

# SCM 혁신을 위한 u-MES 개발에 관한 연구 -A Study on the Development of u-MES for SCM Innovation-

나형석 \*

Na Hyeong Suk

이창호 \*\*

Lee Chang Ho

## 1. 서론

한국경제가 경제규모로 세계 11위를 차지할 정도로 적지 않은 성과를 이뤘어도 우리를 둘러싼 대내외 여건은 지속적인 변화와 혁신을 요구하고 있다. 한·미 FTA라는 터전 위에서 우리 기업과 정부 그리고 국민들도 현재의 샌드위치 위기를 새롭게 변화할 수 있는 기회로 삼아, 이를 극복하는 데 힘을 모으지 않으면 우리 경제의 장래는 매우 불투명할 것으로 전망된다.

이에 2007년 중소기업청은 대기업에 비해 생산성 증가가 저조(중소기업(2.3%), 대기업(11.6%))한 중소기업의 생산성 향상을 위해 162개 중소기업 제조현장에 정보기술(IT)을 접목한 생산정보화시스템구축사업을 지원한다고 밝혔다. 선정된 중소기업에 기업 당 5,000만원 한도, 총 소요비용의 50% 이내에서 MES(Manufacturing Execution System)와 POP(Point of Production) 등의 생산관련 정보시스템 구축을 지원한다.

또한, 한국IDC는 최근 펴낸 '2007년 한국 기업 IT 지출 전망 보고서'에서 2007년 기업 IT 투자는 전년대비 4.5% 성장할 전망이라고 발표했다. 특히, 제조업은 MES와 POP 등 생산정보시스템 관련 프로젝트를 적극 고려해 나갈 것으로 예상된다.

하지만, 한국은행은 지난 10년간 한국 경제를 이끌어온 정보기술(IT) 산업은 성장 동력으로서 한계에 부딪쳤으며 대안이 될 수 있는 새로운 성장 동력을 서둘러 발굴해야 한다는 보고서를 내놓았다. 한국은행은 '주력 성장산업으로서 IT산업에 대한 평가와 시사점' 보고서에서 한국 IT산업의 문제점으로 IT 부품·소재산업이 취약하고 인터넷 강국이지만 정작 생산 혁신 측면에서는 IT 활용도가 미흡한 데다 생산·고용·소득 창출원의 역할이 갈수록 떨어지고 주력 제품의 경쟁력이 약화하고 있다고 말했다.

\* 인하대학교 산업공학과 석사과정

\*\* 인하대학교 아태물류학부 교수

한편, 현재 구축되어 있는 생산 관리 시스템은 생산 실적에 대한 단순 정보만을 실시간으로 제공하여 제조 담당 관리자의 신속한 의사 결정을 지연시키며 나날이 다양해지는 고객의 정보화 요구에 대한 환경의 변화를 수용할 수 없으며 급속히 발전하고 있는 정보 기술 변화를 반영하지 못할 뿐만 아니라 기존에 구축되어 있는 타 시스템과의 연동에도 문제가 있어 생산 현장 관리에 대한 한계성을 나타내고 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 대내외적 시장 환경과 문제점을 해결하고 제고하기 위한 방법론으로서 새로운 개념의 제조생산시스템을 제시하였으며, MES 시스템을 설계하고 개발하여 제조회사가 지향하는 해당업계의 우량 기업으로 성장하기 위한 해결책으로서 모바일 RFID기술과 접목된 u-MES를 제안한다. 특히 IT839 전략 중 RFID/USN 활용 서비스 지원사업의 형태로 모바일 서비스를 제공하는 기업을 중심으로 한 RFID기술의 응용 분야는 MRS(Mobile RFID Service)라는 이름으로 진행 중에 있기도 하다. 이로써 제조회사의 생산성 증가와 경쟁력 제고를 위한 방안으로 모바일 RFID 기술을 기존의 MES에 접목시켜 제조생산시스템의 효율성을 증진시키고, u-MES라는 새로운 시스템의 아키텍처를 만들어 봄으로써 향후 유비쿼터스 시대의 제조생산시스템 가시성(Visibility)을 높일 것이다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 MES

