

건설 CALS 시스템 건설공사 활용을 위한 요소기술 및 장비의 현장 적용성 검증

A Site Application verification of technology and Equipment for Construction Application of Construction CALS System

최 상 용* 신 태 홍** 김 병 곤*** 김 태 학**** 권 순 옥***** 진 상 윤*****
Choi, Sang-yong Shin, Tae-hong Kim, Byung-kon Kim, Tea-hak Kwon, Soon-wook Chin, Sangyoon

요 약

최근 전 산업적 분야에서 첨단 IT와 전통산업의 융합으로 새로운 부가가치와 시장을 창출하려는 융·복합 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 세계 최고 수준의 국내 무선 및 모바일 기술을 적용한 다양한 산업계의 적용 사례 및 해당 기술 활성화 등으로 인하여 건설 산업에 첨단 IT의 적용 가능성이 높아지고 있다.

현재 도로/하천 사업관리 업무에 활용 중인 건설CALS 시스템을 유비쿼터스 모바일 기술 등 첨단 IT 응용 기술을 적용하여 첨단 건설사업정보시스템으로 업그레이드를 요청하는 사용자 요구사항이 증대되고 있고, 건설현장자료 사용자 수기입력(키보드 입력방식)의 문제점인 자료입력 지연, 부정확, 부재 등의 문제를 해결하기 위하여, 유비쿼터스 및 센서 기술을 활용한 자동 입력방안에 대한 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 건설CALS 시스템의 기능 고도화와 첨단화를 위해 유비쿼터스 및 모바일 기술 등의 첨단 IT 적용을 위한 RFID 및 모바일장비의 현장 적용성을 검증하고자 한다.

키워드: 건설CALS, 첨단 IT, RFID, 모바일, 현장 적용성 검증

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

21세기는 세계화와 더불어 전통 산업기술과 정보통신 기술이 서로 융합되어 발전되는 지식화의 시대로 본격적으로 진입하고 있다. 정보통신 기술의 발달 및 광대역(초고속) 인터넷 보급 확대는 지식기반 디지털 시대로의 전환을 촉진시키는 원동력이 되고 있으며 지식과 정보가 개인뿐만 아니라 국가경쟁력의 최고 핵심으로 부상하는 시대이다. 이에 따라 최신 기술을 활용하여 창조적인 지식을 창출하는 새로운 주체들이 산업의 혁신을 주도하는 주체로 떠오르고

있다. 최근 전 산업적 분야에서 첨단 IT와 전통산업의 융합으로 새로운 부가가치와 시장을 창출하려는 융·복합 연구가 활발히 진행 중에 있으며, 세계 최고 수준의 국내 무선 및 모바일 기술을 적용한 다양한 산업계의 적용 사례 및 해당 기술 활성화 등으로 인하여 건설 산업에 첨단 IT의 적용 가능성이 높아지고 있다.

현재 건설현장에서는 RFID 기술을 활용하여 인력관리와 자재 및 물류관리분야에서 업무적용을 위한 연구 및 시범 적용이 진행되고 있다. 현재 도로/하천 사업관리 업무에 활용 중인 건설CALS 시스템을 유비쿼터스 모바일 기술 등 첨단 IT 응용 기술을 적용하여 첨단 건설사업정보시스템으로 업그레이드를 요청하는 사용자 요구사항이 증대되고 있다. 또한, 건설현장자료 사용자 수기입력(키보드 입력방식)의 문제점인 자료입력 지연, 부정확, 부재 등의 문제를 해결하기 위하여, 유비쿼터스 및 센서 기술을 활용한 자동 입력방안에 대한 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 건설CALS 시스템의 기능 고도화와 첨단화를 위해 유비쿼터스 및 모바일 기술 등의 첨단 IT적용을 위한 RFID 및 모바일장비의 현장 적용성을 검증하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 개발된 건설CALS 시스템 적용 시범

- * 일반회원, 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 석사과정, edgar20@hanmail.net
- ** 일반회원, 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 박사과정 cmcic@skku.edu
- *** 일반회원, 한국건설기술연구원, 선임연구원 bkkim@kict.re.kr
- **** 일반회원, 한국건설기술연구원, 연구원 kimth@kict.re.kr
- ***** 종신회원, 성균관대학교 건축공학과 조교수, 공학박사 (교신저자), swkwon@skku.edu
- ***** 종신회원, 성균관대학교 건축공학과 부교수, 공학박사 schin@skku.edu

본 연구는 '건설CALS시스템의 첨단 IT 응용기술 연구'의 일부임

기능인 건설사업시스템 및 건설인허가시스템의 실제 건설 현장의 적용을 위한 RFID 및 모바일장비의 현장 인식성능 실험으로 한다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 수행되었다.

