

제조실행시스템의 기능 보안을 위한 웹 기반 공장 모니터링시스템의 설계 및 구현

김 윤 기[†]·강 문 설^{††}·김 병 기^{†††}

요 약

인터넷으로 대표되는 디지털 환경은 생활 전반에 걸쳐 엄청난 변화를 주고 있으며 산업체의 비즈니스 방식과 업무 수행 방식을 빠른 속도로 바꾸어 놓고 있다. 전통 산업인 제조업체에도 인터넷과 웹 관련 기술, 초고속정보통신망을 활용하여 기존의 업무 프로세스를 개선하고 생산성 향상 및 관리 효율을 극대화하고자 하는 e-전환(e-Transformation)의 추진이 활발하게 전개되고 있다. 본 논문에서는 공장의 관리 효율 제고를 목적으로 국내외에 분산된 공장들의 현재 시점 가동 현황을 통합하여 언제 어디서나 모니터링하기 위한 웹 기반 공장 모니터링시스템을 설계하고 구현하였다. 제안된 시스템은 웹 기반의 시스템 구조와 수행 기능, 그리고 관리 데이터를 표준화시키고, UML(Unified Modeling Language)을 이용하여 설계하였으며, ASP(Active Server Pages)를 활용하여 웹 기능을 구현하였다. 구현된 웹 기반 공장 모니터링 시스템은 K 주식회사 타이어사업부의 두개 공장(K1, K2)을 대상으로 적용하고 있으며, 적용 결과는 전체 공장의 운영 상황을 종합적으로 파악하는데 매우 효율적인 것으로 평가되었다.

Design and Implementation of Web-based Factory Monitoring System for Complement MES

Yun Ki Kim[†]·Moon Seol Kang^{††}·Byung Ki Kim^{†††}

ABSTRACT

Digital environment that is represented to Internet is displacing business way of industry and business achievement way with the fast speed being giving great change on life whole. Improve existent business process utilizing Internet and Web connection technology, information superhighway to tradition industrialist manufacturer and e-Transformation's propulsion that wish to maximize productivity and administration efficiency is spread vigorously. In this paper, administration efficiency raising of Web-based factory monitoring system to do monitoring when everywhere integrating operation present condition current point of time of discrete factories in inside and outside of the country by purpose design and implemented. That is, do to normalize system structure and achievement function, and administration data of Web-based, and design using UML (Unified Modeling Language) and take advantage of ASP (Active Server Pages) and implemented web function. Implemented Web-based factory monitoring system is applying two factory (K1, K2) of K CO., LTD. tire operation division to caravan, and application result was evaluated by very efficient thing to grasp operation situation of whole factory synthetically.

키워드 : 제조실행시스템(MES), 웹(WEB), 모니터링(Monitoring), 이기종(Heterogeneous), UML(Unified Modeling Language), e-전환(e-Transformation), ASP(Active Server Page)

1. 서 론

IMF사태이후 국내외 여러 지역에 분산된 공장 체제를 유지하고 있는 제조업체의 경우 구조조정의 정례화로 조직은 점차 통합되고 축소되고 있지만, 생산성품질원가 등의 주요 관리지표는 계속해서 향상시켜야 하는 등의 이중 부담을 안고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 제조업 내부의 관리 조직의 변화와 더불어 정보시스템의 구성, 역할, 지원 범위 등도 함께 변화되어야 한다[1-4].

현재 단위 공장별로 설치되어 운영중인 제조실행시스템(MES : Manufacturing Execution System) 등 공장관리시스템은 제조 현장의 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계하고 제공해주는 반면에, 국내외에 분산된 전체 공장의 운영 상황을 통합하여 제공해주는 기능은 고려되어 있지 않다. 따라서 제조업체의 기존 공장관리시스템이 안고 있는 한계를 극복하고, 인터넷과 웹 관련 기술과 초고속 전용 통신망을 활용하여 기존의 업무 프로세스를 개선하고 생산성 및 관리 효율을 극대화하기 위한 e-전환(e-Transformation)을 추진하여 제조업체에서 운영하고 있는 기존 공장관리시스템이 안고 있는 문제점을 해결하여 효율적인 운영 방안의 마련에 대한 요구가 증가하고 있다.

† 정 회 원 : 전남대학교 대학원 소프트웨어공학협동과정
†† 종신회원 : 광주대학교 컴퓨터전자통신공학부 교수
††† 종신회원 : 전남대학교 컴퓨터정보학부 교수
논문접수 : 2002년 4월 3일, 심사완료 : 2002년 5월 30일

본 논문은 국제화 사업 환경 하에서 제조업의 경영자와 관리자가 시간과 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 전체 공장의 운영상황을 통합하여 파악하고 발생하는 문제점을 실시간으로 공유할 수 있도록 지원하기 위한 웹 기반의 공장 모니터링시스템을 설계하고 구현하여 현장에서 운영하고 있는 사례 연구이다. 개별 공장관리시스템의 메인프레임이 이기종이고 데이터베이스 관리시스템(DBMS : Data Base Management System) 또한 상호 다르게 구성되어 있는 점을 감안하여 개별 공장의 호스트 데이터베이스를 직접 접근하는 방식은 지양하고, 별도의 인터넷과 웹 기반의 3 계층 클라이언트/서버(3-tier Client/Server) 구조를 채택하였고, 각 단위 공장의 현재 운영 상황을 통합하여 파악할 수 있는 기능과 관리해야 할 데이터를 발췌하여 이를 전체 공장에 동일하게 적용할 수 있도록 표준화했으며, 표준화된 정보가 개별 공장의 공장관리시스템으로부터 일정한 주기로 웹 기반 공장 모니터링시스템의 데이터베이스 서버에 전송되어 축적될 수 있도록 갱신 체계를 확보하였다. 또한 축적된 공장 현황 정보를 웹-브라우저를 통하여 효율적으로 활용할 수 있도록 사용자 인터페이스에 대한 기준과 원칙도 함께 마련하였다. 특히, 설계 단계에서는 UML(Unified Modeling Language) 기법을 적용하였고, ASP(Active Server Pages)를 적용하여 모든 웹 기능을 구현하였으며, 구현된 결과는 K주식회사 타이어사업부의 두개 공장(K1 : 광주, K2 : 곡성)을 대상으로 임직원 모두가 활용할 수 있도록 관련 자원을 구입하여 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 제조업체에 도입되어 운영중인 공장 관리시스템에 대한 관련 연구와 전체 공장을 통합 모니터링하는데 있어 발생하는 문제점등에 대해 알아보고, 3장에서는 웹 기반 공장 모니터링시스템의 설계 내용을 기술하며, 4장에서는 구현 결과와 평가 내용을 소개한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

