u-건설 구현을 위한 도로설계 연구

A study on road design for realization of u-construction

편무욱(교수), 이진녕*(박사과정), 박재선(박사과정), 김남균(석사과정)
Mu-wook Pyeon, Jin-young Lee*, Jae-sun Park, Nam-kyun Kim
건국대학교 공과대학 토목공학과
{neptune, ljny2k*, xteen88, dnwkwkd}@konkuk.ac.kr

요 약

정보기술의 발달은 산업 전반에 매우 큰 영향을 주는 요소가 되고 있다. 이러한 정보기술을 프로젝트에 효율적으로 사용함으로써 기존 프로젝트의 수행에 있어 불합리한 점을 제거하고 개선함은 물론 전체 프로세스에 대한 경제적인 효과를 기대할 수 있다. 특히 건설부문은 계획, 설계, 시공 및 유지관리에 이르기까지 다양한 공종이 유기적으로 연결되어 수행되는 바, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 실제 건설공사의 현장에 접목하려는 시도는 의미가 크다고 볼 수 있다. 이른바 u-city 건설은 IT기반의 첨단공공서비스가 사회전반에 제공되는 도시를 말한다. 최근에 기존 도시를 첨단화하거나 완전히 새로운 신도시를 건설하는 지방자치단체 또는 국가주도형 사업은 대부분 첨단 유비쿼터스 기술을 적용, 도시 서비스의 차별화를 구축하고 있다. 이에 본 논문은 도시의 근간을 이루는 토목사업중 도로를 설계함에 있어 관련되는 유비쿼터스 요소기술을 도출하고, 이를 설계에 반영하므로 u-건설의 실질적인 접근방향을 모색하고, 동시에 지속적인 u-건설이 가능할 수 있는 기반을 삼고자 한다.

1. 서론

최근에 기존 도시를 첨단화하거나 완전히 새로운 신도시를 건설하는 지방자치단체 또는 국가주도형 사업은 대부분 첨단 유비쿼터스 기술을 적용, 도시 서비스의 차별화를 구축하고 있다. 소위 '유비쿼터스 도시'라 불리는 u-city 건설은 다양한 산업이 결합되어야 한다. 건설·통신·방송·IT 서비스·콘텐츠 등 전혀 관련이 없을 것 같은 산업군이 연합되어 얼마만큼 시너지를 낼수 있느냐가 u-city 사업의 성공 여부를 좌우한다. 도시기반시설물 관리 및 GIS, ITS, 환경 관리 및 방범·방재를 위한 CCTV 관제센터 등 사회기반시설에 이미 IT 서비스 업계가 축적한 경험과 기술이 하나의 도시에서 통합적으로 적용돼야 하는 것이다.

본 연구에서는 유비쿼터스 환경에서의 정보기술 동향을 파악하여, u-city와 관련된 요소기술의 실재 동향을 살펴보고, 기존의 단지설계진행방법의 진행방법 및 내용을 분석하여 요약정리하고 이것을 바탕으로 적용 가능한 정보기술을 소개하여 기존의 각 진행과정에서 해결해야 하는 문제에 관한 정보기술의 상관관계를 알아보고자 한다.

이를 위해 도로건설과정에서 발생할 수 있는 유비쿼터스 요소기술을 파악하기 하고, 앞서 조사한 u-city 관련기술을 접목하므로써, 실재 건설분야에 있어서 유비쿼터스 요소기술의 적용성과 향후 u-city가 지향해야할 방향을 제시하고자 한다.

2. 유비쿼터스 기반기술

유비쿼터스 기반기술로 표준, 네트워크, 센서, SoC, 정책 등 5개 분야에 대하여 분류코드를 도출하면 다음과 같다.

표 1 유비쿼터스 세부기술 및 코드 (표준 분야)

대분류	중분류	소분류	코드
표준(A)	주소체계(A)	IPv6(A)	A-A-A
		Zeroconf NW(Zero Configuration Networking)(B)	A-A-B
	유선네트워크(B)	전화선 NW (Home PNA)(C)	A-B-C
		전력선 NW (PLC)(D)	A-B-D
	무선네트워크(C)	Home RF(E)	A-C-E
		Wireless Ethenet(F)	A-C-F
		Blue-tooth(G)	A-C-G
		IrDA(적외선 표준)(H)	A-C-H
	구분자(D)	RFID(I)	A-D-I
		Auto-ID(J)	A-D-J
	미들웨어(E)	Jini(K)	A-E-K
		HAVi(L)	A-E-L
		UPnP(M)	A-E-M
	문서표준(F)	XML(N)	A-F-N
		SGML(O)	A-F-O

