

LAN을 이용한 생산 공정 감시 제어 시스템에 관한 연구

正會員 李 相 勳* 正會員 朴 東 俊* 正會員 康 俊 吉*

A Study of the Computer Intergrated Manufacturing System Using LAN

Sang Hun LEE*, Dong Jun PARK*, June Gill KANG* *Regular Members*

(본 연구는 산학협동재단연구비 지원에 의해 이루어졌음)

要 約 현대는 생산성 향상을 위하여 여러 방법이 사용되는데 그중 공장 측면에서는 공정 자동화를 함으로서 생산성 향상을 기하는 방법을 사용하고 있다. 공정 자동화의 첫 단계는 각 단위 공정의 자동화이다. 우리나라 현황을 보면 소수의 발전된 공장의 경우, 라인의 자동화가 구축되어 있으며 대다수의 기업은 단위 공정의 자동화 장치가 설치되고 있다.

그러나, 현재 설치된 장비로서 더 이상의 생산성을 높이기 위해서는 각 단위 공정간의 협력 또는 공조체계 및 사무 자동화와의 연계가 이루어져야 한다.

이에 본 논문에서 제시된 공정 감시 제어 SYSTEM은 각 공정의 자동화를 이루고 각 단위 공정의 자동화를 이루고 각 단위 공정을 MAIN COMPUTER와 연결하여 모든 공정을 MASTER SYSTEM 화하여 통계처리 및 감시기능을 하고 자하여 생산성을 향상시키고자 한다.

ABSTRACT At present, using different method, in te view of point of that factory to the rising of the productivity, they try to rise productivity by factory automation.

First, it is the automation of each unit process. In out country, in the case of a few developed factory, they are realized by line automation. The majority factories are established by automation device of unit process. But, as the-established devices, it must be connect between unit processes or mutual assistance and offical automation in order to raise up productivity highly.

In this paper, process inspection control system is installed by each unit process automation and connect main computer with them. So, we try to rise high productivity using stochastic process and supervision function.

I. 서 론

종래의 공장자동화는 FMS(Flexible Manufacturing System)와 같은 의미로 생산 line의 자동화 즉, 단위 공정의 자동화를 이루어 왔다. 그러나 현대의 공장 자동화는 생산 공정의 자동화, 생산 계획 및 생산 관리등의 관점에서 자동화를 통합한 것을 말한다. 따라서, 본 연구에서는 LAN(Local Area Network)을 이용하여 각 단위 공정의 자동화를 이룬 POP(Point of Product)의 생산 관리를 주 컴퓨터에서 처리함으로써 생산

계획 및 기기 관리능력을 증가시켜 생산성을 향상시키고자 한다.⁽¹⁾

제조 자동화 프로토콜(MAP)은 공장 환경을 위한 7계층 토칸 버스 통신으로 지정되어 있다. 이것은 컴퓨터를 사용하여 집적된 제조(CIM)을 구현하려는 현대의 공장이 직면한 다양한 문제를 해결하는 한가지의 해결책이 될 수 있다.

실제로 컴퓨터나 정보 통신 장비는 자동화된 공장의 전체 비용의 25~50%를 차지한다.

1980년에, General Motors(GM)는 공장 정보 통신 문제를 연구하기 위하여 7개 분과의 작업을 구성하였다. MAP을 처음으로 정의한 서류는 1982년 10월 GM에 의해 제기되었다. 1984년

* 光云大學校 電子工學科
Dept. of Telecommunication Engineering
Kwang Woon Univ.
論文番號 : 91-93(接受1991. 7. 9)

국가 컴퓨터 회의에서 MAP 1.0본이 GM과 다른 7개 회사에 의해 시범되었다. MAP 2.1때는 11개 회사가 더 참여하여 Autofact' 85에서 시범을 보였다. 1987년이 MAP 3.0 본은 6년간 사용자와 제조자에게 안정성을 제공하였다.

