

## FMS의 가상 시스템 컨트롤러 개발 Development of Virtual System Controller for FMSs

구와바라\*, 성장민\*, 송춘경\*\*, 박정현\*\*\*

\*통일중공업 시스템개발팀, \*\* E.S.E., \*\*\*선문대학교 기계및제어공학부

### Abstract

제품의 설계, 생산, 운영/제어과정에서의 신속화, 고효율화, 저비용 등을 실현하기 위한 방법으로 가상생산이 일반화되고 있다. 즉, 생산활동의 전 분야에 걸쳐서 인간의 의사결정을 신속하고 정확하게 할 수 있도록 지원하는 환경인 것이다. FMS 분야에서도 FMS 설계, 제어 및 운영단계에서 이와 같은 가상생산 개념이 적용될 수 있다. 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 FMS 설계분석은 이러한 대표적인 예이다. 본 연구에서는 FMS 운영단계에서 FMS 운영자에 의하여 사용되는 FMS 시스템 컨트롤러에 대하여 가상생산 개념을 적용하여 실제의 FMS 없이 FMS 운전과 스케줄링을 모의로 실행할 수 있는 FMS 가상 시스템 컨트롤러를 개발한 내용과 이의 활용에 대하여 간략하게 소개하고자 한다.

### 1. 서론

절삭가공작업의 자동화를 위하여 개발된 FMS(Flexible Manufacturing System)는 작업의 효율화 및 무인가공시간의 증대를 통한 높은 생산성과 고 정밀도를 얻고자 하는 자동생산시스템이다. FMS 적용분야는 생산제품의 다양화 추세에 따라 제품변경 등 생산주변환경의 변화에 즉시 대응할 수 있는 생산시스템이 요구되는 분야로 확대되고 있다. 즉, 전통적인 절삭가공분야 뿐만 아니라 프레스가공라인 등 비절삭가공라인에도 널리 적용되고 있다.

외국의 선진국에서는 1960년 후반부터 도입되기 시작하여 1970년대, 1980년대에 많은 시스템들이 도입되어 운영되기 시작하였다. 국내에서는 1980년대 초반부터 통일중공업(주) 및 대우중공업(주) 등과 같은 NC 공작기계메이커에서 FMS를 자체 공장내에 설치하기 시작한 이후로 일년에 수천개 이상의 절삭가공이 요구되는 부품들을 대상으로 국내 기업에 도입되고 있다. 또한 공교, 기능대학을 중심으로 하여 각종 교육용 FMS 수십세트가 도입되어 있는 상황이다.

1992년부터 정부의 선도기술개발사업과제(일명 G7 과제)의 1 단계사업으로서 통일중공업(주) 주도로 FMS 국산화 개발이 성공리에 완료되었다. FMS의 핵심설비인 머시닝센터, 스택커 크레인 및 각종 자동화설비가 개발되었으며, 이들을 하나의 통합된 시스템으로서 동기화하여 동작될 수 있도록 하는 소프트웨어로서 FMS 컨트롤러인 FMS 시스템 컨트롤러 및 셀 컨트롤러가 개발되었다.

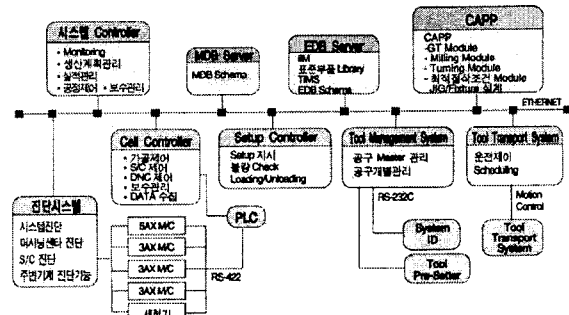
현재 국내의 많은 기업 및 교육기관에서 FMS에 대하여 실질적인 이해가 부족하다고 느끼고 있다. 이는 FMS가 아직 널리 보급되지 못한 이유이기도 하며, 보급 및 활성화를 가로막은 장애요인이기도 하다.

