

스마트 제조 실행 시스템과 글로벌 정보 시스템

- 이태규(한국생산기술연구원)
- 신성운(군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수)

I. 서론

최근 이슈로서 스마트 컴퓨팅(smart computing)과 IT융합(IT convergence)이 시대적인 화두로 등장하고 있다. 이는 정보화 사회의 본류로 들어서는 중요한 관문인 동시에 IT 정보시스템이 인간의 삶 전반으로 확산되기 위한 중요한 과정이다.

스마트(smart)는 복잡하지 않고 단정하고 멋있다는 외형적 표현과 지능적이고 똑똑하다는 내면적 표현을 내포하는 용어이고, 융합(convergence)은 서로 다른 성질을 가진 두 개 이상의 개체가 만나서 하나의 개체로 재정립되는 과정으로 여러 기술이나 성능이 하나로 합쳐지는 과정을 말한다.

제조 생산 기업에서 도입하고 있는 MES (제조실행시스템: Manufacturing Execution System) 역시 이러한 시장 변화에 부응하기 위해 스마트화 및 IT융합화를 실현해야 하는 현실에 놓여있다. 더욱이 최근 비즈니스 환경이 글로벌화(globalization) 됨에 따라 지역적으로 하나의 공장에서 제한적으로 생산되는 제품들이 다국적이고 분산적으로 생산하게 된다. 따라서 하나의 공장 운용 시스템을 관장하던 로컬(local) MES가 글로벌(global) MES 솔루션으로 확장되는 동시에, 로컬 MES간 생산 자원(production resource)을 상호 공유하는 시스템으로 변화되어야 한다[1].

전통적으로 MES는 주문의 착수에서 완성품 완료까지의 생산 활동을 추적 관리하고 생산의 최적화를 위한 정보를 제공한다. MES는 생산품이 언제, 어디에서, 어떻게, 누

구에 의해 생산되었는지에 대한 상세한 기록 및 그 정보를 고객에게 제공할 수 있습니다. MES는 생산 현장에서 발생하고 있는 최신의 정보를 현장 실무자나 관리자에게 보고하며, 신속한 응답을 통해 생산조건을 변화시키고, 가치 없는 요소를 감소 시켜줌으로써 생산 공정과 기능을 개선하도록 유도합니다. MES는 하위로 제조 공정의 장비, 반송설비, PLC(Programmable Logic Controller), POP(Point of Production) 장비 등을 제어하여 자동화를 가능하게 해주는 자동화 시스템과 인터페이스하고, 상위로는 독립적인 Planning 시스템 또는 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템과 인터페이스 한다. 그러므로 최상위 전사적인 자원 관리에서부터 최하위 생산 장비까지의 제어를 통합시켜주는 역할을 수행합니다.

ERP가 “무엇을 얼마나, 언제 생산할 것인가?”에 대한 해답을 사용자에게 제공하기 위해 하위 MES에게 계획 정보를 전달하고, MES는 현장 작업자 및 설비에게 ERP의 지시를 제조 공정 기준에 따라 작업지시를 제공하여 생산 현장에서 “무엇을 얼마나, 언제 생산했는가?”라는 실시간 현황정보를 파악하고 이 결과를 토대로 ERP에게 수집 정보를 전달한다. 마지막으로 POP/Control은 공정 설비로부터 운행 데이터를 수집, 공정상태, 작업결과 등을 상위 MES 계층으로 전달한다.

MES의 비즈니스 적용 범위는 그림 1에서 보는 바와 같이 자동차 기계, 반도체, 전자, 식품제조, 제약, 항공, 의료기기, 섬유 및 철강과 같은 제조 산업에 전 분야에 광범위하게 사용되고 있어 MES는 제조 기업의 생산 정보 인

프라로써 중요한 위치를 차지하고 있음을 확인할 수 있다.



그림 1. 생산정보시스템 적용 분야

본 연구는 기존 로컬 MES 시스템의 주요 특징을 분석하고 새로운 요구사항을 도출한다. 그리고 스마트 제조 실행 시스템 및 글로벌 정보 시스템을 구축하기 위한 글로벌 시스템 구성, 핵심 기능 요소, 시장 요구 사항 및 기술적 이슈, 향후 생산 정보 시스템의 비전을 제시한다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 기술한다. 2장은 국내 및 해외 연구동향에 대해 조사한다. 3장은 본론으로 기존 로컬 MES 시스템 현황을 분석하고, 새로운 시장 요구 사항 및 이슈를 기술하고, 다음으로 스마트 글로벌 제조 실행 정보시스템(Smart global Manufacturing Execution Information System: Smart gMES)의 개념, 시스템 구조, 핵심 구성요소, 구현 방법에 대해 기술한다. 4장은 본 연구의 결론으로 스마트 글로벌 제조실행 시스템에 대한 요약과 향후 연구과제에 대해 제시한다.

II. 관련 연구

1. 국내 동향

국내 제조 생산 기업에서 반도체, LCD, 철강 등 일부 업종을 중심으로 도입되던 MES가 화학, 제약, 식품 등 제조업 전 분야로 확산되고 있다.

이러한 현상은 생산 공정에서 수작업으로 전사적자원관리(ERP) 시스템에 데이터를 입력하는 데 따른 업무 처리시간 지연과 잘못된 데이터입력에 따른 문제 발생, 실시간 산발적 지표관리의 어려움 등을 극복하기 위해서 MES 도입이 필수적이라는 인식이 확산되었기 때문이다. 특히 급변

하는 비즈니스 환경 변화에 유연하게 대응할 수 있는 실시간 비즈니스 대응 체계를 확립하여 실시간 생산 기업으로 변화하기 위해서는 생산현장의 실시간 생산 정보 뷰(view)와 리스크 변수에 대한 즉각적 대응이 필요하다는 요구가 높아진 것도 MES 확산의 주요한 배경이 되고 있다.

우리나라에 MES 시스템이 처음 도입된 시기는 80년대 중반 반도체 공장으로부터 출발하였다. 반도체 산업의 특성 상 원료 투입부터 완제품이 생산되기까지 수백 개의 복잡한 단위공정을 진행하여야 하고, 완제품 생산까지 최소 두 달 이상 소요되는 상황에서 MES 시스템의 도입은 필요 불가결한 선택이었다. MES시스템은 반도체산업과 더불어 발전을 거듭하고 있다고 해도 과언이 아닐 것이다. 초기의 MES 시스템의 역할은 재공관리, 장비관리, 측정 Data수집 등을 중심으로 실시간으로 생산 정보를 수집하고 분석하여 경영정보 및 영업정보로의 활용이 주류를 이루었다. 더욱이 생산 품질 향상 및 생산성 향상을 위해 설비 자동화가 지속적으로 증가하였고, 이로 인해 MES시스템의 역할은 설비의 제어로부터 계획, 분배, 및 품질 분석 기능으로까지 확대되었다.

