

국내의 산업용 및 교육용 FMS 현황과 발전방향

The Current Status and Future Prospect for the Industrial and Educational FMS

박 정 현

선문대학교 기계및제어공학부

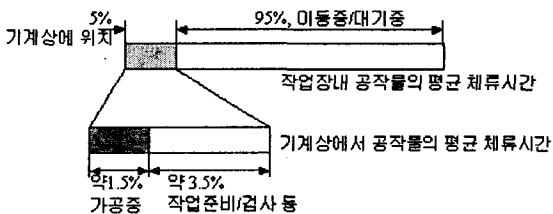
Abstract

생산현장에서 경쟁력 저하를 일으키는 다양한 문제점을 해결하고자 하는 노력으로서 1960년대 말에 FMS가 등장하게 되었다. 국내에서는 1990년대부터 절삭가공용 위주로 보급이 활성화되고 있으며, 국내 기업에 의하여 많은 기술개발이 이루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 FMS에 대한 도입 배경, FMS 구성, 산업용 및 교육용 FMS, FMS 보급현황, FMS의 핵심기술 및 개발방향에 대하여 소개하고자 한다.

1. 서론

1968년 영국의 Molins Machine Tool Company에 소속된 David Williams에 의하여 개발되어 'System 24' 이라는 이름으로 처음 소개된 생산시스템이 FMS(Flexible Manufacturing System)의 시초로 알려져 있다. 'System 24'라는 이름은 컴퓨터 제어에 의하여 24시간 운전(16시간 무인운전 포함)이 가능한 시스템이란 의미에서 명명되었다[1].

이러한 FMS의 등장에는 생산환경의 영향이 매우 크게 작용하고 있다. 부품의 절삭가공이 이루어지는 전형적인 작업장에 소재가 투입된 다음 가공이 완료될 때까지의 소요되는 시간을 조사한 연구결과[1]에 의하면, 공작물은 총체류시간의 5%동안만 기계 테이블에 놓여지며, 실제 가공이 이루어지는 시간은 그 중에서 1.5%이다. 나머지 95%의 시간은 작업장내의 이동 또는 다음 공정작업을 대기하고 있는 시간이다<그림 1>.



<그림 1> 공장내의 작업물 체류시간

이러한 현상은 생산일정 변경, 설계 변경, 기계 고장, 툴링 문제, 공정 문제, 공작물 문제, 입고 지연 등에 기인하며, 설비들의 낮은 가동율과 과도한 재공재고 발생등의 문제를 일으키게 된다. 이와 같은 생산환경의 문제를 해결하기 위한 노력으로 FMS라는 새로운 자동생산시스템이 등장하게 된 것이다.

FMS는 주로 절삭가공을 위한 용도로 설치되기 시작하였으나, 1980년대 초부터는 프레스 가공, 용접가공 등 적용분야가 다양화되기 시작하였다. 또한 FMS의 개념도 점차 확대되어 유연성의 개념이 적용되는 대부분의 자동생산시스템을 의미하는 생산시스템으로 불리고 있다.

국내에서는 1980년대 초반에 FMS가 공작기계 업계를 중심으로 설치되기 시작하였으며, 1990년대 중반부터 교육기관에 교육용 FMS가 보급되기 시작하였다.

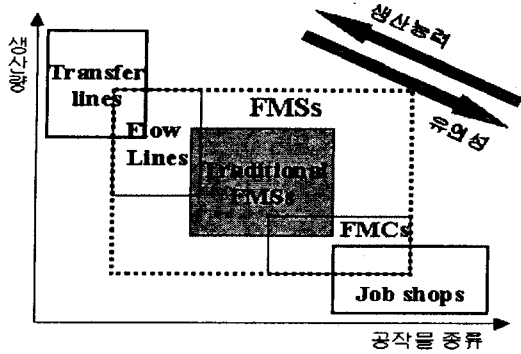
따라서 본 연구에서는 국내외에 설치된 산업용 FMS, 교육용 FMS의 구성 및 보급 현황을 살펴본 다음, FMS 설계 및 구축에 필요한 각종 요소기술 발전에 따른 FMS의 발전방향에 대하여 살펴보고자 한다.

