

## 유비쿼터스 기술 기반의 금형제조 공정관리 시스템 사례 연구

최영\*, 김정준\*\*, 양상욱\*\*\*, 박진표\*\*\*\*, 권기억\*\*\*\*

### A Case Study of Process Monitoring System for Mold Production with Ubiquitous Technology

Young Choi\*, Jungjoon Kim\*\*, Sangwook Yang\*\*\*, Jinpyo Park\*\*\*\* and Kieak Kwon\*\*\*\*

#### ABSTRACT

A recent advance in RFID technology is one of the major technological drives in reducing cost in logistics, distribution and even in the manufacturing sector. However, currently the technology is practically accepted only in the area of logistics and inventory control. The characteristic of these application areas is that the technology is used in the controllable environment. In this paper, we discuss a case study of using active and passive RFID technologies to automatically gather process information in the mold factory. Active RFID tags are attached on the main parts of molds and their positions in the floor are tracked with the routers. We also discuss on the idea of using mobile device with RFID reader to inquire information for molds on the spot in the factory floor. The inquirable information includes 3D design data and basic mold data. The paper shows implementation results with hardware configuration for the testbed.

**Key words** : RFID, Ubiquitous manufacturing, Process monitoring, Mobile viewer, Mold factory

#### 1. 서 론

과거의 양산형 제조업 패러다임은 최근 다품종 소량(또는 대량) 생산 패러다임으로 변화하고 있으며 이와 더불어 제조업체들은 더욱 시장 요구조건의 신속한 반영 및 빠른 납기, 고품질의 제품 생산을 요구 받고 있다. 따라서 이에 대응하기 위한 전략으로 제조 프로세스의 개선과 함께 생산 환경에 있어서도 혁신적인 변화가 요구된다. 이러한 변화의 일환으로 제조업체들은 최근 실시간 제조현장 정보 수집을 바탕으로 정확한 생산 계획 수립 및 관리를 통한 생산기간 단축을 위해 유비쿼터스 생산 환경에 관심을 가지고 여러 가지 측면에서 적용사례들을 발표하고 있다.

1988년 미국의 사무용 복합기 제조회사인 제복스의 마크와이저가 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 용어를 사

용하면서 등장한 '유비쿼터스'는 일반 생활과 아주 밀접한 용어가 되었다<sup>[1]</sup>. 하드웨어적 기술의 발전과 함께 현재 빠르게 진화하고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅은 필요한 모든 곳에서 사물의 인식 정보와 주변의 환경 정보를 취득하고, 이를 네트워크와 연동하여 실시간으로 정보를 관리 및 활용하는 것을 의미한다.

유비쿼터스 시대에 맞춰 그 핵심 기술 중의 하나인 RFID(Radio Frequency Identification) 기술을 바탕으로 산업 현장에서는 자재 및 생산된 제품 등의 불류 유동 전 과정의 관리는 물론, 유비쿼터스 생산 환경 구축을 위한 분야에서도 활발한 연구가 진행 중이다. RFID는 단순히 객체를 자동으로 인식하는 인식수단으로서의 기술임에도 불구하고 유비쿼터스 사회의 가장 선도적인 기술로 기대되고 있는 이유는 RFID가 제공하는 인식기술 자체 보다는 그 응용 분야에 있어 인위적 행동이 불필요한 자동인식으로써의 파급효과 때문이라고 할 수 있다. 이러한 기술을 기반으로 산업 현장에서는 인터넷과 무선통신, 예측기술을 통해 통합된 생산 활동을 가능하게 하기 위한 시스템적 방법론으로 제시되었던 e-Manufacturing<sup>[2]</sup>이 그 범위를 확장하여 u-Manufacturing 패러다임<sup>[3,4]</sup>으로 변화하는 추

\*중신회원, 중앙대학교 기계공학부

\*\*비회원, (주) STX 중공업

\*\*\*정회원, 교신저자, 중앙대학교 미래신기술연구소

\*\*\*\*비회원, (주)비투젠

- 논문투고일: 2008. 11. 28

- 논문수정일: 2009. 03. 13

- 심사완료일: 2009. 03. 17

세에 있다. u-Manufacturing은 제품 전 수명 주기를 대상으로 유비쿼터스 기술을 적용하여 제조환경을 혁신시키는 패러다임이다. u-Manufacturing 패러다임의 핵심은 유비쿼터스 기술을 통하여 제조현상 정보를 실시간으로 수집할 수 있다는 것과 제품 전 수명주기상의 참여자들 사이에 투명하게 정보를 교환할 수 있다는 것이다.

생산 패러다임의 변화와 유비쿼터스 기술의 발전 속에서 향후 제조 산업은 효율적인 공정 관리를 위해 기존의 작업자 기반의 정적인 공정관리에서 실시간으로 이벤트를 감지하고 이를 데이터화하여 신속한 의사결정에 반영하는 능적인 공정관리 패러다임으로 변화하고 있다. 능적인 공정 관리를 위해서는 정확한 현상 실적 데이터의 수집이 전제되어야 하는 만큼 자동 인식 기술의 핵심인 RFID 기술을 이용한 제조 공정 관리가 매우 중요한 위치를 차지한다.