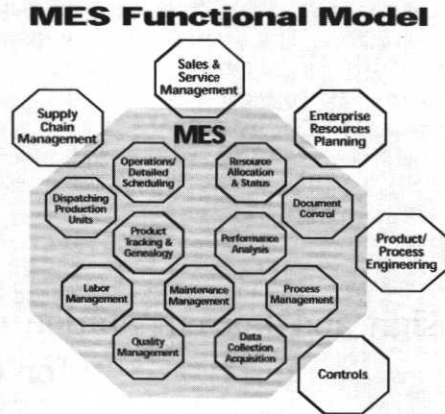
2.1 MES(제조실행시스템) 개요

MES(Manufacturing Execution System, 제조실행시스템)는 제조업의 공장 관리를 위한 개념이자 구현 도구이다. MES는 1990년초 미국의 메사추세츠주 보스턴시에 소재한 컨설팅회사 AMR(Advanced Manufacturing Research)사에서 최초로 소개되었으며, 제조업의 시스템 계층 구조를 계획-실행-제어의 3계층으로 구분하여 실행의 기능을 MES로 정의하였다[5]. MESA International(국제 MES협회)에서는 “주문 받은 제품을 최종제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화 할 수 있는 정보를 제공하며, 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시대응보고 하며, 이에 따라 공장에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께 변화에 발

리 대응할 수 있게 함으로써 공장 운영 및 공정의 효과를 높인다.” 라고 MES에 대해 설명하였다[9].

2.2 MES 기능

국제 MES 협회에서는 공장의 모든 자원을 관리하고 해당 자원들의 변화 요인을 실시간으로 추적 및 파악할 수 있는 11가지 기능을 (그림 1) 및 <표 1>과 같이 MES를 구분하여 정의하였다[5-9].



(그림 1) MES 기능 구성도

<표 1> MES의 상세 처리 기능

MES 기능 구분	상세 내용
Resource Allocation & Status	자원의 세부이력과 장비를 실시간으로 공정 흐름에 적절하게 set-up되도록 보장한다
Operations/Detailed Scheduling	우선순위와 특성등에 근거한 순서를 제공하고 이동 패턴에 따른 정확한 설비 로딩을 위한 대체 공정과 중복/병렬 공정을 감안하여 작업 순서를 적절히 스케줄링한다.
Dispatching Production Units	jobs, orders, batches, lots, work orders의 형태로 생산단위의 흐름을 관리한다.
Document Control	생산단위와 함께 유지되어야 하는 문서 및 기록을 보관하고 제어한다.
Data Collection & Acquisition	생산단위별로 수집되어야 하는 정보를 정의하고, 수집하는 인터페이스 link를 제공한다.
Labor Management	최대 분 단위 시간으로 작업자의 상태 및 이력을 제공한다.
Quality Management	생산제품의 품질 제어를 위해 생산 공정/설비로부터 수집된 측정값들의 실시간 분석을 제공한다.
Process Management	생산을 모니터링하고 자동적으로 현장을 제어하거나 운영자가 공정 수행능력을 향상시키거나 불필요한 낭비 요소를 제거하기 위한 의사결정을 지원한다.
Maintenance Management	설비 유지보수를 위한 예방정비 활동을 추적/지시한다.
Product Tracking & Genealogy	생산제품의 생산 이력 및 제품에 결합된 부품의 이력을 관리 함으로써 향후 품질 개선의 인프라를 제공한다.
Performance Analysis	생산공정의 KPI(Key Performance Index)를 관리 함으로써 생산성 향상을 위한 분석 기능을 제공한다.

2.3 기존 MES의 한계 및 문제점

현재 운영하고 있는 MES의 한계 및 문제점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 현 MES는 단위 공장 관리에 적합한 개념이자 시스템이다. 제조 현장에서 발생하는 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계 및 분석 기능을 제공하는 공장관리 도구인 MES는 단위 공장별로 설치 및 운영되고 있으며, 전사적자원관리(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 국내의 여러 지역에 분산되어 있는 전체 공장의 실시간 운영 상황을 통합하여 제공해주는 기능은 아직까지 고려되어 있지 않다[10].

둘째, 현장 데이터의 구성과 관리기준이 공장별로 상이하여 MES별로 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 종합적으로 파악해내기는 거의 불가능하다. MES의 도입시점 차이로 인하여 공장별 MES 호스트가 이기종(異機種)일 가능성이 높으며(예 : K 사의 경우, K1 공장은 I사의 AS/400, K2 공장은 F 사의 FACOM M1400), 이럴 경우 별도의 게이트웨이(Gateway)와 에뮬레이터(Emulator)를 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 MES별로 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 한 눈에 파악하는 일이 그렇게 쉬운 일이 아니며 상당한 시간을 필요로 한다. 접속 환경이 갖춰진 위치를 벗어나게 되면 그마저도 사용할 수가 없다. 따라서 회사 경영자와 관리자는 공장별 MES에 접속을 기피한 채, 단위 공장의 관리자 및 실무자와 전화나 면담을 통해서 상황을 파악하고 업무를 수행한다. 그러나 이러한 관리 방식은 자칫 상황을 왜곡시킬 수 있으며, 일부 현황에 대해서 관리를 못하거나 지나쳐 버리는 문제를 야기시키곤 한다.

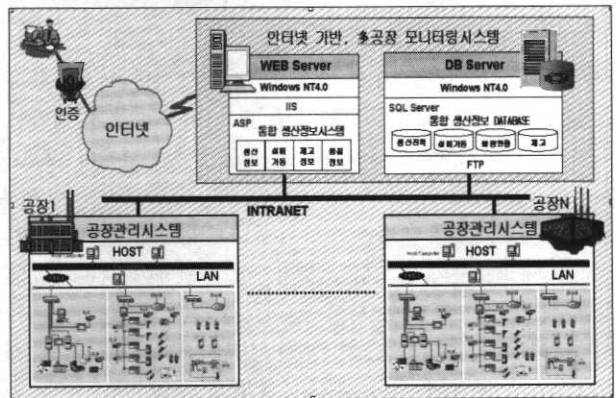
셋째, 정보의 표현이 단순 나열식이어서 정보간 연계성을 찾기에 비효율적이다. 개별 MES에 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 파악하기 위해서는 <표 1>에서 제시한 MES의 11가지 기능별 메뉴 방식에 의해 전개되는 전체 화면을 이동해 가면서 정보를 분석하고 필요 정보를 발췌하고 분석해야 한다. 그러나 제조 현장의 문제는 공장내 여러 자원들간의 상호 인과관계에 의해서 발생하며, 하나의 변수가 다른 변수들에게 계속적인 영향을 미치고 있는 경우가 대부분이다. 공장에서 만들어진 제품 또는 반제품의 성능을 검사했더니 부적합품으로 판명되었다고 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. 따라

서 현장 정보는 발생한 문제의 원인을 쉽게 파악하고 인과관계가 있는 또 다른 정보를 계속해서 추적할 수 있도록 구성되고 전개되어야 한다.

