

Mobile PDA(Personal Digital Assistant)를 활용한 위치정보기반의 교량 유지관리 시스템

Bridge Management System(BMS) of Location Information(LI)-Based
for the Mobile Personal Digital Management(PDA)

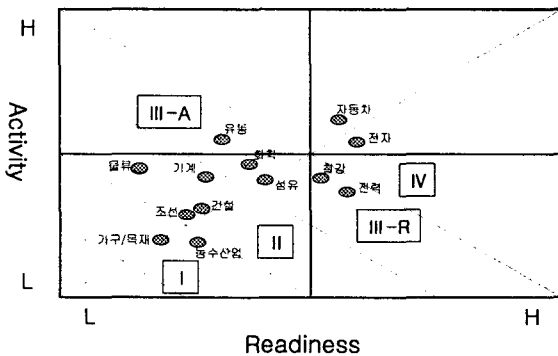
이 성 현[○] 이 태 식^{**} 김 영 현^{***}
Yi, Sung-Hyun Lee, Tai-Sik Kim, Young-Hyun

요 약

현재의 건설 산업은 IT화라는 시대적 요구를 바탕으로 건설 IT화를 추진하여 건설공사의 시행과 그 관리에 있어 보다 효율적인 방법들을 찾는 연구를 진행하고 있지만, 현재까지 건설 산업의 특징 상 발생하는 문제점들에 부딪혀 그러한 노력들은 전반적으로 큰 실효를 거두고 있지 못한 실정에 와있다. 특히 건설산업의 업무는 이동성이 요구되는 자연 환경에 그대로 노출된 열악한 환경 하에서 진행되고 있어 현재 건설현장에서 업무에 사용되는 각종 전산화 장비의 효율적 가동은 제한적으로 이루어지고 있다. 이러한 현장과 사무실과의 이원성은 각종 건설업무의 이중 작업과, 착오 등의 오류를 불러일으키는 요인으로 판단되며 이와 같은 문제점은 최근 미래의 IT기술의 핵심으로 부상하고 있는 무선 통신(Mobile Communication)기술 및 무선통신 인프라의 활용으로 문제점들을 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 본 논문에서는 기존의 전산 시스템을 통하여 관리가 이루어지는 교량구조물의 유지관리 체계를 기반으로 무선통신이 가능한 단말기를 추가시킨 유지관리 시스템을 구상하였으며 건설 유지관리 업무에서 요구되는 현장과 사무실간의 이원적 환경 요소를 극복하는데 중점을 두었다. 이와 같은 목표는 관리기술의 향상과 효율성 증대가 필수적으로 대두되고 있는 건설산업의 현실에서 시설물 유지 관리에 필요한 각종 자료의 논리적 연계와 정보를 제공할 수 있는 체계적인 시설물 유지관리시스템의 요구에 부합하는 것이다.

키워드: PDA(Personal Digital Assistant), Mobile, 교량유지관리시스템(Bridge Management System)

1. 서론



<그림 1. 산업별 정보화 현황>

산업자원부의 보고서에 따르면 건설산업의 정보화 현황은 타

* 학생회원, 한양대학교 토목환경공학과 석사과정
** 종신회원, 한양대학교 건설환경시스템공학부 교수, 건설경영학박사
*** 학생회원, 한양대학교 토목환경공학과 박사과정

본 연구는 교육인적자원부의 '두뇌한국 21 (BK21)' 과 과학기술부의 '국가지정연구실(NRL)' 지원사업 연구의 일부임.

산업과 비교할 때, 정보화의 준비와 활동이 시작하는 단계로서 평가되고 있다. 즉, 건설산업이 산업 경쟁력을 높이는 방법으로 정보화를 수용하기 위해서는 현재 활용되고 있는 방법과 더불어 다각적인 정보산업기술의 활용이 필요하며, 건설산업의 특징으로서 나타나는 현장 중심의 공정을 보다 효율적으로 지원할 수 있는 기술의 도입이 요구된다. 현재 이러한 건설산업의 특징에 부합하며 정보산업에서도 많은 연구가 진행되고 있는 정보기술은 무선인터넷(Mobile 또는 Wireless internet)²⁾ 개념의 활용이다. 따라서 본 연구는 건설산업의 정보화 요구를 건설산업의 특징이 고려된 접근방법으로서 건설공사 시행의 각 단계에서 발생하는 자료 및 정보를 체계적으로 수집하여 각 단계에서 적시에 도달할 수 있도록 제공하는 무선인터넷 기술과 이동성을 갖춘 단말기가 접목된 공사관리 방법인 '무선인터넷 기반의 건설 정보관리 시스템' 구현을 목표로 하고 있다.

