

◆ 특집 ◆ 자동화를 넘어 자율화 (첨단제조를 위한 자율화)

생산자원(4M1E) 실시간 융합과 자율재구성용 미들웨어 개발

Development of Production Resources (4M1E) Integration in Real Time and Middleware for Autonomous Configuration

차석근^{1,✉}, 윤재영¹, 이성근¹, 허영숙¹
Suk Keun Cha^{1,✉}, Jai Young Yoon¹, Sung Keun Lee¹, and Young Sook Heo¹

¹ ㈜에이시에스 기술연구소(ACS Co, 8th Gasan Business Center, 165, Gasan Digital1-ro, Geumcheon-gu, Seoul, Korea.)
✉ Corresponding author: sk_cha@acs.co.kr, Tel: +82-2-6900-4602

Manuscript received: 2014.2.17 / Revised: 2014.3.3 / Accepted: 2014.3.7

This paper contains how to integrate production resources of 4M1E (Man, Machine, Material, Method and Energy), analyze and collect various type of management information which emphasize the need of a common platform's 4M1E Middleware and Autonomous Configuration. Management efficiency improved by the functionality of integrated management information and digitizing information with standardized data

Key Words: 4M1E integration (생산자원 통합), Middleware (미들웨어), Real time (실시간), Production resources (제조자원), Autonomous Configuration (자율재구성)

1. 서론

종래의 생산정보화 시스템이 구축되어 있는 제조업에서는 생산자원 4M1E (Man, Machine, Material, method & Energy)을 변경하고 생산설비를 이동, 추가, 삭제, 보완하는 등의 업무가 발생함에 있어 생산자원의 정보수집을 위한 새로운 배선의 설치, 통신 프로그램 및 운영 프로그램의 수정 등으로 많은 시간과 자원을 소모하여 생산기회 및 영업 확대 기회의 손실이 발생되었다.

이러한 문제는 생산정보화 수행 시 ‘공장-라인-공정’ 기반의 구성과 생산기계에 대한 에너지사용량 등과 같은 다양한 전사적 자원의 구성 및 할당이 이루어지지 않는 것에서 발생한다. 이 때문에 사용자 관점의 가시성이 현저히 떨어져 공정구성 편성이 어렵고 구성 이후 운용 시에도 공정의 진행상황 파악이 어려워 질 뿐만 아니라 공장의 레

이아웃 및 공정의 추가 삭제 등의 변경이 이루어질 경우에 데이터베이스 기반의 공정구성은 변경이 쉽지 않고 공정간 중속성을 효과적으로 수용하기 어렵게 운영되는 문제점이 발생되었다. 이러한 문제점은 생산정보화 공정구성의 일반적 이슈로 나타나고 있다.

특히 다품종 소량생산의 시대를 맞이하여 유연생산(Flexible Manufacturing)을 목표로 하는 RMS (Reconfigurable Manufacturing System)의 경우에는 공정구성의 문제점을 해결할 수 있는 자율 재구성력이 필수요소로 이를 효과적으로 지원 가능한 방향으로 생산정보화 시스템의 변화가 요구된다.

이에 본 연구에서 자율재구성력을 구성하기 위하여 개발되고 있는 생산정보화 시스템에서의 Autonomous Configuration과 4M1E middleware의 목적 및 주요기능 그리고 향후 개발방향에 대해서 설명하고자 한다.

