

공작기계 자동화 LINE의 가동관리 시스템

이 방 회*

1. 서 론

기계화 또는 자동화된 산업 현장에서 작업 및 생산 능력의 향상은 가공공정에서 발생하는 각 가공기계의 정밀도와 이로인한 불량률의 감소, 사이클 타임의 최적화등의 기계 자체만의 문제해결을 통해서 어느정도의 성과를 거둘 수도 있지만, 특히 자동화된 가공라인에 있어서는 문제발생으로 인한 발생내용, 발생횟수, 발생시간 등의 제반사항과 함께 생산정보, 가동상황정보, 공구정보등의 가동을 향상을 위한 제반 사항들을 기록관리 하므로써, 이로인한 낭비요소를 분석하여 문제발생 소지를 줄여나가는 예지관리가 주요 기술로 다루어지고 있다.

과거에는 가공기계의 제어 및 관리를 위해 기계 제어장치인 CNC 또는 PLC가 독자적으로 사용자와의 대화장치로서 적용되어 왔지만, 전자제어장치의 발달에 힘입어 배선의 단순화, 거리제한의 해소등을 위한 직렬(SERIAL)통신방식의 매체들이 제어 장치에 부가됨에 따라 기계와 컴퓨터간 인터페이스 기술에 접목하여, 가공라인의 중앙관리가 가능하도록 발전해왔으며, 특히 FMS 및 FA 분야의 통합관리시스템으로 주목받기 시작했다.

최근에 범용화되어 시판되고 있는 상태감시장치, 분산배치 및 분산제어장치, DNC 시스템, Cell Control 장치등은 사용자의 요구에 부응하여 탄생하게된 변화된 산업구조를 반영하고 있다고 해도 과언은 아닐 것이다.

이러한 주변장치 기술의 바탕을 이루고 있는 것은 소프트웨어로써, 최근에는 소프트웨어 기술을 이용한 범용 팩키지들이 상품화되어 시장의 선점확보에 주력하고 있는 실정이다.

이와 때를 같이하여 당사에서도 라인가동관리 시스템을 실적용 개발하게 되었으며, 이 시스템에 대하여 전반적으로 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 개 요

공작기계 가공라인의 기존 관리방식은 작업에 의한 ○LINE관리의 공수가 필요 이상으로 소요되고 ○이상 발생시 복구시간이 길고 효율적인 보전 작업이 되지 않았으며 ○자동화 LINE의 낭비요소 분석이 어려웠다. 상기 요인들로 인한 관리능률 및 보수능률의 향상, 조작의 편리성등의 낭비요소 제거를 위한 실용적인 한국형 관리매체의 도구로서 본 시스템을 개발하게 되었으며 주요 목표사항으로는

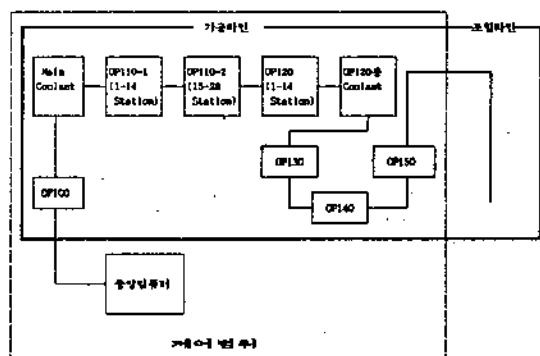
- 1) 중앙 집중식 관리
- 2) 가동저해요인 분석
- 3) NECK 공정을 간단히 발견
- 4) 보수 및 이력관리가 간편
- 5) 한글관리(간이대화)
- 6) 다양한 생산라인에 대응등을 주요 TARGET으로 하여 자동차 부품인 Trans Mission Case를 자동으로 가공하는 Transfer Line에 적용 하였으며, 그 규모와 구성은 <그림 1> <그림 2>와 같다.

이와같이 구성된 라인설비는 타라인과 연계하여 가공의 임무를 수행한후 다음의 조립공정 라인으로 흐르게 되는데, 이때 가공상에서 발생하는 불량률의 최소화와 사이클 지연요소등을 분석하여 라인의 최적 가동조건을 분석하고 관리할 필요성이 대두된다.

* (주)기아기공 기아기계 기술연구소 선임연구원

Line No.	Line 명	기계수 량 (대)	PLC소요 량 (SET)	MAKER
-	Main Coolant	1	1	D사
OP100	기준면 절삭기계	1	1	H사(日)
OP110 (1,2)	Pallet이송 Transfer Line	18	20	기아기공
OP120		13	11	
OP130	중간세척기	1	1	S사(日)
OP140	Leak Tester	1	1	C사(日)
OP150	최종세척기	1	1	S사(日)

〈그림 1〉 적용 설비의 규모



〈그림 2〉 설비의 구성

따라서, 가공라인상에서 발생하는 데이터들을 자동으로 수집하여 생성된 정보를 알려주는 매체로써 컴퓨터가 접목되어야 함은 두말할 나위가 없을 것이다.