한편 여러 개의 부품들의 조합으로 구성되는 대형 규모의 제조공정의 경우 효율적인 생산 관리 및 규형의 자산관리를 위해 많은 업체에서 ERP, MES 등의 관리 시스템을 도입하고 있다. 이러한 도입의 비용과 노력에도 불구하고, 현장의 실적 데이터 수집에 작업자의 인위적인 개입이 필요한 만큼 정확한 생산 계획 수립과 효율적인 작업지시 구현에 큰 어려움을 겪고 있다. 작업자의 개입이 필수적인 현재의 시스템으로는 실적 데이터 수집에 대해서 시스템에 의한 자동화를 완전하게 어부기 어려우며, 이는 정확한 실적 데이터의 수집을 어렵게 하고, 부정확한 데이터를 바탕으로 한 생산 계획은 많은 부분에서 문제점을 드러내고 있다. 또한, 근형 가공 공장에 대한 추적 시스템의 부재로 실시간 현장 상황의 파악이 어려운 실정이다.

본 논문에서는 근형제조 공장에서의 공정관리에 RFID 기술을 활용하여 실시간으로 공정 데이터를 수집하고 이 데이터를 관리에 활용하는 시스템을 제안하고, 그 프로토타입을 구현해 그 실용 가능성을 검증하였다. 이 과정에서 넓은 범위에서 이동하는 근형 제품의 실시간 위치 추적이 가능하도록 능동형 RFID를 사용하여 공정 관리 시스템과 연동되도록 하였다. 또한 인식거리가 짧은 모바일 장치용의 수동형 RFID를 병행 적용하여 PDA 기반의 근형 설계정보 조회 시스템의 활용을 가능하게 하였다.

## 2. 공정관리를 위한 RFID 선정

### 2.1 자동 식별기술과 RFID

자동 식별 기술은 UPC(Universal Product Code)

바코드, 광학문자 인식(OCR), 생체 인식, 스마트 카드, RFID 등으로 분류된다. 현재 활발히 사용되고 있는 자동 식별 기술로는 바코드, 자가코드, IC 칩을 내장한 스마트카드와 RFID 등이 있으며, Table 1은 각 기술을 비교하여 보여준다. 자가코드나 스마트 카드는 접촉에 의해서 인식될 수 있고, 바코드의 경우 비접촉식이지만 바코드와 리더가 인식할 수 있는 식별상의 가까운 거리에 장애물 없이 위치하여야 하므로 태그의 위치가 완전히 통제되지 않는 환경에서 사용하기에는 많은 제약이 따르게 된다. RFID의 경우에는 투과성이 상대적으로 좋고 인식거리가 길며 동시에 여러 개의 태그를 인식할 수 있어 객체의 적재나 자유로운 동선이 있는 경우에도 응용될 수 있다.

Table 1. Automatic identification technologies

	Barcode	자가코드	스마트 카드	RFID
인식방법	비접촉식	접촉식	접촉식	비접촉식
인식거리	0~50cm	리더기에 삽입	리더기에 삽입	0~5m
인식속도	4초	4초	1초	0.01~0.5초
인식률	96%이하	99%이상	99%이상	99%이상
투과력	불가능	불가능	불가능	가능 (금속제외)
사용기간		1만번 (4년)	1만번 (4년)	10만번 (40년)
Data 보관	1~100 byte	1~100 byte	16~64 Kbyte	16~64 Kbyte
Data write	불가능	가능	가능	가능
Card 손상률	매우 낮음	낮음	낮음	지의 없음
Tag 가격	저렴	저렴	높음 (\$1이상)	보통 (\$0.5~1)
보안능력	지의 없음	지의 없음	복제불가	복제불가
재활용	불가능	불가능	가능	가능

RFID는 무선 주파수 대역을 이용한 자동인식기술로 Fig. 1과 같이 식별자 정보(ID)를 가지고 있는 태그와 이 정보를 무선 주파수를 통해서 읽을 수 있는 리더로 구성된다. 태그 내부의 안테나는 객체를 인식할 수 있는 일련의 코드번호 및 정보가 저장된 칩의 코드정보를 리더에 전달하고, 리더는 RFID 태그로부터의 파장을 디지털신호로 변환하여 인식하게 된다. RFID시스템은 현재 교통카드, 출입통제, 동물인식, 스포츠, 의료분야 등 이미 많은 분야에서 사용되고 있으며, 물류 유통 등 산업의 다양한 분야에서도 적용되고 있다.