90년대 중반 다양한 제조업 분야에서도 제품 Life-cycle의 단축, 소량 다품종 생산, 시장의 글로벌화, 고객요구의 다양화, 가격 경쟁 심화 등 여러 가지 복합적인 문제에 당면하게 되었다. 이러한 시장 환경에서 살아남기 위해서 기업은 제조 경쟁력 강화가 절실하였고, 새로운 생산방식의 도입을 통한 원가절감과 품질향상, 경영관리 기법의 혁신, 생산 시스템의 효율성 제고를 통한 지속적인 혁신 등을 추진하게 되었다. 또한 변화에 대응하기 위해서 많은 제조업체에서는 ERP를 도입하여 문제를 해결하려 시도하였다. 그러나 관리적인 측면에서의 도입효과가 있었지만 실제 제조현장에서 필요로 하는 실시간 제품 추적, 품질의 향상, 현장의 제어 및 통제에 대해서는 여전히 관리에 문제점을 안고 있었다. 이러한 문제점들로 인해 각 기업들은 MES 도입의 필요성을 인식이 더욱 확대되었으며, 90년대 중반 FPD(Flat Panel Display)산업의 발전은 MES를 타 산업군으로 확산시키는 계기가 되었다.

2000년대 들어 일부 대기업 군에서 확산되던 MES시스템은 그 효용성과 기능을 바탕으로, 자동차, 철강, 화학, 식품, 등 다양한 산업 군에서 본격적으로 도입이 확산되기 시작하였으며, 중소중견기업으로까지 확대 도입되면서 제

조업의 필수 시스템으로 자리 잡고 있다.

최근 부품재료 및 소비재 기업들은 기업 스스로 필요성을 인지하고 MES 도입을 진행하고 있는 추세이다. 전통적인 제조 분야에 IT 솔루션을 융합하는 특히 기업 생산 현장에 IT를 접목한 MES에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있는 실정이다.

ERP, 공급망관리(SCM) 등 경영혁신을 위한 IT인프라가 제조업 전반에 빠르게 확산되는 추세도 MES 확산에 긍정적인 영향을 미치고 있다. 단순히 공장 내 설비 제어가 아닌 여러 공장의 통합 관리 및 표준화된 제조환경 구현 등의 글로벌(global) MES 필요성이 증가하고 있는 것이다. ERP의 구축 효과를 극대화하기 위해서는 기반 데이터라고 할 수 있는 생산현장에 대한 현황 뷰(view)가 절실히 요구되고 있다.

글로벌 제조 생산 관리에 대한 요구에 따라 공정 및 제품 품질분석, 자재 및 설비 관리 등 ERP의 일부 기능과 생산 물류 관리 등의 SCM 기능을 포함하도록 MES 영역을 확장 또는 대체하고 있다.

이와 함께 기업 간 또는 생산 공장간 협업에 대한 필요성이 증가하면서 협력업체간 MES를 연계하거나 공동으로 구축하는 사례도 증가하고 있다. 특히 중소 부품재료 기업의 경우 MES 확산 동기가 되고 있다. 즉, MES의 적용 범위뿐만 아니라 활용 개념 및 기능도 확대되고 있다. 고객이 위탁한 물품의 생산 과정을 직접 모니터링하거나 제어하고 싶어 하는 경우는 물론 협력업체간 생산정보를 공유하기 위한 공급체인관리(SCM)와 통합 및 연동된 MES간 정보 공유에 대한 요구도 증가하고 있다. 특히 최근에는 주요 MES 솔루션 업체들이 서비스지향아키텍처(SOA)를 기반으로 한 프레임워크 통합 작업을 한창 진행하고 있다. 이들은 SOA 기반 통합제품들이 MES 시장 확대에 큰 기여를 할 것으로 기대하고 있다[12].

2. 해외 동향

MES 솔루션의 시장은 현재 지속적으로 성장하고 있다. AMR Research는 ERP 솔루션의 성숙과 더불어 제조현장 정보 자동수집 및 분석 등에 대한 법규화에 따라 2004년 세계 MES 시장이 매출규모 \$1.06billion으로 성장하여 2001년에 비해 50% 증가하였다고 발표한 바 있다[2].

최근 IT 글로벌 시장의 전망에 따르면 시스템 통합 및 IT 고도화 전략에 따라 글로벌 ERP 업그레이드 및 고도화, 재구축이 여전히 제조업종의 주요 이슈로 떠오르고 있으며, 기업의 전략적 의사 결정 지원시스템을 지원하기 위해서 기업내 다양한 데이터의 통합과 분석에 대한 고객요구가 증가하는 추세이다. 시스템 통합과 기간솔루션간의 연계 강화는 ERP-SCM, ERP-PLM, ERP-MES 등과 같이 기구축된 시스템간의 통합과 연계가 활발하게 이뤄질 것으로 전망하고 있다. 기타 사항으로 보안강화 기술자료 유통방지를 위한 보안시스템 고도화 및 통합관제시스템 구축, 원기관리시스템, 데이터 통합 등이 요구되고 있는 실정으로 예측하고 있다[13].

MES 해외 동향은 미국을 중심으로 진행되고 있는 MESA(Manufacturing Enterprise Solutions Association), ISA(International Society of Automation), ISO(International Organization for Standardization) 등의 표준화 활동을 중심으로 기술 및 시장동향을 살펴본다[7][9][10][11][14].

첫째로 MESA는 1990년 초기 MESA-11을 MES 표준 기능으로 정착시켰고(III장, 1-2절의 MES 주요기능 참조), 2004년에는 Collaborative MES 또는 c-MES 모델로 MES 고유기능에서 생산자 및 고객 간의 협업 업무를 증진시키기 위한 기능성을 확대하는 기능으로 발전시켰다. 2007년에는 Lean Manufacturing, Quality and Regulation Compliance, PLM, Real Time Enterprise, Asset Performance management 등을 포함하는 전략적 모델을 발표하였다. MESA는 2009년 들어 그 활동 영역을 미국에서 유럽 및 아시아 태평양 지역으로 확대하고 있으며, MES 역할 또한 환경 에너지, 비즈니스 지원 생산 개념 등으로 더욱 확장하고 있다.

둘째로 ISA는 미국 내에서 자동화에 대한 표준을 진행하고 있으며, ISA-95를 통해서 기업-제어(Enterprise-Control) 시스템 통합 표준을 제시하였다. 여기서 개발된 MES 표준은 5개 부분으로 구성되는데, 모델과 용어, 객체 모델 속성, 제조운영(activity) 모델, 제조운영관리를 위한 객체 모델과 속성, B2M(Business to Manufacturing) 등이다. 특히, ISA-95는 정보 제공 및 응용 통합 지원을 위한 데이터 교환 표준 규격인 XML을 지원하고, ISA-88은 배치(batch) 공정의 표준화를 제시하였다[3][14].

마지막으로, ISO는 ISO TC184 SC5 조직 하에서 WG1: 모델링 및 아키텍처, WG4: 제조 소프트웨어 및

환경, WG5: 개방 시스템 응용 프레임워크, WG6: 응용서비스 인터페이스, WG7: 진단 및 유지보수 응용 통합 등으로 구성된 MES 관련 국제표준을 정립하고 있다. 특히, WG6는 최근 MES KPI(Key Performance Indicator: 핵심 성능 지표)를 구성하고 있다[4].

이러한 국제 표준화 활동에 참여하는 아시아 국가로 중국, 일본 등이 적극적으로 참여하고 있다. 최근 인도는 제조업 부문의 경쟁이 치열해지면서 MES 도입이 증가하고 있다. 인도의 제조업 부문에서 IT 서비스 제공업체들이 중요한 역할을 차지하면서, 많은 외국 업체들과 자국 업체들이 인도의 MES 시장에 진출하고 있다. 인도의 MES 시장 규모는 미화 3,000만달러 이상이고, 2010년에서 2016년까지는 CAGR 18% 이상으로 성장할 것으로 관측된다[5].

