

## 사출 금형공장에 적합한 MES Framework 설계 및 구현

조용주\*, 강정진, 허영무(한국생산기술연구원 정밀금형팀),  
조명우(인하대학교 기계공학과), 신봉철(인하대학교 대학원)

### Development of the MES Framework for Injection Mold Plant

Y. J. Cho, J. J. Kang, Y.M. Heo(Precision Molds & Dies Team, KITECH),  
M.W. Cho(Dept. of Mechanical Engineering, Inha University),  
B.C. Shin(Graduate Schools, Inha University)

#### ABSTRACT

The target of this paper is the manufacturing system of mould plant and the object of system development is the reduction of lead times and the improvement of product quality. From the existing MES framework, we found the module to apply in the mould plant, designed and developed the function of the module. Also, as the environment of development is based on internet, we can check and analysis correctly the status of mould plant from remote site.

**Key Words** : Mold, M/C, MES(Manufacturing Execution System), Monitoring, E-Manufacturing, Internet, Web, ETO(Engineering To Order)

#### 1. 서론

정보기술과 네트워크의 발전으로 인하여 전통적인 제조업에는 많은 변화가 일어나고 있다. 최근의 경쟁적인 환경에서 성공하기 위한 요건은 변화하는 시장에 빠른 반응을 보여야 하며, 생산하고 있는 제품의 높은 품질과 낮은 가격을 보장해야 한다. 기존 전통적인 제조업에는 이러한 변화에 적응하기 위하여 많은 변화를 겪고 있다. 글로벌화(globalization), 신속화(agility), 커스텀화(customization), 디지털화(digitalization)의 특징을 가지는 웹 기반 온라인 제조 모드를 적용하고 있으며, 개방적이고 모듈화된 VM(Virtual Manufacturing) 시스템을 만들기 위해 인터넷을 활용하기도 한다. [1, 2]

제조업체 특히, 금형공장에서는 회사전체의 생산성 향상, 납기단축 등의 목적을 위하여 ERP, SCM 등의 솔루션을 도입하고 있다. 이러한 솔루션이 최상의 효과를 얻기 위해서는 현장의 실시간 정보가 절대적으로 필요하다. 현재 금형공장에는 이러한 시스템을 도입하기 위한 환경은 구축되어 있지만, 현장정보의 실시간 획득에는 상당한 어려움이 있는 실정이다. 다른 제조분야와는

달리 금형산업은 ETO(Engineering To Order) 제조방식으로 작업이 이루어지고 있으며, 상당한 작업이 작업자에 의해서 좌우되고 있다. 또한 금형산업의 전체 작업 시간에서 실제 가공시간(Processing Time) 뿐만 아니라, 설치시간(Setup Time)이 상당부분 차지하고 있다. 이러한 문제로 인하여 현장의 모든 정보를 자동적으로 획득하기란 거의 불가능하며, 금형공장에는 기존 컨트롤 시스템(DCS, PLC, DNC 등)과 데이터 획득 시스템(SCADA)의 도입 또한 불가능하다.

최근 금형공장에는 실시간 모니터링을 통하여 획득한 제조현장의 정보와 생산계획과 같은 다른 정보시스템의 통합을 가능하게 하는 MES 도입을 시도하고 있으나, 아직까지는 주로 자동차회사, 제약회사, 반도체회사 등에 적용되고 있다. 다른 제조업과는 다른 금형공장만의 특성으로 인하여, MES의 적용은 그 목적에 부합되지 않는 결과를 초래할 수 있다.

본 논문에서는 제조시스템의 모델링관련 기존연구를 살펴보고, 기존 MES의 모듈에서 금형공장에 적용이 가능한 모듈을 도출하여, 기능을 설계한다. 그리고 원격지에서 실시간으로 작업이 가능하도록 웹 기반 시스

템을 개발하고자 한다.

## 2. 기존연구

C. Ou-Yang은 생산주문이 shop floor 장비에서 제대로 수행되는지를 확신할 수 없기 때문에, 생산계획 레벨과 제조 레벨 사이를 연결하기 위하여 shop floor 컨트롤러 모델에 관한 연구를 수행하였다. Shop floor 컨트롤러 모델을 만들기 위해서 OMT(Object Modeling Technique)를 적용하였으며, 시스템을 설명하기 위해서 객체모델(object model), 동적모델(dynamic model), 기능 모델(functional model)과 같이 3가지의 모델을 적용하였다. [4] 이와 같이 E-Manufacturing을 실현하기 위해서 제조현장의 실시간 정보를 어떻게 획득하고, 어떻게 활용하는지가 중요한 요소로 부각되고 있다.

