

RFID 시스템을 이용한 건설 자동화 방안 도출을 위한 기초 연구

A Study on the Automation in Construction using and RFID System

유재민* 박은수** 전영준*** 이태식****
Jaemin Yoo Eun Soo Park Young Joon Jun Tai Sik Lee

요약

건설공사의 규모와 설계 및 시공 방식이 다양하고, 규모가 확대됨에 따라 공사수행을 위한 초기 정보 획득 및 건설공사의 자동화의 실현을 위하여 RFID 기술을 적용할 수 있다. 건설 정보의 부족은 건설 자재 낭비, 작업률의 감소, 잘못된 정보로 인한 공정의 재수행, 건설 안전 사고등 전체 프로젝트의 비용적 시공성적 문제성을 야기한다. 이에 따라 본 연구는 IEEE 802.15.4a 혁신 무선 기술을 사용한 무선 공유 시스템과 RFID 시스템의 연계를 통한 향후 현장 시연 및 관련 문헌 조사, 현황 파악등을 통하여 RFID의 건설 현장 적용을 확인하고 건설 자동화를 위한 일환으로 자동화 건설 굴삭기 개발 등 건설 시공법 발전을 위하여 기여할 것이다. 이를 위해 RFID 시스템의 분석과 RTLS 와의 연동 방안을 제안하였다.

키워드: RFID, RTLS, USN, 건설자동화

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

현재 건설 분야의 트렌드인 건설 프로젝트의 대형화와 새로운 시공 방식과 첨단 건설 자재의 도입 등으로 인한 예산 낭비의 방지와 시공 기간의 엄수를 위하여 정확한 건설 정보의 취득을 통하여 건설 프로젝트 초기부터 시공에 필요한 자재·인력 정보, 시공 상황 등 전체 생애주기에서 발생하는 정확한 정보의 획득 및 효과적 관리의 중요성이 높아지고 있다.

역동적인 건설 현장의 특성으로 인해 지속적으로 변화하는 건설 현장 정보를 재빨리 획득함과 동시에 정확한 자재 및 인력의 배치를 통하여 건설 공기 내에 보다 더 효율적인 시공을 실행 할 수 있는 현장 관리 시스템 개발을 위한

하나의 일환으로 RFID (Radio Frequency Identification)의 병합 활용은 정보획득 및 관리를 위한 새로운 기술 중 하나이다. 이는 차후 건설 자동화 목표의 일환의 중간 단계로 간주될 수 있으며 정확한 건설 정보는 공기의 단축 및 건설 자재의 낭비 방지 등 성공적인 프로젝트를 수행하는데 있어 많은 영향을 미친다.

이에 본 연구는 국내·외의 RFID 시스템에 관련한 연구 동향과 현황을 조사하여 활용 범위를 살펴보고 이러한 활용 현황을 바탕으로 건설 분야에서 활용할 수 있는 방안과 향후 건설 자동화를 위한 해결책을 제안 하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 RFID 시스템을 통하여 효과적인 건설 자재 및 인력의 배치를 위한 건설 자동화 연구의 초기 단계로 국내·외 건설 현장에서 사용되는 RFID 시스템의 현황과 활용도를 조사하여 현장에서 사용될 수 있는 건설관리 시스템을 개발한다.

건설 현장에서 흔히 사용되는 자재 중 하나인 철근을 대상으로 철근의 운송, 배치와 거푸집, 콘크리트 등 건설 현장에서 철근이 사용되는 현장에 정확한 길이와 두께 및 모양의 철근의 즉각적인 분배와 적정 인력의 배치를 통해 시공성 향상 및 프로젝트 전반에 걸쳐 향상된 시공 방법을 제시하기 위해 관련 문헌 조사 및 시연 등을 통하여

* 정회원, 한양대학교 토목공학과, 석사과정
jmy0624@hanyang.ac.kr

** 정회원, 한양대학교 토목공학과, 박사과정
nalty@hanyang.ac.kr

*** 정회원, 한양대학교 토목공학과, 박사과정
yunyj@hanyang.ac.kr

**** 정회원, 한양대학교 토목공학과, 교수
cmtsl@hanyang.ac.kr

본 연구는 교육과학기술부의 두뇌한국21(BK21) 사업과 중소기업청의 산학공동기술개발지원사업으로 이루어진 것으로 본 연구를 가능하게 한 해당 기관에 감사드립니다.