첫째, 국내외 RFID 관련 기술개발 동향과 건설산업의 RFID 적용 사례를 조사·분석한다.

둘째, RFID 관련 도로건설현장 적용성 테스트를 실시한다.

셋째, 모바일장비 관련 도로점용 현장 적용성 테스트를 실시한다.

넷째, 테스트를 통해 문제점 및 보완대책을 도출한다.

2. 관련연구고찰

2.1 RFID 기술 개념

유비쿼터스(Ubiquitous) 기술 중의 하나인 RFID는 Radio Frequency IDentification의 약자로서 IC 칩과 안테나를 내장한 태그를 이용해 사물의 정보와 주변 환경정보를 전송·처리하는 비접촉식 인식시스템이며, 차세대 유비쿼터스 사회의 핵심기술이다.

RFID 기술은 바코드(Bar Code)나 마그네틱 카드(Magnetic Strip Car Reader)등과 같은 자동인식기술(Auto-ID)의 한 분야로서 SCM(Supply Chain Mangement)의 핵심인 자재의 흐름과 생산 프로세스, 그리고 정보관리 시스템의 도구로 중요한 기능을 가지고 있으며, 서비스 산업, 구매 및 유통·재고관리 산업분야, 제조사 및 자재 유통 등 다양한 분야에서 사람, 동물, 상품 및 운송 중에 있는 제품에 관한 정보를 제공하기 위해 적용되는 기술이다.

2.2 모바일 기술 개념

모바일 기술은 가입자 단말기에 이동성(Mobility)을 부여하여 가입자가 장소를 이동하였거나 이동 중인 경우에도 서비스가 가능한 기술을 말한다. 이 기술은 가입자가 어느 곳에 위치하여도 통신망이 그 위치를 확인하고 서비스를 제공할 수 있는 특징이 있다.

모바일 기술은 우리의 일상생활 깊숙이 침투한 대표적인 기술로 자리매김하고 있으며, 나아가 다른 디지털 미디어와 마찬가지로 커뮤니케이션 기능뿐만 아니라 카메라, 캠코더, 게임기, MP3 플레이어, 방송 등 복합적이고 다원적인 속성을 지니고 있다.

2.3 건설산업의 RFID 및 모바일 응용사례

RFID 및 모바일 기술은 유통, 항만, 의료 등 타산업의 다양한 분야에 응용되고 있으나, 건설산업에의 적용은 미비한 실정이다. 다음은 RFID 및 모바일 기술을 건설산업에 적용한 사례이다.

현재 두바이에 건설 중인 버즈두바이타워의 관리에 RFID 기술이 적용되어 현장에서 이뤄지는 건설공정과 자재 움직임을 실시간으로 체크하고 있다. 공정관리를 위해 토사 반출시 차량 단위로 RFID 카드를 지급해 반출 확인과 반출 토사량을 자동으로 집계하고 있다. 또한 레미콘 관리에서도 송장에 RFID 카드를 부착한 후 현장을 드나들 때마다 이를 스캔해 입고·회차 등의 정보를 자동 관리하고 있다. 커튼월과 철골 등의 자재관리는 공장에서 생산 및 품질검사 후 스티커 형태의 RFID를 부착, 출하·반입·설치 등의 과정에서 실시간 관리가 이루어진다.

모바일 기술은 RFID를 활용하여 수집된 정보를 모바일 통신 기술을 통하여 웹서버로 전송하는데 활용은 가능하나, 데이터 전송 비용이 많이 발생하며 휴대폰 및 PDA를 제외한 모바일 장비의 경우 건설 현장 담당자의 업무 특성상 휴대의 불편함과 현장 여건으로 인한 내구성의 부족 등으로 활용 사례가 많지 않은 것으로 조사되었다. 국내의 경우 'RFID를 활용한 커튼월 물류관리'에서 RFID 리더를 PDA에 장착하여, 자재 정보를 인식하고, 처리된 데이터를 PDA의 무선 통신기술을 활용하여 서버로 전송하여 실시간 자재정보를 관리한 사례가 있으며, 한국건설기술연구원의 '모바일 장비를 활용한 도로 점용물 관리'에서 UMPC를 활용한 도로 점용물 관리 방안을 제안한 연구 사례가 있다.

