

# 웹기반에서의 실제 FMS와 가상 FMS의 통합 및 제어 Integration and Control of A Physical FMS and A Virtual FMS in Web Environment

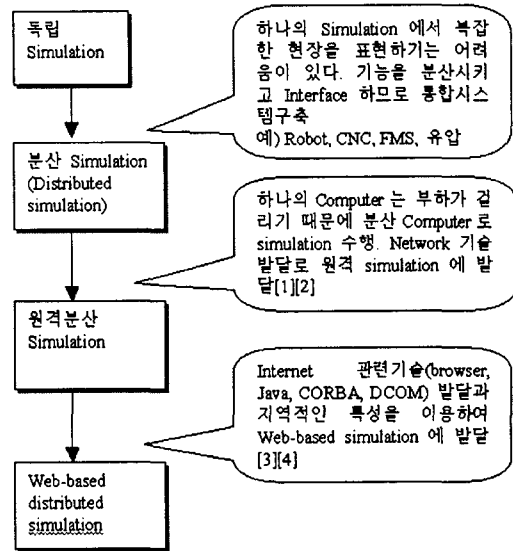
박정현\*, 구와바라\*\*

\* 선문대학교 기계및제어공학부

\*\* 선문대학교 산업기술대학원 생산시스템공학과

## ABSTRACT

민첩생산의 필요성이 날로 증가하고 있는 생산환경하에서 대표적인 자동생산시스템인 FMS의 효율적인 운영과 동시에 원격지에서의 FMS 모니터링 및 제어는 필수화되고 있다. 최근에 시뮬레이션을 기반으로 하는 가상생산의 개념이 일반화되고 이를 지원하는 다양한 정보기술의 발전에 따라 FMS에도 적용되고 있다. 본 논문에서는 웹환경하에서 실제 FMS와 이에 대응되는 가상 FMS를 통합함으로써 원격지에서의 효율적 운영을 지원하는 모니터링 및 제어시스템 구축방법을 소개하고자 한다. 또한 키트형 FMS와 이에 대한 가상 FMS 모델을 대상으로 적용한 결과를 소개하도록 한다.



[그림 1] 시뮬레이션 발전단계

## 1. 서론

최근 정보기술의 급격한 발전에 따라 가상생산분야도 큰 발전을 해왔다. 컴퓨터 시뮬레이션도 [그림 1]과 같이 단독 시뮬레이션 수준에서 웹기반의 분산시뮬레이션 수준으로 발전하고 있다.

대표적인 자동생산시스템인 FMS(Flexible Manufacturing System)에도 이러한 시뮬레이션 기반의 가상생산이 적용되고 있다. 이산사건용 범용 시뮬레이션 소프트웨어인 AutoMod, Arena, QUEST, AIM 등을 사용해서 가상 FMS를 구축할 수도 있으나, 최근에는 실제 FMS의 시스템 컨트롤러의 개념과 기능을 부가한 특화된

시뮬레이터인 Virtual Masflex(VSC)와 같은 시스템도 소개되고 있다.[5]

최적의 FMS의 설계 및 운영을 위하여 Simulation 적용은 필수적이다. FMS 구축에 있어서는 공정설비 규격결정 및 배치, 자동물류설비의 선정 및 배치 등 FMS Layout 구성은 FMS의 성능과 효율성에 큰 영향을 미치게 된다. 또한 FMS 운용시 공정계획, Schedule, Pallet 및 치공구, 공정제어 정보에 따라 FMS의 효율성은 큰 영향을 받게 된다. 따라서 실제 FMS의 설계 및 운용시, 실제 FMS에 대응되는 가상 FMS를 활용한다면 큰 효과를 얻을 수 있다.

FMS에 할당된 작업오더에 의한 공정설비별 작업일정계획(Schedule)이 작성되며, 이를 실행에

옮기기 위한 시스템제어가 이루어지게 된다. 만일 Simulation에서 주어진 작업오더에 대하여 보다 효율적인 FMS 운영을 가능하도록 하는 검증된 결과(생산정보, Schedule 등)를 얻고, 이를 기반으로 FMS 제어가 이루어진다면 FMS의 성능은 최대화될 수 있다.

