

교육용 FMS의 제어 및 운영을 위한 시스템 컨트롤러 구축 연구 Design and Implementation of A System Controller for the Control and Operation of the Educational FMS

박정현*, 송춘경**

* 선문대학교 기계및제어공학부

** 선문대학교 산업기술대학원 생산시스템공학과

ABSTRACT

국내외 자동화 및 생산시스템 관련 교육기관에서 생산시스템의 제어 및 운영을 위한 기자재로써 교육용 FMS(Flexible Manufacturing System)를 도입, 운영하고 있다. 하지만 상당수 교육기관에서 당초의 도입목표를 제대로 달성하지 못하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 교육기관에서 생산시스템 교육을 위해 필요한 교육용 FMS의 주요 기능과 역할을 정의하고, FMS 운영소프트웨어인 시스템 컨트롤러의 구축을 통한 시스템통합과 생산시스템 제어 및 운영을 위한 교육방안을 제시하고자 한다.

1. 서론

산업혁명 이후 20세기 중반까지 생산시스템은 소품종 대량생산 위주의 전용라인에서 소비자의 다양한 욕구, life cycle 단축 등에 적응할 수 있는 다품종 소량생산, 민첩생산에 적합한 생산시스템으로 발전되고 있다. 또한 급변하는 시장환경 변화에 대응, 기업경쟁력을 확보하고자 생산, 설계, 경영, 영업 등의 분야를 컴퓨터 네트워크로 결합 종합적인 효율화를 도모하는 CIM(Computer Integrated Manufacturing)이란 통합생산시스템으로 발전되고 있다. 즉, 기존의 단위기기의 자동화 수준에서 최고경영자에서 현장의 작업자, 장비, 센서 등을 모두 유기적인 네트워크로 연결하는 통합적인 수준으로 발전되어 가고 있다. 그러므로 각 기업에서는 다양한 고객의 요구를 수용함과 동시에 다양한 생산환경 변화에

적용할 수 있는 기업경쟁력을 확보할 수 있는 유연성을 기본적으로 갖는 자동생산시스템에 관심을 갖게 됨에 따라 교육기관에서는 대표적인 자동생산시스템인 FMS의 도입과 활용에 많은 관심을 갖게 되었다. 이에 따라 1990년대 중반부터 국내 여러 교육기관에서 FMS 도입을 시작하였다.[1],[7]

본 논문에서는 교육용 FMS에서의 H/W, S/W의 역할 및 구성을 정리하고, 이에 적합한 교육용 FMS Kit 와 System Controller를 구현함으로써, 현재 국내 교육기관에 설치된 교육용 FMS의 문제점을 줄이는데 도움이 되고자 한다.

2. 교육용 FMS의 도입 후 활용성 및 운영실태

2.1 교육용 FMS 도입현황

산업계의 자동생산시스템 발전추세에 적합한 교육을 하기위하여 국내의 교육기관에서 많은 학과와 교육프로그램이 신설되었고, 이의 추세는 계속되고 있다. 이에 따라 자동생산시스템의 다양한 기능과 여러 가지 장비들로 구성된 FMS가 교육계에 보급되기 시작하였다. 1990년대 중반부터 국내 교육기관에 약 30여 set 이상의 FMS가 보급되었다. 현재 보급된 FMS의 주요 구성들을 살펴보면 실제 산업용 장비들로 구성된 시스템이 많은 부분을 차지하고 있다. 때문에 FMS의 공급가격이 3 ~ 10억의 상당한 고가의 시스템으로 구성되어져 있다.

2.2 교육용 FMS의 운영실태

국내 교육기관에 도입된 교육용 FMS에 대한

투자대비 교육내용 및 효과면에서 회의적인 반응을 보이는 곳이 많은 것이 현실이다. 그 이유를 살펴보면 다음과 같은 문제점들을 들 수 있다.