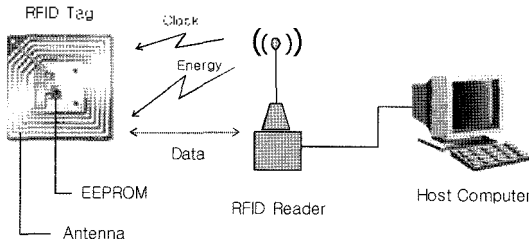


Fig. 1. RFID system diagram.

기본적으로 칩과 안테나로 구성된 RFID 태그는 트랜스폰더(transponder)라고도 불리며, 전원의 사용 유무, 쓰기 기능 여부, 사용 주파수 대역, 형태에 따라 분류된다. 일반적으로 RFID에 사용되는 주파수는 태그와 리더 사이에 전달하는 전송률을 결정한다. 일반적으로 주파수가 낮을수록 전송거리가 짧아지나 전송 신뢰성이 높고, 주파수가 높을수록 데이터 전송거리는 길어지나 투과성의 문제 등으로 전송 신뢰도는 낮아진다. 또한 높은 주파수를 이용하면 긴 인식거리와 안테나와 태그의 크기가 작아는 이점이 있지만 주변 여건에 영향을 많이 받아 원하는 성능을 얻지 못하는 경우도 있다. 따라서 무선 주파수의 결정은 응용분야, 환경, 인식거리 등 사용될 요구사항에 가장 적합한 것을 선택하여야 한다.

2.2 공정관리를 위한 RFID 사양 선정

제조 공정에서 실시간 데이터 수집을 위하여 RFID 시스템을 활용할 경우 생산 환경에서의 공간나 장비의 배치, 가공품의 동선을 고려하여 상황에 맞는 RFID 기술을 선정하는 것이 중요하다.

전원의 여부에 따라 태그에 전원을 내장하여 RFID칩을 구동할 전원의 전부 또는 일부를 공급하는 능동형 태그(active tag)와 리더기의 전자기파에서 전원을 공급받는 수동형 태그(passive tag)로 분류할 수 있다. 수동형 태그의 경우 이론적으로 인식거리가 수 미터 정도라고 할 수 있지만, 비교적 전파 특성이 우수한 900 MHz 대역의 경우에도, 리더는 태그로부터 반사된 전력을 수신하게 되므로 리더간의 간섭이 있는 경우 미약한 태그의 신호를 정확히 수신하기가 쉽지 않다. 제조 현장과 같이 금속 구조물들의 배치가 복잡하고 제품과 리더간에 가까운 거리를 보장하기 힘든 경우에는 실제 적용이 까다로울 수 밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 제품의 위치 추적을 위해서 개활지에서 30 m 이상의 인식거리를 가지며 리더간 간섭 문제가 거의 없는 능동형 태그를 채택하였다.

Table 2. Communication specifications

규격	제원
통신 규격	Wireless Zigbee 2.45 GHz
송신 출력	0~4 dBm
센서 고유 ID	IEEE Address 64 bit/PAN ID 16 bit
통신 방식	Mesh
통신 속도	up to 250 KHz

Table 2는 본 연구에서 사용된 RFID 태그와 라우터, 코디네이터의 공통 부분의 규격을 보여주고 있다. 본 연구에서는 복잡한 작업장 구조로 인한 신호 방해와 긴 동선을 가진 가공 현장에서도 금속 부품에 부착되어 위치추적이 가능하도록 충분히 긴 인식거리를 가지는 RFID 시스템을 채택하였다.

2.2.1 태그의 선정

태그는 RFID 시스템 구성요소 중에서 각각 개체에 대한 정보 즉, 실제적인 ID를 가지고 인식되는 대상이다. 적용 대상 요건의 환경적 요인과 적용 시스템의 특성에 의한 RFID 사용 주파수 결정 후, 첫 번째 검토 대상은 대상물 인식에 사용되는 태그이다.

금형 가공공정에서는 컨베이어를 흐르는 대상에 수동형 태그를 부착해 구현을 시도한 기존의 RFID 적용 사례와는 달리 리더와 태그 간의 일정한 간격을 유지하는 것이 불가능하다. 또한, 짧게는 수일에서 길게는 몇 달이 걸리는 금형 가공 공정에서는 장비 밖에서 대기 중인 금형은 시간이 길어짐에 따라 작업자가 그 위치를 인지하지 못하는 경우도 발생한다. 공장 내부에서 이동 동선이 일정하지 않은 금형 제조공정의 특성상 금형의 위치 추적을 위해 Table 3와 같은 능동형 RFID 태그를 사용하고, 현장에서 모바일 뷰어를 이용한 개별적인 금형의 정보 확인을 위해서 NFC (Near Field Communication) 기반의 수동형 태그를 사용하였다.