표 2 유비쿼터스 세부기술 및 코드 (네트워크 분야)

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
BcN 광대역 통합(B)	원거리 네트워크(A)	유선 네트워크(A)	초고속 인터넷(A)	B-A-A-A
			전화선 (No-New-Wires)(B)	B-A-A-B
			전력선 (Powerline Carrier:PLC)(C)	B-A-A-C
		휴대전화 네트워크(B)	CDMA(A)	B-A-B-A
		공중파 방송(C)	DMB(A)	B-A-B-A
	근거리 네트워크(B)	유선 네트워크(D)	초고속 인터넷(A)	B-B-D-A
			전화선(No-New-Wires)(B)	B-B-D-B
			전력선(Powerline Carrier:PLC)(C)	BB-D-C
		무선 네트워크(E)	UWB(Ultra WideBand)(A)	B-B-E-A
			WLAN(B)	B-B-E-B
			RF(C)	B-B-E-C
			Blue-tooth(D)	B-B-E-D
			VoIP(E)	B-B-E-E

표 3 유비쿼터스 세부기술 및 코드 (센서 분야)

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
센서(C)	Actuation(A)	일반센싱(A)	초고속 인터넷(A)	C-A-A-A
		인식기술(B)	Image based tag(B)	C-A-B-B
			Wireless tag(C)	C-A-B-C
		지형정보 취득(C)	광학카메라 센서(A)	C-A-C-A
			Radar/Laser 센서(B)	C-A-C-B
		위치정보 취득(D)	Time of flight(A)	C-A-D-A
			Map matching(B)	C-A-D-B
			Landmark navi.(C)	C-A-D-C
	Integrity(B)	유비쿼터스 ID Smart Card(E)	One-Chip화(A)	C-B-E-A
		무선 네트워크(F)	OS(A)	C-B-F-A
			Interface(B)	C-B-F-B
			middle ware(C)	C-B-F-C
			network(D)	C-B-F-D

표 4 유비쿼터스 세부기술 및 코드 (SoC 분야)

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
SoC(D)	기술연구(A)	설계(A)	플랫폼 기반설계(A)	D-A-A-A
			HW/SW 디자인(B)	D-A-A-B
			IP 재설계(C)	D-A-A-C
		임베디드 S/W 기술(B)	알고리즘(A)	D-A-B-A
			실시간 OS(B)	D-A-B-B
		구현기술(C)	생산 및 테스트엔지니링 패키징 기술(A)	D-A-C-A
		기타(D)	IP코어(A)	D-A-D-A
			공정기술(B)	D-A-D-B
	개발분야(B)	지능형 유무선통신(E)		D-B-E
		E-카용 SoC(F)		D-B-F
		차세대 WLAN/이더넷용 SoC(G)		D-B-G
		50나노급 기반기술(H)		D-B-H
		차세대 모바일 휴먼 인터페이스(I)		D-B-I
		DMB 방송(J)		D-B-J
		디스플레이(K)		D-B-K
		스토리지 차세대 고속인터페이스(L)		D-B-L
		텔레매틱스-고속무선랜(M)		D-B-M
		홈서버(N)		D-B-N

표 5 유비쿼터스 세부기술 지도 및 코드(정보처리 분야)

대분류	중분류	소분류	코드
정보처리분야(F)	문서표준화(A)	XML(A)	F-A-A
		MHEG(B)	F-A-B
	압축기술(B)	JPEG(C)	F-B-C
		MPEG(D)	F-B-D
		H.261(E)	F-B-E
		H.263(F)	F-B-F
		Hybrid wafelet/MPEG(G)	F-B-G
	DBMS 및 Middleware(C)	분산 DBMS(H)	F-C-H
		Middleware(I)	F-C-I

표 6 유비쿼터스 세부기술 지도 및 코드(정책 분야)

대분류	중분류	소분류	세분류	코드
정책분야(E)	네트워크/기간통신(A)	BcN 구축계획(정통부)(A)		E-A-A
		U-센서 네트워크구축(정통부)(B)		E-A-B
	센서 등 기반기술(B)	유비쿼터스 프론티어사업단(과기부)(C)		E-B-C
		임베디드 S/W 산업협의회(D)		E-B-D
		가전용 임베디드 리눅스포럼(E)		E-B-E
		지원연구(유비쿼터스 GIS/LBS 활용)(건교부)(F)		E-B-F
		UFID 구축계획(지리정보원)(G)		E-B-G
	개발분야(B)	홈네트워크 육성(산자부)(H)		E-C-H
		한국홈네트워크 산업협회(I)		E-C-I
		디지털홈 포럼(J)	서비스(A)	E-C-J-A
			기기(B)	E-C-J-B
			건축/인증(C)	E-C-J-C
			제도/홍보(D)	E-C-J-D

