

◆ 특집 ◆ 지속 성장 가능 생산시스템

유비쿼터스 기술을 이용한 첨단 제조시스템(TAMS-OUT)

TAMS-OUT - The Advanced Manufacturing System over Ubiquitous Technology

✉박홍석¹, 최홍원¹, Tran Ngoc Hien¹, Vu Dinh Nghiem Hung¹
✉Hong-Seok Park¹, Hung Won Choi¹, Tran Ngoc Hien¹ and Vu Dinh Nghiem Hung¹

1 울산대학교 기계자동차공학부 (School of Mechanical and Automotive Engineering, University of Ulsan)

✉ Corresponding author: phosk@ulsan.ac.kr, Tel: 052-259-2294

Key Words: U-Manufacturing (유-제조팩토리링), Ubiquitous Computing (유비쿼터스 컴퓨팅), Ubiquitous Sensor Network (USN; 유비쿼터스 센서 네트워크), Wireless Technology (무선통신기술), RFID System (RFID 시스템)

1. 서론

새로운 제조도구, 제조시스템 및 제조방법론의 개발과 진화는 초기의 대량생산방식에서부터 최근의 민첩대응생산방식에 이르기까지 제조 방식의 변화를 이끌고 있다(Fig. 1).^{1,3} 20 세기 후반에 출현한 e-Manufacturing 은 제조현장에서 발생하는 문제점들을 극복하기 위하여 보다 높은 유연성을 제공함으로써 새로운 제조 패러다임으로 자리잡고 있다. 하지만 e-Manufacturing 을 기반으로 구성되어지는 시스템은 새로운 환경에 충분한 적응성을 가지지 못하고 있다. 또한, 시스템 구성이 복잡할 뿐만 아니라 구현기간이 오래 걸리는 단점을 가지고 있다.

오늘날 제조환경은 점점 더 동적이고 확률적이며 세계화 되어가고 있다. 하지만 거의 대다수의 제조공정들은 시장요구와 제조능력 사이의 평형과 정적 환경상에서 생산량을 결정하고 있다. 이러한 이유로 기존의 제조방식에서는 제품 제조에 관련된 정보들을 제조공정이 완료되는 시점에서 파악하게 된다. 그러므로 제조과정에서 발생하는 문제에 관련된 알림 메시지와 이를 위한 재계획이 무시되며, 자재와 부품의 수령과 발주가 지연되게 된다.

기존의 제조시스템이 가지는 이러한 문제점들

을 극복하기 위하여 IT 분야의 최신 패러다임인 유비쿼터스 기술의 도입이 제안되어지고 있다.⁴ 이미 사회전반에 걸쳐 다양한 종류의 컴퓨터들이 사람, 사물, 환경 속으로 스며들어 있으며 이를 상호간의 네트워킹을 통하여 인간은 유효한 정보들을 이용하는 것이 가능한 유비쿼터스 환경이 구축되고 있다. 기존의 제조방식에서는 제조현장의 장비들이 인간과 직접적으로 상호작용하여 작업을 수행하였다. 하지만 유비쿼터스 환경에서는 제조현장의 장비들이 주변의 물리적 환경과 직접적으로 상호작용을 수행하게 된다.

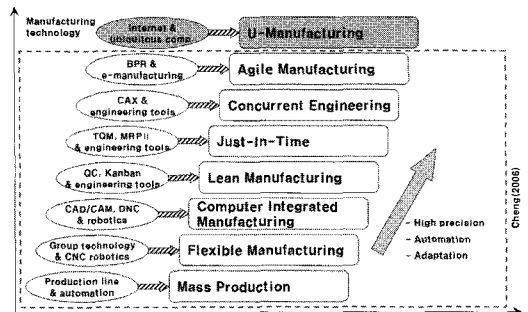


Fig. 1 Evolution of manufacturing strategy

유비쿼터스 환경에서 시스템 관리자들은 제조공장 전체의 시각화를 위하여 휴대용 컴퓨터에서

운용되는 인터페이스를 이용한다. 이를 통하여 시스템 관리자들은 공간과 시간의 제약 없이 실시간으로 제조와 관련된 모든 정보들을 모니터링할 수 있다. 더욱이 모발일 컨트롤 시스템은 컬러 코드를 이용하여 각각의 구성요소들의 상태를 실시간으로 제공한다. 또한, 트래킹 시스템을 이용하여 로봇의 정위치 도달 여부를 확인하는 것이 가능하다. 특히, 조립라인 내에서 스마트 태그를 부착한 부품들을 이용하여 쉽게 제조 관련정보들을 획득할 수 있을 뿐만 아니라 적시공급(JIT; Just in time) 관점하에서 수행 가능한 다양한 방법들 중에서 가장 효과적인 방법으로 작업공간으로 인도되어질 수 있다. 그러한 이유로 본 논문에서는 유비쿼터스라는 새로운 패러다임이 어떻게 제조시스템에 큰 적응성을 제공하는지에 대한 개략적인 내용을 보여줄 것이다.

