

u-Manufacturing 환경 구축을 위한 RFID 기반 생산 시스템 구조 설계 및 정보 모델링

Architecture design and information modeling for RFID-based u-Manufacturing infrastructure

윤주성*, 이상현**, 서석환***

* 포항공과대학교 산업경영공학과 (jsyoon@postech.ac.kr)

** 삼성코닝 정밀유리 주식회사 (sh0118.lee@samsung.com)

*** 포항공과대학교 산업경영공학과 (shs@postech.ac.kr)

Abstract

유비쿼터스 시대에 즈음하여, 최근 생산 분야에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 제조기술의 접목을 통해 제조 현장의 혁신을 가능케 하는 u-Manufacturing 패러다임이 주목 받고 있다. u-Manufacturing 환경의 구축을 위해서는 국제적 협업 환경에서 제품 확장 수명 주기 상의 자유로운 정보 수집 활동과 더불어, 생산 현장과 상위 시스템 간의 실시간 정보 교환이 주요 이슈로 대두된다. 본 논문에서는 u-Manufacturing 패러다임을 실현할 수 있는 방안으로서 RFID 기술을 활용한 생산 시스템을 아래의 연구를 통해 제시한다: (1) 생산 현장에서 RFID 기술 활용 시나리오와 RFID 기반 생산 시스템의 구조를 제안하고, (2) 이에 사용되는 정보를 국제 표준 규격(ISO 10303-239, ISO 15531 등)에 입각하여 모델링하고, (3) 프로토타입 구현을 통해 유효성을 검증한다.

1. 서론

최근 IT 기술의 발달로 인해 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속으로 스며들고, 이들이 네트워크로 연결되어 인간의 삶을 도와주는 유비쿼터스 환경이 급속히 진전되면서 일상생활 뿐 아니라 산업에 걸쳐 다양하고 광범위한 변화가 일어나고 있다 [1]. 예컨대, 환경을 고려한 제품 설계와 제조가 주요 이슈로 부각됨에 따라 제조업의 영역이 제품의 제조를 넘어 유지 보수와 폐기까지 확장되고 있다. 이러한 상황에서 유비쿼터스 환경의 적용은 제품 전 수명주기에 걸쳐 제품 정보의 수집을 가능케 할 것이다. 따라서 제조 기술과 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 결합을 통한 혁신적인 제조 환경의 구축이 필요하며, 이를 위한 u-Manufacturing 패러다임이 주목 받고 있다.

u-Manufacturing이란 제품 전 수명주기를 대상으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 적용하여 기존의 e-Manufacturing 패러다임을 확장시킨 개념으로서, “MT (생산 기술), IT (정보 기술), UT (유비쿼터스 컴퓨팅 기술)의 융합을 통해 제품의 설계 및 개발, 생산계획수립, 생산, 판매, 사후관리 및 폐기에 이르는 수명 주기 전 단계에 걸쳐 제품 및 주변 상황

정보를 언제 어디서나 자유롭게 수집하고 활용함으로써 실시간, 분산, 협업 환경을 지원하여 고객, 제품, 기업의 가치를 혁신시키는 새로운 생산 패러다임”으로 정의할 수 있다. u-Manufacturing 환경에서는 (1) 제품 전 수명주기에 걸친 제품 및 제품 관련 정보의 수집 및 구급 없는 흐름, (2) 제조 현장의 자동화, 작업 환경 및 관리 개선을 통한 제조 현장의 혁신, (3) 제품의 위치 및 유통 경로를 활용한 물류 및 거래 프로세스의 혁신, (4) 제품 전 수명주기 각 단계에서 제품과 관련된 모든 주체들의 자유로운 협업이 가능해진다.

이러한 u-Manufacturing 환경을 가능케 하는 여러 요소 기술들 중의 하나로 RFID 기술을 들 수 있다. RFID 기술은 마이크로칩이 내장된 라벨을 통해 비접촉식으로, 제품의 자세에 관계없이, 이동 중에도 인식이 가능하기 때문에 [2], u-Manufacturing 환경에서 제품의 정보를 item-level, real-time으로 전달할 수 있는 기술적 근거를 제공한다. 이와 관련된 연구들을 살펴보면 supply chain의 물류 흐름에 RFID 기술을 활용한 연구들이 주를 이루고 [3, 4, 5, 6], 제품의 유지 보수 및 폐기 재활용 과정에 활용과 관련해서는 waste management 정보 시스템 구축에 관한 연구를 들 수 있다 [7, 8].

생산 현장에의 활용의 경우 도입 및 활용되고 있는 사례들이 많이 있으나 거의 다 단순 자동 인식 기능인 바코드 대체용으로 국한되고 있다. Chang et al. (2002)은 Auto-ID data를 이용한 manufacturing business information systems (ERP/SCM/MES)의 통합 이슈를 다루었고 [9], McFarlane et al.(2003)은 Auto-ID 기술을 이용하여 지능적인 shop floor control system에 대한 연구를 수행했다 [10]. 이러한 연구들은 RFID 기술을 생산 시스템에 적용하여 개선과 혁신의 가능성을 가능케 보았다는 의의를 지닌다고 할 수 있다. 그러나 생산 현장과 상위 시스템 간의 원활한 정보 흐름과 이를 바탕으로 한 전주기 상의 제품 정보 관리를 위해 RFID 기술이 어떠한 기능들을 수행해야 하는지, 그리고 분산 환경 속에서 시스템 간 정보 교환 문제에 대한 해결 방안이 제시되지 못하고 있다. 이 점에 착안하여 본 연구에서는 u-Manufacturing 환경에서 RFID 기술의 생산 현장에 대한 응용 방안으로서 RFID 기반 생산 시스템의 구조를 제시하고 이에 따라 교환되는 정보를 정립하고자 한다.

