

# 분산된 공장의 통합 모니터링을 위한 관리 기능 및 DATA의 표준화 방안

김윤기\*, 김병기\*\*

\*전남대학교 대학원 소프트웨어공학협동과정, \*\*전남대학교 전산학과  
e-mail : tigerkim@swan.kumho.co.kr, bgkim@chonnam.chonnam.ac.kr

## A Standard Plan of Management Function and Data for Total Monitoring of Dispersed Multi-Plant

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

\*Dept. of Software Engineering Corporation, Chonnam National University  
\*\*Dept. of Computer Science, Chonnam National University

### 요 약

국내의 여러 지역에 공장을 가동하고 있는 제조업체의 경우, 단위 공장의 가동 상황을 통합하여 모니터링해야 할 필요성이 증대되고 있으나, 기존 공장관리시스템은 이러한 요구를 반영하지 못하고 있다. 본 논문에서는, 이를 극복하기 위한 방안으로 개별 공장의 각 공장관리시스템과 연동하면서 전체 공장의 가동 현황을 통합하여 인터넷/웹 기반에서 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템의 업무 수행 기능과 관리해야 할 DATA에 대한 표준화 방안을 제시하였다.

### 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][3]. 이의 해결을 위해, 관리 조직의 변화와 더불어 정보시스템의 구성, 역할, 지원 범위 등도 함께 변화되어야 한다. 현재 단위 공장별로 설치되어 운영중인 MES 등의 공장관리시스템은, 제조 현장의 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계 및 분석하고 제공해주는 반면에, 국내외에 산재한 전체 공장의 운영 상황을 통합하여 제공해주는 기능은 고려되어 있지 않다.

본 논문에서는 이를 극복하기 위해, 회사의 경영자와 관리자가 시간과 장소에 구애 받지 않고 언제 어디서나 전체 공장의 운영상황을 통합하여 파악하며, 발생하는 문제점을 실시간으로 공유할 수 있는 모니터링시스템의 수행 기능과 관리 DATA에 대한 표준화 방안을 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존 공장관리시스템에 대한 관련 연구를 소개하고 3 장에서는 전체 공장을 통합하여 모니터링하는데 있어 발

생하는 문제점에 대해 알아본다. 4 장에서는 통합 모니터링을 위한 수행 기능 그리고 관리 DATA의 표준화 방안, 마지막으로 5 장에서는 본 연구 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. 공장관리시스템 연구

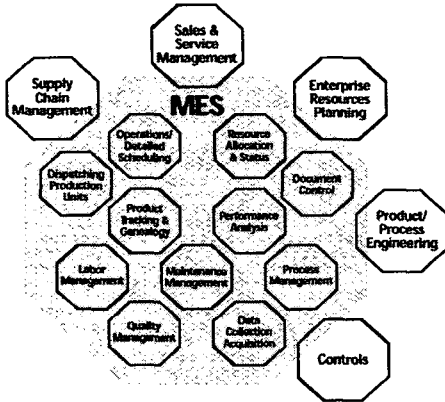
#### 2.1 MES (Manufacturing Execution System) 개요

MES는 1990년 초 미국의 메사추세츠주 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 MES로 정의하였다[5][7]. MESA International(국제 MES 협회)에서는 "주문 받은 제품을 최종 제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화 할 수 있는 정보를 제공하며 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. MES는 납기, 재고 회전율, 총수익, 현금 흐름 등을 개선 할 뿐 아니라 운영 자산에 대한 회수율도 좋게 한다." 라고 MES에 대해 설명하였다[9].

### 2.2 MES의 주요 기능

국제 MES 협회에서는, 공장의 모든 자원을 관리하며 해당 자원들의 변화 요인을 실시간으로 추적하고 파악할 수 있는 11 가지 기능으로 MES 를 구분하여 정의하였다. 제조업의 공장관리시스템은, MES 에서 제시한 공장 관리 표준기능을 자사의 환경에 맞게 구현되어 운영되고 있다[5][6][7][8][9].

