

# 기계-IT융합과 u-Manufacturing 기술

차석근·이정훈 (에이시에스 기술연구소), 최진석 (중소기업기술정보진흥원)

## I. 서론

전 세계적으로 신기술간 결합을 통한 산업기술융합이 차세대 기술혁명을 주도할 것으로 예측하고 있다. 선진국들은 이미 가이드라인을 마련하고 전략적 권고사항을 제시 (Nano-Bio-Info-Congno(미국), Converging Technology for European Knowledge Society(EU))하고 있으며, 우리나라도 융합기술발전 기본방침을 수립한 상황이다.

IT와 전통산업 등 개별산업의 단선적 혁신으로는 신시장 창출과 기술진화에 한계를 느끼고 있다. IT산업의 성장률이 점차 정체되면서 신시장 확보가 시급해졌다.(IT산업 성장률 (%) : 27.3('92~'96) → 22.5('97~'01) → 9.2('02~'06)). 중국, 대만 등과 LCD, PC 등 주력IT산업 경쟁이 심화되면서 특히, IT중소기업 등에서 주력산업과 IT융합의 필요성이 제기되고 있다. 특히, 자동차, 조선, 건설, 기계, 의료, 섬유, 에너지 등의 주력산업에서 IT비중이 점차 확대되고, 부가가치 제고 수

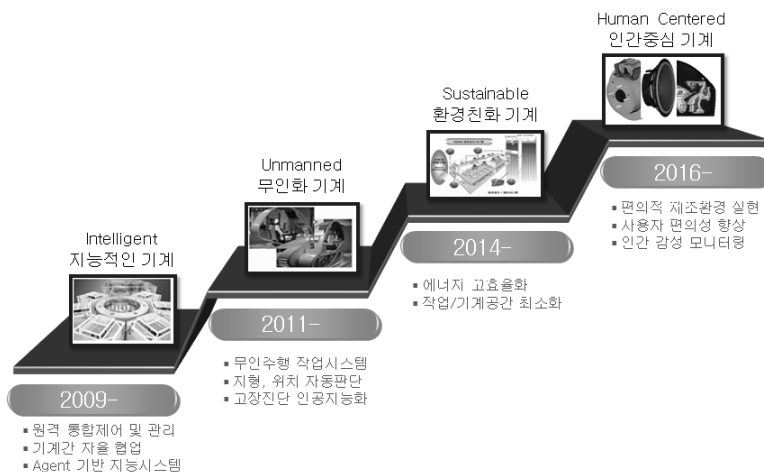
단으로 IT의 중요성이 증가하고 있다. [1]

본 고에서는 기계IT 융합 분야에 대한 시장 및 기술동향, 기계 IT분야 중에서 제조생산에 필수적인 유비쿼터스 기술을 활용한 제조 솔루션 (이하: u-Manufacturing)에 핵심기술에 설명한다.

## II. 기계-IT 융합기술 발전방향

기계-IT 융합 기술발전은 <그림 1>에 보인 것과 같이 지능형기계(Intelligent), 무인화기계(Unmanned), 친환경기계(Sustainable)에서 인간중심기계(Human Centered)로 발전할 것으로 전망하고 있다. [2]

이와 같이 기계-IT융합이 요구되는 모든 제조업에서는 <그림 2>로 표현되는 것과 같이 크게 4종류의 다른 기술과 융합이 요구된다.



<그림 1> 기계-IT융합기술 발전방향



〈그림 2〉 기계-IT융합에 요구되는 기술

- ① 자동화기술: 생산현장의 자동화설비가 고정밀, 고도화가 요구되면서 자동이송장치, 로봇, 컨베어, CNC 등의 자동화에 요구되는 제어기술 및 감시기술 등의 융합이 요구된다.
- ② 생산기술: 생산현장의 4 Zero (Zero Waiting time, Inventory, Defect & Down-time)을 위한 생산을 위한 낭비요소를 근본적으로 제거하는 기술이 필요하다.
- ③ 정보통신기술: 데이터베이스, GUI, 통신 기능을 기본으로 하고 있는 소프트웨어를 포함하는 정보통신기술이 필수적이다.
- ④ 건설팅기술: 자동화, 생산 및 전문건설팅을 지원하는 핵심기술이 요구된다.