Table 3. Specifications of the active RFID

규격	제원
전원공급	Battery
안테나 유형	Mono pole Bar Antenna
통신 거리	Open Field 30m 이상

Fig. 2는 실제로 금형에 부착된 RFID 태그를 보여주고 있다. 우측에 부착된 태그는 자동 인식에 의한 위치 추적에 사용된 능동형 태그이고 좌측에 부착된 태그는 현장에서 금형관련 설비정보 및 공정 정보를 조

회하기 위한 개체식별을 위해 부착한 근접거리 수동형 태그이다. 현 연구에서는 이와 같이 두 가지의 목적을 위해 각각 다른 종류의 태그를 병행 사용하였다.

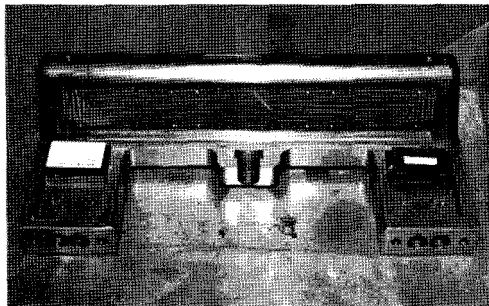


Fig. 2. RFID tags on a mold part.

2.2.2 라우터

라우터는 금형의 주요 부분별로 설치된 능동형 RFID 태그에서 송신하는 신호를 전달받기 위한 장치로써 금형 제조공정상의 장비 별로 설치한다. 공장 및 건물 내 가용 수신 범위에 설치되어 라우터가 인식 가능한 범위 내에 있는 능동형 RFID 태그에서 발생하는 무선통신 데이터를 수신한다. 라우터의 위치를 공정 장비의 위치로 인식하고, 라우터의 인식 범위를 결정하여 금형의 위치를 상대적으로 추적한다. 라우터는 데이터를 코디네이터에 전송하여 라우터의 위치정보를 통해 태그가 부착된 금형 주요 부품의 위치를 정보화 할 수 있는 중재기 기능을 한다. Table 4는 테스트베드 구현에 사용된 라우터의 구성을 보여주고 있다.

Table 4. Specifications of the router

구분	세원
전원공급	Adapter (AC 220V → DC 5V)
안테나 유형	Mono pole Bar Antenna
통신 거리	Open Field 100m 이상

2.2.3 코디네이터

라우터가 능동형 RFID 태그로부터 수신한 무선통신 데이터를 수집하는 장치로써 Zigbee 칩과 안테나, 모니터, 서버(컴퓨터)로 데이터 전송을 위한 장비이다. 금형 주요 부품에 부착된 능동형 RFID 태그의 데이터를 라우터를 통해 수집하여 실시간으로 서버로 전송하는 역할을 한다. 구성은 Table 5와 같다. Fig. 3은 테스트베드에 적용된 라우터와 능동형 태그를 보여주고 있다. 실제 적용에서는 가공 장비에 부착되었지만 본 연구에서는 간이식 삼각대를 이용하여 설치하였다.

Table 5. Specifications of the coordinator

구분	세원
전원공급	Adapter (AC 220V → DC 5V)
상태표시	자체LCD 및 서미로 전송
안테나 유형	Mono pole Bar Antenna
통신 거리	Open Field 100m 이상

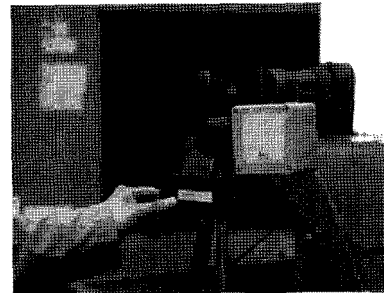


Fig. 3. Router and tag in experiment.

3. 공정관리를 위한 RFID 적용 시스템

3.1 금형 제조공정 적용시 고려 사항

본 연구에서는 제조 공정에서의 현장 실적 데이터 실시간 수집을 위한 RFID 시스템의 테스트베드를 실제 금형 공장에서 구현하여 적용 가능성을 확인하였다. 공장 전체의 위치 추적을 위해서 가공 장비별로 라우터를 설치하고 부품에 능동형 태그를 부착하여 부품의 이동에 따른 공정 진행 상황을 추적하였는데 적용 과정에서 다음과 같은 문제점이 고찰되었다.

여러 라우터에서 한 개 이상의 태그가 동시에 인식되는 문제

- 가공 중인 부품과 대기완료 상태 부품의 구분
- 방전 기공 등 가혹한 조건의 태그 보호 문제

본 연구에서 적용한 능동형 시스템의 경우 UHF 기반의 수동형 RFID의 경우<sup>16)</sup>와는 달리 리더 간섭에 의한 RFID 시스템의 인식거리 감소가 발생하지 않거나, 발생하더라도 10여 미터 반경 내의 태그를 인식하는 데는 문제가 없었다. 그러나 장비별로 라우터가 설치되어 있고, 장비의 인식범위에서 인식된 금형이 그 장비의 공장에 있는 것으로 가정하고 있으므로 금형의 이동 중에 인식한 다수의 라우터에서 동시에 하나의 태그를 인식하는 문제가 발생하여 공정 관리상의 혼란을 가져올 수 있다. 이를 해결하기 위해서 두 가지 방법으로 접근하였다. 먼저 라우터의 출력(gain)과 설치 위치를 조절하여 라우터간 중복 인식되는 영역을

최소화하였다. 또한 태그가 라우터간 중복 인식되는 영역을 이동할 때 짧은 시간 동안 두 개의 라우터에서 불규칙하게 감지되는 경우가 있는데, 미들웨어에서는 짧은 시간 동안 감지되는 신호는 무시하고 일정 시간 이상 해당 태그를 안정적으로 인식하는 경우에 해당 라우터의 영역에 있는 것으로 간주하였다.