2. RFID 기반 생산 시스템 구조

2.1. 시스템 정보 교환 구조

일반적으로, 생산 현장과 관련된 상위 시스템들을 살펴보면 크게 3 계층으로 구성된다 [9]. 즉, 수요와 납기 등의 주문 정보를 바탕으로 장기적 생산 계획을 수립하여 capacity나 material의 소요량을 계획하는 ERP 시스템, 제품 개발 과정을 포함한 제품 전 주기 데이터를 관리하는 PLM 시스템으로 구성되는 최상위 계층과, 이와 생산 현장의 연결을 담당하는 MES 시스템 [11], 생산 활동이 일어나는 생산 현장 (shop-floor)이다.

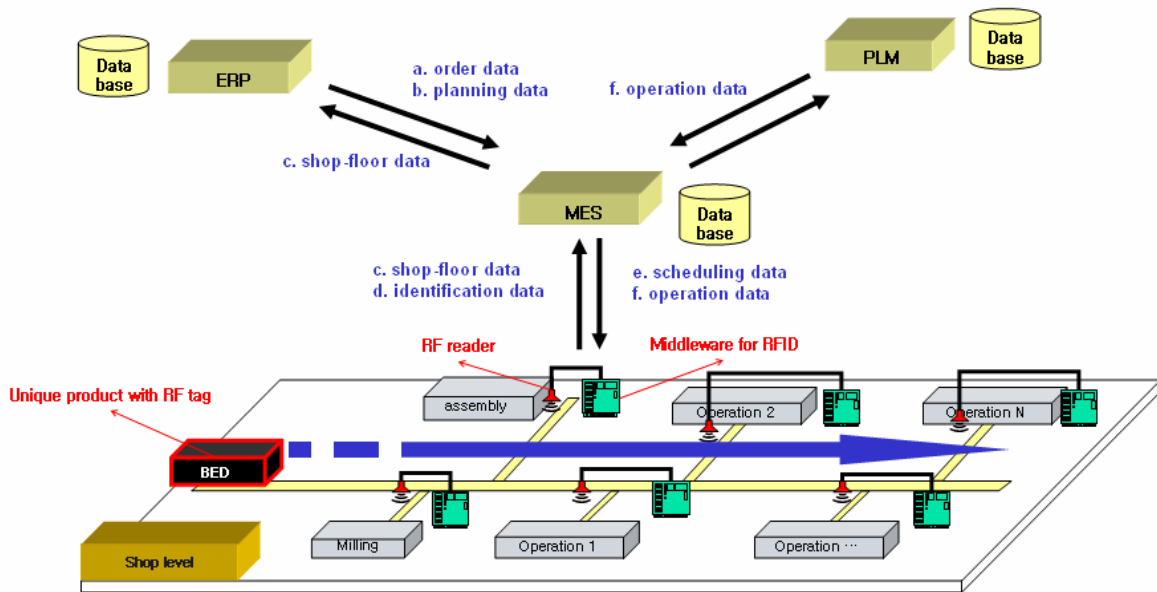
RFID 기반 생산 시스템의 경우 생산 현장과 상위 시스템들 간에 교류되는 정보와 교환 구조는 [그림 1]과 같이 나타낼 수 있다. ERP 시스템에서 MES 시스템에 하달되는 downstream 정보는 1) shop order와 같은 order data, 2) capacity requirements plan, material requirements plan 등과 같은 planning data와 이를 바탕으로 MES 시스템이 shop floor에 전달하는 3) scheduling data, 4) operation data로 구성된다. 여기서 operation data는 ERP 시스템에서 MES 시스템에 전달된 작업지시 및 par와 관련된 생산 정보, 즉 CAD data나 part program 등 PLM 시스템에서 받아온 정보로 구성된다.

반면에 upstream 정보는 생산 활동의 결과로서 shop floor에서 MES 시스템에 전달되는 WIP/material/stock 등의 resource status 정보와 operator information 등이다. 이들 정보는 MES 시스템에 전달되며 이를 바탕으로 MES 시스템에서는 resource에 작업을 할당하거나 작업 상황을 모니터링하는 등의 기능을 수행할 수 있게 되고, 일부 정보는 상위 ERP 시스템에서 resource의 상태와 생산 현황 데이터로 생산 계획에 활용할 수 있도록 이용된다. 이상의 내용을 표로 정리하면 [표 1]과 같다.

