요로 하지 않는 서비스, 결과, 예러가 있다. "P1F" 모드는 B1F와 같고 다른 점은 특권 서비스라는 점이다. 기초 서비스는 응용계층 사이의 노드와 노드의 통신에 사용되는 반면 특권 서비스는 LSM 사이의 통신에 사용된다.

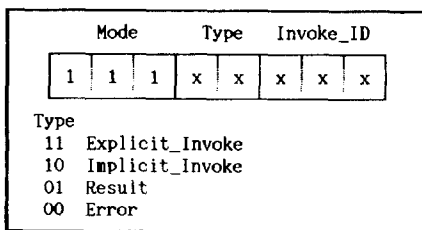


그림 2.2 "B1F" APDU 모드  
Fig 2.2 "B1F" APDU mode

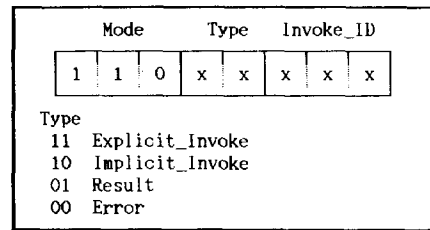


그림 2.3 "P1F" APDU 모드  
Fig 2.3 "P1F" APDU mode

## 3) 네트워크 계층

APDU는 응용계층에서 네트워크 계층으로 내려간다. 여기서 이 전문에 헤더가 첨가되고 NPDU를 만든다. NPDU에는 2개의 형식인 표준, 확장이 있다. 표준 NPDU는 디렉토리 또는 flood 라우팅을 분할 되지 않은 데이터에 사용된다. 디렉토리 라우팅에서 다른 매체상의 노드로 연결 되는 전문은 단지 목적지 노드가 연결된 매체상으로 재전송 된다. 각 라우터는 노드의 디렉토리라 그들이 위치한 곳을 포함한다.

flood 라우팅에서 전문은 사용하는 모든 매체상으로 재전송 된다. 확장은 전문이 몇개 부분으로 나뉘어졌을 때 주로 사용되고 분할과 흐름 제어를 다룬다.

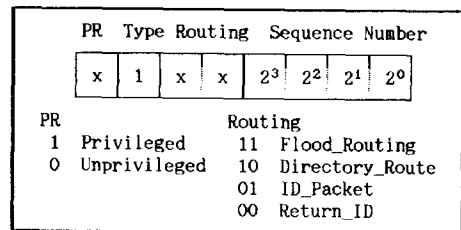


그림 2.4 NPDU의 일반 형식  
Fig 2.4 Normal NPDU format

## 4) 데이터 링크 계층

데이터 링크 계층은 두개의 부계층 즉, LLC와 MAC으로 나뉜다. NPDU는 네트워크 계층으로부터 LLC로 내려온다. 여기서 헤더가 첨가되어 LPDU를 만든다. LPDU의 형식은 그림 2.5와 같다. LPDU의 종류에는 local ack, local unack, nonlocal ack, ack, failure가 있으며, 앞의 3개는 데이터를 포함하는 출력 전문이고 나머지 2개는 응답이다.

unack 서비스에서, 전문은 원하는 목적지로 나간다. 수신측에서는 수신 확인 신호를 보내지 않는다. ack 서비스에서 수신 노드는 정해진 시간 안에 ack 신호를 받지 못하면 전문을 다시 보낸다. 재시도 후에도 ack를 받지 못하면 예러 전문을 네트워크으로 보낸다. 수신측에서 전문이 예러 없이 도착했으나 다른 이유로 인해 그 노드가 전문을 받을 수 없을 때 응답 실패가 수신측 노드에 의해 보내진다.

전문은 3가지 우선권인 high, standard, deferred 중 하나를 갖는다. 우선권은 MAC에 의해 사용되며, 호출 지연 상태를 결정한다. 우선권이 높은 전문은 채널에서 첫번째 기회를 갖으며, 마지막 한 비트는 전문이 첫번째 보낸 것인지 아니면 재시도 인지를 나타낸다. 만약 첫번째 전문이 목적지 노드에 의해 ack 됐으나 ack가 손실되면 송신 노드는 첫번째 전문을 손실한 것으로 생각하고 다시 전문을 보낸다. original/retry 비트는 목적지에서 두개를 구별하도록 하기 위한 것이다.

