

분산형 防災시스템을 위한 多衆 接續 방식 제어기 개발

Development of Multiple Access Controller for the Distributed Fire Alarm System

韓敬浩* · 李基植* · 黃錫永* · 金鐘喆**

Kyong-Ho Han · Ki-Sik Lee · Seok-Yong Hwang · Jong-Chol Kim

요 약

본 논문에서는 8비트 마이크로 컨트롤러를 이용한 제어기를 여러 개를 다중 접속하여 구성된 분산형 방재 시스템을 제시하였다. 방재 시스템은 워크스테이션 또는 PC등의 호스트 시스템에 의하여 제어되며 호스트 시스템에 다수의 소형 제어기가 공통 통신 선에 의하여 연결된다. 각 제어기는 서로 다른 주소를 가지며 호스트 컴퓨터는 명령어 패킷에 특정 제어기의 주소를 첫 바이트로 실어 공통 통신 선으로 전송한다. 명령어 패킷의 주소에 해당하는 제어기는 명령어 패킷을 수신하여 입력상태를 호스트로 전송하거나 명령어에 따라 필요한 구동 출력을 발생하고 호스트로 자신의 주소를 포함한 응답 패킷을 전송한다. 서로 다른 주소를 이용 하여 여러 개의 제어기를 공통 통신 선으로 다중 접속함으로써 분산형 방재 시스템을 구현하였다. 현재 방재 시스템의 동향은 분산형 방식으로 옮겨가는 추세이며 선로의 절약, 설치, 증설의 간편함과 함께 빌딩 자동화 시스템과 쉽게 연동하여 운영될 수 있다.

Abstract

In this paper, a small multiple access controller is designed and developed for the distributed building control and fire control system. It uses 8031, a 8-bit micro controller from Intel Inc. Multiple access of controller by one host computer is implemented by assigning a unique ID to each controller, which ranges from 0 to 126. The multiple access control operation starts by sending a command packet from host computer to a controller and the command packet is composed of ID byte, command byte(s) and the checksum byte. The controller of the same ID receives the command packet. The controller is programmed to perform a various functions and the function is selected by the content of the command byte. After receiving the whole command packet, each controller performs the designated operation and returns the response packet back to the host computer. The response packet is also a three-byte packet, ID byte, response byte and checksum byte. The packet communication of the controller enables

*正會員：檀國大學校 電氣工學科
接受日字：1996年 11月 19日

**正會員：三珍電子(株)

the multiple access of the controller through the common serial data link. The applicable areas are; building automation system, distributed factory automation, measurement of temperature of toxic or dangerous area.

1. 서 론

원 칩(one chip) 마이크로 컨트롤러를 이용하여 분산형 방재 시스템을 위한 다중 접속형 제어기를 개발하였다. 본 제어기는 공통 통신 선로에 여러 개를 연결할 수 있는 다중 접속 방식으로 제어기는 서로 다른 주소에 의하여 구분된다. 제어기들은 직렬 통신에 의하여 호스트 컴퓨터와 연결되며 호스트 컴퓨터의 명령어에 의하여 각 제어기의 동작을 제어하게 된다.

각 제어기는 4개의 입력과 4개의 출력을 가지며 입력에 연결된 열 및 연기 감지기, 화재 발생 스위치 등의 방재 센서의 상태를 읽어 호스트 컴퓨터로 보내며 호스트 컴퓨터는 입력 센서의 상태에 따라 필요한 출력을 내보내어 출력에 연결된 방재 장치가 동작하도록 한다.

기존의 시스템은 단일 제어 시스템에서 입,출력 설비까지 통신 선로를 1대 1로 설치하여 전체 통신 선로 수가 많았다. 그러나 분산형 시스템은 하나의 통신 선로에 호스트 컴퓨터와 다수의 제어기를 연결함으로써 통신 선로 수를 훨씬 줄일 수 있으며 설비의 증설, 변경이 용이하고 전체 시스템의 비용 절감에도 기여한다.

