

자동화 공정을 위한 네트워크 구현

김지홍 황병훈

전북대학교 제어계측공학부

Network Method for Automation Factory Processor

Kim, Jeehong Hwang, Byunghun

Control & Instrument Eng. of Chonbuk Nat. Univ.

Abstract As design a network system that should command and response to do tasks by PLC, to make factory automation for being distributed facilities which are not guaranteed procedure, through polling method, commands are send orderly by PLC and responses are answered by each sub-unit. It make a guarantee of sequence and drive a master-slave operation in network. This method help to distribute procedure systems and make possible dividing tasks to each unit. To make this method, network protocol's format have Master or Slave ID and tasking data and Master's commnad or Slave unit's report. In network interpret algorithm, skip algorithm are included and it make guarantee of protecting data though network are in noise. Data that are made by this method are send to PC to transmit long-distance user by internet

산 주체가 사람이 설계한 기계가 아닌 자연물 즉 동물이 나 식물에 의한 것으로 축산물 예로 할 수 있을 것이다. 축산시설에서 생산의 주체는 짐승으로서 사람이 임의로 제어할 수 있는 부분이 매우 제한되어 있고 단순한 반복적 교육으로 사육 습성을 길들이는 정도에 불과하다.

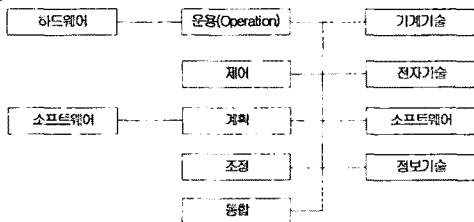
1.2 비순시적 공정에서의 연속성

제어가 불가능하고 조정이 어려운 것 같은 환경에서 자동화하기에 가장 어려운 점은 공정의 유연성이란 측면에서 연속적인 공정간의 순서적 배열, 순시성을 보장하는 문제일 것이다. 즉 생산공정에서 앞선 공정의 인과로서 이어지는 공정의 유효성이다. 앞선 공정과 이어지는 공정의 연속성에서 서로간의 인과적 유연성을 보장하기 위해 두 공정이 순서에 의존하지 않고 각 공정의 결과에 의존하는 방식과 각 공정의 상태를 실시간으로 감독할 수 있다면 순시성을 보장하지 않는다 하더라도 공정간의 연속성을 수립할 수 있을 것이며 이로써 유연화를 보장할 수 있게 될 것이다. 이를 통해 무인화를 보다 적극적으로 완벽하게 이룰 수 있게 할 수 있다. 물론 생산 주체로서가 아닌 생산 품목의 특성이라는 측면에서의 순시성의 보장은 다른 형태이다. 그러나 공정 순서에 따라 영향을 받는 생산품의 공정에서도 공정 순서 보장을 위해 시간에 의존하지 않고 공정의 결과에 의존하며 각 공정간에 상태를 통합적으로 관리한다면 순시성을 보다더 보장할 수 있으며 시간적, 그리고 순서적 유연성을 보다 효율적으로 확보할 수 있을 것이다.

1. 장 서 론

자동화를 미리 작성된 프로그램에 따라서 사람이 관여하지 않고도 전체 혹은 일부 공정을 스스로 진행시키는 데 필요한 대책이나 방법으로 고정 자동화(Fixed Automation)와 가변 자동화(Soft Automation)의 두 가지 유형으로 나눌 수 있다. 특히 가변 자동화는 유연 자동화(Flexible Automation)과 프로그램형 자동화로 구분할 수 있는데 이중 유연자동화는 Network화 된 생산 정보시스템을 특징으로 한다.

자동화 기술은 성격에 따라 하드웨어, 소프트웨어로 구분하며 기능에 따라 운용, 제어, 계획, 조정, 통합으로 나뉜다.



[그림 1] 자동화 기술의 개념도1)

이렇듯 공장자동화란 공장의 무인화, 공장의 지적화(Intelligent), 공장의 CAM(Computer Aided Machine)화를 궁극적으로 하며, 생산의 효율성과 유연성을 동시에 달성할 수 있도록 시스템화하는 것이다. 2)

1.1 비순시적 공정의 정의

사전에 프로그램 하거나 계획할 수 없는 공정은 무인화와 지적화란 때때로 예상치 못한 오류 등의 위험 요소를 내포 할 수밖에 없다. 사전에 프로그램 할 수 없다는 것은 비순시적 공정이 내포되어 있음을 알 수 있다. 시간적 흐름에 따라 인과를 즉 순서를 지킬 수 없는 공정이란 생