그러므로 실제의 FMS를 운용함에 있어, 가상 FMS를 이용하여 매일 또는 필요시 주어진 생산 환경하에서 최적의 운영이 가능한 스케줄 및 제어방법을 결정하고, 이를 실제 FMS에 적용하는 접근 방법이 매우 바람직하다고 할 수 있다. 또한 FMS의 모니터링을 현장감을 최대로 살리면서 신속하게 FMS 운영상황을 판단할 수 있도록 하는 모니터링 분야에도 가상 FMS는 매우 유용하게 적용된다.

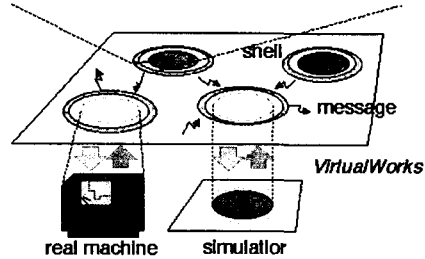
FMS 운영자로 하여금 실제 FMS가 설치된 현장 뿐만 아니라 원격지에서의 FMS 가동상황 모니터링과 제어를 할 수 있도록 하는 것이 인터넷 시대에서 요구되고 있다.

따라서 본 논문에서는 실제의 FMS를 보다 효율적으로 운용할 수 있도록 하기 위하여 이에 대응되는 가상의 FMS를 통합함에 있어서 원격지에서의 FMS 모니터링 및 제어를 지원하도록 하는 웹환경하에서 실제와 가상의 FMS를 통합하고 이를 제어하는 시스템을 구축하고자 한다.

## 2. 실제 및 가상시스템의 통합연구사례

실제 시스템과 가상의 시스템을 통합하는 관련 연구는 일본 OSAKA 대학교의 VirtualWorks를 들 수 있다. Virtual Works에서는 [그림 2]와 같이 Core와 Shell의 2중 구조를 제안하고 있다.[6] 각 설비에 대하여 Object가 존재하고 Object는 설비의 내부적 처리를 담당하는 Core와 다른 설비와의 Interface를 담당하는 Shell로 구성된다. 여기서 Object를 다른 Process에 이동시키면 쉽게 분산시스템을 구축할 수 있다. 분산화된 Object간의 관계를 유지하기 위해서 모든 Shell은 Simulation을 관리하는 중심적 Process에 존재한다. 따라서 Core Process가 어디에서 실행되고 있는지 몰라도 Message를 보낼 수 있다. 이 방법은 기존Application Software와 실제 설

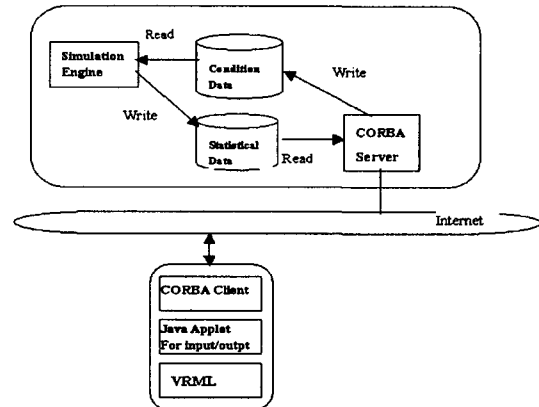
비를 통합하기 위해서는 효과적인 방법이라고 할 수 있다.



[그림 2] VirtualWorks 구조

두번째로 Web-based distributed simulation의 사례로서 일본 IMS Project 사례[7]를 살펴볼 수 있다.

[그림 3]과 같이 웹브라우저에서 인터넷 상의 CORBA를 통하여 Server에 있는 Simulator를 기동하고, 시뮬레이션 결과는 Client의 웹브라우저에 표시하는 개념이다.