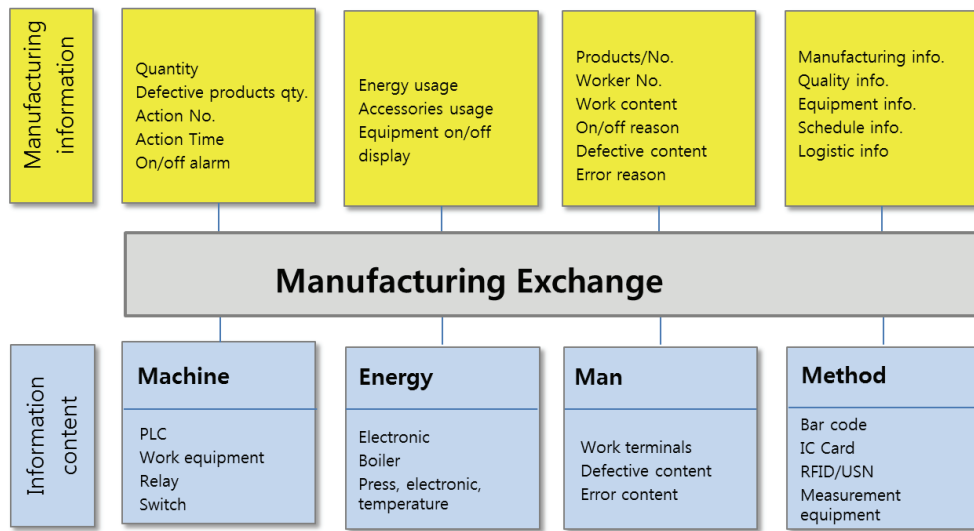


Fig. 1 Information of production resources (4M1E)

2. 생산자원(4M1E) 실시간 융합 방법

생산현장을 정보화 관점에서 볼 때 생산활동 정보 즉 4M1E는 Fig. 1과 같이 구성된다.

일반적으로 생산제품을 자동으로 생산하는 생산 설비(Machine)는 디지털 제어기기인 PLC (Programmable Logic Controller), 공작기계, FMS 등과 같은 복합 자동화 설비로 구성되어있다. 이러한 자동화 장비는 제어기기의 레벨에 따라 차이가 있으나 주로 실시간 기반의 자동으로 정보수집을 하게 된다.

제조현장은 생산설비가 자동화되어도 생산공정에는 필수로 작업자가 필요하다. 작업자는 자동화 설비로부터 수집되지 않는 품질 내용, 설비의 고장 내용, Lot의 변경 등과 같은 작업의 경우 판단하고 처리하는 활동이 요구된다.

생산공정에서는 원자재에서 생산, 출하되기 전 까지 물류과정을 추적하여 공정상의 재고 (WIP: Work In Process)로 정의하며 이는 각 생산공정에 작업 중인 자재의 추적과 투입 등의 정보수집이 필요하다.

작업방식(Method)의 경우 원자재에서 완제품까지의 전 과정을 디지털화하여 제품별 생산비용의 산출, 품질정보, 설비의 가동정보, 공장 내 물류정보, 각 해당 생산공정 간의 최적화된 일정정보의 수집으로 이루어진다. 특히 국제표준화(ISO/IEC 22400) 실시간 성과지표인KPI에 대한 정의를 바탕으로 QCD (Quality Cost Delivery)대응을 위하여

Method의 관리는 제조업 중점관리에 필수항목이다.

중래의 제조업에서는 생산공정에서 시시각각 변경되는 생산자원 4M1E 구성에 대한 다양성, 복잡성, 해당 자동화 생산설비 형태에 대한 의존성 등의 특성으로 인하여 Fig. 2 상단에 제시한 것과 같이 생산공정에서 요구 기반으로 최적화 운영을 위하여 필요한 애플리케이션관점에서 실적수집, 품질검사, 설비감시, 장비감시, 신뢰성, 유지보수 등 각 애플리케이션을 독립적으로 수직 통합하는 방법을 사용해 왔다. 그러나 이러한 수직적 시스템 통합은 생산공정의 새롭게 요구되는 기능에 대한 연계성 부족과 문제점이 발생하였을 때 즉각적 처리에 대한 비 능률적 구조의 문제점을 가지고 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 Fig. 2 하단에 보인 것과 같이 모든 적용 업무와 각각 생산공정의 센서정보로부터 실시간 상태정보를 수집하여 수집된 정보를 의미 있는 정보로 변환하여 최적의 조치하여 동일한 업무를 수행하는 방법을 제시하고자 한다.