### Ⅲ. u-Manufacturing 기술

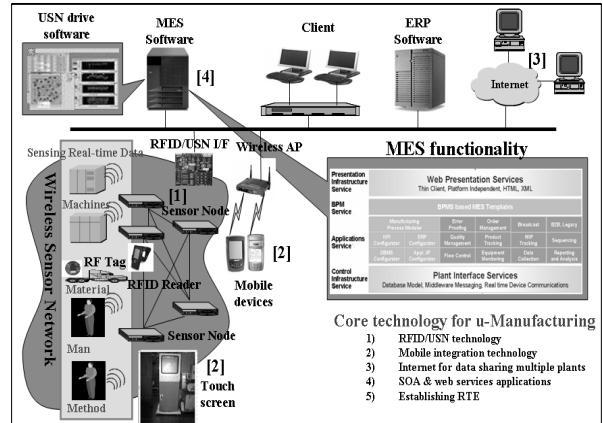
#### 1. u-Manufacturing 참조 모델

u-Manufacturing 참조 모델은 2002년부터 현재까지 중소기업청과 중소기업기술정보진흥원에서 추진된 중소기업 생산정보화지원사업 (e-Manufacturing) 으로 구축한 약 1,600여 중소기업의 생산정보화 시스템에 대한 성과를 바탕으로 최근 새롭게 개발되고 있는 무선센서기술을 국내 실정에 적합한 u-Manufacturing 참조 모델을 제시하게 되었다.<sup>[3]</sup>

본 u생산정보화에 대한 참조모델은 〈그림 3〉과 같이 5개 핵심 기술로 구성된다.

u-Manufacturing 참조모델은 다음과 같은 핵심기술을 바탕으로 적용이 가능하다:

- ① RFID/USN: RFID Tag와 정보를 무선으로 읽고, 쓸 수 있는 RFID는 복잡한 생산공정에서 중요부품을 추적하는데 매우 효과적인 적용이 가능하나 아직 RFID Tag 비용 측면에서 모든 부품에 적용에는 한계가 있다. 그



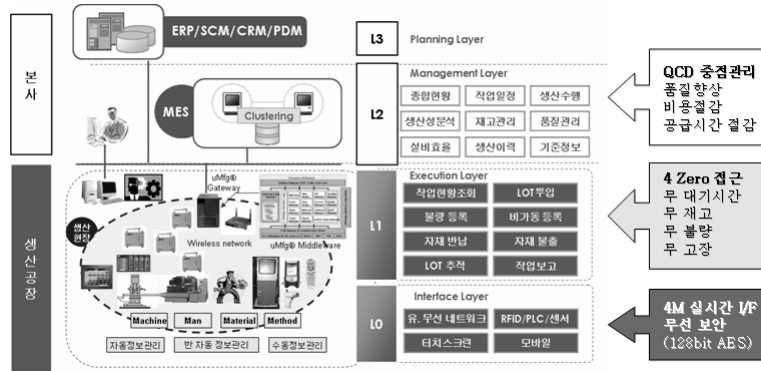
〈그림 3〉 u-Manufacturing 참조 모델

러나, 운반용 제품 파렛, 출고시의 포장 박스 등과 같이 복수의 제품관리에 적용이 가능하다. USN (Ubiquitous Sensor Network)기술은 생산설비의 가동상태, 생산수량, 품질상태에 대하여 센서로부터 무선으로 실시간 정보를 수집하여 처리가 가능하므로 설비로부터 케이블 비용을 절감하고 설비 이동 시에 재구성이 가능하도록 한다. 상용화된 Bluetooth, Zigbee 혹은 IP-USN Protocol 등을 활용한 시범적 적용이 가능하다.

