

생산공정데이터를 활용한 생산 디지털마이스터 프레임워크 개발

Development of Framework of Manufacturing Digital Meister System using Manufacturing Data Analysis

*이형욱¹, 이근안¹, #최석우¹, 배성민², 박흥균³

*H. W. Lee¹, G. A. Lee¹, #S. Choi(schoi@kitech.re.kr)¹, S. M. Bae², H. G. Park³

¹ 한국생산기술연구원 디지털성형공정팀, ²한밭대학교 산업경영공학과, ³스페이스 솔루션

Key words : Manufacturing Digital Meister, Process Standardization, Data Mining, PFMEA, Process Knowledge Management

1. 서론

산업현장에 있어서 제조시스템은 그동안 많은 변화를 하면서 여러 형태로 발전되어 왔다. 그러나 현재에 이르기 까지도 산업현장에 있어서 제조시스템을 변화시켜 QCD(Quality, Cost, Delivery)가 극대화될 수 있도록 변화하려고 시도하고 있다. 이는 고객의 요구 사항의 변화, 무한적 경쟁체제로의 돌입 및 급속히 발달하는 신기술에 기인하는 것으로 이러한 변화의 물결에 순응하는 것만이 생존의 지름길이라고 할 수 있겠다. 이런 환경 속에서 각 제조 기업은 보다 우수한 신제품을 보다 빨리, 최소 비용으로 생산하기 위하여 보다 우수한 정보시스템, 비즈니스 시스템, 엔지니어링 기술 및 제조시스템을 구축하기 위하여 노력하고 있으며, 21세기 지구촌화되어가는 세계 시장, FTA의 추진 속에 갈수록 블록화 되는 세계 시장, 특히 중국 등 후발국의 급속한 성장이 이루어지고 있는 동북아 시장에서 생존을 위하여 제조기업의 노력은 매우 치열하게 전개되어야 한다고 판단된다.

따라서 기존의 제조시스템은 큰 변혁기를 맞이할 것으로 예측되며, 특히 정보기술의 발전과 함께 지식기반의 제조환경구축은 선진국의 핫이슈가 될 것으로 예측되고 있다. 그러나 이러한 변화에 대응하면서 제조환경 및 제조기반을 변경하는 데에는 막대한 투자비가 소요되고 있다. 따라서 선진국에서도 제조 정보 시스템, 모델 및 시뮬레이션, 제조공정 및 장비 및 기업 통합화로 대표되는 제조환경의 변혁을 성공적으로 이끌기 위하여 선택과 집중을 하면서 추진하고 있으며, 특히 지식기반의 기술기반을 조성하기 위하여 이 분야에 대한 우선적 접근을 시도하고 있다.

지식기반의 시스템이 제품의 개선, 완벽한 공정 수행, 리드타임의 감축 및 제조비용의 최소화에 기여하는 바는 제조환경의 개선에서 가장 큰 효과를 볼 수 있는 분야로 예측되고 있으며, 국가의 주력산업과 성장산업을 비교우위의 반석에 올릴 수 있는 가장 핵심적인 시스템이라고 분석되고 있다. 예를 들어 제품의 제조과정 중에 제품의 시험, 평가 및 수정은 제품을 출하하기까지 많은 비용과 시간을 필요로 하고 있다. 따라서 초기 설계부터 지식기반의 제조환경을 구축하고, 제조라인을 지식기반으로 통제할 수 있다면 시행착오적으로 발생하는 비용과 시간의 급격한 절감을 이룰 수 있을 것이다.

그러나 이러한 한계를 극복하기 위하여 최첨단 기술도입을 통한 제조시스템의 구축은 오히려 생산성의 악화를 불러 올 수 있다는 것이 지난 20세기 말 추진한 무인화 공장시스템, 로봇 자동화 제조시스템의 실패경험을 통하여 알 수 있었다. 따라서 21세기에는 일본이 주창하고 있는 Lean생산방식을 개선한 Agile 하면서 자율적이고, 기술자의 Know-how와 암묵적 지식을 적절히 반영하는 스마트한 제조시스템을 필요로 하고 있다.