MAP은 국제 표준 기구(ISO)의 개방 시스템 상호접속(OSI) 참조 모델에 기초한다. 이것은 기존의 7계층표준 프로토콜의 부분 집합으로 제조업 응용을 위해 응용 계층에 몇가지가 부가되어있다. 본 논문에서는 광대역 IEEE 802.4 토큰 패싱 프로토콜인 MAP의 데이터 링크 계층의 매체 액세스 제어(MAC) 부 계층에 초점을 맞추고자 한다.⁽²⁾ 토큰 버스를 선택한 이유는 많은 프로그램할 수 있는 장비들이 이미 토큰 버스에 기초하고 있기 때문이다.⁽¹⁾⁽²⁾

따라서, 본 연구는 MAP에 기초하여 공정 감시 제어 시스템을 토큰 버스토폴로지 모델로 설정하고 이를 구현하여 공정 제어 감시 시스템에 적용된 LAN(Local Area Network)을 조사 분석하여 통신의 효율성을 확인하였으며 공정의 효율성에 있어서도 보다 능률적인 점도 확인할 수 있었다.

II. 토큰 버스 네트워크

토큰 버스 프로토콜에서 버스에 연결된 각각의 스테이션들 간에는 논리적 링(ring)이 구성된다. 즉, 각 스테이션들은 자신의 앞뒤 순번의 스테이션을 기억해 두고, 지정된 순서대로 토큰을 통과시킨다. 토큰은 목적지 주소를 포함하고 액세스 권리를 스테이션에 부여하는 컨트롤 프레임이다.

토큰을 수신한 스테이션은 일정시간(specified time) 동안 매체를 조정할 수 있다.⁽³⁾ 즉, 스테이션은 하나 이상의 프레임을 전송할 수 있고, 다른 스테이션들을 Poll 할수도 있으며, 응답을 수신할 수도 있다. 그 스테이션이 모든 작업을 끝냈을 경우나, 주어진 시간이 모두 소요된 경우에는 토큰을 논리적 순서에 따라 다음 스테이션

에게 전해준다. 토큰을 갖고있지 않은 다른 스테이션들은 Poll과 ACK 요구에 대해 응답해야 될 때에만 링크를 사용할 수 있다. 여기서, Poll은 토큰을 획득한 스테이션이 다른 스테이션에게 정보를 요구하는 것을 말한다.⁽⁴⁾

토큰 버스 프로토콜에서 전체적으로 이루어지는 컨트롤 기능을 크게 4가지로 구분이 되는데, 이는 한개 이상의 스테이션에 의해 수행되어야 한다.

첫째, 네트워크가 시작될 때와 논리적 링이 상실되었을 경우, 논리적 링이 새롭게 초기화되어야 한다. 주로 프라이머리티에 따라 구성된다. 이러한 기능을 “링의 초기화(Ring Initialization)”라 한다.⁽⁵⁾

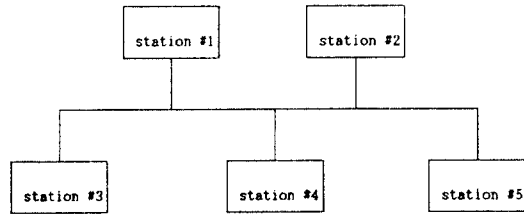


그림 1. 토큰 버스 네트워크의 구조

둘째, 새롭게 논리적 링과는 관련이 없었던 스테이션이 링에 참여하기를 원하는 경우가 발생하므로, 링에 참여할 기회를 주기적으로 부여해야만하는데, 이를 “스테이션의 첨가(Addition to Ring)”라 한다.

셋째, 링으로부터 탈퇴하기를 원하는 스테이션은 토큰을 획득했을때 순서적으로 자신의 앞뒤 스테이션을 연결하여 주고, 링으로부터 탈퇴할 수 있는데, 이를 “스테이션의 탈퇴(Deletion from Ring)” 한다.

네째, 토큰이 여러 개인 것으로 인식되는 경우, 토큰이 받아들여 지지않는 경우, 토큰이 상실되는 경우 등 여러 종류가 발생하는데, 이를 컨트롤하기 위한 “토큰 홀더의 링관리(Fault Management by Token Holder)”기능, 등 네가지가 있다.

똑같은 공장 네트워크에서 여러 스테이션들의 통신 상황은 다를 것이다. 어떤 머신들은 임계 시간 경과 메시지를 중앙 콘솔로 전송하고, 반면에 다른 머신들은 다음 배치 회전 궤에 삽입 시 다운 로딩 패턴 프로그램이다.