1) 하드웨어적 문제점

현재 교육용FMS는 실제 산업용 장비 내지는 산업용과 유사한 기능을 가지는 장비들로 구성되어 있다. 이는 장점도 있지만 많은 단점도 가지고 있음을 현재 상황을 통해 쉽게 알 수 있다. 산업용장비를 사용함으로써, 향후 산업현장에서 적용력을 증가시킨다는 면에서는 유리하나, 실제 교육에 사용하기에는 제어/운영, 교육에 안전성에 문제점을 가지고 있다. 뿐만 아니라, 산업용 장비들으로써 구성된 시스템이기에 복잡성 때문에 각 장비별로 전문적 지식을 요구하게 되어, FMS를 실제 교육목적에 맞게 사용될 수 없는 경우가 많다. 또한 유지보수 측면에서 많은 비용과 노력이 필요한 것도 간과할 수 없는 현실이다

2) 소프트웨어적 문제점

FMS를 도입하면서 H/W사양에 비하여 운영 및 제어 S/W에는 상대적인 검토가 부족한 경향이 있다. 즉, S/W의 구조적 문제로 H/W의 변경, 또는 시스템 구성 변경을 가로막는 결정적인 제약조건으로 작용되는 경우가 많다. 또한 하드웨어적인 문제가 없으나, 운영 및 제어 소프트웨어의 문제로 인하여 고가의 교육시설임에도 불구하고 다양한 용도로의 활용이 어려운 것이 현실이다.

3) 시스템 통합적 문제

상당수의 교육용 FMS는 시스템 통합에 문제점을 보이고 있다. 상호 제어 시스템이 독립적이지 못한 경우가 있어, 이는 FMS의 특정장비의 고장 또는 문제점으로 인해 전체 시스템이 운영되지 않는 등 여러 가지 문제점을 안고 있다.

4) 교육프로그램의 부재

FMS라는 고가의 시스템을 구입했음에도 불구하고, 적절한 교육프로그램의 부재로 인한 교육내용 및 효과가 낮은 수준에 머무르고 있다.

3. FMS의 구성 및 역할 정리

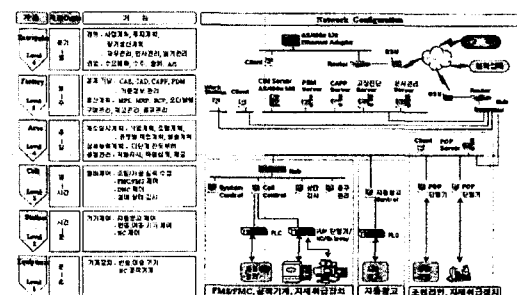
FMS는 구성요소의 특성과 적용분야에 대한 사용자의 관점에 따라 매우 다양하게 정의되고 있다. 대한산업공학회에서 편찬한 산업공학용어

사전에 의하면, FMS는 서로 상이한 공정순서와 처리시간을 가진 공작물을 임의로 가공할 수 있고, 제품의 품종과 생산량의 변화에도 유연성 있게 대처할 수 있는 생산시스템으로 정의된다. 이는, 최소의 전환비용으로 다른 제품을 선택하여 가공할 수 있는 장비로 구성된 시스템으로써, 중소량의 생산단위의 환경에서 많은 이익을 낼 수 있는 자동화된 Job shop의 형태라고도 볼 수가 있다.[1],[2],[3],[4]

3.1 FMS의 역할

다품종 소량생산에 적합한 생산시스템으로써, 급변하는 시장환경에서 생산능력향상, 향상된 공정처리시스템의 가동율, 제공재고 축소, 생산소요 시간 단축, 직접인력 감축, 제품변경/설계변경에 대한 대응능력향상, 균일하고 높은 품질수준 유지 등의 이점을 가질 수 있다.[1]

[그림 1]에서와 같이 FMS는 제조업체의 Level 1, 2, 3의 영역을 차지하는 대표적인 자동 생산시스템이다.