LPDU는 LLC로 부터 MAC 계층으로 내려온다. 여기서 MAC은 몇가지 정보를 전문에 추가하여 MAC 프레임을 만든다. 그림2.1에서 보듯이 마지막 전문은 프리엠블 제어, DC, DHC, SC, SHC, 정보와 체크섬 필드로 구성된다. 제어 필드와 정보 필드는 LPDU로 부터 나오고 MAC은 나머지를 더한다.

Retry Class Priv. Priority Type							
x	x	x	x	x	x	x	x
Retry				Priority			
1	Retry	10	Deferred				
0	Original	01	Standard				
Class		Type					
1	Extended	100	Failure				
0	Basic	011	Ack				
		010	Nonlocal_Ack_데이터				
		001	Unack_데이터				
Privilege		000 Local_Ack_데이터					
1	Privileged						
0	Unprivileged						

그림 2.5 LPDU의 형식  
Fig 2.5 LPDU format

MAC 프레임이 완성되면 전문을 보내게 된다. CEBus에서 채널 액세스의 기본은 CSMA/CD이다. 노드는 먼저 채널이 비어있음을 확인하기 위해 대기 한다. 비어있으면 전송을 시작한다. 만약 다른 노드가 동시에 전송을 하면 충돌이 생긴다.

전문의 정보가 충돌에 의해 파괴되지 않도록 각 전문에 프리엠블이 첨가된다. 프리엠블은 목적지에서 폐기되므로 프리엠블의 일부가 충돌에 의해 손상되어도 전문은 어려 없이 도착한다. 충돌로 포기한 노드는 다른 노드가 끝나기를 기다린 후 다음에 다시 채널 액세스를 시도한다.

네트워크상의 모든 노드에 대해 매체에 공정한 액세스를 하기 위해 MAC은 많은 방법을 갖는다. 높은 우선권을 갖는 전문은 다른 것에 비해 짧은 채널 액세스 대기 시간을 갖는다. 노드가 성공적으로 전문을 전송했을 때 그 노드는 queued state가 되고, 다음 전문에 약간의 채널 액세스 대기 시간이 첨가된다. 만약 노드가 전문 전송에 성공하지 못하면 그 노드는 unqueued state가 되고 대기 시간은 첨가 되지 않는다.

### 5) 물리적 계층

가장 낮은 계층은 물리 계층이고 물리 매체로 전송되는 신호를 발생하는 역할을 한다. 물리 계층은 두개의 부계층 즉, PLSE 부계층과 하드웨어 접속부로 이

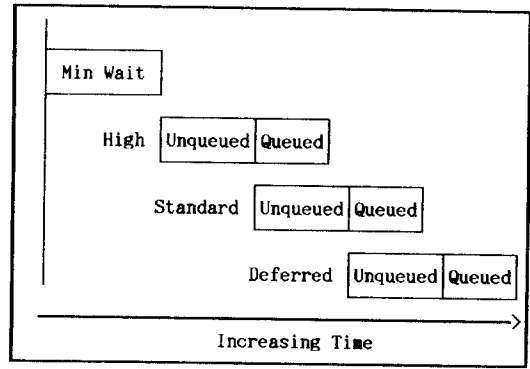


그림 2.6 MAC에서의 우선권  
Fig 2.6 MAC priority

루어진다. 물리계층에서는 4개의 기호로 신호를 구분한다. 1, 0, EOP, EOF는 UNIT SYMBOL TIME(UST)이라는 것으로 정의되며, 이것의 길이는 사용되는 매체에 따라 다르다. "1"은 one UST, "0"은 two UST, "EOP"는 three UST, "EOF"는 four UST이다. 가능한한 전문 길이를 짧게 하기 위해 프리엠블을 제외한 모든 필드에 leading zero suppression이 사용된다. 결과적으로 필드의 시작과 끝을 결정하기 위한 카운트 비트가 불가능하므로 EOF 심볼이 사용된다. EOP는 전문 끝에 보낸다.