### MES Functional Model



[그림 1] MES 기능 구성도

기능	처리내용
자원할당 및 상태 관리	자원의 상세한 이력을 제공하고 장비의 상태를 실시간으로 제공하여, 장비가 작업에 적절히 설치되었는지를 확인한다.
작업 및 상세 일정 관리	우선순위와 특성등에 근거한 순서를 제공하고 이동 패턴에 따른 정확한 설비 로딩을 위한 대체 공정과 중복/병렬 공정을 감안하여 작업 순서를 적절히 스케줄링 한다.
생산 단위 분배	jobs, orders, batches, lots, work orders 의 형태로 생산단위의 흐름을 관리한다.
문서제어	생산단위와 함께 유지되어야 하는 문서나 기록을 보관하고 제어한다.
데이터 집계 및 취득	생산단위별로 수집되어야 하는 정보를 정의하고 수집하는 Interface link 를 제공한다.
근로관리	최대 분 단위의 시간으로 작업자 상태 및 이력을 제공한다.
품질관리	생산제품의 품질 제어를 위해 생산 공정/설비로부터 수집된 측정값들의 실시간 분석을 제공한다.
공정관리	생산을 모니터링하고 자동적으로 현장을 제어하거나 운영자가 공정 수행능력을 향상시키거나 불필요한 낭비 요소를 제거하기 위한 의사 결정을 지원한다.
유지보수 관리	설비의 유지 보수를 위한 예방정비 활동을 추적하고 지시한다.
생산 추적 및 이력 관리	생산 제품의 생산 이력 및 제품에 결합된 부품의 이력을 관리함으로써, 향후 품질 개선의 infra 를 제공한다.
실행분석	생산 공정의 KPI(Key Performance Index)를 관리함으로써 생산성 향상을 위한 분석 기능을 제공한다.

[표 1] MES 처리 기능

### 3. 기존 공장관리시스템의 문제점

MES 로 대표되는 기존 공장관리시스템의 문제점을 크게 두가지 관점에서 정리하였다.

#### 첫째. 현 MES 는 단위 공장 관리에 적합한 개념이자 관리시스템이다.

제조 현장에서 발생하는 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계하여 분석 및 관리 기능을 제공해 주기 위해 구축된 MES 등의 공장관리시스템은, 단위 공장의 최적 관리를 위해 개발되었고, 공장이라는 LOCAL 지역 범위내의 사용자만을 고려하여 1/2-Tier 클라이언트/서버 구조로 되어 있다[10]. 공장 밖의 사용자를 위해서는 사용자 PC 또는 CLIENT 에 별도의 접속 환경을 SETUP 해야 한다. 따라서 접속 환경이 갖춰져 있는 위치를 벗어날 경우 해당 공장의 MES 를 접속하기가 용이하지 않다. 또한 개별 공장의 MES 에 접속하기 위해서 별도의 특별한 접속 환경을 갖춰야 할지라도, MES 가 개별 공장에 설치된 시점차이로 인하여 각 공장의 MES HOST 가 異機種일 가능성이 높으며(예: K사의 경우, K1 공장은 IBM AS/400, K2 공장은 Fujitsu FACOM M1400), 이럴 경우 별도의 GATEWAY 와 EMULATOR 를 설치하여 접속해야만 한다. 그러나 MES 별로 접근 방식, 화면의 형태 및 이동 순서, 표시되는 정보의 구성 등이 상이하고 계층화된 화면을 계속해서 이동하면서 TEXT Base 의 정보를 찾아 다녀야 하는 등의 문제점으로 인하여, 회사의 경영자와 관리자는 MES 에 접속을 기피한채 단위 공장의 공장 관리자에게 모든 관리를 일임하고, 필요시 해당 단위 공장의 관리자나 실무자에게 직접 전화나 면담을 통해서 상황을 파악하거나 보고를 받는 방식으로 공장 관리를 수행하여 왔다. 이러한 관리 방식은 자칫 상황을 왜곡시킬 수 있으며, 일부 현황에 대해서는 관리를 못하거나 지나쳐 버리는 문제를 야기시키곤 한다. 결국, 현재와 같은 정보시스템 구조로는 생산기지를 포함한 한 사업장이 국내외에 GLOBAL 하게 펼쳐져 있는 환경하에서, 經營者와 관리자는 수시로 변화되는 현장의 상황을 파악할 방법이 없는 것이다. 일정한 주기로 마감된 생산활동 결과만을 종합하여 분석해 보고 공장의 흐름을 파악할 수 밖에 없다.