2. FMS 개요

생산시스템을 공작물 종류와 생산량의 관계를 기준으로 분류하면, <그림 2>와 같이 5종류 또는 3종류의 생산시스템으로 나눌 수 있다. 생산시스템 분류는 단순히 생산되는 제품의 특성에 의한 분류보다는 생산시스템이 갖고 있는 유연성(flexibility)의 의미를 기준으로 분류하는 것이 바람직하므로, 제품변경에 대한 유연성을 가진 자동생산시스템을 모두 합쳐서 광의의 의미로 FMS라고 부르는 것이 바람직하다.

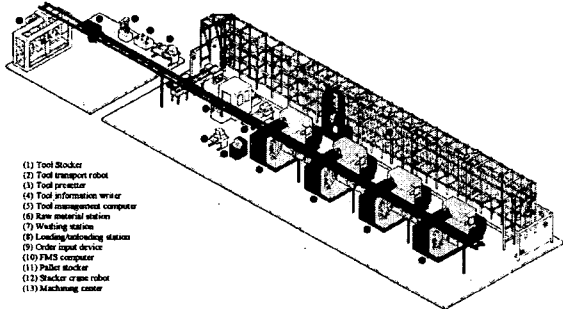
FMS의 의미를 광의 또는 협의로 해석될 수 있지만, <그림 3>에서 보는 대표적인 FMS에 반드시 포함되는 키워드들은 NC 공작기계, AGV나 자동창고와 같은 자동자재취급시스템(automated material handling system), 제어용 컴퓨터, 통신 네트워크, 공구교환시스템 등의 하드웨어와 임의의 순서로 공

작물을 투입되고 공정처리할 수 있는 기능을 갖춘 소프트웨어이다.



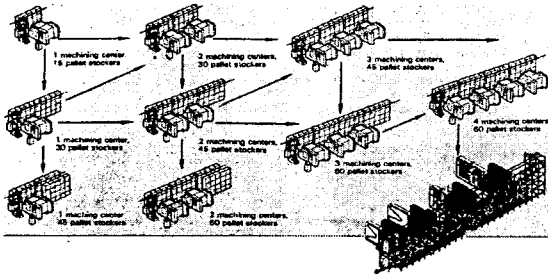
<그림 2> 생산시스템 분류

또한 최근의 FMS는 스택어 크레인의 신뢰도 향상, FMS의 소형화 추세 및 확장성 확보 등을 위하여 <그림 3>의 형태가 선호되고 있다.



<그림 3> 스택어 크레인을 사용하는 선형 FMS

따라서 <그림 4>와 같이 다양한 확장성을 갖는 FMS 구성이 가능하게 된다.

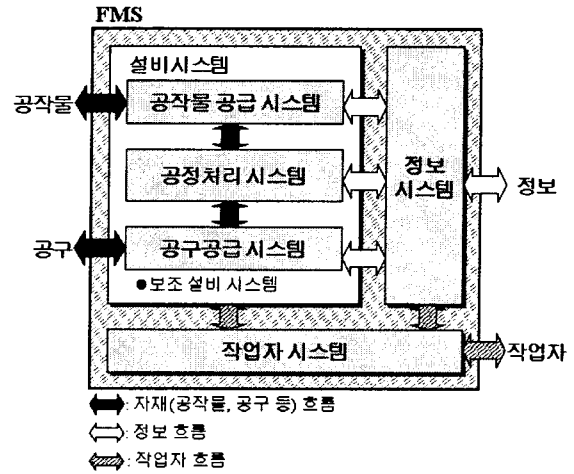


<그림 4> 선형 FMS의 확장 개념

이러한 FMS는 크게 하드웨어와 소프트웨어로 구성되어 있지만, 공정처리과정에서 요구되는 기능에 따라 구분하면 <그림 5>와 같이 크게 3개의 시스템으로 나눌 수 있다.