제품 생산 측면에 있어서도, 양질의 제품 생산을 위해서 제조라인 조건을 최적으로 설정하는 노하우의 축적과 활용이 필요하나, 이는 주로 경험이 많은 전문 생산기술자에 의존하고 있다. 제조공정에 수집될 수 있는 제품 불량률의 원인과 발생률, 현장 불량(Field Claim) 및 생산성 추이를 시스템을 통해 분석하여 생산성 향상을 위한 지식으로 축적하는 동시에 후속 제품의 개발을 위한 노하우로 활용할 수 있는 시스템의 구축이 필요하다.

이에 설계 및 생산 노하우를 축적하고 활용할 수 있는 엔지니어

링 특성과 공정 변수간의 연관 관계의 로직(Logic)을 수립하고 이를 연계 분석할 수 있는 시스템이 필요하다. 설계 주요 특성을 생산 및 품질 데이터와 연계함으로써, 과거의 생산, 판매, 유지보수에서 수집된 지식과 정보는 후속 제품의 개발이나 제품의 성능 개선을 위해 사용할 수 있는 지식정보로 변환되는 것이 필요하다. 현재는 각각 독립된 시스템에서 관리되고는 Incoming Inspection Data, Shop Flow Control Data, Field Claim Data, A/S Data들을 제품의 엔지니어링 특성과 연계시켜 분석할 수 있는 틀(Framework)이 필요하다[1,2].

본 연구에서는 생산 디지털 마이스터 시스템의 개발을 위해 기반 핵심 소프트웨어와 산업현장의 적용을 수행할 수 있는 공통 Framework인 Middle ware 시스템을 개발하고자 하며, 생산 라인에서 취합된 데이터를 엔지니어링 특성 (Engineering characteristics)과의 연계성을 기반으로 분석하고, 제품을 설계한 결과가 생산성 및 품질에 미치는 영향을 분석할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

2. 생산 디지털 마이스터 시스템 개발

생산 디지털 마이스터 시스템을 개발하기 위하여, 우선 생산현장의 공정을 정형화시키는 생산프로세스 정형화모듈을 개발하고, 생산 데이터웨어하우스 구축과 함께, 분석할 대상의 데이터 저장고인 데이터마트를 구축한다. 수집된 데이터로부터 생산공정 정보의 지식을 추출할 수 있는 데이터 마이닝 방법론 개발하고, 추출된 지식 및 기존 보유 보고서 등의 지식을 검색, 관리할 수 있는 공정지식 정보관리 모듈을 개발한다. 생산 공정의 개선을 PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis)의 개량 및 보완을 통하여 이루고자 한다. 이러한 개발 절차를 정리하면 표 1과 같다.

Table 1 Planning for development of manufacturing digital meister

	1단계		
	1차년도	2차년도	3차년도
생산 프로세스 정형화	- 기간연계 고려안 정형화	- 제품기능정보와 공정데이터와 통합	- 생산규칙을 반영한 프로세스 재설계
Manufacturing DW 구축	- 공정데이터 수집 - DW 스키마 설계	- Manufacturing Data Mart 구축	- DW 구조에 생산규칙 반영
데이터마이닝 방법론 개발	- 데이터마이닝 방법론 기초연구	- 데이터마이닝 분석를 작성 및 분석	- 분석틀의 설계 데이터에의 적용
공정 지식 정보 관리 모듈 개발	- 대상 업종의 프로세스별 핵심 정보 분석	- 공정지식정보 정형화 및 표현 방법론 개발	- 공정 지식 정보 관리 모듈 프로토타입 개발
생산디지털마이스터 시스템 구축	- 생산 FMEA 구축을 위한 요구사항 분석	- 분석/공정지식/FMEA 모듈 프로토타입 개발	- 지식베이스기반의 마스터 시스템