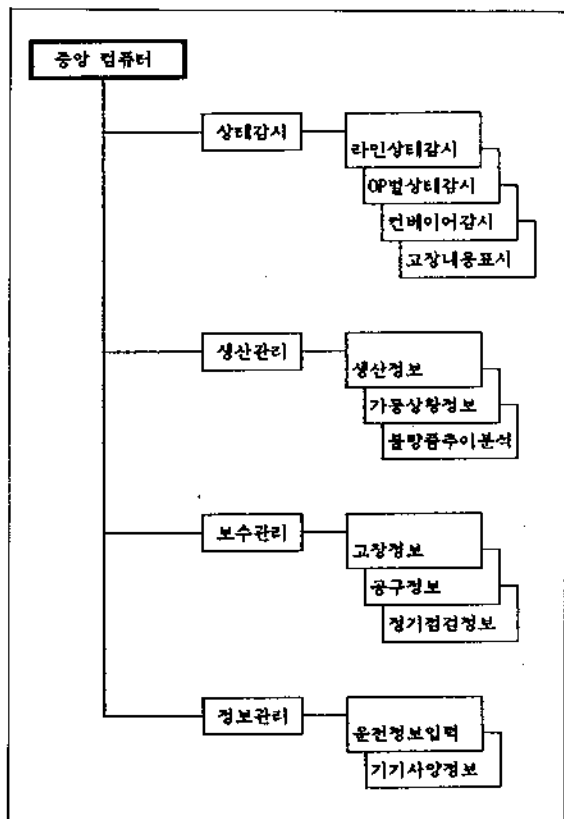
중앙컴퓨터에서는 가공라인에서 발생하는 각종 상태정보, 생산관련정보, 보수관련 정보, 기타 설비가동 정보 등을 실시간 관리 및 이력관리를 하게되며 다음과 같은 특징이 있다.

- 1) 라인의 중앙관리 시스템 구축으로 작업능력 향상 및 관리효율 증대
- 2) 중앙 컴퓨터에 의한 각종 데이터 수집 및 데이터의 외부 출력으로 공정별 현황분석 및 문제점

대책수립 용이

- 3) 각종 라인정보의 즉시 감시 및 이력관리로 낭비 요소 분석 및 생산 공정의 최적화

〈그림 3〉은 본 시스템의 데이터 관리대상을 나타내고 있다.



〈그림 3〉 데이터 관리대상

2.2 LINK용 PLC SYSTEM의 기본구성

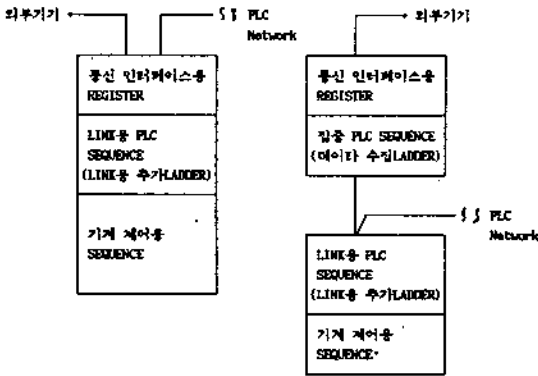
일반 상용화되어 있는 PLC들은 공장 자동화를 위한 기본 조건으로 대부분 Serial통신용 I/O 모듈(Module)을 포함하고 있다. 이들 제품으로는 FUJI사의 MF-Series, MITSUBISHI사의 MELSEC-Series, TOYODA사의 TOYOPUC-Series등을 대표적으로 들 수있다. 이들 대부분이 외부기기와의 통신방식으로

RS232C, RS422 등의 범용 Network 방식의 프로토콜(Protocol)을 제공하고 있으며, PLC 기기 간 데이터 교신을 위해서 간혹 전용의 프로토콜을 이용하고 있다. FUJI 사의 P-LINK와 TOYODA 사의 ME-NET가 바로 전용의 프로토콜을 이용하는 예라고 볼 수 있다.

이러한 통신용 PLC들은 자체로서의 제어기능 보다는 Network 구성시 데이터의 수집기능과 수집된 데이터를 적절히 가공하여 상위에 송신 하는 기능을 주요 목적으로 사용하게 된다.

<그림 4>와 <그림 5>는 Link용 PLC의 적용 유형을 나타내고 있다.

<그림 4>에서 나타낸 방식은 단독기계 연결시나 소규모 LINE에 적용하는 경우에 적합하며 <그림 5>은 대규모 라인이나 PLC 접점의 수요가 많이 소요되는 가공라인 등에 대부분 적용하는 방식이다.