최적 조치 업무를 위한 공통 플랫폼 형태로 볼 때 센서정보로부터 수집된 정보분석 지원 툴과 최적화 지원 툴의 기반하여 감시→연계성→예지→예방→최적화를 업무 구현을 위한 수평적 통합화가 필요하며 이러한 통합 방식은 효율적 실시간 정보 관리 방법의 부재에 대안이 될 수 있다. 이러한 수평적 통합화를 이용하면 각 공정에서 발생하는

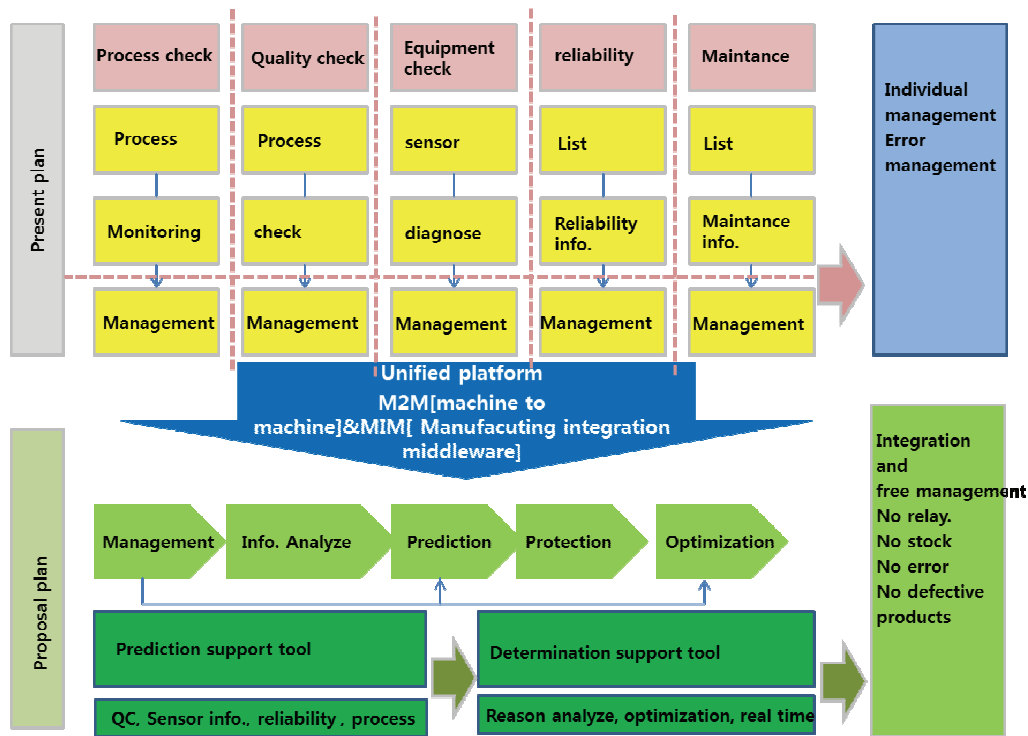


Fig. 2 An effective 4M1E integration methods

정보에 대한 연계된 동적 조치, 신속한 대응, 고도의 생산성 추구 및 제조업에서 발생하는 낭비의 근본적 제거 (무 대기시간, 무 재고, 무 고장, 무 불량 등과 같은 4 Zero)와 같은 자율적 대응을 가능하도록 지원 가능하다.

이러한 수평적 통합을 통해 종래의 시스템에서 검토하지 않았던 고품질의 추구, 완성품의 클레임에 대비한 고도의 실시간 제품 및 반제품 추적, 안전관리, 고가 생산설비의 예방정비를 넘어 예지정비를 지향하기 위해서는 다양한 기술적 고려가 이루어져야 한다. 대표적으로 M2M/IoT 기술을 적용한 실시간 고밀도 (SDO: Super Density Operation) 정보수집 기술 및 In-Memory-Computing 기술과 Big Data 와 같은 생산현장으로부터 실시간으로 발생하는 방대한 생산자원 4M1E 정보를 수 정교하게 분석하기 위한 기술이 필수적이다.