[그림 1] ISO의 CIM 참조모델

3.2 FMS 구성

1) FMS 하드웨어

FMS를 구성하고 있는 H/W는 크게 단위생산 공정을 처리 하는 공정설비, 작업물을 이동시키는 물류설비, 작업물을 다음 공정처리를 위해 대기 또는 저장하는 저장설비, 기타설비로 구분할 수 다.

2) FMS 소프트웨어

FMS의 운영S/W라고 하면 FMS를 구성하고 있는 H/W를 유기적으로 통합제어하는 시스템이다. 구성요소는 크게 생산정보관리, 일정계획, 운전제어, 모니터링, 실적관리로 구분할 수 있다.

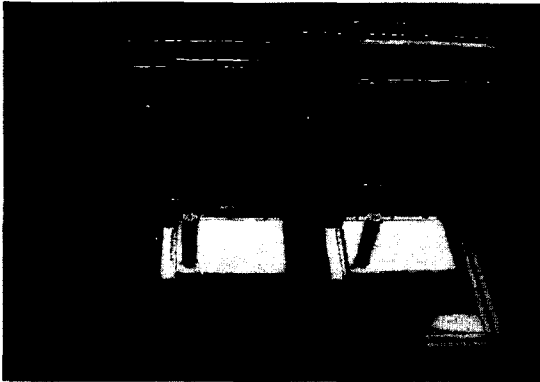
이러한 FMS 소프트웨어는 크게 시스템컨트롤러와 셀컨트롤러로 구분할 수 있으며, 대부분 입력된 생산계획에 의거한 시스템 운전을 주 대상으로 하고 있다.

3) FMS Network

Network는 FMS의 신경망에 해당되는 부분으로써, 통신방법, 형태에 따라서 시스템의 신뢰성 및 안정성에 많은 영향을 미치게 된다. FMS 네트워크는 점차 상위에는 Ethernet방식을 하위에는 Fieldbus를 사용하는 것이 산업계의 추세이나, 아직까지 국내 설치된 FMS는 대부분 제어기 간의 통신은 RS-232C, 컴퓨터간은 Ethernet을 사용하는 형태로 제어네트워크가 구축되어 있다.[1]

4. 교육용 FMS의 시스템 컨트롤러 구축

본 논문에서는 [그림 2]와 같은 선형 형태의 교육용 FMS Kit를 대상으로 System Controller 구축을 통해 통합방안을 적용하고자 한다.

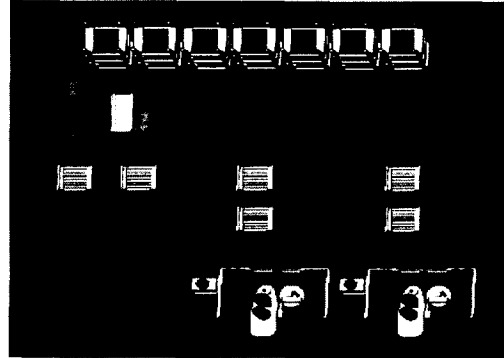


[그림 2] 선형 구조의 교육용 FMS Kit

[그림 2]의 교육용 FMS Kit는 System 확장/축소, 변경을 쉽게 할 수 있는 유연성 특성을 갖도록 설계 및 제작되었다. 즉, 본 System Controller에서는 자동창고 rack수를 늘이거나 줄이고, Setup과 M/C의 대수를 조절할 뿐만 아니라, 위치를 변경하였을 때도 유연성 있게 대체하여 제어가 가능하도록 하고자 한다. 교육용 FMS Kit의 H/W적인 구성은 7 X 3의 rack을 포함한 자동창고, M/C 2대, Setup 1대로 이루어져 있다. M/C는 실제 가공은 지원하지 않지만, 시스템 운

전에 요구되는 동작은 수행할 수 있도록 제작되었다.