3. 유비쿼터스 기술활용 대상

도로공사 계획시 전국도로망계획 검토, 사업대상 노선선정시 투자우선순위선정, 타당성 조사시 비교노선선정 및 노선별 입체선형 시뮬레이션, 선형분석 및 토공, 교량·터널 연장 등의 분석, 현황조사, 용지 지장물조사, 골재원 조사·측량과 같은 사전 조사 및 환경성 검토, 환경영향평가와 기본설계시의 선형설계, 선형분석과 토공, 교량·터널, 부대시설의 공정별 위치선정 등에서 유비쿼터스 기술 적용이 가능하다. 실시설계시에는 항공측량을 통한 현황도 작성, 용지보상과 관련하여 위성영상 자료 및 지적자료를 활용한 기본조사 및 용지측량, 편입용지경계설정 등에 적용할 수 있다. 시공시에는 실무적용시스템을 통해 공사시공과 관련된 GIS기반의 기자재 관리, Mobile기술을 공정관리 및 현장관리에 이용할 수 있다. 또한 도로와 각종 시설물의 유지관리와 보수시에도 유비쿼터스 기술을 활용하여 최신현황과 각종 정보를 신속하게 파악할 수 있다.

3.1 계획/설계

사업대상지의 교통분석이나 경제성 분석, 노선계획에 필요한 각종 조사자료, 설계자의 경험, 비교노선계획을 통한 노선별 비교검토, 환경영향평가를 실무적용시스템을 통해 수행할 수 있으며, 설계시 필요한 각종 법령이나 기준자료, 기존의 경험식에 관한 정보를 쉽게 검색할 수 있다. 건설공사에 필요한 대축척 설계용 도면을 1/5,000 축척의 항공사진을 이용하여 제작하면 실시설계에 효과적으로 활용할 수 있고, 항공사진, 위성영상 등을 이용하여 특정 주제도를 제작, 건설계획과 설계에 기반자료로 활용가능하다. 대규모 건설단지의 경우 토지이용변화와 함께 건설시설물의 파악이 가능하여 주기적인 수치지도의 갱신을 수행할 수 있다.

또한 기본설계시 각종 조사 자료가 필요하며 이와 관련 계획 자료나, 교통시설, 수문조사, 토질조사 자료, 환경영향평가에 필요한 자료, 각종 측량자료, 지질지반조사자료, 지하매설물조사자료, 재료원 조사자료 등을 시스템내의 정보지원 부분을 통해 검색·확보할 수 있다. 교통분석 및 평가, 환경영향평가, 최적노선선정, 출입시설계획, 구조물 계획에도 유비쿼터스기술을 활용할 수 있다. 실시설계시 필요한 현지조사 및 답사자료, 각종 측량자료, 지질·지반조사자료, 지장물·구조물 조사자료, 용지조사 자료와 관련하여 시스템과 직접 연계된 DB 또는 타 시스템과의 연계를 통해 획득할 수 있으며, 선형설계, 토공설계, 배수공 설계, 교량·터널 설계, 포장공 설계, 부대공 설계등은 유비쿼터스 기반의 설계지원 모듈을 통해 지원할 수 있다.

마지막으로 도시계획 및 설계에 있어 도시화 현상에 의해 발생하는 인구, 교통, 건물, 환경 등에 관한 정보를 구축하여 도시현황 파악 도시계획수립 도시정비 및 도시기반시설물 설계에 본 시스템을 연계·활용할 수 있다. 즉 도시계획에 필요한 각종 수치자료 및 정보를 제공하여 작업의 효율성을 높일 수 있으며 공사의 위치와 기간, 공사를 시행함으로서 발생할 수 있는 각종 문제(교통체증 등)들도 대민 서비스 차원에서 제공할 수 있다.

3.2 시공/유지관리

시설물 관리에 있어 유비쿼터스 관련기술을 활용하여 지상과 지하에 복잡하게 얽혀있는 각종 시설물에 대한 위치정보 및 이와 관련된 속성정보(시공자, 관경, 재질, 설계도면 등)를 연계하여 시설물관리에 소요되는 비용과 인력을 절감케 하고 관리 부실로 인한 재난을 사전 방지하는데 유비쿼터스 기술을 활용할 수 있다. 또한 건설공사 수행시 시설물 정보와 공사정보의 연동을 통해 공사 중에 발생할 수 있는 시설물 관련사고 및 재난을 미리 막을 수 있고, 공사계획 수립단계에서도 시설물의 위치에 따라 공사의 위치 및 방법 등을 조정할 수 있다.