#### 둘째. 현장 DATA 의 구성과 관리기준이, 공장별로 상이하다.

전체 공장의 현재 상황을 파악하기 위해서는, 각 단위 공장의 개별 MES 에 접속하여 11 가지 기능[표 1]별로 전개되는 화면 전체를 이동해 가면서 정보를 발췌하고 분석해야 한다. 그러나 개별 공장의 MES 에서 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. 또한 제조 현장의 문제는 공장내 여러 자원들간의 상호 인과관계에 의해서 발생하며, 하나의 변수가 다른 변수에게 지속적인 영향을 미치고 있는 경우가 대부분이다. 예를 들면, 공장에서 만들어진 제품의

성능을 검사했다니 부적합품으로 판명되었다고 하자. 대부분의 관리자는 해당 제품을 어떤 설비에서 누가 언제 만들었는지 그리고 현재 동일 규격을 생산해내고 있는 설비 또는 작업자는 누구인지를 당장 알고 싶어 할 것이다. 결국 현장의 정보는, 발생한 문제의 원인을 쉽게 파악하고 인과관계가 있는 정보를 계속해서 추적할 수 있도록 표현되어야 한다.

**4. 통합 모니터링을 위한 수행 기능과 관리 DATA 의 표준화 방안**

통합 모니터링을 위해 수행해야 할 기능, 기능을 제공하기 위한 관리 DATA 그리고 이를 구현하기 위한 시스템 구조 측면에서 표준화하였다.

**4.1 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.

업무	상세 내용
現時點 상황 파악	<p>▶<b>全 공장 생산 진척현황 파악</b></p> <p>전체 공장의 현시간의 작업 진척현황을 한눈에 파악할 수 있도록 구성하며 공장의 전체적인 작업이 계획대로 순조롭게 진행되고 있는지를 판단하는 기준으로 실시간 작업진척 현황정보를 제공한다.</p>
	<p>▶<b>全 공장 설비 가동현황 파악</b></p> <p>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.</p>
	<p>▶<b>全 공장 생산 제품 품질현황 파악</b></p> <p>공장에서 생산하고 있는 제품에 대한 불량정보를 실시간으로 제공하며, 제품별, 항목별, 설비별 불량률 등을 모니터링할 수 있도록 한다.</p>
前日 상황 파악	<p>▶<b>各 공장별 생산 활동결과 파악</b></p> <p>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 모니터링할 수 있도록 한다.</p>

[표 2] 통합 모니터링을 위한 수행 업무

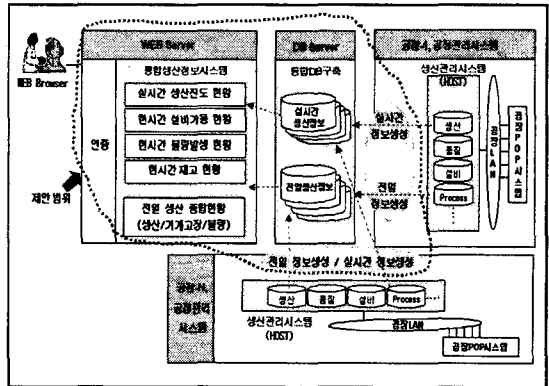
**4.2 관리 DATA**

자료가 발생하는 시점과 사용자들이 필요로 하는 수준, 공장간에 구축된 Network 의 부하, 필요한 자료를 생성해야 하는 각 단위 공장별 공장관리시스템의 성능 등을 고려하여, 전체의 자료를 기준으로 중요도와 발생 빈도에 따라 이를 그룹화하였고, 관리 및 집계 기준도 설정하였다.