토큰 버스 네트워크의 동작 원리는 네트워크의 스테이션이 토큰을 소유할 때만 전송하는 것이다. 일정한 시간동안 네트워크를 사용한 후에 그 스테이션은 다음 스테이션에 토큰을 전송할 것이다. 토큰 버스 네트워크는 논리적 토큰 링 네트워크이다. 그리고 그것은 토큰이 실제로 모든 스테이션을 거친 후에 그것의 사이클을 반복한다.⁽⁶⁾

III. 시스템 모델링

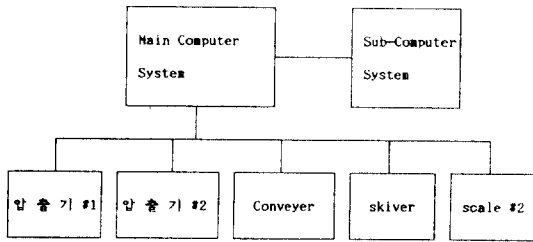


그림 2. 공장 감시 제어 시스템의 모델

일반적으로 공장이 이루고 있는 특성에 따라 버스 형태로 모델이 구성되었으며 기존의 각 공정을 통합하여 주 컴퓨터와 연결하였다. 이때 각 공정 단위에 마이크로 프로세서를 사용하여 제어하도록 하였다. 따라서 여러 공정을 주 컴퓨터에서 직접 관리하고 제어할 수 있도록 설계하였다.

시스템의 모델은 위 그림에서 보는 바와 같이 주 컴퓨터를 중심으로하고 하나의 부 컴퓨터와 다섯개의 슬레이브 컴퓨터로 구성되었다. 주 시스템은 각각의 슬레이브 시스템의 보고를 기초로 공정감시를 진행하며 현재 공정의 운영상태를 감시한다. 부 시스템은 자료를 통계 처리하여 회사의 문서 형식으로 재고 관리를 한다. 입출기

시스템은 입출기의 속도를 감시하고 이를 주 컴퓨터로 보고하는 시스템이다. CONVEYER는 컨베이어의 속도와 측정 중량을 보고하고 퍼지시스템을 이용 컨베이어의 속도를 제어한다. SKIVER는 절단기의 동작으로 잘려진 상품의 길이를 측정하고 주 컴퓨터와 통신한다. SCALE #2는 최종의 측정 중량을 주 컴퓨터에 보고한다.

IV. 모델링 해석

토큰 버스나 링 네트워크는 스테이션 사이에 통신 채널을 나타내는 싱글서버가 각 스테이션이 제어하고 일(Job)들의 규정 수를 서비스하는 곳에서 폴링 시스템이다. 메시지들은 각 스테이션에 도착하고 전송시에 순서를 기다린다. 일반적인 식에서 i 번째 스테이션은 그것의 도착간격(t_n), 각각의 메시지의 서비스 시간(x_n), 다음 스테이션에 변경시간(w_n), 그리고 서비스 정책(p_n)을 가진다.

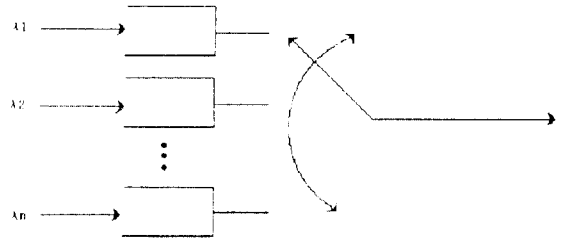


그림 3. 토큰 버스 네트워크에서 Polling 모델

t_n , x_n 과 w_n 이 각각 t, x, w 분포와 같은 제한된 서비스를 가진 균형상황이다. \bar{x} , \bar{x} , \bar{w} 그리고 w 는 각각 서비스 시간과 지연 시간의 첫째, 둘째 모멘트이다.

전송될 최대 K 개의 메시지가 N 개 스테이션에 돌아올 도착 비율 λ 로 도착될 경우 평균 메시지 지연은 다음과 같다.

$$E(W_k) = \frac{1-\rho}{1-\rho-\lambda w/k} E(W_E) \quad (1)$$

여기에

$$E(W_E) = \frac{(N-1)\bar{w}}{2(1-\rho)} + \frac{w}{2w} + E(W_0) \quad (2)$$

는 서비스 시간 동안에 평균 지연이다.

$$E(W_0) = \frac{\lambda x}{2(1-\rho)} + \bar{x} \quad (3)$$

식 (3)은 표준 M/G/1 큐에 평균 체류 시간이다. 그리고 $\rho=N\lambda x$ 는 총 이용량이다. 소모적이고 게이트된 서비스를 가진 비 조화 상황들의 표현은 계산하기가 매우 어렵다.