현재 모든 방재용 시스템은 국내외적으로 분산형으로 실현되어가는 추세이다. 본 논문에서는 여러 개의 제어기와 통신 선로, 그리고 중앙 호스트 컴퓨터에 의하여 빌딩의 방재 시스템을 분산형으로 실현하기 위하여 개발한 제어기에 대하여 구조 및 성능 그리고 현장 운용 결과를 서술하였다.

2. 본 론

2.1 개발 목표

다중 접속 방식 제어기를 이용하여 고층 빌딩의 방재 및 빌딩 자동화 시스템을 분산형으로 구축하도록 하였다. 기존의 단일 제어 시스템에 의

한 방재 및 제어 시스템의 경우, 건물의 각 설비 출력장치 및 센서 입력장치와 제어기 사이에 선로를 설치하므로 전체 선로의 수는 대단히 많아진다. 또한 제어 지점 및 입력 개소를 증설할 경우 추가된 제어 지점 및 입력 개소부터 제어기까지 선로를 추가하여야 한다. 즉 제어기와 각종 방재용 출력장치 및 센서 입력장치는 별(star)형 접속을 이루게 된다.

이러한 방식은 과도한 선로 수 및 이에 따른 설치 비용 상승, 유지 보수의 어려움, 입 출력 설비의 증설시 제어기의 입출력 장치의 추가 등의 단점을 가지고 있다. 이 경우 제어기는 하나의 대형 제어기이며 제어 입·출력 용량은 제어기의 입,출력 용량에 의하여 제한된다.

이에 비하여 다중 접속형 제어기를 사용할 경우 하나의 제어기는 소수의 입력 센서와 설비 출력장치를 제어하도록 하며, 공통 통신 선을 통하여 다수의 제어기들을 연결하는 방식이다. 즉 하나의 대형 제어기에 의한 시스템의 동작 대신 여러 개의 소형 제어기에 의하여 분산된 시스템의 동작으로 실현하는 것이다.

각 제어기는 입·출력 설비와 같이 설치할 수 있고 이들 제어기들을 링(ring) 구조로 호스트 컴퓨터와 연결하는 구조가 된다. 이 경우 다수의 제어기를 하나의 통신 선으로 연결하므로 사용되는 선로의 수를 크게 줄이며 또한 센서 입력 및 설비 출력장치 의 증설시 해당 제어기를 기존 통신 선에 추가함으로써 선로의 수는 증가하지 않는다. 따라서 입·출력 설비의 증설, 변경이 용이하며 유지, 보수 등 및 설치비용을 크게 줄일 수 있다. 이와 같이 하여 단일 대형 제어기의 기능을 여러 개의 소형 제어기에 의하여 분산 처리되도록 하여 설비 및 유지·보수 의 비용 및 설비의 증설 등에 기존 방식보다 개선될 수 있다.

각각의 제어기는 직렬 통신 선로·전원 및 접지를 공통으로 사용하여 서로 연결되며 각 제어기는 서로 다른 127가지의 고유 주소를 가지며

공통 선로에는 127개의 제어기를 연결할 수 있다. 제어기는 입·출력 각 4포트의 제어기 능력을 가지며 이들 기능은 호스트 컴퓨터에서 보내는 명령 패킷에 의하여 실행된다.

제어기와 호스트 컴퓨터는 초당 9,600비트의 속도로 패킷통신을 행하며 패킷은 호스트에서 제어기로 보내는 명령 패킷과 제어기에서 호스트로 보내는 응답 패킷이 있다.

2.2 분산형 시스템의 구조

분산형 시스템은 호스트 컴퓨터와 직렬 통신 채널, 그리고 각 채널에 연결된 제어기들로 구성되며 구조는 그림 1과 같다.

호스트 컴퓨터는 PC부터 워크스테이션까지 다양하게 사용할 수 있으며 직렬 통신 선로를 이용하여 제어기들과 연결된다. 호스트 컴퓨터는 빌딩의 자동화 또는 방재를 위한 주 제어 프로그램이 수행되며 빌딩의 여러 입력 요소를 읽어 들이고 이에 대한 필요한 출력을 결정한다.

