자재 공급 사슬 관리 및 유지 보수 혁신의 핵심 미래 기술 - RFID

- RFID의 기술 동향 및 건설산업에의 활용 가능성 -

건설산업은 현장의 정보화 및 자동화와 같은 첨단 기술의 활용 및 도입에 있어서 제조업 등 다른 산업에 많이 뒤떨어져 있다. 최근 몇 년 동안 건설 프로젝트 관리의 전 영역을 포함할 수 있는 정보의 전달과 인증, 그리고 등록을 자동화 · 통합화하기 위한 툴(tool)들이 개발되어 왔다. 이러한 자동화된 정보 시스템은 건설 현장의 노무자부터 현장 소장에 이르는 모든 단계의 사람들이 필요로 하고 있으며, 다루어야 할 정보의 양도 점차적으로 증가하고 있다.

하지만 현장에서의 정보 처리와 전달은 아직도 많은 부분에서 문서와 구두에 의해 이루어지고 있다. 일부 정보 처리가 전자화되어 있지만 아직 현장 하위 단계의 정보 전달 체계는 원시적인 입력 방법에 의존하고 있다.

이를 극복하기 위해 벡텔, 플로어 등과 같은 선진 건설업체들은 무선 네트워크 기술과 무선 센싱 기술, 그리고 커뮤니케이션 기술의 현장 활용 방법에 대해 연구하고 있다. 이러한 첨단 기술의 도입 및 활용에 의해 건설 기술자들은 기술과 지식을 실시간으로 이용할 수 있어 시공의 정확성과 공기 향상의 계기를 마련하게 될 것이며, 이러한 적용을 통하여 현장의 지능(Intelligent Job Site)화를 앞당길 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅

최근 첨단 기술 분야인 IT 분야에서는 산학연 구분할 것 없이 현재 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 연구 및 제품 개발에 많은 비용과 시간을 투자하고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 센서, 프로세서, 컴퓨팅이 결합되어 컴퓨팅 기능의 내재성 강화와 컴퓨터의 이동성을 제고시켜 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있도록 하는 것이다. 광의의 의미로는 '다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 내재되어 있고, 이들이 서로 연결되어 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있는 환경을 만드는 것'이다. 유비쿼터스 컴퓨팅이 지향하는 모습은 기존 방식인 인간이 컴퓨터를 위해 센싱 및 인터페이스 기능을 제공해주는 방식에서 벗어나 컴퓨터가 필요한 정보를 센싱하고 사용자에 맞게 인터페이스를 제공하는 것이라 할 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 1991년 마크 와이저에 의해 최초로 제창되었는데 다음과 같은 4가지의 특징이 요건으로 지적되었다. 모든 디바이스는 네트워크에 연결되어야 하고, 인간화된 인터페이스로서 눈에 띄지 않아야 하며, 가상 공간이 아닌 현실 세계의 어디서나 컴퓨터의 사용이 가능해야 하고, 사용자 상황(장소, 장치, ID, 시간, 온도, 날씨 등)에 맞는 서비스를 제공해야 한다.

아울러 그는 컴퓨터의 진화 과정도 컴퓨터 기술과 인간의 관계 변화에 초점을 맞춰 다음과 같이 정의하였다. 제1세대는 1대의 고가 컴퓨터를 다수가 공유하는 메인 프레임의 시대, 제2세대는 한 사람이 한 대의 컴퓨터를 사용하는 퍼스널 컴퓨터의 시대, 그리고 제3세대는 여러 사람들이 주변에 내장된 다양한 컴퓨터를 의식하지 않고 네트워크를 통해 사용할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅의 시대로 정의하였다.

유비쿼터스 컴퓨팅은 컴퓨터 기능의 내재성 또는 이동성으로 구현 가능하다. 내재성은 초소형 컴퓨팅 디바이스를 사물이나 환경에 내재하여 정보를 획득 · 활용하는 것을 의미하며, 움직이는 곳마다 컴퓨팅이 존재하는 것을 의미한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하기 위해서는 센서, 프로세서, 커뮤니케이션, 인터페이스, 그리고 보안 등 5가지 핵심 기술이 필요하다. 이 중 주변 환경 변화를 인지하기 위해서는 센서, 프로세서, 커뮤니케이션 등 세 가지 기술이 결합되어야 하며, 사람과 자연스러운 커뮤니케이션을 위해서는 인터페이스 및 보안 기술이 필요하다.