2. Mobile PDA의 개념과 특징

2.1 PDA와 Mobile Internet의 개념과 특징

무선인터넷을 문자 그대로 보면 가입자가 유선(fixed line)이 아닌 무선을 통해 데이터 등의 인터넷 서비스를 제공받는 것이라 할 수 있다. 여기서 무선이라는 개념은 "이동(Mobile)할 수 있

2) 본 논문에서는 Mobile의 개념과 Wireless개념을 동일한 개념으로 사용하였음.

다.“는 뜻과 ”연결선이 없이(Wireless) 통신할 수 있다.“라는 두 가지 모두를 포괄하는 개념이다. 일반적으로 무선인터넷은 무선(Wireless)의 개념보다는 이동(Mobile)형 인터넷 서비스라고 정의된다. 무선인터넷을 좁은 의미에서 정의하면 ”휴대형 정보통신 단말기기로 인터넷을 구현하는 것.“이라고 할 수 있는데, 본 논문이 제시하고자 하는 무선인터넷을 통한 건설정보관리 시스템의 구축을 위해서는 무선인터넷을 협의의 정의 하에서 분석하기로 하고, 주 분석대상은 휴대폰과 PDA와 같은 휴대성이 강조된 단말기를 통한 무선인터넷을 다루기로 하겠다.

2.2 유선인터넷과 무선인터넷의 차이

무선인터넷 역시 “인터넷”의 범주에는 속하지만 우리가 일반적으로 유선환경에서 사용하는 “인터넷”과는 그 성격이나 형태가 상이하며, 접근방식 또한 다르다. 다음은 유선인터넷과 무선 인터넷의 차이에 관하여 세 가지 측면에서 살펴보고 그 결과를 토대로 무선인터넷을 건설산업의 정보 관리에 응용할 수 있는 점들을 도출하는 기초로 활용하도록 하겠다. 비교 분석의 세 가지 측면은 다음과 같다.

- ① 인터넷 사용플랫폼 차이
- ② 정보전파의 범위(Reach)와 심층성(深層性, Richness) 차원에서의 속성 차이
- ③ 사용자 선호도 차이

3. 교량유지관리시스템(Bridge Management System: BMS)

교량유지관리시스템은 관리주체가 전체 교량의 정보를 통합적으로 관리할 수 있도록 하는 정보화시스템으로서, 관리주체가 교량의 유지관리에 관련된 계획수립에 필요한 각종 정보를 제공하며, 현재는 물론 장래의 교량유지 관리에 필요한 수요를 최적의 방법으로 결정할 수 있도록 지원한다. 이를 위하여 교량유지관리시스템에 저장된 자료는 기술적인 평가과정을 통하여 관리주체가 필요로 하는 정보로 다양하게 가공되며 가공된 정보는 전체 교량의 유지관리 정책 및 전략에 기초자료로 활용하게 된다.

3.1 BMS 구성요소 및 기능³⁾

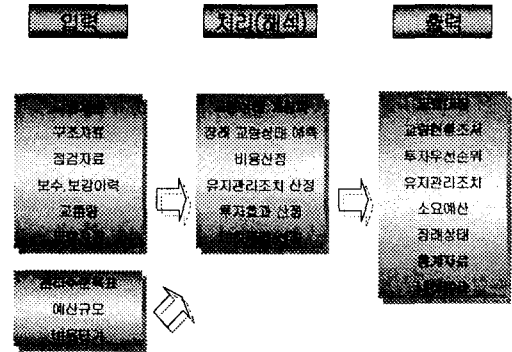
교량유지관리시스템의 주요기능을 설명하면 다음과 같다.