- ① 1 그룹 : 공장관리의 핵심이면서, 발생 시점에 즉시 확인이 필요한 자료

- 항목 : 공장/설비별 실시간 생산 진척율, 설비별 가동 상황, 설비별 생산 상황, 제품/설비/요인별 불량 발생 현황
- 집계주기 : 每 5분 단위
- ② 2 그룹 : 공장관리에 필수적으로 요구되나, 발생하는 시점에서 실시간으로는 필요하지 않는 자료
- 항목 : 제품별 생산 진척 현황, 제공품 재고
- 집계주기 : 每 20분 단위
- ③ 3 그룹 : 공장관리에 있어 참조적으로 요구되며, 실시간으로 변화하지 않는 자료
- 항목 : 공장별 생산 실적종합 현황, 공장/공정별 기계 고장 현황, 제품/요인별 불량 발생 현황
- 집계주기 : 1회/日 (※ 일별 마감후 집계)

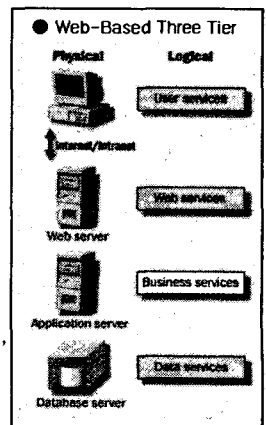
[그림 2]에서는 전체 공장의 현황을 통합하여 모니터링하기 위해 필요한 관리 DATA 의 구성과 흐름을 보여준다.



[그림 2] 관리 DATA 의 구성 및 흐름

**4.3 시스템 구조**

전체 공장의 통합 모니터링을 위해 WEB Based 3-Tier 모델을 채택한다[그림 3]. 단위 공장의 공장관리시스템이 상호 이기종일 수 있으며 국내외에 분산되어 있으므로, 개별 공장의 HOST DB 를 ACCESS 하는 방식은 지양하고, 별도의 WEB SERVER 와 DB SERVER 를 구성한다. 자원의 효율적 이용과 유지비용 최소화를 고려하여, 필요시 WEB Based 3-Tier 모델에서 WEB SERVER 와 Application SERVER 를 하나로 통합할 수도 있다.

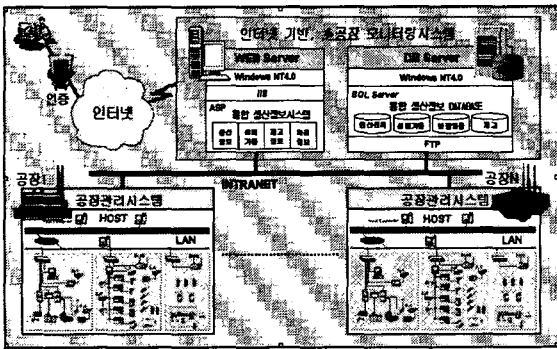


[그림 3] 시스템 모델

각 공장관리시스템의 DATABASE는 개별 공장에 적합한 형태로 구성되어 서로 호환할 수 없고, 관리하는 형태도 다르기 때문에, 전체 공장의 현황 정보를 통합하여 관리해 주는 별도의 DB 구성이 요구된다. 그리고 각 공장에서 매번 실시간으로 새롭게 만들어진 자료를 수신 하여 갱신하며 별도의 누적 데이터는 관리하지 않으므로, 안정감보다는 편의성과 비용을 고려하여 DB Server를 선정해야 하며, 본 논문에서는 Microsoft사의 Sql-Server를 선정한다.