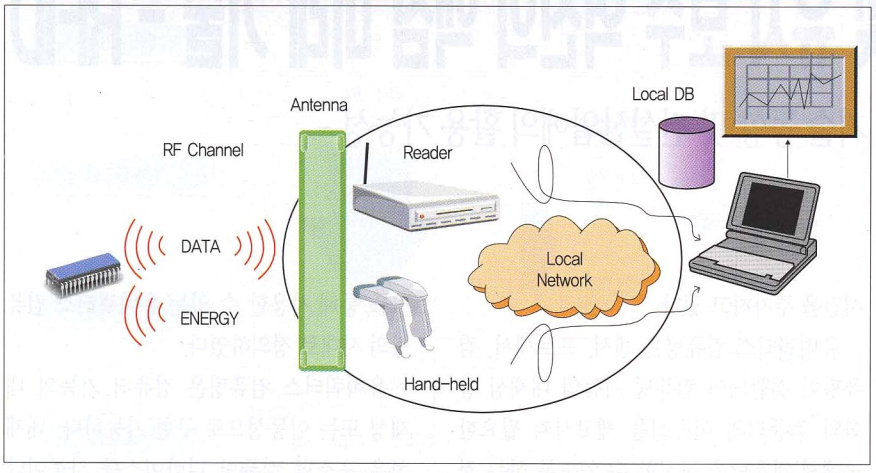
센서, 프로세서 및 커뮤니케이션 기술에 대해 간단히 알아보자. 센서는 외부의 환경 변화를 감지하는 유비쿼터스 컴퓨팅의 입력 장치이다. 즉, 시각, 청각, 빛, 온도, 냄새 등 물리적 · 화학적 에너지를 전기 신호로 변환하는 장치로 수동형과 능동형으로 나눌 수 있다.

최근 이와 관련된 연구로 RFID(Radio Frequency IDentification)가 급부상하고 있다. 프로세서는 센서를 통해 얻은 데이터를 분석하고 판단하는 장치로 간단한 OS(operating system) 구조를 가지고 있어야 하고 실시간 처리가 가능해야 한다. 또한, 커뮤니케이션을 수행하기 위해서는 사물과 사물, 사물과 인간을 무선으로 연결하는 WPAN (Wireless Personnel Area Network) 기술,

AURIC Architecture & Urban Research Information Center All Digital Rights Reserved.

Architecture & Urban Research Information Center, http://www.auric.or.kr

RFID 시스템 구성도



시시각각 위치가 변하는 사물들을 동적으로 연결하기 위한 Ad-hoc 네트워크 기술이 필요하다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 앞서 설명한 RFID 기술을 통해 구체화되고 있는 실정이다. 태그(tag)에 극소형 칩과 안테나를 부착해 무선을 통해 정보를 저장할 수 있는 신기술인 RFID 기술은 각종 물품에 전자태그를 부착해 스캐너로 하나씩 읽을 필요없이 이동시 자동으로 물품 명세와 가격, 유통 경로 및 기한 등을 파악할 수 있어 유통 및 물류에 대혁신을 가져올 기술로 각광을 받고 있다.

이와 관련하여 정보통신부는 RFID용 주파수로 수동형으로는 910~914MHz를 확정하여 2004년 7월에 분배하였으며, 10월에는 세부 보급 계획 수립과 시범 서비스를 시작할 계획이다.

RFID 기술과 활용 분야

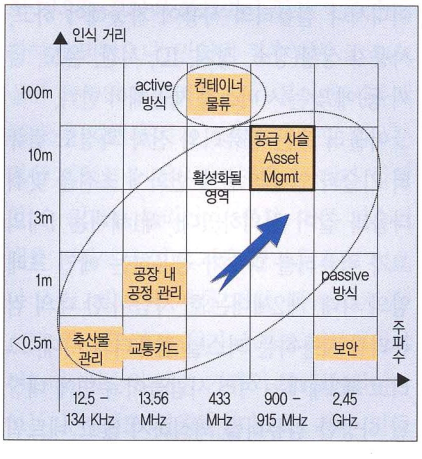
RFID란 마이크로칩을 내장하여 주파수 변조(Radio Frequency) 방식으로 안테나와 교신을 통하여 근거리 및 원거리에서 읽고 쓰기가 가능한 무선 인식 기술을 적용한 인식표(memory label)를 일컫는다.