[표 1] 생산 현장과 상위 시스템의 교환 정보

	From	To	Example data
a. order data	ERP	MES	- shop order
b. planning data	ERP	MES	- capacity requirements plan - material requirements plan - start/release time of order
c. shop-floor data	MES Shop-floor	ERP MES	- WIP/material/stock information - machine/AGV status - operator information
d. identification data	Shop-floor	MES	- RF tag ID
e. scheduling data	MES	Shop-floor	- dispatch list
f. operation data	MES PLM	Shop-floor MES	- part program - CAD data

생산 현장의 정보가 상위 시스템에 전달되는 것은 매우 중요하다. 예컨대, MES 시스템의 경우 생산 현장의 피드백 정보를 바탕으로 동적인 공정 계획과 resource 할당을 가능케 하여 생산 시스템을 최적화할 수 있다. ERP 시스템의 경우 resource 정보를 지속적으로 공급 받아 이를 바탕으로 resource의 실질적인 capacity와 가동률 등을 획득하여 누적된 정보를 생산 계획 시에 업데이트한 것을 반영시킴으로써 생산 현장을 고려한 실질적인 생산 계획이 가능할 뿐 만 아니라 상위 레벨에서 생산 현장을 직접 보는 것과 같은 효과가 있다. 그러나 현재의 대다수 산업현장에서는 이러한 정보 교환이 원활히 이루어지지 못하고 있다. downstream, 즉 상위 시스템에서 하위 시스템으로의 정보 흐름은 비교적 원활하나 upstream, 즉 생산 현장의 정보를 수집하고 이를 상위 시스템으로 전달하는 과정은 제대로 이루어지지 못하고 있다. 결과적으로 상위 시스템에서 내려오는 생산 계획 정보들은 생산 현장의 실제적인 상황이 제대로 반영되지 못하고 실행 불가능한 계획을 내려 주거나 생산성이 저하되는 등의 문제가 발생될 수 있다. 이와 같은 생산 현장의 정보 고립 문제를 해결하기 위해 RFID 시스템을 생산 현장에 도입함으로써 정보 흐름과 교환이 real-time으로 가능해지고, 부품에 대한 가공 정보도



[그림 1] RFID 기반 생산 시스템에서 상위 시스템과 생산 현장 간의 정보 흐름 및 교환 구조

item-level로 자동 할당될 수 있게 된다. (본 논문의 남은 부분의 설명은 RFID 시스템에 국한한다.)

2.2. RFID 시스템의 구현 구조

2.1절에서 제시한 정보 흐름 및 교환을 지원하기 위한 RFID 시스템은 다음의 세 가지 기능을 만족시켜야 한다: 1) 가공하게 될 가공물 혹은 가공물을 담고 있는 pallet에 부착된 RFID Tag를 인식함으로써 resource에 loading되는 part의 고유한 코드로 읽어 들이는 기능, 2) resource는 인식된 ID에 상응하는 가공 정보를 MES 시스템으로부터 받아 와서 가공을 수행하는 기능, 3) resource는 가공물의 loading 여부 및 작업수행 여부를 monitoring하여 status 정보를 상위 MES 시스템에 전달하는 기능이다.

본 논문에서는 이를 만족하는 구현도로서 [그림 2]를 제시한다. RFID 시스템의 주변 시스템으로는 상위 MES 시스템과 PLM 시스템이 있으며, MES 시스템의 구성에 대해서는 참고 문헌[11]에 나와 있는 내용을 바탕으로 해당 기능들을 module로 재구성하였다. 제안된 RFID 시스템은 RFID agent, RFID Tag, RFID reader로 구성된다. RFID Tag 및 Reader는 가장 기본적인 하드웨어 구성원이며, RFID agent는 인식된 signal을 처리하고 상위시스템에 전달되는 일종의 middleware를 일컫는다.

[그림 2]에서 보는 바와 같이 RFID agent는 다시 4개의 module로 구성된다: 1) RFID reader로부터 감지된 signal을 수신해 오는 control module, 2) 이를 정해진 프로토콜에 따라 ID를 추출해 내는 signal analysis module, 3) 추출된 ID에 대한 event 정보나 작업 상황에 대한 event 정보를 발생시키는 identification module, 4) 상위 MES 시스템으로부터 전달된 작업 정보에 따라서 resource가 가공하도록 지원하는 operation execution module이다.

2.3. RFID 시스템의 정보 내용

[그림 2]의 RFID 시스템에서 사용될 정보는 크게

event 정보와 work 정보, resource 정보로 구성된다.

첫째, event 정보는 생산 현장에서 발생하여 MES 시스템으로 전달되는 정보로서, MES 시스템이 필요한 정보를 추출해 낼 수 있도록 tag내에 기록된 제품 고유 ID, 할당되어 있는 resource, event 발생 시점 정보를 포함하고 있어야 한다. 여기에 한 resource에서 가공을 마친 후 다음 단계에서의 resource 할당을 위해 작업 상태, resource 상태 정보, event의 type과 같은 정보들이 추가되어야 한다.

둘째, work 정보는 MES 시스템이 RFID 시스템에 resource가 수행할 가공을 위해 resource에 직접 입력될 수 있는 part program이나 형상 정보를 담고 있는 CAD 데이터가 필요하며 작업 실행을 위한 작업 지시 내역이 포함되어야 한다.