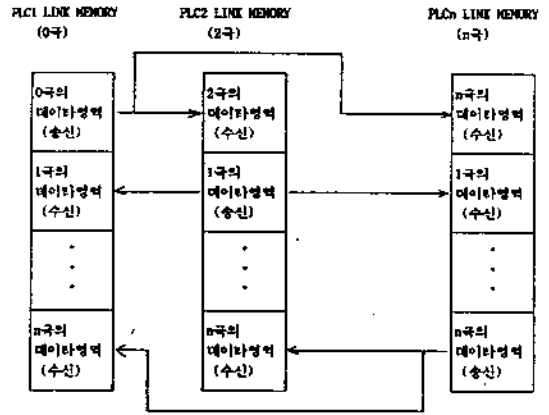
<그림 4>

<그림 5>

2.3 PLC간 데이터 교신의 개념

통신용 PLC는 연결되는 기기마다의 고유의 MEMORY 영역을 할당받게 되며, 그 연결되는 PLC 수에 따라 MEMORY 크기가 제한되도록 구성되어 있다.

<그림 6>에서 보듯이 같이 각 PLC는 연결된 전 PLC국에 대한 전체 Memory Map을 공유하고 있으며, 각 PLC는 자국에 대해서는 송신을 취하고, 타국에 대한 정보를 취득하게 되어 상호 제어관계도 원활히 행할 수 있도록 되어 있다.



<그림 6>

그러나, SERIAL 통신인 관계로 PLC 접점 신호의 원활한 인식 및 고속 처리를 위해서는 전송 속도상의 문제점을 안고 있다.

따라서, 위와같은 문제점 해결을 위해 대부분의 LINK용 PLC들은 고속통신 프로토콜을 제공하고 있다.

2.4 컴퓨터와의 연계

컴퓨터와 PLC간의 연계는 다소 복잡해진다. PLC 통신 프로토콜과 동일한 접목을 위한 사전 검토가 필수 불가결 하다. 특히 공작기계를 이용한 가공라인의 중앙관리 시스템 구축을 위해서는 가공라인의 특성과 이에따르는 신호규정, 데이터의 관리대상 선정, 데이터 처리의 원활화를 위한 데이터 베이스화, 사건의 즉시 감지 및 표시를 위한 각종 드라이버(Driver)구축 등의 제반 여건이 목적에 부합해야만 된다.

따라서, 초기 사양결정 및 신호규정이 개발기능의 중요한 기본 여건이 된다.

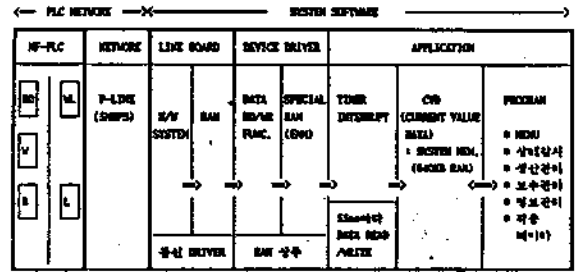
본시스템은 국내에서 보편적으로 보급되어 있는 Fuji사의 MF-series PLC로 구축한 트랜스퍼 가공라인의 중앙관리 시스템으로, P-LINK PLC NETWORK를 구성하여 고속으로 데이터 처리를 할 수 있는 고속 통신방식을 채택하였고, 컴퓨터측에는 G사의 상용제품 (Commercial Products)인 PLC와의 통신 Link Board를 컴퓨터 슬롯에 장착하여 사용하고 있다.

2.5 시스템 구조

본 시스템에서는 산업현장에서의 신뢰성을 고려하여 산업용 컴퓨터를 적용하였으며 각종 라인 가동정보데이터의 백업에의한 사무실에서의 관리를 위해 국내에서 일반적으로 보급되어 있는 IBM호환기종으로써 MS-DOS(MICROSOFT-DISK OPERATING SYSTEM)를 채용하여 사무용 퍼스널컴퓨터로 3.5인치 디스켓에의한 데이터관리를 할 수 있도록 하였다.

또한 컴퓨터와 각 PLC간 직접(DIRECT)통신을 위해 FUJI MF-PLC P-LINK와 동일 프로토콜(PROTOCOL)을 갖는 통신 LINK CARD를 컴퓨터 슬롯(SLOT)에 장착하였으며, 시스템메모리 확장 및 특수용도로써 별도의 메모리 카드를 슬롯에 장착하여 사용하고 있다.

<그림 7>은 본 시스템의 하드웨어구성을 나타내며, <그림 8>은 시스템 데이터 FLOW관계를 나타내고 있다.