실질적으로 소형의 FMS라도 할 지라도 매우 높은 시스템 가격과 새로운 생산시스템의 운영에

대한 부담감에 의한 도입의 어려움이 쉽게 해결되지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 FMS의 이해뿐만 아니라, FMS 운영교육을 보다 쉽게 하기 위한 FMS의 가상시스템컨트롤러를 개발함으로써 컴퓨터와 소프트웨어만으로 FMS 운전과 운영실습을 수행할 수 있도록 하였다. 또한 실제 운영되고 있는 FMS의 동작모습을 3차원 애니메이션으로 재현할 수 있는 Virtual Factory Animator를 G7 과제에서 한국과학기술원, 생산기술연구원과 공동 개발함으로써 보다 현실감을 느낄 수 있도록 하였다.

### 2. FMS 컨트롤러 구성

1 단계 G7 과제를 통하여 통일중공업(주)에서 개발한 산업용 FMS[1]는 다음의 [그림 1]에서 보는 바와 같이 NC 공작기계, 스택커 크레인, setup 스테이션, Tool Transport System 등 다양한 공정처리 및 물류처리설비로 구성되어 있다. 또한 시스템 컨트롤러, 셀 컨트롤러, setup 컨트롤러 등 여러 종류의 컨트롤러 소프트웨어로 구성되어 있다.

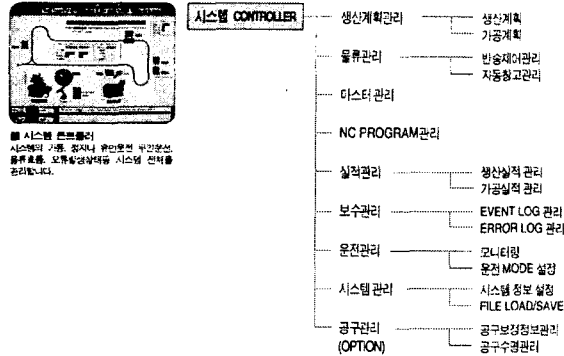


[그림 1] 산업용 FMS 구성

[그림 1]에서 보는 시스템 컨트롤러는 FMS에 투입되는 작업물 정보 및 작업량 등의 정보를 입력받아 FMS에서 가공될 작업물 및 설비의 스케줄을 생

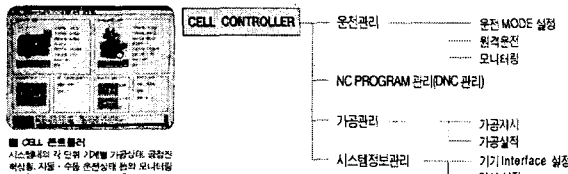
성하고, 이를 실제로 수행될 수 있도록 셀 컨트롤러에 해당 명령을 생성하여 전달하게 된다.

[그림 2]는 FMS의 시스템 컨트롤러에서 수행되는 각종 기능과 대표적인 화면의 예를 보여주고 있다.



[그림 2] FMS 시스템 컨트롤러의 화면 및 기능

다음의 [그림 3]은 시스템 컨트롤러로부터 지시된 구체적인 명령을 수행하는 셀 컨트롤러의 기능과 대표적인 화면을 보여주고 있다.



[그림 3] FMS 셀 컨트롤러의 화면 및 기능

본 연구에서는 [그림 2]와 같은 FMS 시스템 컨트롤러를 대상으로 하여 가상으로 정의되는 임의의 FMS에 기반을 두고 운영이 가능하도록 하는 가상 시스템 컨트롤러를 개발하여 활용함으로써 실제 FMS 없이도 FMS의 운전 및 운영을 실행할 수 있도록 하고 있다. 가상 시스템 컨트롤러에 의한 FMS 동작시, 셀 컨트롤러에 의하여 실제로 동작되고 있는 FMS의 동작과정을 컴퓨터 애니메이션과 운영정보를 컴퓨터 화면에 출력함으로써 보다 쉽게 FMS를 이해하고, 운영할 수 있는 교육을 실시할 수 있게 되었다.