이후에 사용할 또 다른 매우 유용한 결과는 평균 주기시간 \bar{c} 에 대한 수식이다.

그리고 \bar{c} 는 서버가 특별한 스테이션에서 복귀하는데 걸리는 시간이다.

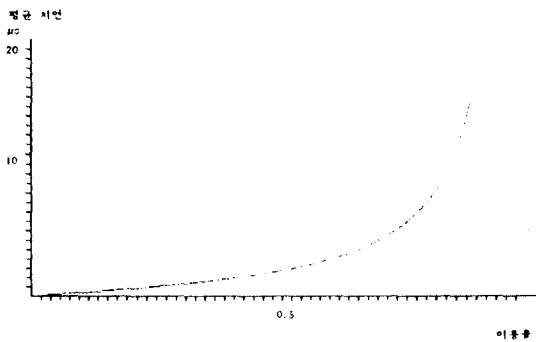


그림 4. 토큰 버스 네트워크에서 $k=2$ 일때 이용률에 대한 평균 지연

$$\bar{c} = \frac{N\bar{w}}{1-\rho} \quad (4)$$

여기서 $N\bar{w}$ 는 총 평균 지연 시간이다.

토큰 버스 모델의 성능을 분석하기 전에 먼저 MAP 네트워크에서 물리적 파라미터들이 풀링

모델에 파라미터들과 관계시켜야한다. 100m의 길이에 $N=5$ 스테이션들을 가진 네트워크이다. 전송율은 4800bps이고 평균 메시지 길이는 80 bit이다.

한 스테이션이 토큰을 가지고 있을때, 그것은 많은 메시지를 전송할 것이다. 각각은 다음과 같이 채널을 차지하게 된다.

$$x = \frac{\text{평균 메시지 길이}}{\text{전송 비율}} \quad (5)$$

서비스 시간의 두번째 모멘트 x 는 메시지 길이의 변화에 영향을 받는다. 명령어나 제어 메시지들이 아주 짧다면 화일 전송은 네트워크에 의해 허용된 최대 메시지 길이를 이용할 수 있다. 서비스 시간에 영향 미친 MAP의 특징은 직접 응답 메카니즘이다. 이것은 한 스테이션이 정보 요청을 다른 스테이션에 전송하고 토큰을 일시적으로 버리는 proway 확장이다.

수신한 스테이션은 토큰을 즉시 응답하는데 이용된다. 이러한 경우에 이 처리의 총 서비스 시간은 메시지 전송 요구, 요구된 정보를 모으는데 가능한 지연 그리고 정보의 전송 시간을 포함한다. 이 특징은 IEEE 802.4 표준에서 "요구-응답"이라 일컫는다.

한 스테이션에서 다른 스테이션으로 토큰의 지연 시간은 케이블에서의 전파 지연 시간(5 us/km) 과 스테이션의 분포에 의존한다. 그 스테이션들은 100m 케이블에 균일하게 분포되어 있다고 가정하면 토큰의 전파 지연은 0.5 μ s이고 반대 방향으로 전파 지연은 같다.

따라서 평균 전파 지연 시간은

$$W = 1\mu s \quad (6)$$

식(6)에서 토큰의 전송 시간과 각 스테이션 처리 지연을 무시하였다. 각 스테이션에 제공된 로드는 네트워크의 나머지 스테이션의 정보 통신 요구에 의존할 것이다. 따라서 도착율은 네트워크의 지연 성능을 연구하는데 쓰이는 변수 파라미터이다. 그리고 모든 도착 처리는 $\lambda_n = \rho_n$ 인

