

인터넷/웹 기술을 적용한 MES(제조실행시스템) 확장 방안

김윤기*, 김병기**

*전남대학교 대학원 소프트웨어공학협동과정, **전남대학교 전산학과

A Plan Applying Technique of Internet/WEB to Extend MES(Manufacturing Execution System)

Yoon-Ki Kim*, Byung-Ki Kim**

*Dept. of Software Engineering Corporation, Chonnam National University

E-mail : tigerkim@swan.kumho.co.kr

**Dept. of Computer Science, Chonnam National University

E-mail : bkim@chonnam.chonnam.ac.kr

요약

국내외 여러 지역에 공장을 가동하고 있는 제조업체의 경우, 단위 공장의 가동 상황을 통합하여 전체적으로 모니터링하고 관리해야 할 필요성이 증대되고 있으나, 기존 제조실행시스템은 이러한 요구를 반영하지 못하고 있어, 이를 극복하기 위한 방안으로 개별 공장의 각 제조실행 시스템과 연동하면서 전체 공장의 가동 현황을 통합하여 인터넷/웹 기반에서 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템을 제시하였다. 본 논문에서 제시된 시스템 구조, 수행 기능과 관리해야 할 DATA는 상당한 표준화과정을 거쳤으며, 타 제조업체에서도 활용이 가능할 것이다.

1. 서론

분산된 공장 체제를 유지하고 있는 국내 제조업체의 경우, 구조 조정의 정례화로 조직은 통합되고 축소되는데 주요 관리 지표는 계속해서 향상시켜야 되는 이중의 부담을 안고 있다[1][2]. 이의 해결을 위해, 관리 조직의 변화와 더불어 정보시스템의 구성, 역할, 지원 범위 등도 함께 변화되어야 한다. 현재 단위 공장별로 설치되어 운영중인 MES(Manufacturing Execution System,

제조실행시스템)는, 제조 현장의 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계 및 분석하고 제공해주는

반면에, 국내외에 산재한 전체 공장의 운영 상황을 통합하여 제공해주는 기능은 고려되어 있지 않다.

이를 극복하기 위해 본 논문에서는, 회사의 경영자와 관리자가 시간과 장소에 구애 받지 않고 언제 어디에서나 전체 공장의 운영상황을 통합하여 파악하며, 전체 공장에서 발생하는 문제점을 실시간으로 공유할 수 있는 모니터링시스템을 구현하고자 먼저 시스템 모델, 수행 기능 그리고

관리 DATA 를 표준화하였으며, 이를 근거로 실제 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존 제조실행시스템에 대한 관련 연구를 소개하고, 전체 공장을 통합하여 모니터링하는데 있어 발생하는 문제점에 대해 알아본다. 3 장에서는 기존 MES 의 문제점 해결과 기능 확장을 위한 통합 모니터링시스템을 제안하고, 4 장에서는 실제 구현 사례를 소개하며 마지막으로 5 장에서는 본 연구 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. MES(제조실행시스템) 연구

2.1 MES (Manufacturing Execution System) 개요

MES 는 1990 년초 미국의 메사츄세츠주 보스턴시에 소재한 컨설팅회사 AMR(Advanced Manufacturing Research)社에서 최초로 소개되었으며, 제조업에서 시스템 계층 구조가 기능 경영 중심의 계획 - 실행 - 제어의 3 계층으로 구분하여 실행의 기능을 MES 로 정의하였다[4][6]. MESA International(국제 MES 협회)에서는 "주문 받은 제품을 최종 제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화 할 수 있는 정보를 제공하여 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시, 대응, 보고 하며 이에 따라, 공장에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께 변화에 빨리 대응할 수 있게 함으로써, 공장 운영 및 공정의 효과를 높인다. MES 는 납기, 재고 회전율, 총수익, 현금 흐름 등을 개선 할 뿐 아니라 운영 자산에 대한 회수율도 좋게 한다." 라고 MES 에 대해 설명하였다[9].

2.2 MES 의 주요 기능

국제 MES 협회에서는, 공장의 모든 자원을 관리하여 해당 자원들의 변화 요인을 실시간으로 추적하고 파악할 수 있는 11 가지 기능으로 MES 를 구분하여 정의하였다[4][5][6][7][8].

① 자원 할당 및 상태 정보(Resource Allocation and Status) : 자원의 상세한 이력을 제공하고 장비의

상태를 실시간으로 제공하여, 장비가 작업에 적절히 설치되었는지를 확인한다.