### 3. CAL을 이용한 제어 방법

CAL은 CEBus 디바이스의 통신에 사용되는 언어로서, CEBus의 응용계층에 포함되며, CEBus 디바이스를 제어하고 자원을 배치하는 기능을 갖는다. 여기서 CEBus 디바이스라는 것은 가정내의 정보전송통에 물리연는 CEBus 프로토콜을 채용한 각 기기들을 말한다.

사용자 또는 임의의 프로세스가 보내는 정보는 응용계층에서 CAL을 사용하여 ASDU(Application Service Data Unit)라는 약속된 정보 규격을 만들어 송신기능을 하게 된다. 정보를 수신할 경우에는 들어오는 ASDU를 번역한다.

자원배치 기능은 CEBus 자원을 요구, 사용, 해제하는 기능으로 어떤 기기의 무슨 기능을 사용할 것인가 또는 사용 중단을 할 것인가를 의미한다. 자원으로는 개별 어드레스, 그룹 어드레스, 시스템 어드레스(하우스 코드), 비디오 채널, 디지털/아날로그 데이터 채널등이 해당된다. 제어기능은 CAL 명령을 각 디바이스에게 보내고 응답하는 기능을 수행한다.

CAL은 대상 지향이라는 프로그램 방식을 사용한 언어인데, 이 방식에서는 각 OBJECT에 메시지를 보내는 것으로 프로그램이 진행된다. 여기서 OBJECT는 정보와 정보를 취급하는 함수나 서브루틴과 같은 일련의 절차를 종합한 대상물을 의미하는 것으로 OBJECT는 들어온 메시지에 대해서 가장 적합한 절차를 실행한다.

CAL에서 대상의 세계는 몇가지 OBJECT의 그룹으로 구성되어 있고, OBJECT는 메시지를 보내고 수신한 메시지에 대해 응답을 한다. 각 OBJECT는 기능 번호와 수행될 동작(method)의 목록을 포함하고 있다. 메시지는

수행될 동작과 파라미터로 구성되며, OBJECT가 수행될 동작을 수신하면 메시지의 수행될 동작과 수행될 동작의 목록을 비교하여 파라미터값을 참조하여 수행될 동작이 실행된다.

CAL은 메시지를 묶어서 ASDU라는 전문을 만들어 CEBus 네트워크상으로 전송한다. 이 ASDU는 CEBus상의 모든 노드(TV, VCR, 세탁기, 전등...)로 전송된다.

이 방식을 적용하여 CEBus에서의 디바이스를 제어하는 예를 들어보면, 라디오의 볼륨을 3이라는 수치만큼 올리는 경우에, 라디오와 관련된 볼륨 제어 object에게 "볼륨을 3만큼 올려라"라는 메시지를 보내면 이것을 수신한 볼륨 제어 object는 채널 볼륨 레벨 기능 변수의 값에 3을 더한다.