[그림 3] 웹기반 분산 시뮬레이션 사례

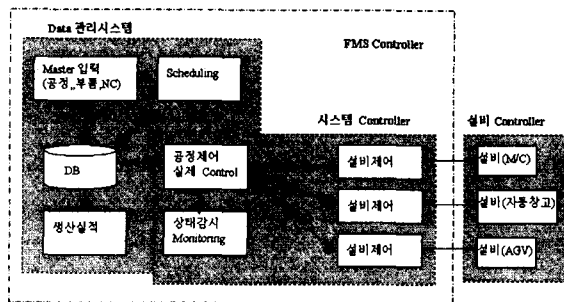
## 3. 실제 FMS와 가상 FMS 관계

OSAKA대학의 VirtualWorks는 시스템을 구성하는 각 설비의 분산화, 실제 및 가상 통합은 효과적이라고 볼 수 있다. 그러나 FMS는 제어 시스템은 생산정보 Data관리, 운전제어, 운전 Monitoring, 실적관리, 상태표시 등의 기능을 갖고 있으므로[8] 실제 FMS와 가상 FMS를 통합하기 위해서는 전체를 하나의 시스템으로 통합하는 전체적인 관점에서 접근할 필요가 있다.

FMS는 구성요소들의 역할에 따라 공정 또는

물류처리를 담당하는 설비부분, 각 설비를 제어하는 제어부분, 작업오더 처리와 관련된 각종 기준정보 및 스케줄, 실적관리 등 제 운영부분으로 구성되고 있다.

따라서 FMS 운용을 위한 제어시스템은 각 설비에 대한 설비 Controller, 시스템 단위의 Controller, Data 관리시스템으로 나누어진다.[그림 4]



[그림 4] FMS Controller 구성

따라서 실제 FMS와 가상 FMS를 통합하기 위해서는 실제 FMS의 제어시스템과 동일한 가상 FMS의 제어시스템이 요구되며, 각 설비의 동작을 모사하는 가상 모델이 요구되게 된다. [그림 5]는 실제의 FMS에 대응되는 가상의 FMS간의 관계를 보여주고 있다.

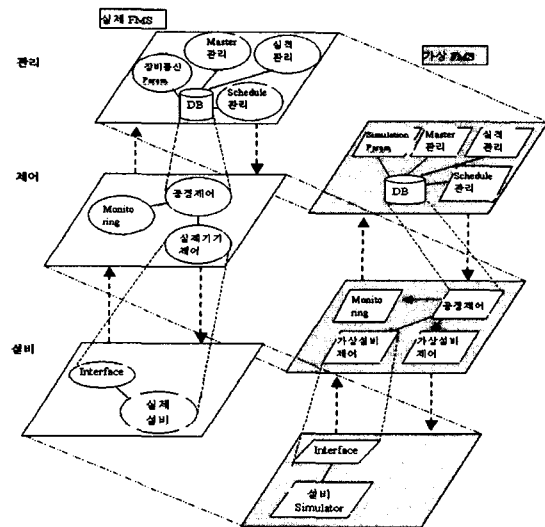
#### 4. 실제 FMS와 가상 FMS의 통합방법

실제 FMS와 가상 FMS를 통합하기 위하여 [그림 5]와 같이 FMS를 3단계의 레벨로 구분하고, 이들간의 관계를 이용하여 통합하는 방법을 생각할 수 있다.

##### 4.1 Level 1 : 설비 Level의 통합

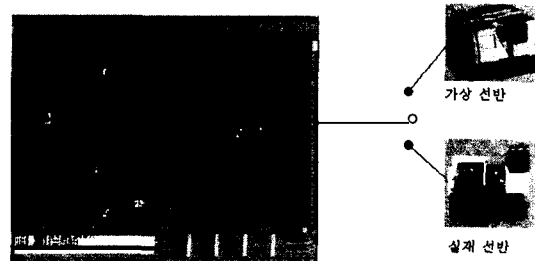
FMS에서 각 설비의 동작은 공정제어(cell controller)에서 결정된 제어정보를 설비별 제어기가 받아서 요구되는 동작을 수행하는 형태로 이루어진다. 최근에 각 단위설비에 대한 동작과정을 가상의 환경에서 재현하는 각종 시뮬레이터들(로봇 시뮬레이터, NC 시뮬레이터 등)이 소개되고 있다. 따라서 이러한 개념의 시뮬레이터와 실제의 설비를 인터페이스하여 통합하는 형태로 Level 1에서 통합할 수 있다. 일반화된 인터페이스

