

유비쿼터스 기술을 접목한 국도ITS 시설물관리 시스템 개발



문학룡



박현석

1. 서론

1996년부터 교통혼잡 완화를 목적으로 시행되고 있는 ITS(Intelligent Transport Systems)사업은 교통시설 이용효율 극대화, 도로 및 차량의 안전 체계 확충, 대중교통 정보화, 물류 수송체계의 정보화 및 관리 과학화를 위해 건설교통부, 한국도로공사, 지방자치단체 등이 추진하고 있다.

수도권 남부 국도를 대상으로 하는 국도 ITS는 건설교통부가 한국건설기술연구원에 의뢰하여 구축·운영을 수행하고 있는데, 양질의 교통정보 수집 및 제공을 위해서는 현장장비의 신속하고 정확한 유지관리는 필수사항이다. 따라서, 전문 유지보수용역 업체를 선정하여 정기, 수시, 특별점검의 형태로 수행하고 있다.

유지보수용역 업체는 점검결과를 보고서 형태로 일간, 주간, 월 간격으로 제출하며, 운영관리자는 이 결과를 근거로 장비의 이력관리 및 점검계획을 수립한다. 그러나, 점검내용을 현장에서 수기하고 이를 추후 전산화하는 작업은 업무의 정확성 및 효율성을 저하시킬 뿐만 아니라 관리상의 허점도 야기시킨다.

이러한 문제점을 극복하고자 On-line 시설물 관리의 필요성이 대두되었

문학룡 : 한국건설기술연구원 첨단도로시스템연구센터, hymoon@kict.re.kr, 직장전화:031-910-0476, 직장팩스:031-919-5694

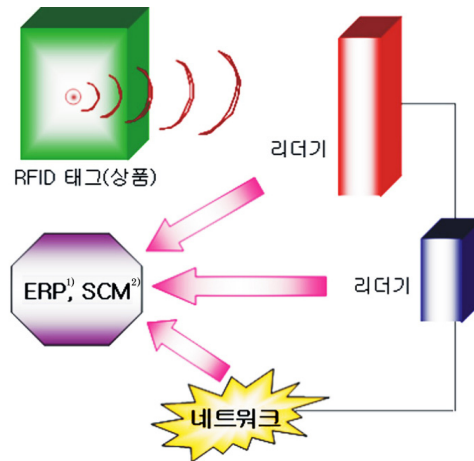
박현석 : 한국건설기술연구원 첨단도로시스템연구센터, hysupark@kict.re.kr, 직장전화:031-910-0682, 직장팩스:031-919-5694

고, 이에 최근 다양하게 여러 분야에서 활용되고 있는 유비쿼터스 기반의 RFID(Radio Frequency Identification)를 활용한 국토ITS 시설물 관리시스템을 개발·구축하였다.

II. 본론

1. RFID 원리 및 적용사례

RFID는 고유 데이터 주파수 대역을 이용하여 원거리에서 무선으로 판독기, RF Tag, 안테나를 활용하여 판독기와 사물 간, 또는 사물과 사물 간에 각종 데이터를 비접촉식으로 RF Tag에 기록된 정보를 판독하거나 기록하는 무선 주파수 인식기술이다. 따라서, <그림 1>과 같이 바코드처럼 정확한 인식 작업 없이 주파수대역 설정에 따라 다양한 거리 범위 내에서 동시에 다수의 Tag에 데이터 저장에 가능하며, 리더기를 통하여 Tag에 새로운 정보도 입력할 수 있다. 또한, Tag에 CPU를 내장할 경우 다양한 센서와의 연동도 가능하며 배터리를 내장하여 독립적인 처리를 수행하는 Active Tag도 있다.