2. 장 본 론

앞 절에서 비순시적 공정에 예로서 축산시설을 언급하였다. 이와 같이 인위적으로 제어할 수 없는 대상을 이용한 생산시설에서의 자동화시 가장 어려운 문제는 공정 순서일 것이며 이 순서는 인위적으로 개선할 수 없음을 이해해야 할 것이다. 따라서 이미 언급한 것 같이 비순시적 공정을 고려하여 각 공정을 나누고 공정에 인과율보다는 공정간 결과를 통제하고 각 공정 결과 의존의 시스템을 구축하기 위해 각 공정간의 의사소통이 큰 핵심이 될 것이다. 즉 분산된 공정의 네트워크 구성은 데이터를 수집하고 전 공정을 지휘 할 수 있도록 해야 한다는 것이다. 본 연구에서 제안하는 방법은 Polling 방식의 통신 방식으로, 정해진 sampling time을 주기로 PLC와 하부장치들이 데이터를 주고받는 방식이다. 매 주기마다 PLC는 하부장치들에게 명령을 주면 해당하는 하부장치가 자신에 작업 결과 혹은 상태를 정해진 규칙에 따라 알리는 방식이다.

2.1 네트워크의 구성

네트워크 구성은 모든 공정의 상태를 실시간으로 감지하도록 하는 것이 될 것이다. 현재 공정의 상태와 각 공정의 결과에 대한 정보를 수집할 수 있어야 자동화 목적에 맞는 명령을 지시할 수 있기 때문이다.

2.1.1 네트워크 통신 포맷

명령을 내리고 정보를 수집하는 능력을 갖춘 장치를 Master PLC(Program Logic Control)라 호칭하자. Master

1) 생산기술연구원, 기술 및 시장 분석조사, 1993.
 2) 박용태, 산업구조전환기의 자동화기술 확산 전략 및 정책, 과학기술정책관리연구소, 1994.

PLC는 네트워크 상에서 작업을 지시하고 그 작업에 대한 응답을 듣기도하며 정보를 수집할 수 있다. 즉 하부 시스템에 작업을 지시하고 지시한 내용에 대한 결과를 얻는다. 하부 시스템은 Master PLC의 지시를 기다리고 작업을 수행하여 결과를 알리도록 한다.

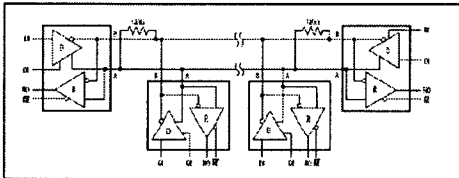
위의 작업을 위해 본 연구에서는 각 장치들과 Master 사이에 통신 포맷(Protocol)을 [표 1]에서 정의하였다.

형태	M	I	I	0	0	0	N	S	I	I	0	0	0	0	0	N
의미	마	호	자	수	문	하	호	호	자	리	수	맞	혹	형	의	끝
	스터	출	리	문	하	출	출	리	수	맞	혹	형	의	끝		
	P	호	장	치	의	장	치	의	작	업	지	시				
	L	치	변	시	결	치	변	시								
	C	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호	호

[표 1] Network protocol

2.1.2 네트워크 장치

대화형 네트워크의 구성에 있어 시리얼 방식을 채택하게 되면 RS-232방식의 Full-Duplex 방식을 이용하기 쉽다. 그러나 RS-232는 1:1 통신방식으로 일대다 통신방식에는 어울리지 않으며 전송거리가 짧고 잡음이 약하다. 외란을 고려하며 장거리에 사용할 수 있고 무엇보다 일대다(1:M) 혹은 다대다(M:M) 형태의 통신에서는 차동방식(Half-Duplex)을 이용한 RS-485 방식을 이용하는 것이 유리하다.



[그림 2]. RS-485 네트워크 구성³⁾

2.2 시스템에서의 통신 구성

Master PLC 장비가 데이터를 수집하고 공정운영의 목적에 따른 명령을 지시하기 위해 우선 통신이 안정화 되어야한다. RS-485 interface를 위해 [표 2]에서처럼 통상의 RS-232C에서 transceiver (driver/receiver) 부분만을 변경하여 사용자의 입장에서는 RS-232C 입출력을 사용할 때와 같이 URAT 8250을 경유하여 접근한다. 그러면 MS-DOS, ROM-BIOS에서 제공하는 직렬포트 서비스를 그대로 사용할 수 있다. H/W interrupt (IRQ3,4)를 사용할 경우, 사용자가 작성한 interrupt service routine vector를 원래의 vector table에 바꾸어 놓는다.