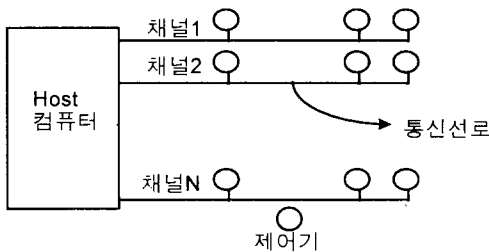


그림 1. 분산형 시스템
Fig. 1. Distributed system

호스트 컴퓨터는 주 제어 장치로서 전체 시스템의 상태, 입·출력들의 상태 등을 화면에 표시하여 관리자가 상황을 파악하도록 하며 시스템의 진단, 입·출력 선로의 진단 등의 진단 기능, 각종 통계 데이터 처리 그리고 인위적 경보 발생 등의 기능을 수행한다.

공통 통신 선의 여러 제어기는 서로 다른 주소를 가지며 자신의 주소를 전송 패킷에 실어 호스트 컴퓨터와 데이터 및 명령을 전송한다.

모뎀 또는 LAN장치를 통하여 다른 호스트 컴퓨터와 연동하여 운영될 수 있다.³⁾

2.3 제어기의 구조

제어기는 마이크로 컨트롤러, 직렬 통신 회로, 전원회로, 입력 회로 그리고 출력 회로의 구성을 가지고 있다. 전원회로는 직류 24[V]의 전원을 받아 외부 출력의 구동 전원으로 사용하며 DC-DC변환 회로를 거쳐 5[V]의 직류를 회로의 전원으로 사용한다.⁴⁾ 제어기의 주 제어부는 INTEL 8031 프로세서를 사용하였다.

제어기와 호스트 컴퓨터와의 통신을 위하여 RS-232-C신호를 25[V]레벨의 신호로 변화하고 이 회로를 포토 커플러 칩과 달링톤(darlington)트랜지스터로 구현하였다. 입력 회로는 4개의 온도, 연기 및 화재 경보 스위치 등의 센서를 입력할 수 있으며 포토 커플러를 사용하여 입력 단자와 제어기 회로를 분리하여 외부의 전압 변동 등으로부터 제어기 회로를 보호하였다. 입력 회로는 센서의 상태를 입력하는 회로, 센서와 연결된 선로의 단선 유무를 입력하는 회로 그리고 센서의 동작 없이 입력 회로를 인위적으로 동작시켜 입력 회로의 기능을 시험하는 회로로 구성되어 있다. 각 입력 회로는 4개의 센서 각각에 대하여 위의 3가지 회로를 가지며 프로세서에서 포트를 통하여 읽어 들인다. 프로세서에서 보내는 출력 신호는 4개의 출력부에 연결된 릴레이에 의하여 24[V] 구동 전압이 인가된다.

이외에 프로세서의 정상 동작 그리고 통신의 송·수신의 상태를 나타내는 발광 다이오드, 그리고 입·출력부의 상태를 나타내는 발광 다이오드가 있으며 7비트의 고유 번호 즉 주소를 지정하는 주소 지정 스위치가 포함된다.

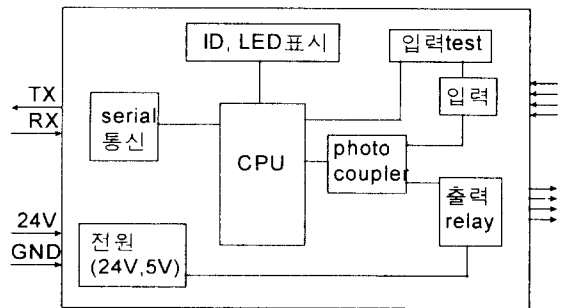


그림 2. 제어기의 구조
Fig. 2. The architecture of the controller

2.4 제어기의 기능 및 패킷 전송

제어기의 기본 기능은 다음과 같다.

- 입력 기능 : 외부 입력의 상태를 읽어 들인 다.