다음의 [그림 3]은 [그림 2]의 효율적인 운전과 이에 대한 모니터링, 제어, 시뮬레이션 등을 수행할 수 있도록 제작된 시스템 컨트롤러의 가상 FMS 화면을 보여주고 있다.



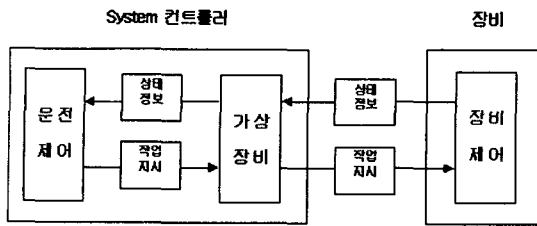
[그림 3] 시스템 컨트롤러에서의 가상 FMS

4.1 FMS 구성장비별 아키텍처

FMS 구성장비는 크게 공정설비, 물류설비, 저장설비로 구분할 수 있다. FMS Kit의 설비제어는 산업현장에서 주로 사용하는 PC 기반 또는 PLC를 이용하여 구현된다. 각 설비제어는 설비별 특징을 정리해서 객체지향적으로 모듈화 하여 제어하는 것이 전체 시스템을 통합하는 측면에서 유리하다.[5],[6] 즉, 각 설비의 제어는 해당설비의 역할을 수행하는데 필요한 여러 가지 주변 장치 및 설비의 정보/신호는 직접적으로 연결 시키지 않고, Interface를 통해 제어하는 것이 유지/보수 또는 설계변경 등에 편리하다. 본 논문에서 제시하는 설비는 사용자의 설계변경 등에 쉽게 대응하기 위해 객체지향적 설비제어와 Interface를 구현하고자 한다.

1) 장비별 특성 및 구성 정의 (M/C, S/C, Table)

각 설비제어의 특징은 설비상태를 상위시스템에 알려주고, 상위시스템에서 공정처리 지시를 받아 해당공정을 처리하는 것이 주된 역할이다. 이를 원활히 수행하기 위해 [그림 4]와 같이 System Controller에서 통합시스템 제어에 필요한 역할 및 정보를 가지는 가상장비를 생성시키고, 가상장비와 실제장비와의 통신을 통해 연결하였다.



[그림 4] 구성장비 인터페이스를 위한 시스템 컨트롤러 구조

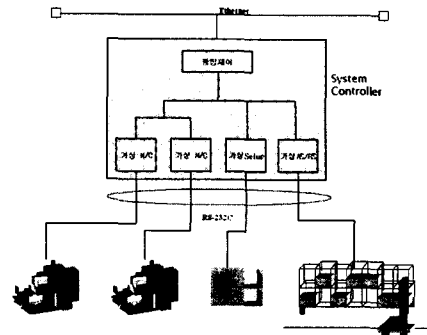
가상장비는 상위시스템의 지시를 받아 실제장비에게 지시를 내리고, 실제장비에서 해당공정을 처리한다. 또한 가상장비의 상태는 실제장비에서 주기적으로 상태정보를 받아 갱신하고, 그 정보를 상위시스템에 전송한다. 즉, 통합제어시스템 System Controller에서는 가상장비를 통해 통합운전을 하고, 각 가상장비는 실제장비와 작업지시, 상태정보 내용을 주고받아 1:1로 mapping된다. 물류설비제어도 마찬가지로 실제물류설비가 가상물류설비에게 현재위치 및 상태를 알려주고, 가상물류설비로부터 상위시스템의 지시를 받아 특정위치에서 특정위치로 작업물을 이동시킨다.

2) Interface 정의

가상설비는 자동운전에 필요한 정보를 실제설비에서 받고, 제어지시를 실제설비에게 보내야 하므로, 설비제어기와 System Controller간의 Interface의 주요 내용은 통합운전제어에 필요한 가상설비의 상태정보, 작업지시와 유사하게 구성되어져 있다. 여기서는 본 논문에서 구현하는 교육용 FMS Kit는 통합제어하기 위한 필수적인 정보만을 간략히 나타내었다. 본 논문에서는 교육용FMS Kit의 각 설비제어기를 PLC로 제작하였기에 System Controller와 간의 Interface를 PLC Address Map을 통해 구현하였다.