가공 중인 부품과 대기 혹은 완료 상태에 있는 부품의 구분은 현재의 연구에서는 고려되지 않았는데, 추후 진동 센서를 능동형 태그에 내장하여 진동 신호의 분석을 통해 가공 중인 상태를 판별할 수 있을 것이다.

금형 가공 중에는 복잡한 형상을 효율적으로 가공하기 위해서 방진가공을 수행하는 경우가 있는데, 이 경우 발생하는 스파크와 절연체에 의한 오염은 RFID 태그에 있어서 매우 가혹한 환경 요소들이 될 수 있다. 적용된 능동형 태그는 두 개의 볼트에 의해서 금형 제품에 체결되는데, 현재의 구현에서는 이러한 가공 진 후에 태그를 탈착함으로써 이 문제를 피해가고 있다. 실제 직용에서는 스파크로부터의 절연 및 가공 중 오염을 견딜 수 있는 패키징에 대한 연구가 더 필요하다.

작업자가 작업장의 컴퓨터 앞이 아니라 특정 금형에 직접 접근하여 그 금형에 대한 작업 이력이나 설계 정보를 실물과 비교하면서 조회할 수 있도록 하기 위하여 특정 금형에 대한 태그의 인식 방법이 필요하다. 본 연구에서는 이를 위하여 거의 접촉에 가까운 거리에서 인식할 수 있도록 모바일 장치에서 주로 사용되는 NFC 규격의 수동형 태그를 병행하여 사용하였다. NFC RFID의 경우 인식거리가 10 cm 정도로 매우 짧아서 현상 인식에서 리더간의 간섭은 고려할 필요가 없다.

본 연구에서 능동형 태그는 공정상의 금형 흐름을 추적할 수 있도록 넓은 범위의 인식에 사용되고, 수동형 태그는 작업자가 실제 모델과 설계 정보를 현장에서 조회하거나 작업 내역을 입력할 수 있도록 아주 짧은 거리에서 개체의 인식을 위해서 사용되었다.

### 3.2 금형 제조공정 적용 사례

본 연구에서는 RFID 시스템을 이용한 금형의 위치 추적을 바탕으로 가공 중인 금형의 진행 상황을 실시간으로 모니터링하고, 진척상황을 관리할 수 있는 시스템을 구현하여 검증하였다. 2.2절에서 기술한 바와 같이 대상 금형의 주요 부품에 능동형 RFID 태그를 부착하고, 태그에서 송신하는 정보를 수신하여 중계하는 라우터와, 이를 통해 전송된 정보를 수집하는 코디네이터를 제작하고, 금형 관리 시스템과 연결을 위

한 미들웨어 및 응용 소프트웨어를 개발하였다.

본 연구에서 구축한 시스템은 설비에 장착된 라우터의 인식 범위를 기반으로 작업 구역 단위로 금형의 가공 현황을 관리한다. 라우터가 태그를 인식하는 상황을 검토하기 위하여 Fig. 4와 같이 금형가공 공정별 구역을 나누어 공장을 모사하였다. 각각의 블록은 금형이 가공되는 장비별 구역을 표시한 것이며, 관리 대상 금형이 이동하면 설비별 설치된 라우터가 보내온 금형의 위치 및 이동 정보를 실시간으로 가시화 한다.

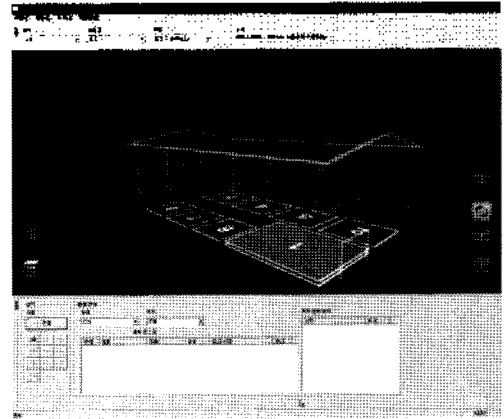


Fig. 4. Tracing locations of mold parts.

