

# Ubiquitous factory 의 컨셉 모델 A conceptual model for ubiquitous factory

\*신승준<sup>1</sup>, 윤주성<sup>2</sup>, #서석환<sup>3</sup>

\*S. J. Shin<sup>1</sup>, J. S. Yoon<sup>2</sup>, #S. H. Suh<sup>3</sup> (shs@postech.ac.kr)

<sup>1,2</sup> 포항공과대학교 산업경영공학과, <sup>3</sup> 포항공과대학교 u-Manufacturing 연구센터

Key words : ubiquitous factory, u-Manufacturing paradigm, extended product lifecycle, pervasive autonomy

## 1. 서론

최근 기업의 비즈니스 환경이 웹 2.0 으로 대변되는 사용자 중심, 참여 중심으로 변화하고 있으며, 세계적으로 환경지침 및 규정이 강화되면서 제조 기업의 책임 영역이 확장되고 있다. 또한 생산현장에서는, 제품별 적절한 의사결정의 어려움, 제조와 제조의 활동간의 정보 단절, 동적으로 변하는 생산현황에 대한 시각화의 어려움과 같은 문제들이 존재한다. 그러나 대부분의 제조업은 대량생산 체제와 같은 기존 제조 방식을 유지하고 있어 빠른 변화에 둔감하고 판매 이후 폐기까지 제품을 관리하기 어려우며 생산현장의 문제들은 변화없이 지속되는 실정으로, 고객의 참여 증대, 제조 영역의 확장이라는 외적 상황과 생산현장의 문제점 해결이라는 내적 상황을 극복하는 데에 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 상황에서 최근 사회 전반에 확산되고 있는 유비쿼터스 기술은 제품 전 수명주기에 걸친 현장정보의 수집 및 활용을 가능케 하여 제조업이 처한 상황을 변화시킬 수 있는 기술적 근거를 제공한다. 따라서, 유비쿼터스 기술을 적용한 혁신적인 생산 현장이 요구되는 바이며, 본 논문에서는 'ubiquitous factory'라는 개념을 도입하여 이를 정의하고자 한다. Ubiquitous factory 는 유비쿼터스 기술을 제품수명 전주기를 대상으로 적용하여 제조환경을 혁신시키는 u-Manufacturing 패러다임[1]의 수직적 측면인 생산 현장을 구체화한 것이다.

최근, 유비쿼터스 기술을 생산 현장에 접목하려는 노력이 활발히 이루어지고 있다. 대표적으로 국외의 경우, Smart factory[2], Auto ID center[3] 등의 연구가 있으며, 국내에서는 u-Factory[4], u-Manufacturing[5]에 대한 연구가 있다. 이러한 연구들은 주로 RFID 나 무선 네트워크 기술을 이용하여 생산 정보화 또는 작업 환경의 개선을 추구하고 있다. 그러나 근본적인 제조 환경의 혁신을 위해서는 유비쿼터스 기술을 통하여 전 제품 수명주기의 정보 교환이 가능하다는 장점을 활용한 보다 폭넓은 생산현장의 혁신이라는 접근 전략이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 접근 전략 하에서 유비쿼터스 기술, 생산 기술에 기반하여 언제 어디서나 제품 수명주기 정보를 수집, 교환, 활용하여 자율적 생산 활동이 이루어지는 ubiquitous factory 정의의 위한 컨셉 모델과 시스템 구조를 제시한다.

## 2. Ubiquitous factory 의 컨셉 모델

### 2.1 Ubiquitous factory 정의

Ubiquitous factory 란 유비쿼터스 기술(UT), 정보통신 기술(IT), 생산 기술(MT)에 기반하여 작업자 (Man), 리소스 (Machine), 제품 (Material), 시스템간 네트워크에 의해 언제 어디서나 제품 수명주기 정보를 수집, 교환, 활용하여 자율적인 생산활동이 이루어지는 혁신적인 공장이다. Fig. 1 처럼, Ubiquitous factory 는 ePLC (extended Product Life Cycle: 제품의 개발부터 폐기까지의 전 수명주기)상에서 생산을 책임지는 공장에 적용되는 것이며, 공장 내에서 생성된 정보들과 ePLC 상 정보들이 서로 교환될 수 있다. 공장 내부에서는 생산을 지휘하는 상위 시스템과 이와 연결된 리소스, 제품간에 무선 통신을 이용하여 정보를 교환한다. 제품 및 리소스에는 무선 센서가 부착되어 제품 추적이나 리소스 상태 파악 등을 수행한다. 또한 작업자는 휴대용 기기를

통하여 이동 중에도 언제 어디서나 정보를 교환할 수 있다.

