

마이크로 콘트롤러를 이용한 분산형 방재 시스템용 중계기 개발

한경호*, 이기식*, 황석영*, 김종철**
단국대학교 전기공학과*, 삼진전자(주)**

Development of PLC by using micro controller for the distributed fire alarm system

Kyongho Han, Kisik Lee, Seokyoung Hwang, Jongchol Kim

Department of Electrical Engineering, Dankook University, Samjin Electronics Co.

ABSTRACT

In this paper, a small PLC system is designed and developed for the distributed building control and fire control system. It uses 8031, a 8-bit micro controller from Intel Inc. The size of the PLC is 7cm X 8cm and the PLC can accept 4 sensor inputs and drive 4 relay outputs, which operates at 24V. Multiple access of PLC by one host computer is implemented by assigning a unique ID to each PLC, which ranges from 0 to 126. The operation starts by sending a command packet from host computer to a PLC and the PLC of the same ID fetches the command packet by comparing the first byte of the command packet with its own ID. The PLC is programmed to perform a various functions and the function is selected by the content of the command byte, which is the second byte of the command packet. The third byte, which is the last byte, is a checksum byte. The checksum byte is the sum of the first byte and the second byte and is used to detect the communication error. Depending on the content of the command byte, PLC performs the desired function 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. For the independent operation of PLC without being controlled by the host computer, variable length RULE data packet is sent to PLC. In case the communication line is broken, the PLC perform the independent operation by referencing the RULE data. The applicable areas are; building automation system, distributed factory automation, measurement of temperature of toxic or dangerous area.

1. 서론:

원 칩 마이크로 콘트롤러를 이용하여 분산형 방재 시스템을 위한 소형 중계기를 개발하였다. 본 중계기는 동일한 통신 선로에 여러 개를 연결할 수 있으며 각 중계기는 서로 다른 고유 번호에 의하여 구분된다. 동일 통신 선로의 중계기들은 serial 통신에 의하여 호스트

컴퓨터와 연결되며 호스트 컴퓨터의 명령어에 의하여 각 중계기의 동작을 제어하게 된다.

각 중계기는 4 개의 입력과 4 개의 출력을 가지며 입력에 연결된 방재 센서의 상태를 읽어 호스트 컴퓨터로 보내며 호스트 컴퓨터는 입력 센서의 상태에 따라 필요한 출력을 내보내어 출력에 연결된 방재 장치가 동작하도록 한다.

여러 개의 중계기와 통신 선로, 그리고 중앙 호스트 컴퓨터에 의하여 빌딩의 방재 시스템을 분산형으로 실현하였다.

2. 본론:

2.1 개발 목표

소형 중계기를 이용하여 고층 빌딩의 방재 및 빌딩 자동화 시스템을 분산형으로 구축하도록 하였다. 단일 콘트롤러에 의한 방재 및 제어 시스템의 경우, 건물의 각 제어 지점, 센서 입력부 등에 여러 개의 선로가 필요하며 제어 지점 및 입력 개소를 증설할 경우 콘트롤러의 성능 및 용량을 증가시켜야 하며 추가된 제어 지점 및 입력 개소부터 콘트롤러 까지 선로를 추가하여야 한다.

소형 중계기를 여러 개 사용할 경우 각각의 중계기는 해당 지역의 입력 개소와 제어 지점을 제어하도록 하며 입력 개소 및 제어 지점의 수가 늘어날 경우 중계기를 추가하면 된다. 각 중계기는 공통 선로를 통하여 연결되며 호스트 컴퓨터 역시 동일한 공통 선로에 의하여 연결된다. 이와 같이 하여 단일 콘트롤러의 기능을 여러 개의 소형 중계기에 의하여 분산 처리되도록 하여 빌딩 방재 및 자동화 시스템의 증설이 용이하며 제어 지점과 입력부의 선로의 양을 크게 줄일 수 있다.

각각의 중계기는 2 선의 양방향 serial 통신 선로와 2 선의 전원 및 접지 선로를 공통으로 사용하여 서로 연결되며 각 중계기는 서로 다른 127 가지의 고유 번호를 가진다. 따라서 하나의 공통 선로에는 127 개의 중계기를 연결할 수 있다. 중계기는 4 개의 입력 신호를 받아

늘일 수 있고 4개의 출력을 내보낼 수 있다. 중계기는 입,출력 제어 및 여러 가지의 기능을 가지며 이들 기능은 호스트 컴퓨터에서 보내는 명령 패킷에 의하여 실행된다. 중계기와 호스트 컴퓨터는 3바이트로 구성된 패킷 형태로 송수신이 행하여지며 패킷은 호스트에서 중계기로 보내는 명령 패킷과 중계기에서 호스트로 보내는 응답 패킷이 있다.