- (1) 교량에 관한 각종 데이터 및 정보를 저장과 관리를 통하여 차후에 사용할 수 있도록 가공하는 기능.
- (2) 교량의 구조자료를 통해 교량에 발생하는 계산 내하력을 평가할 수 있는 기능.
- (3) 경제성 분석과 각종 유지관리와 관련된 통계를 통하여 유지관리조치 시기를 결정할 수 있는 의사결정지원 기능.
- (4) 개별 교량의 점검결과를 근거로 교량의 상태를 계량화하여 전체 교량의 현재 상태를 계략적으로 지표로 파악할 수 있도록 하는 기능으로서, 교량상태와 기능성능 등을 근거로 하여 당해연도의 개축 및 보수에 대한

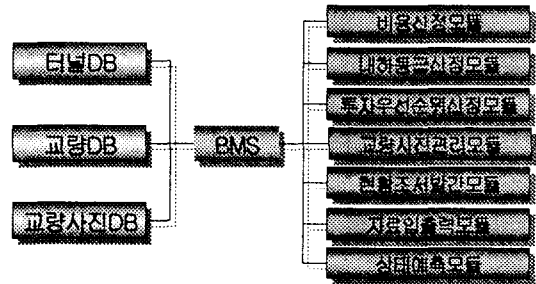
투자우선순위를 산정 할 수 있는 기능.

3.2 국내 BMS의 운영현황

국내에서 BMS 개발이 시작된 것은 1980년 말이었지만 실제로 교량유지보수관리에 적용된 것은 1995년에 이르러서였다. 이것은 초기 BMS를 모태로 개발되어 현재 일반 국토 상에서 운영 중에 있으며, 정보처리과정은 다음과 같다. 또한, <그림 2>에서와 같은 정보의 흐름은 <그림 3>과 같은 각각의 모듈로서 기능하게 된다.



<그림 2. BMS에서의 Information Flow>



<그림 3. BMS의 Database의 모듈과 기능>

4. BMS와 Mobile PDA와의 연계 방안

4.1 BMS와 Mobile PDA연계를 위한 요구조건

무선인터넷은 이동성과 편의성을 제공함에 인하여 이를 사용하는 사용자(User)들은 언제 어디서나 업무를 수행할 수 있도록 서비스를 지원 받을 수 있다. 기존의 데스크탑 PC에서 제공받았던 기존 BMS에 대한 클라이언트(Client)로서의 역할을 무선인터넷 단말기를 통하여 가능하게 함으로써, 교량 보수 및 보강의 의사결정과정에서 현장과 사무실과의 분리된 상황에서 발생하는 어려움을 시간, 장소의 독립성과 사용 편의성을 통하여 업무의 효율성 증대로서 지원하게 된다. 이러한 시스템이 가능하기 위해서는 사용 목적에 맞게 즉, 공사를 수행하는 공정 상에서 구별되는 업무 주체에 맞는 무선인터넷 Application이 구축되어야 하며, 이를 위해서는 건설현장의 무선인터넷의 도입에 대한 현장 근무자들의 요구를 분석할 필요가 있다. Carnegie Mellon 대학의 Karin Eisenblaetter와 J. H. Garrett, Jr.는 프로젝트연구보고서에서 10개의 서로 다른 현장에서 각각 15명의 관리자들의 설문을 토대로 업무에 필요한 정보들을 분석하여 건

3) Jeffrey L funk, "the Mobile Internet Market:Lessons from Japan's i-mode System", Kobe University

4) 김형열, 공공시설물의 성능향상 및 유지관리, 한국건설기술연구원, 2002.05

<표 1. Mobile PDA 도입 시 건설현장에서 요구되는 정보 분류>

Request for information	Materials management	Equipment management	Cost management	Schedule and means and methods	Jobsite record keeping	Submittals	Safety	QC/QA	Future trends
Design intent and classification	Access to material management	Equipment location	Budget	Schedule updates	Recording timesheets	Test results	Accident reporting	Initiate inspections	Positioning data
Subcontractor information	Material location	Fuel monitoring	Material cost accounting	Delay recording	Progress reporting	Revision to submittals	Reporting violations	Report QC/QA problems	Sensory data
contract specifications	Material order status		Equipment cost accounting	As-built records	Exception reporting			Report inspection results	
Contract drawings	Request materials to site			Productivity information	Visitor's log				
work package information	Place material orders								
Means and Methods									
Implementation problems									

설 현장에서의 무선인터넷 도입의 활용 방안에 관하여 연구하였다. 설문 내용과 현장 관리자들의 요구사항은 <표 1>과 같다.