III. 스마트 글로벌 제조실행 정보시스템

1. 제조 실행 시스템과 정보 시스템

1.1 MES의 진화와 필요성

인류 역사상 산업혁명의 시작은 아주 미미한 기간에 해당하지만 산업화로 인한 사회적 경제적 변화는 과거 인류가 이룩한 업적을 훨씬 뛰어넘는 어마어마한 발전과 변화를 가지고 왔다. 이러한 변화와 발전을 주도하는 핵심 요인 중의 하나가 제조업이라 할 수 있다. 제조업은 끊임없이 발전하고 진화해 나가고 있으며, 제조업 발전의 결과로 정보시스템도 비약적인 발전을 이루고 있다. 또한 정보시스템은 제조관리시스템으로 활용되며 다시 제조업의 혁신을 이끄는 데 그 일익을 담당하게 되었다. 그림 2는 그러한 제조 생산의 역사와 변화 흐름을 보여준다.

제조업에서의 정보시스템의 역할은 1960년대 회계 시스템에서 출발하여, 70년대 MRP 및 MRP II로 진화하였고 1980년대 들어 더욱 강력한 컴퓨터시스템을 이용하여 다양한 형태의 시스템으로 특화되며 ERP, MES 시스템 등으로 진화해 나갔다.

제조 환경의 변화에 발맞추어 MES시스템도 계속 진화해 나가고 있으며 크게 기능적인 진화 와 IT기술적인 진화, 두 가지 방향으로 진화해 나가고 있다. 고전적인 MES



그림 2. 제조생산 역사와 생산정보시스템

시스템은 공장내의 생산활동을 얼마나 잘 지원하고 개선할 수 있는가에 초점이 맞추어져 있었다. 따라서 MES의 역할은 공장내의 실시간 모니터링, 제어, 물류 및 작업 내역 추적 관리, 상태 파악, 불량 관리에 초점이 맞추어져 있었다. 그러나 산업 사회의 발달과 기업영역이 국제화됨으로 인해 Global 경영체제가 도래하였고, 기업 또는 공장간의 협업의 필요성이 증대되었다, 또한 치열해진 생존경쟁에 살아남기 위해 기업들은 좀더 나은 생산성, 품질, 고객지원 등이 절실하게 되었다. 이로 인하여 생산을 위한 시스템들은 그 기능에 맞게 좀 더 세분화되고 정밀화되어 가고 있다. 과거의 고정적인 관점의 생산관리란 정확한 생산계획을 작성하고 생산을 시작하고, 생산 중 문제가 발생하였을 경우 얼마나 빨리 문제를 해결하느냐가 관건이었다. 그러나 이젠 생산에 영향을 주는 문제를 미리 예방하는 차원을 벗어나 생산성이나 품질에 문제가 발생할 수 있는 부분을 찾아내 그 문제를 자동으로 해결하거나 가장 이상적인 생산 및 품질지표를 찾아내 향후 생산될 제품에 반영하는 단계까지 진화해 나가고 있다. 또한 Global 생산체제 및 생산 제품의 분업화로 인해 이전 공장에서 생산하는 제품의 품질 및 이력, 그리고 다음 공장의 생산 현황 등을 파악하고 심지어는 공장간 또는 기업간의 물류 이동까지도 추적하여 제품의 품질 및 생산성을 높이는 단계까지 발전하고 있다.

위와 같은 변화들은 MES의 영역을 한 공장 내의 생산활동에서 Supplier나 협력 업체와 의 협업시스템(Collaborative)의 형태로 발전해 나가고 있고 있으며 기업활동과 관련한 APS(Advanced Planning and Scheduling), FDC(Fault Detect and Classification), APC(Advanced Process Control), EAM(Enterprise Asset Management) 등과 결합하

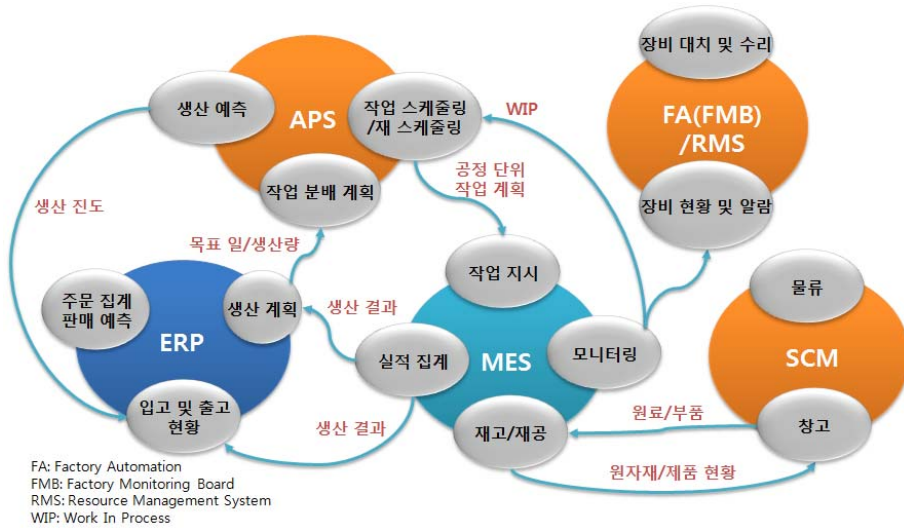


그림 3. 기업 정보 시스템

여 상위의 ERP, CRM(Customer Relationship Management), SCM(Supply Chain Management) 등의 시스템과 연계된 MOS(Manufacturing Operation System)으로 개념이 확장되고 있다. 반면 IT 기술의 진화는 MES시스템을 좀 더 유연한 시스템으로, 그리고 공장 안의 시스템에서 공장 밖으로까지의 시스템으로 확장시키고 있다. 점점 복잡해지고 다변화하는 제조환경에 대응하기 위해 모든 작업 절차를 워크플로우(Workflow)로 구성하여 분석 결과 및 테스트 결과에 따라 생산 절차 및 조건을 변경하고 필요한 활동을 정의할 수 있는 시스템으로 발전하고 있다.

생산관리시스템은 그림 3와 같이 기업정보 시스템의 요소로서 생산 현장에서 생산을 수행하기 위한 제반활동(스케줄링, 작업지시, 품질관리, 작업실적집계 등)을 지원하기 위한 관리시스템으로 생산방법과 절차, 그리고 생산현장에서 발생하는 각종 데이터를 더욱 유용하고 체계적으로 제공해 정형화하는 통합정보시스템을 말한다.

ERP와의 차이점을 살펴보면 ERP가 Middle-Up-Down 방식으로 계획에 의한 생산과 이에 필요한 자재수급으로 기업활동을 파악하는 데 비해, 생산관리시스템은 Bottom-Up 방식으로 생산에 필요한 스케줄링과 이를 위한 계획 및 자재수급으로 기업 활동을 파악하는데 있다.

ERP와 같은 상위의 전사적 전산시스템은 제조현장에 대

해 단순한 형태의 작업지시 명령만을 전달하고 제조현장에서는 작업지시에 따른 실적만을 다시 상위 전산시스템에 보고하기 때문에 작업지시부터 실적보고 사이의 중간과정에 대한 추적/감시/제어가 불가능하다.