### 3. 가상제조시스템에서의 가상 시스템 컨트롤러의 이해

#### 3.1 가상제조 개요

가상제조(VM; Virtual Manufacturing)는 '설계에서 가공, 조립에 이르는 제조과정에 있어서 인간의 의사결정 및 통제 수준을 향상시키기 위하여 컴퓨터상에서 디지털 모델을 기반으로 제공되는 통합화된 시뮬레이션 환경' 또는 '가상현실(Virtual Reality) 기술을 제조시스템에 응용한 것으로 제품설계, 공정계획, 생산활동 제어 및 통제 등 제조활동의 모든 단계에 관련된 인간의 의사결정 및 제어/통제 활동을 최적화하고 강화시키기 위해 실제의 제조시스

템 모델을 컴퓨터에 구현한 시뮬레이션 통합 통합 환경'으로 정의할 수 있다.[2]

가상제조이라는 환경을 기반으로 초기 제품 설계단계에서 제품 생산활동의 제반 문제를 시뮬레이션함으로써 생산의 기술적 가능성 및 비용 측면에서 제품의 설계, 공정계획 및 운영계획을 검토하고 최적화 함으로서 전체 생산시간 및 비용을 최소화하고자 하는 것이다. 그리고 형상 및 공학적 기능이 실제 프로토타입과 같도록 컴퓨터 가상 공간에서 3차원 가상 프로토타입을 통해 제품설계의 타당성 및 가능성을 검증하는 작업을 수행하도록 한다. 또한, 실제 생산 과정에서 동적으로 급변하는 생산환경에 대한 최적의 시스템 운영과 개선작업에도 적용되는 것이다. 이러한 방식은 인터넷, 컴퓨터 컴퓨터 그래픽스 및 각종 정보기술 등의 발전에 따라 전세계에서 동시에 제품개발과 생산분야에서의 공동협력이 실시간으로 가능하게 되었다.

#### 3.2 가상제조시스템의 발전과정

1980년대 초부터 컴퓨터, 컴퓨터 그래픽스, 그래픽 출력장치 등의 발전에 따라 설계 및 생산현장에 적용되기 시작하였다. CAD/CAM 시스템, 생산시스템의 시뮬레이션 소프트웨어, 로봇 프로그래밍 소프트웨어 등을 이용한 컴퓨터에서의 제품설계, 생산공정 시뮬레이션 (예, NC 가공 과정의 공구경로를 그래픽으로 검증), 생산시스템 설계 및 평가 등을 들 수 있다. 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 기술 발전에 따라 3차원 솔리드 모델기반의 다양한 소프트웨어가 개발되면서 적용범위가 보다 넓게 확대되면서, 제품설계 단계에서의 부품설계, 조립 검증, 해석 뿐만 아니라 생산공정 및 생산시스템 스케줄링에 이르기까지 전과정에 적용되기 시작한 것이다. 1990년대부터는 개발되는 제품에 대한 가상 프로토타이핑, 제품의 해석, 로봇의 태스크 프로그래밍, 이 제품이 생산될 생산시스템에 대한 가상공장 및 가상공장 운영을 위한 스케줄링 등을 컴퓨터에서 통합적으로 운영하는 가상제조의 단계에까지 이르게 된 것이다. 따라서 가상제조시스템의 적용은 초기의 부품설계, 생산공정설계, 공정계획 등 단위작업 위주에서 점차적으로 2개 이상의 단위작업이 통합된 형태(예, 공작기계 등과 같이 제품단위의 적용)로 발전하게 된 것이다. 최근에는 제품설계에서부터 생산시스템의 스케줄링과 같이 관리 기능이 포함되는 단계로 발전하고 있다.

#### 3.3 가상제조시스템에서의 가상 시스템 컨트롤러

가상제조시스템은 가상현실 기술을 생산시스템에 응용한 것으로서 제품설계, 공정계획, 생산시스템의 운영 단계에서 각 활동에 관련된 의사결정 및 제어활동을 최적화하기 위해 컴퓨터상에서 구현한 시뮬레이션 통합환경을 의미하고 있다.

본 연구에서 개발한 FMS의 가상 시스템 컨트롤러는 FMS의 운영 및 스케줄링을 위한 가상제조로 적용되게 된다. 이는 산업용 FMS 뿐만 아니라 교육 FMS에 적용되어 FMS 관련 실습 및 운영을 위한 교육에 효과적으로 적용될 것으로 예상된다.