많은 경영자들은 제조공장 내부의 여러 가지 생산요소인 원·부자재, 작업자, 기계 설비, 생산 공정, 작업방법 등이 복잡하게 뒤얽혀 있어 주요한 관리 항목이 노출이 안 되어 크게 고심한다. 그래서 이러한 눈에 보이지 않는 요소들을 파악하여 생산 현장에서 발생하고 있는 문제점이나 발생될 예측 상황에 대하여 정량적, 시각적으로 볼 수 있는 시스템을 필요로 한다.

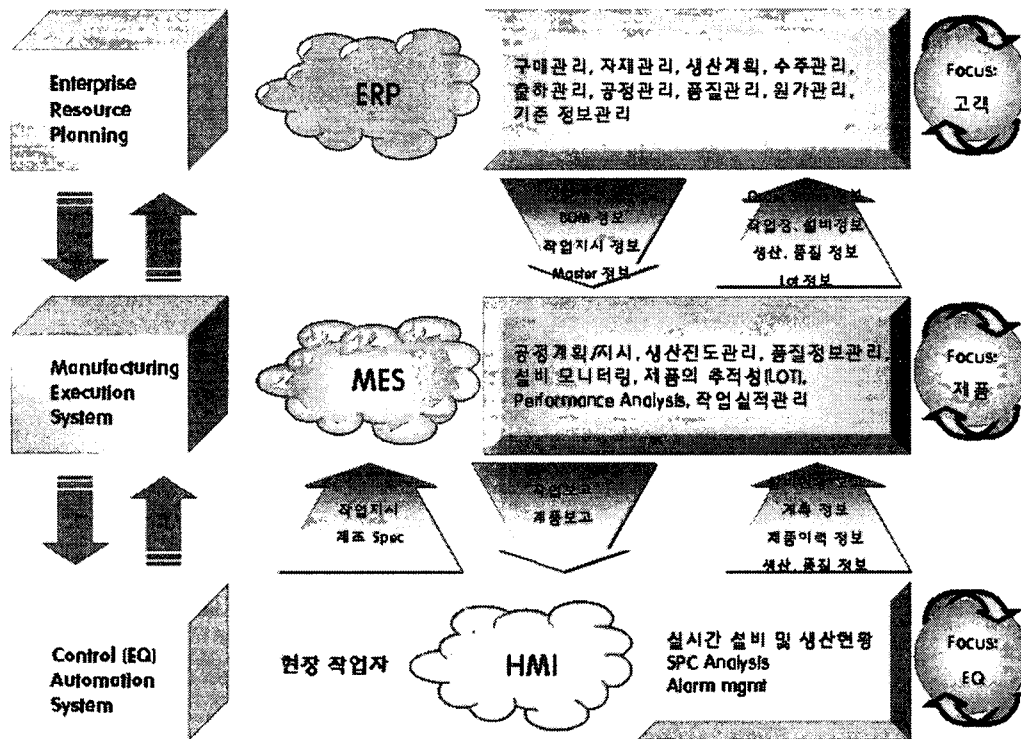
#### 2.1.1 MES의 정의

MES는 현장에서 작업을 수행하기 위한 스케줄링, 작업지시, 품질관리, 작업 실적 집계 등의 제반 활동을 지원하기 위한 관리 시스템이다. 특히 MES는 생산계획과 실행의 차이를 줄이기 위한 시스템으로 현장상태의 실시간 정보제공을 통하여 관리자와 작업자의 의사결정을 지원하는 기능을 수행한다. 단순히 생산 제조 계층에 국한된 것이 아니라 생산 계획 계층이나 제어 계층까지 통합 온라인 시스템으로 운영하여 계층간에 구성요소들을 상호 연동 가능하게 한다는 것이다.

제조실행시스템은 생산을 수행하기 위해 사용되는 방법과 도구들을 포함하는 온라인 통합 생산 시스템으로 MESA International(국제MES협회; Manufacturing Execution System Association International)에서는 MES를 다음과 같이 설명하였다.