생산관리시스템은 제조현장과 상위전산시스템 간의 교량 역할을 수행하면서 상위 전산시스템에서 포착되지 않는 원가 증가, 품질저하 등의 요인(생산계획과 실행의 차이)들을 추적, 감시, 제어, 분석하며, 공정작업, 생산기재, 보유자원, 설비명세 및 현황, 품질자료 등의 정보를 DB화하여 관리하고 이를 기반으로 여러 가지 다양한 정보들의 표준화와 정형화를 가능하게 해주고 현장상태의 실시간 정보제공을 통해 관리자와 작업자의 의사결정을 지원하는 기능을 수행한다.

Internet 기술의 발전은 공장의 생산 현황을 실시간으로 언제 어디서나 모니터링 할 수 있는 환경으로 변화시켰고, 현장의 작업지시 및 통제까지도 가능한 환경으로 MES시스템이 확장되었다. 더 나아가 설비의 모니터링 및 제어, 심지어는 설비 Maintenance작업까지도 Internet을 통해 가능한 수준까지도 올라와 있다. 또한 유비쿼터스 및 RTE(Real Time Enterprise) 환경으로의 변화는 제조업의 범위를 시장의 기화와 추세를 감지하고 신제품과 신규서비스를 통해 반응할 수 있는 시스템으로 발전되어가고 있다. 최근에는 사용자 중심의 웹인 웹2.0의 물결이 사회전반에 퍼져나가면

서 제조업에서도 Manufacturing 2.0 시대를 대비할 필요가 증가하고 있다.

Manufacturing 2.0은 SOA(Service Oriented Architecture)를 기반으로 사용자 중심의 인터페이스, 향상된 모바일 지원, 서비스에 대한 재구성 및 활용, 생산자간 또는 생산자와 소비자 간의 유연한 정보전달 등을 통하여 제품/서비스의 지속적인 개선을 이끌 것이다. 위와 같이 제조업의 업무 혁신과 IT기술의 진화는 자연스럽게 결합되어 끊임없이 개선되어 가고 있다. 이러한 변화는 제조업에서 MES를 필수 시스템으로 자리 잡게 하고 있다. 이젠 정보기술을 이야기하지 않고는 기업 경쟁력을 이야기할 수 없다. 이러한 측면에서 정보처리기술을 얼마나 잘 활용하느냐는 기업의 사활이 걸린 문제라 할 수 있으며, 제조업에서는 정보화를 통해 제조업 경쟁력을 높이는 것이 최선의 전략이다.

세계적인 생산관리기법을 자랑하고 있는 도요타자동차는 끊임없는 개선과 발전으로 전 세계의 생산혁신을 주도하고 있다. 그러나 앞으로의 생산혁신은 제조정보화 솔루션이 없는 불가능할 것이다. 제조 공정과 IT 정보기술을 접목한 생산정보시스템을 바탕으로 선진적인 생산관리시스템을 구축할 수 있다.

1.2 MES 주요 기능

MES 시스템의 기능을 살펴보면, 공정진행 정보 Monitoring 및 Control, 설비제어 및 Monitoring, 품질정보 Tracking 및 Control, 실적정보 집계, 창고운영 관리, 재공품 관리, 자재투입 관리, 인력관리, 공무관리 등 생산 현장에서 발생할 수 있는 모든 정보를 통합 관리한다고 할 수 있다. MESA는 MES 시스템의 기능은 그림 4와 같이 주요기능 11가지로 구분하고 있다[6][7].

MESA 협회에서는 그림 4의 MES Functional Model을 통하여 MES의 11가지 기능에 대해서 정의하고 있습니다.

1. 자원할당 및 상태정보(Resource Allocation and Status)

기기, 도구, 작업자 숙련도, 자재 및 문서 등의 자원 가용 상황을 관리한다. 자원할당 및 상태정보 관리는 자원의 상세 이력과 장비 상태를 실시간으로 제공하여 장비가 생산 작업에 적절히 배치되었는지를 점검한다. 이러한 자원

관리의 목표는 작업 일정 목표에 부합하는 자원 예약 및 분배 서비스를 제공하는 것이다.



그림 4. MES 주요기능 모델(MESA)

2. 작업/상세 계획(Operations/Detail Scheduling)

작업 및 상세 일정관리는 특별한 생산 단위와 연관된 조치, 우선순위, 속성 및 특성에 기초한 순서화를 제공한다. 일정관리란 정확한 시간, 장비 적재 및 이동 유형 등을 상세히 조정하기 위해 중복 또는 병렬 작업과 대안을 파악한다.

3. 생산단위의 분산(Dispatching Production Units)

배치(Batch), 로트(Lot) 및 작업지시서(Work Order) 등의 생산 단위로 생산 공정 흐름을 관리한다. 분배 정보는 공장 현장에서 발생하는 사건(event)에 따라 수행 작업과 실시간 순서 변경을 지시한다. 재작업과 재처리 공정은 버퍼(buffer) 관리와 모든 시점의 재공 제어 능력을 요구한다.

4. 문서관리(Document Control)

문서관리 기능은 작업지시, 처방, 도면, 표준 작업절차, 부분 프로그램, 배치 기록, 기술적 변경 요구사항, 쉐프트(Shift)와 조간 의사소통 및 “계획된 것” (“As Planned”)과 “이루어진 것” (“As Built”) 정보에 대한 편집능력을 포함하

여, 생산 단위와 함께 관리되어야 할 기록형태를 제어한다. 문서관리 기능은 관리자에게 생산정보 또는 장치제어 정보를 제공함으로써, 생산현장에 작업지시를 명령한다. 또한 환경의 제어, 통합, 안전 규정, 올바른 행동절차 등과 같은 ISO 정보를 제공한다.

5. 데이터수집(Data Collection/Acquisition)

데이터 수집 기능은 생산단위별로 데이터 기록 및 형태와 내부 작업 생산 정보 인터페이스를 제공한다. 이러한 데이터는 공장 현장에서 수작업으로 직접 수집하거나 장비로부터 자동적으로 수집할 수 있다.

6. 작업자 관리(Labor Management)

작업자 관리 기능은 분단위에 기초하여 개인별 상태를 관리한다. 시간대별 출석보고, 검증추적 및 행위에 기초한(activity-based) 비용 기준으로서 자재 및 공구 준비작업과 같은 간접적인 행위의 추적능력을 제공한다.

7. 품질관리(Quality Management)

제조현장에서 수집된 품질 측정치들을 실시간으로 분석한다. 품질변화 징후, 원인 및 결과에 대한 상호작용을 고려하여 문제 수정을 위한 가이드라인(guideline)을 제공한다. 또한 LIMS (Laboratory Information Management System)에 있어서 Off-line 검사 및 분석관리와 SPC/SQC 추적을 포함한다.

8. 공정관리(Process Management)

공정관리 기능은 생산 공정을 감시하고 생산 활동 개선을 위해 작업자들에게 의사결정 지원을 제공하거나 자동적 개선을 수행한다. 이 같은 개선들은 내부 작용하거나 한 작업에서 다음 작업으로 공정을 추적하고, 감시 및 제어되고 내부 작용하는 기기 및 장비에 특별히 초점을 맞추고 있다.

이것은 외부적으로 수용 가능한 오차범위의 공정변경을 작업자 각 개인에게 인식시키는 경보관리를 포함한다. 이것은 지능적인 장비와 MES간 인터페이스를 제공하고, 데이터 집계/취득 기능을 가능하게 한다.