4.2 Network

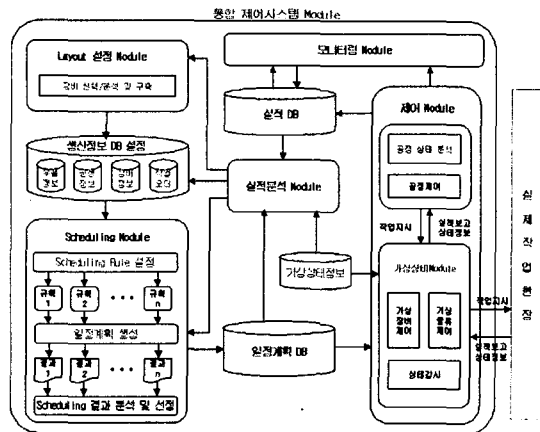
[그림 5]와 같이 System Controller와 설비제어 장치간의 통신은 PLC에서 일반적으로 지원하는 RS-232C를 사용하였다. 그리고, System Controller의 Serial Port의 수는 Intelligent Multi Port를 사용하여 사용port수를 8~16 port로 확장하였다.



[그림 5] 시스템 컨트롤러와의 인터페이스

4.3 운영S/W의 역할 및 구성

FMS 운영S/W인 System Controller는 FMS를 구성하는 물류, 공정, 저장 설비들을 Network를 통해 통합 운영 및 제어하는 역할을 담당하고 있다. System Controller가 어떻게 구성되어 있는가에 따라 FMS의 유연성, 안정성, 신뢰성이 많은 영향을 받게 되므로 FMS에 있어서는 절대적으로 중요한 위치를 차지하고 있다. 본 논문에서 구현한 System Controller에서는 [그림 6]과 같이 크게 Layout Module, Scheduling Module, 제어 Module, 모니터링 Module, 실적분석 Module로 나뉘지고, 데이터베이스는 생산정보DB, 가공계획 DB, 상태정보DB, 실적 DB로 구성되어져 있다.



[그림 6] 시스템 컨트롤러 구성

1) Layout 모델링 Module

FMS Kit System Controller에서는 사용자가 Layout을 설계/구성할 수 있도록 Layout 설정 Module을 추가 하였다. 이 모듈에서는 FMS를

구성하는 각종 설비들을 사용자가 쉽게 설정하고 변경할 수 있도록 하였다. 즉, 기존의 자동생산시스템 Kit에서는 공급업체에서 제공하는 초기형태를 사용자가 쉽게 변경할 수 없었던 제약을 극복하고자 하였다.

2) 생산정보DB

사용자가 작성한 Layout에 적합한 가공품의 공정정보(가공프로그램, 부품정보, 공정설계 등), 생산주문(일정, 수량, 우선순위 등)을 설정/관리하는 Database이다.

3) Scheduling Module

작성된 생산정보DB를 근거로 하여 동적일정계획(Dynamic Scheduling)에 관한 일반적인 접근 방법인 우선순위규칙이라고 불리는 할당규칙(Dispatching Rule)을 사용하고 있다.[8]

4) 일정계획 DB

Scheduling Module에서 적합한 Scheduling Rule에 의해 생성된 일정계획을 저장 관리하는 Database이다. 이 일정계획 DB를 기준으로 전체 시스템의 작업자 또는 장비에게 작업을 할당하게 된다.