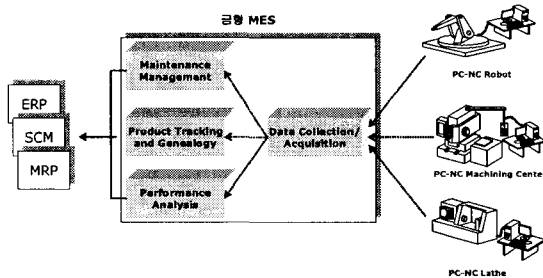


Fig. 1 The framework of proposed system

## 3. 프레임워크 설계

MES(Manufacturing Execution System)는 최근 shop floor 제조환경에서 사용되는 산업용 소프트웨어의 범위를 정의하고 있다. 다양한 제조환경에서 MES 프레임워크를 채택하고 있다. MESA에서 제안하고 있는 MES의 모듈에는 11개의 모듈이 있으며, 이러한 모듈들은 적용 제조환경에 따라 추가, 삭제 또는 변경이 가능하다. [3]

본 논문에서는 금형공장에 적용이 가능한 4개의 모듈을 도출하였으며, 기존 MES 모듈을 토대로 하여 금형공장의 특성에 따라 수정하였다. 또한 기존 모듈과는 그 기능에 차이가 있다. 4가지 모듈은 Fig. 1과 같이 데이터 수집 및 획득(Data Collection/ Acquisition), 유지보수 관리(Maintenance Management), 제품 위치추적 및 이력(Product Tracking and Genealogy), 성능평가분석(Performance Analysis) 모듈이다.

구현하고자 하는 모듈 각각의 기능은 다음과 같다.

- 데이터 수집 및 획득(Data Collection/ Acquisition)  
M/C에 홀센서를 부착하고, A/D Board를 통하여 실

시간으로 데이터를 수집한다. 또한 CAM에서 생성된 G-Code의 분석을 통하여 다양한 데이터를 수집한다. Tool Information, Workpiece Information, Current Machine State Information의 획득이 가능하다.

- 유지보수 관리(Maintenance Management)

가공 중인 M/C의 절삭력(Cutting Force) 분석결과는 일정한 패턴을 가지게 된다. 실시간으로 획득되고 있는 절삭력의 실시간 분석을 통하여 가공 문제에 대한 적절한 조치를 취하게 된다.

- 제품 위치추적 및 이력(Product Tracking and Genealogy)

가공 중인 G-Code 분석을 통하여 전체 가공공정에서 현재 부품의 위치를 파악하게 된다.

- 성능평가분석(Performance Analysis)

G-Code의 분석을 통하여 전체 가공시간을 구할 수 있으며, 이를 통하여 현재까지의 가공률 계산이 가능하다. 이를 토대로 하여 전체 작업공정계획 시 효율적인 작업이 가능하다.

구현한 시스템에서 제공해 주고 있는 기능은 아래와 같다.

- 1) Personnel Information : Manager, Technician
- 2) Machine information : Maker, Machine Type, Model
- 3) Tool information : Tool Name, Diameter, Length, Initial Tool Position
- 4) Workpiece Information : Quality, Hardness, Size
- 5) Time Analysis : Time, Machining Time, Machining Rate
- 6) Current Machine State Information : Machine Power, Communication Condition, Coolant, Temperature, Spindle, Feedrate
- 7) Warning : Message, Time, Emergency Stop
- 8) Cutting Force
- 9) G-Code Simulation

## 4. 실험장치 구성 및 실험방법

본 논문에서는 현대의 공작기계를 대상으로 하여 실험을 수행하였다. 실험장치의 구성은 Fig. 2와 같다. 실험은 X, Y, Z 각 축의 절삭력, Machine Power, Communication Condition, 그리고 Coolant 신호의 실시간 데이터 획득을 목적으로 하고 있다. 공작기계의 X, Y, Z축에 걸리는 절삭력을 알아내기 위해 세 개의 홀센서를 부착하여 신호를 획득한다. 그리고 나머지 신호도 마찬가지로 홀센서를 통해서 획득한다. 획득된 신호는 RS-232C 통신을 이용하여 Analog Filter를 거쳐서, 웹 서

비에 설치되어 있는 A/D Board 통하여 웹 서버에 저장된다. 저장된 전원 값을 힘으로 변경하여 X, Y, Z 축 각각의 값을 계산한다. 나머지 세 개의 신호는 on/off 신호로 처리하게 된다.