1) 전사적 자원관리 : Enterprise Resource Planning

2) 공급 사슬관리 : Supply Chain Management

현재까지 RFID가 활용된 분야는 <그림 2>와 같이 물류·유통관리, 보안, 출입통제, 인물·동물추적, 요금징수, 위조지폐 방지, 홈네트워크, 텔레메틱스, 환자관리 등으로 다양한데, 이 중 유지관리 측면에서 활용된 예로는 복잡한 물류과정에서 분실, 화물 반환, 배송 정보 등을 관리하는 물류관리 시스템, RFID Tag를 개인 및 회사를 대표하는 신분증으로 활용하고, 해당구역의 보안과 출입통제 수단으로 사용하는 보안 시스템, 그 외에도 교통카드 시스템, 전자도서관 시스템 등이 있다.



<그림 2> RFID 시스템 활용 분야

2. 국토ITS 시설물관리 시스템 구축

1) 국토ITS 현황

자능형교통시스템(ITS)은 미국, 일본 등 선진국에서 도로교통 수요관리에 의한 교통시설 이용효율 극대화를 통한 혼잡완화, 도로 및 차량의 안전체계 확충을 통한 교통사고 감소, 대중교통 이용확대를 위한 대중교통의 정보화 및 첨단화, 물류비 절감을 위한 물류 수송체계의 정보화 및 관리 과학

화를 도모하고자 시행되었으며, 국내에는 1992년 도입·시행되고 있다. 일반국도를 대상으로 하는 국도ITS는 <표 1>과 같이 건설교통부가 한국건설기술연구원에 의뢰하여 '98년 시범구축 사업을 시작으로 '05년 현재 수도권 남부 204km에 시스템을 설치·운영하고 있다.

<표 1> 국도ITS 구축 현황

구분	구간 및 연장	장비운영현황					
		검지기	도로전광표지	CCTV	AVI	RTU ³⁾	무인지역센터
'98~'05	총204km						
	국도1호선(도계~서울시계) 국도3호선(성남~이천) 국도38호선(평택~안중) 국도42호선(수원~신갈) 국도43호선(수원~용인, 수지~오포) 국도45호선(용인~오포)	282	41	33	26	148	2

국도ITS 시스템은 <그림 3>과 같이 차량검지기, CCTV, AVI(Automatic Vehicle Identification)를 활용하여 교통정보를 수집하고, 수집된 정보를 센터에서 가공하여 도로전광표지, WEB, KIOSK 등을 활용하여 도로이용자에게 교통정보를 제공하고 있다.



<그림 3> 국도 ITS시스템 구성도

3) 원격 감시 장치 : Remote Terminal Unit

원활한 교통정보수집 및 제공을 위한 국토ITS의 시설물 유지관리는 평상시 관리체계인 정기점검, 수시점검과 비상시 관리체계인 특별점검으로 나누어 수행하고 있는데, 수시점검의 경우 고장발생시 고장내역을 센터에서 유지보수용역 업체에 통보하면, 업체는 현장 점검을 통해 고장을 확인 후 보수하며, 점검자가 현장에서 수기한 고장원인 및 조치결과 내용을 추후 전산화 작업을 통해 일간, 주간, 월 간격으로 보고한다.

운영관리자는 유지보수용역 업체의 점검 결과보고서와 센터의 장비 모니터링 시스템을 활용하여 관리·감독하며, 추후 전산화 작업을 통해 장비의 이력관리 및 이를 근거로 한 점검계획을 수립한다. 그러나, 이러한 유지관리 체계는 장비고장 보수 등의 과정에서 유지보수용역 업체의 임의 판단에 따라 현장장비 방문실시 여부, 현장점검 시간, 점검결과, 조치사항 등을 변경하여 운영관리자에게 보고할 가능성이 있어, 관리자는 항상 유지보수용역 업체의 결과보고서와 장비 모니터링 시스템 현황 등을 비교 분석하고, 필요한 경우 현장에 방문하여 직접 확인하는 등 관리·감독을 위한 추가적인 시간과 인력소비가 불가피하다. 따라서, 국토ITS의 보다 효율적인 유지관리 수행 및 관리·감독을 위해 근래 다양한 분야의 유지관리시스템에 적용되고 있는 유비쿼터스 환경의 RFID 시스템을 활용한 국토ITS 시설물 관리 시스템 구축의 필요성이 대두되었다.