3. RFID 관련 도로건설 현장 적용성 테스트

3.1 토당~원당 국도 현장 적용 테스트

현장에 설치된 Gateway와 RFID카드의 인식성능 실험은 본 실험장비가 가지고 있는 기본스펙과 현장 적용에 따른 인식성능 차이 도출을 위해 현장에서 실시되었다. 현장 실험은 RFID카드의 위치를 Gateway 인식부와 마주보는 위치에 두어 일정거리에서 한쪽방향으로 이동하여, 30/60/90도 위치에서 각각 10회에 걸쳐 최대인식거리를 측정하였다.



그림 1. Gateway 인식거리 및 각도성능 테스트

표 1은 현장에 설치된 RFID 인식성능의 결과를 나타낸 값이며, 인식성능 실험 당시 현장의 평균온도는 9°C, 평균 습도는 32%이었다.

현장 인식성능 실험의 결과는 장비의 기본 스펙(최대 3m)에 비해 낮게 나타났다. 이것은 RFID의 전파 방해요소인 현장내의 온도, 습도, 소음, 진동 등으로 인해 예상되었던 인식 성능보다 못 미치는 결과를 나타낸 것이라고 분석

된다.

표 1. 현장에 설치된 RFID 인식성능의 결과

기준	30°(cm)	60°(cm)	90°(cm)
1차	50	100	170
2차	65	100	120
3차	50	60	70
4차	48	102	108
5차	53	107	127
6차	51	98	134
7차	58	95	123
8차	56	102	157
9차	61	101	148
10차	49	98	120
평균	54	96.3	127.7

3.2 도로확장 및 포장 공사 현장 적용 테스트

본 Gateway의 현장 인식성능에 대한 실험은 토당~원단간 인식성능 실험과 동일하게 진행되었다.



그림 2. Gateway 인식거리 및 각도성능 테스트

표 2는 현장에 설치된 RFID 인식성능의 결과를 나타낸 값이며, 인식성능 실험 당시 현장의 평균온도는 2°C, 평균습도는 45%이었다.

표 2. 현장에 설치된 RFID 인식성능의 결과

기준	30°(cm)	60°(cm)	90°(cm)
1차	47	70	87
2차	41	81	109
3차	53	83	103
4차	70	98	109
5차	42	45	95
6차	58	75	102
7차	69	80	98
8차	45	87	103
9차	42	75	101
10차	48	65	114
평균	51.5	75.9	102.1

현장 인식성능 실험의 결과, 1차 인식성능 실험과 유사하게 결과의 평균 거리가 현장내의 온도, 습도, 소음, 진동 등으로 인해 장비의 기본 스펙에 나타난 인식거리에 비해 낮게 나타났다. 또한 인식부와 마주보는 각도가 낮아질수록 인식성능도 낮아지는 것으로 나타났다.

4. RFID 및 모바일장비 관련 도로점용 현장 적용성 테스트

4.1 보은국도 현장 적용 테스트

1) 현장 인식거리 및 각도 실험 결과(125Khz)

본 현장에서의 도로점용용 RFID태그 인식성능에 대한 실험은 도로건설 현장의 인식성능 실험과 동일하게 진행되었다. 먼저 RFID태그를 설치하는데 걸리는 시간을 측정하고, RFID태그가 삽입된 곳과 마주보는 위치에 RFID리더기를 두고 한쪽방향으로 이동하여, 30/60/90도 위치에서 최대인식거리를 측정하였다. 본 실험은 125Khz 대역의 RFID리더 및 태그를 적용, 보은 국도 8개소에 설치하여 인식 거리와 각도에 따른 인식거리를 측정하였다. 실험 결과는 다음 표 3과 같으며, 인식성능 실험 당시 현장의 평균온도는 7.6°C, 평균습도는 26.1%이었다.

표 3. 인식 성능의 결과(보은_125Khz)

기준	설치소요시간(분)	30°(cm)	60°(cm)	90°(cm)
1차	10	17	28	40
2차	8	12	30	30
3차	8	8	11	12
4차	5	19	39	45
5차	3	16	19	28
6차	2	12	12	34
7차	2	13	27	41
8차	3	15	17	25
평균	4.9	13.4	23.5	31.9

위 실험의 결과에서 나타나듯이 설치시간은 평균 5분이 걸렸는데, 8개소를 설치함에 따라 시간이 점차 줄어드는 것으로 나타났으며, 이를 통해 약 2~3분 이내에 설치가 가능할 수 있음을 알 수 있었으며, RFID태그의 인식거리는 90° 각도에서 31.9cm로 가장 높게 나타났다.