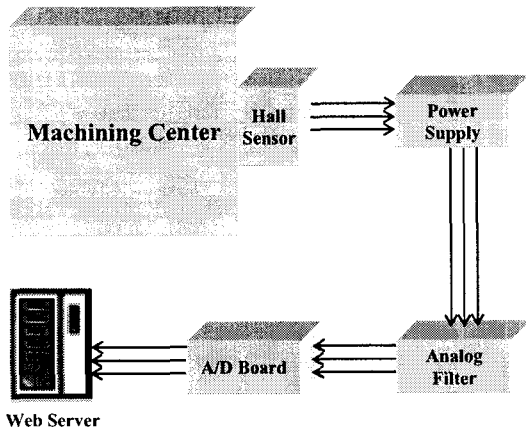


Fig. 2 A configuration of experiment device

아래의 표에서는 홀 센서를 이용하여 모터의 전류 신호 습득을 수행한 실제 데이터를 보여주고 있다. 공구는 황삭용 6날 엔드밀을 사용하였다.

Table 1(a) Experiment Data(Workpiece(S40C) : S = 498rpm, D = 4, F = 100)

Steel	무부하시(V)	절삭시(V)	순수 절삭(V)
X(Tangential)	0V	0.85V	0.85V
Z(Thrust)	0.2125V	0.8375V	0.43V
U상(V)	0.54V	0.94V	0.4V

Table 1(b) Experiment Data(Workpiece(AI) : S = 498rpm, F = 200)

AI	무부하시(V)	절삭시(V)	순수 절삭(V)	
U상(A)	D = 3	0.54125V	1.10375V	0.5625V
	D = 5	0.54125V	1.35375V	0.8125V

실험 데이터는 초당 데이터이기 때문에 처리하기가 쉽지 않으며, 획득한 신호의 경향만 분석하면 된다. 일정한 간격의 기준을 설정하여 이전 데이터와 현재 데이터를 비교한 후, 이전 데이터를 버리고 계속해서 신호를 받으면 된다.

## 5. 시스템 개발

본 논문에서 구현한 시스템 개발 환경은 다음과 같다.

- OS : windows XP professional
- Web Server : IIS 5.0
- Script Language : JSP
- JSP Container : Tomcat 4.1
- Language : Java, Delphi, VB 6.0

Fig. 3에서와 같이 M/C와 연결되어 있는 PC에 IIS와 실시간 모니터링 서버가 실행된다. 실시간 모니터링 서버는 M/C에서 홀센서를 통해 획득된 데이터를 웹 브라우저에 출력하기 위해 항상 실행되고 있는 서버이다. 웹 서버와 클라이언트의 연동 방법으로 Java Applet을 이용하여 절삭력의 디스플레이와 CAM 데이터의 Simulation을 수행한다. 즉, Browser의 JVM을 이용하여 Java Applet을 실행한다. 또한, 현재 M/C에서 가공하고 있는 G-Code의 분석 모듈도 웹 서버에 내장되어 있다. 절삭력 신호 획득과 클라이언트의 웹 브라우저에 출력하기까지의 세부 모듈은 Fig. 4와 같다.