9. 유지보수관리 (Maintenance Management)

장비와 도구들의 유지보수 현황을 지시 및 추적한다. 그리고 새로운 문제 진단을 위해 과거사건 및 문제 이력을 유지한다.

10. 제품추적 및 계통

(Product Tracking and Genealogy)

생산 위치와 어느 곳에서 상시 작업이 이루어지는지를 보여준다. 상태정보는 누가 작업을 하고 있는지, 공급자의 요소자재, 로트나 일련번호, 현재의 생산조건, 경보상태, 재작업 또는 생산과 연계된 다른 예외사항들을 포함한다. On-line 추적기능은 최종 생산품 각각의 사용법과 요소들을 추적하여 이력 기록을 생성한다.

11. 실행분석 (Performance Analysis)

실행분석 기능은 과거생산기록과 예상 결과를 비교하여 실제적 작업운영 결과들에 대한 분단위 보고를 제공한다. 실행결과는 자원 활용도, 자원 가용성, 생산단위 Cycle-Time, 일정준수 및 표준준수로서 측정치들을 포함한다.

또한 SPC/SQC를 포함할 수 있다. 이러한 분석 결과들은 보고서 형태로 제공되거나, 현재의 실행 평가를 On-line으로 제공할 수 있다.

1.3 MES 정보시스템 기본 요소

MES 정보시스템의 기본 요소는 생산성에 영향을 미치는 정보 수집 및 제어 대상(Plant Resource Management)에 따라 인적 자원관리, 자재 및 상품 관리, 장치 및 설비 관리 등의 세 가지로 구성된다. 첫째 인적 자원관리(Human Resource)는 작업자 또는 관리자의 활용에 따른 생산성 증감 정도를 파악하여 생산 목표량에 적합한 인적 자원을 관리한다. 둘째 자재 및 상품관리(Raw Material or Part/Products)는 생산 공정에 투입되는 원자재, 부자재, 부품 등의 재고 상태, 품질 상태를 파악하여 효율적인 생산 공정을 운영하도록 한다. 셋째, 장치 및 설비 관리(Equipments or Tools)는 생산 공장에 설치된 장치 및 설비의 생산이력 등의 운영 상태, 장비 사용연한을 주기적으로 점검하여 원활한 생산 공정을 수행하도록 최적의 생산 시스템을 구축한다.

그리고 지속적인 경쟁과 규제 압력이 제조업자들로 하

여금 IT 투자를 합리화하고, 모든 운용을 전체적으로 관리하게 하고, 공장 생산 활동을 사업 활동으로 연관 짓게 하고 있다. 이는 적절한 운용관리 소프트웨어, 공장 단위 IT 플랫폼, 상호운용성(interoperability) 및 표준(standard)에 기초한 시스템 통합을 요구한다. 생산 정보시스템의 기본 요소에 기초하여 원활한 시스템 상호운용 및 정보흐름을 제공하기 위해서 다음 그림 5와 같은 생산 운용 및 관리 서비스를 제공하기 위한 MES 정보시스템 구성요소들이 요구된다.

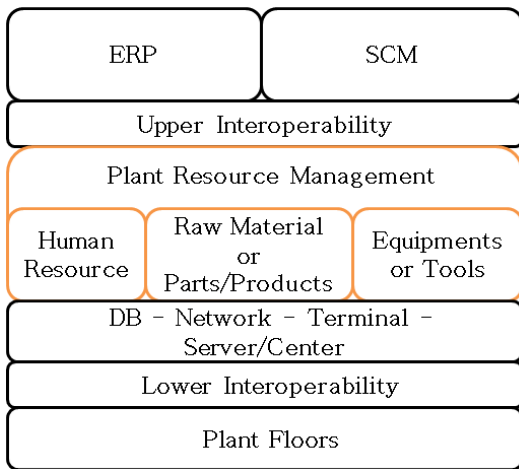


그림 5. MES 정보시스템 구성요소

먼저, 공동 운용 관리(Collaborative Operations Management: COM)는 관리자, 설비, 재료, 에너지, 원자재 및 부품의 상품 전환, 그리고 다른 공장들 사이의 생산 활동의 관리에 관한 정보 등을 조율하는 과정이다. COM은 작업자, 프로세스, 기계 그리고 자재 등에 대한 이벤트 기반 정보를 실시간으로 전달하고 기업 효율을 증진시키기 위한 도구들을 제공한다.

다음으로, 운용 관리 시스템은 공장 시스템, 비즈니스 시스템(ERP와 SCM), 엔지니어링 시스템(PDM과 PLM), 창고 관리, LIMS, 유지보수, 그리고 다른 시스템 등과 협력해야한다.

제조업자들은 각 공장을 통한 생산 관리뿐만 아니라 공장간 물류 관리를 필요로 할 수 있다. 원론적으로, COM

은 가치 사슬, 제품 생명주기, 자산 생명주기 등의 공장에서 교차하는 다양한 제조 관점을 단일화시킴으로써 분산 제조 회사의 모든 운용 기능을 서비스한다. 제조업자들은 공장 현장, 창고 및 물류, 그리고 다른 공급망 노드 등을 다루는 프로세스들에 초점을 맞추어 내부 생산 운용 및 공급 망을 보다 높은 실시간성, 더 높은 유연성, 더 낮은 가격을 실현하도록 IT 정보 기술을 활용함으로써 자신들의 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

마지막으로, 공동 제조 네트워크는 자재, 정보, 프로세스 흐름들에 의해 연결된 노드들로 구성된다. 모든 노드들이 차별화되는 반면에, 각 노드는 동일한 기본 프로세스를 필수적으로 다루어야 한다. 각 노드는 자재를 받고, 저장하고, 운반한다. 노동(작업)이 할당되고 추적되어진다. 생산 프로세스 내의 작업에 가치가 부여되고, 저장되거나, 이동될 수 있다. 모든 프로세스들은 불규칙 프로세스들을 초월해서 네트워크 또는 비즈니스-대-비즈니스 차원에서 존재해야한다. 생산정보가 노드들 사이에서 추적될 수 없다면 품질 문제를 해결하는데 많은 시간과 비용이 소모될 것이다.

2. 제조 실행 시스템 이주

2.1 제조 실행 정보 시스템 구조

현재 구현된 제조 실행 정보 시스템 구조는 클라이언트-서버 구조의 스타(star) 논리 구조로 주로 이루어져 있다. 이러한 구조는 중앙집중형 구성으로 가용성(availability), 단일 고장점(single point of failure), 규모성(scalability) 등에 취약하다. 이러한 가용성, 단일 고장점 문제를 극복하기 위한 대안으로 시스템 이중화(duplication) 방법을 채택하고 있다. 이러한 방법은 하나의 센터에서 로컬 네트워크에 기초한 운영하는데 적합하다.

그러나 글로벌 생산 현장의 지역 다변화 및 원거리화에 따라 현재의 서버가 집결된 센터 운용 방식은 정보 서비스의 가용성 및 규모성을 극대화하고, 단일 고장점 극복을 위한 이중화에 네트워크 및 시스템 제약성을 높인다. 이러한 원거리 분산 MES 시스템을 구축하고 기존 MES 시스템과 호환성을 유지하기 위한 대안으로 분산 미들웨어 시스템이 제안 될 수 있다. 본 절은 이러한 분산 MES 미들웨어 시스템을 구축하기 위한 기본 구조를 제안한다.