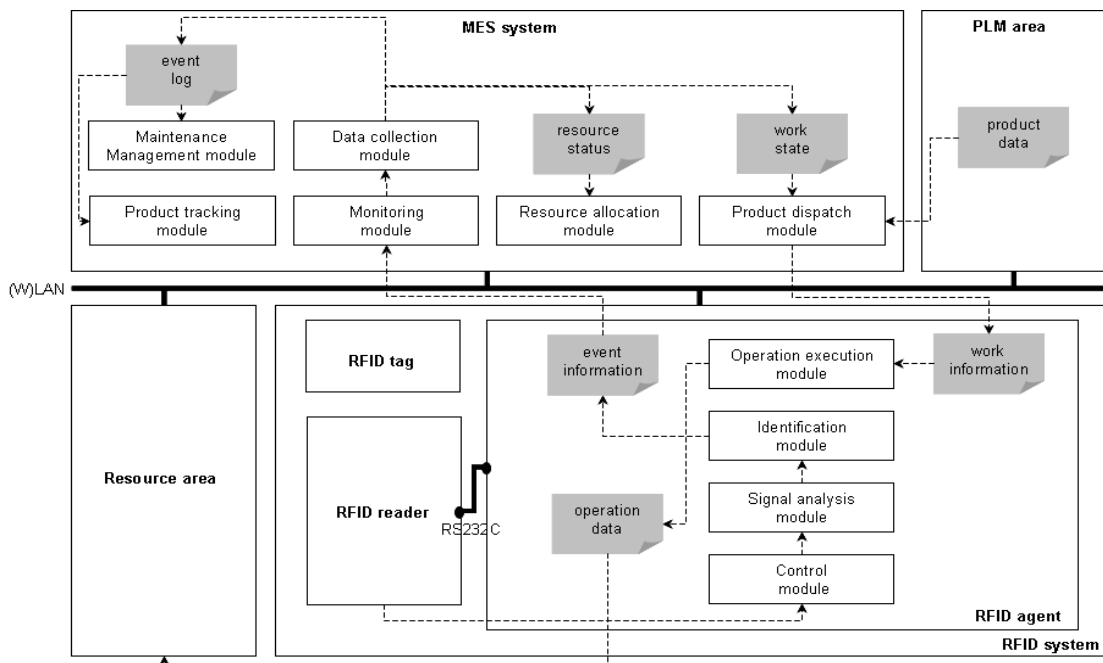
셋째, resource 정보는 event 정보를 기반으로 상위 시스템에게 현재 resource의 상황을 알려줄 수 있도록 구성할 수 있는 정보로서, resource의 작업 수행 여부와 resource 내의 part loading 여부에 대한 상황 정보를 포함하고 있어야 한다.

3. 정보 모델링

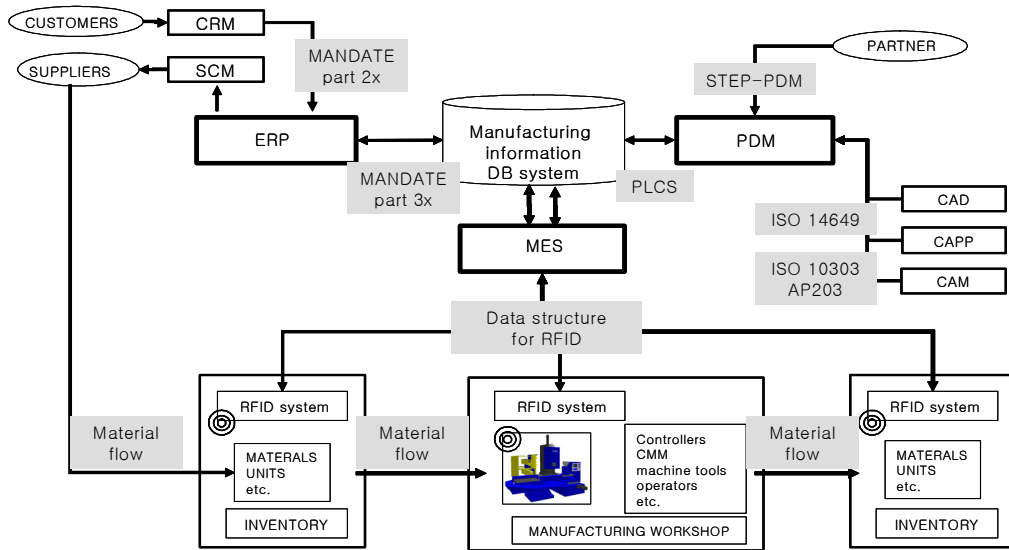
3.1. 표준 정보 흐름도

본 절에서는 앞서 제시한 시스템 구조 및 정보내용에 입각하여 RFID 기반 생산 시스템에서 사용될 정보 모델을 국제 표준에 입각하여 모델링한다. 참고로 본 연구에서 다루고 있는 RFID 기반 생산 시스템에 사용될 모델은 아직 국제 표준으로 정의된 바 없으며, 다만 이와 관련된 표준이 단편적으로 존재하고 있을 뿐이다.

[그림 3]은 [그림 1]과 [그림 2]의 개념에 입각하여 관련된 국제 표준 규격을 보인 것이다. 주요 부분을 기술하면 먼저, 기업 외부 환경과 인터페이스하는 CRM/SCM 부분은 ISO 15531 (MANDATE: manufacturing management data exchange) part 2x [12]규격을 이용하며, 이 정보를 받아 ERP 시스템