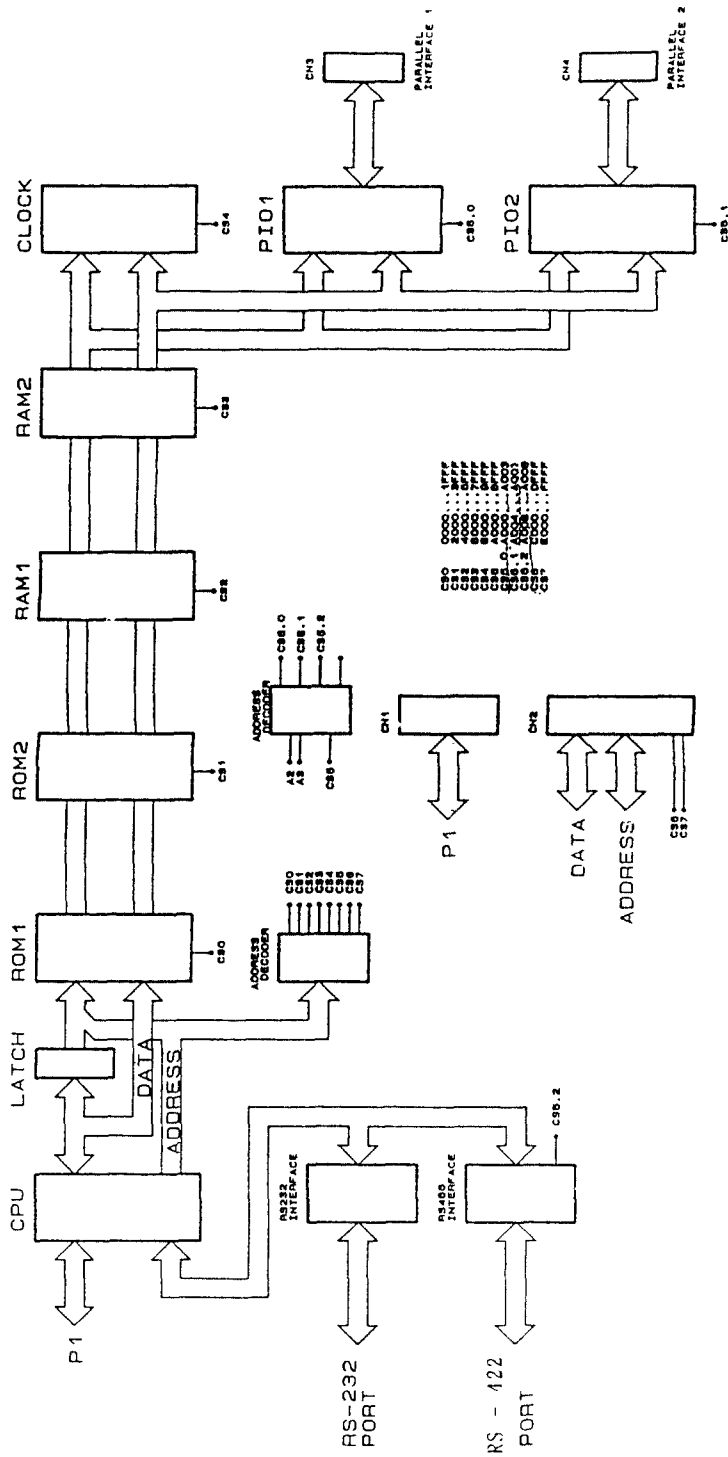


그림 5. 솔레이브 시스템에서 하드웨어의 블럭도

정규화한 도착율(평균 서비스 동안 도착수)인 포아송 과정이라 가정한다.

V. 시스템 구현

1. 하드웨어 구현

주 시스템은 80386 컴퓨터이며, VGA 모니터를 사용하였고 통신을 위해 RS-422 직렬 포트를 내장했다. 부 시스템은 80286 AT 컴퓨터로 구성하고 주 시스템과 마찬가지로 같은 통신 포트를 내장했다. 슬래이브 시스템은 8031 micro-processor 로 ROM을 16KB RAM을 16KB하여 메모리 영역을 나누었으며 RS-422 구동을 위한 전용 IC 96172를 사용하여 구성하였다.

슬래이브 시스템의 하드웨어 블럭도는 다음과 같다.