연구·조사 한다. 이에 따라 본 연구는 향후 3D 스캐너를 이용해 건설 현장의 도면 및 건설 기자재 배치도 등을 획득해 이를 컴퓨터 도면화 하여 Passive 와 Active RFID를 철근에 부착하여 건설 현장 배치를 위한 관리 시스템 개발을 한다.

2 Radio Frequency Identification (RFID)

2.1 RFID의 활용 분야

현재 국내에서는 물류관리, 전자상거래, 교통, 토목, 건축, 의료 분야 등에서 RFID를 사용하고 있으며 그 활용 범위와 용도는 매우 다양하고 무한적이다. 다음 표 1은 국내 건설공사 현장에서의 RFID 적용 현황을 나타내었다.

표 1 건설공사 현장의 RFID 적용 현황

분야	내용
인력관리	출역현황
품질관리	콘크리트 타설 구조별 타설 현황
공정관리	프로젝트 세부 실적 사항
안전관리	안전 당번 및 무재해 현황 안전 지적사항
물류관리	레미콘 발주

전반적으로 인력관리 및 안전관리 분야의 RFID 적용률이 상당히 높은 것으로 조사되었으며 공사면적(연면적)에 따른 RFID 적용기술은 다음 표2와 같다.

표 2 공사면적(연면적)에 따른 RFID 적용기술(단위%)

연면적 (m ²)	인력관리	품질관리	공정관리	안전관리	물류관리
5만미만	71	86	71	100	14
5만~10만	100	60	60	80	0
10만~50만	67	100	67	100	67
50만 이상	100	100	80	100	80
평균	85	85	70	95	35

장상혁, RFID 기술의 국내적용 실태, 한국건설관리학회 2007

2.2 RFID의 기본원리

RFID (Radio Frequency Identification)란, 라디오 주파수를 이용한 무선 인터페이스를 통해 사물의 정보를 원격으로 주고받을 수 있는 기술로서 기존의 널리 쓰이고 있던 바코드 방식을 대체하리라 예상된다. 바코드와 달리 RFID 기술은 비접촉 방식으로 포장, 표면의 재질, 환경변화 등의 외부조건과 관계없이 인식이 가능하며 특정매체가 담고 있는 정보를 자동으로 식별하여 데이터수집을 목적으로 다양한 활용이 가능하다. (황지훈, 2007)

RFID의 종류로는 리더기가 발생시키는 전파를 이용하여 작동되는 수동형 (Passive) RFID와 배터리를 자체 내장한 능동형 (Active) RFID 방식으로 구분할 수 있으며 이에 대한 비교는 다음 표3과 같다. 수동형 태그는 단순한 구조를 가지며 소형, 경량이고 제작비용이 저렴하다는 장점을 가지고 있다.

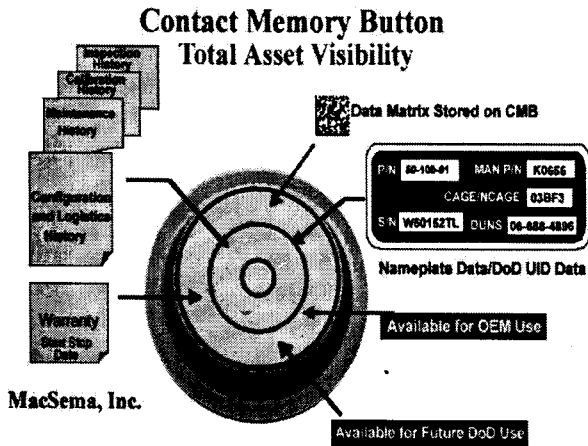
표 3 RFID TAG의 비교

	특징	장점	단점
수동형	리더기의 유도전류에 의해 수동적으로 전원 공급 물류관리, 전자상거래, 교통 분야 등활용(황지훈, 2007)	내구성이 강함 소형으로 제작 가능 비용 저렴	1-2m 내외의 인식 거리
능동형	자체 배터리 내장 읽기/쓰기형 토목, 건축, 의료 분야 등활용	장거리 송수신 가능 3차원 좌표 (x, y, z) 취득 가능	수동형에 비해 가격이 비쌌 TAG 및 리더기 전력 파워에 따라 거리가 틀려짐

2.3 버튼메모리 (Button Memory)