[그림 2] RFID 시스템의 구현 구조



[그림 3] 생산 환경에서 시스템 간의 표준 정보 흐름도

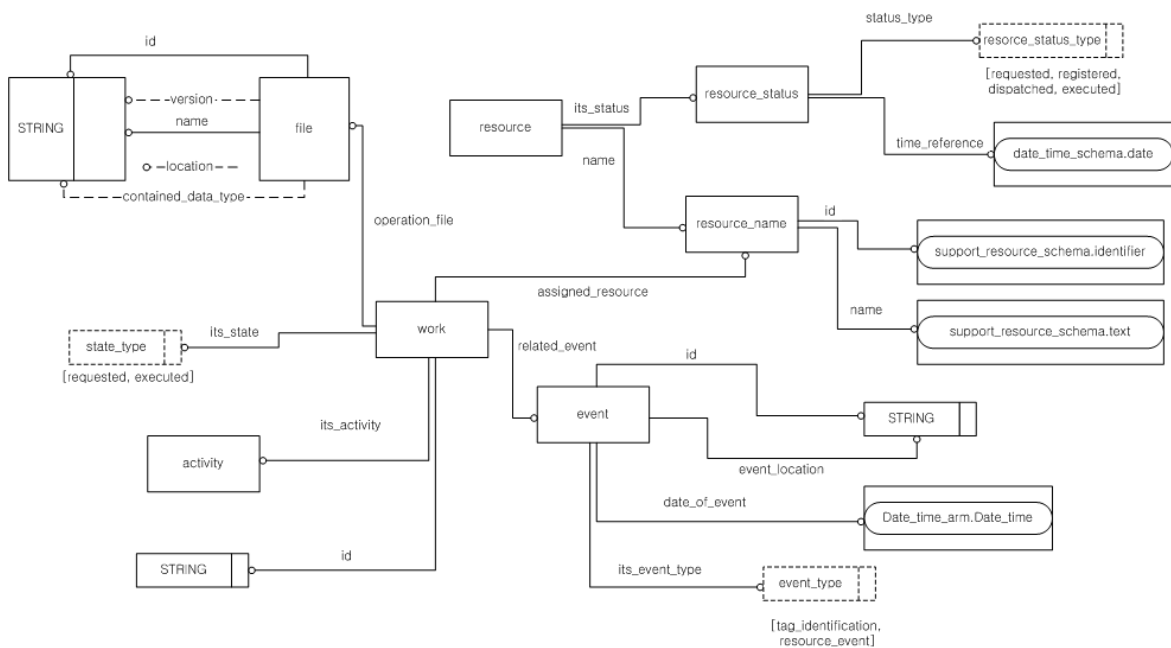
이 내부에서 사용하는 정보는 ISO 15531 part 3x [12]를 이용할 수 있다. 다른 기업 외부 환경인 협력 업체 파트너들과의 정보 교환은 STEP-PDM [13]을 통해 가능하며, 제품 수명주기 관리 정보는 ISO 10303 AP239 (PLCS: product lifecycle support) [14] 규격을 활용할 수 있다. 또한 설계 및 가공 데이터들은 ISO 14649 [15]와 ISO 10303 AP203 [16] 등이 가능하다. 본 논문에서는 이를 바탕으로 RFID 시스템에 사용될 모델을 추적하여 entity 레벨까지 구체화하는 형태로 정보모델을 개발하였다. 참고로, 본 절에서 기술하고 있는 모델링 결과는 기존의 방대한 문건을 세밀하게 분석 조율한 결과로서 특히 본 연구의 새로운 응용을 comprehensive하게 cover하는 attribute (속성)를 정의하는 것은 결코 간단한 작업이 아님을 밝혀둔다.

3.2. RFID 시스템의 정보 모델링

본 연구를 통해 도출된 RFID 시스템의 전체적인 정보 모델 (Overall schema)은 [그림 4]와 같다. [그림 4]는 EXPRESS-G 다이어그램으로서 흔히 STEP (STandards for Exchange of Product data model) 이라고 일컬어지는 ISO 10303 방식에 의한 것이다. 보다 구체적인 모델은 EXPRESS schema로 표현하며, 본 논문의 부록에 포함하였다. 이하에서는 이를 구성하는 전체 entity 중에서 현재의 국제 표준에 정의되고 있지 않는 세 개의 entity를 대상으로 모델링한 내용을 기술한다.

3.2.1. event

Entity event는 RFID agent가 발생시키는 정보로서 RFID reader에 의한 제품의 인식 혹은 작업의 상태



[그림 4] RFID 시스템의 전체적인 정보 모델 (Overall schema)

와 그에 따른 resource의 상태 대한 정보를 포함한다. 이는 ISO 10303 AP239의 AP239_activity_recording_arm 모듈의 event_arm entity에 work 정보 할당과 resource 상태를 모니터링하는 데에 필요한 event의 위치와 event의 종류를 나타내는 속성들을 추가하는 형태로 모델링하였다.

3.2.2. resource

Entity resource는 RFID 시스템이 event를 MES 시스템에 전달할 때 MES 시스템에 저장되는 정보로서, event가 발생한 resource의 위치와 그 상태에 대한 정보를 나타낸다. ISO 15531 part 32 [17]의 resource_status entity를 기반으로 [그림 4]에서와 같이 resource를 상위 시스템에서 모니터링 하기 위해 필요한 resource 상태와 관련된 세부적인 속성들을 새롭게 추가하였다.

3.2.3. work

Entity work는 RFID 시스템이 resource에 할당된 제품을 인식하여 가공을 수행하기 위하여 MES 시스템으로부터 받아들이는 정보이다. ISO 10303 AP239의 AP239_activity_recording_arm 모듈의 work_definition_arm을 참조하였으며, 이 참조 모델에 작업 지시를 위해 필요한 event와 resource 및 작업의 진행 상태를 나타내는 속성들을 새롭게 추가하였다.

4. 구현

본 논문에서 제시한 RFID 시스템의 구조 및 정보 모델을 설명하고 유효성을 검증하기 위해 프로토타입을 개발하였다. 또한 기존 생산 시스템에 비하여 제한한 RFID 기반 생산 시스템의 이점을 구체화하고자 시나리오를 작성하여 구현된 시스템에 적용하였다. 는 목적으로 기존 생산 시스템과 차별화된 시나리오를 적용하였다. 프로토타입은 Windows XP 환경에서 Visual C++ 6.0을 이용하였으며, RFID reader와 tag는 Texas Instrument 사에서 제공하는 RFID kit를 사용하였다.