최근 설치되는 FMS는 예전의 FMS에 비하여 공작기계 대수가 감소되는 대신에 공구의 자동공급 기능, 공작기계에서의 측정기능, 무인운전과 원격운

전을 위한 각종 제어 및 자동보정 기능들과 같은 자동화를 위한 하드웨어와 기업내 상위 정보시스템과의 통합 기능을 갖는 소프트웨어가 필수적으로 포함되는 추세에 있다.



<그림 5> FMS 구성

FMS의 제약조건인 설계환경 및 목적함수에 의하여 결정되는 FMS의 대표적인 설계변수는 다음과 같이 분류된다.

1) FMS 설비시스템에 관련된 설계변수

- ① 공정처리시스템:
 - 공작기계 종류, 규격, 대수 등
- ② 공작물공급시스템:
 - 취급시스템의 종류, 규격 대수 등
 - 팔렛과 치공구의 종류 및 대수 등
- ③ 공구공급시스템
 - 공구공급시스템의 종류 및 처리능력
 - 공구저장공간의 종류 및 용량 등
- ④ 보조설비시스템
 - 절삭유 공급시스템의 종류 및 공급능력
 - 전원 공급시스템의 종류 및 공급능력 등

⑤ FMS 레이아웃

2) FMS 정보시스템에 관련된 설계변수

- ① 제어 네트워크 구성
- ② 통신 프로토콜의 종류
- ③ 컴퓨터 종류 및 대수
- ④ 소프트웨어의 종류 및 기능 등

3) FMS 작업자시스템에 관련된 설계변수

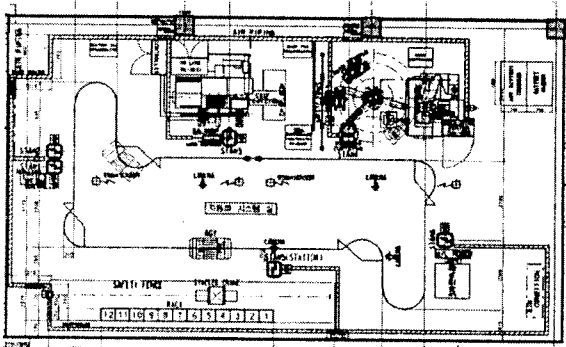
- ① 무인화 수준
- ② 작업자 종류 및 인원
- ③ 작업자 근무시간 등

이와 같이 FMS 설계를 위한 제약조건, 목적함수 및 설계변수들은 서로 연관되어 있으며, 경우에 따라서는 제약조건 항목이 설계변수로 변경되거나 설계변수가 제약조건으로 변경될 수 있다.

3. 산업용 FMS와 교육용 FMS

<그림 3>과 같이 제조업체에서 절삭가공을 위하여 도입되는 산업용 FMS는 절삭가공, 세척, 셋업, 이송, 저장, 절삭유중앙공급을 위한 설비등으로 구성된다. 이러한 설비는 주로 절삭가공을 최대한 효율적으로 처리하기 위하여 필수적인 하드웨어들이다.

그러나 교육용 FMS에서는 FMS의 도입용도가 공작물의 절삭가공만을 위한 것만이 아니다. 오히려 전형적인 자동생산시스템으로서 단위설비의 운영 및 제어 프로그래밍, 시스템으로서의 운영 교육 등으로 매우 다양한 교육 용도로 활용되게 된다. 따라서 <그림 6>에서 보는 바와 같이 NC 공작기계, 공작물 핸들링을 위한 산업용 로봇, AGV, 자동창고, 비전검사설비, 측정설비, 셋업스테이션 등이 주요 구성 설비로 포함되고 있다.



<그림 6> 전형적인 교육용 FMS

이와 같이 산업용 FMS와 교육용 FMS의 근본적인 용도 차이로 인하여 시스템 구성요소와 Layout은 서로 상이하게 된다. 현재 국내 교육기관에 보급된 FMS들은 대부분 금속의 절삭가공이 가능한 NC 공작기계, 다관절형 산업용 로봇, AGV, 자동창고 등의 설비로 구성되어 있으므로 현장에 적용될 수 있는 다양한 교육을 시행할 수 있는 여건은 마련되어있다. 그러나 FMS의 종합적인 운영을 위한 인력의 한계, 다양한 교육프로그램의 부족 등으로 인한 교육 및 운영상의 어려움을 겪고 있는 것으로 알려져 있다.