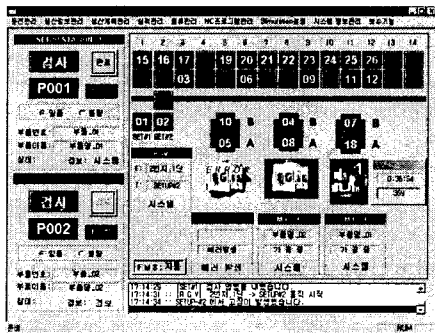
국내외에서 아직 FMS 운영 및 스케줄링을 위한 가상 시스템 컨트롤러가 개발되어 소개되고 있지 않으며, 통일중공업(주)이 G7 과제 수행을 통하여 처

음로 개발한 소프트웨어이다.  
4. 가상 시스템 컨트롤러와  
가상 공장 애니메이터

4.1 가상 시스템 컨트롤러

생산현장에서 새로운 생산시스템을 설치하는 데는 많은 의사결정 단계를 거치고 난 후에야 비로소 그 결과를 얻을 수 있다. 특히, 의사결정 과정에서 가장 힘든 부분은 과연 새로운 생산시스템을 도입하고자 할 때 “어느 정도의 Capacity 를 가진 시스템을 설치를 해야 하는 것인가”가 가장 중요한 포인트이다. 이에겐 가공장비 대수, 물류장비의 능력, 보관장치의 능력 등 이루 헤아릴 수 없이 그 제약 조건들이 많다. 이러한 많은 문제점과 병행하여 또 다른 문제점은 새로운 시스템을 설치하였을 경우 생산시스템의 운용에 있어서 무리가 없어야 한다. 이는 충분한 운영학습 및 시행착오 등을 통해서만 그 해결방법에 접근 할 수가 있는 것이다. 또한, 결정된 생산시스템의 구성, 성능, 비용, 운영 등 여러 분야에서의 적절한 선택인지를 검증하기엔 많은 어려움이 따르게 된다. 기존의 시판되는 범용시물레이션 프로그램으로선 설치된 시스템의 형상 및 단위운전 시물레이션에는 화려한 3D 기법으로 우수한 성능을 발휘하나, 실제 응용부분에서는 생산시스템의 작성 및 작성된 생산시스템에 생산계획, 스케줄링, 공정제어 등 적합한 모듈을 개발/탑재 후 시물레이션 하기엔 기술적 문제를 비롯한 많은 시간과 노력이 소요되는 현실이다. 또한 생산시스템의 구성 결정후 실제 시스템에 적용시에는 이에 맞는 운영 및 제어 S/W 를 새로이 개발하여야 하는 부담을 가지게 된다.

이러한 문제점을 해결하는 대안으로 [그림 4]와 같은 가상 시스템 컨트롤러(VSC; Virtual System Controller)가 만들어 졌다.

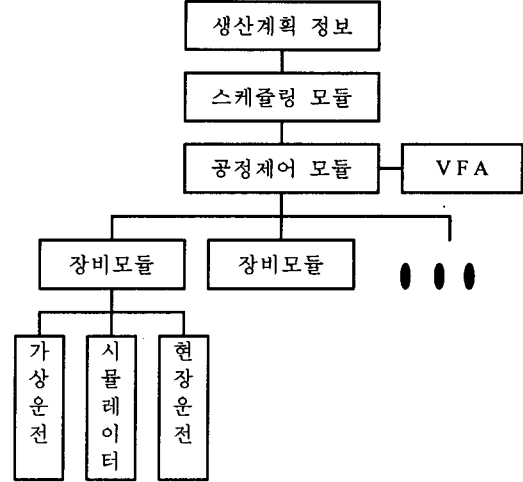


[그림 4] 가상 시스템 시물레이터 화면

VSC 는 [그림 5]에서 보는 바와 같이 자체적으로 생산계획/스케줄링/공정제어 모듈을 가지고 있어 사용자는 생산시스템의 Layout 작성만으로 쉽게 가상생산시스템을 운용/제어 할 수 있다. 뿐만 아니라, 실제 운영/제어의 기술을 기반으로 제작되어 시물레이션에서 설정된 시스템구성을 실제 적용하는데 어려움이 없다는 강점을 가지고 있다.