M2M/IoT 기반의 실시간 고밀도 정보수집 방법으로 전세계 생산현장에서 수집되는 4M1E 정보를 수집하기 위한 실시간 이벤트 기반 에이전트 소프트웨어 기술과 중앙에서 분석과 관리 하기 위한 클라우드 시스템을 적용 할 수 있다. 수집되는 정

보를 클라우드 시스템에 보관하여 이를 웹 및 모바일 앱을 통하여 관리하는 클라우드 컴퓨팅 서비스 기술과 실시간 이벤트 기반 에이전트 소프트웨어 기술을 활용하면 클라우드 컴퓨팅 서비스는 이전 과거 ASP (Application Service Provider)와 같이 ERP, CRM, SCM, PLM 등과 같은 애플리케이션을 중심으로 지원하여 온 것에서 나아가 지능형 M2M/IoT 기술을 지원 가능하다.

3. 4M1E Middleware

제조산업에서 현장의 실시간 M2M Device 기반 정보 효율적 관리뿐 아닌 다양한 이 기종 정보의 활용을 위해서는 미들웨어 기술이 필요하다. Sensor 획득뿐 아니라 정보의 다양한 분석 기술이 필요함에 따라 공통 플랫폼의 필요성이 강조되고 있고, 이에 실시간 생산정보 통합 관리를 위한 Auto-Configuration, WebLine Monitoring, Webservice를 포함하는 Middleware의 구현을 통하여 제조산업 현장 데이터 수집을 편리하게 하고 정보를 정량화시키며 생산자원의 효율적 관리가 가능하게 한다.

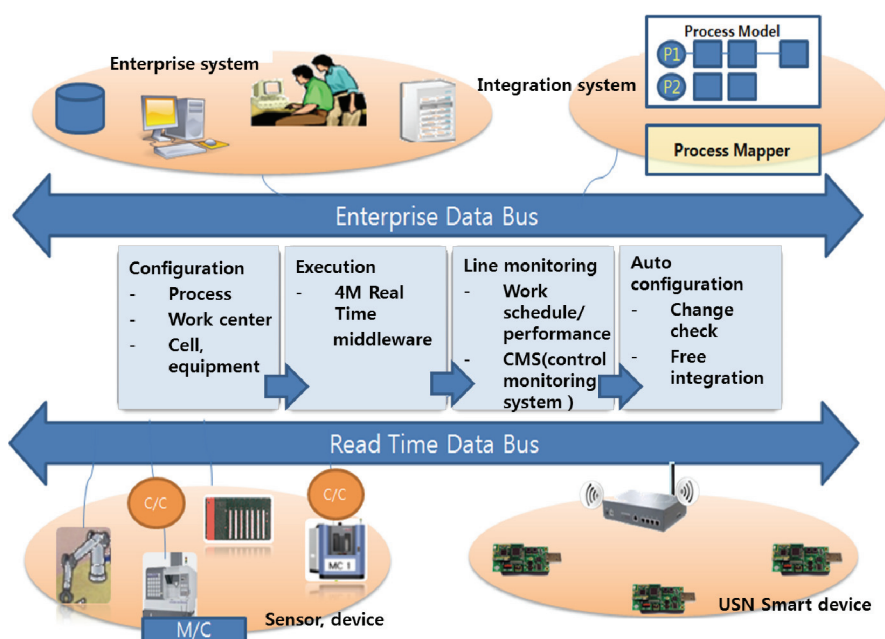


Fig. 3 Middleware Architecture

3.1 Middleware 기능

위의 Fig. 3과 같이 미들웨어 주요 기능은 디바이스(M2M/IoT)와 실시간 통신하고 수집된 정보를 Tag라는 변수로 관리하는 기능, Tag가 변경이 감지되면 데이터 변경 이벤트에 따른 프로세스 모듈을 통한 4M정보 상태정보 실적을 처리하는 기능으로 구분된다.