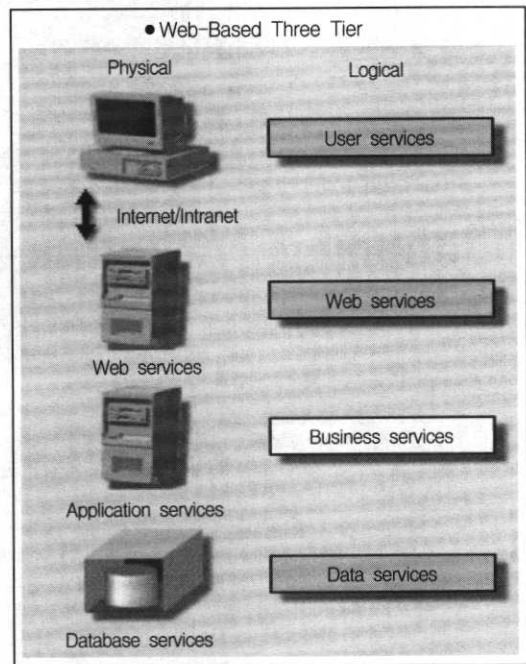
3. 웹기반 공장 모니터링시스템의 설계

3.1 시스템 구조

MES로 대표되는 기존 공장관리시스템의 한계를 극복하는 방안으로 언제 어디에서나 전체 공장의 현재 가동 상황을 통합하여 모니터링할 수 있는 웹 기반의 공장 모니터링 시스템의 구조를 (그림 2)와 같이 표현하였다. 특히, 단위 공장에는 이미 최적의 MES등의 공장관리시스템이 구축되어 운영중이며, 공장내 모든 자원의 변화되는 상황 정보를 실시간으로 집계하여 관리하고 있다는 전제하에서 제안한



(그림 2) 웹기반 공장 모니터링시스템의 구조



(그림 3) 3계층 시스템 모델

공장 모니터링시스템의 구조가 타당하다고 할 수 있다. 공장 모니터링시스템에서 관리되는 자료는 기본적으로 각 개별 공장관리시스템으로부터 FTP(File Transfer Protocol) 방식으로 전송되어온 데이터를 바탕으로 구성된다. 다(多)공장 모니터링시스템은 (그림 3)과 같이 웹 기반 3 계층(Web-based 3-Tier)을 채택했으며, 기능의 원활한 수행을 위해 별도의 웹 서버와 데이터베이스 서버로 구성하였다. 참고로 자원의 효율적 이용과 유지비용 최소화를 고려하여 웹 서버와 어플리케이션 서버는 하나로 통합하여 구성하였다. 그러나 향후 성능에 문제가 생긴다면 다시 분리하는 방안도 생각해 볼 수 있다.

각 공장관리시스템의 데이터베이스는 개별 공장에 적합한 형태로 구성되어 서로 호환할 수 없고, 관리하는 형태도 다르기 때문에 전체 공장의 현황 정보를 통합하여 관리해주는 별도의 데이터베이스 구성이 요구된다.

그리고 각 공장에서 매번 실시간으로 새롭게 만들어진 자료를 수신하여 갱신하며 별도의 누적 데이터는 관리하지 않으므로 안정감보다는 편의성과 비용을 고려하여 데이터베이스 서버를 선정해야 하며, 본 논문에서는 M사의 SQL-서버를 채택하였다[14].

웹 어플리케이션의 개발 도구로는 개발의 복잡성과 효율성, 그리고 유지보수의 용이성을 고려하여 선정해야 하며 본 논문에서는 마이크로소프트사의 ASP(Active-X Server Page)를 채택하였다[11, 12]. 참고로 M사의 솔루션은 웹 서비스를 위해 IIS(Internet Information Server)가 필요하다[13].

3.2 시스템 수행 기능

<표 2> 웹 기반 공장 모니터링시스템의 수행 기능

업무 구분	상 세 내 용
현시점 (現時点) 상황 파악 기능	<ul style="list-style-type: none"> ● 다공장 생산 진척현황 파악 전체 공장의 실시간의 작업 진척현황을 한눈에 파악할 수 있도록 구성하며 공장의 전체적인 작업이 계획대로 순조롭게 진행되고 있는지를 판단하는 기준으로 실시간 작업진척 현황정보를 제공한다. ● 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.
	<ul style="list-style-type: none"> ● 다공장 제품 품질현황 파악 공장에서 생산하고 있는 제품에 대한 불량정보를 실시간으로 제공하며, 제품별/불량 항목별/설비별 불량률 등을 모니터링할 수 있도록 한다.
전(前)일 상황 파악 기능	<ul style="list-style-type: none"> ● 각 공장별 생산 활동결과 파악 24시간 가동되는 공장 환경에서, 경영자 및 관리자에게 전일(前日) 야간의 작업상황을 파악하도록 하기 위해 본 기능이 필요하다. 전일의 생산 진척결과, 설비 고장발생 내역, 불량발생 현황 등을 모니터링할 수 있도록 한다.

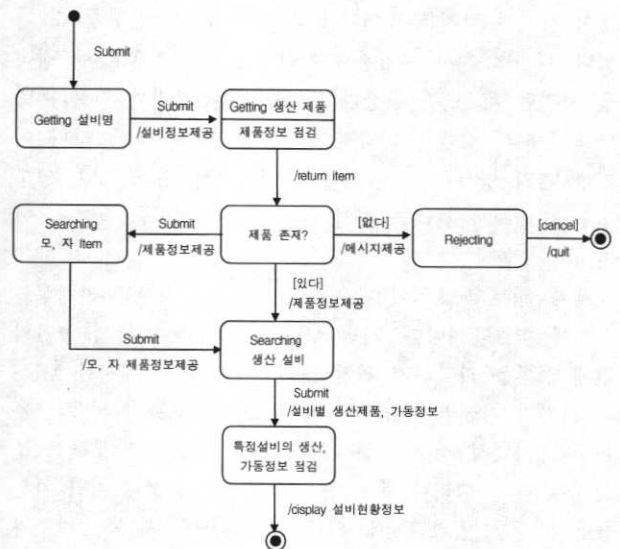
전체 공장의 변화되는 상황을 실시간으로 모니터링하고

신속한 의사결정을 내리는 것이 공장 관리의 핵심 업무이며, 이러한 역할을 원활하게 수행할 수 있도록 다공장 모니터링시스템의 업무 수행 기능을 크게 현시점의 상황과 24시간 가동되는 공장의 경우를 반영하여 전일(前日)의 상황을 파악할 수 있는 기능으로 구성하였다.

