

# FMS에서의 Manufacturing Data Base 개발

이 승 우\* · 이 재 종\* · 이 춘 식\*\* · 이 경 오\*\*\*

## Manufacturing Data Base for FMS

Seung-Woo Lee · Jae-Jong Lee · Choon-Shik Lee · Kyeong-Oh Lee

### 1. 서론

현대는 고객의 요구가 날로 다양화되고 있으며 대외경쟁도 계속 치열해지고 있을 뿐 만이 아니라 노사 문제나 인건비의 상승 등으로 기업환경이 어려워지고 있다. 따라서 선진국은 물론 국내의 거의 모든 생산업체에서는 생산성 향상과 원가절감이라는 목표를 달성하기 위해 CAD/CAM, FMS 혹은 CIM을 전체적이거나 부분적으로 도입하기 위한 작업들을 진행하고 있다. 일반적으로 이러한 시스템은 많은 비용투자를 수반하고 있으며 방향을 제대로 잡지 못하는 경우 상당한 예산이 낭비되는 결과를 가져올 수 있기 때문에 신중하게 시스템을 도입하여야만 한다.

FMS나 CIM을 성공시키기 위한 요소는 NC 기계와 같은 자동화 가공기, 자동화창고, AGV 등과 같은 물류자동화를 위한 하드웨어시스템, 정보의 송·수신을 원활히 하기 위한 네트워크시스템 등이 있겠지만 그 중에서도 가장 중요한 요소의 하나는 FMS나 CIM을 효율적으로 운영하기 위해 필요한 다양하고 방대한 정보들을 효율적으로 관리하는 것이라고 할 수 있을 것이다. 정보를 효율적으로 관리하기 위해서는 우선 어떤 정보가 필요한지를 분석하고, 시스템내에서의 정보의 흐름이나 인터페이스 관계를 명확히 하는 것이 중요하다.

현재, FMS를 활성화시켜 제품화한 나라는 일본이

나 미국이라 할 수 있다. 이러한 시스템을 살펴보면 거의 모두가 정보를 화일(문서:Text)에 직접 저장하고, 이를 응용프로그램에서 직접 접근(Access)하거나 제어하는 방식으로 운영되고 있다. 그러나 이러한 시스템의 경우 응용프로그램을 작성하기가 어렵고 이의 유지보수가 힘이 든다. 또한 기본적인 Locking 기능이 없기 때문에 여러 프로그램에서 동시에 한 화일에 접근하여 데이터를 사용하려고 하는 경우 많은 제한이 따른다. 이런 경우 잘못된 정보의 판독이나 잘못된 정보의 기록등의 오류가 생길 가능성이 있기 때문이다. 현재까지는 FMS에서 여러 프로그램이 동시에 한 화일을 사용하는 경우는 거의 없기 때문에 이는 특별한 문제가 되지 않고 있지만 시스템 규모가 커지고 복잡해지면 이러한 필요성이 고려되어야 한다.

따라서 본 시스템에서는 이러한 문제들을 피하기 위하여 관계형 DBMS(Relational Database Management System)인 ORACLE을 이용하고 있다. 관계형 DBMS를 사용하는 경우 정보의 관리 측면이나 보안적 측면에서는 우수하나 수행속도가 느린 단점이 있기 때문에 실시간으로 데이터를 처리해야 하는 경우 문제가 생길 수 있다. 따라서 기계와 직접 통신하는 데이터는 임시 화일로 저장하여 사용하거나 응용프로그램에서 관리하는 방법 등이 고려되어야 한다.

FMS의 Manufacturing 데이터베이스에서는 생산 품목에 관한 정보, 제조 지시에 관한 정보, 공정에 관한

\* 한국기계연구원 자동화연구부

\*\* 창원대학교 산업공학과

\*\*\* (주)세일중공업 기술연구소

정보, 생산계획과 관련된 정보, 공구에 관련된 정보, 가공실적 정보, 가동실적 정보, 장애이력 정보, FMS의 구성요소에 관한 정보 등이 관리되어야 하며 FMS의 제어기들은 이러한 정보들을 참조하여 FMS의 구성요소를 운용하게 된다.