Middleware의 특성상 실시간 설비제어가 필수 기능으로 실시간 응답특성은 중요한 요소로 구분된다. Middleware의 분산환경은 이 기종 데이터의 처리 및 이동에 중요한 환경으로 이에 본 시스템에서는 애플리케이션간의 분산환경 구축을 위해 Microsoft 기반의 DotNet Remoting을 구현하였다. DotNet Remoting 기술은 분산환경에서 가장 빠른 인프라 구조로이다.

Fig. 4는 .Net Remoting의 Communication Channel의 스택 구조를 나타낸 것으로 TCP/IP, HTTP 기반의 분산채널을 연결이 가능하며 Client Application과 Remote Object간의 호출관계를 Proxy-Sub 형태로 구현하는 구조로 구성되었다.

또한 본 기술은 다른 분산기술인 CORBA와 동일목적을 가진 기술로서 기존 Microsoft의 DCOM (Distributed Component Object Model)의 .Net Framework 기반과 연장선상의 기술이다.

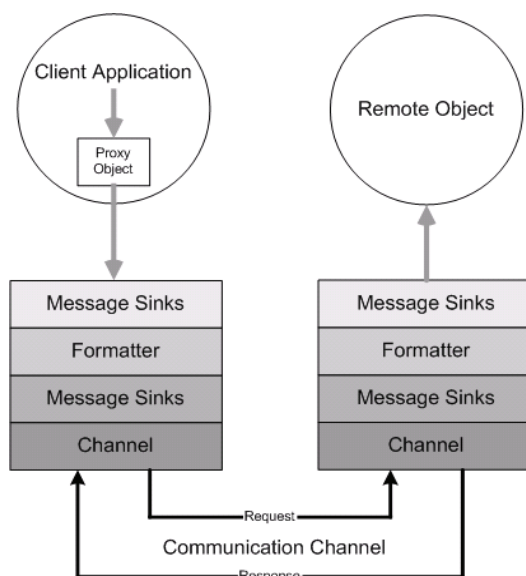


Fig. 4 Dot Net Remoting Communication Channel

본 시스템의 중요한 기술 중 하나로 M2M/IoT Device의 정보 수집 및 데이터 가공 기술이다. 미들웨어 프레임워크 내에서 M2M/IoT Device Sensor 정보는 정보처리 단위인 Tag로 정의되어 Device별로 통신 프로토콜 의해 실시간 통신을 하고 관리

Table 1 Tag defines the data structure

Function	Function Introduction	Input Value(Scope)
DB connection setting	DB connection function	1. OLE DB supplier: Combo Box 2. Original data: dialog button
Device Edit	Communication equipment add/edit function	1. Device Type: Combo Box 2. Device ID: Max 256 3. IP: Max 15 4. PORT: Max 10 5. Base Scan Rate: Max 10
Tag Edit	Device tag add/edit function	1. Tag Name: Max 256 2. Device Type: Combo Box 3. Tag Type: Combo Box 4. Tag Desc: Max 256 5. Data Type: Max 16 6. Mem Type: Max 16 7. Start Address: Max 10 8. Count: Max 10 9. Event Enable: Combo Box 10. Event Mode: Combo Box 11. Interval: Max 10 12. Default Params: Max 256
Driver registration	Plug In communication driver add function	1. Device Type: Combo Box 2. New Item: Max256
Visual Real time data	Function of read/input tag value by real time data manager	1. Tag Value: Max 256

하는 기능을 수행한다. 하단 Table 1의 경우 Tag defines the structure로써 미들웨어는 현장4M 정보를 가상메모리 공간에 Tag라는 변수로 데이터 공간을 생성하고 관리하는 데이터 구조를 가질 때 각 센서 기능에 따른 입력값의 예시를 보여주고 있다.

이 구조는M2M/IoT Device를 사용해 수집된 센싱 정보를 통해 설비의ID, 데이터 구조 등을 정의하여 생산자원을 구분할 수 있게 되고 수신된 데이터는 상태의 변경을 감지하여 미들웨어 프레임워크 내에서 비즈니스 로직에 맞게 정보처리를 수행하거나 M2M/IoT 상태를 공유할 수 있게 된다.