2.2 분산형 방재 시스템의 구조

분산형 방재 시스템은 호스트 컴퓨터와 다수의 serial 통신 채널, 그리고 각 채널에 연결된 다수의 중계기들로 구성되며 구조는 다음과 같다.

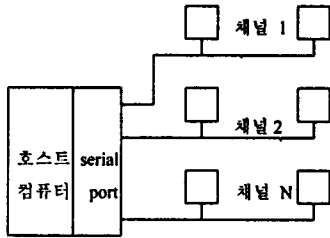


그림 1. 분산형 방재 시스템

호스트 컴퓨터는 빌딩 방재 및 제어의 중심부로서 통신 선로를 통하여 중계기의 입력상태에 따라 필요한 출력을 결정하고 이를 다시 통신 선로를 통하여 중계기의 출력 신호를 발생하도록 한다. 호스트 컴퓨터는 PC부터 Workstation 까지 다양하게 사용할 수 있으며 RS232C serial 통신 선로를 이용하여 중계기들과 연결된다. 호스트 컴퓨터는 빌딩의 자동화 또는 방재를 위한 주 제어 프로그램이 수행되며 빌딩의 여러 입력 요소를 읽어들이고 이에 대한 필요한 출력을 결정 한다. 호스트 컴퓨터는 주 제어 장치로서 전체 시스템의 상태, 입,출력들의 상태를 화면에 표시하여 관리자가 상황을 파악하도록 한다. 또한 키보드, 마우스 등의 입력을 받아들여 시스템의 진단, 입,출력 신호의 진단 등의 진단 기능, 각종 통계 데이터 처리 그리고 인위적 경보 발생 등의 기능을 수행한다.

1개의 RS232C serial 통신 선로에는 서로 다른 고유 번호를 갖는 127개의 중계기가 연결되어 1개의 채널을 이루며 채널 수를 증가함으로써 호스트 컴퓨터에서 제어할 수 있는 입,출력 수를 증가할 수 있다.

이외에도 모뎀 또는 LAN 장치를 통하여 다른 호스트 컴퓨터와 연동하여 운영될 수 있다.[3]

2.2 마이크로 콘트롤러를 이용한 중계기의 구조

중계기는 마이크로 콘트롤러, serial 통신 회로, 전원회로, 입력 회로 그리고 출력 회로의 구성을 가지고 있다.

전원회로는 직류 24V의 전원을 받아 외부 출력의 구동 전원으로 사용하며 DC-DC 변환 회로를 거쳐 5V의 직류 회로의 전원으로 사용한다.[4] 중계기의 주 제어부는 INTEL사의 8031 8비트 마이크로 콘트롤러를 사용하며 마이크로 콘트롤러는 128바이트의 내부 RAM과 4K바이트의 ROM영역이 있다.[1] RAM은 제어 프로그램에서 변수로서 이용되며 ROM부분은 제어 프로그램으로 사용된다. 호스트 컴퓨터와 통신을 위하여 마이크로 콘트롤러의 serial 통신 신호를 5V 레벨에서 RS-232-C 레벨로 변환 하는데 MAXIM사의 MAX232 칩을 이용하였다. RS-232-C 신호는 200미터 이상의 거리를 전송할 수 없으며 1Km의 거리의 중계기와 호스트 컴퓨터와의 통신을 위하여 RS-232-C 신호를 25V 레벨의 신호로 변화하고 이 회로를 포토 커플러 칩과 darlington TR으로 구현 하였다. 입력 회로는 4개의 센서를 입력할 수 있으며 포토 커플러를 사용하여 입력 단자와 중계기 회로를 분리하여 외부의 전압 변동 등으로부터 중계기 회로를 보호하였다. 입력 회로는 센서의 상태를 입력하는 회로, 센서와 연결된 선로의 저항 값에 의한 단선 유무를 입력하는 회로 그리고 센서의 동작 없이 입력 회로를 인위적으로 동작시켜 입력 회로의 기능을 시험하는 회로로 구성 되어있다. 각 입력 회로는 4개의 센서 각각에 대하여 위의 3가지 회로를 가지며 각각의 상태를 5V로 변환하며 이를 콘트롤러에서 포트를 통하여 읽어 들인다. 콘트롤러에서 내보내는 5V의 출력 신호는 포토 커플러를 거쳐 24V로 변환되며 4개의 출력부에 연결된 RELAY에 의하여 24V 구동 전압이 인가된다.