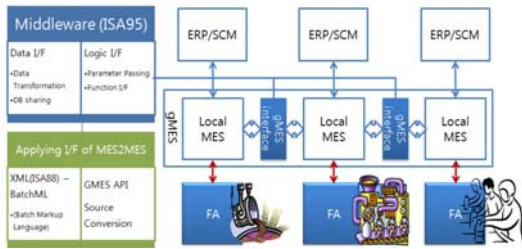


그림 6. 수평적 확장 계층구조

그림 6은 수평적 계층 구조(horizontal layered architecture)로서 이종/동종 지역별 생산관리시스템 (heterogeneous/homogeneous MES) 사이의 정보 교환을 제공하기 위한 글로벌 MES 인터페이스 모듈을 제공한다. 각 지역 MES는 독립적으로 하루 계층으로 지역공장을 관리(FA) 하고, 상부계층으로 지역기업과 연동(ERP)된다. 이러한 글로벌 MES 인터페이스를 지원하는 미들웨어는 데이터 교환 및 공유를 위한 데이터 인터페이스(Data I/F)와 기능 공유 및 파라미터 패싱을 위한 로직 인터페이스(Logic I/F)를 제공한다. 그리고 확장성을 지원하기 위한 XML과 API set을 지원한다.

이러한 분산 미들웨어 시스템은 다음과 같이 MES 정보시스템의 특징들을 지원한다. 첫째, 지역 MES 시스템 실패 시에도 높은 가용성(High Availability)을 지원하는 분산 (네트워크) 실패 극복 시스템 모듈을 지원한다. 둘째, 용이한 확장성(Easy Expansion)과 함께 MES 시스템의 높은 시스템 성능(High Performance)을 실현하는 규모성 (Scalability) 시스템 모듈을 지원한다. 셋째, DB 및 시스템 이중화 등을 통한 Data 안전성 및 시스템 안정화를 지원하는 결합허용(Fault tolerance) 시스템 모듈을 지원한다.

2.2 비즈니스 의사 결정 시스템

글로벌 MES(gMES)의 생산정보시스템에서 구축된 데이터웨어하우징(DW: Data-Warehousing)에서 기업의 비즈니스 요구에 따라 생산운영을 제어하기 위해서 실시간으로 수집된 전역 데이터에 근거하여 최적화된 의사 결정을 수행해야한다. 이는 기존의 지역별 MES에 기초한 공장 단위별 데이터에 근거한 의사결정은 글로벌 생산원가, 생산량, 제품납기, 물류 등의 해를 도출하는데 시간적으로나

정보 정확성 측면에서 제한점을 가지고 있다. 따라서 그림 7과 같은 룰(rule)에 기초한 지능적(Business Intelligence) 이고, 자동화된 의사 결정과정이 기업 활동에 필수적으로 요구된다.

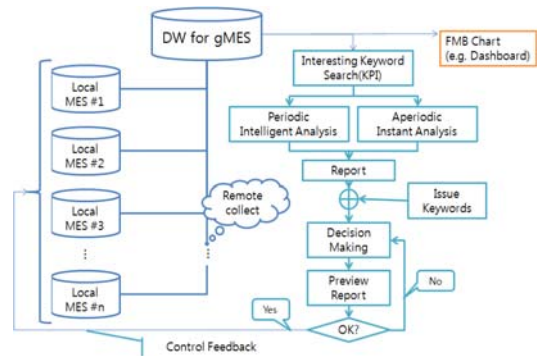


그림 7. 비즈니스-생산 의사 결정 시스템

의사결정 과정은 먼저, 각 기업의 주요 생산 활동의 요소로써 나타나는 핵심 성능 지표(KPI)에 기초한 관심 키워드에 따라 데이터하우스에서 키워드 단위 데이터 테이블 (Keyword-base table)을 구성한다. 이 키워드 단위 데이터 테이블들을 비즈니스 요구 우선순위에 기초하여 주기적 또는 비주기적(이벤트 기반)으로 최적화 분석(optimization analysis)을 수행한다. 이러한 분석결과가 선택적 대안들을 사용자에게 제공한다(Report process). 부가적인 키워드 참조와 더불어 사용자 또는 자동 의사결정이 이루어지고 의사결정 시스템은 잠정적인 시뮬레이션 결과에 따라 의사 결정 반영 예측결과를 도출하여 사용자 또는 자동 피드백 루프에 의해 비즈니스 조건 파라미터를 만족시킬 때까지 반복적인 의사결정 과정을 수행한다. 이러한 의사결정 과정이 만족할 때 각 지역 MES 시스템에 적절한 제어 정보를 전달함으로써 생산 현장 통제가 이루어진다.

2.3 스마트 인터페이스

기존 로컬 MES가 새로운 글로벌 MES로 확장 변환하기 위해서 둘이상의 로컬 MES가 구축되고 이들 사이의 생산자원 정보공유를 위해서 상호접속(Interconnectivity)을 구현한다. 이에 따라 글로벌 MES를 구축하는 과정에서

시스템 복잡도는 기존 MES 노드들 사이의 인터페이스 복잡도 $O(n)$ 에서 $O(n^2)$ 의 결합 복잡도를 가진 gMES시스템으로 변화하게 된다.

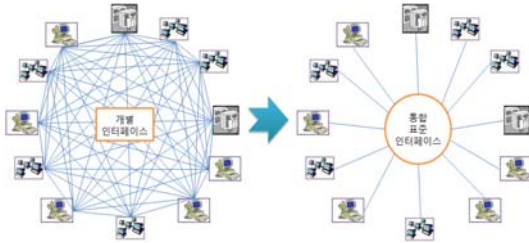


그림 8. 표준 인터페이스 개선 구조

이러한 시스템 복잡도 문제를 개선하기 위해서 표준화된 인터페이스 모듈들(예를 들어, API, XML 등)을 제공함으로써 시스템 복잡도를 $O(n)$ 으로 개선할 수 있다 (그림 8).

또한 이러한 구현(Implementation) 인터페이스뿐만 아니라, 시스템 사용자의 복잡도를 줄이기 위해 ERP, MES, POP, SCM 등에서 제공하는 사용자 인터페이스의 중복을 제거하는 동시에 표준적인 인터페이스를 제공한다.

다음으로 기존 로컬 MES뿐만 아니라 글로벌 MES 솔루션의 기능 복잡도가 증가함에 따라 사용자 인터페이스 복잡도가 급격하게 증가하였다. 따라서 메뉴, 윈도, 아이콘 등을 배치하기 위한 구조적 설계가 요구되고, 불필요한 중복 인터페이스를 제거하는 과정이 요구된다. 더 나아가 동적 환경에 위치한 사용자 상황(context)에 최적화된 동적 센싱 인터페이스(dynamic sensing interface)를 제공할 수 있다.

2.4 환경 이슈

최근 들어 지구온난화 및 에너지 고갈에 따른 전 세계 제조현장 및 생산제품에 관련된 이산화탄소 배출, 공해 물질, 수질 오염 등을 규제하는 법규가 지속적으로 마련됨에 따라 이를 뒷받침할 수 있는 생산정보시스템의 솔루션과 운용 노하우가 절실하게 요구되고 있다. 또한, 급격한 산업발달로 산업현장에서 사람 및 시설물 안전성 문제가 대형화되고 고려해야하는 다양한 안전 요소들로 인하여 안전 관리가 복잡화되고 있는 실정이다. 이에 따라 생산현장에서의 고용자와 시설물 안전관리가 생산정보시스템과 연동

하여 관리되는 것이 요구된다.