이렇게 미들웨어를 통해 M2M/IoT 디바이스로부터 획득되는 실시간 계측정보는 미들웨어 기반 정보 분류체계에 적용하여 데이터를 정량화하는 역할을 수행한다. 이를 통해 생산 실적정보, 가동/비가동 정보, 비가동 유형 정보 등 의미 있는 데이터가 생성된다.

4. Autonomous Configuration 기능

Autonomous Configuration은 미들웨어 제어를 통해 통합 프레임워크와 인터페이스 되어 4M정보를 편집관리 기능을 지원한다. 본 기능을 통해 설비의

이동, 변경, 추가 시 발생하는 하드웨어 및 소프트웨어의 변경 사항을 자동화하고 자율 재구성하여 유연대응능력을 향상 시킬 수 있다. 이러한 유연대응능력의 향상은 생산 공정관리에 필요한 논리적인 정보를 구성하는 기능을 가지며 공정을 구성하는 설비, 작업방법, 자재, 작업인원 정보의 기준정보를 생성 및 편집할 수 있다. 그리고 공정의 변경에 따른 구성정보 변경 시 자동으로 인지하여 동적으로 미들웨어와 연동하여 4M정보를 재구성한다.

Fig. 5는 Autonomous Configuration의 물리적 배치 구조를 표현한 것으로 Point Manager와 Equipment interface Device 사이에 Communication 컴포넌트가 composition 관계로 구성되어짐을 알 수 있다. Tag Information Server는 Communication 컴포넌트와 Real Time Data Manager에 연결되는 구조를 가지며 Equipment Device와 Communication 컴포넌트가 composite 관계를 가지는 것은 Equipment Device별로 1:1로 대응되는 Communication 채널이 생성되기 때문이며 Equipment Device의 추가에 따라 동적으로 추가되는 구조가 된다. Communication 채널을 통해서 얻어지는 Equipment Device 실시간 생산정보들은 Tag Information Server에 동기화 되고 tag 단위로 정의된 event발생 룰에 따라 Real Time Data

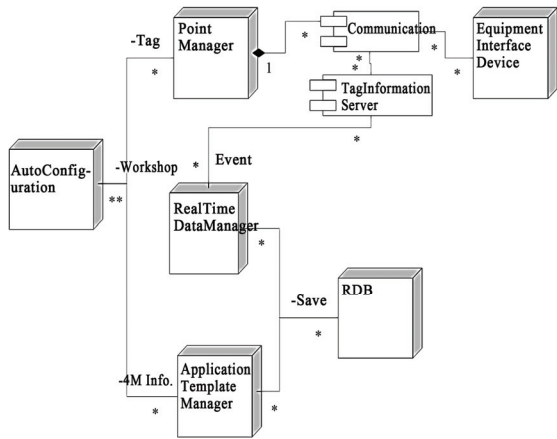


Fig. 5 Autonomous Configuration Deployment Diagram

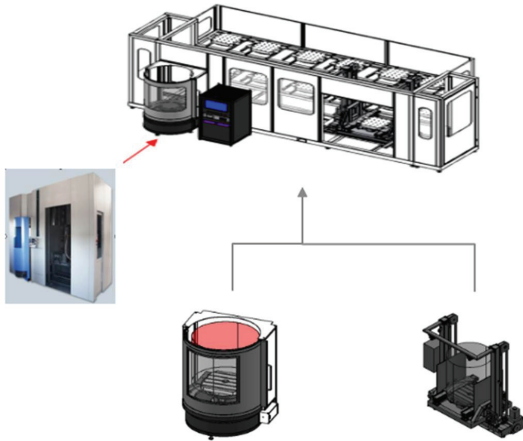


Fig. 6 Setup operation of Autonomous Configuration

Manager에 이벤트를 발생시키는 연결구조를 가지게 된다.