첫째, MES는 주문 받은 제품을 최종제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화할 수 있는 정보를 제공하며 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시하고, 대응하고, 보고한다. 이에 따라, 공장에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께 변화에 빨리 대응할 수 있게 함으로써 공장 운영 및 공정의 효과를 높인다. 둘째, MES는 납기, 재고회전을, 총수익, 현금 흐름 등을 개선할 뿐만 아니라 운영 자산에 대한 회수율도 좋게 한다. 셋째, MES는 양방향 통신으로 기업 전체 및 Supply Chain에 걸쳐 생산 활동에 대한 중요한 정보들을 제공하는 시스템이다.

### 2.1.2 MES의 위치와 기능



<그림 1> MES 위치 및 정보흐름 개념도

ERP 시스템이 Middle-Up-Down 방식으로 계획에 의한 생산과 이에 필요한 자재수급으로 기업 활동을 파악한데 반하여, MES는 Bottom-Up 방식으로 생산에 필요한 스케줄링과 이를 위한 계획 및 자재수급으로 파악하고자 하는 방식이다. 즉, 생산에서 발생하는 생산량, 가동/비가동 여부, 가동/비가동 시간, 품질, 불량 등의 값을 시점별로 습득하고 정보를 공유하여 즉각적으로 분석 및 대응할 수 있게 해주는 시스템이 POP 시스템이고 이런 정보들을 통해서 계획하고 실행하는 시스템이 CIM 또는 MES의 영역이라고 할 수 있다.

MES의 역할은 계획된 데이터에 대한 실행 부분이고, 제어부분과의 데이터의 연결이며 아래와 같은 기능들이 있다.

- ① 자원할당 및 상태관리 (Resource Allocation and Status)
- ② 작업 및 상세일정 관리 (Operation/Detail Scheduling)
- ③ 생산 단위 분배 (Dispatching Production Units)
- ④ 문서 관리 (Document Control)
- ⑤ 데이터 집계 및 취득 (Data Collection/Acquisition)
- ⑥ 근태 관리 (Labor Management)
- ⑦ 품질 관리 (Quality Management)
- ⑧ 공정 관리 (Process Management)
- ⑨ 유지보수 관리 (Maintenance Management)
- ⑩ 생산추적 및 이력 (Product Tracking and Genealogy)
- ⑪ 실행분석 (Performance Analysis)

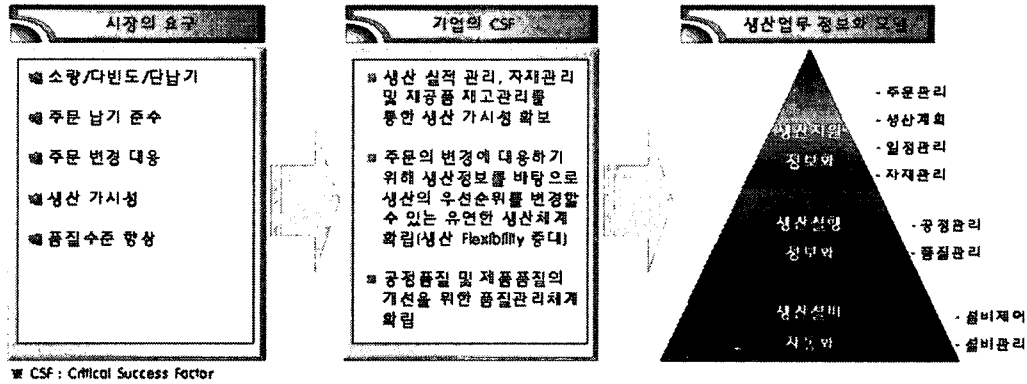
따라서 제품 주문을 받은 후부터 완성까지 생산의 최적화를 위한 정보를 제공한다.