2) 시스템 구축

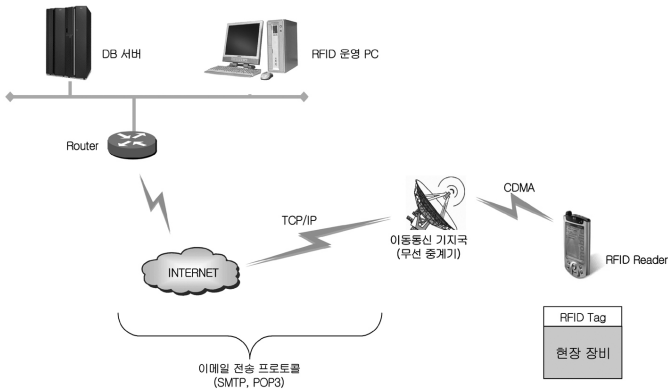
국토ITS 시설물관리 시스템은 2004년 12월에 <표 2>와 같이 국토 ITS 시스템의 전체 교통정보 수집 및 제공 장비 532개(무인지역센터 2곳 포함) 중 394개에 시범적으로 구축하였다.

국토ITS 시설물관리 시스템은 <그림 4>와 같이 센터부분과 현장장비 부분으로 나뉘 구성되는데, 그 구성품인 운영PC, 현장 단말기, 리더기 Tag의 사양은 <표 3>과 같다. 시스템의 프로세서 모델링은 <그림 5>와 같이 센터 운영 소프트웨어 부분과 현장용 단말기(PDA) 운영 소프트웨어 부분으로 구성되는데, 센터 운영 소프트웨어 부분은 통신 인터페이스 모듈(프로토콜), 현장 정보 수집 모듈, DB 인터페이스 모듈, 실시간 모니터링 모듈, 통계 산출 모듈, 사용자 인터페이스 모듈 등으로 구성되고, 현장용 단말기

〈표 2〉 국도ITS 시설물관리시스템 구축 물량

호선	시설물관리시스템 장비별 구축 현황						
	계	검지기	도로전광 표지	CCTV	AVI	RTU	무인지역 센터
국도1호선	146	109	13	11	12	-	1
국도3호선	68	42	10	5	-	10	1
국도38호선	16	14	1	1	-	-	-
국도42호선	31	24	5	2	-	-	-
국도43호선	90	53	11	12	14	-	-
국도45호선	20	17	1	2	-	-	-
지방도/시군도	23	23	-	-	-	-	-
합계	394	282	41	33	26	10	2

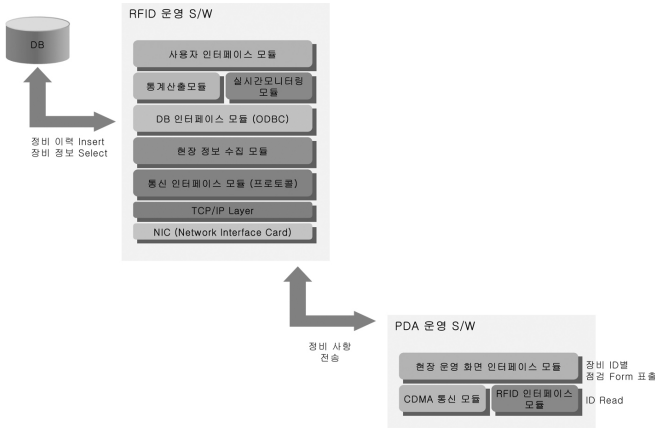
(PDA) 운영 소프트웨어 부분은 RFID 인터페이스 모듈, 현장 운영 화면 인터페이스 모듈, CDMA 통신 모듈로 구성되었다.