② 작업/상세 계획(Operational Detail Scheduling) : 우선순위와 특성등에 근거한 순서를 제공하고 이동 패턴에 따른 정확한 설비 로딩을 위한 대체 공정과 중복/병렬 공정을 감안하여 작업 순서를 적절히 스케줄링 한다.

③ 생산 단위의 분산(Dispatching Production Unit) : 배치(Batch), 로트(Lot) 및 작업 지시서 (Work Order) 등과 같은 작업형태에 있어서 생산 단위의 흐름을 관리한다.

④ 문서 관리(Document Control) : 생산단위와 함께 유지되어야 하는 문서나 기록(처방, 도면, 표준 작업절차, 부분 프로그램, 배치 기록, 기술적 변경 요구사항)을 보관하고 제어한다.

⑤ 데이터 수집(Data Collection and Acquisition) : 데이터 수집 및 취득 기능은 생산단위에 연계된 기록과 형태를 대중화하는 데이터와 내부 작업 생산을 얻기 위한 인터페이스를 제공한다.

⑥ 작업자 관리(Labor Management) : 분단위 시간구조의 개개인의 상태를 제공한다. 시간대비 출석보고, 검증추적 및 행위에 기초한 비용 기준으로서 자재 및 공구 준비작업과 같은 간접적인 행위의 추적능력을 포함한다.

⑦ 공정 관리(Process Management) : 생산을 모니터링하고 자동적으로 현장을 제어하거나 운영자가 공정 수행능력을 향상시키거나 불필요한 낭비 요소를 제거하기 위한 의사 결정을 지원한다.

⑧ 품질 관리(Quality Management) : 생산제품의 품질 제어를 위해 생산 공정/설비로부터 수집된 측정값들의 실시간 분석을 제공한다.

⑨ 유지보수 관리(Maintenance Management) : 설비의 유지 보수를 위한 예방정비 활동을 추적하고 지시한다.

⑩ 제품 추적 및 계통(Product Tracking and Genealogy) : 생산 제품의 생산 이력 및 제품에 결합된 부품의 이력을 관리함으로써, 향후 품질 개선의 infra 를 제공한다.

⑪ 성능 분석(Performance Analysis) : 생산 공정의 KPI(Key Performance Index)를 관리함으로써 생산성 향상을 위한 분석 기능을 제공한다.

2.3 MES의 한계 및 문제점

첫째. 현 MES는 단위 공장 관리에 적합한 개념이자 시스템이다.

: 제조 현장에서 발생하는 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 짐계하고 가공하여 분석 기능을 제공하는 공장관리 TOOL인 MES는, 단위 공장별로 설치 및 운영되고 있으며 ERP(Enterprise Resource Planning) 등 기업의 관리시스템과는 일정한 주기(일, 주, 월 단위)로 마감된 생산활동 결과 즉 생산 실적, 불량 현황, 재고 등의 데이터만을 종합하여 전송한다. 그러나 국내외 여러 지역에 분산되어 있는 전체 공장의 실시간 운영 상황을 통합하여 제공해주는 기능은 아직까지 고려되어 있지 않다[9].

둘째. 현장 DATA의 구성과 관리기준이 공장별로 상이하여, 각 MES에 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 종합적으로 파악해내기는 거의 불가능하다.

: MES를 도입한 시점차이로 인하여, 공장별 MES HOST가 異機種일 가능성이 높으며(예: K사의 경우, K1 공장은 IBM AS/400, K2 공장은 Fujitsu FACOM M1400), 이럴 경우 별도의 GATEWAY와 EMULATOR를 설치하여 접속해야만 한다. 그러나 개별 공장의 MES에서 제공되는 정보의 구성과 표현 방식 그리고 해당 정보의 제공 위치(화면)가 서로 상이하여 공장의 수가 많을 경우, 각 MES 별로 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 파악해 내기란 그렇게 쉬운 일이 아니며 상당한 시간을 필요로 한다. 접속 환경이 갖춰진 위치를 벗어나게 되면 그마저도 사용할 수가 없다. 따라서 회사 經營者와 관리자는 공장별 MES에 접속을 기피한채, 단위 공장의 관리자 및 실무자와 전화나 연담을 통해서 상황을 파악하고 업무를 수행한다. 그러나 이러한 관리 방식은 자칫 상황을 왜곡시킬 수 있으며, 일부 현황에 대해서 관리를 못하거나 지나쳐 버리는 문제를 야기시키곤 한다.

셋째. 정보의 표현이 단순 나열식이어, 정보간 연계성을 찾아내기에 대단히 비효율적이다.