본 연구에서는 특정 FMS를 대상으로 현재 개발되고 있는 Manufacturing 데이터베이스의 개발사례 및 앞으로의 연구방향을 소개하고자 한다.

## 2. FMS의 구성

FMS는 “가공물 반송장치에 의해서 서로 연결되고, 무작위 일정계획 기능을 갖는 컴퓨터에 의해 통제되는 두 대 이상의 컴퓨터 수치제어기(CNC)의 집합”으로 정의할 수 있으며, 현장에 설치·운영되고 있는 FMS는 유사한 하드웨어와 소프트웨어의 조합에 의해 시스템이 구축된다는 특징을 갖고 있다. 본 연구에서 대상으로 하고 있는 FMS의 하드웨어적 구성요소와 소프트웨어적 구성요소(특히 Manufacturing DataBase의 개발환경)의 특징은 다음과 같다.

### 2.1 하드웨어의 구성

본 연구에서의 대상 FMS는 <그림 1>과 같이 1대의 5축 가공 머시닝센터(수직형), 3대의 3축 가공 머시닝센터(수평형), 자동 세척기, 3차원 측정기 등과 이들 사이를 물리적으로 연결하는 스택크레인으로봇(Stacker Crane Robot)으로 구성되어 있다. 이외에 기계의 가공 효율을 높이기 위하여 기계 앞의 96개(24Bay×4Level)의 팔렛 풀(Pallet Pool), 가공 부품의 작업준비를 위한 준비장소(Setup Station과 Jig Fixture Station)와 공구 관련 기기(공구관리시스템, 공구실, 공구프리스트 등) 등이 있다.

가공 대상품목은 스핀들박스(Spindle Box) 및 터릿하우징(Turret Housing) 등과 같은 공작기계 부품 및 실린더블록하우징(Cylinder Block Housing), 기어박스(Gear Box) 등과 같은 자동차 부품등 비교적 복잡한 구조품 등이다.

FMS내에서의 물리적인 기공흐름은 가공품이 팔렛

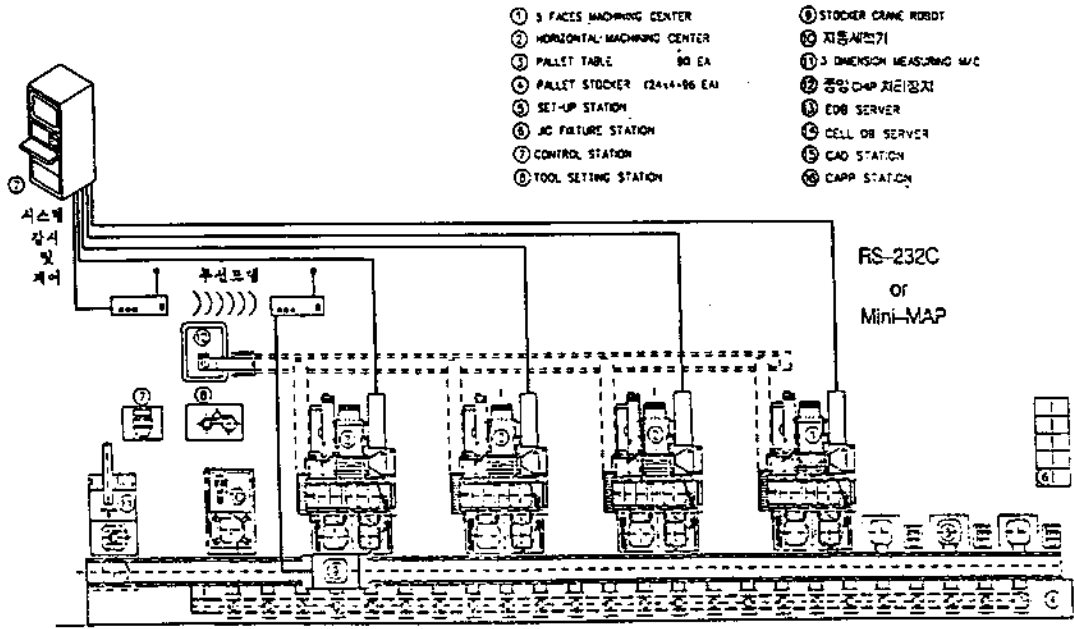
(Pallet)에 적재되어 준비장소에서 시스템에 투입되면 상위 컴퓨터에서 설정한 공정순서에 따라 각 가공기계에 투입되어 가공 된다. 만약 공정에 따라 선택해야 할 기계가 가동중이면 공정계획에 의해 대체 가공기계(공정)를 선택하든지 가공라인 앞에 있는 팔렛 풀에서 대기 후 가공기계가 대기 상태가 되면 다시 가공을 시작한다. 모든 가공을 마친 부품들은 자동세척기와 3차원 측정기에서 계측을 한 후 스택크레인으로봇에 의해 작업준비 장소를 통해 시스템을 빠져 나간다.

