

중앙 및 국부 제어 가능한 에어컨 제어시스템 설계

박차훈^{1*}

¹경운대학교 디지털전자공학과

Design of Central and Local Control of Air-conditioning System

Cha-Hoon Park^{1*}

¹Department of Digital Electronic Engineering, Kyungwoon University

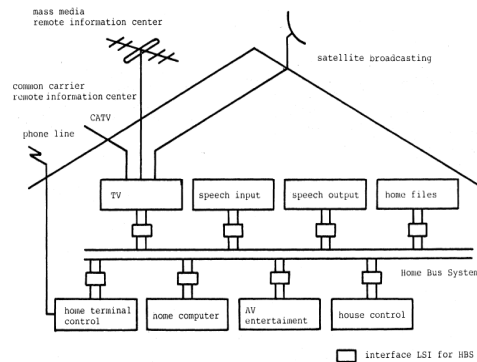
요약 본 논문에서는 서로 다른 종류 또는 다수의 동일 가전기기를 그룹별로 관리할 수 있는 HBS(Home Bus System)을 분석하고, 기존의 독립된 제어시스템으로 중앙제어기를 구축하던 방식을 PC로 대체한 새로운 방식의 HBS 시스템을 설계하였다. 설계한 시스템은 빌딩에 설치된 에어컨을 통제할 또는 사무실에서 모니터링 및 제어할 수 있어 에너지를 효율적으로 관리할 수 있게 되었으며, 향후 유사 대규모 가전기기 통합 및 개별관리에 적용할 수 있어 홈오토메이션 구축에 크게 기여할 것으로 기대된다.

Abstract In this study, a group of home bus system(HBS) is used to manage difference types of household appliances or many household appliance of the same type. The existing central controller is analyzed, and an independent control system is built to devise new methods to design the PC HBS. The newly designed system is installed in an air-conditioned building; the system can be monitored and controlled from a control room or from an office. By using the system, we can efficiently manage future energy needs and control large-scale integrated electronics and home automation system to an individual manage to build large is expected to contribute.

Key Words : Home bus system(HBS), Home automation

1. 서론

최근 마이컴을 사용하는 고성능 가정용 전자 제품이 급격히 늘고 있다. 그리고 IT기술의 발전으로 고성능의 가정용 컴퓨터 및 통신 네트워크 환경으로 제어 및 모니터링 대상과 필요성이 점점 더 증대되고 있다. 서로 다른 회사의 제품을 제어하는 것은 호환성이 확보되지 않아 홈오토메이션으로 발전을 저해하고 있다. 따라서 서로 다른 기기의 접속을 위한 표준화가 대두되었고, 몇몇 가전 회사에서 표준안에 합의 하였으며, 적용의 편리성과 가격 경쟁력을 가지도록 하기 위해 전용 칩을 제안하였다[1]. 이렇게 제안된 방식이 가정의 모든 기기를 연결할 수 있는 홈버스 시스템(Home Bus System)이다. 그림1은 가정의 모든 가전기기가 홈버스 시스템 전용 LSI에 의해 서로 연결되어 있다. 외부에 연결된 전화선을 이용하여 다양한 가전제품을 모니터링 및 제어 할 수 있는 예를 나타



[그림 1] HBS로 HA를 구축한 예

낸 것이다[2]. HBS시스템을 이용하여 홈오토메이션 시스템을 구축하기 위해서는 여러 종류 가전제품의 서로 다른 프로토콜을 알고 있어야 하는 단점이 있다. 본 논문

*교신저자 : 박차훈(chpark@ikw.ac.kr)

접수일 10년 11월 15일

수정일 (1차 10년 12월 21일, 2차 11년 01월 05일)

게재확정일 11년 01월 13일

서는 쉽게 적용할 수 있는 프로토콜 분석하는 방법을 제시하고 이 방법을 대규모 개별 냉난방이 필요한 기숙사에 적용하여 시스템을 설계했다.