상기의 공장 모니터링시스템에서 수행해야 할 기능에 대해 UML(Unified Modeling Language)을 적용하여 설계하였으며, 본 논문에서는 설비가동 상태를 감시하고 불가동 설비에 대한 조치를 위해 처리하는 기능을 중심으로 상태 다이어그램(State Diagram)과 순차 다이어그램(Sequence Diagram)을 예제로 제시한다[15, 16].

3.2.1 설비 상세정보 현황의 상태 다이어그램

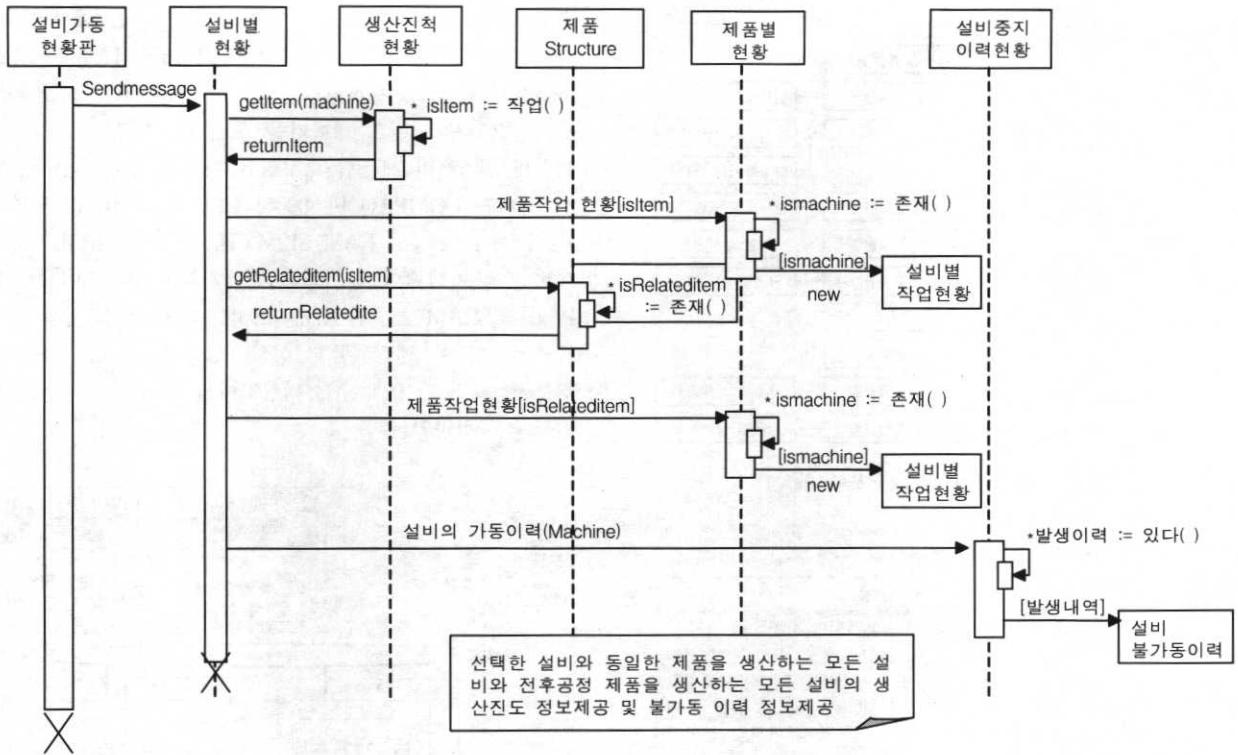
(그림 4)는 설비 현황판 정보에서 사용자가 선택한 특정 설비에 대해 상세정보를 제공하는 과정을 상태 다이어그램으로 모델링한 내용으로 처리 절차를 살펴보면 고장이나 미달에 의해서 정상적인 작업이 진행되지 않는 설비를 사용자가 선택한 이후 작업이 시작되는데, 설비에서 현재 작업중이거나 계획중인 제품의 정보를 찾는다. 그 후 동일 제품을 생산하고 있는 선택 설비를 포함한 모든 설비에 생산 진척정보와 설비의 가동정보, 제품의 품질정보를 제공한다. 선택된 제품을 생산하는 과정에는 모(母)품목, 자(子)품목이 존재하며, 이러한 품목의 정보를 찾아내어 생산하고 있는 설비의 정보와 설비별 생산진척, 설비 가동 정보 등을 제공하게 된다.



(그림 4) 설비 상세정보현황 상태 다이어그램

3.2.2 설비 가동현황 및 상세정보의 순차 다이어그램

(그림 5)는 설비 가동상황을 파악하고 발생한 문제점에 대해 신속하게 조치하기 위한 판단자료를 사용자에게 제공해주는 부분을 정의한 다이어그램이다.



(그림 5) 관리 데이터의 구성과 흐름

3.3 관리 데이터

데이터가 발생하는 시점과 사용자들이 필요로 하는 수준, 공장간에 구축된 네트워크의 부하, 필요한 데이터를 생성해야 하는 각 단위 공장별 공장관리시스템의 성능 등을 고려하여, 전체 데이터를 기준으로 중요도와 발생 빈도에 따라 이를 그룹화하였고 관리하는 기준도 설정하였다.