Virtual System Controller 의 특징으로는 사용자가 쉽게 다양한 생산시스템을 구성하고 있다는 것이다. 즉, 사용가능 장비 및 대수로 MC(8), Lathe(8), Vision(8), Assembly(8), Wash(8), Setup(8), ASRS(4), AGV(4)이며, 각 장비별

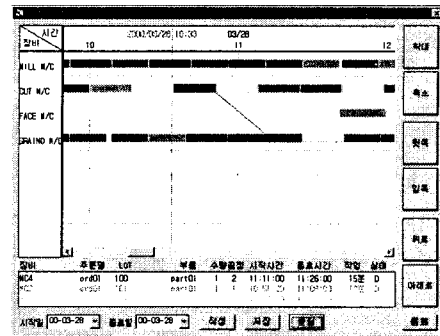
Station(1~3), ASRS Rack(1~200)이다.



[그림 5] 가상 시스템 컨트롤러 구조

각 장비별로 고장율, 고장복구시간, 단위동작 소요시간,가공신뢰도 등을 입력하여 실제 가공과 유사한 상황을 연출할 수 있다.

또한 유연한 스케줄링 기능[그림 6]을 통하여 사용자가 입력한 생산계획정보를 바탕으로 효율적인 스케줄링 작성할 수 있으며, 작성된 스케줄링 정보를 사용자가 직접 수정가능하다.



[그림 6] 스케줄링에 의한 Gantt Chart

강력한 공정제어기능을 갖추고 있어 사용자가 입력한 시스템의 환경을 바탕으로 발생하는 여러가지 상황에 효과적인 공정제어를 할 수 있다. 아울러 가공실적의 분석이 용이하도록 EXCEL/TXT File 출력형태로 결과를 출력하고 있다.

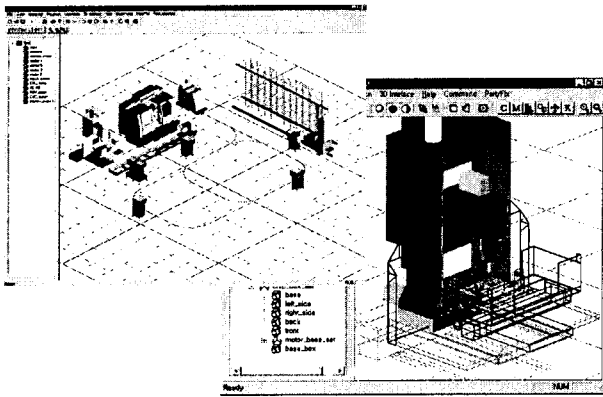
이와 같은 VSC 를 이용함으로써, FMS 설치비용의 최소화, 투자효과의 최대화, 다양하면서 현실감 있는 교육효과, 현장의 위험부담을 최소화, 사용자 GUI 환경을 통한 손쉬운 설계변경, 일반적 분석도구와의 간단한 Interface, 가공계획의 그래픽화 등의 기대효과를 얻을 수 있다.

특히, VSC 는 생산업체 뿐만 아니라 단독장비 혹은 FMS 를 설치한 교육기관이나 여러 장비를 가지고 있는 업체에서 사용자 교육을 위해서도 많은 효과를 볼 수 있을 것이다.

4.2 가상공장 애니메이터

생산시스템의 설계 시에 설계자는 가장 최적의

Layout 을 결정하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 검토중인 생산시스템의 구현 모습을 가상의 공간하에서 미리 확인하고, 이의 동작과정을 재현해 봄으로써 설계시의 오류를 사전에 방지할 수 있는 것이다. 이와 같이 설계중인 FMS 의 Layout 을 컴퓨터상에 3 차원 모델로 구현하고, 이의 동작과정을 애니메이션으로 구현한 가상공장 애니메이션 개발을 한국과학기술원 및 생산기술연구원과 공동으로 수행하였다.[그림 7]