2. TAMS-OUT의 개념

유비쿼터스 기술을 구현하는데 있어서 가장 중요한 세 가지 구성요소들은 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing), 유비쿼터스 네트워킹(Ubiquitous networking)과 환경지능(Aml; Ambient intelligence)이다.

유비쿼터스 컴퓨팅을 수행하기 위해서 컴퓨팅 장치들은 주변의 물리적 환경에 삽입되어 있다. 그러므로 사용자가 물리적 환경과 상호작용을 수행함으로써 동시에 각 장치들과 상호작용이 가능하게 된다. 이러한 다양한 컴퓨팅 장치들은 상호간에 연결되어 있으며 각각의 목적에 따라 1 인치 디스플레이부터 벽면 크기에 이르기까지 다양한 크기를 가지고 있다.

유비쿼터스 네트워킹은 목적을 수행하기 위한 기계 장치들이 시간과 장소에 구애 받지 않고 작동할 수 있는 컴퓨터상의 환경의 구성을 의미한다. 이러한 유비쿼터스 네트워킹의 가장 특별한 점은 모든 종류의 정보들을 사물과 인간으로 구성된 네트워크를 통하여 전송하고 수신하는 것이 가능하다는 것이다.

환경지능은 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워킹의 통합으로부터 생성되어진다. 일반적으로 대상물들간의 네트워킹, 특징강화, 미리 정의되어진 특성의 제공 및 주변환경에 포함되어져 있는 기술들의 결과로 구성되는 일정 수분 이상의 지능을 갖춘 공간으로 정의된다.^{5,6} 지능의 본질적인 특

징들은 구조와 행위에 대응하기 위한 응용성과 자율성이다. 본 논문에서는 주변 환경 변화에 민첩하게 대응할 수 있는 유비쿼터스 기술기반의 새로운 제조시스템 모델을 제안하고자 한다.

이번 장에서는 TAMS-OUT의 개념에 대하여 소개한다. TAMS-OUT의 개념은 작업자가 시스템을 직접 제어하거나 노트북 및 휴대장치 등을 이용하여 작업자의 위치 장소에 무관하게 제조시스템을 적절하게 운영하고 제어하기 위한 기능을 제공하는 것이다. 그래서, 유비쿼터스 기술의 지원을 받는 TAMS-OUT은 제조시스템에 민첩성과 높은 적응성을 제공한다. 또한 TAMS-OUT은 높은 생산성, 민첩성 및 가시화를 극대화하기 위해서 제조 공정에서의 지능화와 제조 지식을 가진 제조자들의 디지털화와 같은 다양하고 강화된 제조 IT 전략을 요구한다. 특히, TAMS-OUT와 기존 다른 제조시스템들과의 사이에서 가장 두드러지는 기술적인 차이는 정보수집방법이다. TAMS-OUT은 기계나 독립장치들로부터 정보들을 수집할 때 RFID나 USN과 같은 무선통신기술을 사용한다. 이러한 통신기술로는 유무선 멀티 센서 데이터 통합을 이용한 자동, 반자동 및 수동방식이 있다.

3. TAMS-OUT의 핵심기술

3.1 무선통신 기술

RFID 시스템은 RFID 태그, RFID 리더기와 컨트롤러로 구성되어진다. RFID로 수집되어진 정보들은 다양한 S/W 시스템들과 함께 진행되어질 수 있기 때문에 RFID와 관련 센서기술들은 제어, 생산 자동화와 자료수집방법의 변화에 있어서 큰 가능성을 가지고 있다.⁷ 또한, RFID를 이용함으로써 노동비 절감, 고장시간 단축과 생산 효율 상승과 같은 효과를 기대할 수 있다. 이러한 가능성을 실현시키기 위해서 RFID 기술은 IT 기반기술들과 통합되어야 한다. 이미 ERP와 MES는 RFID 기술이 제공하는 풍부한 정보들을 획득하고 처리하기 위한 준비가 되어 있다.