그림 9. MES 환경 연동성(Interoperability) 지원

그림 9는 이러한 생산현장 환경에 관한 신규 이슈를 지원하기 위해서 MES와 환경 관제 시스템이 상호연동성을 지원하는 인터페이스를 제안한다.

2.5 비즈니스 이슈

지금까지 기업의 비즈니스에서 제품생산은 후반부 작업으로 위치하여 제품을 고객에게 판매할 때 내부적인 고려요소로만 작용하였다. 이러한 과정은 전방위 비즈니스 즉, 경영, 제품 판매, 마케팅 등이 생산과는 독립적으로 분리되었다. 그러나 이러한 비즈니스 과정은 제품 판매뿐만 아니라 제품 생산에도 어려움을 겪게 하고 있다. 특히, 최근 휴대폰, 가전 등을 비롯한 전자 제품, 자동차 등이 점차적으로 과급되는 소비시장의 행태를 보이는 예전 모습을 벗어나 전 세계 소비시장에 제품이 동시에 과급되는 단일화 대형화 현상을 보이고 있다. 이러한 과정은 제품 생산 및 판매의 결정요인이 특정 지역에 국한되는 것이 아니라, 전 세계로 빠른 시간에 과급될 수 있는 판매 및 생산 시스템을 갖출 것을 요구하고 있다.

따라서, 원활한 제품 판매를 위해서는 지역별 판매 환경에 적합한 생산 시스템이 뒷받침되어야 한다. 다음과 같은 비즈니스 파라미터들(Business Parameters)을 고려하여 비즈니스 로직(Logics)을 구성한다(그림 10).

- 단위 생산량, 품질 수준, 지역 및 물류, 재고 등
- 전체 생산량 대비, 품질 대비, 공장 별 대비 등

3. 글로벌 제조 실행 시스템

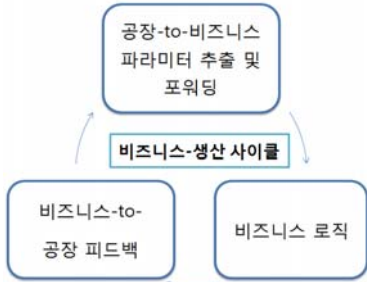


그림 10. 비즈니스-생산 프로세스

3.1 Global MES의 필요성

기업 환경이 인수합병에 의해 다문화 환경, 생산거점 확산에 따른 다중 국적/지역 환경에 따라 국지성의 한계를 극복해야하고, 서로 다른 지역 환경을 가진 기업 또는 공장간 협력을 지속적으로 유지해야하고, 글로벌 물류 서비스를 요구하며, 급속하고 유동적인 소비시장에 대응해야 하는 필요성이 대두되고 있다. 그리고 다음과 같은 기존 지역 MES의 한계점들을 극복해야 한다[8].

- 각 Factory별 Production Data Definition의 불일치
- Legacy MES 시스템에 의한 자료제공 주기 및 데이터 구조의 불일치
- 각 Factory별 퍼포먼스에 대한 인식의 불일치
- Production Accounting의 메쓰드의 불일치
- 각 Factory별 통일된 관점의 High Level 뷰 필요
- 벤치마킹을 통해 각 Factory별 생산퍼포먼스를 비교할 수 있는 능력 필요

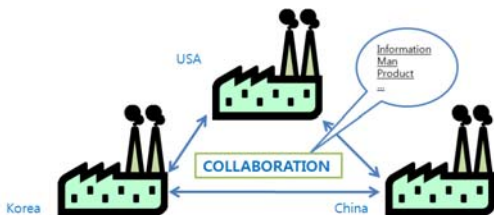


그림 11. 글로벌 MES 환경

그림 11과 같이 글로벌 MES 시스템은 각 지역별 생산 시스템이 보유한 생산정보, 사람, 그리고 제품에 대한 정보를 실시간으로 공유해야 한다.

이러한 글로벌 환경은 급속한 시장 환경에 대응하기 위해 대량 물품의 경우 납품 시간을 단축해야 문제(그림 12의 Horizontal convergence)와 소량 다품종의 경우 물류 비용 및 생산 단가를 최소화하기 위해 원자재와 생산품의 지역성(그림 12의 Vertical convergence)이 고려되어야 한다. 이러한 글로벌 기업 환경은 기존의 국지적인 생산시스템과도 조화를 이루어야하는 과제를 안고 있다.

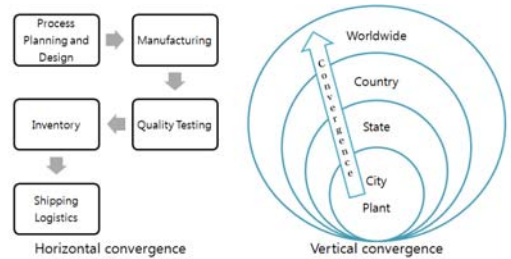


그림 12. MES 글로벌 프로세스 구조

3.2 글로벌 MES의 목표

글로벌 MES를 구축하기 위해서 동일한 MES 솔루션을 반복적으로 적용하는 롤-아웃(rollout) 전략 즉, Copy and Paste이 있고, 서로 다른 MES 시스템을 연동하는 이중 MES 솔루션 구축 전략이 있다. 결과적으로, 글로벌 MES의 구축효과를 극대화하기 위해서는 gMES의 장점은 전역화 및 극대화하고, gMES의 문제점은 지역화 및 최소화하는 전략이 요구된다.

글로벌 MES 목표는 다음과 같다.

- 각 Factory에서 발생하는 생산과 관련된 모든 데이터를 수집할 능력을 보유한다.
- 각 Factory에서 발생하는 모든 이벤트에 대한 해석 수단을 보유한다. 이는 트러블 슈팅 및 프로세스 개선이 요구한다.
- 각 Factory마다 동일한 관점의 다양한 KPI를 산출하고 보고할 수 있는 능력을 보유한다.
- 각 Factory별 생산과 관련된 통합된 리포트를 제공할

수 있는 능력을 보유한다.

- 생산과 관련한 실시간 데이터 수집능력을 보유하고 이를 통해 의사결정을 지원하기 위한 인텔리전스를 확보한다.
- Production Accounting과 관련된 통합된 중앙 플랫폼을 보유한다.
- 글로벌 환경에 적합한 시스템 결합 시 복구 시스템 및 전략을 구축한다.

3.3 MES 표준화 및 글로벌 트렌드

글로벌 MES가 새로운 이유로 등장하면서 현재 MES 솔루션에 우선적으로 그 변화를 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째는 MES 대 MES 확장 및 연동을 지원하기 위한 인터페이스 및 글로벌 통합 MES 시스템을 구축하는 것이다. 둘째는 지역에 국한된 생산 현장을 관리하는 기존 로컬 MES에 납품처 및 수량, 원료원산지 및 원가, 등을 포함하는 새로운 비즈니스 요소를 연동하는 ERP, 물류(SCM), 고객(CRM) 등의 파라미터를 부가하여 기능적으로 확장하는 것이다. 마지막으로 생산과 기업의 외적인 환경 요인으로 작용하고 있는 에너지, 환경오염, 안전 등의 요소를 연동하여 고려하는 것이다.

이와 같은 MES 확장성 및 연동성을 지원하기 위한 국제 표준 기구들의 활동을 요약하면 다음과 같다.