### 2.2 Manufacturing 데이터베이스의 개발 환경

본 연구에서의 FMS 구축을 위한 도구로서 CAD/CAM, 자동공정설계(CAPP), 기술정보관리(Engineering 데이터베이스), 공구관리, 치구관리, 셋업스테이션(Setup Station)의 관리와 이의 제어를 위한 시스템, 생산정보관리, 생산계획, 모니터링 등을 수행하는 Manufacturing 데이터베이스 등이 있다. 이들 구성 시스템들은 모두 UNIX를 기본 운영체제를 하고 있으며, 이들은 근거리통신망(LAN:Ethernet TCP/IP)을 이용하여 서로 연결되어 필요정보의 공유가 가능하고, 이들 정보의 FMS 콘트롤러로 전송이 가능하며 시스템 구성도를 <그림 2>에 나타내었다.

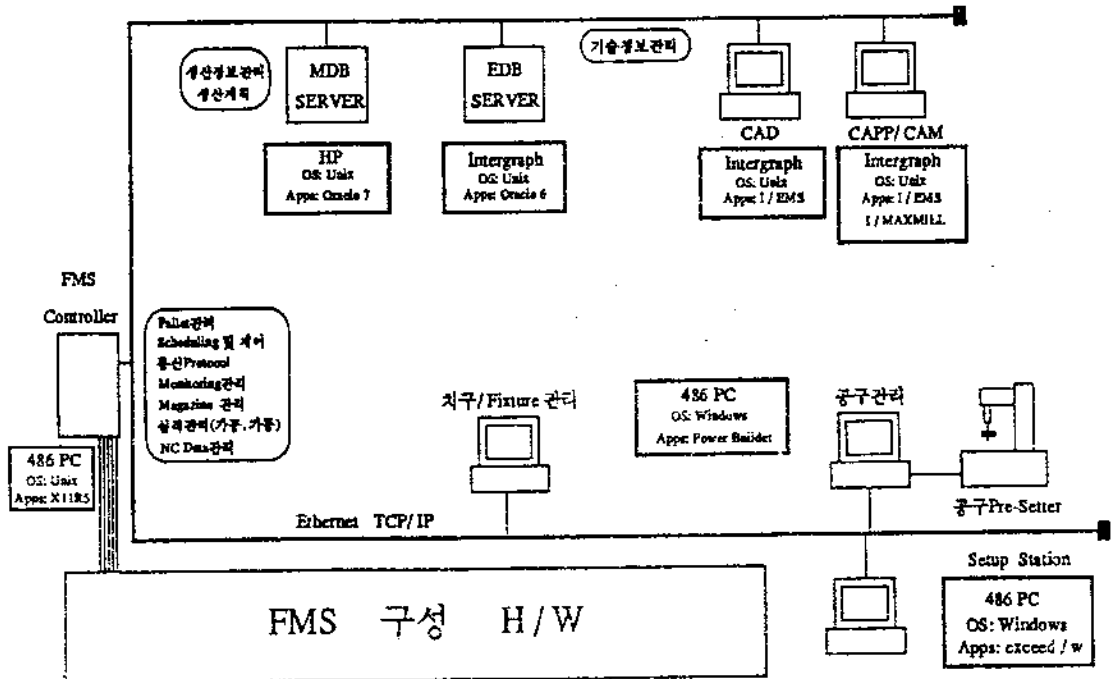
그러나, 모든 정보들을 UNIX 운영체제에서 관리하는 것은 시스템의 가격이 고가가 되고 시스템이 확장되었을 때 바꾸어 말하면 근거리통신망에 접속되는 노드가 많아질때에는 정보처리의 효율성이 급속히 떨어진다. 특히, 이러한 정보들중 공구관리, 치구관리, 셋업스테이션관리 등과 같이 직접 하드웨어와 연결되는 정보처리시스템들은 UNIX 운영체제하에서는 연결작업에 많은 어려움이 있다.