USN은 실시간으로 제조 정보들을 수집하는 도구로서 센서 네트워크, USN 접근 네트워크, 네트워크 기반구조, USN 미들웨어와 USN 적용 플랫폼으로 구성되어진다.^{5,8}

이송되는 부품에 부착된 RFID 태그로부터 정보들을 읽고 쓸 수 있기 때문에 TAMS-OUT에서 RFID 기술은 수행되는 복잡한 공정들에서 핵심구

성요소들을 실시간으로 추적하는 역할을 수행한다. 이와 대조적으로 USN 은 기계의 작동 상태, 제조 활동 및 제품의 품질 향상을 모니터링하는 역할을 수행하게 된다.

3.2 IT solutions

ERP 는 제조 자원의 수집과 변경을 계획하는 것이다. ERP 는 제조, SCM, 금융 등과 같은 비즈니스를 위해 사용되는 대부분의 정보들을 제공하기 때문에 ERP 는 제조시스템을 위한 IT 인프라의 정보측면에서의 중추로 여겨지고 있다.^{9,10} MES 는 작업장에서 제조 공정을 지원하는 IT 의 한 부류로써 ERP 와 shop floor 사이의 연결 역할을 수행한다(Fig. 2, Fig. 3). 오늘날 MES 적용은 자료수집과 결과보고 뿐만 아니라 생산성 향상을 위한 실시간 제조 제어 지원을 위한 필수조건이 되었다.

ERP 와 MES 의 통합은 shop floor 공정들을 위한 최선의 지원을 제공한다. 이들의 통합에 대한 세부 내용들은 Fig. 2 에 기술되었다. ERP 시스템은 제조계획을 지원하고 이를 통하여 시스템은 고객의 요구, 제조비용, 제조자원과 같은 정보들을 요구하게 된다. MES 에서는 제조자원과 구성요소들

의 상태, 노동 관리, 작업장 상태, 품질관리, 제품 추적과 유지 및 보수 등과 같은 정보들을 요구하게 된다.

MES 와 shop floor 사이의 정보교환은 Fig. 3 에 나타내었다. Shop floor 에서는 제어와 작동을 위한 모니터링과 센싱을 위한 정보들이 요구된다. 공정지시, 작업자에 대한 지시와 특별한 요구사항들에 대한 정보들은 MES 와 shop floor 사이에서 교환되어진다.

4. TAMS-OUT 모델

TAMS-OUT 모델은 제조자원, 무선통신 기술과 IT solution 으로 구성되어진다. 본 연구에서 Fig. 4 에서와 같이 5 개의 계층으로 나누었다.

Layer 1 에서는 CNC, 산업용 로봇 등과 같이 시스템을 구성하기 위한 기본적인 제조자원들로 이루어진다. Layer 2 에서는 RFID 태그, 카메라 등과 같은 무선 센서들로 구성되어진다. TAMS-OUT 의 layer 2 에서 수행되는 정보 수집과 전달 방법은 기존의 다른 시스템과 차이를 보인다. 예를 들어, FMS 에서는 production card 와 move card 가 이러한 기능들을 수행하기 위해서 사용되었다. PDAs, USN