① 1그룹 : 실시간 정보

- 기준 : 공장관리의 핵심이면서, 발생 시점에 즉시 확인이 필요한 자료
- 데이터 : 공장/설비별 실시간 생산 진척율, 설비별 가동상황, 설비별 생산상황, 제품/설비/요인/작업자 불량 발생현황
- 집계 주기 : 매 5분

② 2그룹 : 현재 상황 정보

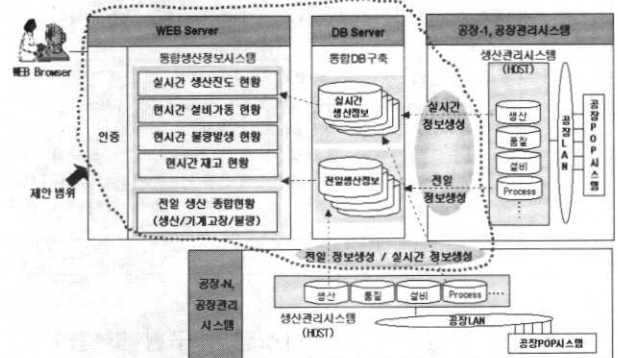
- 기준 : 공장관리에 필수적으로 요구되나 발생하는 시점에서 실시간으로는 필요하지 않는 자료
- 데이터 : 제품별 생산 진척 현황, 제품품 재고 현황
- 집계 주기 : 매 20분

③ 3그룹 : 전일(前日) 작업결과 정보

- 기준 : 공장관리에 참조적으로 요구되며, 실시간으로 변화하지 않는 자료
- 데이터 : 공장별 생산 실적종합 현황, 공장/공정별 기계고장 현황, 공장/제품/요인별 불량 발생현황

- 집계 주기 : 1회/일

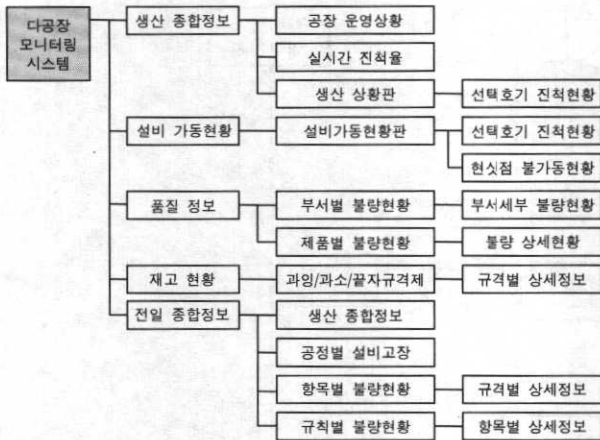
(그림 6)은 전체 공장의 현황을 통하여 모니터링하기 위해 필요한 관리 데이터의 구성과 그 흐름을 개략적으로 나타내었다.



(그림 6) 관리 데이터의 구성과 흐름

3.4 시스템 제공 화면

다공장 모니터링시스템의 구성은 (그림 7)과 같이 현시점의 공장 진행현황 정보와 전일의 생산 현황정보로 분류하여 구성되었고, 현시점의 정보는 제공되는 데이터의 성격별로 구분하여 생산 진척정보, 설비별 가동상태, 제품의 품질정보, 제품품 재고정보 등의 4개 화면으로 구성하였다. <표 3>은 메인 화면의 구성을 나타내었다.



(그림 7) 다공장 모니터링시스템의 구성

<표 3> 화면별 제공기능 소개

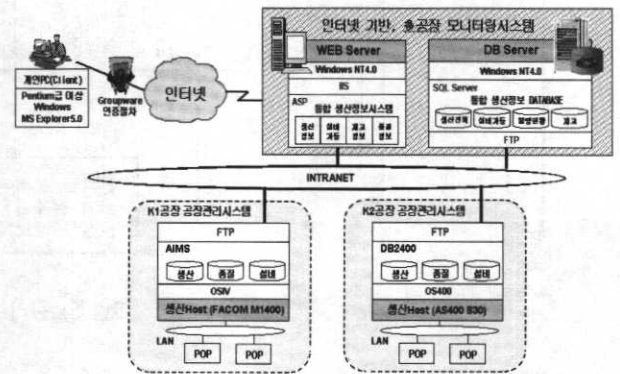
화면	상세 특징
생산 진척율	전체 공장의 현 시점까지의 계획 대비 실적 및 달성율, 현재의 추이를 감안할 때 예상되는 예상 달성율, 현시점까지 불량 발생을 등을 공장별로 종합된 정보와 설비별로 세분화된 정보를 제공한다. 설비별 세분화 정보는 화면 크기의 제약 때문에 단위 소공장 및 공정 단위로 분리하여 구성한다.
설비 가동상태	공장 설비의 현재 가동상태와 불량 발생설비의 불가동 상세정보(내역, 발생시각, 조치내역등) 등을 제공하며, 화면 크기의 한계성으로 공장 및 공정별로 분리하여 구성한다.
불량 발생현황	기준으로 현재까지 작업을 진행하면서 발생한 불량에 대한 정보로, 불량을 발생시킨 책임 부서별 그리고 불량 요인별로 그 현황을 제공한다.
제공품 재고	전/후 공정의 생산 진행 Balance를 점검하여 전공정의 생산 장애가 후공정에 미치는 영향을 최소화되도록 현시점의 재고상황을 관리하는 화면이다. 전/후 공정의 재고와 제품을 생산하는 설비와 그 설비의 상태, 작업계획의 상태 등의 종합적인 화면이 제공된다.
전일 생산활동 결과종합	전일의 공장 생산 진척결과를 종합하여 제공하는 화면으로, 24시간의 공장 가동체제와 경영자와 관리자의 8시간 근무체제의 간격을 보완해주기 위해서 제공한다. 아침에 출근한 관리자에게 현재의 공장 상황만으로는 공장의 정확한 현황을 판단하는 데는 어려움이 발생한다. 따라서 야간의 작업 상황을 알려주어 현재의 문제를 정확히 판단하고 신속한 의사결정을 내리는데 도움을 줄 수 있는 자료로 구성되어 있다.

4. 웹기반 공장 모니터링시스템의 구현 및 평가

4.1 구현 환경

웹 기반 공장 모니터링시스템은 (그림 8)과 같이 웹 서버, 어플리케이션 서버와 데이터베이스 서버로 구성되어 현재 K사의 K1공장에 설치되어 있으며, 기본적으로 M사의 솔루션으로 구현하였다. 웹 서버는 IIS(Internet Information Server), 데이터베이스 서버는 SQL-서버로 구성되었고, 웹 어플리케이션 개발은 ASP(Active-X Sever Pages)를 적용하였다. 기존 K1공장은 F사의 FACOM-M1400을 호스트로, K2공장은 I사의 AS/400~830을 호스트로 하는 공장관리시

스템을 보유하여 MES를 구현하고 있다. 기존 공장의 공장 관리시스템과의 데이터 전송은 FTP(File Transfer Protocol) 방식으로 구현하였다. 기존 공장(K1, K2)의 공장관리 시스템으로부터 필요 데이터를 수신하여 일련의 기능을 수행한다. 각 서버 시스템의 사양은 다음과 같다. 데이터베이스 서버는 COMPAQ PL3000의 CPU Pentium III 500Mhz *2(Two Process)/RAM 512M/HDD 72GB (18GB * 4), 웹 서버는 데이터베이스 서버와 동일 기종이나 CPU는 One Process/RAM 256M/HDD 18GB (9GB * 2)를 채택하였다. 개발된 화면은 펜티엄급 이상의 PC와 Explorer 5.0 웹 브라우저, 그리고 1024×768 해상도에서 최적으로 디스플레이 되도록 구성하였다.