2. 소프트웨어 구현

프로그램 구성은 주 시스템, 부 시스템 그리고 슬래이브 시스템으로 구분된다. 주 시스템과 부 시스템은 C 언어로 프로그램 하였고 슬래이

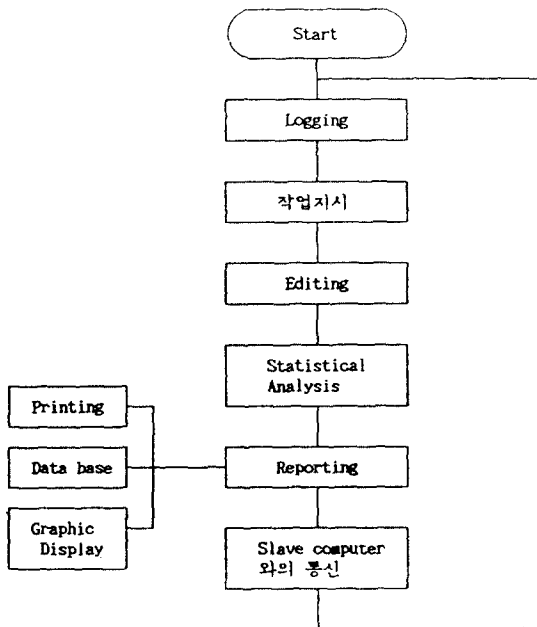


그림 6. 주 시스템 프로그램의 흐름도

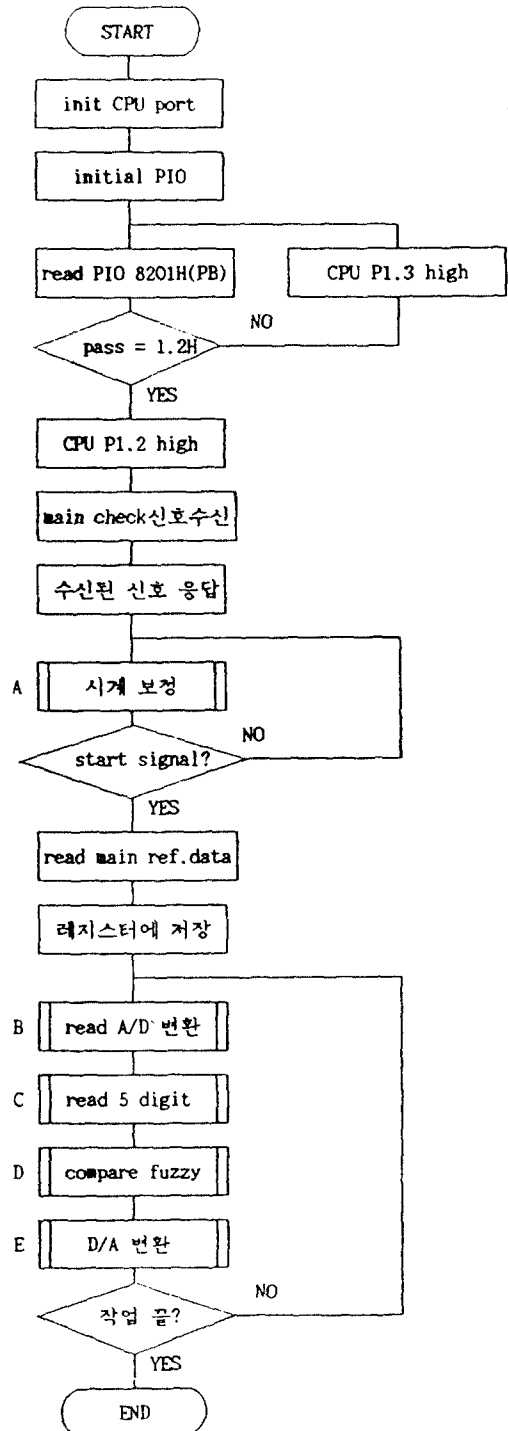


그림 7. 슬래이브 시스템에서 CONVEYER 프로그램의 흐름도

브 시스템은 ASSEMBLY 언어로 프로그램 하였다. 직렬 통신 인터럽트 방식을 채택하여 토큰을 주 컴퓨터에서 관리하도록 하였으며 토큰이 할당 될 때 슬래브 시스템은 공정에 관련된 정보를 주 컴퓨터로 전송하게 된다.

정보 전송의 정확성을 기하기 위하여 재 전송 방식을 채택하였고 6회 이상의 전송 에러가 발생 하게 되면 전송 선로 또는 하드웨어적인 에러로 인식하여 경고하도록 프로그램하였다. 그 이유는 그 이상의 재 전송이 발생하게 되면 실시간 처리 를 하는데 어려움이 발생할 뿐만 아니라 효율 측면에서도 계속하여 하나의 스테이션에서만 토큰을 보유하게 되어 데드 록(dead lock) 발생 되기 때문이다.

다음은 각 부분의 흐름도(flow chart)를 보았다.