: 개별 MES에 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 파악하기 위해서는 MES의 11 가지 기능별로 메뉴방식에 의해 전개되는 전체 화면을 이동해 가면서 정보를 분석하고 필요 정보를 발췌하고

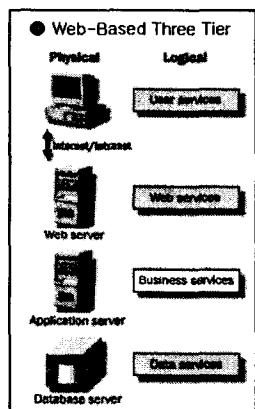
분석해야 한다. 그러나 제조 현장의 문제는 공장내 여러 자원들간의 상호 인과관계에 의해서 발생하며, 하나의 변수가 다른 변수들에게 계속적인 영향을 미치고 있는 경우가 대부분이다. 공장에서 만들어진 제품 또는 반제품의 성능을 검사했더니 부적합품으로 판명되었다고 한다면, 대부분의 공장 관리자는 해당 제품을 어떤 설비에서 누가 언제 만들었는지 그리고 현재 동일 규격을 생산해 내고 있는 설비 또는 작업자는 누구인지를 당장 알고 싶어 할 것이다. 따라서 현장 정보는 발생한 문제의 원인을 쉽게 파악하고 인과관계가 있는 또 다른 정보를 계속해서 추적할 수 있도록 구성되고 전개되어야 한다.

3. MES 확장위한 통합 모니터링시스템

본 연구에서 구축하고자 하는 “인터넷/웹 기반의 多공장 통합 모니터링시스템”은 전체공장의 현시점 가동상황을 언제 어디에서나 모니터링하고 관리하기 위한 시스템으로서, 기존 MES의 한계를 극복하기 위한 대안이며 궁극적으로 MES의 기능을 확장한 것이다. 통합 모니터링시스템을 세가지 관점에서 정리하였다.

3.1 시스템 모델

전체 공장의 통합 모니터링을 위해 WEB Based 3-Tier 모델을 채택하였다 [그림 1]. 단위 공장의 제조실행시스템의 HOST가 상호 이기종일 수 있으며 국내외에 분산되어 있으므로, 개별 공장의 HOST DB를 ACCESS하는 방식은 지양하고, 별도의 WEB SERVER와 DB SERVER를 구성한다. 자원의 효율적 이용과 유지비용 최소화를



[그림 1] 시스템 모델
고려하여, WEB Based 3-Tier 모델에서 WEB SERVER와 Application SERVER는 하나로 통합될 수도 있다.

3.2 수행 기능

공장의 현재 가동 상황을 파악하기 위해서, 크게 현시점의 상황과 24 시간 가동되는 공장의 경우를 반영하여 前日의 상황을 파악할 수 있는 기능으로 구성하였다.

①현시점의 전체공장의 가동상황 파악 기능

- 전체 생산 진척현황 파악

전체 공장의 현시간의 작업 진척현황을 한눈에 파악할 수 있도록 구성하여 공장의 전체적인 작업이 계획대로 순조롭게 진행되고 있는지를 판단하는 기준으로 실시간 작업진척 현황정보를 제공한다.

- 전체 설비 가동현황 파악

공장에 설치된 설비들이 공정별로 원활하게 작업중인지를 파악하는 정보로, 현시점의 설비별 가동상태와 불가동 및 가동설비에 대한 조치이력, 각 설비에서 생산하고 있는 제품에 대한 정보 등을 포함하여 모니터링 한다.

- 전체 생산 제품 품질현황 파악

공장에서 생산하고 있는 제품에 대한 불량정보를 실시간으로 제공하며, 제품별, 항목별, 설비별 불량을 등을 모니터링 할 수 있도록 한다.

②현시점의 전체공장의 가동상황 파악 기능

- 각 공장별 생산 활동결과 파악

24 시간 가동되는 공장 환경에서, 경영자 및 관리자에게 前日 야간의 작업상황을 파악하도록 하기 위한 기능이 필요하다. 전일의 생산 진척결과, 설비 고장발생 내역, 불량발생 현황 등을 모니터링 할 수 있도록 한다.

3.3 관리 DATA

자료가 발생하는 시점과 사용자들이 필요로 하는 수준, 공장간에 구축된 Network 의 부하, 필요한 자료를 생성해야 하는 각 단위 공장별 제조실행시스템의 성능 등을 고려하여, 전체의 자료를 기준으로 중요도와 발생 빈도에 따라 이를 그룹화하였고, 관리항목과 집계 기준도 설정하였다[표 1].