이때 금형이 이동하는 동안 라우터의 인식 신호에 시는 태그가 여러 구역으로 튀는 현상이 발생할 수도 있으나 소프트웨어적으로 짧은 시간 동안만 감지되는 정보는 무시하여 위치 추적의 혼란을 방지하며, 여러 개의 태그가 하나의 라우터에서 지속적으로 감지되는 경우는 여러 부품이 하나의 장비에서 대기 중인, 정상적인 상태로 인식된다.

이렇게 인식된 위치정보는 Fig. 5와 같이 금형제조 공정관리 시스템에서 작업의 진척 상황을 나타내는 간트 차트(gant chart)상에 표시된다. 본 연구에서는 금형의 제조공정을 소재 → 밀링 → 건드릴 → 와이어 → 열처리 → 선반 → 평면연마 → 래핑 → 성형연마 → 품질검사의 10가지 단계로 구분하여 금형의 구성 부품과 그 공정 단위로 화면 좌측에 트리 형태로 표현하고, 주 화면에는 선택된 금형 부품의 공정을 표시한다. 간트 차트에서는 부품의 위치 및 이동 정보를 기반으로 기 수행된 공정은 붉은 색 막대로 표시하여 공정 진척 상황을 이해하기 쉽도록 가시화한다.

구현된 금형의 위치 추적 시스템 테스트베드의 적용에서 공정관리 시스템을 통해 실시간으로 진척 상황을 모니터링 할 수 있음을 확인하였다.

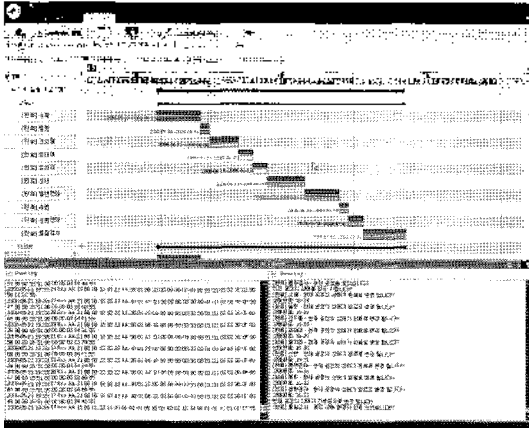


Fig. 5. Process monitoring system based on RFID.

### 4. RFID 기반 모바일 금형정보 시스템

#### 4.1 모바일 3D 뷰어

제조공정이나 설치산업에서의 모바일 장치 활용은 모바일 장치의 우수한 이동성과 현장 접근성 등의 장치적 특성과 무선 네트워크, 카메라 장치 등의 하드웨어적 특성 때문에 매우 큰 잠재적인 가치를 지니고 있다. 본 연구에서는 모바일 장치와 RFID를 결합하여 금형 제조현장에서 금형 관련 정보를 조회할 수 있는 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 본 연구팀에서 개발한 모바일 장치용 가시화 기술<sup>17)</sup>을 활용하여 RFID에 의한 개체 인식에 의해 금형의 삼차원 설계 정보 조회가 가능한 기능을 가진다. 모바일 장치에서 3D CAD데이터를 직접 가시화 하는 기능과 RFID에 의한 개체의 자동식별 기능을 통합한 모바일 3D 뷰어는 현장에서 제품 정보를 조회하고 공정 관리 시스템에 작업 관련 정보를 입력하는 데 활용될 수 있다.

적용된 모바일 뷰어는 ISO-10303 표준인 STEP AP203 파일을 직접 PDA에서 가시화한다. 대부분의 상용 CAD 시스템은 STEP AP203 파일로의 출력을 지원하지므로 상용 CAD 프로그램을 이용하여 설계된 3D 데이터를 별도의 변환 과정 없이 PDA에서 직접 처리하여 가시화 할 수 있다<sup>18)</sup>.

#### 4.2 모바일 3D 뷰어에서의 RFID 지원

PDA와 같은 모바일 장치는 마우스나 키보드와 같은 사용자 입력 장치를 사용할 수 없어 사용자가 직접 제품 정보를 입력하거나 검색하기에는 불편할 수 있다. 현장에 있는 작업자가 현재 가공중인 제품의 정보를 조회하려 할 때, RFID기술을 활용하면 이러한 불편함을 해소 할 수 있다. 본 연구에서는 PDA의 CF-

2 슬롯에 삽입되는 NFC 방식의 RFID 리더를 모바일 뷰어에서 지원하도록 함으로써 모바일 RFID 시스템을 통한 제품 정보의 조회를 자동화하여 제작 공정상에 있는 제품의 3D 형상과 CAD 데이터, 설계도면, 이미지 등을 직관적으로 확인 할 수 있게 하였다. 구현된 시스템은 독립적인 뷰어로서 PDA에 내장된 데이터를 선택하여 데이터를 가시화 할 수도 있고, PDA에 장착 된 RFID 리더를 통하여 모델에 부착 된 RFID 태그를 읽고 이와 관련된 데이터를 서버에서 조회하여 모델에 관한 문서 정보와 3D 형상을 불러오는 것이 가능하다.