- ② 모바일 및 Thin Client: 생산현장에서 복수의 생산 장비를 관리하거나, 완제품 창고 등에서 재고관리, 출하관리와 생산설비의 유지보수 분야에서 이동하면 작업지시와 보고 등에 PDA, 핸드폰 등을 이용하여 이동하면 관리의 적용이 가능하다.
- ③ Virtual intranet: 웹기반 생산정보화 애플리케이션의 제공으로 분산된 생산공정의 정보를 실시간으로 웹 브라우저를 통하여 복수 공장의 상황에 대한 정보 공유가 가능하다.
- ④ SOA: 생산 및 물류가 글로벌화 되고 있는 현실에서 모든 IT자원을 중앙에서 관리하는 방식으로 전환이 요구되고 있다. 이와 같이 원격으로 제어기기를 관리하기 위한 Web Services 기반의 SOA (Service Oriented Architecture) IT 기술의 접목이 요구된다.
- ⑤ RTE: 제조업의 RTE (Real Time Enterprise)의 구축에는 4무(무대기시간, 무재고, 무불량, 무고장)를 위한 생산기술과 융합이 필수적이다. 특히 제조업분야에서의 실시간 정보관리 구축은 생산현장에서의 생산성을 극대화하기 위한 필수 조건이다.

#### 2. u-Manufacturing 아키텍처

u-Manufacturing 참조 모델을 기반으로 적용시스템은 〈그림 4〉에 제시된 것과 같이 3개 계층 구조로 구성된다.;



〈그림 4〉 u-Manufacturing 계층구조

- ① L0: Interface Layer는 생산자원의 4M과 유 무선, RFID 및 PLC 및 수동 입력을 위한 터치스크린과 이동하면서 관리하는 모바일 방식과 인터페이스 방식을 정의하고 관리하는 계층으로 구성되며, 무선의 경우에는 128 bit AES 산업용 무선보안을 적용한다.
- ② L1: Execution Layer는 u-Manufacturing Gateway에 수행하는 미들웨어 운영으로 독립적으로 운영할 수 있도록 구성된다. 본 미들웨어의 기능은 생산자원을 실시간 관리를 위한 Point Manager, Real Time Data Manager, 상위의 L2: Management Layer와 정보통합화를 위한 Data Communication Manager 등과 같은 이벤트 중심의 처리 기능을 제공한다. 이벤트 관리에는 작업현황조회, Lot 투입, 일정등록, 비가동등록, 자재반납, 자재불, Lot 추적 및 작업보고 등의 업무를 무대기 시간, 무재고, 무불량 및 무고장 관리항목을 중심으로 처리한다.
- ③ L2: Management Layer는 생산자원인 4M으로 수집된 정보를 바탕으로 생산 공장의 생산성, 효율성을 중심으로 품질향상, 비용절감 및 공급시간의 단축 관리항목을 중심으로 종합현황, 작업일정, 생산수행, 생산성분석, 재고관리, 품질관리, 설비효율, 생산이력과 기준정보를 중앙에서 관리한다.
- ④ L3: Planning Layer는 ERP, SCM, CRM, PDM 등과 같이 계획 기능을 관리할 수 있는 시스템으로 구성된다.

### 3. u-Manufacturing 요소기술

미국의 컨설팅 전문업체인 Industry Direction사에서는 차세대 생산정보화 시스템이 다음과 같은 기능들을 고려하여야 한다고 지적하고 있다. [5]

- 유연능력과 자율구성능력: 고객의 주문 및 공장 합리화

등에 따른 생산자원 4M 변경에 대한 구성 능력의 편리성 지원

- 분석을 통한 개선: 생산자원 4M의 실시간 정보 분석으로 생산현장의 생산성 증대
- 복수 공장의 관리 능력: 복수 공장의 QCD (Quality, Cost, Delivery) 기반 중점관리 지향
- 서비스기반 구조 환경: 서비스지향 프로그램에 대한 재사용성 확대
- 엔터프라이즈 통합화: 상위의 다양한 애플리케이션과 통합화
- 사용자 위주의 편리한 기능, 소프트웨어 기능의 손쉬운 업그레이드와 유지보수 업무의 극소화: 관련 전문가 지원 없이 운영 가능

여기에서 유연성 구조를 보유한 생산정보화 프레임워크에 요구되는 기능들을 아래와 같이 소개하면서 u-Manufacturing 구축에 요구되는 필수 기능들을 정의한다.