2.3 통신 안정화 구성

네트워크를 구성하고 시스템에 통신 장비를 구성함으로써 PLC와 하부 장치들에 네트워크를 구성하였으며 구성된 네트워크를 통해 정해진 프로토콜을 이용하여 데이터를 주고받을 때 잡음이 없다면 포트를 열고 읽고 쓰기만 하면 될 것이다. 그러나 장치들끼리의 통신에서는 비트오류와 통신 감쇠등에 의한 노이즈와 전원을 분리하여 사용함에 따른 전원노이즈 그리고 전원을 통해 들어오는 고주파 성분은 노이즈등 여러 노이즈에 의해 통신의 안정화를 보장하기 힘들다. 비록 차동방식에 통신 방식을 사용하였다 하더라도 잡음에 의한 오류를 제거할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 잡음에 의해 오류가 발생한 데이터는

Skip 알고리즘에 의해 제거되는데,

```

//COM 인터럽트를 세팅한다. 수신인터럽트만 사용한다
--int0Bh
// COM 인터럽트루틴을 설치한다
// COM2 인터럽트-> 확장 COM PORT
// 새로운 시리얼2 인터럽트(백터방식)를 설치한다
if(port == COM1){
    setvect(COM1_INT, NewInterruptCOM1);
    outportb(port_addr +MCR_OFFSET, 0x0B);
    //for 232 type
    outportb(port_addr +IER_OFFSET, 0x01); }
else if(port == COM2){
    setvect(COM2_INT, NewInterruptCOM2);
    outportb(port_addr +MCR_OFFSET, 0x08);
    //for 485 type
}
outportb(port_addr +IEROFFSET, 0x1); // enable
receive interrupt
inportb(port_addr +RBROFFSET); //
수신버퍼를 지운다
    
```

[표 2]. RS-485/RS-232 방식을 이용한 시스템의 네트워크 구성 방식은 정해진 프로토콜에 기반 하여 PLC는 하부 응답 신호에서 시작 신호인 "S"와 아이디 그리고 끝 신호인 "N"을 감지함으로써 데이터의 유효성을 확인하게 된다. 수신된 데이터가 잡음이나 통신 비트 오류에 영향을 받았다면 [표 3]과 같은 간단한 알고리즘으로 유효한 부분을 찾을 수 있다. 즉 데이터의 시작부분을 찾아 정해진 규칙에 따른 유효자리를 인정하는 방식이다.

```

index= 0;
while(Received_str[index] != 'S'){
    index++;
    if(index>11) break;
}
    
```

[표 3]. 통신 유효성을 위한 skip 알고리즘 이와 더불어 직렬통신 중에 발생하는 오류와 비트 오류등과 같이 하부장치들과 PLC와의 사이에 통신오류로 인하여 네트워크 상의 통신 Looping을 막을 수 있도록 수신 불능 혹은 부재를 조사하는 플레그를 이용하여 수신 오류로 인한 Polling 주기의 지연과 Looping을 막을 수 있도록 하였다.

```

if(IsDataRxQue(COM2)){
    i=wait=0;
    do{
        if(IsDataRxQue(COM2)){
            RX_data= PopRawRxQue(COM2);
            Received_str[i++] = RX_data;
            wait=0;
        }
        else wait++; // There is no recieving data
    }while(i<50 && RX_data != 'N' && wait<30); }
    
```

[표 4]. 직렬 통신 수신과 오류 검출 알고리즘 Polling 주기는 통신 속도와 하부장치들에 수에 따라 주기를 결정할 수 있는데 PLC의 연산속도와 운용 목적에 따른 능력을 고려하는 것이 좋다. 수식화 하면 다음과 같은데

$$Polling\ Time = \left(\frac{Protocol\ Format\ Char.}{Char.\ 개수} \times \text{장치개수} \times \frac{10}{Baud} \right) + PLC\ 연산\ 운용주기$$

식에서 Protocol format char. 개수는 정해진 통신 규칙에 따른 Byte 수의 총합이 된다. 즉 제안 한 방식의 프로토콜에 따라 Master 8 byte + Slave 11 Byte 총 19 byte 의 char.가 Polling당 이동하게 된다.