3D 형상은 와이어 프레임 형식은 물론 셰이딩 된 형상으로 살펴 볼 수 있으며 회전, 확대, 이동 등의 동작 가시화가 가능하다. RFID 태그의 인식은 멀티쓰래드를 통해 백그라운드에서 수행 되어 사용자가 3D 뷰어를 통해 모델을 조회하고 있는 동안에도 다른 모델에 대한 태그 인식이 가능하다.

이러한 기능은 생산현장 부도면화의 일환으로 활용될 수 있으며 현장에서 금형 제작과 관련된 기본 정보 및 3D 설계 도면을 연람 할 수 있는 시스템으로서의 활용성을 확인하였다.



Fig. 6. Retrieving product information with mobile RFID.

Fig. 6은 모바일 뷰어를 이용하여 금형에 부착된 수동형 RFID 태그를 인식하고 금형의 관련 정보를 보여주는 모습이다. NFC 방식의 모바일 RFID 리더는 시의 접촉 상태에 준하는 매우 짧은 거리에서 태그를 인식하기 때문에 테스트베드 구현에서 리더가의 긴접에 대해서는 고려되지 않았다. 다만 한 번에 여러 태그를 인식하는 경우에는 여러 태그에 해당하는 제품 정보 중 원하는 제품 정보를 선택할 수 있다.

금형제조 현장에서 PDA에 장착된 삼차원 NFC 기반의 RFID 리더기를 사용하여 금형에 부착된 수동형 태그를 인식하면, PDA에서 지원하는 무선 네트워크 기능을 통해 금형관리 시스템과 연결된다. PDA는 무

선 네트워크를 통해 금형관리 시스템에 대상 금형의 인식 정보를 전송하여 해당 금형의 주요 부품에 관한 금형코드, 프로젝트명, 제품명, 금형 재질, 금형 cavity 센서ID, 금형ID, 금형 위치, 금형 이미지를 전달받아 확인할 수 있고 사용자의 요구에 따라 3D CAD 데이터도 조회할 수 있다. Fig. 7은 특정 금형에 대한 금형 기본정보 및 3D 설계 정보를 조회하는 화면이다.

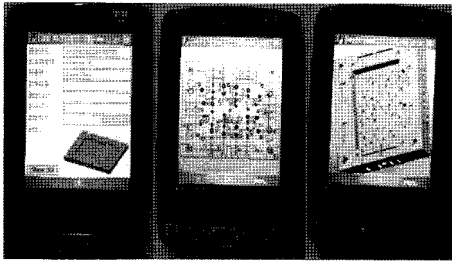


Fig. 7. Retrieving design information on a PDA.

## 5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 자동화된 실시간 현장 데이터 수집을 바탕으로 효율적인 공정관리를 위해 RFID 기술을 이용한 금형제조 공정 데이터 수집 시스템을 제안하고, 테스트베드를 통해 실제 적용 가능성을 확인하였다.

공장 내의 넓은 공간과 자유로운 동선에서 태그의 원활한 인식을 위하여 2.4 GHz 주파수 대역의 능동형 RFID 기술을 활용하였다. 공정 내 주요 금형 부품의 위치추적을 바탕으로 금형의 위치/이동정보 관리 및 제조 공정상의 작업 진척 상황을 실시간으로 모니터링 할 수 있음을 보여주어 이 기술의 효용성을 확인하였다. 또한 현장 무도면화의 일환으로 현장에서 금형 제작과 관련된 기본 기준 정보 및 3D 설계 데이터를 조회할 수 있는 모바일용의 NFC RFID를 지원하는 PDA를 활용하여, 현장에서 직접 3차원 설계데이터를 포함하는 금형정보에 접근할 수 있는 시스템을 제안하고 개발하였다.

본 연구에서는 능동형 RFID와 NFC 기반의 RFID의 두 가지 타입의 RFID를 사용함으로써 인식거리나 리더 간의 신호 간섭 문제를 회피하여 공정관리에서 적용할 수 있는 시나리오를 수행하였다. 그러나 능동형 태그는 수동형에 비해서 매우 고가이고 전원의 공급이나 크기에 있어서도 불리한 면이 있으며, 하나의 제품에 대해서 능동형과 수동형의 두 가지 태그를 부착하는 방식 또한 개선의 필요가 있다.

능동형 RFID의 경우 높은 신호강도를 가지고 있어

서 리더간 간섭 문제나 금속성 제품 표면에 부착시 인식에는 큰 문제가 없지만, 위치 추적에 수동형 RFID를 적용하는 경우 이러한 문제들이 고려되어야 한다.