〈그림 4〉 국도ITS 시설물관리 시스템 구성도

〈표 3〉 장비사양

품명		규격	비고
센터	운영 PC	- CPU Intel P-IV 2.8GB - 메모리 1GB 이상	17인치 모니터
현장	현장용 단말기(PDA)	- CPU Intel 520MHz - 메모리 128MB 이상	유·무선통합형
	리더기	- 단말기(PDA) 확장팩	-
	RFID Tag	- RF Fregurncy 13.56MHz	-



〈그림 5〉 국도ITS 시설물관리시스템 프로세스 모델링

구축된 국도ITS 시설물관리 시스템을 활용하여 유지관리 시 점검자는 현장에서 RFID용 단말기와 리더기를 시설물에 부착된 Tag에 인접시켜 시설물의 고유정보를 인식하고 단말기에 설치된 점검용 소프트웨어를 활용하여 〈그림 6〉과 같이 점검결과를 기록하면 암호화된 파일로 단말기에 저장되는데, 여기에는 점검 내용뿐만 아니라 현장장비 방문시각 및 점검시간 등도 저장되게 된다. 이 모든 자료는 유·무선 방식을 통해 센터 운영PC로 전송되어 운영관리자가 센터의 장비 모니터링 시스템과 더불어 관리·감독을 수행의 근거로 활용되게 된다.

도로전광표지 순찰점검일자보기

점검일자	점검자
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동
2004-10-14일(목) 14:30	홍길동

도로전광표지 순찰점검일자

점검일자 : 2004년 11월 14일 (목) 14:30
 점검자 : 홍길동 / 아무개

ID	점검시간	점검내용	점검결과
1NNH001-VV0040	표준 배새치	문구교동장보확인	양호
	배새치 전안	배새치 전안확인	양호
	표준부 상태	문치색상 불명확인	양호
	구조물 상태	전광표지류,Arm등순확인	양호
	안대 외관상태	안대 파손 여부확인	양호
1NNH030-VV0030	표준 배새치	문구교동장보확인	양호
	배새치 전안	배새치 전안확인	양호
	표준부 상태	문치색상 불명확인	양호
	구조물 상태	전광표지류,Arm등순확인	양호
	안대 외관상태	안대 파손 여부확인	양호
1SNH003-VV0070	표준 배새치	문구교동장보확인	양호
	배새치 전안	배새치 전안확인	양호
	표준부 상태	문치색상 불명확인	양호

〈그림 6〉 현장시설물(도로전광표지) 점검 예

3. 시설물관리 시스템 도입의 효과

기존 시설물 유지관리는 <표 4>와 같이 점검내용을 현장에서 수기 후 사무실에서 전산화 과정을 수행하였는데, 유비쿼터스 환경의 시설물 관리 시스템을 활용함으로써 현장에서 점검 후 바로 전산화할 수 있게 되었고, 이로 인해 데이터의 신뢰도 향상뿐만 아니라 전산화 작업의 인력 및 시간도 감소시켰다.

<표 4> 시설물관리 시스템 도입의 효과

항목	기존 시설물 유지관리	시설물관리 시스템을 활용한 유지관리
점검 결과보고서 신뢰도	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현장수기 내용을 추후 전산화 과정에서 잘못 옮길 수 있음 ■ 점검자의 임의 판단으로 점검이력(방문시간, 점검시간, 결과 및 조치사항)이 변경 가능함 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 현장에서 직접 입력함으로써 정확함 ■ 점검이력(방문시간, 점검시간, 결과 및 조치사항)이 암호화된 파일로 저장되어 변경불가
점검 결과보고서 작성	점검내용을 현장에서 수기 후 사무실에서 별도의 전산화 작업 수행으로 추가적인 시간과 인력소요	현장에서 RFID 단말기와 리더기를 활용하여 입력 후 유·무선으로 송신하여 전산화 마무리
관리·감독의 효율성	항시 결과보고서와 센터 장비모니터링 시스템 현황을 비교 분석하고, 필요한 경우 현장실사 수행으로 관리·감독의 효율성 낮음	실시간으로 센터 운영PC에 점검이력이 수신 가능함으로써 관리·감독의 효율성 높음
장비 이력관리	장비이력관리를 위한 별도의 전산화 작업 필요	장비이력관리를 위한 별도의 전산화 작업 필요 없음
통계보고서 작성 및 유지관리 계획 수립	통계작업을 위한 별도의 전산작업 등 많은 시간과 인력 소요	별도의 통계작업 없이 가능