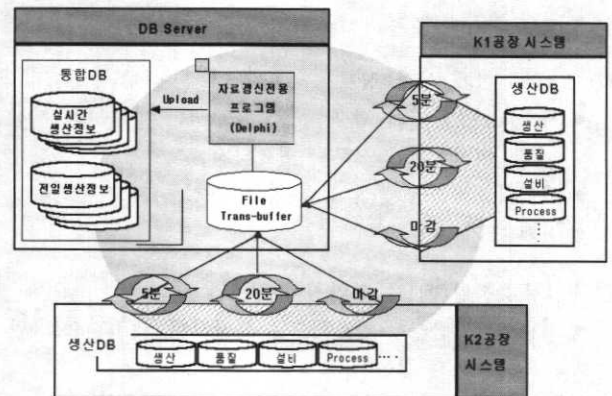


(그림 8) 다공장 모니터링시스템의 구현 환경

4.2 구현 결과

4.2.1 기초데이터 집계 및 갱신

공장에서 매 주기별로 생성된 자료들은 FTP 방식으로 공장 모니터링시스템의 데이터베이스 서버에 전송되며, 데이터베이스 서버로 전송된 각 공장별 파일들은 준비된 데이터베이스 버퍼에 저장되고, 미리 개발해 놓은 데이터베이스 업로드(DB upload) 전용 프로그램이 매 5초 단위로 상시 감시하여 적정한 데이터베이스에 갱신시키며, 이때 단계별로 발생되는 파일의 종류와는 관계없이 발생하는 순서에



(그림 9) 기초자료의 집계 및 갱신 과정

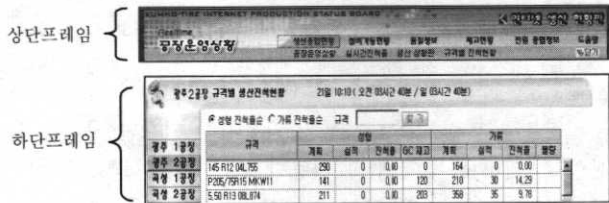
따라 데이터베이스 서버 해당 데이터베이스에 갱신되도록 하였다. 이렇게 각 공장에서 전송된 자료를 수신하여 데이터베이스에 갱신하는 역할을 담당하는 프로그램을 델파이(Delphi)로 개발하였으며, (그림 9)는 기초 자료의 생성 및 집계 과정과 델파이로 개발된 자료 갱신 전용 프로그램의 위치와 역할을 보여준다.

4.2.2 화면 구성의 기본 원칙

웹 기반 화면 개발의 효율성과 사용자 편의를 극대화하기 위해 웹 기반 화면과 화면에 표현되는 정보들의 표현 방식에 대한 기본 원칙을 수립하였다.

① 웹 기반 화면은 크게 2개의 프레임으로 나누어 구성한다.

상단부에는 계층 구조의 메뉴를 구성해야 하며, 사용자는 이 메뉴를 통해서 원하는 화면에 접근할 수 있다. 하단부에는 상세한 공장 관리정보가 표시된다.



(그림 10) 화면 프레임

② 신속한 의미 파악을 위해, 컬러를 충분히 활용한다.

정보에 컬러를 부여하여 정보의 의미를 쉽게 파악하도록 한다. 기계고장, 규격교체, 불량발생 등의 단위 설비의 불량 동 사유를 컬러로 범례화하여 표현하면, 가동되고 있지 않는 사유를 쉽게 파악할 수 있다.

고장	재료미비	불량	교체	B/D교체	기타	계획없음	지연
18							17
99							35 99
np	np	np	np	np	np	np	np np np np np
				65			
		99			84		
np		99			np		99
99	99	45					
	18			99			21 78 79
19							
			23 23		44		99

(그림 11) 정보의 COLOR화

③ 특정 정보와 연계된 기능의 제공을 위해 서브-메뉴를 마련한다.

상단부 프레임에 준비된 화면 이동 및 선택메뉴는 (그림 12)와 같이 계층화되어 있어 정보들의 연관된 의미를 찾아 내기는 쉽지 않다. 자료의 원인을 파악하기 위해 관련된 세

부 자료만을 부분적으로 선택하여 접근할 수 있도록 제공한다.

인척을	예상을	재고
27.1	96.8	2,016
***	87.5	15,143
전체	32,733	12,854

		88.3
		17,159

(그림 12) 서브-메뉴

④ 문제가 있는 정보를 클릭하면, 연계된 특정 화면으로 직접 이동한다.

어떠한 발생된 문제를 진단하고 조치를 하기 위해서는 관련된 세부정보를 필요로 하는 경우가 있게 된다. 이때 별도의 선택메뉴를 통해서 정보를 찾아가는 방법이 아니라, (그림 13)과 같이 정보를 직접 클릭하면 그 정보와 연관된 또 다른 준비된 정보가 바로 팝업되도록 해야 한다.

부서명	합계	점유율
[제조 3부 1과]	25	36.2
[제조 3부 2과]	21	30.4
[제조 2부 3과]	8	11.6
[제조 3부 3과]	8	11.6

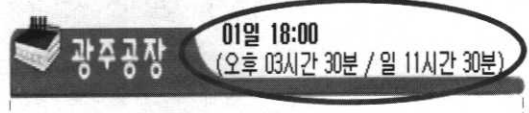
불량항목	불량	점유율	발생규격	규격별불량
P02 L F V	12	48.0	205/70 R15 L756 3R	10
			165/80 R13 04 KR11	1
광주2공장 가류 규격 (205/70 R15 L756 3R , R5V3BD5R)				

가류기정보	SIZE	오전	오후	마감
호기	BR PTN	계	실	계
		실	계	실
		계	실	계
		실	계	실
Total		224	168	224
		0	224	0
J06 KH	756	74	56	76
		0	74	0

(그림 13) 정보의 연계 제공

⑤ 정보의 최종 갱신 시간을 보여준다.