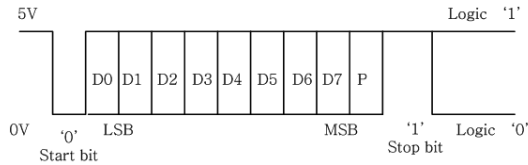
2. HBS 시스템 분석

2.1 HBS 시스템 데이터 구조 분석

HBS에 대한 연구는 일본이 주도하고 있으며, 미국과 유럽은 표준안에 대한 정의는 있으나 구체적인 적용에 있어서는 일본이 앞서 있다[3].

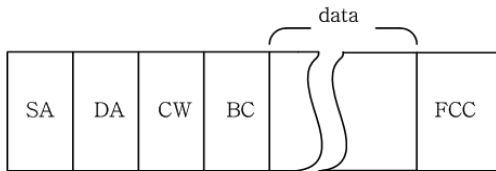
가정의 가전제품의 정보를 전달하는 HBS 시스템에 대한 주파수 대역별 분류는 다음과 같다.

- 1) base-band(제어 디지털 신호를 전송하기 위한 것으로 전이중전송방식이다. 9600bps의 속도로 200미터 거리까지 최대 255대를 연결할 수 있다). 아래 그림2는 RS232통신과 같은 방식으로 데이터 전송하지만, 전압 레벨은 0~5V이다.



[그림 2] 시리얼 통신 데이터 형태

통신 프로토콜은 CSMA/CD(carrier sense multiple access with collision detection)으로 아래 그림3과 같은 패키지구조이다.

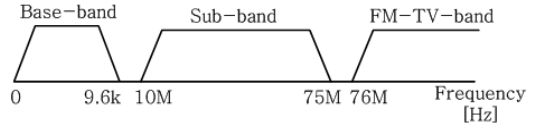


- SA : 소스 주소(01~ff)
- DA : 목적지 주소(00:broadcast)
- CW : 제어 코드
- BC : 데이터 수
- FCC : checksum

[그림 3] HBS 시스템 데이터 패키지 구조

- 2) sub-band(고속 데이터 전송용)
- 3) FM.TV-band(영상신호용)

일반적으로 앞에서 설명한 3가지 대역 신호를 송수신 하기 위해서는 동축케이블 또는 광케이블을 사용한다. 그림 4는 HBS시스템의 사용 용도에 따른 주파수 대역을 나타낸 것이다.

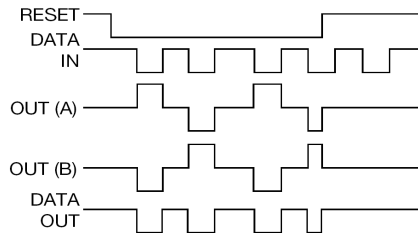


[그림 4] HSB 시스템 대역

미국과 유럽에서는 제어신호 없이 데이터 신호와 영상 신호용 대역을 조합하여 사용한다.

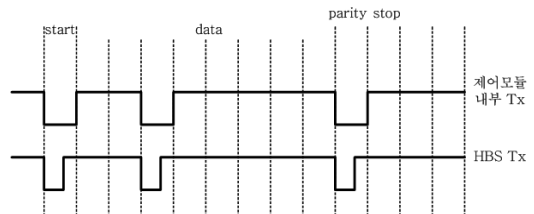
2.2 HBS 시스템 하드웨어 분석

HBS의 신호를 최소 노이즈로 송수신 하기 위해 Mitsumi사의 전용 드라이버 및 리시버 IC (MM1192)를 사용하여 아래 그림5와 같은 파형으로 송수신하게 된다. HBS 시스템의 MPU로부터 입력되는 신호(DATA IN)를 레벨의 변화가 최대가 될 수 있는 2개의 파형(OUT (A), OUT (B))으로 변환 출력하여 시스템버스로 보낸다. 수신 또한 두 개의 신호가 입력되면 역으로 변환하여 MPU의 Rx로 입력하기 위한 신호(DATA OUT)로 출력한다.