4. 국내의 FMS 보급 현황

제조업체에 설치된 FMS는 주로 선진공작기계 업체가 가진 선진국에 집중적으로 설치되어 있다. 일본의 경우, 1994년 1월 현재 일본에 설치된 FMS와 FMC는 각각 2,250세트, 11,778세트이며 절삭가공용이 전체의 90% 이상을 차지하고 있다[2]. 미국

과 유럽에도 정확한 자료는 소개되고 있지 않지만 일본의 경우와 같이 많은 FMS/FMC 보급이 이루어졌을 것으로 추정된다.

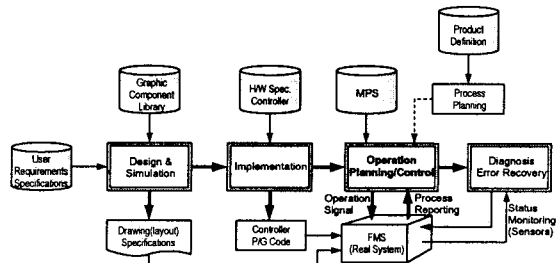
국내에서는 1984년도부터 통일중공업(주)과 대우중공업(주)에서 FMS를 처음 설치한 이후로 보급되기 시작하였으며, 공작기계, 자동차 및 중장비 업체를 중심으로 몇십세트 정도 보급되어 있다.

국내 교육기관(대학, 기능대학, 직업훈련원, 공고 등)에는 1990년대 중반부터 시작하여 현재까지 약 30세트 이상 보급되어 있는 것으로 알려지고 있다. 국내 대표적인 교육기관으로는 선문대, KAIST, 서울대, 조선대, 인천기능대, 흥성기능대, 동양공전, 흥천직업훈련원, 경기기계공고 등을 들 수 있다.

국내에서 산업용 FMS를 공급할 수 있는 업체로서 공작기계업체인 통일중공업(주), 대우중공업(주), 현대정공(주) 정도로 알려지고 있다. 교육용 FMS의 경우에는 초소형 FMS를 포함하여 10개 정도의 공급업체가 있는 것으로 알려지고 있다. 그러나 공급업체 자체적으로 FMS 설계 및 구축기술을 보유한 업체는 매우 제한되어 있다.

5. FMS의 핵심기술

FMS의 설계에서 시작하여 FMS 운영단계에 이르는 FA 엔지니어링은 <그림 7>과 같이 4 단계로 나누어진다[3].



<그림 7> FMS 엔지니어링 단계

<그림 7>에서 4단계별로 요구되는 핵심기술은 <그림 5>의 단위시스템에 대한 핵심기술과 통합된 시스템의 핵심기술로 나누어 볼 수 있다[4].

5.1 단위시스템의 핵심기술

설비시스템은 공작물 공급시스템, 공정처리시스템, 공구공급시스템으로 세분화되며, 대부분 NC 제어장치에 의하여 제어되는 시스템이다. 기본적인 기술개발 동향은 고속화, 고기능화, 개방화, 자동화 등으로 표현된다. 특히 센서 및 FA 제어장치의 개방화[5, 6] 및 PC-NC 제어장치에 많은 기술개발이 진행되고 있다.

또한 소프트웨어로서의 개방성을 확보하기 위하여 표준화된 통신 프로토콜을 지원하여야 하며, 산업용 표준규약을 따르면서 소프트웨어의 컴포넌트화 개념을 사용한 소프트웨어 개발기술이 요구되고 있다.

5.2 통합된 시스템의 핵심기술

자동화된 단위설비들을 하나의 자동생산시스템인 FMS로 통합하는 시스템 설계 및 구축과정과, 이를 운용하는 과정에서 요구되는 시스템 수준의 핵심기술은 크게 9가지로 나누어볼 수 있다.