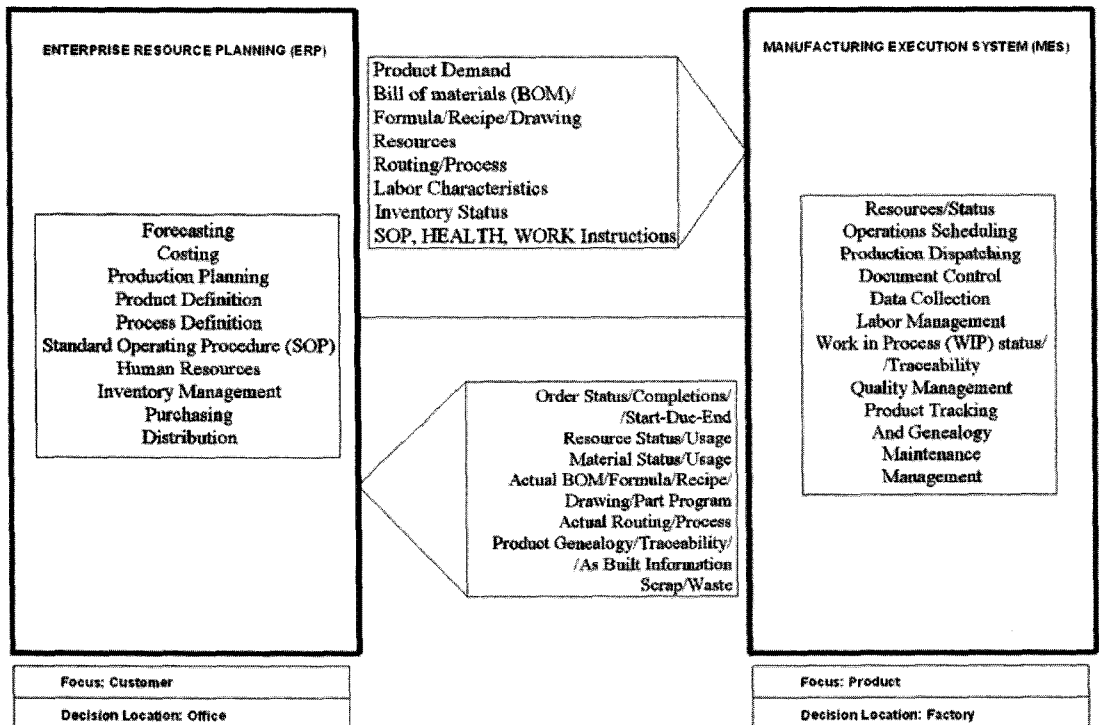


Fig. 2 Control data flow between ERP and MES

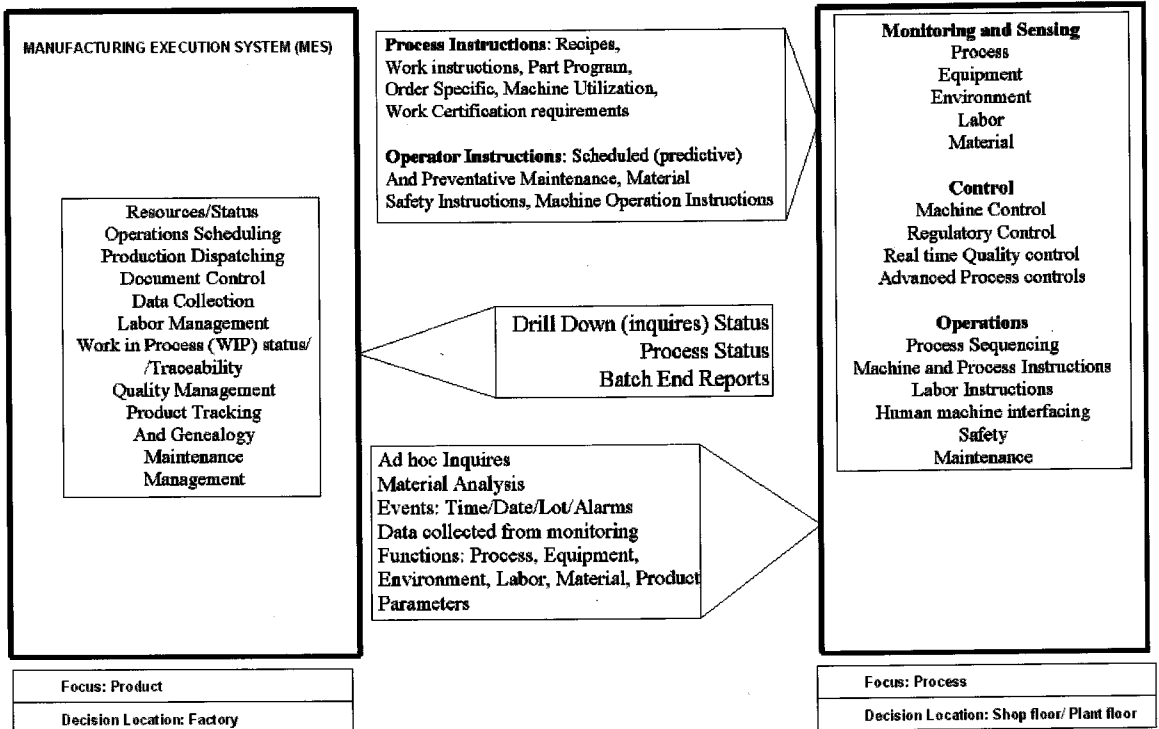


Fig. 3 Control data flow between MES and shop floor

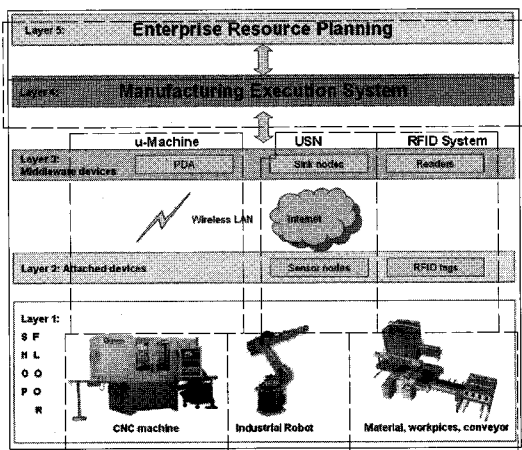


Fig. 4 Model of TAMS-OUT

의 sink nodes, 데이터 리드기는 layer 3 에서 미들웨어의 역할을 수행한다. Layer 2 와 layer 3 에서의 coordination 은 수집되고 변경된 시스템에 데이터들을 전달한다. Layer 2 와 layer 3 의 coordination 이 존재할 경우에 layer 1 의 모든 구성요소들은 유비쿼터스 머신(u-machine)가 된다. 유비쿼터스 머신이

됨으로써 CNC 머신의 가공정보와 머신의 상태가 IMT2000 (International Mobile Telecommunications 2000)과 무선 LAN 의 환경을 이용한 유무선 환경을 이용하여 모니터링 되어질 수 있다. 그러므로 CNC 머신은 장소와 시간을 불문하고 실시간으로 제어 및 모니터링 되어진다. 더불어, 응급상황에서는 자동적으로 CNC 머신으로부터 모바일 폰으로의 즉각적인 알림이 수행되어진다(Fig. 5).^{11,12}

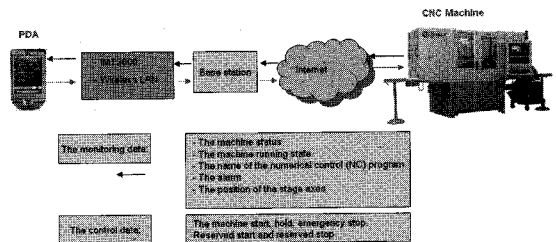


Fig. 5 Model of U-Machine