4.1. 프로토타입의 구성과 활용 시나리오

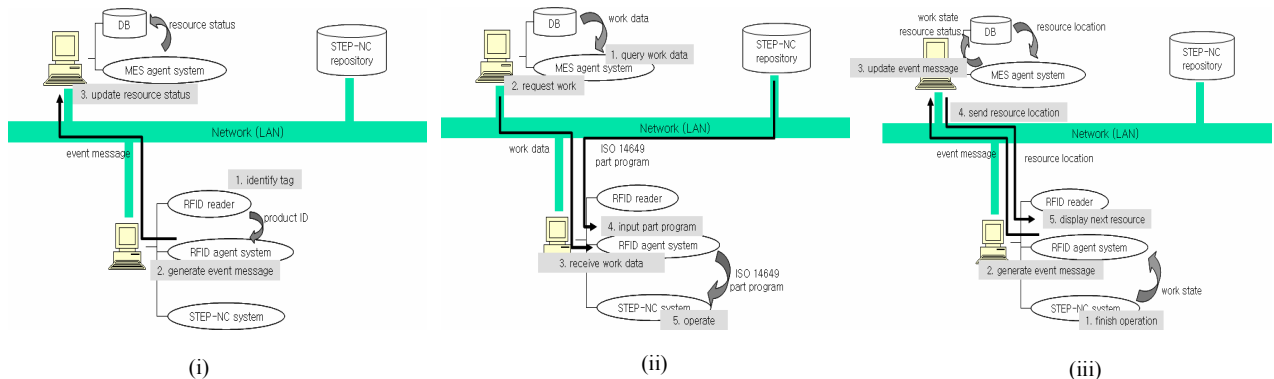
[그림 5]에서 보는 것과 같이 프로토타입은 크게 다섯 가지 부분으로 구성되는데, tag를 인식하여 signal을 발생시키는 하드웨어인 reader와 CNC 작업

을 수행하게 되는 STEP-NC system [18], RS232C 시리얼 통신을 통해 이를 받아서 해석하여 ID를 추출하거나 STEP-NC system을 monitoring하여 그에 대한 event 정보를 발생시키는 RFID agent system, 그리고 이들이 발생시킨 데이터를 수집하여 MES 시스템의 다른 기능들에서 활용할 수 있는 정보를 수집하는 MES agent system이 있다. 마지막으로 STEP-NC system이 가공을 수행할 수 있도록 가공 정보인 ISO 14649 part program을 제공하는 STEP-NC repository [19]가 있다.

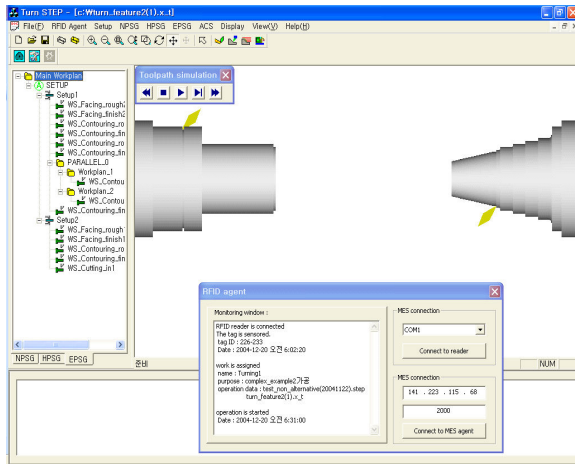
프로토타입에서 나타내고자 하는 시나리오를 통해 다음의 두 가지 기능을 보여줌으로써 기존 생산 시스템과의 차별성을 나타내려고 한다. 하나는 제품 인식과 가공 종료에 대한 real-time의 정보 흐름 및 교환을 통해서 생산 현장의 resource의 상황을 모니터링하는 것이고, 다른 하나는 item-level로 개별 제품에 대한 작업을 지시하고 가공정보를 할당하는 것이다. 이러한 기능들을 반영한 시나리오 예제가 [그림 5]에 나타나 있고 시나리오를 간단히 설명하면 다음과 같다. 제품이 resource에 도착하여 reader에서 인식하고 RFID agent system에서는 event message를 생성하여 전송하면, MES agent system에서는 해당 resource의 status를 update하고 해당 작업 정보를 검색하여 RFID agent system에 전달한다. 작업 정보를 받은 RFID agent system은 작업 정보에 따라 STEP-NC repository에서 part program을 STEP-NC system에 입력하도록 하여 시뮬레이션 형태로 가공이 진행된다. 가공 완료를 통보 받은 RFID agent system은 event message를 발생시켜 전달하고, 이를 받아 MES agent system은 다음 작업을 수행할 resource를 할당하여 RFID agent system에 전송하고 이를 화면에 출력하는 것으로 시나리오를 종료한다.