또한 본 연구에서 구현한 시스템에서는 금형의 위치를 가공 장비별로만 구분하여 해당 공정에 있는 것으로 인식할 뿐 해당 장비에 있는 제품이 가공 중인지, 대기 중인지를 구별하지는 않는다. 보다 효율적인 공정 관리 데이터 수집을 위해서는 이런 문제도 해결되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 라우터의 태그 신호 검출 강도 혹은 위상차를 이용한 거리계산에 기반을 둔 삼각법을 이용하여 태그의 정확한 위치를 계산하고<sup>13)</sup>, 이 데이터를 공정관리에 활용하는 방안에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 우수연구센터 지원과제(No R11-2007-028-01001-0)와 2008년도 중앙대학교 우수연구자연구비 지원에 의해서 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Weiser, Mark, "Ubiquitous Computing", Mark Weiser's home page, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>, 1996.
2. Lee, J., "E-manufacturing-fundamental, Tools and Transformation", *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 19, pp. 501-507, 2003.
3. A New Paradigm for Manufacturing in the Ubiquitous Era', Center for Ubiquitous Manufacturing, POSTECH.
4. 서석환, 신승준, 윤주성, 임주명, "유비쿼터스 기술을 이용한 제품 설계 및 생산의 신 패러다임", 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, 2008.
5. Park, B. G., "Implementation of RFID and Smart Card", Trans of the 'LG CNS' Presentation Resources, 2006.
6. Sandip, I., "RFID Sourcebook", IBM Press, pp. 113-134, 2006.
7. 김정준, 양상욱, 최영, "RFID 시스템을 지원하는 모바일 3D 뷰어", CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, 2007.
8. 양상욱, 최영, "모바일 상지에서의 가시화를 위한 경계기반 삼각화", 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제12권, 제6호, pp. 413-421, 2007.
9. 이윤덕, 김도윤, 유현구, 유종관, 장병준, "리더 간섭에 의한 RFID 시스템의 인식 거리 감소에 관한 연구", 한국전자과학회논문집, 제18권, 제7호, pp. 731-738, 2007.

10. Yang, S. W., Choi, Y. and Lee, H. C., "CAD Data Visualization on Mobile Devices Using Sequential Constrained Delaunay Triangulation", *Computer-Aided Design*, Vol. 41, No. 5, pp. 375-384, 2009.
11. 이길남, 윤영한, "RFID 기반 불류 시스템의 최근 논의 동향과 전망", *유통정보학회지*, 제10권 제3호, pp. 29-52, 2007.
12. Engels, D. W. and Sarma, S. E., "The Reader Collision Problem", in *Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 3, pp. 92-97, 2002.
13. Park, D. J., Choi, Y. B. and Nam, K. C., RFID-Based RTLS for Improvement of Operation System in Container Terminals, *Communications, APCC'06. Asia-Pacific Conference on*, pp. 1-5, 2006.
14. Kim, J., Jung, D., Jung, Y. and Baek, Y., Scalable RTLS: Design and Implementation of the Scalable Real Time Locating System Using Active RFID, *Lecture Notes In Computer Science*, Springer, pp. 503-512, 2008.



**최 영**

1979년 서울대학교 기계설계학과 학사  
 1981년 KAIST 생산공학과 석사  
 1989년 Carnegie Mellon University 박사  
 1990년~1991년 KIST CAD/CAM 연구실 선임연구원  
 2001년~2002년 미국 국립표준연구소(NIST) 객원연구원  
 1992년~현재 중앙대학교 기계공학부 교수  
 관심분야: 형상모델링, Physically based modeling, 웹기반 협력설계, 설계 방법론, 보조노이 다이어그램



**김 정 준**

2006년 중앙대학교 기계공학부 학사  
 2008년 중앙대학교 기계공학부 석사  
 2008년~현재 STX중공업 근무  
 관심분야: Ubiquitous Manufacturing, Process Monitoring, GIS 등



**양 상 욱**

1998년 중앙대학교 기계설계학과 학사  
 2000년 중앙대학교 기계설계학과 석사  
 2000년~2003년 삼성SDS 솔루션개발센터 대리  
 2003년~2004년 이나이에솔루션즈 차장  
 2009년 중앙대학교 기계공학부 박사  
 2009년~현재 중앙대학교 미래신기술연구소 선임연구원  
 관심분야: 형상모델링, 모바일3D, 블로네 삼각화, CAD 데이터 교환, 웹기반 협력설계



**박 진 표**

1997년 중앙대학교 기계설계학과 학사  
 1999년 중앙대학교 기계설계학과 석사  
 2001년 중앙대학교 기계공학부 박사과정 수료  
 현직 (주)비투젠 수석연구원  
 관심분야: PDM/PLM, CAD, Digital Inspection, 웹기반 협력설계



**권 기 욱**

1996년 중앙대학교 기계설계학과 학사  
 1998년 중앙대학교 기계설계학과 석사  
 2003년 중앙대학교 기계공학과 박사  
 2004년~현재 (주)비투젠 연구개발센터 센터장  
 관심분야: 네트워크기반 해석시스템, 엔지니어링 협업시스템, 엔지니어링 통합기회