Layer 4 와 layer 5 에서는 제조계획과 제조수행을 위한 IT solution 들이다. 3.2 절에서 ERP 와 MES 사이의 정보전달과 MES 와 shop floor 사이의 정보

전달에 대하여 언급하였다.

5. TAMS-OUT 의 적용

TAMS-OUT 은 최신의 기술의 적용을 통한 새로운 패러다임으로 제조시스템의 유연성과 적응성을 증가시킬 뿐만 아니라 실시간으로 제조공정을 제어하고 모니터링하는 것을 가능하게 한다. 조립공정을 지원을 위한 TAMS-OUT 의 적용 분야가 아래와 같이 주어져 있다.

- 자동차 조립공정의 실시간 수행 예측

IT 인프라와 다양화된 센서들로 인하여 shop floor 는 보다 가시화 되어졌다. 기존의 정적인 모델에서는 이러한 방대한 정보 소스들로부터 실시간으로 수행 변수들을 예측하는 것이 적합하지 못하였다. 실시간 예측을 위하여 광대한 데이터 소스로부터 정보들을 뿔뿔하게 수집하기 위해서는 동적 모델이 필요하다. 정적이 아닌 동적 센서들을 이용함으로써 실시간으로 제조시스템의 목표 달성 여부를 예측하고 검증할 수 있다.

- 적합한 조립계획과 제어를 위한 실시간 무선기술 기반의 제조

무선통신 제조는 무선통신 장치, 무선통신 네트워크, 제품 정보의 종기화와 수집을 기반으로 수행되어진다. 소위 말하는 스마트 구성요소를 생성하기 위해서 RFID 장치들은 WIP 내의 컨테이너, 주요 공구, 로봇, 퍼신 등에 부착되어진다. Fig. 4 에서 보듯이 스마트 구성요소들은 layer 1 에 속하게 된다. 스마트 구성요소들은 지속적으로 추적되어지고 shop floor 내에서 장애가 검출되면 실시간으로 layer 5 의 의사결정시스템으로 피드백 되어진다. 이와 같은 실시간 가시화는 적합한 시스템의 계획과 제어를 결속시킨다.