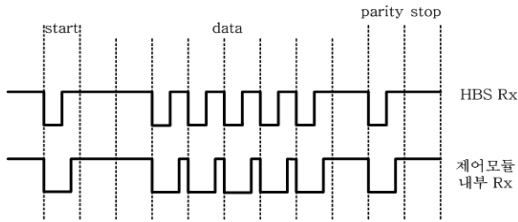
[그림 5] MM1192 입출력 파형

HBS에서 신호 왕래가 없는 상태의 bus 전압상태는 5V이며 아래 그림6과 같이 1bit를 송수신 할 때 1/2bit동안 전송 데이터의 비트 상태를 유지하고 나머지 1/2bit에 서는 항상 5V상태를 유지한다.



[그림 6] MPU와 HBS의 시리얼 송신 파형

시스템 내부 MPU에서 나오는 송수신 신호는 9600bps 이지만 HBS 전용칩(MM1192입력)을 거쳐 송신되는 신호는 그림7의 아래 파형과 같다.(내부의 Tx신호와 Tx의 주파수와 2배되는 신호를 논리곱 하여 보낸다). 이때 수신 신호를 Rx핀에 입력하기 위해서 하강 유지 펄스폭을 25us정도 늘여서 입력시킨다[4].



[그림 7] HBS 수신 파형

2.3 HBS적용 에어컨 시스템 분석

현재 시중에 판매되고 있는 대부분 시스템 에어컨의 내부에는 HBS 송수신 회로가 내장되어 있고, 여러 대의 에어컨을 제어하기 위한 제어장치를 별도로 판매하고 있다. 이 제어 모듈은 기존의 개별제어기와 통신하며 서로 master/slave가 되어 개별제어 또는 중앙제어가 가능하다. 이 제어모듈은 전원이 투입되면 접속된 에어컨의 상태를 파악하는 시스템 tracking과정을 수행하는데 9bytes의 데이터로 한 개의 packet을 만든다. 주변장치 주소 1번부터 16번 까지 2번 실행하고 3초를 주기(period)로 자동으로 반복실행 한다. 이때, packet사이의 시간 간격은 160ms이다. 따라서 다른 시스템에서도 송신하려면 자신이 송출한 신호를 Rx 포트를 통해 feedback하여 서로 일치하지 않은 경우 다른 기기에서 bus를 점유하고 있음을 나타내므로 최소한 9bytes 송신 소요시간이 경과된 후 재시도하여야 한다. 제어모듈에서 tracking하면서 송신하는 신호를 PC의 serial 포트 수신된 데이터로 원격조절기에 대한 주소정보 및 주기를 파악할 수 있다. 표1은 이와 같은 tracking 과정을 표로 나타낸 것으로 버스에 연결된 모든 제어 모듈의 초기화 과정이다.

[표 1] tracking 데이터 명령 코드

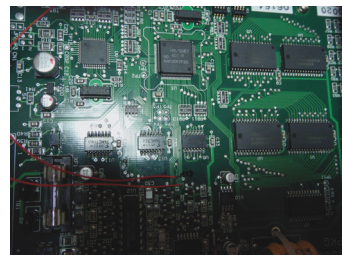
명령어 종류	헤더	길이	공통	제어기	실외기	공통	XOR
트래킹 1	29	00	09	C1	01	01	FF F0 C7
트래킹 2	29	00	09	C1	01	02	FF F0
{							
트래킹 16	29	00	09	C1	01	10	FF F0
명령어(30초간격)	29	00	09	C1	01	FF	FF F1 38

표2는 제어모듈에 의해 접속되어, 동작상태가 파악되면 제어할 수 있는 명령어 표이다.