를 위하여 각 설비에 대한 정형화된 가상설비 모델과 정형화된 인터페이스 모델이 요구되며, 이를 기준으로 한 통합이 추진된다.



[그림 5] 실제 FMS와 가상 FMS 관계

[그림 6]은 가상 FMS에서 실제의 각 설비에 대응되는 가상의 설비를 보여주고 있다.



[그림 6] 가상 FMS에서 가상 설비

##### 4.2 Level 2 : 공정제어 Level의 통합

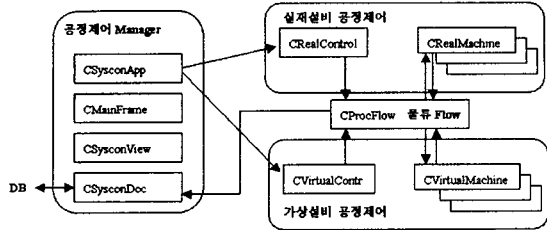
FMS 운용에서 허리역할을 담당하는 Level로서 생산 Schedule에 따라 각 설비의 동작을 제어하는 공정제어 Level이다.

공정제어단계에서 가상시스템과 통합되면, 가상 FMS와 실제 FMS를 같은 공정제어에 의하여 제어할 수 있다.

공정제어단계의 통합방법은 다음과 같다.

공정제어 Manager에서 가상생산인지 실제생산인지 판단하여 각 공정제어 Module에 지시한다. 공정제어에서 물류 Flow는 통합할 수 있지만 설비상태 등 가상과 실제에서 차이가 발생하

는 부분은 각 제어 Module과 인터페이스하고, 물류Flow 내용은 공정 Manager에 통보한다.



[그림 7] 공정제어 Level에서의 통합

### 4.3 Level 3 : 관리시스템의 DB Level 통합

FMS는 생산오더, 공정계획, 부품 Master, 설비 Master, NC Program 등 각종 정보를 이용해서 미리 Scheduling해서 결정된 스케줄에 의한 제어기능을 수행하는 특징이 있다. FMS 운용시 요구되는 각종 Data들은 DB로 관리되므로 실제 FMS에서 요구되는 각종 DB를 가상 FMS의 DB로 통합함으로써 Level 3단계의 통합을 할 수 있다.

이러한 DB가 통합되면 가상 FMS와 실제 FMS는 각 FMS의 DB를 별도로 관리할 필요가 없게 된다.