RFID의 시스템은 크게 안테나가 포함된 판독기와 무선 자원을 송 · 수신할 수 있는 안테나, 그리고 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 및 네트워크 등으로 구성된다. 각 부분의 기능을 살펴보면 판독기는 RFID 태그에 읽기와 쓰기가 가능하도록 하는 장치이고, 안테나는 정의된 주파수와 프로토콜로 태그에 저장된 데이터를 교환하도록 구성된 장치이다. 태그는 데이터를 저장하는 RFID의 핵심 기능을 담당한다.

RFID 태그는 전원 공급의 유무에 따라 전원을 필요로 하는 능동형(active)과 내부나 외부로부터 직접적인 전원의 공급 없이 판독기의 전자기장에 의해 작동되는 수동형(passive)으로 구분된다.

전자는 판독기의 필요 전력을 줄이고 판독기와의 인식거리를 멀리할 수 있는 장점이 있으나, 전원 공급 장치를 필요로 하기 때문에 작동 시간의 제한을 받으며 수동형 타입에 비해 고가인 단점이 있다. 반면, 후자는 능동형에 비해 매우 가볍고, 가격도 저렴하면서 반영구적으로 사용이 가능하지만 인식 거리가 짧고 판독기에서 더 많은 전력을 소모한다는 단점이 있다.

주파수 대역별 특성



사용 주파수에 따라 태그 특성이 매우 상이하게 나타나기 때문에 주파수를 이용해 태그를 구분하기도 한다. 주로 사용되는 주파수 대역은 125.134KHz, 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz, 2.45GHz 대역이 있다.

2000년에 접어들어 RFID 기술은 교통, 자재 관리 및 보안에 적용되고 있다. 또한, 현재 농업, 건설 및 스포츠 등에 RIFD 기술이 다양하게 활용되고 있으며, 그 응용 분야로는 다음 쪽 표와 같다.

자재 관리 등 건설 분야에서 활용 기대

국내의 경우 S건설업체가 RFID 기술의 이전 단계인 바코드 기술을 적용하여 노무 및 자재(레미콘) 관리 시스템을 구축한 결과, 약 41억원의 직 · 간접 비용 절감과 1개월 정도의 공기 단축 효과를 거둔 것으로 알려졌다. 따라서, 바코드 시스템보다 진보된 기술인 RFID 시스템을 적용해 관리할 경우 그 이상의 기대 효과가 달성될 것으로 보인다.

미국의 경우 카네기 멜론대학에서 RFID를 이용한 프리캐스트 콘크리트 부재를 중심으로 자재 관리 시스템을 제시하였다. RFID에 대한 총 투자 비용은 17만 8,000달러(작업 7,120시간과 상응)이지만 자재를 파악하기 위해 소요되는 실제 작업 시간을 절반으로 단축시킬 수 있었다.

또한, 연간 자재 조달의 지연으로 발생되는 부가 비용은 1개 제작 업체를 기준으로 연간 6만 달러에 달하는 것으로 나타나 자

AURIC Architecture & Urban Research Information Center All Digital Rights Reserved.
Architecture & Urban Research Information Center, http://www.auric.or.kr

외국의 RFID 기술 적용 사례

구 분	분야별 적용 기술
교통	· 철도 차량 관리 · 교통 관리 · 통행료 징수 등 · 자동 지불 시스템(엑슨 모빌사)
제조	· 자동차 · 컴퓨터 하드웨어 제작시 작업 흐름 추적 관리 · 제품 유지 관리에 적용
농업	· 농업 · 축산업 : 농산물 및 가축의 추적(CCIP : Canadian Cattle Identification Program, 2001)
공항 보안 및 수하물 취급	· 여행용 가방의 분류 및 승객의 추적 · 공항과 항공사의 여행객에 대한 행정 절차를 간소화(IATA : International Air Transport Association) · 여행자 여행용 가방의 이력 상세 기록(잭슨빌 국제공항, 2001)
교통 및 보안	· TCG사와 GTMS사가 함께 공항 주변 보안에 RFID 시스템 적용 (Parker, 2002) · 군부대 출입 자동차 출입 허가(조지아주 포트 맥퍼스 군부대, 2002)
공급망 관리 (Supply Chain Management)	· 질렛트사의 재고 관리(Schwartz, 2003) · IBM사의 재고 관리, 연간 5~25%로 재고량 감축
의료	· 환자 관리 및 면회 제한 · 신생아의 유괴 위험 방지 및 모자 확인
정부 규정-타이어(tires)	· Firestone사의 타이어 리콜을 계기로 미의회는 TREAD 법령 통과 : 자동차 제조사가 2004년 모델부터 리콜에 대비하여 타이어 내부에 태그 장착 – 제조업체명, 공장 위치, 제조 연월일 파악 · 미쉐린(Michelin)사는 2005년 모델부터 승객 수송 차량 및 경량 트럭에 사용되는 타이어에 RFID 태그 부착 : 신속한 리콜(Frontline Solutions, 2003)
건설	· 압축 가스 실린더 추적, 작은 공구 관리, 장치 모니터링(CII, 2001) · 자재 조달 및 관리 추적 시스템 개발 · 유도 장치 탑재 장비의 제어 · 콘크리트 및 철골 부재의 피로 또는 초과 응력 탐지