- 입력 시험 기능 : 외부 입력 없이 자체로 입력을 임의로 발생하여 입력부의 기능을 시험한다. 이는 입력 기능이 정상적으로 동작하는지를 알아보기 위한 기능이다.

- 입력 선로 진단 기능 : 입력 선로의 단선 여부를 시험한다. 이는 입력부에 연결되어 있는 센서와 연결된 선로가 단선되었는지를 알아보는 기능이다.

- 출력 기능 : 외부로 구동 전압을 인가하도록 릴레이를 구동 시킨다. 본 시스템은 직류 24 [V]를 구동 전압으로 사용한다.

- 구동 전압 제어 기능 : 구동 전압으로 사용하는 24[V]를 인가, 또는 차단하는 기능이다.

- 토글기능 : 4개의 출력의 전부 또는 일부에 구동 전압을 주기적으로 인가, 차단하여 출력을 단속하는 기능이다.

- 동작 프로그램 전송기능 : 제어기와 호스트 컴퓨터 사이에 통신 장애 등으로 호스트 컴퓨터가 제어기를 제어할 수 없는 경우를 대비하여 제어기는 자체 입력에 대한 자체 출력을 결정 하여 구동 전압을 인가 하는 단독 동작을 하게 된다. 이때 출력을 결정하는 동작 프로그램을 호스트 컴퓨터에서 받아들이는 기능이다.

- 리셋 기능 : 제어기를 리셋 하여 전원이 처음 인가된 상태로 되게 한다.

호스트 컴퓨터가 해당 제어기로 명령 패킷을 전송함으로 패킷 통신이 시작되고 해당 제어기가 명령에 대한 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송함으로 종료된다. 호스트 컴퓨터가 해당 제어기로 전송하는 명령 패킷은 3바이트로 구성되며 제어기의 단독 동작을 위한 동작 프로그램을 전송할 때는 가변 바이트의 명령 패킷을 전송한다.²⁾

호스트 컴퓨터에서 해당 제어기로 전송하는 명령 패킷중 3 바이트 패킷은 그림3과 같이 주소 바이트, 명령 바이트, 오류검사부호(checksum) 바이트로 구성된다.³⁾

1	ID 바이트
0	명령어 바이트
0	checksum 바이트

3바이트 명령 패킷

1	ID 바이트
0	명령어바이트
0	길이바이트
0	RULE데이터
0	
0	RULE데이터
0	checksum 바이트

가변길이 바이트 명령

그림 3. 명령 패킷

Fig. 3. Command packet

주소 바이트는 명령 패킷의 첫 바이트로서 최상위 비트(MSB)가 '1'로 고정되어있고 나머지 7비트는 해당 제어기의 주소를 지정한다. 7비트의 주소는 0부터 127 까지 고유 번호를 가지며 이중 127은 모든 제어기의 공통 주소로 지정하여 각 제어기는 0부터 126까지의 고유 번호를 가진다. 명령 패킷의 두 번째 바이트는 명령 바이트로 최상위 비트(MSB)는 '0'으로 고정되어있고 나머지 7비트에 해당 제어기의 기능 동작을 지정하는 명령어를 지정한다. 세 번째 바이트는 오류검사부호(checksum)바이트로 앞의 두 바이트, 즉, 주소 바이트와 명령어 바이트의 합과 같다. 오류검사부호(checksum) 바이트는 전송 시 오류를 검사하는데 사용된다. 호스트 컴퓨터가 이상과 같은 명령 패킷을 제어기로 전송하면 제어기는 첫 바이트가 자신의 주소와 같은지 비교한다. 비교 결과 자신의 주소와 같으면 다음의 2 바이트 즉, 명령어 바이트와 오류검사부호(checksum)바이트를 연속하여 받아들인다. 명령 패킷의 3 바이트를 모두 받으면 오류검사부호(checksum)를 계산하여 오류의 유무를 검지하고 오류가 있다고 판단하면 호스트 컴퓨터에 패킷 전송에 오류가 있음을 알리는 응답 패킷을 전송한다. 수신한 명령 패킷에 오류가 없으면 제어기는 명령어 바이트에 따라 지정한 기능을 수행하고 호스트 컴퓨터로 응답 패킷을 전송한다.