2) 현장 인식거리 및 각도 실험 결과(900Mhz)

900Mhz 장비는 RFID태그를 설치하는데 걸리는 시간을 측정하고, RFID태그가 삽입된 곳과 마주보는 위치에서 UMPC Plug-in리더와 핸드헬드 RFID리더 두가지를 가지고 한쪽방향으로 이동하여, 30/60/90도 위치에서 최대인식거리를 측정하였다. 본 실험은 900Mhz대역의 RFID리더와 매설태그 및 메탈태그를 적용하여 보은 국도 13개소(매설태그 8개소, 메탈태그 5개소)에 설치하여 각도에 따른 인식거리를 측정하였다. 실험 결과는 다음 표 4와 같다.

표 4. 인식 성능의 결과(보은_900Mhz)

기준	설치 소요시간	30°(cm)		60°(cm)		90°(cm)	
		UM PC	핸드 헬드	UM PC	핸드 헬드	UM PC	핸드 헬드
1차	2분	10	80	21	112	23	130
2차	2분	2	90	5	112	12	120
3차	2분	1	73	3	117	10	120
4차	2분	2	67	4	140	10	120
5차	3분	2	68	3	92	5	100
6차	2분	1	56	2	86	5	100
7차	2분	1	45	4	127	7	105
8차	2분	1	54	4	95	4	125
매설 태그 평균	2.1분	2.5	66.6	5.8	110	9.5	115
1차	2분	2	38	5	50	10	60
2차	2분	3	98	6	135	7	243
3차	1분	1	65	5	100	10	130
4차	1분	4	60	4	127	8	118
5차	2분	3	97	10	175	18	206
매달 태그 평균	1.6분	2.6	71.6	6	117.4	10.6	151.4

위의 현장 인식거리 실험과 같이 13개소의 RFID태그 설치소요시간은 2분 이내이며, UMPC Plug-in 리더로 인식할 경우 인식거리는 평균 10cm 이내로 나타났고, 핸드헬드 RFID리더의 경우 인식거리는 평균 100cm 내외로 나타났다. 이는 900Mhz 장비의 인식거리가 125khz 대역의 장비의 평균 31.9cm의 인식거리의 약 3배 이상의 차이가 나는 것을 보여준다.

5. 결론

본 연구에서 RFID 기술과 모바일 장비의 다양한 현장 테스트가 진행된 결과 몇 가지 문제점이 도출되었다. 테스트를 통해 도출된 문제점 및 보완대책은 다음과 같다.

1) 문제점

① RFID 리더 : 본 연구에서 적용되는 기술요소 중 RFID기술이 상당한 비중을 차지하는 만큼 정확하고 올바른 데이터 수치가 도출되는 것이 중요했다. 연구 중 테스트 되어진 RFID리더는 Gateware, 125 Khz 매설태그 리더, 900Mhz 핸드헬드형, 900Mhz UMPC Plug-in 네가지 형태로 나뉘질 수 있다.

Gateware의 경우 제작 시에 기대된 인식거리 spec이 최대 3m로 제작되었으나 현장 테스트 결과 약 1.5m 정도의 인식 거리가 나왔으며, 주변 환경(소음과 진동 등)의 영향으로 약 50cm 정도의 인식거리상의 오차가 발생하는 문제점이 있었다. 125Khz 매설태그 리더의 경우 인식거리도 다소 짧은 편이며, 리더기의 무게와 크기가 상당히 휴대성이 떨어지며 UMPC를 휴대하는 것도 쉽지 않은 것으로 판단되었다. 900Mhz대역의 리더는 핸드헬드의 경우 휴대성이 용이하고 인식거리가 우수하였으나, 다소 고가이고 UMPC와의 연동의 한계가 있었다. 마지막으로 900Mhz

UMPC Plug-in 타입의 경우 크기가 작아 휴대성이 용이한 반면, 리더의 전원 및 안테나 크기 등의 문제로 인식거리가 짧게 나왔으며, 이로 인한 현장 적용성이 떨어진다고 판단되었다. 또한 전체적으로 태그의 리더 시 100%의 인식 신뢰도를 나타내지 못하여 데이터의 신뢰도가 다소 떨어질 수 있음이 예측되었다.