#### 가. 생산자원 4M 정보 통합

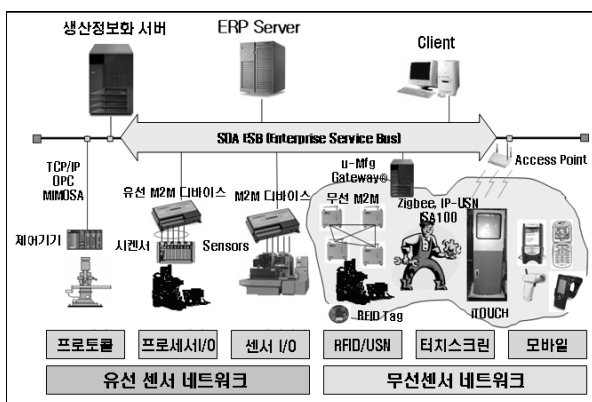
생산현장의 생산자원 정보 통합화 관점에서 보면 생산자원 정보의 4M은 다음과 같이 요약된다.

- Man (작업자)
- Machine (생산설비)
- Material (자재)
- Method (생산절차)

4M 정보 수집 방법에는 과거 전통적으로 수행하였던 유선 방식과 더불어 최근 기술의 발전으로 신뢰성과 성능 향상 측면에서 적용 가능성에 많은 잠재력을 보유하고 있는 무선기술을 활용할 수 있다. 생산자원 4M 정보를 수집하는 방법에는 자동, 수동, 반자동의 3가지 방법에 의한 정보 통합이 가능하다:

- 자동 수집 방법: 생산설비의 제어기기가 외부 정보시스템과 연결이 가능한 RS-232C 및 Ethernet 등과 같은 컴퓨터 표준 인터페이스 장치를 보유한 경우에는 실시간 통신 프로토콜 프로그램을 통하여 생산설비의 운전 상태 정보를 자동 수집한다. 이 경우 생산설비와 연결된 제어기기와 정보시스템 사이에 <그림 5>에 보인 것과 같이 표준 프로토콜인 TCP/IP, OPC (OLE for Process Control), MIMOSA (Machine Information Monitoring Open System Alliance), SECS (Semiconductor Equipment Communication Specification), MT Connect 등과 같은 표준 프로토콜 기반 통신 인터페이스 기술을 적용하면 편리하다.
- 수동 수집 방법: 바코드, RFID, 터치스크린, PDA 및 모바일 디바이스 등 작업자 사용의 편리성을 중시한 기능을 적용하여 작업자가 직접 생산 활동 정보를 입력처리하는 방식이다. 본 경우에는 이동하면서 복수 설비 및 자재 등을 관리하거나, 작업자의 판단으로 업무를 처리하는 경우에 편리하게 사용이 가능하다.
- 반자동 수집 방법: 본 경우에는 크게 두 가지 형태로 구분할 수 있다. 첫 번째 방법은 PLC (Programmable Logic Controller) 등과 같은 순차적 방식의 제어기기를 사용하고 있는 생산설비는 센서와 제어기기에 연결된 Process I/O로부터 작동신호를 개방형 임베디드 시스템으로 구성된 실시간 정보 수집 장치를 통하여 자동으로 수집할 수 있다. 두 번째 방법은 운전상태 및 실적정보 수집을 위하여 추가로 센서를 생산설비에 부착하여 실시간 정보 수집 장치를 통해 상세 4M 정보를 수집하는 방법이다.

이상에서 소개한 3가지 방법을 통하여 수집된 생산자원 4M 정보는 생산에 활용가능한 정보로 변환되어 생산정보화 표준 애플리케이션이 운영되는 서버 혹은 ERP에 필요한 정



<그림 5> 4M 정보 변환과 정보통합 방법

보로 전송되게 된다. 이로써 생산자원 4M 정보의 실시간 관리가 가능하다.