MESA는 2004년에 Collaborative MES 또는 c-MES 모델로 MES 고유기능에서 생산자 및 고객 간의 협업 업무를 증진시키기 위한 기능성을 확대하는 기능으로 발전시켰다. 2007년에는 Lean Manufacturing, Quality and Regulation Compliance, PLM, Real Time Enterprise, Asset Performance management 등을 포함하는 전략적 모델을 발표하였다. MESA는 2009년 들어 MES 역할 또한 환경 에너지, 비즈니스 지원 생산 개념 등으로 더욱 확장하고 있다[9].

ISA는 ISA-95에서 기업-제어(Enterprise- Control) 시스템 통합 표준을 제시하였다. 여기서 개발된 MES 표준은 5개 부분으로 구성되는데, 모델과 용어, 객체 모델 속성, 제조운영(activity) 모델, 제조운영관리를 위한 객체 모델과 속성, B2M(Business to Manufacturing) 등이다. MES 대 MES의 확장 인터페이스로 XML를 지원하여 데이터 교환, 정보 제공, 응용통합 표준을 제공한다. ISA-88은 배치(batch) 공정의 표준화에서 MES대MES 인터페이스를 지원할 수 있는 BatchML(Batch Markup Language) 모형을 그림 13과 같이 제시한다. ISA-95은 비즈니스 데이터를 MES에 적용하기(Business to Plant) 위한 인터페이스로 또는 역으로(Plant to Business) ISA-95 데이터 모델을 구현하기 위해 B2MML(Business to Manufacturing Markup Language)은 XML을 이용한다[10][14].

ISO는 ISO TC184 SC5 조직 하에서 WG1: 모델링 및 아키텍처, WG4: 제조 소프트웨어 및 환경, WG5: 개방 시스템 응용 프레임워크, WG6: 응용서비스 인터페이스, WG7: 진단 및 유지보수 응용 통합 등으로 구성된 MES 관련 국제표준을 정립하고 있다. 비즈니스 프로세스에 기초한 기업 모델을 생성하기 위한 일반 모델링 언어 구축을 위한 표준 템플릿을 제안한다. 이러한 모델링 언어 구축과 관계를 보여주기 위해 UML 메타모델(meta-model)과 템플릿 예시를 제시한다. 기업 도메인(Domain), 기업 조직 구성단위(Organizational Unit), 조직 세포(Organizational Cell), 의사결정 센터(Decision Centre), 기업 개체와 개체보기(Enterprise Object and Object View), 비즈니스 프로세스(Business Process), 프로세스 동작(Process Behaviour), 실행 또는 활동(Activity), 자원(Resource), 용량(Capability) 등의 다양한 모델 단계들이 구축될 수 있다[11].

IV. 결론

본 연구에서 보여진 바와 같이 제조실행시스템은 스마트 인터페이스 및 스마트 의사결정 시스템 구성을 통해서 프로세스의 고도화를 실현화가 가능하다. 또한, 기존 MES 시스템의 한계를 극복하는 동시에 새로운 글로벌 비즈니스 환경에 부응하기 위한 글로벌 제조 정보시스템 구축하기 위해서 글로벌 제조 정보 시스템의 표준화(Standardization), 효율

```
<Production Capability>
  xmlns = "x-schema:WBF95ProductionCapabilityV00-20xdr"
  xmlns:s95 = "x-schema:WBF95CommonV00-20xdr"
  <s95:ID> 카스피해 원유 파이프라인 </s95:ID>
  <S95:CapabilityType> 허가 </S95:CapabilityType>
  <S95:Reason> 생산 가능 </S95:Reason>
  <S95:Location> Tengiz-Atyrau 파이프라인 세그먼트 </S95:Location>
  (etc)
</Production capability>
```

그림 13. ISA-88:BatchML 활용 모형

적 글로벌 MES 시스템의 구축(Efficient Construction Process), 공장 단위 운용(Operation by Plant Unit) 등의 새로운 글로벌 파라미터에 기초하여 기존 MES 정보시스템 구축을 확장해야 한다.

이러한 결과에 따라 다음과 같이 글로벌 MES 시스템의 구축 목표를 달성할 수 있다.

첫째, 불필요한 중복성을 배제함으로써 지역 최적화 및 전역 최적화를 실행함으로써 비용 최소화를 실현한다.

둘째, 전역적 시스템화를 통해서 생산성을 향상시킨다.

셋째, 생산자, 생산 설비, 제품 및 부품에 의존한 글로벌 품질 개선을 실현한다.

넷째, 글로벌 비즈니스 로직을 추가함으로써 판매향상을 실현한다.

다섯째, 글로벌화 와 로컬화 사이의 조화를 통해서 시너지를 극대화한다.

향후 연구로는 새롭게 대두되는 제조 환경의 변화에 따른, 에너지 최적화 제조 정보시스템 구현, 공해 최소화 및 제거를 위한 제조 정보시스템 구현, 작업자 및 운용자 안전 등의 인간 안전을 실현하기 위한 제조 정보시스템 구현 등이 지속적으로 발전되어야 한다.

참고문헌

- [1] Aberdeen Group, “Global Manufacturing: MES and Beyond Benchmark Report”, May 2006.
- [2] AMR Research, AMR Research Finds Global Manufacturing Execution System (MES) Market Revenue Crossed \$1B Marker in 2004,
- [3] Jean Vieille, “Manufacturing Information Systems: ISA-88/95 Based Functional Definition”, MESA International, ISA and Psynapses, 2007.
- [4] MESA International and Industry Directions, Inc., “Metrics that Matter: Uncovering KPIs that Justify Operational Improvements”, Oct. 2006.
- [5] FA(Factory Automation) Journal, Oct. 2010.
- [6] MESA, MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities, 1997.
- [7] MESA, MES Explained: A High Level Vision, 1997.
- [8] MESA International and Atos Origin, MES Harmonization in a Multi-Site, Multi-Country and Multi-Cultural Environment, 2008.
- [9] MESA International, “MESA’s Next Generation Collaborative MES Model”, May. 2004.
- [10] Apriso, Inc., “Plant to Enterprise Integration: ISA-95 is a Nice Start”, Mar. 2009.
- [11] ISO/DIS 19440, ISO/TC 184/SC 5, Enterprise integration-Constructs for enterprise modelling, International Organization for Standardization, 2004.
- [12] 차석근, “2009 MES 기술동향과 전망”, Jan. 2009.
- [13] 김창훈, “2009 IT Service 시장 전망”, Knowledge Research Group, Jan. 2009.
- [14] ISA, <http://www.isa-95.com>.

저 자 소 개



이 태 규

1992: 군산대학교
전자계산학과 이학사.
1996: 숭실대학교
컴퓨터공학과 공학석사.
2006: 고려대학교
컴퓨터학과 이학박사
현 재: 한국생산기술연구원,
기업지원선임연구원,
미라콤아이앤씨 전문위원,
한국산업기술대학교
컴퓨터공학과 겸임교수
관심분야: 분산시스템, 로봇,
네트워크 통신,
웨어러블컴퓨팅, IT융합



신 성 운

2003: 군산대학교
컴퓨터정보공학과 이학박사
현 재: 군산대학교
컴퓨터정보공학과 교수
한국컴퓨터정보학회
영상처리 분과위원장
관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전,
멀티미디어, 텔레매틱스