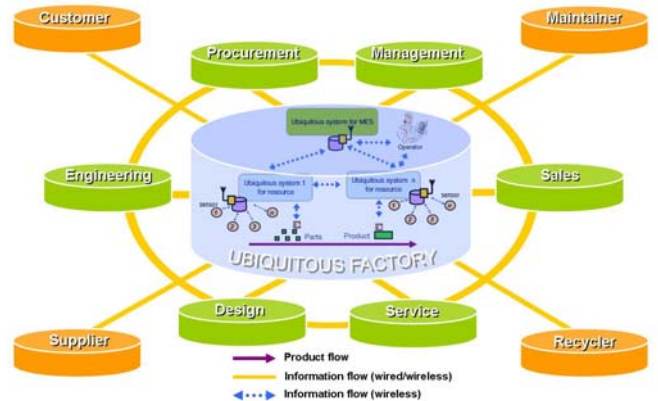


Fig. 1 Conceptual model for ubiquitous factory

### 2.2 Ubiquitous factory 효과

Ubiquitous factory 를 통하여 정보 고립화가 심한 생산현장으로부터 언제 어디서나 제품 수명주기 정보를 수집 및 활용할 수 있고, 컨텐츠가 풍부한 고급 정보를 활용하여 자율적인 생산활동이 이루어 질 수 있는 생산현장으로의 혁신이 이루어질 것으로 기대된다. 구체적 기대효과와 기술적 근거는 Table 1 과 같다.

Table 1 Expected effects and technological evidences

측면	기대효과	기술적 근거
시스템간 정보교환	생산 현장과 외부 시스템과의 자유로운 정보교환을 통한 협업 능력 강화	- 상호운용성을 고려한 수평형 인터페이스를 통한 생산정보 접근 - 센서와 네트워크, 상황인식을 통하여 현장 정보의 정보화·지식화
생산시스템	- 주문 생산 방식에 기반한 생산 체제를 통한 다양한 제품에 대한 대처 능력 강화 - 현장 관리자나 작업자의 간섭 최소화를 통한 자율성 강화 - 생산현황이 실시간으로 반영된 동적 생산계획 작성을 통한 생산성 향상	- 제품별, 리소스별 개체식별 기술 (ex. RFID, IPv6) 활용 - 다기능 무선센서나 DVR 을 활용하여 리소스 혹은 제품의 상황을 자동 모니터링 - 무선 네트워크와 개체식별 가능 환경에서 홀로닉 기법 적용
현장관리	관리자, 작업자에게 실시간 정보 교환을 통한 작업 편의성 증진	- 공장 내 무선 네트워크 인프라와 현장용 휴대용 기기 활용

### 2.3 Ubiquitous factory 목적과 요구사항

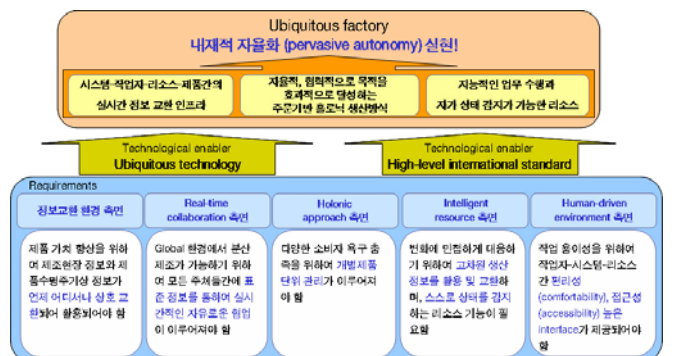


Fig. 2 Requirements and objectives for ubiquitous factory

Ubiquitous factory 는 유비쿼터스 기술을 활용하여 실시

간 정보 교환 인프라를 제공하고 홀로닉 생산을 가능하게 해줌으로써, '내재적 자율화 (pervasive autonomy)'를 추구한다. 내재적 자율화라는 것은 인식은 못하지만 공장 내 시스템, 개체들이 서로 네트워크로 연결되어 자율적이고 협업적으로 업무를 수행해 나간다는 개념이다. Fig. 2는 내재적 자율화 실현을 위한 요구사항, 핵심기술, 핵심 요소를 나타낸다. 특히, 핵심 기술의 한 축으로 고급의 국제표준 기반 생산 정보를 활용을 하는데, 저급 생산정보로는 자율적 생산이나 지능 제어가 불가능하고, 정보를 교환하여도 사용이 불가능한 형태가 많기 때문이다.