- 1) FMS 설계기술
- 2) FMS 제어 네트워크 설계 및 구축기술
- 3) FMS 시스템 및 셀 제어기술
- 4) FMS 경제성 분석기술
- 5) FMS 감시 및 진단기술
- 6) 인터넷 기반의 원격 모니터링/제어기술
- 7) FMS 운용 및 활용기술
- 8) Virtual FMS 기술
- 9) FMS 교육 프로그램 개발 등

6. FMS 기술개발 방향

6.1 국내의 기술개발 수준

FMS에 적합한 단위 설비 제작기술과 자동생산시스템으로서의 시스템 설계 및 구축기술에 대하여 선진국은 이미 1970년대부터 상용화 수준의 기술을 보유하고 있었다. 국내의 경우, 통일중공업(주)의 G7 1단계 과제 수행을 통하여 FMS의 시스템/셀 컨트롤러(MASTROL)를 국내 처음으로 국산화함으로써 FMS의 국산화에서 가장 어려운 기술을 개발하게 되었다.

또한 FMS에 적용되는 자동물류시스템에 사용되는 AGV, 스택커 크레인의 위치 정밀도는 물류센터 등에서 사용되는 자동물류시스템의 위치 정밀도(~3mm 이내수준)보다 훨씬 높은 수준(~0.1mm 이내수준)을 요구하고 있으나, 이미 국내 기술로 개발되어 적용되고 있다.

세계적인 수준의 FMS 기술을 보유하고 있는 대표적인 공작기계업체로서 국내에 공급중인 일본의 Mazak, Makino, FANUC, YUASA 등을 들 수 있다. 특히 FANUC은 FMS의 시스템/셀 컨트롤러로서 System F-Model D Mate를, YUASA사는 YSPACKCIM (YSP-4F)을 공급하고 있다.

6.2 FMS 기술개발 방향

최근의 폭발적으로 증가하고 있는 이더넷 기반의 인터넷, 단위 설비내 및 설비간의 표준 네트워크로 자리잡고 있는 필드버스, 단위설비 제어장치의 개방화로 점차 적용이 확산되고 있는 PC-NC, 컴포넌트 소프트웨어, 원격 모니터링 및 제어, 가상제조 등으로 대표되는 기술들의 급격한 발전으로 FMS에 적용되는 구성요소에 많은 영향을 주고 있다.

따라서 최근의 FMS 기술개발방향은 센서 및 제어장치의 개방화, 하위 제어 네트워크로 필드버스의 도입, 상위 제어 네트워크로 TCP/IP 프로토콜을 사용하는 이더넷 도입, 인터넷 기반의 원격 모니터링 및 제어, 상위 CIM 정보시스템과의 FMS 통합을 위한 인터페이스, 가상제조의 개념을 적용한 Virtual FMS 개발 등에 초점을 맞추고 있다.

7. 결 론

본 논문에서는 점차 중요성이 확대되고 있는 FMS 개요, 산업용 및 교육용 FMS, 국내외 FMS 보급현황, FMS의 핵심기술 및 개발동향에 대하여 살펴보았다. 국내 제조업의 경쟁력 향상을 위한 자동생산시스템의 지속적인 기술개발의 중요성과 FA 엔지니어의 역할이 증대되고 있음을 밝히고자 한다.

참고문헌

1. Luggen, W.W., Flexible Manufacturing Cells and Systems, Prentice-Halls, 1991.
2. 일본 월간생산재마케팅, p.42, 1995년 6월호.
3. KAIST CAM Lab. 자료, 1993.
4. 박정현, FMS, 월간기계기술, Vol.26, No.8, pp.82-98, 1999.
5. Takata, S., Open FA Controllers, 일본정밀공학회지, Vol.63, No.5, pp.621-624, 1997.
6. Suzuki, T., Open Trend of Sensor and Controller, 일본정밀공학회지, Vol.63, No.5, pp.643-646, 1997.