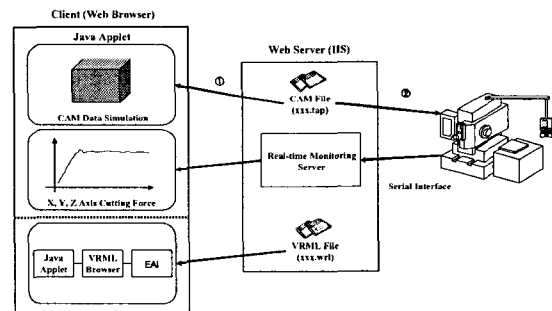


Fig. 3 An architecture of software module

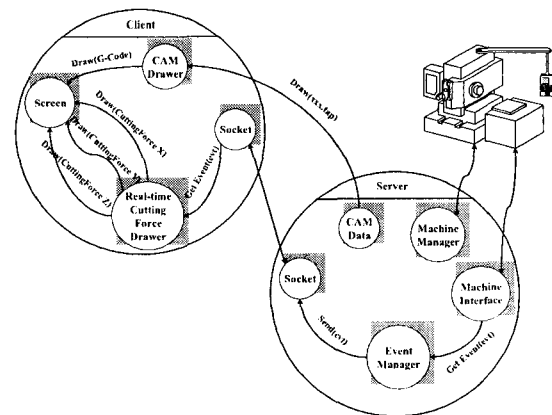


Fig. 4 A detailed software module

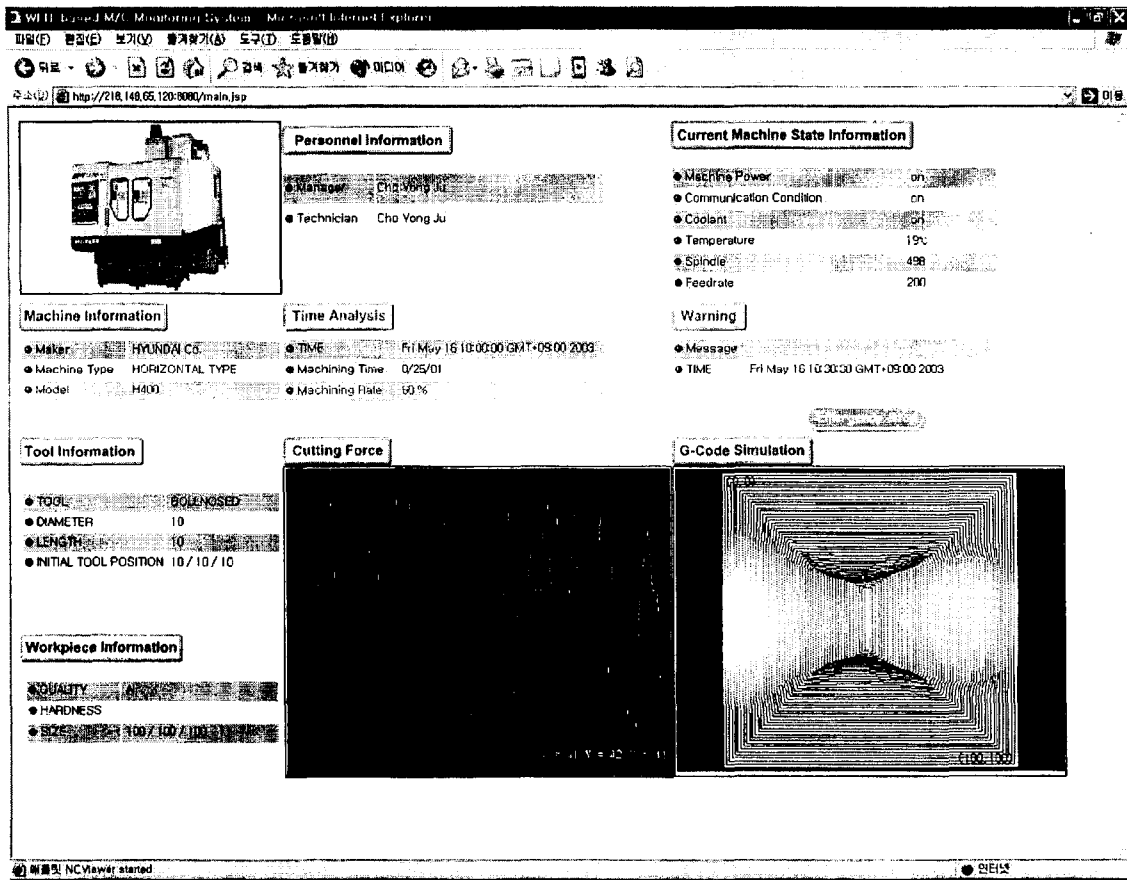


Fig. 5 A web page of proposed system

## 6. 결론

본 논문에서는 MES 모듈에서 금형공장에 적용이 가능한 4개의 모듈을 설계하고 구현하였다. 이러한 4개의 모듈은 웹 기반 환경으로 구현되었기 때문에, 장소와 시간에 구애 받지 않고 금형공장의 현장 데이터를 실시간 모니터링이 가능하다.

추후 연구방향으로는 금형공장에서 이미 활용되고 있는 공정관리 S/W, ERP, SCM, MRP 등 많은 시스템과 상호 연계함으로써 더욱 효율적인 운용이 가능할 것이다. 또한, 개발된 시스템이 한대의 M/C를 대상으로 하였기 때문에, 현장 적용을 위해서는 금형공장의 전체 기계를 대상으로 하는 연구가 필요할 것이다. 그리고 분산시스템을 구현하기 위한 정보기술에 대한 연구도 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. Naoufel KRAIEM, "Virtual Spaces and Virtual

Manufacturing", IEEE, pp. 90-93, 2001.

2. Li Jin, Ilias A. Oraifige, Paul M. Lister, Frank R. Hall, "E-Manufacturing in Networked Virtual Environments", IEEE, Vol. 39, pp. 1845-1849, 2001.
3. MESA International - White Paer Number 1, 2, 3, 4, 5, 6.
4. C. Ou-Yang, T.Y. Guan, J.S. Lin, "Developing a computer shop floor control model for a CIM system - using object modeling techniques", Computers in Industry, No. 41, pp. 218-238, 2001.