**2.4 Ubiquitous factory 적용 기술**

Ubiquitous factory를 가능하게 하는 기술들을 생산 현장으로의 적용 관점에서 분석을 해보면, 제품 수명주기상의 모든 단계의 시스템들과 정보를 자유롭게 교환할 수 있도록 하는 수평형 (UPLI®: Ubiquitous Product Lifecycle Information highway) 인터페이스와 현장 정보를 실시간으로 획득하고 가공하여 전달하는 수직형 (D2U®: Device-to-UPLI) 인터페이스로 분류될 수 있다. 수직형 인터페이스는 기존의 유비쿼터스 기술이 주로 활용될 수 있지만 수평형 인터페이스는 적합한 기술 개발이 요구된다. Table 2는 핵심적인 요소기술의 필요성 및 활용부분에 대해서 나타내었다.

Table 2 Application technology list for ubiquitous factory

기술분류	요소기술	필요성과 활용부분	기술개발	
수평형	unified product data model	제품 수명주기와 관련 시스템/서비스를 지원하기 위한 제품 수명주기를 통합하는 데이터 모델	신규	
	interoperability method	다양한 참여자와 시스템에게 사용가능한 형태로의 정보제공을 위한 온톨로지 기반 정보통합	신규	
	dynamic business process management	동적으로 프로세스를 정의, 모니터링, 예측하고, 선행적으로 이상상황을 처리함	신규	
	process-oriented knowledge management	지식을 요구하는 대상자에게 정확한 지식을 적재적소에 제공	신규	
수직형	STEP, STEP-NC, MANDATE, etc	세계적으로 산재된 복수공장간의 정보 교환이 가능하기 위한 국제표준 기반의 고급 생산 정보	활용	
	WPAN (ZigBee, Bluetooth, UWB)	센서로부터의 정보를 무선 수집하기 위하여 IEEE 802.15 계열 사용	활용	
	WMAN (WiBro)	작업자의 이동성을 보장하기 위하여 휴대 기기와 무선 네트워크를 통한 정보 전달	활용	
	IPv6	리소스의 개체화와 plug-and-play 지원을 위하여 자기만의 고유 ID 확보	활용	
	RFID	제품의 고유 ID 인식을 통하여 관련 정보 접근을 위한 제품에 RFID 태그 부착	활용	
	multi-function sensor	리소스나 제품의 상태를 감지하기 위해 다양한 센싱을 수행하는 all-in-one 형태의 센서	활용	
	상황 인식	리소스 상태의 지식화·정보화	활용	
	이터페이스	휴대용 기기	작업자의 결정사항, 상황 파악 등의 정보를 실시간 교환을 위하여 작업자가 휴대하는 PDA 나 노트북	활용
	웹 서비스	생산 시스템과 외부 시스템, 참여자들간의 정보 교환을 위한 MES의 웹서비스화	활용	

**3. Ubiquitous factory의 시스템 구조**

**3.1 설계 고려사항**

Ubiquitous factory의 실현을 위하여 시스템의 형태, 구조, 요소 등을 구체화한 시스템 구조를 제안한다. 시스템 구조에서는 다양한 요소들이 다양한 측면에서 고려되어야 하며, 요소별 핵심 설계 고려사항은 Table 3과 같다.

Table 3 Design considerations for ubiquitous factory

측면	고려사항
공통적	- 확장된 제품 수명주기 정보의 생성, 교환 및 활용 - 고급의 생산 표준 정보의 사용
실시간 정보교환 인프라	- 가치사슬상의 참여자와 협업 인프라 구축 - 무선을 통한 정보 획득, 처리, 교환 환경 - 작업자의 용이한 정보 접근성
주문기반 홀로닉 생산방식	- 홀로닉 생산 구조 - shop floor의 실시간 현황 파악 - 현장상황을 반영하는 동적 생산계획 - 제품과 주문의 실시간 추적
자율형 리소스	- 지능형 모니터링, 의사결정, 실행 및 피드백 - 원격 모니터링, 예방 정비, 지식화 기반 진단 정비 - plug-and-play를 통한 리소스의 용이한 설치/운용/삭제

**A3.2 시스템 구조**

설계 고려사항이 반영된 ubiquitous factory의 일반적 시스템 구조는 Fig. 3과 같다. 구성요소로는 u-MES, u-Product, u-Resource, u-Human이 있으며 무선 네트워크와 D2U interface를 통하여 서로 정보를 교환한다. 각 요소들 내부의 ubiquitous system은 고유의 기능뿐만 아니라 유비쿼터스 서비스를 수행한다. 구성 요소별 정의와 역할은 Table 4와 같다.