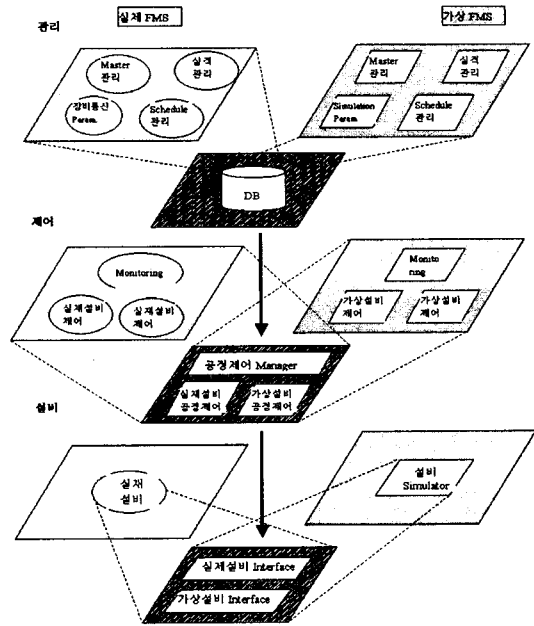
## 5. 웹기반의 실제 FMS와 가상 FMS 통합

### 5.1 실제 FMS와 가상 FMS의 통합 관계

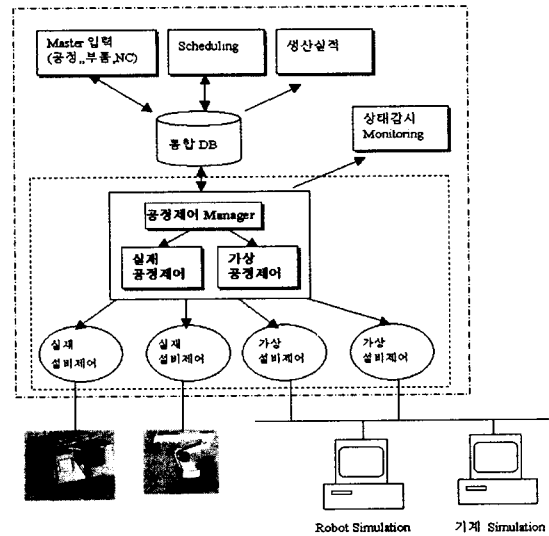
[그림 8]과 같이 실제 FMS와 가상 FMS를 하나의 모델로 통합한 구조를 보여주고 있다. 즉, 실제 각 설비와 가상의 설비를 통합하기 위한 실제와 가상설비의 인터페이스부분, 제어부분을 통합하는 공정제어 Manager와 각 공정제어기, 최상위인 관리시스템 통합을 위한 DB로 이루어진다.

### 5.2 공정제어 Manager 중심의 통합

실제 FMS와 가상 FMS 통합시 허리역할을 담당하는 공정제어 Manager 통합구조는 [그림 9]와 같다. [그림 9]에서 보는 바와 같이 공정제어 Manager는 실제 FMS의 공정제어와 가상 FMS의 공정제어를 모두 통합한 구조로서 필요시에 언제든지 전환하여 해당 FMS를 제어할 수 있는 구조를 갖는다.



[그림 8] 실제 FMS와 가상 FMS 통합

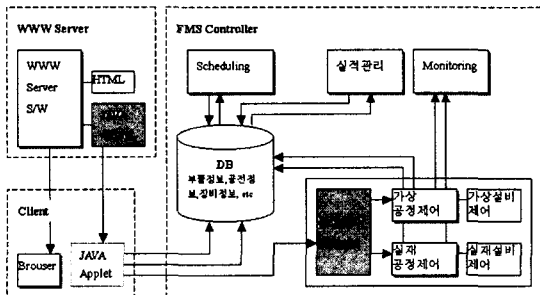


[그림 9] 공정제어 Manager 중심의 통합

따라서 실제 FMS의 운영시에 가상 FMS가 필요한 경우가 발생되면 즉시 현재 실제 FMS의 상태정보를 포함한 DB의 내용을 입력받아 요구되는 상황을 동일하게 즉시 재현하는 가상 FMS를 작동시킬 수 있게 된다. 가상 FMS의 진행과 실제 FMS의 진행을 동기화하는 작업도 매우 쉽게 이루어지게 된다.

### 5.3 웹기반의 실제 FMS와 가상 FMS 통합

[그림 8], [그림 9]에서 보는 실제 FMS와 가상 FMS의 통합방법을 웹기반으로 확장하면, [그림 10]과 같이 웹환경하에서의 실제 FMS와 가상 FMS의 통합시스템은 FMS Controller, 웹환경으로 접속하는 원격지에서의 Client, WWW Server로 구성된다.