차세대 MES의 기능은 산업의 특성을 고려하여 요구되는 생산정보화의 기능을 사전에 제공하여 최소의 소프트웨어 변경으로 인하여 단기간에 완성된 시스템을 구축하고 소프트웨어 유지보수 관점에서 최소의 업무를 제공될 수 있는 Bottom-Up 접근 방식이 요구된다.

### 2.1.3 MES의 필요성

MES는 ERP/APS 시스템으로부터 제품정보, 고객의 주문 상황, 자재소요 등의 정보를 받아 생산 활동에 필요한 생산 분석, 품질분석, 공장레벨의 스케줄링, 생산순서결정 등 제품 제조를 수행하고, 제품생산에 관계된 모든 정보를 관리한다. 아울러 설비 인터페이스를 통해 작업 지침을 실시간으로 지시하고, 통제하는 역할을 담당한다. 이로 인해 생산 현장에서의 오작업 방지 및 불량 발생 원인을 조기에 발견하고, 생산 효율을 높여 제조 경쟁력을 높일 수 있다.

MES는 조달과 고객지원 네트워크, 제조회사, 그리고 설비자산을 포함하는 회사 경영의 모든 단위를 연결시키고, 웹 기반의 무선과 인터넷 기술을 이용하여 이들을 지능화시킨다. 또한 점차로 널리 사용되고 있는 전자상거래의 요구에 부응하는 지능적 정보처리를 가능케 한다. 무선이나 인터넷 기술의 사용과 정보처리 기술을 사용하여 회사의 업무 처리를 동기화시키고, 고장예측을 통하여 설비의 無고장에 대한 보장을 구축할 수 있도록 제조시스템을 변화시킨다.



<그림 2> MES 구축 필요성

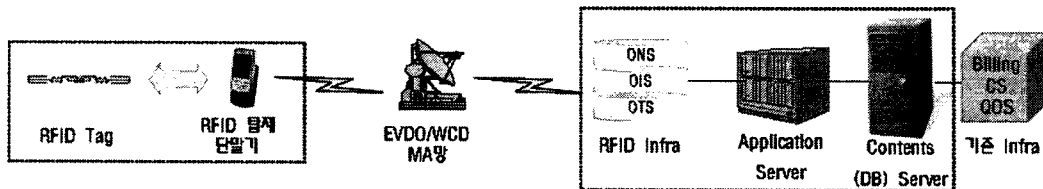
## 2.2 Mobile RFID

이미 우리 생활의 일부가 된 이동전화 단말기에 RFID 리더 기능을 부가함으로써 휴대폰을 매개로 RFID 서비스를 MES와 접목시킬 경우, 소규모 투자비용으로 제조회사들이 유비쿼터스 시스템의 편리함을 실질적으로 경험할 수 있는 서비스 구현이 가능할 뿐만 아니라, 휴대폰과 RFID가 접목된 모바일 RFID는 이동통신 인프라가 잘 갖춰져 있고, 새로운 IT 기술을 적극적으로 수용하는 우리나라에서 성공 가능성이 매우 높은 비즈니스 모델로 자리 잡을 수 있을 것이다.

### 2.2.1 MRS(Mobile RFID Service)

RFID 서비스는 메모리 기능을 가진 태그에 코드 정보를 기록하고 비접촉식 리더로 인식하는 시스템으로 오프라인과 온라인의 하이퍼링크(hyperlink)를 제공한다. 유비쿼터스 환경의 핵심 기술로 향후 이동통신서비스와 컨버전스(convergence)가 예상된다.

RFID의 기본적인 서비스는 리더가 태그를 스캔한 후 이동통신망 접속을 통하여 태그정보 위치 URL 요청을 ODS(Object Directory Service)로 하고, URL 접속을 통하여 OIS(Object Information Service)로부터 태그정보를 받아서 휴대폰에서 해당 정보를 디스플레이(display)하게 된다.