[표 1] 전공장 통합 모니터링을 위한 관리 DATA

	정의	공장관리의 핵심이면서, 발생 시점에 즉시 확인이 필요한 자료
그룹 1	항목	- 공장/설비별 실시간 생산 진척률 - 설비별 가동 상황 - 설비별 생산 상황 - 제품/설비/요인별 불량 발생 현황
	집계 주기	每 5 분 단위
그룹 2	정의	공장관리에 필수적으로 요구되나, 발생하는 시점에서 실시간으로는 필요하지 않는 자료
	항목	- 제품별 생산 진척 현황 - 재공품 재고
그룹 3	집계 주기	每 20 분 단위
	정의	공장관리에 있어 참조적으로 요구되며, 실시간으로 변화하지 않는 자료(前日 DATA)
	항목	- 공장별 생산 실적종합 현황 - 공장/공정별 기계 고장 현황 - 제품/요인별 불량 발생 현황
	집계 주기	2 회/일 (※ 일별 마감후 집계)

4. 시스템 구현 결과

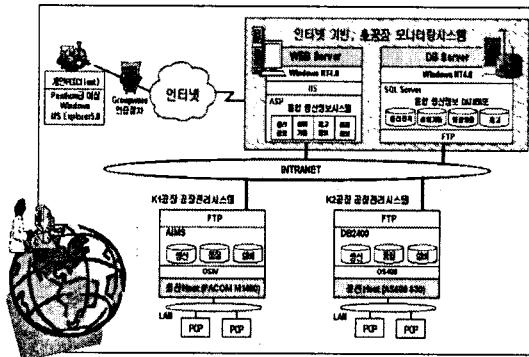
4.1 구현 환경

본 인터넷/웹 기반의 전공장 통합 모니터링 시스템은, K 산업주식회사 타이어사업부의 국내 두개 공장(K1, K2)을 대상으로 구현하였다. 각 공장에는 자체적으로 개발한 MES(제조실행시스템)가 운영되고 있으며, K1 공장은 후지쯔社의 FACOM M1400, K2 공장은 IBM社의 AS/400 이 MES의 HOST이다.

각 단위 공장의 제조실행시스템에서 매번 실시간으로 새롭게 만들어진 자료를 FTP(File Transfer Protocol) 방식으로 수신하여 간접하여 별도의 누적 데이터는 관리하지 않으므로, 안정감보다는 편의성과 비용을 고려하여 통합

모니터링시스템의 DB Server 로는 Microsoft 社의 Sql-Server 를 선정하였다. WEB Application 의 개발 Tool 로는 개발의 복잡성과 효율성 그리고 유지보수의 용이성을 고려하여 Microsoft 社의 ASP(Active-X Server Page)를 선정했으며, MS Solution 은 WEB Service 를 위해 IIS (Internet Information Server)가 필요하다[10].

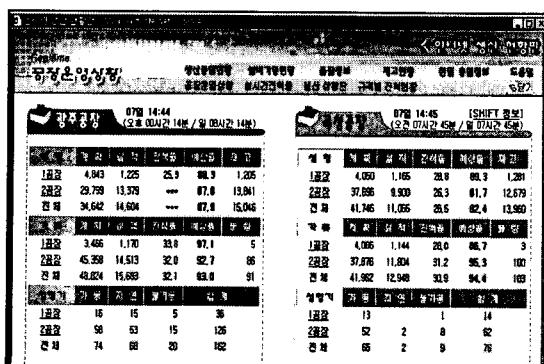
[그림 2]는 실제로 구현된 인터넷/웹 기반의 전공장 통합 모니터링시스템의 구조를 보여주며, WEB Server 와 Application Server 는 하나로 통합하여 구성하였다.



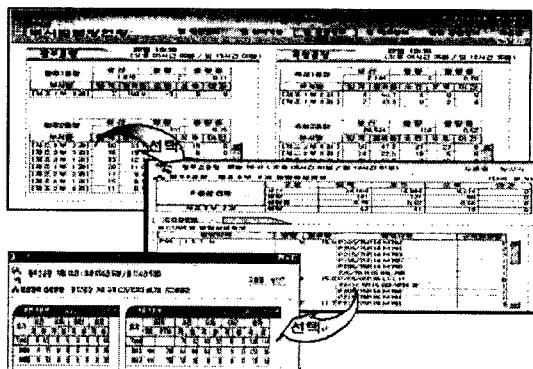
[그림 2] 전공장 통합 모니터링시스템의 구조

4.2 구현 결과

본 논문에서는, 전체 공장의 생산진척현황을 종합하여 파악하는 화면[그림 3]과 불량의 발생내역을 부서, 요인, 제품 규격 그리고 생산설비까지 연계하여 추적하도록 지원해주는 화면[그림 4]에 대해 구현 사례로 제시하였다.