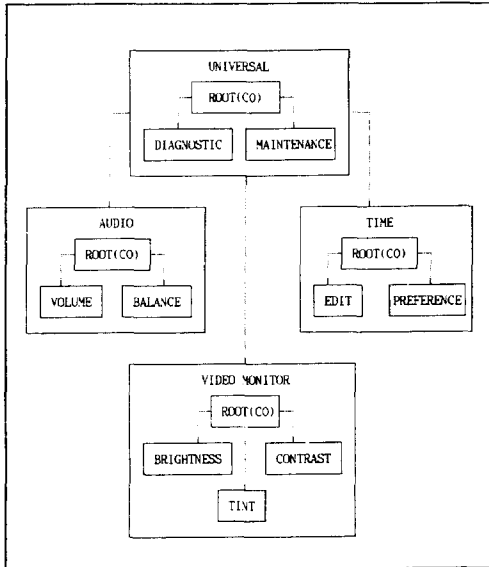


그림 3.1 디바이스 계층구조  
Fig 3.1 Layer of Device

하나의 MAC 어드레스를 갖는 각 디바이스는 몇개의 context들로 나뉜다. UNIVERSAL CONTEXT는 한 디바이스에 대해서 root context처럼 동작하며 이 context에는 그 디바이스의 다른 context에 대한 정보가 포함된다. 이들 context들은 그 디바이스의 주요한 기능들을 나타내고 있다. 위 그림 3.1은 TV에서의 가능한 구조를 나타낸다. 오디오, 시간, 비디오 모니터들은 TV내의 context의 예이다. CONTEXT는 OBJECT들로 구성되고, OBJECT는 그 CONTEXT에서의 특정 기능들을 나타낸다. BRIGHTNESS, CONTRAST, TINT CONTROL 등은 비디오 모니터 CONTEXT에서의 OBJECT의 예이다. 또한 각 OBJECT는 기능 변수를 포함한다. 이것은 OBJECT내의 특정 요소를 나타낸다. TINT LEVEL은 TINT CONTROL OBJECT의 기능 변수이다.

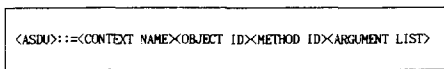


그림 3.2 CAL의 ASDU 구조  
Fig 3.2 ASDU format of CAL

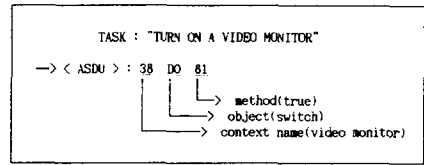


그림 3.3 "비디오 모니터를 켜라"는 CAL 구성의 예  
Fig 3.3 Example of CAL, "Turn on a video monitor"

현재 EIA에서 발표한 CAL 테이블에는 MWO에 관한 정보가 없으므로 본 실험에서는 현재의 CAL 테이블의 수치를 고려하여 MWO의 기능 코드를 임의로 할당하여 실험을 하였다. 다음 그림의 테이블은 CAL 구성에 준하여 MWO의 기능들을 할당한 것의 하나를 보인 것이다.

CONTEXT : 45 MWO		OBJECT : CO ROOT OBJECT		
< 기능 변수 >				
NAME	MEANING			
<default>	power status			
"C"	취소			
METHOD ID	METHOD NAME	ARG1	ARG2	ACTION
80	FALSE			POWER OFF
81	TRUE			POWER ON
81	TRUE	C		취소

그림 3.4 CAL 테이블  
Fig 3.4 CAL Table

위 테이블에 따라 "MWO의 전원을 켜라"는 명령을 발생시킬 경우의 ASDU의 데이터는 45,CO,81과 같이 되며, 동작 중인 MWO의 기능을 취소 시키는 경우에는 45,CO,81,43의 구성을 갖게 된다. 여기서 43은 'C'의 ASCII 값을 의미한다.

#### 4. 시스템의 동작 운영

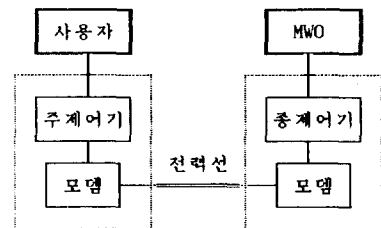


그림 4.1 시스템 구조  
Fig 4.1 Structure of System

본 실험에서 가전기기를 제어하기 위해 구성된 시스템은 그림 4.1과 같다. 사용자로부터 떨어져 있는 가전기기를 손쉽게 제어하기 위해서 리모콘을 사용하였고 모니터를 봄으로써 제어 대상 기기의 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 그리고 전력선을 이용하여 정보가 전송될 수 있도록 하였다.