또한, 대부분의 정보시스템에서는 상위에서 하위로 내려지는 정보가 하위에서 상위로 올라가는 정보보다 작기 때문에 정보처리의 효율성을 극대화할 수 있도록 정보처리시스템을 분산처리(Distributed Processing)하고 시스템의 축소지향(Down-Sizing)하여 대부분의 정보는 하위의 PC레벨(Windows 환경)에서 관리하여 필요정보만을 상위의 관계형 데이터베이스(RDBMS:



(그림 1) FMS의 하드웨어 구성도

### FMS 시범플랜트의 구성요소



(그림 2) FMS 시범공장의 구성요소

Relational DataBase Management System)에서 처리할 수 있도록 하였다.

따라서 공구관리, 치구관리, 셋업시스템관리 등과 같은 시스템들은 PC의 Windows 환경에서 운용되는 데이터베이스를 사용하여 상위의 관계형 데이터베이스와 연결시키거나 혹은 클라이언트서버(Client Server) 환경에서 운용되는 Window용 시스템으로 개발되었거나 개발예정으로 있다.

### 3. Manufacturing DataBase의 개발

#### 3.1 시뮬레이션을 이용한 데이터베이스 구조 설계

CIM과 FMS와 같은 새로운 형태의 생산시스템은 아주 복잡하고 통합된 형태를 취하고 있어, 기존의 계획법으로는 동태적 특성을 분석·예측하기 힘들고, 이러한 시스템 설계 및 구축에 경험있는 사례가 드물다. 이러한 시스템의 동태적 특성 및 문제점을 발견하고 해결하는 데는 컴퓨터 시뮬레이션 기법이 주로 사용되고 있으며 이를 구체적으로 나누어 보면 1)가설의 검증, 2)시스템 설계, 3)시스템 운용 등으로 구분할 수 있다.

앞 절에서 설명한 바와 같이 본 연구에서 대상으로 하고 있는 FMS의 구축 환경은 상당히 복잡하고, 특히, Manufacturing 데이터베이스의 경우 CAPP의 공정 설계정보나 기술정보관리(Engineering 데이터베이스)의 치구정보 등을 공유하여 시스템 콘트롤러에 제어 명령을 전송하거나 시스템 전반에 발생하는 상황을 모니터링하는 부분이 많기 때문에 시스템 구성기간의 상호관계 및 모니터링 요소를 정확히 정의하여야 한다.

본 연구에서는 시스템 설계, 운용, 검증과 같은 시뮬레이션의 일차적인 목적외에 시스템 설계단계에서 작성되는 데이터베이스 구축의 시간적·경제적 이익과 시스템의 신뢰성 향상을 위해, 먼저 데이터베이스 구조를 가지는 상용 시뮬레이션 패키지(FACTOR/AIM)를 이용하여 대상 FMS를 모델링하여 이때 생성되는 시뮬레이션용 데이터베이스의 구조를 분석하고, 이를 구조적질의언어(SQL:Structured Query

Language)를 표준으로 하는 관계형 데이터베이스 시스템을 이용하여 재구축하였다. 시뮬레이션 운용패키지의 운영체제는 OS/2 2.0이며 확장팩의 DB Manager를 이용하여 구조를 분석·파악하였다.