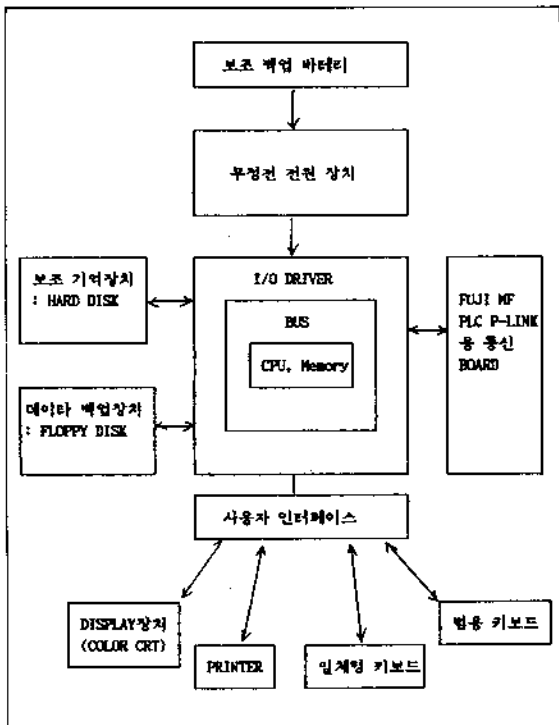


<그림 8> 시스템 데이터 FLOW

산업현장에서의 방진대책을 위해 사용자 인터페이스로 디스플레이 장치인 CRT와 키보드등은 일체형을 적용하고 있으며, 특히 키보드는 조업자 전용의 일체형 48키와 데이터 백업 및 엔지니어링을 위한 범용 101 키보드를 랙(RACK)에 설치하였다.

<표 1>은 당사 개발품과 유사한 시스템인 외국 도입제품과 비교한 표이다.

<표 1> 하드웨어 사양비교



<그림 7> 시스템 하드웨어 구성

하드웨어 품명		사 양	
		(주)기아기공	T사()
적용 컴퓨터	주 기억장치	4MB	1MB
	중앙처리장치	180486DX2	32Bit CPU
	중설 RAM	2MB 내장형	8MB 외부형
	HARD DISK	240MB 내장형	20MB 내장형
	FLOPPY DISK	3.5 INCH	3.5INCH
무정전 전원 장치	입력전압 용량	220/110Vac 겸용 500VA	110Vac 300VA
	백업시간	2시간(자체 10분, 보조배터리 장착)	2시간(자체 10분, 보조배터리장착)
통신 방식	통신 CARD	전용 P-LINK CARD	범용 RS232C
	전송속도	5M BPS	9600 BPS

2.6 시스템 소프트웨어 사양

1) 관리대상 항목의 정의

〈표 2〉 관리대상 항목의 정의

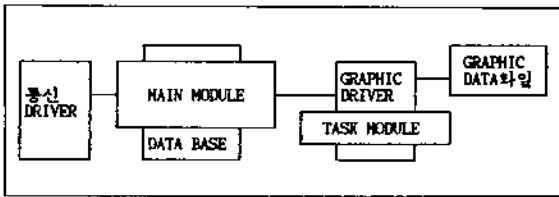
분류	구분	항 목 의 정 의
상태 감시	내용	1. 설비 이상정지 횟수, 시간의 누적 COUNT (정지시간이 큰순, 발생시간순, 발생횟수순)
	신호수	최대 20767점 (설비별 799점의 배수단위로 분할 설정하여 사용)
	화면표시	1. 이상내용 표시 2. 각 이상내용의 대책 및 조치사항 표시 및 입력 3. WORST순 일람 표시 4. 전체LINE 및 설비별 세부상태 LAMP 표시
가동 관련	내용	설비 저해요인의 발생건수, 시간의 누적 COUNT
	신호수	1설비당5점 (기계이상, 운전준비, 공구교환, FULL/NO WORK)
	화면표시	1. 설비의 가동상태 일람표 표시(설비의 일별, 월별 일람 표시) 2. 설비의 가동상태를 그래프 표시(설비의 일별, 월별 추이그래프 표시) 3. 설비의 가동을 표시
생산 정보	내용	1. WORK 2종까지 생산수 및 불량품수의 누적 COUNT 2. 목표수에 대한 실적 집계
	신호수	1설비당 4점 (WORK1,WORK2의 총생산량, 누적불량품수)
	화면표시	1. 목표생산수, 실적생산수, 진도율 표시 2. 일일, 일별, 월별 생산 추이표 및 추이 그래프 표시 3. 일일, 일별, 월별 불량품 추이표 및 추이 그래프 표시
Cycle Time 감시	측정수	1설비당 1점 (최대 8점)
	측정시간	목표입력값의 ±20초
	측정주기	매 20초마다 Cycle Time 수집 및 감시
	화면표시	1. 설비별 Cycle Time의 목표치대 현재치 표시 2. 설비별 Cycle Time의 일일변화 추이 그래프 표시
공구 관리	내용	각 공구의 수명에 대한 사용횟수 COUNT값으로 예보 및 경보 표시
	신호수	설비당 공구갯수에 따라 설정
	화면표시	공구수명치에 대한 공구사용횟수의 누적 COUNT치로 예보 및 경보 표시
정기 점검	내용	1. 정기점검항목 리스트 입력 2. 점검항목 및 주기의 설정으로 시간 COUNT
	화면표시	1. 정기점검의 항목별 일람표시(일일, 주간, 월간, 3개월, 6개월, 1년) 2. 부품 점검항목, 점검주기의 설정으로 예고 및 경고 표시
기 타	데이터 보관	1. 최대 365일의 일일자료 보관 2. 최대 3년간의 월간자료 보관 3. 최대 10년간의 연간자료 보관
	데이터 외부 출력	각 화면의 HOT KEY 정의에 의한 프린트 출력 및 FLOPPY DISK에 데이터 출력