1	ID 바이트
0	명령어 바이트
0	checksum 바이트

그림 4. 응답 패킷
Fig. 4. Response packet

응답 패킷도 3 바이트로 이루어지며 첫 바이트는 제어기 자신의 주소를 나타내는 바이트이며 두 번째 바이트는 응답 바이트이다.

세 번째 바이트는 오류검사부호(checksum) 바이트로 전송 시 데이터 오류의 유무를 판단하는데 사용된다.

제어기가 단독 동작을 하는데 필요한 동작 프로그램을 전송할 때는 주소 바이트, 길이 바이트, 동작 프로그램 바이트, 그리고 오류검사부호(checksum)바이트를 전송한다. 이때, 주소 바이트는 그 크기가 가변이며 길이 바이트가 동작 프로그램 바이트의 수를 정한다.

2.5 실험 및 결과

호스트 컴퓨터에 16채널의 직렬 포트를 통하여 각 채널 당 127개의 제어기를 연결할 수 있다.

실험에서 호스트 컴퓨터는 486급 PC를 이용하였고 하나의 제어기와 통신이 종료된 후 다음 제어기로, 그리고 한 채널의 제어기들과 통신이 종료된 후 다음 채널의 제어기들과 통신을 하는 방식으로 전체 제어기와 통신하였다. 실험에서는 채널 당 100개의 제어기를 2개의 채널에 연결하였으며 이때 모든 제어기와 통신을 완료하는 시간은 1.5초에서 2초 이내 이었다. 패킷의 전송속도가 초당 9,600 비트이며 이는 초당 960바이트로 320패킷에 해당한다. 통신이 완료되기 위하여 양방향으로 패킷이 전송되므로 초당 160회의 통신이 이루어져야 하나 제어기의 명령에 따른 기능 수행 시간 등을 고려하여 200개의 제어기와 통신이 완료 되는데 1.5초에서 2초 이내의 시간이 걸린다고 본다. 전송 오류율을 측정하기 위하여 20개의 제어기와 1[km]의 통신 선로를 거쳐 계속 통신을 반복 하였을 때 1만회의 통신 시도에 4, 5회의 통신 오류가 발생하여 0.04~0.05[%]의 전송 오류율을 보였다. 이는 실험

표 1. 기존 시스템과 분산형 시스템의 비교

Table 1. The comparison of distributed system with the conventional system

	기존 시스템	분산형 시스템
제어기 수	1	여러 개
사용 선로 수	입·출력 설비와 1:1 연결로 선로 수가 많음	1개의 공통 선로
설비 확장성	입·출력 설비증설시 제어기에도 인터페이스를 증설해야 함	공통 선로에 제어기만 추가하면 됨.
설치 비용	선로의 수가 많고 시공 경비도 높다	선로 수가 1개이므로 설치비용이 낮다.
유지·보수	선로의 수가 많아 유지·보수경비가 높다.	선로의 수가 1개이므로 유지·수가 용이하고 비용도 낮다.
통신망 구성	1:1 스타(star) 통신망 구성	링(ring) 통신망 구성

실에서 1[km]의 선로를 통한 실험이었으며 설치 현장에서 사용될 경우 통신 선로 주변의 상태에 따라, 다소 증감 할 여지가 있다. 또한 통신 선로의 선로 저항이 클 경우 통신 오류가 증가하였으며, 통신 선로를 연선 보다 단선을 사용하면 통신 오류가 크게 감소 하였다. 통신 선로의 경우 용량 효과로 인하여 파형의 왜곡이 있으며 이에 통신 선로의 끝에 종단 저항을 연결하여 파형의 왜곡을 보상할 수 있다.