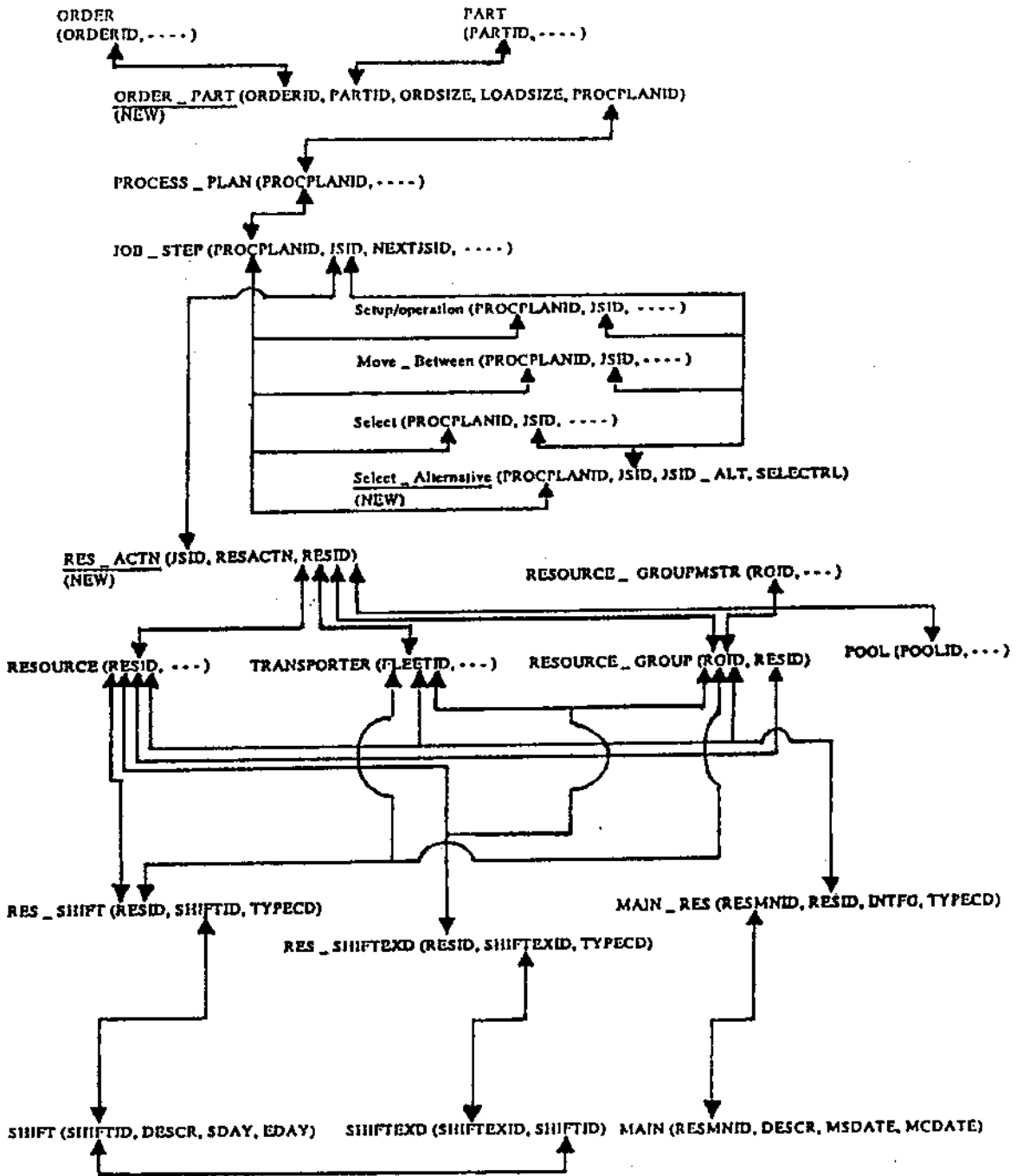
시뮬레이션 결과, 62개의 데이터베이스 테이블이 생성되었으며, 시뮬레이션에서만 필요한 컬럼(Column)은 제거하고, 시스템 운용에 부족한 컬럼 및 테이블은 보충하거나 구조를 새로 생성하였다. <표 1>은 시스템의 구성요소와 시뮬레이션하에서의 구성요소간의 관계를 나타낸 것이다.