4.2. 프로토타입 구현 결과

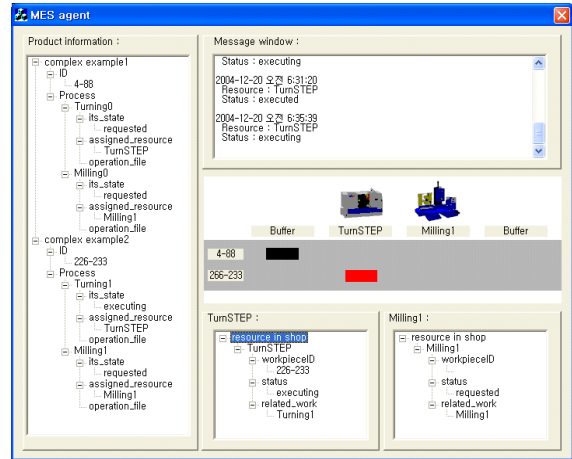
프로토타입은 [그림 6]과 같은 모습으로 구현했으며, 4.1절에서 제시한 시나리오에 따라 실행 가능하다. [그림 6]의 (a)에서와 같이 STEP-NC system에 RFID reader로 인식된 개별 제품에 대한 가공 정보가 할당되어 가공 시뮬레이션을 수행하는 것을 확인할 수 있다. 또한, event message에 따라 work state와 resource status를 실시간으로 업데이트하여 [그림 6]의 (a) RFID agent system에 출력되도록 모니터링 기능을 수행하는 MES agent system의 모습을 [그림 6]의 (b)에서 볼 수 있다. MES agent



[그림 5] 프로토타입의 구성과 활용 시나리오 예제. (i) tag 인식과 resource 모니터링. (ii) 작업정보 전달. (iii) 다음 공정 할당.



(a)



(b)

[그림 6] 프로토타입 실행 결과. (a) STEP-NC system과 RFID agent system. (b) MES agent system.

system에서도 work state와 resource status를 실시간으로 확인할 수 있으며 resource의 점유 상황과 제품 정보도 함께 알 수 있다. 이와 같은 결과를 통해, 기존 생산 시스템과 차별화된 시나리오를 가능케 하는 RFID 기반 생산 시스템의 유용성과 정보 모델링 결과에 대한 유효성을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 RFID 기술을 u-Manufacturing 환경에서 생산 현장에 어떻게 활용할 것인가에 대한 연구를 수행하였다. 제안한 RFID 기반 생산 시스템을 통해 가능해지는 것들을 정리하면 다음과 같다.

- RFID 기술을 활용하여 생산 현장의 정보 단절 문제에 대한 해결 방안 제시
- Real-time의 정보 흐름 및 교환을 통한 생산 현장 모니터링
- Item-level로 개별 제품에 대한 작업 지시 및 가공정보 할당
- u-Manufacturing 환경에서 생산현장의 모습을 가시화
- 국제 표준 정보 기반의 정보 모델링을 통해 생산 환경에서 원활한 정보의 흐름을 가능케 함

차후 연구로는 본 연구에서 제안한 RFID 기반 생산 시스템을 실제 생산 공장에 적용하는 사례 분석 연구가 필요할 것이다. 또한, 구현에 있어 기능을 축소하여 정의한 MES 시스템과 구현 범위에 포함시키지 않았던 ERP, PLM과 같은 상위 정보 시스템들과의 연동 관계를 확인해 볼 필요성이 있다. 따라서 본 연구를 확장시켜 산업체에 적용시켜 보는 연구가 뒤따라야 할 것으로 보인다.

참고 문헌

[1] 황종성 외 (2004), 유비쿼터스 환경구축에 대한 국내외 동향 분석, 보고서, 한국 전산원
 [2] Klaus Finkeneller (2004), RFID handbook, 영진닷컴
 [3] E.W.T. Ngai, T.C.E. Cheng, S. Au (2005), Mobile

commerce integrated with RFID technology in a container depot, Decision Support Systems

[4] Katina Michael, Luke McCathie (2005), The Pros and Cons of RFID in Supply Chain Management, Proceedings of the International Conference on Mobile Business, IEEE
 [5] King Lun Choy, Harry K.H. Chow, W.B. and Lee, K.C. Lau (2005), Design of a RFID case-based resource management system for warehouse operations, Expert Systems
 [6] Lei Ye and Henry C. B. Chan, RFID-based Logistics Control System for Business-to-Business E-commerce (2005), Proceedings of the International Conference on Mobile Business, IEEE
 [7] S. Soga, Y. Hiroshige, A. Dobashi, M.Okumura, and T.Kusuzaki (1999), Products lifecycle management system using radio frequency identification technology, International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, IEEE, 1459-1467
 [8] R.Toyama (2001), Inverse Manufacturing Product Recycling Information System, ECP Newsletter
 [9] Y. Chang, D. McFarlane, R. Hoh, C. Floerkmeier, L. Putta (2002), Methodologies for Integrating Auto-ID Data with existing Manufacturing Business Information Systems, White paper, Auto-ID centre
 [10] D. McFarlane, S. Sarmab, J.L. Chirna, C.Y. Wonga, K. Ashtonb (2003), Auto ID systems and intelligent manufacturing control, Engineering application of artificial intelligence, 16(4), 365-376
 [11] MESA (1997), MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities, MESA INTERNATIONAL WHITEPAPER No. 2
 [12] ISO (2001), ISO/CD 15531-1, Industrial automation system and integration: Manufacturing management data exchange: Resources usage management: General overview
 [13] ECIF (2002), Usage Guide for the STEP PDM Schema V1.2 Release 4.3
 [14] ISO (2004), ISO/DIS 10303-239, Industrial automation systems and integration: Product data representation and exchange: Application protocol: Product life cycle support