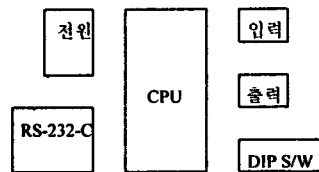


그림 2. 중계기의 구조

이외에 프로세서의 정상 동작을 나타내는 LED, 통신의 송,수신의 상태를 나타내는 LED, 그리고 입,출력부의 상태를 나타내는 LED가 있으며 7비트의 고유 번호 즉 ID를 지정하는 DIP 스위치가 포함된다.

2.1 기능 및 동작 원리

2.1.1 기능

중계기의 기본 기능은 다음과 같다.

입력 기능: 외부 입력의 상태를 읽어 들인다.

입력 진단 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 방재 시스템은 직류 24V를 구동 전압으로 사용한다.

구동 전압 제어 기능: 구동 전압으로 사용하는 24V를 인가, 또는 차단하는 기능이다. 입력부에 연결된 센서 장치는 구동 전압 24V에 의하여 동작하며 센서가 동작하였을 때 구동 전압을 차단하고 다시 구동 전압을 인가하여 센서가 다시 동작하는지 감지한다. 구동 전압을 차단 후 재인가하여 센서가 동작하지 않는다면 이는 센서의 오 동작 또는 순간적인 입력의 발생으로 판단하게 된다. 구동 전압을 재 인가 하여 센서가 동작한다면 이는 입력이 발생한 것으로 판단하게 된다.

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

RULE DOWNLOAD 기능: 중계기와 호스트 컴퓨터 사이에 통신 장애 등으로 호스트 컴퓨터가 중계기를 제어할 수 없는 경우를 대비하여 중계기는 자체 입력에 대한 자체 출력을 결정 하여 구동 전압을 인가 하는 단독 동작을 하게 된다. 이때 출력을 결정하는 RULE을 호스트 컴퓨터에서 받아들이는 기능이다.

RESET 기능: 중계기를 RESET하여 전원이 처음 인가된 상태로 되게 한다.

2.1.2 명령 패킷 및 응답 패킷

통신은 호스트 컴퓨터가 해당 중계기로 명령 패킷을 전송함으로써 시작되고 해당 중계기가 명령에 대한 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송함으로써 종료된다. 호스트 컴퓨터가 해당 중계기로 전송하는 명령 패킷은 주로 3바이트로 구성되며 중계기의 단독 동작을 위한 RULE을 전송할 때는 가변 바이트의 명령 패킷을 전송한다.[2]

동일한 채널에 연결될 수 있는 중계기의 수는 최대 127개이며 이들은 공통 선로를 통하여 호스트 컴퓨터와 통신한다. 이때 호스트와 중계기의 다중 접속에 의한 1대1 통신을 위하여 각 중계기는 서로 다른 고유 번호(0-126) 즉 ID를 가진다. 호스트 컴퓨터에서 해당 중계기로 전송하는 명령 패킷 중 3바이트 패킷은 그림과 같이 ID 바이트, 명령 바이트, Checksum 바이트로 구성된다.[3]

1	ID 바이트
0	명령어 바이트
0	checksum 바이트

3 바이트 명령 패킷

1	ID 바이트
0	명령어 바이트
0	길이 바이트
0	RULE 데이터
0	“
0	RULE 데이터
0	checksum 바이트

가변 바이트 명령 패킷

그림 3. 명령 패킷

ID 바이트는 명령 패킷의 첫 바이트로서 최상위 비트(MSB)가 '1'로 고정되어있고 나머지 7비트는 해당 중계기의 ID를 지정한다. 7비트의 ID는 0부터 127까지 고유 번호를 가지며 이중 127은 모든 중계기의 공통 ID로 지정하여 각 중계기는 0부터 126까지의 고유 번호를 가진다. 모든 중계기에 명령 패킷을 전송하고자 할 때 ID를 0으로 하여 전송한다. 명령 패킷의 두 번째 바이트는 명령 바이트로 최상위 비트(MSB)는 '0'으로 고정되어 있고 나머지 7비트에 해당 중계기의 기능 동작을 지정하는 명령어를 지정한다. 세 번째 바이트는 checksum 바이트로 최상위 바이트는 '0'이며 앞의 두 바이트, 즉, ID 바이트와 명령어 바이트의 합과 같다. Checksum 바이트는 전송 시 오류를 검사하는데 사용된다. 호스트 컴퓨터가 이상과 같은 명령 패킷을 중계기로 전송하면 중계기는 최상위 비트가 자신의 ID와 같은지 비교한다. 비교 결과 자신의 ID와 같으면 다음의 2바이트 즉, 명령어 바이트와 checksum 바이트를 연속하여 받아들인다. 명령 패킷의 3바이트를 모두 받으면 ID 바이트와 명령어 바이트를 더하여 그 합이 checksum 바이트의 내용과 같으면 수신된 명령 패킷은 오류가 없는 패킷이며 같지 않다면 수신된 명령 패킷은 오류가 있는 패킷임을 알 수 있다.