[그림 3] 전공장 생산 진척현황 종합 화면



[그림 4] 불량품 발생내역 추적 화면

4.3 시스템 적용 전후 비교

인터넷/웹 기반의 전공장 통합 모니터링시스템을 도입한 전후를 관리방식, 시스템 사용자, 장소/시간, 현황파악 소요시간, 대응 절차 등의 관점에서 비교하였다[표 2].

[표 2] 시스템 적용 전후 비교표

구분	도입전	도입후
관리방식	<ul style="list-style-type: none"> - 전화 또는 면담 - 현장 관리자의 보고에 의존 - 기존 생산관리시스템의 부분적 활용 	<ul style="list-style-type: none"> - 통합 모니터링시스템을 통한 직접 관리 (현상파악) - 현상파악후, 지시 하달시 전화 또는 면담
시스템 사용자	<ul style="list-style-type: none"> - 단위 공장의 현장 관리자와 실무자 중심 (생산 직접부서) 	<ul style="list-style-type: none"> - 경영진 및 종합 공장 관리자 - 단위 공장의 관리자와 실무자 - 간접부서 관리자 및 실무자
장소/시간	<ul style="list-style-type: none"> - 회사 범위내 - 현장 관리자기 근무하는 주간 	<ul style="list-style-type: none"> - 인터넷이 가능한 사내/외 소지역 - 24시간 내내 접속 가능
현황파악 시간	<ul style="list-style-type: none"> - 양 공장 상황 파악 → 최소 1시간 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 양 공장 상황 파악 → 최대 10분 이내
대응절차	<ul style="list-style-type: none"> - 최대 5단계 과정 구성 - 조치요구→현황파악방법제시 →확인/검토→지시→시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 최대 2단계 과정 구성 - 확인/지시→실무자 내용검토 →건의/시행

5. 결론

조직의 경쟁력 강화 및 생존을 위하여 국내외에 多공장 체제를 유지하고 있는 제조업의 경우, IMF 사태 이후 공장의 관리 조직은 축소 및 통합되어 가는 반면에, 공장간 자원의 공유 및 공동 활용을 통한 원가절감 등은 오히려 강화되고 있는 추세이다. 인터넷/웹으로 대표되는 IT (Information Technology, 정보기술) 또한 조직의 생존을 위한 관리목표 달성에

적극적으로 기여해야 하며[1][2][3], 그렇게 하기 위한 노력으로 전체 공장의 현황을 통합하여 모니터링할 수 있는 시스템을 연구하고 구현하게 되었다. 본 논문에서 제시된 단위 공장의 운영 상황을 통합하여 모니터링할 수 있는 표준화 방안을 수용하고 실제 시스템을 구현하기 위해서는, 제조업체의 각 단위 공장별로 POP (Point Of Production, 생산 시점관리)과 MES (Manufacturing Execution System)로 대표되는 제조실행시스템이 운영되고 있어야 한다는 점이다. 이러한 전제 조건이 만족되고 있는 경우에 본 논문에서 제시한 표준화 방안은 유효하다.

[참고문헌]

- [1] 오해진, “디지털 시대의 뉴패러다임과 정부, 기업 및 사회의 변화”, 한국CIO 포럼, 2000
- [2] 조남재, “대기업의 e-Biz 진출 전략”, 한양대학교 경영학부, 2000
- [3] Arie de Geus, “The Living Company”, 세종서적, 1998
- [4] ACS, “POP 과 MES”, <http://www.acs.co.kr>
- [5] 아시아유니파이정보㈜, “MES/POP Solution”, <http://www.pmpack.com>
- [6] 한국과학기술원 산업공학과, “MES 구현위한 지능형 스케줄링 시스템 개발”, <http://ie1.kaist.ac.kr/~bk21>
- [7] ANSI/ISA-95.00.01-2000, “Enterprise Control System Integration Part1 : Models and Terminology”, 2000, <http://www.isa.org>
- [8] MESA International, “MES Functionalities & MRP to MES Data FlowPossibilities”, <http://www.mesa.org>
- [9] 류태형 외 2인, “SCM 하에서의 MES 의 역할”, LG-EDS, 2001
- [10] Chris Ullman 외 6인, “Active Server Pages 3.0”, 정보문화사, 2000