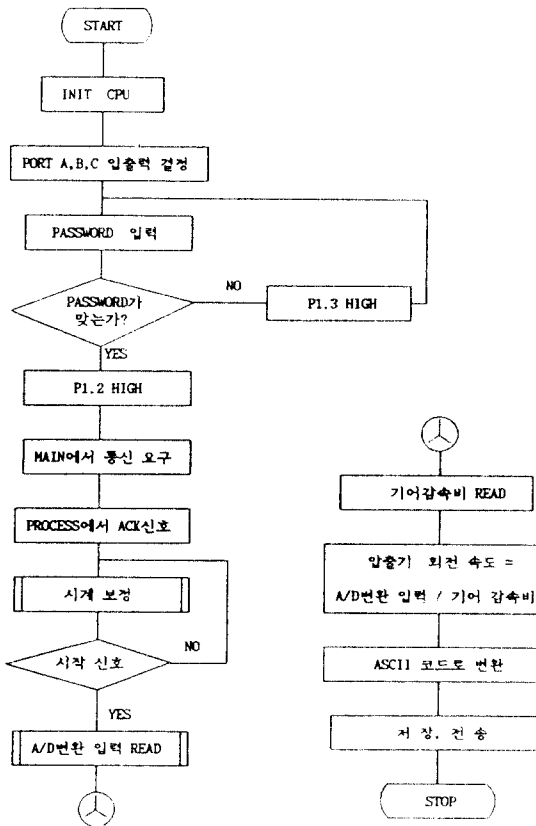


그림 8. 슬래브 시스템에서 입출력 프로그램의 흐름도

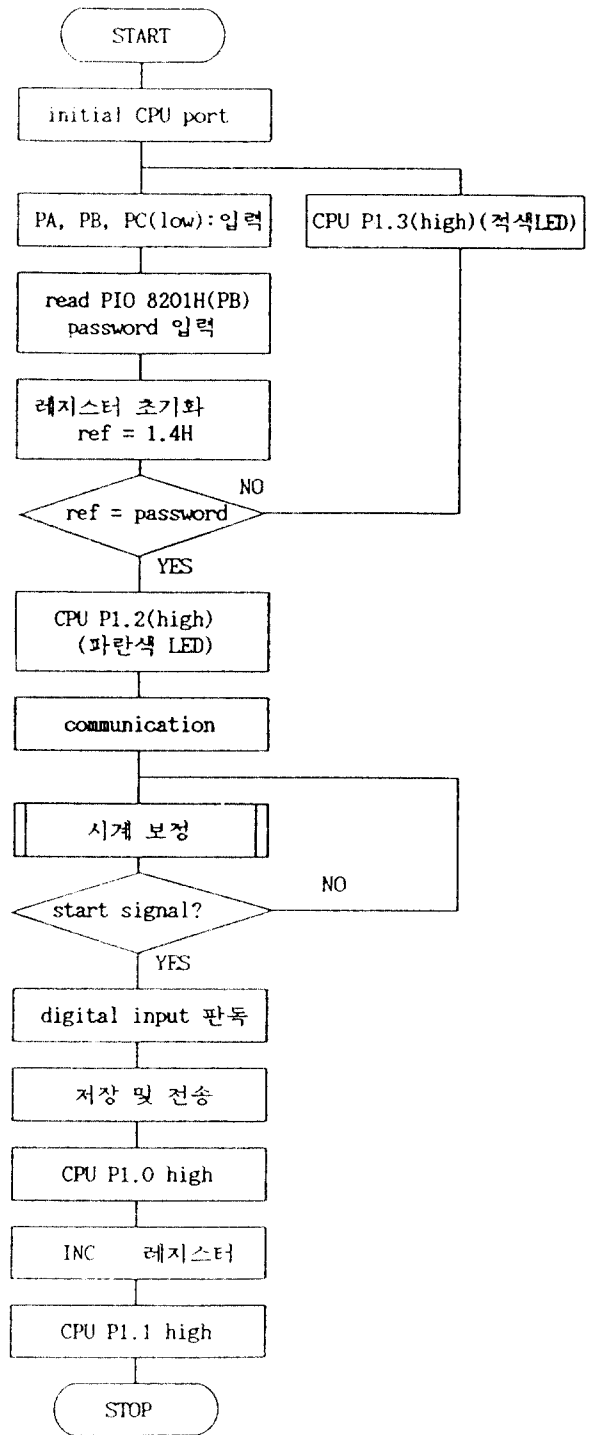


그림 9. 슬래브 시스템에서 SKIVER와 SCALE #2 프로그램의 흐름도

VI. 결 론

본 논문에서는 MAP으로 지정된 토큰 버스 네트워크를 모델로 설정하고 구현하여 실험해 봄으로서 지연과 성능을 분석해 보고 공정 제어 감시 시스템에 적용되어 그 생산성이 향상됨을 살펴보았다.