또한, 장비고장 보수 등의 과정에서 유지보수용역 업체는 임의 판단에 따라 현장장비 방문실시 여부, 현장점검 시간, 점검결과, 조치사항 등을 변경하여 운영관리자에게 보고할 가능성이 있어, 관리자는 항상 유지보수용역 업체의 결과보고서와 장비 모니터링 시스템 현황 등을 비교 분석하고, 필요한 경우 현장에 방문하여 직접 확인하는 등 관리·감독을 위한 추가적인 시

간과 인력소비가 불가피하였으나, 시설물 관리 시스템을 활용함으로써 유지 보수용역업체의 점검이력이 암호화된 파일로 저장되어 조작될 수 없게 되었을 뿐만 아니라, 점검내용이 유·무선방식으로 센터 운영PC로 전송·저장되어 실시간 모니터링이 가능하게 됨으로써 관리·감독을 위한 인력과 시간을 절감하게 되었다. 그리고, 센터 운영PC에 수집된 장비별 점검내용은 자동으로 전산화되어 장비이력관리가 수행됨으로, 이를 근거로 한 점검 계획 수립 등도 수월해 졌다.

Ⅲ. 결론 및 향후계획

국도ITS는 도로교통 수요관리에 의한 교통시설 이용효율 극대화를 위해 도로이용자에게 실시간으로 교통정보를 제공하고 있는데, 양질의 교통정보를 제공을 위해서는 현장의 교통정보 수집 및 제공 장비의 신속하고 효율적인 유지관리는 필수적이다.

보다 효율적인 유지관리수행 및 관리·감독을 위해 근래 들어 물류관리, 보안, 교통카드, 전자도서관 등의 운영·유지관리에 활용되고 있는 유비쿼터스 환경의 RFID 시스템을 적용한 국도ITS 시설물관리 시스템을 전체 현장장비 532개(무인지역센터 2곳 포함) 중 394개에 시범적으로 구축하였다.

국도ITS 시설물관리시스템 구축으로 현장에서 점검자가 점검결과를 바로 전산화함으로써 자료의 신뢰도 향상뿐만 아니라 전산화 작업의 인력과 시간도 절감하게 되었다. 그리고, 점검자가 작성한 점검내용과 더불어 현장장비 도착 및 점검시간이 조작 불가능한 암호화된 파일로 저장된 후 유·무선방식으로 센터 운영PC에 전송됨으로 유지보수용역 업체의 점검지연 및 허위보고 등의 문제를 상대적으로 적은 인력과 시간으로 관리·감독이 가능해졌다. 또한, 운영PC에 수집된 자료는 별도의 작업 없이 장비별 이력관리 자료로 활용돼 이를 근거로 한 점검계획 수립도 한층 용이해졌다.

향후에는 기존 전체 국도ITS시설물 및 신설되는 시설물에 대해서도 시설물관리 시스템을 확대 설치 할 계획이며, 정량적인 수치를 통해 경제성 분석도 수행할 예정이다.

참고문헌

1. 문학룡, 박현석(2005), “도로관리기술 기반의 지능형교통체계(ITS)”, 교통 기술과 정책 제2권 제3호.
2. 미래한국연구실(2004), “RFID 도입 비용에 대한 산업 분석 동향”.
3. 이은곤(2004), “RFID 확산 추진현황 및 전망”, 정보통신정책 제16권 6호.
4. 한국건설기술연구원(2000), “수도권 남부 국도교통관리체계 상세설계 및 구축방안 연구”.
5. 한국건설기술연구원(2002), “2003년도 수도권 국도 교통관리시스템 운영관리 업무대행 사업”.
6. 한국건설기술연구원(2003), “수도권 남부 국도교통관리체계구축 및 연구(3차)”.
7. 한국건설기술연구원(2003), “2004년도 수도권 국도 교통관리시스템 운영관리 업무대행 사업”.
8. 한국도로공사(2004), “국도 ITS의 효율적인 유지관리에 관한 연구”.
9. 한국특허정보원(2004), “RFID 기술 및 특허동향”.