자동인식기술 분야의 일종인 버튼메모리는 악조건에서 장비 (항공기, 지상 지원 장비, 중장비와 화기 등)와 함께 설치되도록 설계되었으며 장비의 폐기 처분 까지 지속적으로 동작하며 데이터 관리 서비스를 제공한다. 자체 전력을 소유하지 않고 있는 수동형 방식을 사용하고 있으며 읽고 쓰기가 가능하며 장소와 시간에 관계없이 데이터 수집 및 수정을 할 수 있는 이점을 가지고 있다. 버튼메모리는 RFID TAG 및 바코드와 완벽한 호환성을 제공하며 소형이다. 또한 버튼메모리는 다양한 휴대용 단말기, 노트북 또는 개인용 컴퓨터 등으로 자료를 전송 및 수신이 가능하며 프로브 (전용단말기, 버튼링크)를 사용하여 버튼메모리에 접촉과 함께 데이터의 전송 및 수신을 할 수 있으며 그 용도

와 활용 방식에 따라 128B에서 8M Bytes 용량을 지원한다. 버튼메모리의 설치에 부착하고자 하는 위치에 에폭시(Epoxy Bond)로 쉽게 부착될 수 있으며 볼트의 머리 부분 내에 삽입이 가능하다. (에스콘시스템)



Cradle To Grave Asset Information Stored Electronically

그림 1 버튼메모리(MacSema)

3. 건설현장의 RFID의 적용

3.1 건설 자재 관리

본 연구를 통한 건설 자동화의 첫 단계로 건설 현장에서 흔히 사용되는 철근의 운송, 배치, 성형 등의 작업을 자동화하기 위하여 RFID TAG를 사용한다. 건설 현장 역동적인 특성을 고려하여 악조건에서 사용될 수 있는 버튼메모리(Button Memory)와 장거리 수신에 가능하며 다양한 정보를 저장할 수 있는 능동형 TAG를 혼용하여 사용한다. 또한 건설 현장 특성인 소음과 역동적인 작업이 빈번하게 나타나는 현상 등을 고려하여 현재 널리 사용되는 Wi-Fi를 사용하면 소음 및 건설 중장비로 인해 전자기파의 원활한 송·수신을 방해할 것으로 판단돼 IEEE 802.15.4a Wireless Personal Area Networks (WPAN)이용하여 관련 정보 및 자료를 송·수신 한다. IEEE 802.15.4a는 RFID와 RTLS (Real-Time Locating System)에 동시 사용이 가능하며 RFID를 위한 중·장거리 자료 전송 및 인식과 단거리 인식 또한 수월할 것으로 예상된다. RTLS 시스템은 메시 네트워크 무선 라우터 (Mesh Networked Wireless Router)로 구성되어 있으며 건설 현장에 고정 설치된다. 각 철근당 하나의 수동형 버튼메모리를 부착하고 철근 한 묶음별로 능동형 RFID TAG를 부착하여 무선 라우터 및 휴대용 리더기를 이용하여 저장된 정보를 출력하여 철근의 길이, 크기, 모양 등을 파악 철근이 사용될 장소에 배치 또는 적정 모양으로 성형을 용이하게 한다. IEEE 802.15.4a를 이용한 RTLS의 현장 실험을 위한 구상도로는 다음 그림 3과 같다.

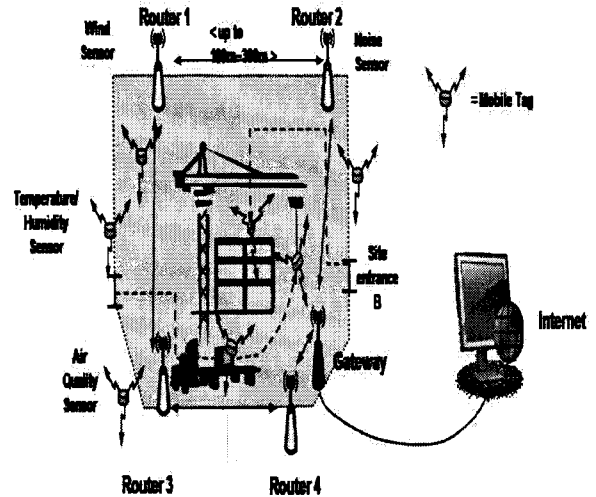


그림 2 IEEE 802.15.4a를 이용한 RTLS의 현장 실험 구상도

3.2 건설 자재의 실시간 모니터링

RFID 기술과 RTLS 기술의 적용과 Ubiquitous Sensor Network(USN)의 활용을 통해 건설 자재의 현황과 진행 과정을 실시간 모니터링 할 수 있다. 이는 빈번하게 변화하는 건설 현장에서의 적정 자재 위치 파악과 배치를 용이하게 해 자재 낭비 예방 및 공기 단축의 시너지 효과를 산출할 수 있다. 또한 능동형 RFID 와 RTLS 기술을 건설 현장에 적용 자재의 품질 관리 측정과 평가를 수행할 수 있다.