Autonomous Configuration는 생산공정관리에 필요한 논리적인 공정 및 공정간 연결의 라우팅 관리 및 공정을 구성하는 ‘공장-라인-작업장-설비’의 물리적 계층구조의 설비정보를 구성하는 기능을 갖는다. 특히 RMS의 경우 자율 재구성력에 대응하여 관리하기 위해서 한번 구성된 정보들이 이후 발생하는 공정 및 설비의 변경에 유연하게 대응할 수 있도록 관리하는 목적을 가진다. 관리대상으로서의 RMS는 스택크레인, 스토리지, 콘베이어, 공작기계 등의 주요 설비로 구성되며 엔터프라이즈 레벨의 통합 생산운영 시스템으로부터 계획된 생산지시에 의해서 작업이 이뤄지게 된다. 그리고 생산지시의 변화에 따라 그 위치와 모듈 구성 방

법들이 변화하게 된다. 자율재구성력을 갖기 위해서는 우선 공정구성능력이 필요하다. Fig. 6은 Autonomous Configuration에서 공정을 수행하는 작업장을 구성하는 화면으로 시스템을 구성하는 핵심 요소들을 컴포넌트 기반으로 선택하고 화면상에서 연결하여 구성함으로써 가시성을 제공한다.

일단 공정이 구성되면 공정의 변화를 감지할 수 있어야 하는 데 이러한 변화를 감지하기 위해 각종 데이터 수집 유무선 센서들을 설치된다. 유무선 센서들은 표준기반의 지능화된 센서들로 플러그 앤 플레이 기능이 지원되며 4M 기반의 미들웨어의 태그 포인터로 연계되어 생산정보의 실시간 상태정보의 수집과 분석으로 고장예지 및 설비의 종합효율을 향상시켜 생산라인의 가용효율을 극대화 시킬 수 있다.

5. 결론

제조현장에서 시시각각 변경되는 생산자원 4M 정보의 수집을 위하여 유무선 센서기술을 활용한 지능형 임베디드 디바이스기반으로 설계된 M2M/IoT 시스템과 이를 운용하기 위한 실시간 생산정보 프레임워크인 4MIE 기반 미들웨어의 재구성 모듈러 가공 셀(RMC)에 대응한 자율 재구성력을 가지는 Autonomous Configuration기술의 적용은 생산공정의 복잡성을 최소화 시키고 공정변경에 대해 유연하게 대응할 수 있으며 작업자가 공정상황을 실시간으로 파악하고 분석해서 공정 진행에 대한 가시성을 높임으로서 생산현장에서 발생하는 문제점을 획기적으로 제거할 수 있는 접근 방법을 제공할 수 있다는 측면에서 제조업의 품질 향상, 납기단축 및 생산비용 절감을 기대할 수 있다. 현재는 4M 기반 미들웨어의 기본기능이 개발된 상태이고 자율재구성력을 가지는 Autonomous Configuration의 경우에도 RMC 처리대수가 1개 시스템으로 한정되어 있지만 향후 연구과제의 수행을 통해서 확장기능의 개발 및 자율 재구성력의 대응능력을 증대시키고자 한다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부에서 수행하는 자율적용 생산시스템 통합융합기술(과제번호: 10033565)의 지능형 센서네트워킹 및 모니터링 기술 의뢰수행 되었으며, 이에 감사 드립니다.

REFERENCES

1. Oh. J. T., "Data Throughput Measurement for Wireless LAN of IEEE 802.11g in Mobile Environment," The Korean Institute of Communication and Information Sciences, Vol. 29, No. 3A, pp. 288-292, 2004.
2. u-Manufacturing ISTK, "Strategy for SME During Ubiquitous Era," TIPA, pp. 30-31, 2004.
3. Gerg Barch, "e-Manufacturing Whitepaper," ARC Advisory, pp. 199-201, 2003.
4. ARC Research Inc, "Next Generation MES," AMR Research, pp. 221-223, 2003.
5. Jay Lee, "e-Manufacturing," IMS Center, pp.122-124, 2004.
6. Cha, S. K., "Manufacturing Improvement and Manufacturing Information Integration," CIMERR, pp. 4-5, 2010.