2) 소프트웨어 구조

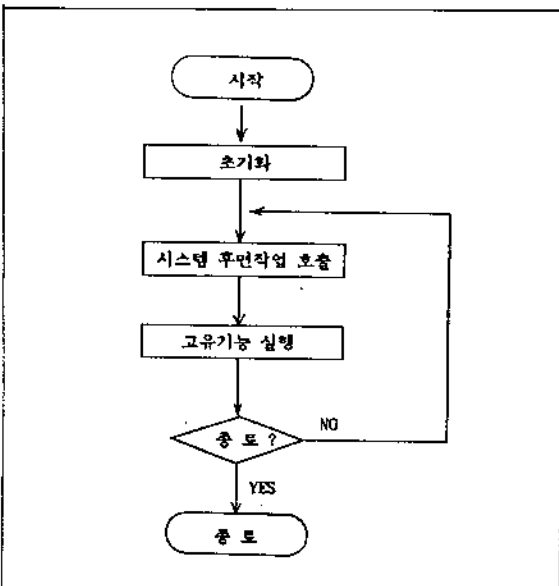
본 시스템의 소프트웨어는 그림7)에서와 같이 MAIN MODULE외에 DATA BASE 구축과 통신 드라이버, 그래픽드라이버, TASK MODULE등으로 구성되어 있고, 실행가능한 파일이 40여개, 30여개의 지원파일 및 100개가 넘는 그래픽 화면파일로 구성되어 있는 통합관리용 소프트웨어로써 프로그램 용량 및 데이터 처리를 위해 적용 컴퓨터의 메모리가 4MB 이상 확장되어 있어야 한다.

3) 소프트웨어의 기본 알고리즘

본 시스템은 루프(Loop)식 알고리즘에 의해 실행된



(그림 9)



(그림 10)

다. 기본 알고리즘은 <그림 10>과 같은 플로우 차트에 의해 수행된다.

시스템의 정상적인 동작을 위하여 소프트웨어는 후면작업 커널(Kernel)을 호출하도록 되어있으며, 이 후면작업 Kernel의 임무는 경보상태의 출력, 시각의 표시, 가상태크연산, 데이터의 수집, 마우스 또는 키보드의 검사등 후면동작에서 필요한 여러가지 동작을 수행하게 된다.

4) 소프트웨어 실행 계통도 (<그림 11> 참조)