재의 적시 조달로 나타나는 부가적인 비용 절감은 상당할 것으로 추정되고 있다.

또한, 벡텔사의 Red Hills 건설 공사를 대상으로 미국 건설산업연구원(CII)이 실시한 현장 실험에서는 RFID를 이용한 결과 파이프 스풀(spool), 서포트(support) 및 행거(hanger) 같은 자재의 위치 파악 및 추적 관리에 30%(159분/100행거)의 작업 시간 단축 효과가 있는 것으로 나타났다. 이 외에 압축 가스 실린더 추적, 소규모 작업 공구 위치 파악 및 관리, 건설 장비의 모니터링에 시험적으로 적용한 사례가 있다. 시설물 유지 관리에서도 콘크리트 및 철골 부재의 피로 또는 초과 응력을 탐지하는 데 대한 적용 가능성이 검토되고 있다.

국내에서는 한국건설관리학회, 한국건설기술연구원에서 RFID를 이용한 공급 사슬 및 현장 관리 관련 연구를 수행하고 있다. 건설산업에 영향을 미치고 있는 주5일제 근무의 여파, 안전에 대한 요구, 생산성 향상에 대한 요구 등은 경제 여건과 더불어 건설 현장의 혁신을 한층 더 필요로 하고 있다.

RFID 기술은 현장 자재의 공급 사슬 관리는 물론 향후에는 시설물의 유지 보수에 있어서 주요 부분을 무선으로 센싱하여 네트워크로 연결해 주기 위한 핵심 기술이 될 수 있을 것이다. CJ

권순욱
한국건설기술연구원 선임연구원

인터넷 여행 http://www.gamri.or.kr

한국건설감리협회

한국건설감리협회는 일정 규모 이상의 공공건설 공사와 민간 부문에서 300세대 이상의 공동주택 건설 공사, 그리고 다중 이용 시설물의 건설 공사에 대한 건설 감리 업무를 담당하고 있는 감리 전문 회사(법인)들이 회원으로 모여서 설립한 건설교통부 산하 법정 단체이다.

건설감리협회는 감리제도 및 업무의 개선과 건설 기술의 조사 및 연구, 개발을 통하여 감리 용역업의 건전한 육성 발전을 기하며 공익에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

건설감리협회의 사이트는 '협회 소식', '교육센터', '자료센터', '열린광장' 등으로 구성되어 있다. 협회소식 란을 통해서는 협회 소식 및 감리 관련 새로운 소식을 전해주고 있다.

교육센터 란을 통해서는 감리 업무를 수행하고자 하는 자가 의무적으로 받아야 하는 감리 전문 교육을 체계적으로 선진화된 교육 프로그램으로 편성 · 시행은 물론, 건설 사업 활동에 필요한 각종 신기술 지식 정보를 제공하고 있다.

자료센터와 열린광장 란은 일방적인 자료 제공이 아닌 쌍방향 의사 전달이 가능한 사이트를 추구하고 있으며, 기타 입찰 정보나 SPRC 프로그램에 대한 소개도 있다.

이 사이트는 전체적으로 감리에 대한 종합적인 자료가 풍부하고나 사용자 편의를 위한 검색 부분이 만족할 수준은 아니다. 그러나, 감리에 관하여 일반 국민들이나 건설 관계 인사들이 정보를 습득할 수 있는 채널이 빈약하여 감리를 이해하지 못하는 데서 오는 오해와 불신을 없애기 위해 자료를 개발 · 제공하여 일반인들과의 부담 없는 교감을 갖고자 하는 부분은 높이 평가할 만하다. CJ

오광석 · 한국건설산업연구원 3급기술원

AURIC Architecture & Urban Research Information Center All Digital Rights Reserved.
Architecture & Urban Research Information Center, http://www.auric.or.kr