<표 1> 구성기기 및 시뮬레이션 구성요소 대비표

시스템 구성요소	시뮬레이션 구성요소
5면 가공기 수평형 가공기 팰릿 테이블(Pallet Table) 작업 준비장(Jig, Fixture Set Up Station) 공 구 공구 준비 자동 채척기 NC Program, 설비제어 프로그램 3차원 측정기	기계설비, 기계설비군
작업 준비장 팰릿 보관대 Tool Magazine	팰릿 풀
반송장치(Stocker Crane Robot)	반 송 장 치
부 품	부 품

#### 3.2 데이터베이스 구축 및 시스템 개발

재설계된 데이터베이스는 21개의 입력 데이터베이스 테이블 군(群)과 20개의 출력 데이터베이스 테이블 군으로 나누어져, 관계형 데이터베이스 시스템인 ORACLE에서 구축하였다. 특히, 입력 데이터베이스 테이블군의 경우는 1)제조지와 부품정보에 관한 테이블 군, 2)부품의 가공순서에 관한 테이블 군, 3)부품의 가공, 저장, 이동에 필요한 기계설비, 팰릿, 팰릿 풀, 반송장치에 관한 테이블 군, 4)기계설비, 팰릿 풀,



〈그림 3〉 구축 데이터베이스 테이블의 연관(Relation) 작업

반송장치의 작업시간, 교대작업 및 보전에 관한 테이블 군 등으로 크게 분류하였다.

이러한 테이블들은 요소들의 연관성, 기준 키(Primary Key Column)의 정의, 외부연결 키(Foreign key) 컬럼의 인식 등을 중심으로 하여, 각 테이블의 기준 컬럼(Primary Column)을 대상으로 그림 3과 같이 연관(Relation) 작업을 했다.

이렇게 각 테이블의 연관작업을 수행하므로써, 사용자가 어느 특정 테이블의 정보를 조회하면 조회정보와 관련된 모든 정보를 획득할 수 있다. 예를 들어, 부품 정보 코드를 입력하면 이 부품과 관련된 제조지시 정보, 부품 가공정보, 공정 정보 및 가공기계와 관련된 교대/보전정보 등을 알 수 있다.

시스템 구성요소의 상태, 효율 및 운전정보 등을 가지는 출력 데이터베이스는 1)재공품을 임시 저장하는 펠릿 풀의 대기길이 및 효율, 2)기계설비와 기계설비군의 대기길이·효율, 운전정보, 3)반송장치의 효율, 대기길이, 운전정보, 4)펠릿 풀, 기계설비, 기계설비군, 반송장치 등의 현 상태에 관한 테이블 등으로 구성된다.

이러한 출력 테이블은 입력 테이블군과의 연관작업을 통해 입력되는 정보와 시스템에서 출력되는 정보 등을 가공하여 항상 필요한 최신의 정보를 가지게 되며 이는 화면, 프린터 등 다양한 출력기기를 통해 사용자에게 정보를 제공한다. 표 2에 제조지시 정보수행 척도의 정도를 출력 테이블의 구조를 나타내었다.

이렇게 구축된 테이블은 관계형 데이터베이스 시스템인 Oracle의 다양한 도구(Utility)를 이용하여 입/출력 양식을 구축하였으며, 그림 4에 SQL\*Forms를 기본으로 개발된 제조지시 정보의 입력화면 구성 예를 나타내었다.

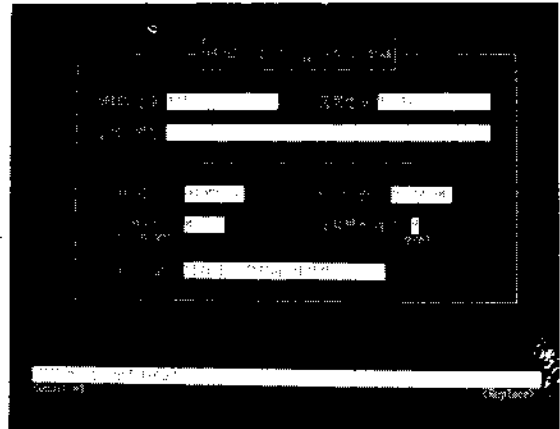
또한, 앞절에서 언급한 바와같이 공구관리, 셋업스태이션관리 및 치구관리 등은 PC의 Windows 환경에서 개발하여 Manufacturing 데이터베이스의 상위시스템인 Oracle Server와 인터페이스할 예정이다.