2.7 시스템 NETWORK

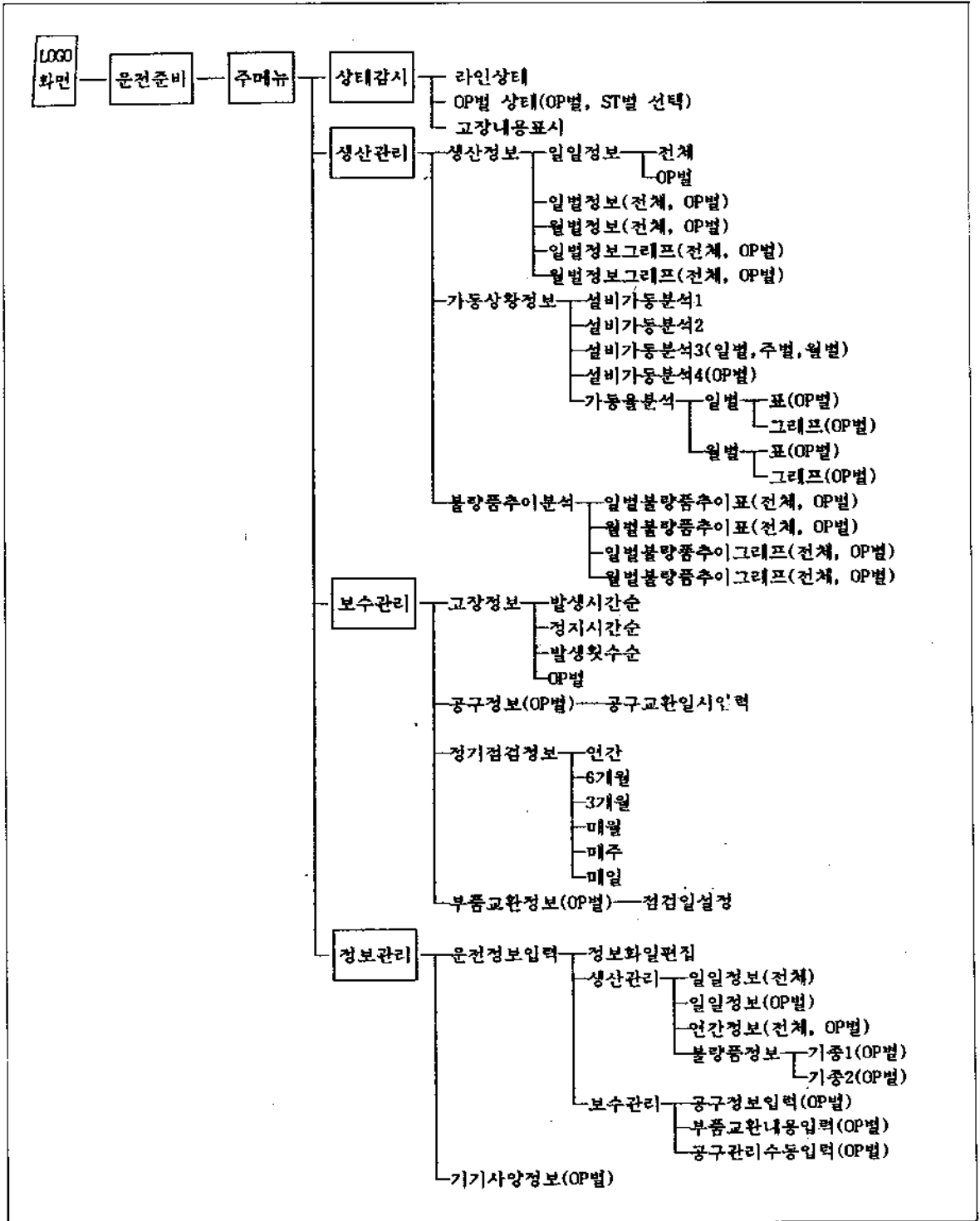
본 시스템은 전술한 바와같이 개개의 기계 또는 기계군을 이루는 소규모 LINE을 제어하는 PLC의 통신 LINK영역을 이용하여 컴퓨터와 직접통신을 하고 있다. 따라서 PLC의 머신 제어용 Ladder Sequence외에 별도의 통신용 추가 Ladder Sequence가 필요하게 된다.

또한 본 시스템에서는 컴퓨터측 통신 소프트웨어 구성이 PLC 통신Link Address와 직접인식이 가능하고, PLC의 각 LINK접점에 대응하는 TAG명을 DATA BASE로 구축하여 시스템 운용시 범용성을 기하였으며, 실시간 처리의 효율을 기하기 위해 고속통신을 하고 있다.

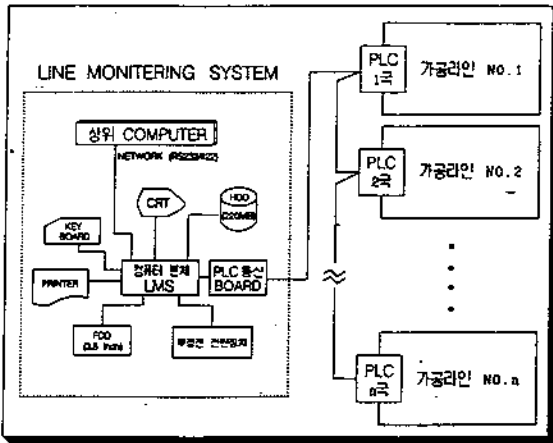
MEMORY구조는 각 할당국의 PLC영역을 계층적으로 별도 저장영역을 구분하여 구성 하므로써, PLC 접점인식에 있어서 충돌과 누락을 방지하고 있다.

<그림 12>는 전체시스템 구성예를 보여주고 있다.

통신 거리가 최대 250M로 한정되어 있으나 리피터(Repeater)를 사용하여 배의 거리확장을 할수있고 최대 16국까지 확장 적용할 수 있도록 통신드라이버가 구축되어 있다. 그러나, 8국 이상 확장사용시 컴퓨터측 SCANNING TIME상의 문제와 상태감시를 제외한 화면 소프트웨어 구성이 8국으로 되어있기 때문에 제한이 따른다.