- 자동차 조립 라인

조립라인을 흘러가는 개별 부품에는 RFID 태그가 부착된다. 태그는 부품을 식별하고 다른 유사부품과 구별하고 조립의 각 단계에 관련된 특별한 지시를 제공한다. RFID 리더기는 태그로부터 이러한 정보들을 획득하게 된다. 또한, input/output 시스템, PLC 와 다른 지능형 장치들은 리더기에 등록되어진다. 이러한 지능형 장치들은 필요한 로직을 수행하고 적절한 시스템 구성을 위한 제조 장

치와 이들의 제어를 제공한다.

6. 결론

본 논문에서는 직접제어, 휴대용 장치들을 이용한 높은 적응성을 지닌 제조시스템의 운영과 제어를 위하여 TAMS-OUT 모델을 제안하였다. TAMS-OUT 은 민첩한 적응성을 갖춘 유비쿼터스 기술을 이용하는 제조시스템으로 정의되어졌다. TAMS-OUT 에서 유비쿼터스 컴퓨팅을 수행하기 위한 장치들은 주변의 물리적 제조환경에 구현되어져 있기 때문에 작업자들이 물리적 제조환경과 상호작용을 일으키고 동시에 유비쿼터스 컴퓨팅 장치들과 상호작용을 수행할 수 있다. 또한 유비쿼터스 네트워크를 통하여 제조를 위한 모든 정보들이 무선 네트워크를 통하여 전송 및 수신되어질 수 있다. TAMS-OUT 을 효과적으로 수행하기 위해서는 높은 생산성, 민첩성 및 가시화를 극대화하기 위해서 제조공정에서의 지능화와 제조 지식을 가진 제조자들의 디지털화와 같은 다양하고 강화된 제조 IT 전략을 요구한다. 이를 위해서 본 논문에서는 RFID 와 USN 의 적용을 제안하였다. RFID 와 USN 을 이용함으로써 작업자들은 제조공정을 제어하기 위한 방법의 변화를 도모할 수 있다. 이를 위해서는 RFID 와 USN 관련 기술들이 IT 인프라 기술들과 잘 융합되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥센터의 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Bateman, R. J. and Cheng, K., "Extending the product portfolio with 'devolved manufacturing' : methodology and case studies," International Journal of Production Research, Vol. 44, No. 16, pp. 3325-3343, 2006.
2. Kong, I. Y. and Hwang, W. J., "Wired/Wireless Integration and Location-based Home Gateway Framework in Ubiquitous Home Networks," J. of KSPE, Vol. 24, No. 6, pp. 23-30, 2007.
3. Kim, J. H., Ryu, J. H., Lee, K. H. and Ryuh, B. S., "A

- Ubiquitous Robot System,” J. of KSPE, Vol. 21, No. 7, pp. 7-14, 2004.
4. Serrano, V. and Fischer, T., “Collaborative innovation in ubiquitous systems,” J. of Intelligent Manufacturing, Vol. 18, No. 5, pp. 599-615, 2007.
 5. Song, J. Y. and Kim, D. H., “u-Manufacturing model & application system using RFID/USN, mobile and internet technology,” Advanced Communication Technology, Vol. 1, pp. 79-83, 2008.
 6. Günther, O., Kletti, W. and Kubach, U., “RFID in Manufacturing,” Springer, 2008.
 7. Kim, M., Lee, Y. J. and Ryou, J. C., “How to share heterogeneous sensor networks in Ubiquitous Environment,” IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, pp. 2799-2802, 2007.
 8. Kletti, J., “Manufacturing Execution Systems-MES,” Springer-Verlag, 2007.
 9. Louis, J. P. and Alpar, P., “Flexible production control-A framework to integrate ERP with manufacturing execution systems,” Proceedings of European and Mediterranean Conference on Information Systems, 2007.
 10. Jehng, W. K., “Petri net models applied to analyze automatic sequential pressing systems,” Journal of Materials Processing Technology, Vol. 120, Issues 1-3, pp. 115-125, 2002.
 11. Kim, D. H. and Song, J. Y., “Mobile and remote operation for M2M application in upcoming u-manufacturing,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 22, No. 1, pp. 12-24, 2008.
 12. Kim, D. H. and Song, J. Y., “Ubiquitous- Based Mobile Control and Monitoring of CNC Machines for Development of u-Machine,” Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 20, No. 4, pp. 455-466, 2006.