#### 나. u-Manufacturing 주요 기능 정의

시시각각 변화하는 생산현장의 생산자원 4M 정보와 정보 시스템 간에 상호운영성 보장을 위하여 아래와 같은 기능이 필수적이다:

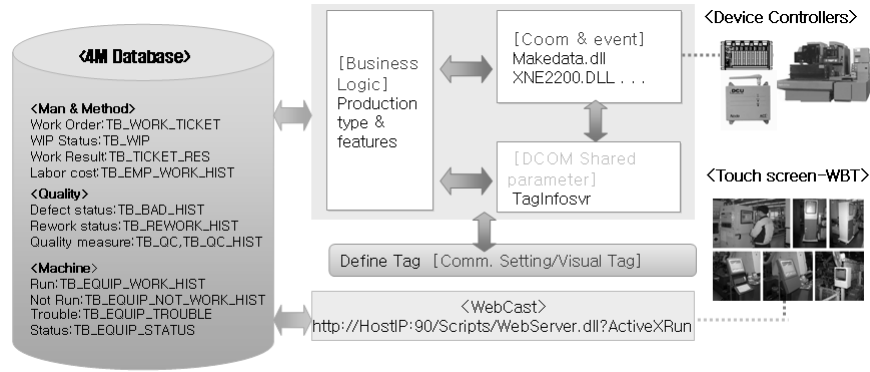
- 실시간 디바이스 통신 기능: 생산현장의 생산자원 4M 정보의 실시간 처리 기능
- 프로그램/데이터 관리 기능: 상위 애플리케이션과 생산자원 4M 정보관리를 위한 프로그램 및 데이터 처리 기능
- 사용자 인터페이스 기능: 저장된 생산자원 4M 정보를 설정을 통하여 표시하는 기능
- 상위 애플리케이션 통합기능: 전사적으로 사용하고 있는 경영정보 애플리케이션과 정보통합을 지원하는 기능
- 4M 자율 재구성 기능: 생산현장의 변경에 따른 4M자원 Profile 자동 구성 설정 기능
- 동기화 생산용 프로세스 관리 기능: 공급자가 보유한 공장의 생산현장에 모기업에서 수행하고 있는 작업지시와 동기화된 서열 작업지시 및 보고를 위한 통합 프로세스 관리 기능

- 실시간 디바이스 통신 기능  
4M 정보 수집을 위하여 다양한 설비의 접점, 메모리 정보를 Tag 형태로 정의하여 상태정보를 제공하는 것이 필수적이다. 이로써, 한 번에 제어기기 프로파일을 정의하므로 4M에 대한 변경, 추가, 삭제 등을 Tag 편집을 통해 수행할 수 있어 실시간 4M 정보에 대한 이벤트 처리와 일정 시간의 설정에 따라 주기적으로 4M 정보를 처리할 수 있는 기능을 제공한다.



<그림 6> 실시간 디바이스 통신 기능 구성도

- 프로그램/데이터 관리 기능  
실시간 디바이스 통신 기능에서 공통 포맷으로 생성된



〈그림 7〉 프로그램/데이터 관리기능 및 운영절차

4M 정보에 대한 특정 이벤트를 감지하고 그것을 트리거로 해서 데이터를 처리하여 생산의 가동 (생산수량 등) 정보와 비가동 정보를 생성한다. 설비로부터의 Event에 지연 요소 없이 정해진 시간 안에 처리되는 구조의 실시간 처리 능력이 필요하다. 제어 기기의 복수 프로그램 등의 관리 및 시시각각 발생하는 4M 정보에 대한 이벤트 이력이 저장된다.

• 사용자 인터페이스 기능

화면 단위로 새로운 기능을 생성할 경우, 유사한 화면 구조를 불러내어 이를 검색해서 선택한 후 실행 (Runtime)중에 스크립트 제어를 통해 커스터마이징하여 사용할 수 있는 구조가 필요하다.