개발된 프로세스 정형화 모듈 및 다양한 DB형태에서 데이터를 추출해 낼 수 있는 Data collection 모듈[3]을 Fig. 1에 도시 하였다. 개발된 모듈은 웹 환경에서 작동되고, 데이터 추출이 가능한 데이터베이스 시스템은 국내에서 가장 많이 사용하는 MS*SQL과 Oracle이다. 향후 접근 가능한 데이터베이스 시스템의 영역을 확장할 것이다. Data collection 모듈을 이용하여 추출된 데이터마트로부터 공정데이터를 그룹화하고, 의사결정나무를 이용하여 중요도를 분류하는 분석모듈을 개발하였고, 공정데이터들의 조

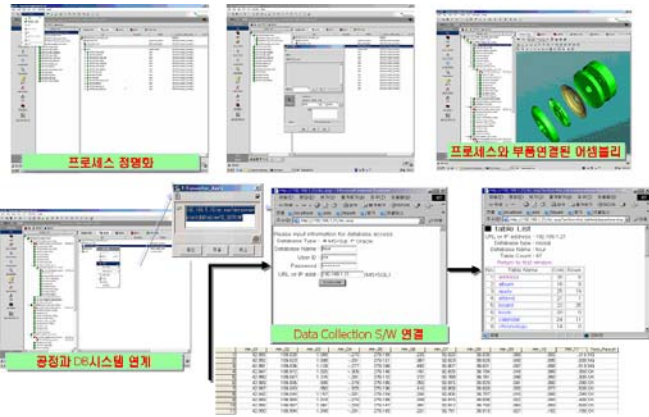


Fig. 1 Developed data collection module and process standardization module for manufacturing digital meister system

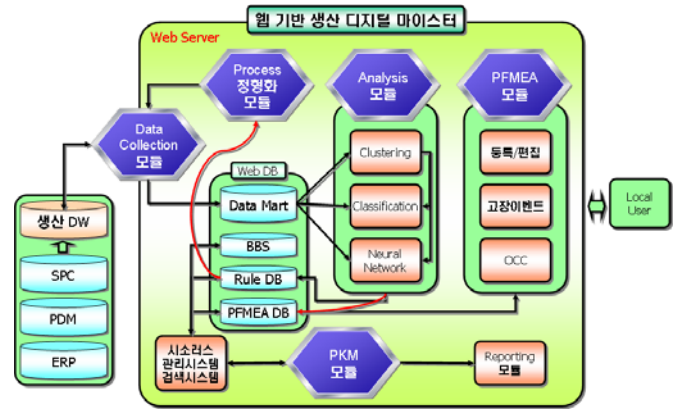


Fig. 5 Framework of web-based manufacturing digital meister system

Clustering	Classification	Neural Network
알고리즘: - k-Means - SOM(Self-Organizing Map)	알고리즘: - C4.5	알고리즘: - BPN(back propagation algorithm) - LMS(least mean square)
기능: - 공정 데이터들을 여러 개의 그룹(group)으로 나눔 - 각 그룹의 데이터들을 Classification 도구에서 이용할 수 있도록 데이터 변환	기능: - 의사결정나무(Decision Tree)를 생성함 - 변수들의 중요도에 따른 리스트	기능: - 공정 데이터들의 조건들을 학습시켜 기존의 결과에 대한 분석 - 조건 변화에 대한 결과를 예측
공정 데이터 활용의 효율화 - 공정데이터의 분석 가능한 데이터로의 전환 - 공정데이터를 활용: 공정불량 원인 추적 및 예측 - 중요변수의 영향도를 검토, 측정 및 성능평가를 위한 Test 생성 및 무분리한 공정개선	분석을 통해 도출된 지식의 DB화 및 검색 - 불량원인 조치에 대한 시행착오의 최소화 - 지식화된 DB의 활용을 통한 반복적인 작업의 최소화	

Fig. 2 Main algorithms and functions of the data mining module for clustering, classification, and neural network modules