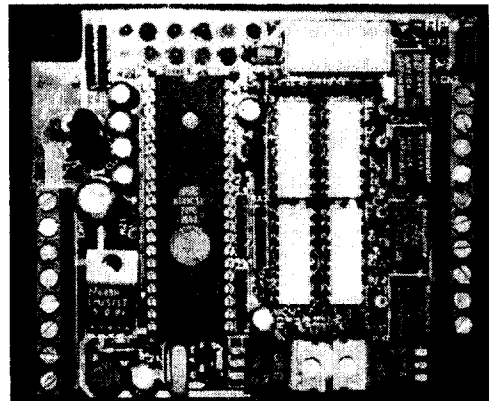


그림 5. 제작된 제어기
Fig. 5. Production prototype of the controller

그림 5에 상용으로 제작된 제어기를 보인다.

3. 결 론

마이크로 컨트롤러를 사용하여 4입력, 4출력의 소형 제어기를 개발하여 분산형 빌딩 방재 및 제어 시스템을 구성하였다. 제어기는 직렬 통신을 이용하여 호스트 컴퓨터로부터 제어 명령을 받아 지정된 기능을 수행한다. 호스트 컴퓨터는 명령 패킷으로 제어기를 제어하며 제어기의 단독 동작을 위하여 가변 바이트의 동작 프로그램 데이터를 제어기로 전송한다. 그리고 제어기는 지정된 기능을 수행하고 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송한다. 공통 통신 채널에 여러 개의 제어기를 연결하고 각 제어기에 서로 다른 주소를 부여하였다. 패킷 전송 시 주소를 이용하여 해당 제어기의 주소와 같은 패킷만 받도록 하여 동일 선로를 이용한 다중 접속을 구현하였다. 개발된 제어기는 크기가 7[cm]×8[cm]의 소형으로 방재 설비 근처에 설치할 수 있다.

현재 아파트 단지·백화점·발전소 및 병원의 방재 시스템에 설치되어 운용되고 있다. 본 제어기의 응용 분야로는 빌딩 제어, 방재 외에, 공장 자동화 시설의 분산화, 화학 공장의 유독 물질 용기의 제어, 또는 온도, 농도 등의 측정 또는 매우 협소하거나 위치가 높거나 하여, 사람이 가까이 하기 어려운 곳에 본 제어기를 설치하여 값의 측정, 상황의 판단 및 제어 출력을 내보낼 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) INTEL, "mbedded Micro controllers", 1994.
- 2) Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "icrocomputer Systems : The 8086/8088 Family, Architecture, Programming, and Design". Prentice-Hall, 1984.
- 3) Douglas E. Comer, "nternetworking with TCP/IP" vol I, Prentice Hall, 1995
- 4) 김희준, "스위치 모드 파워 서플라이", 성안당, 1993.
- 5) Michael Andrews, "rogramming Microprocessor Interface for Control and Instrumentation" Prentice Hall, 1982.

◆ 著 者 紹 介 ◆



한 경 호(Kyoun Ho Han)

1959년 6월 25일생. '82년 서울대 전자공학과 졸(학사). '84년 서울대 대학원 전자공학과졸(석사). '92년 미 Texas A & M Univ. Dept. of E. E 졸(Ph.D). '84~'85년 삼성 휴렛팩커드(연구원). '85~97년 한국전기통신공사(전임연구원). '92~'93년 한국전자통신연구소 이동통신 개발단(선임연구원). '93~'95년 단국대 공과대학 전기공학과 전임강사. 현재 동 대학교 공과대학 전기공학과 조교수.



황 석 영(黃錫永)

1938년 5월 29일생. '63년 서울대 공대 전기공학과 졸. '73년 동 대학원 전기공학과 졸(석사). '84년 동 대학원 전기공학과 졸(박사). 현재 단국대 공대 전기공학과 교수.



이 기 식(李基植)

1952년 3월 30일생. '73년 서울대 공대 전기공학과 졸. '85년 동 대학원 전기공학과 졸(박사). '77년 동 대학원 전기공학과 졸(석사). 현재 단국대 공대 전기공학과 교수.



김 종 철(金鍾喆)

1966년 2월 15일생. '90년 삼진전자임사. '91년 단국대 전기공학과 졸.