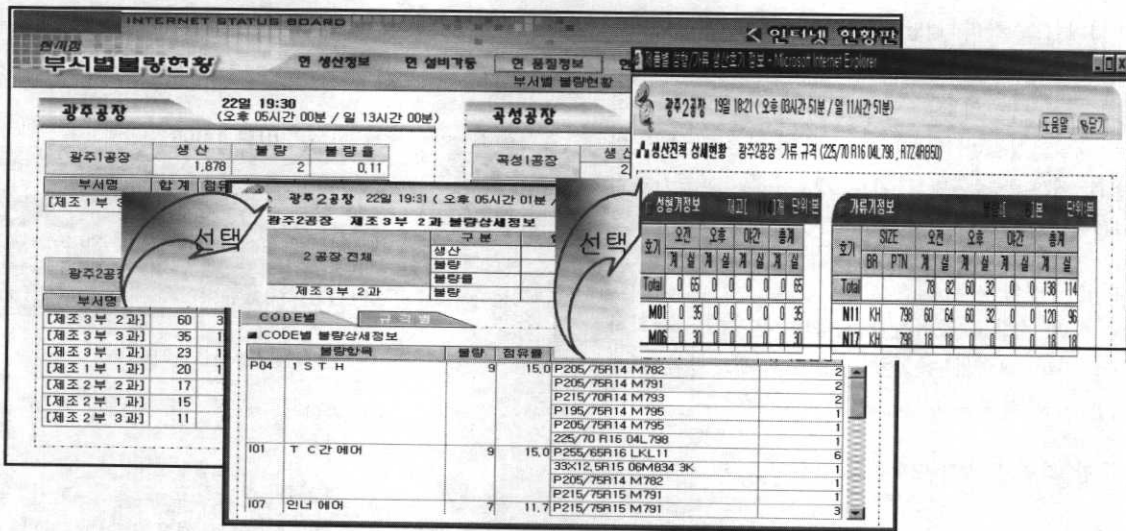
화면에 표시되는 정보가 어느 시점에서 최종 갱신되었는지를 사용자와 시스템관리자가 알아야, 시스템 장애로 인하여 자료 갱신이 되지 않았을 때 신속하게 인지하고 조치할 수 있다. 24시간 3 교대(3-Shift : 8시간/Shift) 체제로 운영되고 있는 공장의 경우, 날짜 구분이 00:00이 오전의 임의의 시간(예 : 7:00)이므로 3 교대 체제로 환산된 누적시간도 제공한다(그림14).



(그림 14) 자료의 갱신시간 및 생산 경과시간

4.2.3 개발 화면(예)

본 논문에서는 시스템을 이해하는데 필요한 최소한의 내



(그림 15) 불량품 발생 현황

용만 소개 한다. 현시점의 공장별/부서별/요인별 제품 불량 발생 현황은 (그림 15)와 같이 K1 공장과 K2 공장 그리고 각 공장의 소(小)공장(1, 2공장)까지 포함하여 현시점까지 양 공장에서 전체적으로 발생한 완제품 불량에 대해 불량 원인을 제공한 부서별로 할당하여 보여주며, 특정 부서를 클릭하면 불량 요인별로 구분하여 수량과 불량 발생한 제품 규격을 보여준다. 다시 규격을 클릭하면 해당 제품을 생산하고 있는 설비와 그 설비의 현재 상태 그리고 계획 대비 실적 등을 전/후 공정을 연계하여 계속해서 보여준다. 모든 화면이 이러한 “문제 접근”과 “원인 추적” 방식으로 구성되어 있다.

4.3 결과 분석

웹 기반의 공장 모니터링시스템을 K주식회사 타이어사업 부에 적용하여 얻어진 효과들에 대해 몇 가지 관점에서 정리하였다.

4.3.1 공장 관리방식

회사의 경영진과 통합 공장 관리자는 언제 어디서나 웹-브라우저를 통해 전체 공장의 모든 작업 진행현황과 주요 이슈들에 대해 소공장의 현장 관리자 및 실무자와 동일하게 인식하고 있다. 이로 인해 별도의 현상 파악 과정 없이 곧 바로 문제에 대한 조치 방안에 대해 실무자와 협의를 착수하는 형태로 공장의 관리방식이 전환되고 있다.

4.3.2 시스템 사용자

본 공장 모니터링시스템은 당초에 주 사용자로 설정했던 경영진 및 통합 공장관리자는 물론, 단위 소공장의 관리자 및 실무자 또한 적극적으로 사용한다. 현시점의 상황을 파악하는데 있어서 기존 공장관리시스템 보다 접근이 용이하면서 맞춤형, 그리고 원인 추적형 서비스를 통해 최소시간

을 소비하여 원하는 정보를 발췌해 낼 수 있어 선호하여 활용하고 있다. 물론 기존 공장관리시스템 또한 다공장 모니터링시스템과는 상호 보완적인 역할 분담을 하고 있다.

4.3.3 시스템 접근 장소 및 시간

공장 모니터링시스템은 웹-브라우저만 있으면 사내는 물론이고, 인터넷 망의 접속 인증만 획득했다면 국내외 어디에서나 언제든지 접속하여 공장의 현재 상황을 파악할 수 있다. 시간과 공간의 제약이 없어진 것이다. 이는 공장 관리방식은 물론이고 임직원의 근무 형태에도 상당한 변화를 가져오고 있으며 더욱 가속화 될 것이다.

4.3.4 현황 파악 소요시간

생산관리시스템이 전화 및 면담 방식인 경우, 양 공장의 현시점 진행 상황을 파악하는 데는 최소 1시간 이상이 소

<표 4> 시스템 적용을 통한 유형효과

<ul style="list-style-type: none"> ■ 시스템 구현 및 적용을 통한 유형효과: ₩129백만원/년 <ul style="list-style-type: none"> ● 단축된 정보 취득시간을, 사무COST로 환산하여 절감 효과 산출 □ 산출근거: 공장 관리에 직접 관여하고 있는 경영진 및 단위 소 공장 <ul style="list-style-type: none"> ○ 공장 관리자의 정보 취득시 단축되는 시간만 계산 ● 사용자: 경영진 5명, 양 공장의 관리자: <ul style="list-style-type: none"> 부장급 8명(K1: 5, K2: 3) 과장급 27명(K1: 14, K2: 13) ● 정보 취득 단축시간: 경영진 1시간, 공장 관리자 30분 ● 시간당 사무COST: 경영진 ₩ 30,000원, 부장 ₩ 20,000원, 과장 ₩ 15,000원 ● 사무COST 절감금액 산출 <ul style="list-style-type: none"> = { 경영진(5명) × 日절감Cost(₩ 30,000원) × 근무일(300日/년) } + { 부장(8명) × 日절감Cost(₩ 10,000원) × 근무일(300日/년) } + { 과장(27명) × 日절감Cost(₩ 7,500원) × 근무일(300日/년) } = ₩ 45,000천원/년 + ₩ 24,000천원/년 + ₩ 60,750천원/년 = ₩ 129,750천원/년
--

요되었으나, 공장 모니터링시스템을 활용하여 상황을 파악하는데 대략 10분 이내이다. 관리수준 제고와 더불어 정보 취득시간 단축은 <표 4>와 같이 본 시스템의 적용을 통해 얻어진 최대의 유형 효과이다.