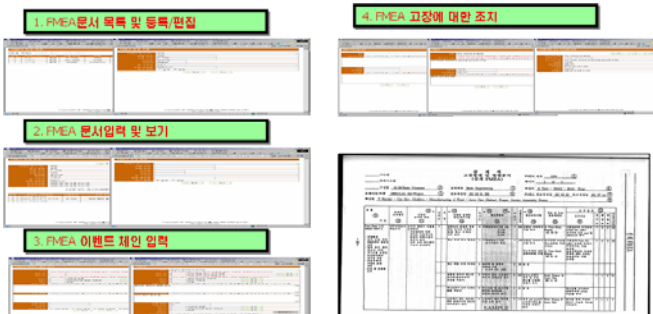


Fig. 3 Web-based process FMEA module

Fig. 3에는 웹상에서 생산 공정에서의 불량 이벤트, 조치 등 FMEA상에 포함되는 아이템을 등록, 편집할 수 있는 생산 FMEA를 도시하였고, 본 모듈을 생산 공정 정형화 모듈과 연계하여 공정개선의 방향으로 추구하고자 한다. Fig. 4에는 추출된 지식 및 기존 지식, 보고서로부터 추출된 지식을 검색, 관리할 수 있는 공정지식 관리시스템을 도시하였다. 본 시스템에서는 검색시 질의어를 확장 검색할 수 있도록 시소र्स 관리를 탑재하여 다양한 사람이 입력해 놓은 현장지식을 검색할 수 있도록 하였다.

3. 생산 디지털 마이스터 프레임워크

제2장에서 기술한 생산 디지털 마이스터 시스템에 포함된 모듈의 연관관계를 Fig. 5와 같이 도식화 할 수 있다. 기본적인 시스템은 웹 서버에 있는 생산 디지털 마이스터 시스템에 로컬 유저가 접속하여, 생산 공정 정형화 모듈에서 필요한 정보를 분석하도록 한다. 분석이 필요한 공정은 PFMEA를 기반으로 선택할 수 있으며, 문제가 생긴 공정의 경우 직접 선정 가능하다. 이 때, 현장의 SPC, PDM, ERP 등의 데이터로부터 구축된 생산 데이터웨어하우스에서 Data collection 모듈로 분석할 데이터마트를 구성하고, 분석모듈을 이용하여, 생산 공정의 지식, 공정 조건변화에 대한 예측을 수행하게 된다. 이렇게 얻어진 지식과 기존 지식, PFMEA의 이벤트 등을 PKM 모듈에서 관리하며 업데이트 되도록 한다.

4. 결론

본 연구에서는 5가지 모듈로 구성된 생산 디지털 마이스터 프레임워크를 개발하여, 축적되는 생산 공정데이터로부터 지식을 추출하고, 공정조건에 대한 변화를 예측할 수 있는 시스템을 구축하였다. 자동차 부품관련 제조공정의 생산현장의 데이터를 이용하여 개발된 시스템에서 다양한 물을 추출할 수 있었다.

후기

본 연구는 산업자원부의 중기거점 기술개발사업인 “웹기반 SMART 제조시스템 개발”과제의 지원으로 수행되었으며, 이에 도움을 주신 관계자 여러분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. 산업자원부, 2004, 웹기반 SMART 제조시스템 기술개발에 관한 산업분석
2. 최석우, 이근안, 이형욱, “IT+MT 융합을 통한 제조공정의 혁신,” 기계와 재료, 10, 80-88, 2005.
3. 박홍균, 이근안, 최석우, 이형욱, 배성민, “데이터마이닝을 위한 생산공정 데이터 추출,” 한국정밀공학회 춘계학술대회, 2005.

Fig. 4 Schematic diagram of process knowledge management system using thesaurus manager

건 학습을 위해 신경망회로 모듈을 개발하였다. 분석모듈에 사용된 주요 알고리즘과 기능을 Fig. 2에 정리하여 도시하였다.