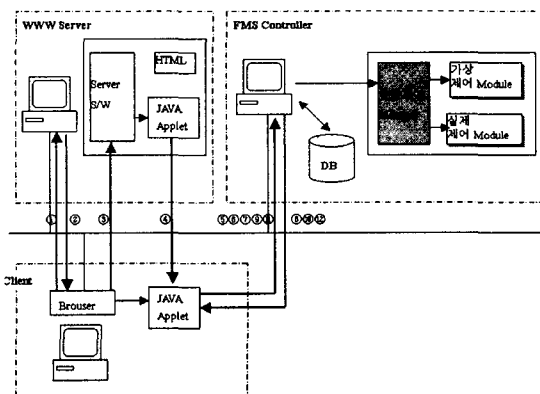


[그림 10] 웹기반의 실제 FMS와 가상 FMS 통합

Client는 웹 브라우저를 통하여 실제 FMS의 모니터링, 원격제어 및 특정 상황에 대한 Simulation을 수행하기 위하여 Client와 Server를 연결하는 Module(JAVA Applet)을 이용하여 실제 FMS Controller에 접근하게 된다.[9]

Client와 FMS Controller간의 정보 Flow는 대부분 통합된 DB를 통하여 이루어지게 된다. 통합된 시스템의 각 모듈간의 정보 Flow는 [그림 11]과 같다.

[그림 11]에서 보는 바와 같이 대표적인 정보 Flow는 모두 12개로써 다음과 같다.



[그림 11] 웹환경하에서의 정보 Flow

- ① URL 지정하여 원격제어용 HTML File 송

신요구

- ② 원격제어용 HTML File 수신 및 표시
- ③ 원격제어용 JAVA Applet 송신요구
- ④ 원격제어용 JAVA Applet 수신 및 실행
- ⑤ Simulation 및 제어에 필요한 Master Data를 등록
- ⑥ 생산계획을 작성하고 DB에 등록
- ⑦ Scheduling 지시 등록된 생산계획을 이용한 가공계획 작성
- ⑧ Scheduling 결과 및 가공계획 확인
- ⑨ Simulation 개시 지시
- ⑩ Simulation 결과(가동율, 납기 등) 표시
- ⑪ 실제 FMS의 생산지시
- ⑫ 생산결과(생산실적, 가공실적 등) 표시

### 6. 웹환경에서의 통합시스템 구축사례

5장에서 설명된 바와 같이 구축된 웹기반에서 실제 FMS와 가상 FMS의 통합시스템은 [그림 12]와 같다.

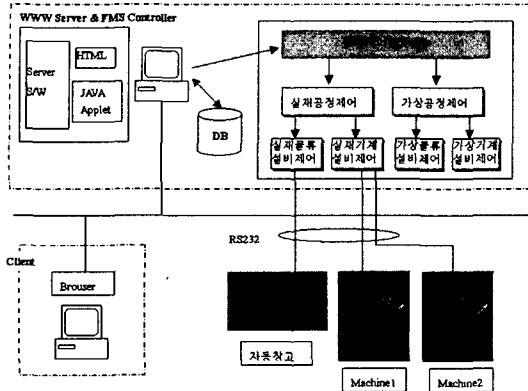
실제 FMS는 소형의 FMS를 키트화하여 적용하였으며, 가상 FMS는 이를 기반으로 개발되었다. 즉, [그림 11]에서 통합시스템을 구성하는 WWW Server 및 FMS Controller는 한 대의 컴퓨터에 적용하며, Client는 웹 브라우저로서 Javar 기능을 포함한 MS Explorer를 사용하고 있다. 실제 FMS의 구성설비는 머시닝센터 키트 2대와 자동창고 키트 1대로 이루어져 있다.

구현된 주화면은 [그림 13]과 같다. DB에 각종 Master 등록을 위하여 부품 Master, 실제 또는 가상 FMS의 가동결과 등의 화면은 [그림 14]와 같다.