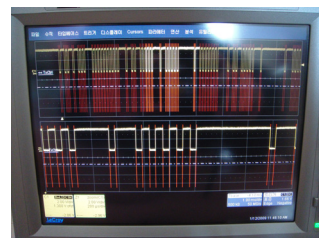
[표 2] 에어컨 제어 명령 코드

헤더	길이	공통	제어기	실외기	실내기 번호	모드	팬속도	풍향	온도값	XOR
분류	내용									
헤더	중앙제어기 : 2900									
길이	가변									
공통										
제어기	제어기번호 : 1 ~ 8									
실외기	실외기번호 : 1 ~ 16									
실내기 번호	실내기번호 : 1 ~ 16									
모드	난방->드라이->팬->냉방->난방									
팬속도	고->중->저->고									
풍향	각도 1->7->자동->1									
온도값	17 ~ 30도 설정 가능									
XOR	헤더 "29"을 제외한 나머지 모든 값의 XOR 취한 값									

아래 그림8은 제어모듈의 사진이다. 그림9는 제어모듈 내부 MPU로 그림 윗부분의 파형을 아래 부분에 확대하여 디지털오실로스코프로 관측한 송신 신호로 기기간의 송수신 관계를 분석하기 위한 결선 및 관측이다. 그림9에서 알 수 있듯이 송신 신호는 일반적인 RS232신호가 각 비트에 해당하는 상태를 유지하는 반면 그림의 신호는 반주기 동안은 항상 high상태를 유지한다.



[그림 8] HBS 인터페이스 보드

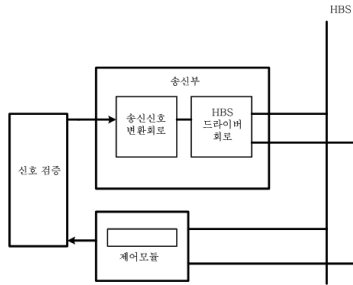


[그림 9] 제어모듈의 송신 파형 관측 사진

3. 하드웨어 및 소프트웨어 설계

3.1 송신회로

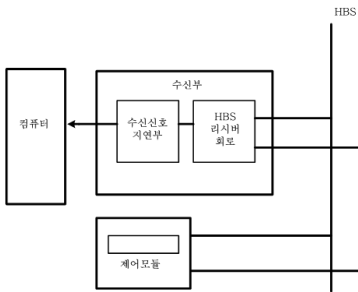
완성된 회로는 아래 그림10과 같이 기존의 시스템과 HBS로 연결하여 정확한 변환 후 송신하는 지 확인하여야 한다. 이 회로는 향후 검증된 패킷을 PC에 전송하여 동작을 확인 한다.



[그림 10] 송신 검증 블록도

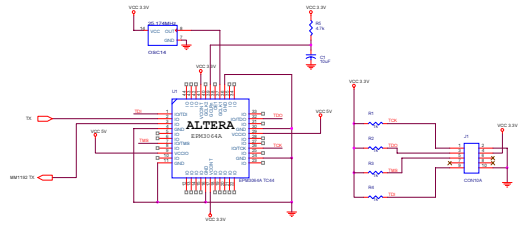
3.2 수신회로

아래 그림 11은 MM1192를 거쳐 수신되는 데이터가 정확한지 기존의 제어모듈의 송신신호와 수신회로를 거쳐 출력되는 신호의 동일 여부를 확인 한다.



[그림 11] 수신 검증 구성도

두 회로가 구축되면 최소의 에어컨 제어 시스템을 구축하고 모든 값을 초기화한 후 설정치를 한 단계씩 변경하면서 송수신 데이터를 분석한다. HBS부터 수신된 신호를 RS232의 Rx로 입력하여 판독할 수 있는 형태로 변환하는 회로는 표준 시리얼 통신 형태의 파형이 아니므로 MPU 또는 PC에서 입출력되는 RS232 신호를 변환하기 위해 입출력 단자에 아래 그림12와 같은 FPGA 회로를 추가하여 HBS의 형태에 적합한 신호로 변환한다.