이러한 네트워크환경을 구축하기 위해서는 SQL\*Router 혹은 SQL\*Net와 같은 접속용 도구가 필요하며, FMS 현장의 공구관리시스템에 대해서는 Windows

(표 2) 자료 공유 테이블 구조 예(출력)  
(제조지시 정보 테이블)

Table : ORDPERF  
Indexes : None

Column명	형태	범위	비고
COMPCD	CHAR	Y;N	완료 여부
COMPDATE	DATE		실제 완료일
LATENESS	FLOAT	anyFLOAT	지연시간
MAKESPAN	FLOAT	≥ 0.0	소요시간
ORDERID	scORDER		제조지시번호
PARTID	scPART		품목번호
PROCTIME	FLOAT	≥ 0.0	순가공시간
STARTCD	CHAR	Y;N	개시여부
STARTDATE	DATE		실제 시작일
WAITTIME	FLOAT	≥ 0.0	총대기시간



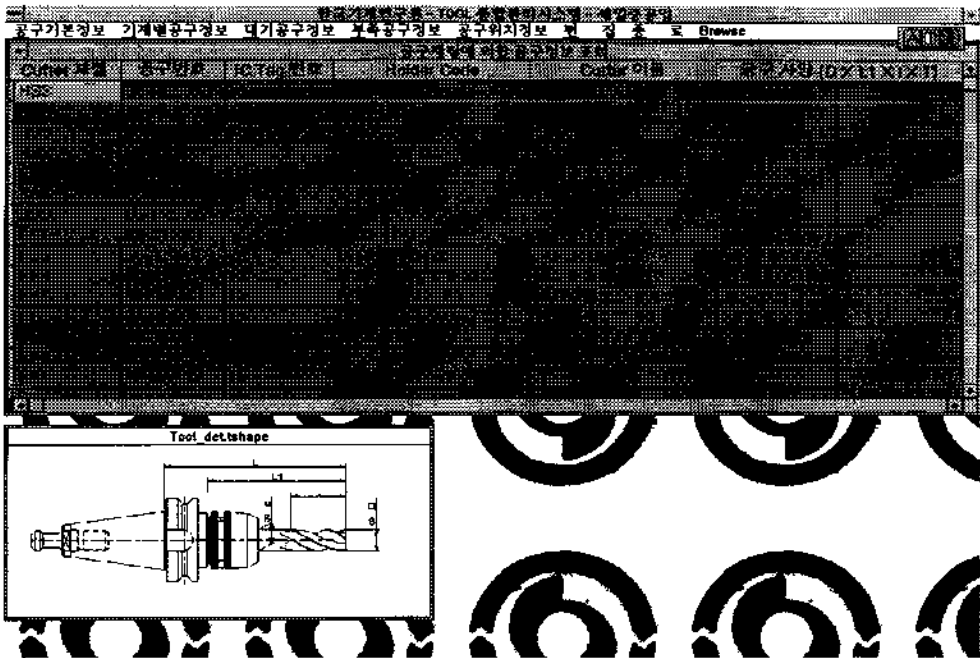
〈그림 4〉 제조지시정보의 입력화면

환경에서 운영되는 데이터베이스 시스템을 이용하여 개발하고 이를 SQL\*Router를 이용하여 필요정보를 공유하고 있다. 앞으로 개발될 다른 시스템들도 이러한 인터페이스 방식을 사용하거나, 클라이언트서버(Oracle Server 중심)환경에서 개발될 것이다.

그림 5는 Windows 환경에서 개발완료 단계에 있는 공구관리시스템의 운영 예를 나타낸 것이다.