WEB Application의 개발 Tool로는 개발의 복잡성과 효율성 그리고 유지보수의 용이성을 고려하여 선정해야 하며, 본 논문에서는 Microsoft사의 ASP(Active-X Server Page)를 선정하며, MS Solution은 WEB Service를 위해 IIS(Internet Information Server)가 필요하다[11][12].

이상의 기준을 고려하여 인터넷/웹 기반하에서, 전체 공장의 현재 가동 상황을 언제 어디서나 모니터링할 수 있는 시스템의 구조를 제시한다[그림 4].



[그림 4] 통합 모니터링시스템의 구조

### 5. 결론

조직의 경쟁력 강화 및 생존을 위하여 국내외에 다공장 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. 이를 해결하기 위해서는 공장에서 직접 근무하고 관리하는 단위 공장의 관리자 및 실무자는 물론이고 회사의 임직원 모두가 국내외 여러 공장에서 현재 어떤 제품을 만들어 내고 있고, 무슨 문제가 발생하고 있는가를 동시에 실시간으로 공유해야만 한다. 인터넷/웹으로 대표되는 IT(Information Technology, 정보기술) 또한 조직의 생존을 위한 관리목표 달성에 보다 적극적으로 기여해야 하며[1][2][3], 그렇게 하기 위한 노력으로 전체 공장의 현황을 통합하여 모니터링할 수 있는 시스템과 수행 기능 그리고 관리 DATA에 대한 표준화 방안을 연구하고 제시하게 되었다.

향후, 본 연구 결과를 바탕으로 인터넷/웹 기반의 다공장 모니터링시스템을 설계 및 구현하고자 하며, 구현된 결과를 K 주식회사의 타이어사업부의 통합 공장 관리에 적용하고자 한다. 참고로 K 주식회사 타이어사업부는 국내 두 곳(광주, 곡성)과 해외 한 곳(중국 南京)에 공장을 운영하고 있으며, 국내 특정 지역에 공장 1 개소를 증설하기 위한 팀을 운영하고 있다.

그러나 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 공장관리시스템이 운영되고 있어야 한다는 점이다. 이러한 전체 조건이 만족되고 있는 경우에 본 논문에서 제시한 표준화 방안은 유효하다. K 주식회사 타이어사업부는, 수년 전부터 MES의 개념을 이해하고 나름의 기능을 자체적으로 설정하고 구현하여 운영해 왔으며, 이제 그러한 토대위에 인터넷/웹 기반하에서 전체 공장을 통합하여 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템의 구현이 가능하게 된 것이다.

### 참고문헌

- [1] 오해진, "디지털 시대의 뉴패러다임과 정부, 기업 및 사회의 변화", 한국CIO포럼, 2000
- [2] 조남재, "대기업의 e-Biz 진출 전략", 한양대학교 경영학부, 2000
- [3] 휴넷㈜, "경영전략과 인터넷", <http://www.hunet.co.kr>
- [4] Arie de Geus, "The Living Company", 세종서적, 1998
- [5] ACS㈜, "POP과 MES", <http://www.acs.co.kr>
- [6] 아시아유니파이정보㈜, "MES/POP Solution", <http://www.pmpack.com>
- [7] 한국과학기술원 산업공학과, "MES 구현위반 지능형 스케줄링시스템 개발", <http://iel.kaist.ac.kr/~bk21>
- [8] ANSI/ISA-95.00.01-2000, "Enterprise Control System Integration Part 1: Models and Terminology", 2000, <http://www.isa.org>
- [9] MESA International, "MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities", <http://www.mesa.org>
- [10] 류태형외 2인, "SCM 하에서의 MES의 역할", LG-EDS, 2001
- [11] Chris Ullman 외 6인, "Active Server Pages 3.0", 정보문화사, 2000
- [12] 정원혁, "MS 전문가로 가는 지름길 1: SQL Server 2000", 대림출판, 2001