본 기능의 지원으로 생산정보화예의 요구사항에 따른 화면의 변경, 추가, 삭제 등을 지원하여 IT 전문가의 도움 없이도 기능의 업그레이드를 용이하게 하고, 소프트웨어 유지보수 업무를 극소화할 수 있도록 설계된다.

• 상위 애플리케이션 통합 기능

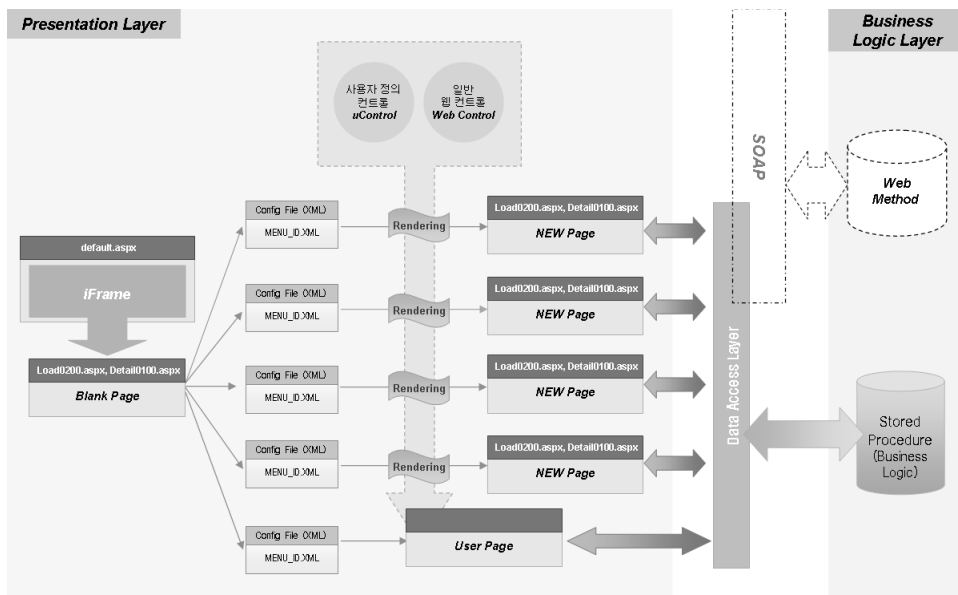
이 기능은 기업 내에서 사용하고 있는 다양한 기업 애플리케이션과의 통합을 지원한다. 상위의 타 시스템 간 응용 애플리케이션 통합을 목적으로 하며 통합단계는 데이터베이스 레벨에서 수행된다.

시스템 간 데이터베이스의 테이블 사용권한을 획득한 후 데이터를 전송하고 수신하는 Agent를 활용하여 통합을 수행한다.

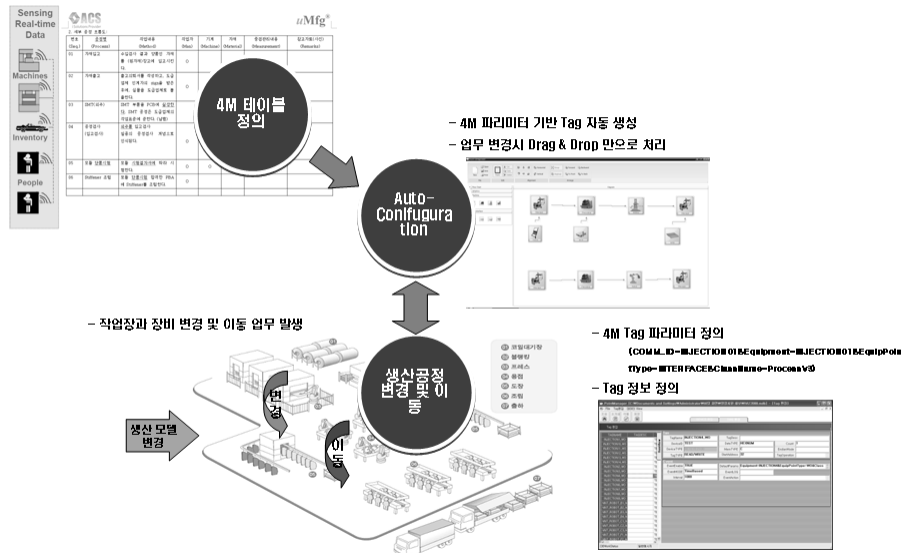
이로써 사용자는 타 애플리케이션과의 통합화를 위한 프로그램 작성을 위한 시간의 낭비요소를 제거한다.