중계기는 자신의 ID를 갖는 명령 패킷에 오류가 있다고 판단하면 호스트 컴퓨터에 패킷 전송에 오류가 있음을 알리는 응답 패킷을 전송한다. 수신한 명령 패킷에 오류가 없으면 중계기는 명령어 바이트에 따라 지정한 기능을 수행하고 호스트 컴퓨터로 응답 패킷을 전송한다. 응답 패킷도 3바이트로 이루어지며 첫 바이트는 중계기 자신의 ID를 나타내는

ID 바이트로 최상위 비트는 항상 '1'로 고정되어 있다. 두 번째 바이트는 응답 바이트로 최상위 비트는 항상 '0'로 고정되어 있다. 세 번째 바이트는 ID 바이트와 응답 바이트를 더한 값에 최상위 비트를 '0'으로 고정 시킨 것으로 전송 시 데이터 오류의 유무를 판단하는데 사용된다.

1	ID 바이트
0	응답 바이트
0	checksum 바이트

그림 4. 응답 패킷

중계기가 단독 동작을 하는데 필요한 RULE 을 전송할 때는 ID 바이트, 길이 바이트, RULE 바이트, 그리고 checksum 바이트를 전송한다. 이때, RULE 바이트는 그 크기가 가변이며 길이 바이트가 RULE 바이트의 수를 정한다.

ID 가 127 인 경우는 모든 중계기가 공통으로 사용하는 ID이며 ID 가 127 인 명령 패킷에 대하여는 중계기들은 응답 패킷을 보내지 않는다. 이유는 모든 중계기가 응답 패킷을 전송할 경우 서로 전송 데이터가 섞여 호스트 컴퓨터로 전송되므로 응답 패킷을 정상적으로 처리되지 못한다. 한 순간에 하나의 중계기만 호스트 컴퓨터로 응답 패킷을 보내야 호스트 컴퓨터에서 응답 패킷을 정상적으로 처리할 수 있다.

2.1.1 동작 설명

전원이 인가된 후 중계기는 초기상태를 유지하며 자신의 정상 동작을 나타내는 LED 를 점멸한다. 또한 통신 선로를 계속 감시하여 지정된 횟수 이상 통신이 없으면 호스트와 중계기 의 통신이 끊어진 것으로 판단하여 중계기를 초기화 시킨다. 초기화된 중계기는 모든 출력 신호를 제거하며 단독 동작을 위한 RULE 이 있을 경우 RULE 에 따라 동작한다. 호스트 컴퓨터와 중계기 의 통신이 있으면 중계기는 자신의 ID 와 같은 ID 의 명령 패킷이 있는지 통신 선로를 계속 감시한다. 해당 중계기의 ID 와 같은 ID 의 명령 패킷이 있을 경우 또는 중계기의 공통 ID 인 127 을 ID 로 갖는 명령 패킷이 있을 경우 해당 중계기는 명령 패킷의 전송 오류를 검사하고 오류가 없을 경우 명령어 바이트에 의하여 지정된 기능을 수행한다. 명령 패킷의 ID 바이트가 공통 ID, 즉 127 인 경우를 제외하고 중계기는 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송한다. 중계기는 호스트 컴퓨터로부터 명령 패킷의 3 바이트를

모두 받은 경우 항상 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송한다. 이때 응답 패킷의 종류는 명령 패킷의 전송 오류에 대한 응답, 정상 기능 수행 후 응답, 그리고 비 지정된 명령에 대한 응답 이 있다. 호스트 컴퓨터로부터 중계기 단독 동작을 위한 RULE 을 전송 받을 때에도 중계기는 가변 바이트의 RULE 데이터 패킷을 받은 후 전송 오류 유무를 결정하고 결과에 따라 다른 응답 패킷을 호스트 컴퓨터에 전송한다.

2.1 제어 프로그램

중계기의 동작을 제어하는 제어 프로그램은 8031 어셈블리어로 작성되었으며 마이크로 콘트롤러의 내부 ROM 에 저장되어 있다.