4.2 BMS에서의 Mobile PDA의 활용

<표 2 개축투자순위 산정을 위한 결함도 배점>

평가항목		결함도 배점		총점		
구조물의 외관상태 및 내부결함	신축 이음 장치	분체상태	2	4		
		후타제상태	2			
		교면포장	3	29		
		난간,연석	2			
		배수시설	2			
	바 닥 판	균열,달라 (손상,결함)	11		18	
		누수,백태 (열화)	7			
		받침	7	Σ ≤ 45		
	주형	본크 리트	지점부		10	20
			중앙부		10	
		강재	균열,처짐,변 형		5	20
			연결부상태		5	
		표면 상태	10		31	
	최형	본크 리트	가로보,적벽			4
		강재	보주부재			4
교대	교각	구체	12		27	
		기초	15			
	내핵결함도	60		Σ ≤ 60		
기능 적합성	다리 밑 공간	10	Σ < 20			
	접근성 및 선형	20				
	교통안전도	10				
	보수성	10		100		
	총점	201	145			
		1단계	2단계		3단계	

교량의 유지관리를 위해서는 교량이 가동되고 있는 상황에서 보수 및 보강의 적정 시점과 예산을 확보해야 하며 이를 시행하기 위한 의사결정과정의 필요하다. 이러한 의사결정과정은 BMS에 축적된 교량의 각종 정보를 기반으로 이루어지며, 의사결정과정의 타당하게 이루어지기 위해서는 의사결정에 필요한 각종 정보의 높은 신뢰도가 우선되어야 한다. 특히, BMS에서 적용하고 있는 보수 및 보강이 필요한 교량의 결함도 배점에 따라 개축투자우선 순위가 결정된다. 표 2의 알고리즘은 미국 펜실베니아주 DOT BMS의 우선순위 알고리즘을 국내 실정에 맞도록 수정하여 사용하고 있는 것이다. 결함도 배점기준을 나타내고 있는 표 2를 살펴보면 외관상태점검결과가 30%, 내하력이 약 40%, 기능 적합성이 약 30%의 비중을 차지하고 있다. 특히, 여기서 주목해야 할 점은 외관상태점검이 개축비용을 산정하는 의사결정과정에 있어 30%비중을 차지하고 있으며 이는 각종 사진과 인력에 의한 점검 결과에 의존한다는 점이다. 따라서, 이러한 요소는 무선 인터넷이 가능한 Mobile PDA 장비의 활용으로 점검 결과의 신뢰성을 높일 수 있으며 앞서 설명한 Mobile PDA의 활용 범위를 적용하기에 타당한 것으로 판단된다

5. 결론 및 향후 과제

5.1 단말기의 성능을 고려한 BMS Application의 개발

무선인터넷이 제대로 보급되고 활용되기 위해서는 사용자(User)들이 무선인터넷을 사용하여 무엇인가 의미 있는 것을 하도록 하는 것이 중요하다.5) 현재 건설산업에 적용하기 위해서는 BMS와 무선인터넷의 특성을 모두 중시한 Application의 개발이 요구되며, 다음과 같은 성격이 반영되어야 한다.

- ① 단말기 표현 제한성 문제 고려
 - 무선인터넷 기반의 단말기는 휴대성이 강조되어 데스크탑PC와 같이 무한한 정보의 표현이 불가능하며 정보의 표현형태에 제약을 받는다.

5) Drew Leavy, Marketing, 2000

② 단말기의 입력 제한성 고려

- 무선인터넷을 사용하는 단말기는 무선인터넷을 통하여 제공되는 정보를 간단한 메시지로 전달하고자 하는 내용을 명확하게 포함해야 한다. 사용자가 첫 화면을 보고 빠른 의사결정을 가능하게 화면을 구성해야 한다. 즉, 일반 유선인터넷 기반의 경우는 사용자가 원하는 사이트로의 이동이 유리하지만, 무선인터넷 기반의 단말기의 경우 하드웨어 자체의 제약성 때문에 입력이 쉽지 않아 정보를 제공하는 자의 역할이 중요하다.

③ 단말기 사용 시간의 제한성 고려

- 무선인터넷 기반의 단말기는 휴대성으로 인하여 전원 공급에 제한을 받는다. 따라서 이와 같은 전원 공급의 제한은 곧바로 사용 시간의 제한을 발생시킨다. 이러한 사용시간의 제한은 무선인터넷 단말기 Application의 경량화를 요구하며, 대용량의 데이터를 지양(止揚)을 유도한다.

5.2. 무선인터넷 단말기의 특성을 최대한 활용한 BMS Application 개발

BMS와 같이 특정 업무를 위한 Mobile PDA의 활용은 기존의 Application과 차별화 된 기능을 제공함으로써 업무의 효율을 높여야 한다.