[그림 12] 송신 파형 발생 회로도

3.3 소프트웨어

입력 신호가 일정기간 없으면 하나의 패킷으로 인식하고, 수직패리티 체크 후 에러가 없으면 저장한다. 수신된 패킷이 3F 29 00 01 11 FF C1 07 이면 마지막 데이터는 수직 패리티이므로 패킷의 유효 여부를 검증할 수 있다. 즉, 앞의 패킷에서 수직 패리티는 07이다.

HBS에 접속된 모든 기기는 전원이 켜지면 메모리에 저장된 주변 기기 정보가 도착하기를 기다린다. 이때 중앙제어기로부터 전송되는 명령어의 헤더는 29이며, 반대로 실내기로부터 전송되는 명령어의 헤더는 92이다 [그림13].

```

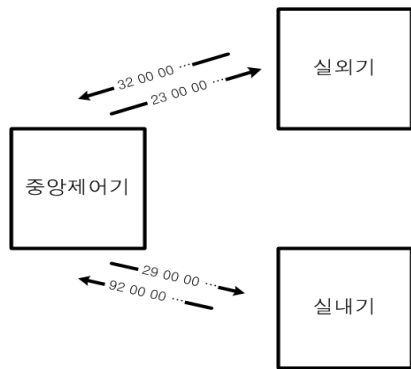
92 00 0A 01 01 01 00 0A 15 16 [실내기 1]
29 06                             제어기 확인 신호 전송
92 00 0A 01 02 01 00 0A 15 16 [실내기 2]
29 06                             [중앙제어기 확인 신호 전송]
92 00 0A 01 03 01 00 0A 15 16 [실내기 3]
29 06                             [중앙제어기 확인 신호 전송]
    
```

일정 기간(3분) 동안 어떤 정보도 들어오지 않으면 주변 기기의 주소를 순서대로 호출한다.

```

29 00 09 C1 01 01 01 F0 3A [실내기 1번 호출]
92 06                             [실내기 1번 응답]
29 00 09 C1 01 01 02 F0 3A [실내기 2번 호출]
92 06                             [실내기 1번 응답]
29 00 09 C1 01 01 03 F0 3A [실내기 3번 호출]
92 06                             [실내기 1번 응답]
    
```

위의 과정을 거쳐 주변 기기의 연결 상태가 확인 되면 제어기로부터 원하는 명령어를 전송한다.



[그림 13] 명령어 송수신 개념도

위와 같은 개념으로 충돌 없이 통신을 하기 위해서는 초기 송수신되는 패킷의 상태를 감시하면서 보내고자 하는 패킷을 곧바로 이어서 전송하는 아래 기능의 하드웨어 및 소프트웨어가 필요하다.

- 1) 버스의 상태 체크 기능(사용 여부)
- 2) 전송되어지고 있는 패킷의 헤더와 주소 비교 후 자신의 응답 여부 결정 이때 응답이 필요한 명령어가 수신되었을 경우 일정 기간 안에 송신하지 않으면 자동 폐기 된다.
- 3) 충돌이 발생하면 자신의 주소 값과 1개의 패킷 소요시간 만큼 전송 대기한다.

중앙제어기 1대+실내기 3대+실외기 1대의 경우 트래킹 분석은 아래와 같다.

290009C101FFFF138 <-- 새로운 명령개시를 위한 부분

290009C10101FFF0C7 <-- 밑줄 친 주소를 가지고 있는 실내기의 응답을 요구하는 명령으로 만약 있다면 다음의 회신이 있음

92002801010100FFF80000040000000000EC16C21916
190028020002010000020A000083A1000007 <--

실내기 1번이 있음

290009C10102FFF0C4

32000A01030100091717 <-- 실외기 1번이 실내기 3번에 연결되어 있음

이와 같은 사양으로 하드웨어를 구성하여 표3과 같은 에어컨 제어에 필요한 명령어 코드를 완성하였다. 예를 들어 29 00 10 C1 01 01 02 00 C3 01 18 02 0C 03 1E 1A를 송신하면 해당 기기가 에러 없이 수신 했을 경우 92 06가 정상수신 했다는 표시로 송신한다. 표 3은 현재

시장에 널리 사용되고 있는 HBS기반의 냉난방이 가능한 에어컨에 대한 분석을 통해 얻어진 에어컨의 제어 명령어 표이다. 이것을 이용하여 시스템을 제어 및 모니터링 할 수 있다.