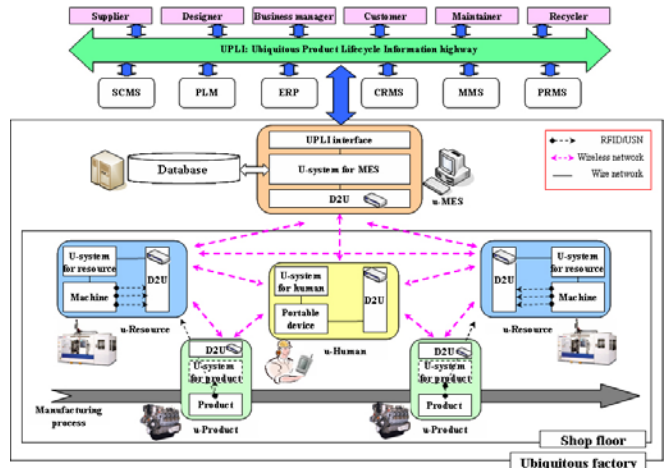


Fig 3 System architecture for ubiquitous factory

Table 4 Definition and roles of each component

구성요소	정의(이벤트제와 역할)
u-MES	- 공장 전체를 관리, 감독하는 최상위 시스템 - 장기적 생산계획을 바탕으로 생산활동을 지시하고 모니터링 - 제조현장과 UPLI의 정보 가교 - 개별 제품 및 개별 리소스에 대한 실시간 추적과 지시
u-Product	- 제조현장에서 활동을 통하여 생산하는 item level의 제품 - 제품 ID, 제품과 주문에 대한 통합 정보를 가지고 있음 - 네트워크와 객체식별 기술을 통하여 물리적 제품과 정보가 연결되도록 제품에 추가적인 장치나 태그를 부착
u-Resource	- Shop floor에서 작업을 수행하는 기계, 로봇, material handling equipment - 자율적인 센싱, 프로세싱, 네트워킹 능력을 보유 - 설치부터 실행, 유지 및 보수관리가 자율적으로 운영
u-Human	- 작업자가 언제 어디서나 작업할 수 있는 환경을 제공하는 인터페이스 - 언제 어디서나 생산활동을 모니터링 및 의사결정을 할 수 있는 인터페이스를 제공

**4. 결론**

본 연구를 통하여 유비쿼터스 기술, 생산 기술에 기반하여 언제 어디서나 제품 수명주기 정보를 교환하여 자율적 생산 활동이 이루어지는 ubiquitous factory를 정의하고 시스템 구조를 제시하였다. Ubiquitous factory의 실현은 많은 비용과 시간 그리고 요소기술의 발전이 뒷받침되어야 하므로 단계적이고 체계적인 접근이 필요하다. 실현단계는: 1) 부분적 공정에 RFID 시스템 도입, 2) 작업자의 무선기기를 통한 정보교환 환경, 3) 작업자를 위한 작업환경의 유비쿼터스화, 4) 리소스의 자율화·네트워크화·컨버전스화, 5) 전 수명주기 정보의 공유 확장으로 예측하고 있다.

**참고문헌**

1. 포항공대 u-Manufacturing 연구센터 홈페이지, <http://u-mfg.postech.ac.kr/>
2. Westkaemper, Jendoubi, "Smart factories – Manufacturing environments and systems of the future", the 36<sup>th</sup> CIRP, 2003.
3. McFarlane, D., Sarma, S., et alChim, J.L., Wong, C.Y., Ashton, K., "Auto ID systems and intelligent manufacturing systems", Eng. applications of artificial intelligence, **16**, 365-376, 2003.
4. 이주환, 유광욱, 윤용진, "u-Factory 구현을 위한 서비스 platform 개발에 관한 연구", IT 서비스학회, 2006.
5. 차석근, 송준엽, 박상호, 최진석, "생산정보화 무선기술 적용모델", 정보통신연구진흥원, **1286**, 2007.