[그림 7] 가상공장 애니메이션에 의한 화면

### 5. 가상 시스템 컨트롤러 및 가상공장 애니메이션의 활용방안

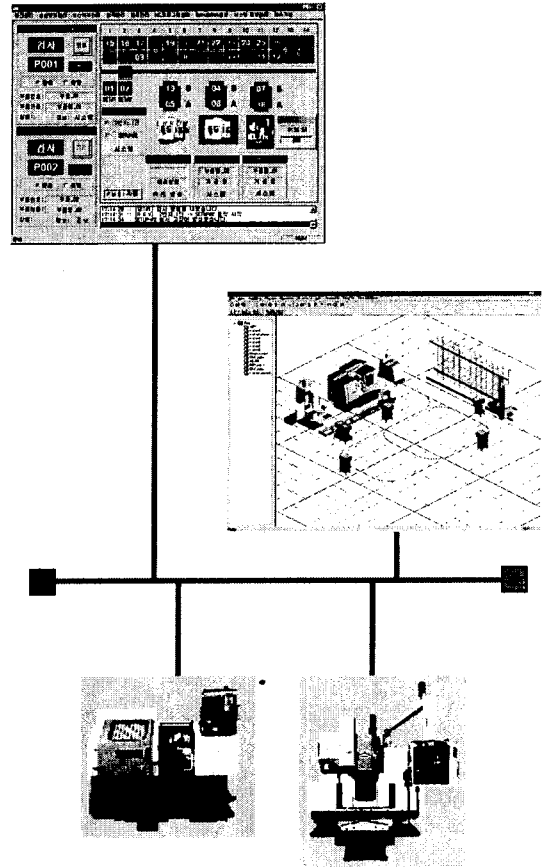
앞에서 소개한 FMS 의 가상 시스템 컨트롤러와 가상공장 애니메이션은 각각 단독의 소프트웨어로도 운영이 가능하지만 인터페이스 모듈을 이용하여 더욱 효과적으로 사용할 수 있다.

[그림 8]과 같이 가상 시스템 컨트롤러에서 제어하는 내용을 가상공장 애니메이션에 의한 실제 3D 모델로 애니메이션 하므로 사용자 하여금 좀더 확실한 동작과정과 시스템 상태정보를 얻을 수 있도록 한다. 또한, 가상 시스템 컨트롤러는 실제의 가공장비(어느 회사의 제품과도 연결 가능)와 간단한 인터페이스 모듈의 추가로 연결이 가능함으로 교육효과 뿐만 아니라 실제 제어기로서도 사용이 가능한 전천후 소프트웨어이다.

### 6. 결론

실제 생산 과정에서 동적으로 급변하는 생산환경에 대한 최적의 시스템 운영과 개선작업의 적용은 생산환경이 인터넷, 컴퓨터, 컴퓨터 그래픽스 및 각종 정보기술 등의 발전에 따라 글로벌 생산체제로 변화되고 있어, 주변 환경변화에 보다 빠르게 대응하여 적용할 수 있는 새로운 형태의 생산패러다임이 요구되고 있다. 따라서 실제 생산이 이루어지기 이전에 개발되고 있는 제품 또는 생산시스템에 대한 설계, 검증/시험, 시스템 운영 등을 컴퓨터 상에서 모의 실험(Simulation)을 수행할 수 있는 환경인 가상제조가 일반화 되고 있는 추세이다. 사용자의 의사결정을 지원하는 시스템으로서의 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 시대적 환경에 맞추어 본 연구에서 개발된 가상 시스템 컨트롤러와 가상공장 애니메이션은 직업훈련원, 기계공고, 기능대학 및 각 대학교 등의 교육기관 뿐만 아니라 자

동화장비를 요구하는 제조업체, 기타 연구기관 등에서 매우 유용한 도구로서 활용될 것으로 기대한다.



[그림 8] 가상 시스템 컨트롤러 및 가상공장 애니메이션의 활용방안

### [참고문헌]

1. 통일중공업(주), 통일중공업 FMS MASFLEX, 1997.
2. 박정현, 가상제조(1), 월간기계기술, Vol.27, No.1, pp.80-90, 2000.
3. 한국과학기술원, Virtual Factory Simulator Manual, 1999.