5) 제어 Module

FMS 운영S/W에서 핵심적인 역할을 담당하는 부분으로써 작성된 가공일정계획과 작업현장간의 발생되는 차이를 유연성 있게 대처하고 제어하는 모듈이다. 이번 FMS Kit를 구현한 System Controller에서는 가상과 실제현장을 동일한 가상장비 Module에서 제어하므로, 실제장비 제어 뿐만 아니라 가상장비 제어를 통한 통합시스템의 제어 및 시뮬레이션을 가능하게 하였다.

6) 모니터링 Module

제어 Module에서 진행되는 시스템상황 및 운전실적을 모니터링하는 Module이다.

7) 실적 DB

제어 Module에서 실행된 공정의 상황 및 결과를 Database로 저장한다.

8) 실적분석 Module

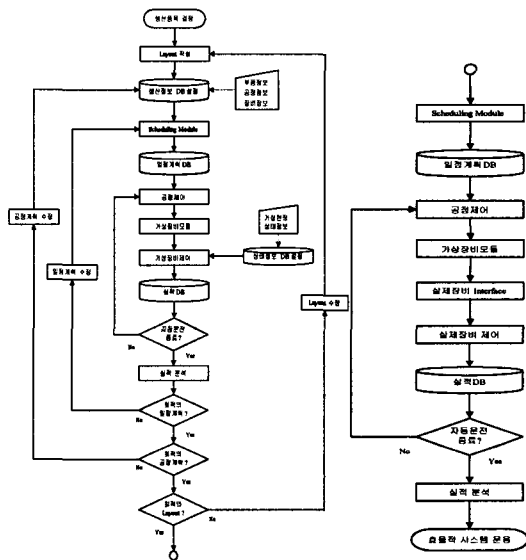
작성된 실적 DB를 근거로 Chart, Graph, Spread Sheet와 같은 형태로 실적을 제공하여 사용자가 관리 및 분석을 도와주는 Module이다.

9) 상태정보 DB

상태정보 DB는 가상현장의 상태정보(고장율,

고장복구시간, 불량율, 물류속도, Loading/Unloading시간 등)를 입력, 저장하여 시뮬레이션을 실행할 때 사용하게 된다. 이는 각 가상장비 및 설비를 제어할 때 입력된 상태정보를 바탕으로 실제와 유사한 동작을 하도록 도와준다.

위에서 살펴본 각 모듈들이 통합되어 [그림 7]과 같이 가장 적합한 FMS 구성설계(설비규격, 배치도 등 결정)단계와 구축된 FMS의 효율적 운영단계로 나누어져 사용되게 된다.

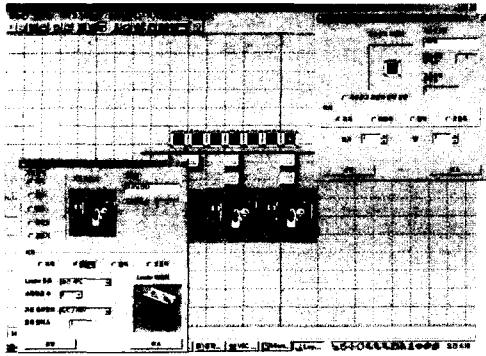


[그림 7] 시스템컨트롤러 활용단계

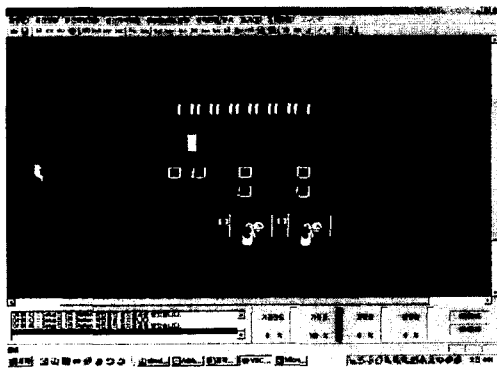
이와 같이 FMS에 대한 설계와 운영단계를 모두 통합한 시스템 컨트롤러를 개발함으로써 다양한 상황에 대한 시뮬레이션과 제어를 통한 교육용 FMS의 활용성을 높여 교육효과를 증대 시키고, 다양한 자동생산시스템의 통합제어 방안중의 하나로 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