4. 결론 및 향후 연구방향

본 연구에서는 1대의 5축 머시닝센터, 3대의 수평형 머시닝센터, 96개의 펠릿 풀과 이들을 연결하는 반



〈그림 5〉 공구관리시스템 운용화면  
(공구재질에 의한 공구정보 검색)

송장치 등으로 구성된 FMS의 운영을 목적으로 하는 Manufacturing 데이터베이스 구축 사례를 소개하였다.

Manufacturing 데이터베이스 구축의 시간적·경제적 이점과 시스템의 고신뢰성을 위해 시뮬레이션 기법을 이용하여 데이터베이스 입·출력 테이블의 구조를 설계하였으며, 이를 관계형 데이터베이스 시스템인 Oracle을 사용하여 시스템을 구축하였다. 현재까지 개발된 시스템은 상위 시스템에서 운영되는 주 시스템과 Shop-Floor 차원에서 운영되는 공구관리시스템이다.

구축된 시스템들은 Oracle 서버를 중심으로 하는 클라이언트서버 환경 혹은 PC의 Windows 환경에서 독립적으로 운영되는 데이터베이스 시스템을 근거리 통신망을 이용하여 통합하프로서 시스템의 최적화 및 경량화를 실현하였다.

앞으로의 연구방향은 공구수명 및 공정정보를 이용한 공구교환시스템의 제어 및 관리 시스템 개발, 가공품의 셋업(Set-Up) 정보를 관리하는 셋업스테이션 관리 시스템 등을 개발하여 상위시스템과 통합시키는

것이다.

【참고문헌】

- [1] Allan Carrie, *Simulation of Manufacturing Systems*, JOHN WILEY & SONS, 1988.
- [2] Ulrich Rembold, et al, *Computer-Integrated Manufacturing Technology and Systems*, Dekker, 1985.
- [3] Asbjorn Rolstadas, *Computer-Aided Production Management*, Springer-Verlag, 1988.
- [4] I.Burhan Turksen, et al, *Computer Integrated Manufacturing*, Springer-Verlag, 1987.
- [5] Andrew KUSIAK, *Flexible Manufacturing Systems*, North-Holland, 1991.
- [6] FACTOR/AIM, *Data Analysis Reference*, Pritsker Co., 1992.
- [7] 日本經營工學會, 經營工學便覽, 丸善株式會社, 1981.

[8] 伊東 誼, 岩田 一 明, フレキシブル生産システム, 日刊工業新聞社, 1985.

[9] 藤井 進, "FAシミュレーション技術の現状と動向", 精密工學會誌, VOL.58, No.7, 1992.



이 승 우

1989.2 인하대학교 산업공학과 졸업 (학사)

1991.2 인하대학교 산업공학과 졸업 (석사)

1991.1~현재 한국기계연구원 자동화 연구부 생산시스템그룹 연구원

관심분야: 데이터베이스 구축, Computer Simulation 등

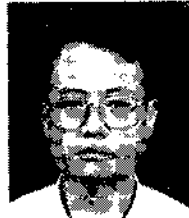


이 재 중

1987.9 한국과학기술원 생산공학과 졸업 (석사)

1987.9~현재 한국기계연구원 자동화 연구부 생산시스템그룹 선임연구원

관심분야: 시스템 감시, 공구이상감시 및 공작기계측정, 데이터베이스 등



이 준 식

1977.2 서울대학교 산업공학과 졸업 (학사)

1979.2 한국과학기술원 산업공학과 졸업(석사)

1991.2 한국과학기술원 산업공학과 졸업(박사)

1979.3~1993.8 한국기계연구원 생산 시스템실 선임연구원

1993.9~현재 국립 창원대학교 산업 공학과 조교수

관심분야: 생산시스템 설계, MRP, GT, 컴퓨터 이용 공정설계 등



이 경 오

1989.2 서울대학교 계산통계학과 졸업 (학사)

1994.2 서울대학교 계산통계학과 전산 과학대학원 졸업(석사)

1989.1~현재 (주)세일중공업 전산부 기술전산과 근무

관심분야: 분산 Database, FMS/CIM, 객 체지향형 데이터 모델링