(그림 11) 소프트웨어 실행계통도



(그림 12) 전체 시스템 구성

타내며, <그림 14>는 일본이나 국외에서 일반적으로 적용하고 있는 방식을 나타낸다.

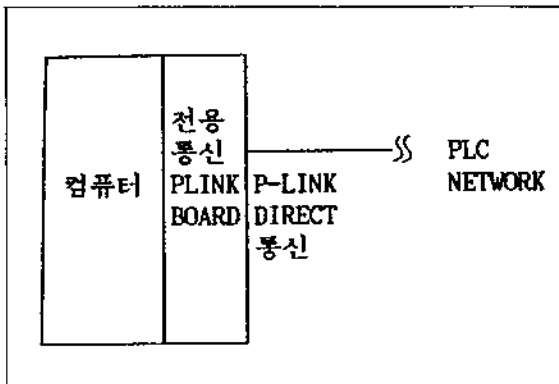
2) PLC 시스템의 구조

<그림 15>와 <그림 16>에서와 같이 집중 PLC를 삭제하므로써, 단독 CPU만으로 시스템운용 및 한개의 국을 할당받아 독립된 PLC역할을 하는 컴퓨터의 이 중 부담으로 인한 스캐닝타임(SCANNING TIME) 증가에 따른 실시간 처리에 문제가 발생할 우려가 있다.

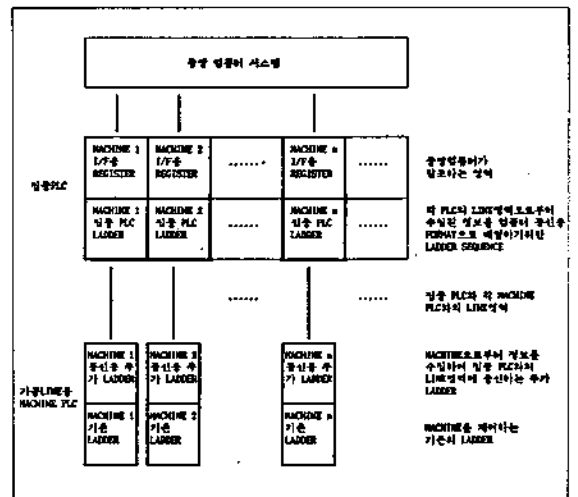
2.8 집중 PLC방식과 본 SYSTEM과의 차이점

1) NETWORK 구성

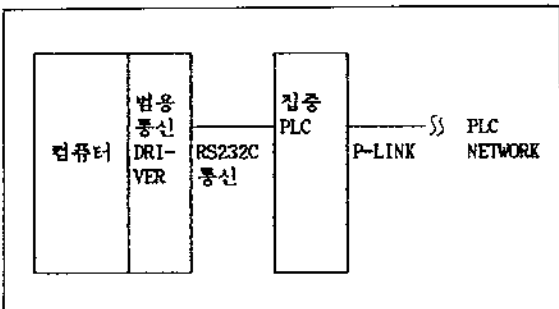
<그림 13>은 당사에서 개발한 통신구성 방식을 나



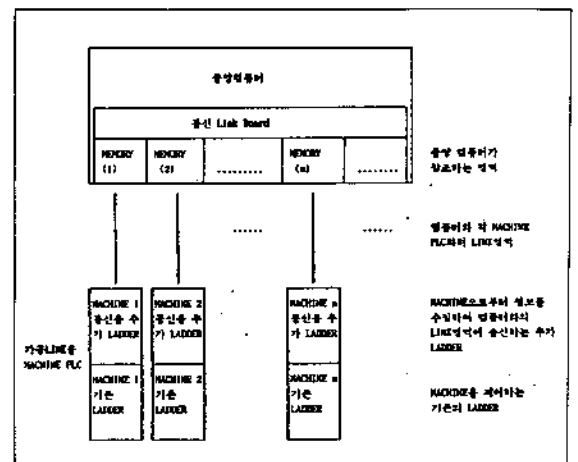
(그림 13) 당사개발 통신방식



(그림 15) 집중 PLC적용 방식



(그림 14) 일반적인 통신방식



(그림 16) 본 시스템 적용방식

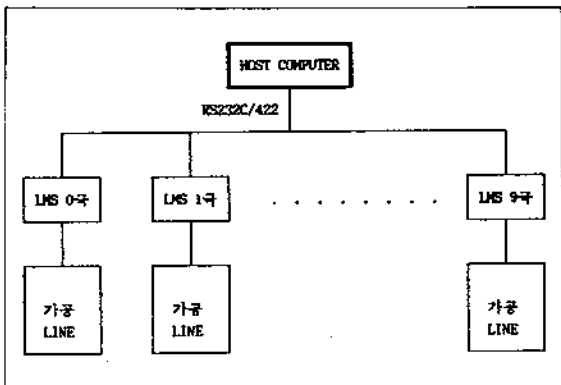
그러나, 본 시스템에서는 통신속도의 고속화 및 컴퓨터에 부하를 유발하는 데이터들을 이미 PLC상에서 가공하여 송신하므로, 집중PLC를 제거하므로써 발생할 수 있는 문제점을 예방하고 있으며, 차후 응용시 PLC의 Ladder Sequence만을 변경함으로써 동일 적용할 수 있도록 하였고, 시스템 소프트웨어의 변경 가능성을 최소로 축소했다.