<그림 3> MRS 구성요소

## 2.2.2 MRS 구성 요건

구분	구성요소	주요 고려 사항
Tag	Chip Tag Chipless Tag Labelling	- 각 Application별 적정 Tag 선정 필요 - 적정 Tag 가격 확보 및 물량 확보
단말기	Dongle+Handheld Dongle+Mobile RFID Mobile	- Mobile RFID SoC 출시일의 정확한 예측 - 최소 ROI가 보전되는 단말기의 확산 대수 - RFID 탑재 Mobile Phone 출시 이전의 사업 계획 수립
MRS Infra	ONS Server OIS Server OTS Server	- EPC Global/ISO의 표준화 방향 숙지 - Mobile RFID의 국내 표준화에 현장 적용 안정성 확보 - 이동통신망과 EPC Network와의 연동기술
Application	RFID Mobile G/W RFID Middleware WIPI Platform	- RFID의 Tag 정보를 관리하고 처리하기 위한 S/W개발 - 다양한 RFID 서비스를 위한 Application 개발 - 기존 Mobile Service와의 연동 계획 수립
Contents	상품등록정보 RFID 특화 Contents	- 상품에 부착된 Tag 정보를 제공할 수 있는 상품 DB 구축 - 신규 RFID 시장 창출을 위한 Killer Application 발굴 - In-house 개발 Vs. 외부 Contents 연동

<표 2> MRS 구성 요건

## 2.2.3 MRS 활성화 전략

첫째, 다양한 모바일 RFID 서비스 모델의 조기 발굴·적용이 시급하다. 지금 선진 각국에서는 국내 및 세계시장을 선점하기 위해 다양한 주파수 대역의 다양한 비즈니스 모델을 개발 중이다. 따라서 모바일 RFID 서비스에 대한 조기 가시화와 아울러 이의 비즈니스화가 매우 시급하다. 또한, 모바일 RFID 서비스는 민간부문의 B2B 영역에 RFID를 조기 확산에 용이한 비즈니스 모델일 뿐만 아니라, 우리의 모바일 유비쿼터스 인프라의 강점을 활용할 수 있는 새로운 수익 모델로서 그 성과를 극대화할 수 있다. 이에 기존 MES에 MRS를 접목시켜 새로운 비즈니스 모델을 만들고자 한다.

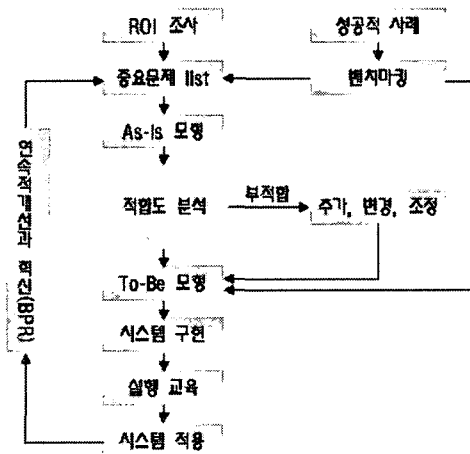
둘째, 모바일 RFID 리더칩, 단말기 및 미들웨어가 조기 개발·상용화되어야 한다. 이와 함께, 모바일 RFID 시범서비스 추진을 위한 단말기 및 서비스 등의 핵심규격에 대한 표준화가 필요하다. 본 연구에서 제안하는 u-MES는 현재 상용화되어 사용 중인 모바일 장치를 통해 EVDO(Evolution Data Optimized)망이나 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)망을 거쳐 기존의 인터넷망에 접속이 되며, 회사의 생산관리 시스템 내 웹서비스 모듈에 전달된다. 이를 위한 표준과 H/W에 대한 내용은 추후 논의하기로 한다.

셋째, 모바일 RFID 서비스 활성화를 위한 인프라 조기 구축이 필요하다. 이미 ‘모바일 RFID 포럼’을 통해서 세계 최초로 모바일 RFID용 mCode, micro-mCode 등의 코드 체계가 마련되어 있다. 이를 활용하여 u-MES 구축 시 표준으로 한다.