② RFID태그 : 건설사업관리시스템에 적용되는 카드형태의 태그는 작고 가벼워 휴대성이 용이하지만 분실의 위험성을 가지고 있었으며, 125Khz 대역의 매설태그의 경우 표시못과 일체형으로 제작되지 않았다는 단점과 대역의 특징상 짧은 인식거리가 문제점으로 나타났다. 900Mhz 대역의 매설태그와 매달태그의 경우 대역의 특징상 만족할 만한 인식거리를 나타냈으나, 매설태그의 경우 태그가 땅에 매설되지 않고 표면에 노출된 형태로 지속적인 사용시 태그 훼손 등의 문제점이 있음을 예측할 수 있었다.

2) 보완대책

① RFID 리더 : 전체적으로 리더의 인식거리가 향상될 필요가 있으며, 이에 따라 하드웨어의 발전이 선행되어야 할 것이다. 향후 기술개발을 통해 RFID 리더와 태그의 가격대가 점차 낮아질 것으로 예상되며, 그에 따른 하드웨어의 성능 향상도 동반될 것이라 예상된다. Gateware의 경우 RFID 리더가 프레임 내부에 위치하고 있어 기준 스펙보다 인식거리가 다소 적게 나왔으며, 자재관리 시 운전자 차량에서 하차하지 않고 태그를 리더할 수 있도록 Gateware 외부에 고정형 리더기와 안테나를 추가로 장착하는 등의 인식 거리 확보 방안의 모색이 필요하다.

또한, 건설인허가시스템 관리용 UMPC와 RFID 리더의 사용 편의성 및 인식의 안정을 위해 핸드헬드 타입과 UMPC를 연결하는 방안 및 UMPC에 고정형 리더기를 장착한 일체형 RFID+UMPC 장비의 개발이 우선시 되어야 한다.

② RFID 태그 : 전체적으로 태그의 크기는 시스템에 적용하는 데 부합하지만, 태그 인식률 100% 확보를 통해 데이터의 신뢰도 확보가 고려되어야 할 것이다. 또한 현장 실무자 인터뷰를 통해 태그가 눈에 잘 띄도록 크기를 크게 할 필요가 있으며, 태그 표면에 태그에 관한 정보(관리처, 연락처 등)를 기록할 필요성이 있는 것으로 나타났다. 도로 점용물용 매달태그의 경우 점용물의 부착 재질(금속, 나무, 돌, 플라스틱 등)에 따른 부착 방법 및 하우징 방안 등이 고려되어야 한다.

③ 각각의 시스템 마다 RFID 및 모바일 장비가 적용될 때 기대 수치에 부합하는 기능을 수반한 장비도입이 이루어져야 하며, IT기술이 현장에 적용되기 위해서는 추가적인 현장 실무자와의 인터뷰를 통한 의견 수렴 및 현장 실무자의 적극적인 협력이 필요할 것이다.

참고문헌

1. 한재구 외, 건설공사 마감자재 모니터링 시스템 개발을 위한 RFID 인식능력 실험, 2004 대한건축학회 추계학술발

표대회 논문집, 2004

2. 장문석, RFID를 이용한 커튼월 프로세스 관리 방안, 대한건축학회 춘계 학술발표대회 논문집(구조계), 2004

3. 이은주, ERP내의 모바일 시스템 도입 전략에 대한 연구 : 산업별 도입 사례 중심으로, 국회도서관, 2003

4. 최광목, 제조기업에서의 모바일 시스템 구축 방안 : H사의 자재관리 구축사례, 국회도서관, 2005

5. Bharatendu Srivastava, Radio frequency ID technology : The next revolution in SCM, Business Horizons 47/6, 2004

6. Keizo Watanabe 외 5인, Ubiquitous Radio Frequency Identification, Nikkei Business Publications, 2004

7. Min-Woo Lee 외, Model Development of the Material Tracking System in the Building Construction Using RFID Technology, ISARC 2004

8. Jae-Goo Han 외, Model Development of the Material Tracking System for High-Rise Building Construction Project Using RFID Technology, ICCEM 2005

Abstract

From industrial field spearhead IT and new create an added value and market with fusion of traditional industry composition researches actively to be in the process of advancing. The application possibility of high-tech IT technique is coming to be high in construction industry. Currently, the user requirements that upgrade existing system to high-tech construction project information system combined construction CALS system applying in road/river business management service with high-tech IT such as ubiquitous and mobile techniques are increasing.

Therefore, the objective of this study is to verify site application of RFID and mobile equipment for applying in high-tech field with ubiquitous and mobile techniques so that construction CALS system gets advanced increasingly.

Keywords : Construction CALS, High-tech IT, RFID, Mobile, Site Application Verification