• 4M 자율 재구성

무선센서기술을 이용하여 생산현장의 4M 정보에 대한 Profile을 정의하면 무선 LAN에 적용하는 자동 IP를 지정하는 것과 동일한 방식으로 모든 무선센서 노드들을 자동 연결할 수 있는 Auto-configuration 구성을 〈그림 9〉와 같이 구축할 수 있다. [5]



〈그림 8〉 사용자 인터페이스 기능 및 운영절차



(그림 9) Auto-configuration 구성도

그러므로 XML 혹은 SOAP 등을 활용, 기업 내 네트워크 및 인터넷 등을 통하여 연결이 가능하다. 본 기능의 지원으로 생산자원 4M 추가, 삭제, 변경 등을 무선네트워크 범위 안에서 자율적으로 구성할 수 있다.

#### IV. 결론

미래 지향적 시스템의 요구에 적용할 수 있는 u-Manufacturing 모델 및 적용시스템은 정보통신기술의 발달과 이용 가능성의 증대 등으로 인하여 생산방식의 변화, 기업의 조직구조와 새로운 근로 형태의 확산, 사회적 가치와 태도의 변화에 효율적 대응이 가능한 Smart-work 서비스가 기대되며 복수로 산재된 제조업의 경우에 중앙에서 각 공장의 품질, 비용 및 납기 관점의 핵심성과지표관리와 각 산업의 특성을 고려한 생산자원인 4M정보를 4 Zero관점에서 기계-IT 융합화를 지향하는 시스템 구축이 가능하다.

#### 참고문헌

- [1] 기계-IT융합포럼, "기계-IT융합촉진보고서", 한국기계산업진흥원, 2008.
- [2] KIAT, "산업-IT 기술 로드맵", KAIT, 2009.
- [3] u-Manufacturing 기술연구회, "u생산정보화 참조모델 개발", 중소기업청, 중소기업기술정보진흥원, 2005.
- [4] 차석근, 김동훈, 송준엽, 최진석 "글로벌 제조업을 위한 u-Manufacturing", 테크노경영연구정보센터, 2008.
- [5] 송준엽, 김동훈, 차석근 "A Ubiquitous based mobile control and web based remote control for u-Manufacturing", 한국기계연구원, 2006.



차 석 근

1981년 6월 BSEE, University Of Maryland,  
 1983년 6월 MSEE, University Of Maryland,  
 1984년 1월~1985년 12월 Sigma Central Laboratory,  
 Researcher,  
 1986년 1월~1988년 8월 (주)어플라이드 엔지니어링 자동  
 화사업부장.  
 1988년 08월~현재 (주)에이시에스 설립 및 CTO.  
 <관심분야> u-Manufacturing, Cloud computing~SaaS,  
 M2M, WSN



이 정 훈

1994년 2월 인하대학교 항공우주공학과 학사  
 2010년 5월 정보관리 기술사  
 1994년 2월~2000년 5월 현대모비스 선행기술개발부 주  
 임연구원  
 2000년 5월~현재 (주)에이시에스 기술연구소 부장  
 <관심분야> MES, IT융합, 함수형언어



최진석

.....

1988년 2월 부산대학교 기계공학과 학사.  
1990년 2월 부산대학교 기계공학과 석사.  
1999년 8월 부산대학교 정밀기계공학과 박사.  
1990년 1월~2002년 2월 대우통신(주) 기술연구소 선임연구원.  
2011년 2월~현재 중소기업기술정보진흥원 책임연구원.  
<관심분야> e-Manufacturing, USN , RFID