4.4 시스템 컨트롤러 구축사례

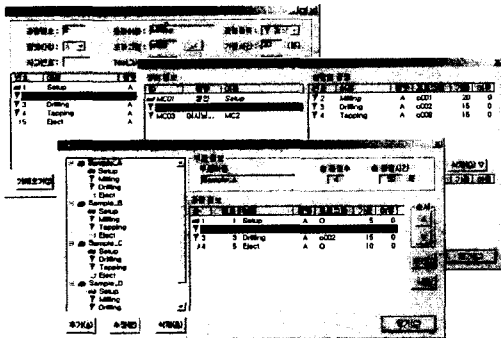
본 연구를 통하여 구축된 시스템 컨트롤러를 이용하여 설계단계에서의 FMS Layout 모델러는 [그림 8]과 같으며, 실제 FMS에 대한 모니터링 화면은 [그림 9]와 같으며, 생산정보 DB관리시스템 화면은 [그림 10]과 같다. FMS의 가동실적을 보여주는 출력화면은 [그림 11]과 같다.



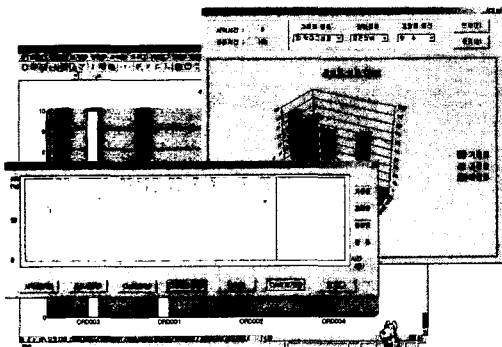
[그림 8] Layout 모델러 화면



[그림 9] 모니터링 화면



[그림 10] 생산정보DB 관리 화면



[그림 11] FMS 가공결과 출력 화면

5. 결론

FMS는 다품종 소량생산에 적합한 자동생산 시스템의 형태이기에 계속적으로 보급되고, 발전할 것으로 기대된다. 따라서 본 논문에서는 현재 교육용 FMS의 문제점을 검토함으로써 보다 효과적인 교육용 FMS 교육을 위한 FMS Kit와 System Controller 구현을 통해 향후 교육용 FMS가 나아갈 방향의 일부를 제시하고자 하였다. 앞으로도 FMS 뿐만 아니라 자동생산시스템 전반에 관한 사회에서 요구하는 인력에 대한 조사와 더불어 적절한 교육프로그램이 계속적으로 연구 개발되어야 할 것이다.

참고문헌.

- [1] 박정현, 송춘경, Virtual System Controller 기반의 자동생산시스템의 제어 및 운영, 2001.
- [2] Hill, T, Manufacturing Strategy, 1994.
- [3] Gershwin, S.B., Manufacturing System Engineering, 1994.
- [4] Hoop, W.J. and Spearman, M.L., Factory Physics, Foundations of Manufacturing Management, 1996.
- [5] Hopkins, J.M., King, R.E. and Culbreth, C.T., Computer control of flexible manufacturing systems, An object-oriented control architecture for flexible manufacturing cells. pp.427-466, 1994.
- [6] Chang, Ai-Mei, Computer control of flexible manufacturing systems. An integrated planning and control system for scheduling in flexible manufacturing systems. pp.142-168, 1994.
- [7] 노인규, 조철형, 유연생산시스템에서의 실시간 혼합 일정계획 알고리즘, 대한산업공학회 논문집, Vol.25, No.3, pp.369-381, 1998.
- [8] Blackstone, J.H., Phillips, D.T. and Hogg, G.L.A, The state-of-art survey of dispatching rules for manufacturing job shop operations. International Journal of Production Research, Vol.20, pp.27-45, 1982.