- [15] ISO (2004), ISO/FDIS 14649, Industrial automation systems and integration: Physical device control: Data model for computerized numerical controllers
- [16] ISO (2004), ISO/CD 10303-203, Industrial automation systems and integration: Product data representation and exchange: Application protocol: Configuration controlled 3D design of mechanical parts and assemblies
- [17] ISO (2001), ISO/CD 15531-32, Industrial automation system and integration: Manufacturing management data exchange: Resources usage management: Conceptual model for resources usage management data, TC 184/SC4/JWG8
- [18] 포항공과대학교 국가지정 STEP-NC 연구실 (2005), 선반용 자율제어형 STEP-NC 기술, 과학기술부

부록. 정보 모델링 EXPRESS 스키마

EXPRESS specification

```
ENTITY event;
id: STRING;
date_of_event: Date_time_arm;
event_location: STRING;
its_event_type: event_type;
END_ENTITY;
```

Attribute definition

id: event를 구분하기 위한 identifier
 event_location: event가 발생한 resource의 위치
 date_of_event: event의 발생 시점
 its_event_type: event의 종류

event_type

event의 종류를 지시하여 MES 시스템이 event를 처리할 수 있도록 하는 정보이다.

EXPRESS specification

```
TYPE event_type = ENUMERATION OF
(tag_identification, resource_event);
END_TYPE
```

Attribute definition

tag_identification: event의 종류가 tag 인식에 대한 event임을 표현
 resource_event: event의 종류가 resource에 상태에 관한 event임을 표현

EXPRESS specification

```
ENTITY resource;
name: resource_name;
its_status: resource_status;
related_work: OPTIONAL work;
END_ENTITY;
```

Attribute definition

name: resource를 인식하기 위한 resource의 이름
 its_status: resource의 가용 상태를 표현하기 위한 정보
 related_work: resource가 수행해야 할 작업 RFID 시스템이 tag인식을 통해 resource가 수행해야 할 작업

이 생겼을 때 저장되는 정보

resource_name
 resource의 이름에 대한 정보로서 사용자가 resource에 대한 정보를 쉽게 이해하도록 저장된다.

EXPRESS specification

```
ENTITY resource_name;
id: STRING;
name: STRING;
END_ENTITY;
```

Attribute definition

id: resource를 구분 지을 수 있는 identifier
 name: resource의 이름

resource_status

특정 시점에 resource의 상태를 정의하는 정보로서 이를 활용하여 MES 또는 그 상위 시스템이 다양한 활동을 할 수 있도록 지원할 수 있다.

EXPRESS specification

```
ENTITY resource_status;
time_reference: date;
status_type: resource_status_type;
END_ENTITY;
```

Attribute definition

time_reference: resource의 상태가 변화한 시점
 status_type: resource의 상태에 대한 type정보

resource_status_type

resource 상태의 종류를 나타내는 정보이다.

EXPRESS specification

```
TYPE resource_status_type = ENUMERATION OF
(requested, registered, dispatched, executed);
END_TYPE
```

Attribute definition

requested: 생산계획상에 작업이 계획되어 있으나 접속되어 있지 않아 수행할 준비가 되지 않은 상태
 registered: MES 시스템에 접속하여 event가 발생하면 작업할 수 있는 대기 중인 상태
 dispatched: 가공할 제품이 할당되고 필요한 work 정보가 할당되어 작업을 진행할 수 있는 상태
 executed: 할당된 작업이 진행되어 완료된 상태

EXPRESS specification

```
ENTITY work;
id: STRING;
its_activity: activity;
related_event: event;
assigned_resource: resource_name;
its_state: state_type;
operation_file: file;
END_ENTITY;
```

Attribute definition

id: work정보를 구분하기 위한 identifier
 its_activity: work정보에 대한 상세한 활동을 표현하기 위한 정보
 related_event: work정보가 할당되기 위한 event정보

assigned_resource: work정보가 할당되어야 할 resource정보

its_state: work가 대기 중인지 혹은 수행 완료되었는가에 대한상황

operation_file: work가 수행되기 위해 resource에 입력되어야 할 정보

예) part program 혹은 CAD 정보

activity

work 정보가 가지게 되는 활동의 정의를 표현하는 entity이다.

EXPRESS specification

ENTITY activity;

id: STRING;

name: STRING;

description: OPTIONAL STRING;

purpose: OPTIONAL STRING;

END_ENTITY;

Attribute definition

id: activity를 구분하기 위한 identifier

name: activity의 이름

description: work를 수행하는데 필요한 추가 정보

purpose: work의 목적

file

work 정보가 제품에 대한 가공이 필요한 곳에 있는 RFID agent에 전달되어 resource로 하여금 작업을 수행하게 하는 data에 대한 file정보이다.

EXPRESS specification

ENTITY file;

id: STRING;

name: STRING;

version: OPTIONAL STRING;

contained_data_type: OPTIONAL STRING;

location: OPTIONAL STRING;

END_ENTITY;

Attribute definition

id: file을 구분하기 위한 identifier

name: file이 저장되어있는 이름

version: file이 가지고 있는 내용에 대한 버전정보

contained_data_type: file이 가지고 정보의 타입

예) ISO 14649 혹은 AP203

location: file이 존재하는 위치에 대한 정보 URL 정보 혹은 computer system 내의 위치 정보

state_type

work가 현재 어떠한 상태인가를 표현하는 정보로서 work의 수행 여부를 표현한다.

EXPRESS specification

TYPE state_type = ENUMERATION OF (requested, executed);

END_TYPE

Attribute definition

requested: work가 수행되지 않아 대기 중인 상태

executed: 작업이 수행되어 종료된

상태