3) Data Sheet MAX485 2001 Maxim Integrated Products Printed USA

자동화를 위한 한 방식으로 본 연구가 제시하는 방식이 효과적임을 보였다

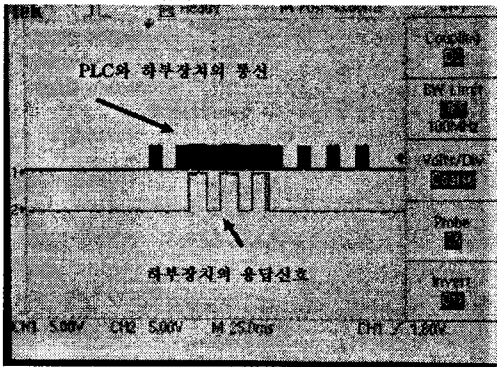
3. 장 적용 및 고찰

3.1 적 요

비순시적 공정의 예로 든 축산 자동화를 위해 실제 목장에서 활용을 위한 알고리즘에 맞추어 프로그램된 PLC와 하부장치들을 목장에 설치하여 네트워크를 이루었다. 본 실험의 목표는 모든 하부 장치를 순서에 맞게 작동하며, 데이터를 획득하고 하부 장치를 운영하는 것이다. PLC 운용 중에 하부장치와의 통신을 위한 방법으로 프로토콜은 각각의 장치아이디를 부여하고 데이터 송수신시에 데이터의 출처와 지시 명령의 대상을 가리키도록 하여 장치아이디+데이터 형태로 사용되도록 한다. 하부 장치들은 명령을 판별하고 자신의 ID가 호출될 때만 응답함으로 [그림 3] 타 하부 장치로부터 송신 데이터와 충돌하는 것을 피하게 된다. 전체적인 목장 자동화를 위한 작업장은 착유실과 급이실로 나뉘며 입구와 출구에는 출입한 젖소를 인식하기 위해 소에 부착한 무선 인식표를 읽을 수 있는 인식장치를 설치하고 생산 주체(젖소)가 각 작업장으로 이동하는 것을 살피고 각 작업을 지시하며 필요한 데이터를 획득할 수 있도록 하였다.

[참 고 문 헌]

- [1]. 한병성, 1996, "젖소의 사양관리 자동화를 위한 전자개체인식장치 개발 I. 송, 수신부 회로설계 및 제작", 한국임상수의학회지, vol. 13, no.2, pp.171-176.
- [2]. "RS 485/RS-422 Transceivers datasheet" 1996 Maxim Integrated Products.
- [3]. "Application Guidelines for TIA/EIA-485-A" 1998 TIA/EIA
- [4]. John Uffenbeck, "The 8086/8088 FAMILY Design Programming, and Interfacing", Prentice Hall pp.474-526.



[그림 3]. RS-485에 의한 Polling 방식 통신실험

3.2 고찰

실험에 의한 결과를 볼 수 있도록 파일로 저장된 지시와 응답을 확인한 표가 [표 5]이다. 표의 상단은 젖소가 착유를 위해 착유실에 들어온 것이다. 또한 미리 만들어진 급이 정보를 바탕으로 아이디 1010인 소가 들어오자 아이디와 함께 "001010; This cow is been feeding" 라는 메시지와 함께 급이 데이터는 고유번호 1010인 젖소에게 사료를 순서대로 급이 하도록 하는 명령을 수행한다.

```
Sent string: M1I000N RX= S 1 I I 0 0 2 4 5 C N
Sent string: M1I000N RX= S 1 I O 0 0 0 0 0 0 N
Sent string: M1T1000N RX= S 1 T 1 0 0 1 9 . 0 N
Sent string: M1T2000N RX= S 1 T 2 0 0 1 9 . 2 N
Sent string: M1C1000N RX= S 1 C 1 0 0 0 0 0 9 N
```

```
Sent string: M1I000N RX= S 1 I I 1 0 0 0 0 0 0 N
Sent string: M1I0000N RX= S 1 I 2 0 0 2 4 5 C N
ID:00245C weight:55.500000
temp:19.100000 cond:0.047273
Sent string: M1I1000N RX= S 1 I 1 0 0 1 0 1 0 N
001010; This cow is been feeding
Sent string: M1R1000N RX= S 1 R 1 0 0 F C 9 9 N
```

[표 5]. 파일로 저장한 네트워크 운용 내용

이로서 본 연구에서 제시한 네트워크 구성 방법과 운용 방식은 인위적 통제가 어려운 공정에서 시간 의존이나 순서 의존적 방법 아닌 상태 결과 의존적 방식을 이용함으로써 비순시적 공정을 순시적으로 해석하고 순서 연속성을 보장할 수 있도록 하였다. 또한 축산 자동화를 통해 인위적 통제가 아닌 통제 불가의 생산주체를 대상으로 하는 공정