현 시점의 양 공장 진행상황을 통합하여 전체적으로 모니터링하는데 있어 다공장 모니터링시스템의 적용 전과 적용 후를 비교하여 <표 5>에 요약하였다.

<표 5> 시스템 도입 전/후 비교

구분	도입 전	도입 후
관리 방식	<ul style="list-style-type: none"> 전화 또는 면담 현장 관리자의 보고에 의존 기존 생산관리시스템의 부분적 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 통합 공장관리시스템을 통한 직접 관리 (현상파악) 현상파악후, 지시 하달시 전화 또는 면담
시스템 사용자	<ul style="list-style-type: none"> 단위 소공장의 현장 관리자와 실무자 중심(생산 직접부서) 	<ul style="list-style-type: none"> 경영진 및 통합 공장 관리자 단위 소공장의 관리자와 실무자 간접부서 관리자 및 실무자
장소/시간	<ul style="list-style-type: none"> 회사 범위내 현장 관리자가 근무하는 주간 	<ul style="list-style-type: none"> Internet이 가능한 사내/외 순 지역 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 → 현황파악/방법제시 → 확인/검토 → 지시 → 시행 	<ul style="list-style-type: none"> 최대 2단계 과정 구성 확인/지시 → 실무자 내용검토 → 건의/시행

5. 결 론

단위 공장 관리에 적합하고, 전체 공장의 현시점 상황을 통합하여 제공해 주는 기능이 부족하며, 접속 환경에 시간적 공간적 제약을 안고 있는 MES등의 기존 공장관리시스템의 한계를 극복하고, 나아가 조직의 관리 효율을 극대화시키기 위하여 웹 기반의 공장 모니터링시스템을 설계 및 구현하여 제조업 현장에 적용하였다. 본 시스템은 언제 어디서나 전체 공장의 상황을 실시간으로 통합하여 파악할 수 있도록 웹 기반 3 계층(Web-based 3-Tier) 시스템 구조를 채택했으며, “문제 접근” 그리고 “원인 추적” 중심으로 정보를 구성하고 연계하여 제공한다. 이러한 정보 제공 방식이 본 논문에서 설계하고 구현한 웹 기반 공장 모니터링시스템의 가장 큰 특징이며, 전체 공장의 운영 상황을 종합적으로 파악하는데 매우 효율적이다.

본 논문에서 설계하고 구현하여 K사에 적용한 웹 기반의 공장 모니터링시스템은 전체 공장의 현재 가동상황을 통합하여 모니터링할 수 있다는 장점이 있는 반면에, 현상에 대한 보다 깊이 있는 분석기능이 부족하며, 주로 완제품에 대한 생산 현황과 설비 가동 그리고 불량 발생 현황 등에 치중되어 있다. 따라서 각 단위 공장별로 팝업 기능이 구현된

반제품 공정에 대해 상황 파악 기능을 추가할 것이며, 특히 공장 내에서 관리 및 생산되는 모든 재료와 제품의 품질을 분석하는 기능을 인터넷과 웹 기반에서 운영되도록 개발하여 연동시킬 예정이다. 더불어 K사의 공장이 국내외 어느 지역에 추가 증설되더라도 언제든지 이를 유연하게 포함시켜 나갈 것이다.

참 고 문 헌

- [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㈜, “POP(생산 시점관리) 및 MES(제조실행시스템)”, <http://www.acs.co.kr>.
- [6] 아시아유니파이정보㈜, “MES/POP Solution,” <http://www.pmpack.com>.
- [7] 한국과학기술원 산업공학과, “MES 구현위한 지능형 스케줄링시스템 개발”, <http://iel.kaist.ac.kr/~bk21>.
- [8] ANSI/ISA-95.00.01-2000, “Enterprise Control System Integration Part1 : Models and Terminology,” <http://www.isa.org>, 2000.
- [9] MESA International, “MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities,” <http://www.mesa.org>.
- [10] 류태형외 2인, “SCM하에서의 MES의 역할”, LG-EDS, 2001.
- [11] Chris Ullman외 6인, “Active Server Pages 3.0”, 정보 문화사, 2000.
- [12] Alex Homer, “Professional ASP Techniques for webmasters,” 정보문화사, 1999.
- [13] Peter Dyson, “Inside Secrets IIS4,” 삼각형, 1998.
- [14] 정원혁, “MS 전문가로 가는 지름길1 : SQL Server 2000”, 대림출판, 2001.
- [15] 조완수, “UML 객체지향 분석 설계”, 홍릉과학출판사, 2000.
- [16] 류형규외 3인, “UML기반 객체지향 클라이언트/서버 구축”, 홍릉과학출판사, 2000.



김 윤 기

e-mail : tigerkim@kumho.ac.kr
 1984년 전남대학교 계산통계학과(이학사)
 1984년~현재 아시아나항공(주) 금호광주
 시스템 차장
 2002년 전남대학교 대학원 소프트웨어공학
 협동과정(공학석사)

관심분야 : 정보시스템 개발, 공장관리 및 자동화, 소프트웨어 공학



강 문 설

e-mail : mskang@hosim.kwangju.ac.kr

1986년 전남대학교 전산통계학과(이학사)

1989년 전남대학교 대학원 전산통계학과
(이학석사)

1994년 전남대학교 대학원 전산통계학과
(이학박사)

1989년~1994년 전남대학교 전산학과 조교 및 시간강사

1994년~현재 광주대학교 공과대학 컴퓨터전자통신공학부 부교수

1996년~현재 한국정보처리학회 소프트웨어공학연구회 운영위
원회(편집위원)

1997년~현재 한국정보처리학회 논문지 편집위원회(부위원장)

관심분야 : 소프트웨어공학(재사용, 재공학, 역공학), 컴포넌트기
반 소프트웨어 개발, 객체지향 분석 및 설계



김 병 기

e-mail : bgkim@chonnam.chonnam.ac.kr

1978년 전남대학교 수학교육과(학사)

1980년 전남대학교 대학원 수학과(이학
석사)

2000년 전북대학교 대학원 수학과(이학
박사)

1981년~현재 전남대학교 컴퓨터정보학부 교수

1995년~현재 한국정보처리학회 이사 및 부회장

1995년~현재 한국정보처리학회 소프트웨어공학연구회 감사,
부위원장 및 위원장

2000년~현재 전남대학교 자연과학대학 학장

관심분야 : 소프트웨어공학, 객체지향시스템, 컴포넌트 기반 소
프트웨어 개발