넷째, 모바일 RFID 기술 및 서비스의 특성, 즉, 정보 접근성이 뛰어나고, 우리 생활 깊숙이 RFID 기술이 스며든다는 점을 고려할 때, 향후 모바일 RFID 서비스 활성화를 위해서는 정보보호기반 구축이 매우 중요하다. 따라서 이를 위해, 원천적으로 태그 부착 물품정보를 개인정보와 분리시키고 개인정보보호 수준 및 각종 유해정보를 사전에 차단할 수 있는 제도적·시스템적 차원의 정보보호 및 보안대책 마련이 병행 추진되어야 한다.

### 3. u-MES 구축 및 Architecture

#### 3.1 MES 구축방법론(중소기업)



<그림 4> 중소기업의 생산정보화 시스템 구축 방법론

정량적 효과	정성적 효과
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 고객만족도 향상 : 25-30%</li> <li>▶ 서류 작업 시간 감소 : 35-40%</li> <li>▶ 환경 데이터 도입 시간 감소 : 35-40%</li> <li>▶ 영작 정확도 향상 : 25-30%</li> <li>▶ 막드 라인 단축 : 10-15%</li> <li>▶ 납기 준수율 향상 : 10-15%</li> <li>▶ 제조 원가 / 외부 비용 감소 : 10-15%</li> <li>▶ 재고 감소 : 10-15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 생산성 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신속 정확한 작업지시</li> <li>- 피서 소량 시간 단축</li> <li>- 생산현장의 전체적 빠른 대응</li> </ul> </li> <li>▶ 생산계획의 유연성 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고객의 수요에 대한 신속한 대응이 가능한 신속 대응체계</li> </ul> </li> <li>▶ 업무의 효율성 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업 일정, 공수, 원가 정보의 정확성 향상 및 공유를 통한 업무 시간 단축</li> </ul> </li> <li>▶ 고객의 신뢰성 향상                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신속하고 정확한 정보 제공</li> <li>- 납기 준수율 향상</li> <li>- 정확한 납기 약속</li> </ul> </li> </ul>

<그림 5> 생산정보화 추진 성과 측정 결과

수준 높은 인력을 보유한 대기업의 생산정보화 도입과 구축과 다르게 전문화 인력 부족으로 고민하는 중소제조업에서는 표준화되고 간편한 구축을 현실화 할 수 있는 구축전략이 필요하다. 현실적으로 대부분의 중소제조업은 최고 경영자의 판단과 추진력에 의존되고 있다.

사례업체의 생산정보화 시스템 구축 및 구축과정에서의 문제해결 사례와 ACS사의 자료를 이용하여 2001년 이후 중소제조업에 약 50개 이상의 기업에서 추진된 생산정보화 프로젝트의 고찰을 통해 <그림 4>와 같은 중소기업에서의 구축방법론을 제시한다. 본 연구에서 제시하고 있는 u-MES 아키텍처는 중소기업에서 구축하기에 바람직함으로 <그림 4>와 같은 방법으로 구축하기로 한다.

### 3.2 u-MES Architecture

본 연구에서 제시하고 있는 모바일 RFID 서비스를 MES에 적용한 전체적인 아키텍처를 <그림 6>에 나타냈다. MESA International에서 제정한 국제적인 표준 기능과 지금까지 위에서 언급한 MRS를 고려하여 Plant floor layer, Monitoring layer, Application layer, Enterprise layer, Supply chain layer와 같이 5계층의 레이어로 나누어 보았다.

우선, 회사 내 모든 장비기기들은 기존의 장비와 RFID/USN 및 무선 장비들과 각각 해당하는 미들웨어를 거쳐 Monitoring layer와 이어지게 되어 있다. 즉, 기본 데이터를 발생하고 설비를 제어하는 PLC, 설비와 사람 사이의 의사 전달 기능을 하고 있는 MMI(Man Machine Interface), 기계에서 발생하는 데이터를 상위 시스템에 전달하고 상위 시스템에서 발생하는 생산 계획 및 작업 사양을 연결하여 주는 설비 관제 시스템과 기계에서 발생하는 모든 정보를 가공하고 분석하여 관리자로 하여금 의사 결정이 가능하게 하는 상위 시스템으로 연결되어 구성되어 있다.