3.3 건설 현장의 안전관리

Active RFID 기술과 USN 기술의 연동을 통하여 건설 현장의 추락, 낙석 등의 위험지역에 고정 TAG를 설치하여 수동형 RFID TAG를 장착한 건설 인부들이 특정 지역에 접근하였을 때 경고음을 발생하는 방식으로 건설 재해를 미연에 방지할 수 있다. 이를 위하여 x, y, z 좌표 정보의 입력 및 출력이 가능한 능동형 RFID 센서가 사용되어 관련 정보를 입·출력 건설 안전사고를 미연의 방지 할 수 있는 시스템의 개발을 위하여 활용할 수 있다.

3.4 건설 자동화

건설 현장에서 RFID 기술의 전반적인 도입후 3D 스캐너를 사용하여 건설 현장 전체의 도면을 디지털 자료화 하여 이를 CAD 및 컴퓨터 그래픽 프로그램을 통해 3차원 도면 화하여 이를 건설 자동화를 위한 지도로 사용할 수 있다. 예를 들면 RFID TAG와 GPS 수신기를 장착한 굴삭기가 작업장에 출입하는 순간 RFID TAG를 통하여 할당된 절·성토량등의 정보를 수신한다. 현장과 연결된 개인용 컴퓨터 등을 이용하여 위치 정보를 GPS 수신기를 통하여 획득하여 정확한 위치에 굴삭기를 이동시킬 수 있다.

3.5 물류 관리

건설 자재에 부착된 RFID TAG를 이용하여 물류 관리를 용이하게 할 수 있다. 대형 창고에 비축된 자재의 손쉬운 위치 파악과 찾고자 하는 자재를 쉽게 찾기 위하여 RFID 수동형 TAG를 각 자재에 부착하여 입고시 출입문에 장착된 RFID 수신기를 이용하여 자재의 정보를 입력받을 수 있다. 이는 추후 자재의 출고시 관련 정보와 위치 파악을 용이하게 하여 예산 절감과 인력 낭비 예방의 효과를 낼 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통해 현재 국내에서의 RFID 기술의 활용은 건설 분야에서 인력관리, 품질관리, 공정관리, 안전관리, 물류관리등 다양한 업무에 활용되고 있음을 알 수 있다. 또한 RFID 기술은 나날이 발전해 가고 있음을 고려할 때, 건설 자동화를 비롯한 건설 분야의 발전을 위해 RFID 기술의 폭 넓은 활용은 매우 중대하다. 이에 따라 본 연구는 향후 현장 실험을 통해 기존 수작업으로 진행되어져 왔던 철근의 배송 및 성형의 작업을 RFID TAG에 입력된 정보를 이용하여 작업했을 때 공기 단축 및 자재 낭비 예방 등의 효과를 기대하며 이를 통한 건설 분야의 발전을 기대한다.

참고문헌

1. MacSema, Inc., Buttonmemory Product Catalog.
2. 황지훈, 이종성, 송치용, "건설분야에서 유비쿼터스 구현을 위한 GPS 및 RFID 기술의 이해", 한국지반공학회지, Vol.23, No.6, 2007, pp.13~22
3. 장상혁, "RFID 기술의 국내적용 실태", 한국건설관리학회, 2007
4. 구도형, "RFID 기술적용 가능성 평가를 위한 각 공종별 주요자재 특성분석", 한국건설관리학회논문집 2008, pp.159~169
5. (주)에스콘시스템, ButtonMemory Technology, www.scon.co.kr

Abstract

Complexity and Massive is the modern trend of construction project. The lack of timely and accurate construction data is the main cause for the lack productivity increases seen in other industries. Because information is essential in the construction production process, the lack of it will cause workers to stay idle, build the wrong thing that has to be redone, become involved in an accident or simply waste their time doing non-productive work. To aid construction automation and improve its productivity, RFID technology system should be developed. As a result of that, this study analyzes the status of RFID technologies in construction project and suggest advanced construction method. USN and RTLS system is analyzed in this study. RFID system also can be used in construction management, material management, quality control, safety management and human resource management.

Keywords : RFID, RTLS, USN, Construction Automation