2.2 실험 및 결과

본 중계기를 16 채널의 serial 포트를 통하여 각 채널 당 127 개의 중계기를 연결할 수 있다. 실험에서 호스트 컴퓨터는 486 급 PC 를 이용하였고 하나의 중계기와 통신이 종료된 후 다음 중계기로, 그리고 한 채널의 중계기들과 통신이 종료된 후 다음 채널의 중계기들과 통신을 하는 방식으로 전체 중계기와 통신 하였다. 실험에서는 채널 당 100 개의 중계기를 2 개의 채널에 연결하였으며 이때 모든 중계기와 통신을 완료하는 시간은 1.5 초에서 2 초 이내 이었다. 통신의 전송속도가 초당 9600 비트이며 이는 초당 960 바이트로 320 패킷에 해당한다. 통신이 완료되기 위하여 양방향으로 패킷이 전송되므로 초당 160 회의 통신이 이루어져야 하나 중계기의 명령에 따른 기능 수행 시간 등을 고려하여 200 개의 중계기와 통신이 완료 되는데 1.5 초에서 2 초 이내의 시간이 걸린다고 본다. 전송 오류율을 측정하기 위하여 20 개의 중계기와 1Km 의 통신 선로를 거쳐 계속 통신을 반복 하였을 때 1 만회 의 통신 시도에 4, 5 회의 통신 오류가 발생하여 0.04 - 0.05 % 의 전송 오류율을 보였다. 이는 실험실에서 1Km 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.

3. 결론

8비트 마이크로 콘트롤러를 사용하여 4 입력, 4 출력의 소형 중계기를 개발하여 분산형 빌딩 방재 및 제어 시스템을 구성하였다. 중계기는 RS-232-C serial 통신을 이용하여 호스트 컴퓨터로부터 제어 명령을 받아 지정된 기능을 수행한다. 호스트 컴퓨터는 3 바

이트의 명령 패킷을 중계기로 전송하며 중계기의 단독 동작을 위하여 가변 바이트의 RULE 데이터를 중계기로 전송한다. 명령 패킷을 받은 중계기는 명령 패킷의 오류를 검사하고 오류가 있을 시 호스트 컴퓨터에 3 바이트의 응답 패킷을 전송한다. 명령 패킷에 오류가 없을 경우 중계기는 기능을 수행하고 3 바이트의 응답 패킷을 호스트 컴퓨터로 전송한다. 공통 통신 채널에 126 개의 중계기를 연결하고 각 중계기에 서로 다른 고유 번호, 즉 ID를 부여하였다. 패킷 전송시 ID를 이용하여 해당 중계기의 ID와 같은 패킷만 받도록 하여 동일 선로를 이용한 다중 접속을 구현하였다.

개발된 중계기는 크기가 7cm X 8cm 이며 24V 전원을 사용하였다. 본 중계기를 이용하여 빌딩의 제어 및 방재 시스템을 분산형으로 구성할 수 있으며 1Km 이내의 거리에서 별도의 증폭기 없이 호스트 컴퓨터와 연결된다. 전송 오류율은 1Km의 선로에서 0.04% - 0.05% 이었으며 200 개의 중계기와 통신 완료 하는데 드는 시간은 1.5초 - 2초 정도 였다.

현재 본 중계기를 응용하여 온도, 농도 등의 아나로그 값을 감지하는 각종 센서를 연결하여 이를 A/D 변환하고 변환된 값을 호스트 컴퓨터로 전송하는 아나로그 형 중계기도 설계 개발 중이다.

본 중계기의 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 중계기를 설치하여 값의 측정, 상황의 판단 및 제어 출력을 내보낼 수 있다.

개선 할 사항으로는 본 중계기는 24V 와 접지의 2 개의 전원 선과 송,수신의 2 개의 선로, 합 4 개의 선로를 사용하여 서로 연결되어 있으며 송,수신의 2 개의 선로를 1 개로 줄여 선로의 수를 3 개로 줄이도록 할 수 있다. 이를 위하여 송,수신 신호를 분리하는 multiplex 회로와 송신 데이터의 충돌을 감지하는 프로그램 등이 추가되어야 할 것이다.

4. 참고문헌

- [1] INTEL, "Embedded Micro controllers", 1994
- [2] Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcomputer Systems: The 8086/8088 Family, Architecture, Programming, and Design", Prentice-Hall, 1984.
- [3] Douglas E. Comer, "Internetworking with TCP/IP", vol 1, Prentice Hall, 1995.
- [4] 김희준, "스위치모드 파워 서플라이", 성안당, 1993.
- [5] Michael Andrews, "Programming Microprocesso