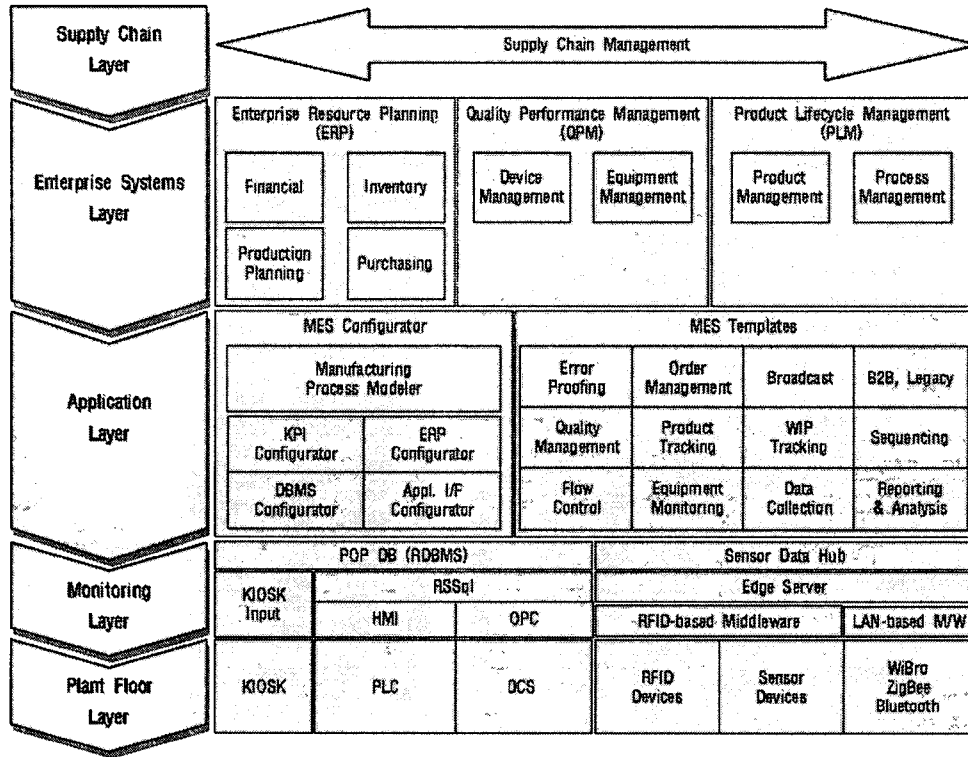
이에 RFID/USN 기기들과 무선 장비들은 미들웨어를 거쳐 웹 서버와 연결되어 웹 서비스와 함께 MRS를 구현하도록 구성되어 있다. 즉, 모바일 장치를 통해 EVDO망이나 WCDMA망을 거쳐 기존의 인터넷망에 접속이 되며, 회사의 생산관리 시스템 내 웹 서비스 모듈에 전달된다.

Application Layer는 실제 사용자를 위한 Application들을 기능 위주로 모듈화 한 것으로, 자동차부품산업, 전기/전자부품산업 및 산업기계 부품산업을 포함한 대부분의 제조 생산형태에 적합한 “업종별 MES Template” 영역과 생산 공정을 그래픽하게 모델링하면서 정보관리 공정과 관리 정보를 정의하거나, 생산의 중요 관리 정보를 정의할 수 있는 KPI Configurator로 구성된다.

또한, 다양한 ERP나 DBMS 및 설비관리와 같은 연계가 필요한 중요 어플리케이션과 연계를 위한 Configurator로 구성된다. 이 계층은 하부의 생산현장 장비를 제어하고, 생산 현장의 설비로부터 생산정보, 가동정보 등의 정보를 취합하는 기능과도 연계된다.

Enterprise Systems Layer는 ERP, QPM, PLM 등 회사 내에서 최종적인 생산 관리 시스템에 해당되는 계층으로 SCM(Supply Chain Management)과 맞물리게 되는 회사 내 최상위 계층이 된다.