시스템의 구현은 MAIN COMPUTER와 SLAVE COMPUTER로 구분되는데 MAIN은 386 컴퓨터 시스템으로 구성하였으며, SLAVE는 8031 MICRO-PROCESSOR로 구성하였다. 통신 매체는 RS-422을 사용한 TWISTED PAIR이다.

버스에 연결된 스테이션은 비대칭으로 즉, 일정하지 않게 분포되어 있다. 이때 해석적 분석 결과를 실험으로 확인하여 근사함을 보였다. 공정 감시 제어 시스템은 실시간 처리로 구현되어야 하기 때문에 최소한의 단위 공정 시간 동안에 토큰이 적어도 일순이 되어야 한다. 따라서 본 시스템은 최소한의 공정 시간에 통신을 여러 차례 수행함에 따라 단위 공정에 생산성을 떨어지지 않게 하며 재 전송을 하는 통신 방법을 채택하여 정보의 신뢰도를 높였다.

생산 공정의 자동화와 그에 대한 정보를 알기 쉽게 MAIN 시스템에서 자료를 정리함에 따라 생산성을 높이고 안정성이 보다 고려되어짐을 알 수 있었다.

앞으로 통신의 신뢰도와 보다 빠른 통신을 하기 위해서는 우선권이 고려되어야 하며 동축 케이블을 사용하게 되면 가능하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. W.Stallings, Handbook of computer communication standards, Macmillan, New-York, 1987.
2. W.Stallings, Local Networks : An introduction, Macmillan, New-York, 1984.
3. W.Bux, H.L. Trung, "Mean Delay Approximation for cyclic Service Queueing System", Performance Evaluation, Vol.3, pp.189-197, 1983.
4. D.Everitt, "Simple Approximations for Token Ring", IEEE Trans. Comm., Vol. COM-34, pp.719-721, July, 1986.
5. D.Towsley, "A statistical analysis of ARQ protocols operation in a nonindependent error enviroment", IEEE Trans. Comm., Vol. COM-29, July, 1981.
6. Shu Lin, D.J. Costello, Jr., Error Control Coding : Fundamentals and Applications, Prentice Hall, New Jersey, 1983.
7. Alberto Leon-Garcia, Probability and Random Processes for Electrical Engineering, Addison Wesley, 1983.
8. Mischa Schwartz, Telecommunication Networks Protocols, Modeling and Analysis, Addison wesley, 1987.
9. B.Dimitri and G.Robert, Data Networks, Prentice Hall, 1987.
10. K.Leonard and K.Parviz, "Static Flow Control in Store-and-Forward", IEEE Trans. Commun., Vol. COM-28, pp.271-279, Feb. 1980.
11. W.FELIX and R. Jos's "Fairness in Window Flow Controlled computer Networks," IEEE Trans. Commun., Vol. 37 pp.475-480, May, 1989.
12. B.Werner and Hong Ling Traong "Balanced HDLC Procedures : Aperformance Analysis," IEEE Trans. Commun.. Vol. COM-28 pp.1889-1898, Nov. 1980.
13. William Stallings, Data and computer Communications, Macmillan, 1985.



李相勳(Sang Hun LEE) 正會員
1958년 8월 2일 생
1983년 : 광운대학교 응용전자 공학과
(공학사)
1987년 : 광운대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)
1991년 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 전자
공학과 박사과정 수료(박사학
위)



朴東俊(Dong Jun PARK) 正會員
1965년 6월 3일 생
1989년 : 광운대학교 전자공학과(공학
사)
1991년 : 광운대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)
1991년 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 전자
공학과 박사과정



康俊吉(June Gil KANG) 正會員
1945년 2월 15日生
1972. 3 ~ 1976. 3 : 光云大學 電子工學科
專任講師
1973. 6 ~ 1979. 3 : 韓國科學技術研究所
應用光學室 首席研
究員
1979. 9 ~ 1984. 2 : 光云大學校 電子工
學科 副教授
1980. 9 ~ 1981. 2 : 美國MIT 電子工學
科 客員研究員

1982. 9 ~ 現在 : 國際技能올림픽委員 審査委員長

1984. 3 ~ 現在 : 光云大學校 電子工學科 教授

1985. 9 ~ 現在 : 光云大學校 電子技術研究所 所長