① 이동성의 활용

- 사용자가 직접 이동한다는 특성을 최대한 활용하여야 한다. 예를 들어 위치정보와 같이 교량 부위에 따른 차별화 된 정보를 제공함으로써 타 업무에 이를 응용하여 무선만이 갖는 특징을 활용하여야 한다.

② 개인성의 활용

- 무선인터넷 단말기는 개인 소지할 수 있는 휴대용이므로 개인의 특성별로 세분화된 정보를 가공 및 전달이 가능하도록 개발하여야 한다. 이는 교량유지보수를 위한 현장에서의 각 업무마다 관리를 용이하게 하며, 업무 효율성 또한 높일 수 있기 때문이다.

③ 휴대성의 활용

- 사용자는 유선인터넷에서 얻고 싶은 정보를 무선인터넷을 이용하고 싶어한다는 것을 주지하여야 한다. 따라서 휴대와 동시에 기존의 유선인터넷에 근접한 정보의 제공을 가능하게 해야 한다.

5.3. 교량유지보수현장의 여건을 고려한 단말기의 개발

교량유지보수를 위한 현장은 주로 열악한 환경에 존재하므로 무선단말기의 사용자가 처한 상황과 편의가 우선적으로 고려되어야 한다.

① 출력양식의 제한성을 개선

- 무선인터넷 단말기는 휴대성을 강조한 나머지 소형으로 존재

하기 때문에 건설업무에 필요한 도면의 열람과 편집 그리고 각종 양식의 열람에 있어서 적절하지 못한 형태를 가지고 있다. 그러므로, 휴대성과 유지보수업무의 특성이 고려된 출력양식을 갖춘 단말기의 개발이 필요하다.

② 입력방식의 제한성을 개선

- 무선인터넷 기기의 입력 방식은 매우 제한되어 있고, PDA에서 화용하고 있는 LCD TFT의 경우 사용에 불편이 있어 건설 현장에 도입하기에는 부적합한 면이 있다. 따라서, 음성인식과 같은 대체 기술이 요구된다.

③ 무선인터넷을 통신기반장치 개발

- 교량유지보수현장은 유지보수 업무가 진행되는 동안 설치되었다가 종료 후 해제되는 일시적 여건 때문에 무선LAN과 같이 데이터 전송은 우수하지만, 고비용의 통신기반장치를 도입하기는 어렵다. 따라서 현장의 특성이 반영된 통신기반장치의 개발이 필요하다.

④ 단말기 내구성의 개선

- 유지보수업무의 업무환경은 매우 열악하므로 단말기의 파손과 고장 발생률을 최대한 줄여야 한다. 즉, 혹독한 자연환경과 직접적으로 부딪쳐야하기 때문에 이로 인한 단말기의 손실은 업무에 중대한 차질을 초래할 수 있다.

참고 문헌

1. Donna L. Hoffman, Thomas P. Novak, and Patrali Chatterjee(1995.12), Commercial Scenario for the Web: Opportunities and Challenges, *Journal of Computer-Mediated Communication*, Vol.1
2. John Hagel III and Arthur G. Armstrong(1997), net.gain, *Harvard Business School Press*, p42-81.
3. Carl Shapiro and Hal R. Varian(1999), Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy, *Harvard Business School Press*, p1-18.
4. Edward R. Fisk, Construction Project Administration-Fourth Edition, *Prentice-Hall*. 1992
5. 김형열, 공공시설물의 성능향상 및 유지관리, 한국건설기술연구원, 2002.05
6. 정보통신원, e-Business의 최신 기술 동향과 전망, 2000. 10호
7. 한국전자통신원, 공공기관의 정보시스템과 휴대정보기기 연계 방안 연구, 2000.12
8. 황승구, 모바일 인터넷과 정보단말기의 미래, 한국전자통신원, 2000.4
9. 연세대학교, 휴먼인터페이스 연구실, 사용자 관점의 모바일 인터넷, 2000.11

Abstract

Currently, in spite of continual efforts, the information utility of the construction industry does not communicate well with other industries. This problem arose from mistaken and misguided efforts on the parts of the construction industry because it left out of consideration construction characteristics which are at the center of construction, and this information system was directly introduced and operated from outside the industry. There were also other mistakes that the existing information systems disregarded in trying to fix these problems. Therefore, this study describes a new process, which proposes to build and utilize a Bridge Management System using the mobile internet concept, to solve the problems of the existing construction information management system.

Keywords : Personal Digital Assistant(PDA), Mobile Communication, Bridge Management System