[표 3] Case 별 Command 의 Parameter

명령어 종류	헤더	길이	공통	제어기	실외기	실내 번호	모드	팬속도	풍향	온도 값	X O R
난방 운전	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	0C 03	1E 1A		
난방 정지	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C2 01	18 02	0C 03	1E 1B		
풍향 가도1	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	0C 03	1E 3A		
풍향 가도2	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	2C 03	1E 3A		
풍향 가도7	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	CC 03	1E BA		
풍향 자동	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	1C 03	1E BA		
온도 17	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	0C 03	11 15		
온도 18	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	0C 03	12 16		
온도 30	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	C3 01	18 02	0C 03	1E 1A		
팬속도 저고	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	A3 01	12 02	0C 03	1E 70		
팬속도 중고	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	A3 01	14 02	0C 03	1E 76		
팬속도 중저	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	A3 01	18 02	0C 03	1E 7A		
냉방 운전	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	8B 01	18 02	0C 03	1E 52		
냉방 정지	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	8A 01	18 02	0C 03	1E 53		
드라이 운전	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	93 01	18 02	0C 03	1E 4A		
드라이 정지	29 00	10	C1 01	01 01	02 00	92 01	18 02	0C 03	1E 4B		

4. 결론

본 논문은 기존에 널리 보급되어있는 에어컨 제어시스템에서 사용되고 있는 폐쇄적인 제어시스템의 체계와 명령어를 분석하고 인터페이스를 위한 하드웨어를 설계하여 중앙 제어 할 수 있을 뿐만 아니라, 개별 제어가 가능한 시스템을 구축하였다. 또한 중앙제어기가 범용 PC이므로 이종 가전기와 결합 및 인터넷 망을 통한 제어 및 모니터링이 가능해져 향후 에너지를 효율적으로 사용하기 위한 기동시간 조절이 가능하다. 앞의 표는 실제 대형 빌딩에 가장 많이 설치되어 있는 에어컨의 프로토콜을

제시한 방법으로 현장에서 3개월 동안 분석한 결과이다. 이를 통해 국내 대학 기숙사에 설치된 225의 에어컨을 1대의 PC로 제어할 수 있도록 설치하여 성공적으로 가동하고 있다. 설계된 시스템은 향후 다양하거나 다수의 가전제품을 통합하여 관리할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Masashi Murata, Toshihiko Namekawa, and Ryuji Hamabe, "A Proposal for Standardization of Home Bus System for Home Automation", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. CE-29, No. 4, pp. 524-530, November, 1999.
- [2]. Peter M. Corcoran and Karl Lusted "A Remote Electronic Object Emulation System for Home Bus Applications", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 40, No. 3, pp. 405-410, August, 1994.
- [3] Ryuji Hamabe, Masashi Murata, Toshihiko Namekawa "A Protocol Example on Super Home Bus System(S-HBS)", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 34, No. 3, pp. 686-694, August, 1988.
- [4] Yoshijuki Honda, Masahiro Inoue, Rieko Iwatsubo, and Kazunori Sakanobe, "Protocol Analyzer for Home Bus System(HBS)", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 36, No. 3, pp. 586-592, August, 1990.

박 차 훈(Cha-Hoon Park)

[정회원]



- 1990년 2월 : 영남대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 영남대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 IT멀티미디어대학 디지털전자공학과 교수

<관심분야>

임베디드시스템, 정보통신