<그림 6> 전체 시스템 Architecture

#### 4. 결론 및 추후 연구과제

글로벌 무한 경쟁시대에서 제조 회사의 생존 전략은 설비 자동화로 생산량 증가, 작업 표준화로 원가 절감 및 정보 시스템 구축으로 신속한 의사 결정으로 대변할 수 있다. 그러나 오늘날 제조 회사의 현실은 국내 공장 설비에 대한 투자를 최소화하고 신규 공장 건설은 국내보다는 해외에 건설하는 추세이며 정보 시스템 구축 역시 최소한의 비용을 투자하여 최대의 효과를 기대하고 있다. 특히 2007년 제조 시장 규모는 2006년 대비 5.6% 성장이 예상되며, 그 중 전기전자/반도체 시장 비중이 크게 차지하고 있다. 하지만 사업장 글로벌화 및 신속한 의사결정지원을 위한 ERP 고도화와 유관된 MES, SCM 등 수요가 예상되나, 환율 등의 영향으로 신규투자에 다소 보수적일 것으로 보인다. 이를 해결하기 위해 생산정보화시스템을 구축하게 되었고 대표적으로 제조실행시스템을 도입하게 되었다.

본 연구로 인해 기존에 도입되었던 MES에 MRS를 접목시켜서 보다 나은 생산성 증가를 도출해 낼 수 있을 것이며, 새로운 비즈니스 모델을 만들어 낼 수 있을 것으로 사료된다. 이는 지금까지 개념적으로만 실시간으로 이루어지던 제조 산업에서의 생산 현장의 각종 데이터 수집이 MRS를 통해 실제적으로 실시간으로 이루어질 수 있게 되

었다는 데 큰 의의가 있다.

그러나 본 연구에서는 u-MES의 가능성과 Architecture만을 제시하였고 실제로의 개발과 그 적용 사례가 이루어지지 못하였다. 또한 구현 시 MES와 구현 범위에 포함시키지 않았던 ERP, QPM, PLM과 같은 상위 정보 시스템들과의 연동 관계를 확인해 볼 필요가 있다. 이는 추후 시물레이션 툴(Tool)을 이용하거나 실제로 현장에 적용한 사례를 통하여 적용시킨 연구가 뒤따라야 할 것으로 보인다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 윤진희, “Mobile RFID Service 소개”, SK Telecom Convergence 추진본부, 2006.
- [2] 이경수, “제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축”, IPOS, 2004. 11.
- [3] 정부만, “모바일 RFID 서비스 활성화 전략”, 한국전산원, 2005. 8.
- [4] 진성한, “국내 중소제조기업의 정보시스템 도입현황과 발전방향에 관한 연구”, 창원대학교 석사학위논문, 2005.
- [5] 한만철, 박진우, “RFID와 Web Service 기술을 이용한 Ubiquitous MES 프레임워크”, 서울대학교 석사학위논문, 2006.
- [6] 삼성SDS, “07년 IT서비스 부문 시장 전망”, 2007. 2.

## 저 자 소 개

**나 형 석** : 현재 인하대학교 대학원 산업공학과 석사 과정 중. 인하대학교 산업공학과 공학사 취득. 주요 연구 관심분야는 RFID 관련 물류 관리 시스템 개발 분야와 RFID 표준화에 따른 정책 및 대응 전략, 항공 및 해운 물류 RFID 시스템 개발, RFID 미들웨어, SCM, ERP, MES, CRM, RTE, 임베디드 S/W 등

**이 창 호** : 현재 인하대학교 아태물류학부 교수로 재직 중. 인하대학교 산업공학과 학사, 한국과학기술원 산업공학과 석사, 한국과학기술원 경영과학과 공학박사 취득. 주요 연구 관심분야는 인천항의 물류관리, RFID를 활용한 응용시스템, 항공산업 관련 스케줄링과 중소기업의 ERP 개발 등