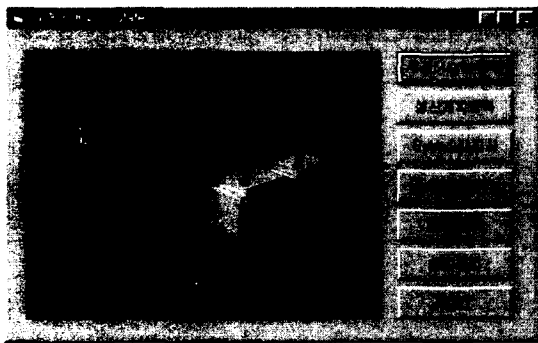
### 7. 결론

효율적인 FMS의 설계 및 운용을 위하여 시뮬레이션 기반의 가상 FMS를 활용하는 것은 매우 바람직하다. 본 논문에서는 실제의 FMS와 가상의 FMS를 웹환경하에서 통합하기 위하여 설비, 공정제어, 관리시스템 3단계로 시스템을 구분하고, 이를 각각 대응되는 시스템과 이를 모두 하나의 시스템으로 통합하는 방법과 이의 구축사례를 소개하고 있다.

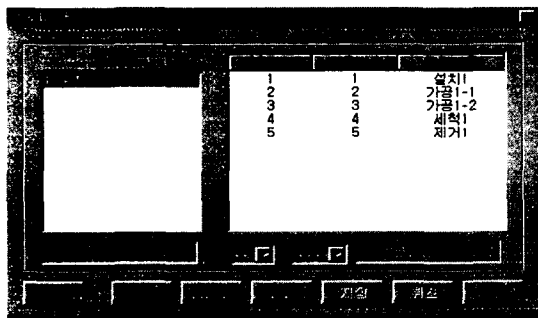
추가적으로 추진되어야 할 연구로는 인터넷 환경은 기본적으로 모든 이용자에게 개방되어 있어 승인받은 제한된 사람만의 접근을 허용하는 보안문제가 있다. 또한 보다 현실감있는 화면출력을 위한 3D 모델링 및 이의 적용이 요구된다.



[그림 12] 웹환경하에서의 통합시스템 구축



[그림 13] 통합시스템의 주화면



[그림 14] 화면: (a) 부품 Master 입력화면

장비 이름	Load Time	공률speed	고장률	고장복구시	불량률
mc1	5	0	0	0	0
mc2	5	0	0	0	0
mc3	5	0	0	0	0
SC1	0.60 m/min	0	0	0	0

장비 이름	가공시간	작동횟수	고장횟수	불량개수	가공률	고장률	불량률
mc1	40	40	0	0	45	0	0
mc2	70	14	0	0	80	0	0
mc3	85	13	0	0	74	0	0
SC1	53	110	0	0	60	0	0

주문번호	계획발	대가공	가공률	양품개수	불량개수	시작시간	종료시간	불량률
ORD01	20	0	0	0	0	0:00:40	1:27:13	0

[그림 14] 화면: (b) 가공실적 출력화면

- 2) Robert W.Brennan, William O, A Simulation Test-bed to Evaluate Multi-agent Control of Manufacturing Systems, 2000 Winter Simulation Conference, pp1747-1756, 2000.
- 3) Berry A.W. van Halderen, Benno J.Overeinder, WEB-BASED DISTRIBUTED DISCRETE EVENT SIMULATION IN JAVA, Department of Computer Science, University of Amsterdam, pp1-10.
- 4) Ashu Guru, Paul Savory, Robert Williams, A WEB-BASED INTERFACE FOR STORING AND EXECUTING SIMULATION MODELS, 2000 Winter Simulation Conference, pp1810-1814, 2000.
- 5) 통일중공업, Virtual MASFLEX, Tutorial, 초급, pp1-44, 2000.
- 6) Masahiko Onosato, Virtual Manufacturing Tutorial, Osaka University, pp6-8, www-cape.ccm.eng.osaka-u.ac.jp/users/onosato/vms-tutorial.html
- 7) IMS Project, Next Generation Manufacturing System Project 완료보고서, Task3.1 Autonomous Distributed Manufacturing Systems, pp32-37
- 8) Yoshimi Ito, Kazuaki Iwata, Flexible Manufacturing System, 일간공업출판, pp164-165
- 9) 박용우, JAVA WEB APPLICATION PROGRAMMING BIBLE, 영진.com, 2001.

참고문헌.

- 1) AutoSimulations, Automod Model Communications Users Guide, pp3.3-3.7, 1999.