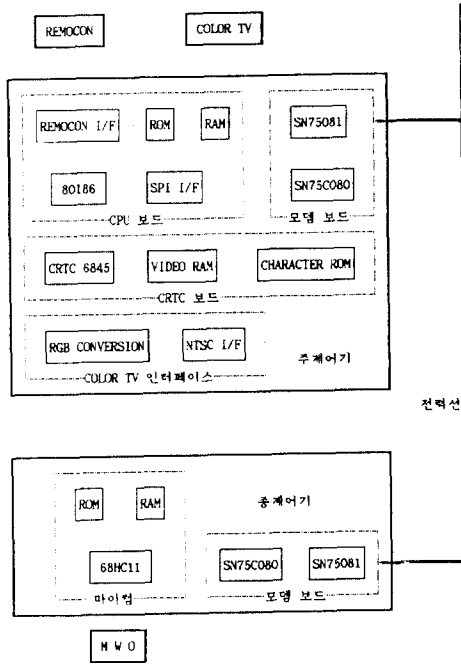


그림 4.2 하드웨어 블록도  
Fig 4.2 Hardware Block

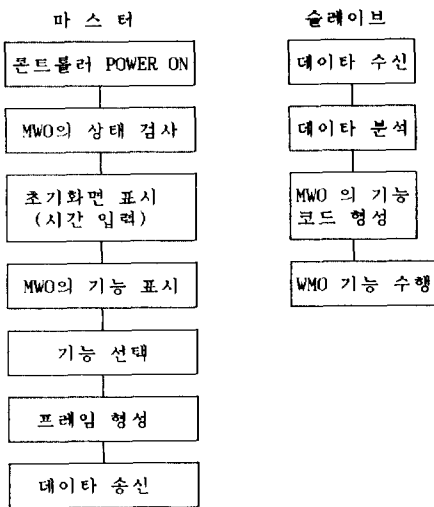


그림 4.3 주제어기에서 MWO로의 정보 전송  
Fig 4.3 데이터 transfer from Main to MWO

주제어기의 CPU 보드는 리모콘과의 접속을 위한 부분과 응용계층 및 운용 프로그램을 가지고 있다. CRTC 보드는 제어 대상 기기의 상태를 볼 수 있는 CRT와의 접속을 위한 부분이다. SEM 보드의 75081 IC는 전력선을 통하여 정보 전송을 하기 위한 파워라인 트랜시버 모델이다. 75080은 CEBus 프로토콜을 지원하는 제어 소자이다.

주제어기의 75081과 75080 IC는 주제어기에서와 같은 역할을 하며, 68HC11은 마이크로 컴퓨터로 가전기기와 의 접속을 위해 사용한다.

## 5. 결론

미래의 가정자동화를 위해서는 통신 프로토콜의 적용은 필수적이며 CEBus는 국제적 표준 통신 규격으로 추진되고 있다. 따라서 본 논문에서는 이를 위해 CEBus 프로토콜을 선택하여 콘트롤러와 가전기기와 통신망을 구축하였다. 특히 가정자동화의 가장 중요한 목적인 편리성을 만족시키기 위해서 사용자의 접속을 위해 리모콘과 모니터를 통한 제어를 할 수 있도록 구성하였다.

전력선을 이용하여 정보 전송을 하였는데, 이는 가정자동화 시스템의 보급에 있어서 별도의 정보 전송 매체를 설치하지 않아도 된다는 장점을 가지고 있기 때문이다.

본 실험에서는 하나의 가전기기만을 제어 하였지만 여러가지 가전기기의 제어는 물론이고 외부와의 정보 전송도 이 실험을 토대로 하여 발전시킬 수 있으리라 고 본다.

## 참고 문헌

1. 김 용득, "표준 홈버스의 하위계층 접속 응용에 관한 연구", 전자공학회 하계 논문집, 13권 1호, pp.343~346, 1990.7
2. 김 용득, "홈버스 접속에 의한 오디오/비디오 시스템의 연관 제어 방식에 관한 연구", 삼성전자 연구보고서, 1990
3. 김 용득, "표준 홈버스의 계층별 연구와 이의 CONTROL SYSTEM 응용에 관한 연구", 삼성전자 연구보고서, 1991
4. 김 용득, "표준 CEBus의 제어 접속 장치 설계에 관한 연구", 전자공학회 하계 논문집, 14권 1호, pp.133~137, 1991
5. 이 주형, "정보화 사회로의 HA와 美, 日의 동향", 정보통신 제7권 2호, 1990
6. EIA/CEG HOME AUTOMATION STANDARD, EIA/CEG 발행, 1989
7. TEXAS INSTRUMENTS SN75C080/75081 CEBUS, CONTROLLER IC DATA SHEET, 1989