또한, 스캐닝 타임의 단축을 위해 비트(BIT)접점의 일관성없는 분산정의로 개별탐색시 컴퓨터 소프트웨어 수행의 과부하를 줄이기위해 시스템 소프트웨어의 데이터베이스와 통신드라이버를 워드(WORD)단위 탐색이 가능토록 구축하였다.

2.9 상위 컴퓨터와의 연계

본 시스템에서는 상위와의 연결이 가능토록 구성되어 한대의 MASTER컴퓨터에 SLAVE(LMS)가 최대 10대까지 연결 되어 정보 수집 및 지령송신을 할 수 있도록 상위 Network 프로토콜을 내장하였다. 따라서 기존 구축되어있는 전산통제실이나 기타의 HOST COMPUTER에 연결을 위해서는 호스트컴퓨터의 필요 소프트웨어를 작성해 주면 되도록 되어있다.

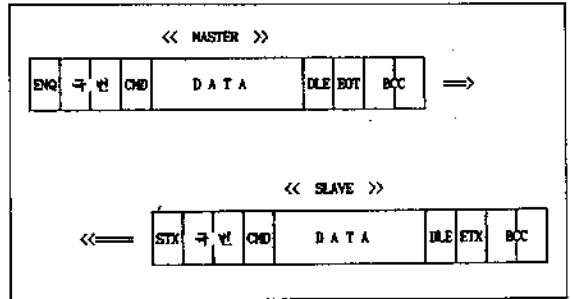
1) 상위 네트워크 기본 개념도



2) 통신규정

사용되는 프로토콜은 각 연계된 LMS의 태그값(PLC

접점) 읽기, 태그값 쓰기, 화일읽기, 화일쓰기, 지령송신의 5가지이며, 모든 프로토콜은 다음에 따른다.



3. 결론

이상에서와 같이 FA 및 CIM구축을 위해 선행되어야 하는 공정단위 또는 라인단위의 중앙 가동관리시스템에 대하여 서술하였다.

단독기계 또는 라인의 제어를 위해서는 CNC장치나 PLC장치 만으로도 동작에는 무리가 없다. 그러나 관리측면에서 보면 라인자체의 제어기능 만으로는 사용자의 요구를 충족시킬 수 없으며 최고의 가동율을 내기 위해서는 고장의 진단, 실시간감시, 생산 정보와 사이클타임 및 가동율등의 이력관리에 의한 분석으로 생산공정의 손실을 최소화 해야한다. 위와같은 제반기능들은 적용컴퓨터와 소프트웨어의 구사능력에 따라 다양화 할 수 있다.

대부분 외국기술에 의존하고 있는 본 시스템을 개발 적용하므로써 기술력 축적 및 당분야의 외국기술 의존도 탈피등의 효과가 있었다고 본다.

앞으로 유연성(Flexibility) Line 대응을 위한 DNC (Distributed Numerical Control)기능의 접목과 Sensing 기술 접목, 그리고 예방보전관리 기능의 지능화 접목을 위한 고장발생 부위 및 원인의 예측과 최적 가동 및 생산조건의 자동산출등에 대한 연구노력이 필요하리라 본다.

참고문헌

1. (주)기아기공, 제품 개발완료 보고서
2. (주)기아기공, 제품 엔지니어링 매뉴얼
3. (주)기아기공, 제품 취급설명서
4. 기공기보, 중앙집중식 라인가동 관리 시스템 개발
보고
5. 금성제전(주) 제공, STARCON-MF PLC 카다로그
6. 금성제전(주) 제공, STARCON-MF PLC 취급설명
서, PROGRAMMING편
7. 금성제전(주) 제공, GS-LINK UNIT 사용설명서
8. 日本, TOYO A-TEC(주), LC-1000 취급설명서

9. 日本, TOYO A-TEC(주), LC-1000 사양설명서
10. 日本, YASKAWA전기(주), FA MONITOR & AI
CONTROLLER 소개자료
11. 日本, TOYODA工機(주), TOYOPUC-PC2 SER-
IES 매뉴얼



이방희

(주)기아기공 기아기계 기술연구소
선임연구원