건설시설물 유지관리와 관련하여 도로, 댐, 항만, 공항 등은 건설된 후에도 많은 유지관리와 보수가 요구되어진다. 이러한 부분 즉, 유지관리에 관련된 사항을 시스템 내에서 항상 모니터링 할 수 있으며, 최신의 관련현황 정보를 언제라도 파악하여 문제점의 발생 시 즉시 대처할 수 있다는 장점을 지닐 수 있다.

또한 환경성 조사 분석 및 유지관리에 활용할 수 있으며, 시공간적 3차원 모델링을 통하여 공사의 타당성 조사 기본계획 단계에서부터 객관적인 자료를 제공하여 효과적인 의사결정의 지원이 가능하고, 공사절차 및 단계별 진행상황에 따른 공사현황의 파악이 가능하며, 관련 영향의 종합분석을 통하여 친환경적 작업관리방안을 제시할 수 있게 된다. 그리고 공사전/후의 경관 및 환경영향평가에 객관적인 근거자료를 제공하여 친환경적인 건설공사 수행을 가능케 함과 동시에 건설 환경정보의 체계화가 가능하다.

재해·재난 발생시 긴급출동 및 피해 최소화 방안을 신속히 수립하는데 활용되는 재해·재난분야 유비쿼터스 관련기술이 본 시스템에 적용되어 홍수, 태풍, 지진, 산사태, 산불 등의 재해·재난 발생 시 발생지역에서 가장 가까운 건설현장의 자재 및 건설 기계를 활용, 빠른 피해 복구를 수행하도록 지원할 수 있다. 또한 사고 예상 지점을 예측 및 하천정보, 강우정보 등을 통한 홍수도달시간 예측, 지질정보, 지진발생 사례정보 등을 통한 지진예측 등에도 활용가능하다.

발전되고 있는 원격탐사기술 등이 시스템에 적용되어 도시환경 내에서 발생하는 재해를 신속하게 파악하고 분석하여, 재해지역으로의 접근, 구원 활동 및 재건을 위한 가치 있는 정보를 정확하게 제공하는 것이 가능해지며, 건설재해에 필요한 안전관리나, 안전점검, 안전교육, 안전사고와 관련된 사례에 관한 정보를 시스템을 통해 쉽게 획득하여 활용함으로서, 그 동안 문제시되었던 여러 가지 문제점을 개선하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

4. 적용가능 연계 기술요소 도출

건설업무 단계와 적용 가능한 유비쿼터스 기술을 관련시켜 주요한 유비쿼터스 기술요소를 도출하고자 한다. 다양한 건설공사 전체를 대상으로 하기에는 어려운 점을 고려하여, 건설공사 중 가장 대표적인 도로공사를 중심으로 그 관련성을 살펴보았다.

표 7 건설업무별 유비쿼터스기술의 결합
- 1. 타당성조사

대분류	중분류	소분류	활용분야 및 적용사례	유비쿼터스 기반기술
조사	사업계획	도급계약서	인허가시스템, Reporting Tool	XML
		과업지시서	인허가시스템, Reporting Tool	XML

		지형도	수치지도 관리/제공	GIS
		상위 계획 현황	국토정보관리, 토지정보관리	GIS, DB
		지역 개발 현황	도시/지역 정보관리	GIS, DB
		토질 조사	지반정보 DB(건기연)	Mobile, DB
		측량 조사	측량정보관리, 측량정보DB	RS, Mobile, DB
		기상 조사	기후자료 영상화시스템	DB, RS
	교통 시설 조사	교통 시설 현황	교통안전시설 민원처리시스템(서울시)	DB, GIS
		교통량 현황	교통정보 제공시스템(도로공사)	DB, Mobile
	경제 조사	경제 활동 현황	문헌조사, 통계연보	DB
		용지 보상	용지보상산정	DB
	환경 영향	지장물 현황	환경정보관리, 지하시설물관리	GIS, 3D-CAD
계획	교통 분석	현지 조사 자료	교통정보 제공시스템(도로공사)	DB
	경제 분석	유사 사업 자료	문헌조사	DB
	노선 계획	조사 자료	도형/영상정보관리, CIIC(건기연)	RS, GPS
		설계자 경험	GIS-KMS연계 (건기연)	KMS
		비교 노선 계획	GIS/ES 기반의 대안선정/평가	GIS, ES
		노선 비교	타당성분석모듈, 경관평가	GIS, DB, VR
		환경 영향 검토	GIS/ES 기반의 환경영향검토(건기연)	ES, GIS, RS
설계	설계 기준	법령 기준 자료	GIS속성에 따른 관련법령 정보제공	GIS, DB
	구조물 설계	관련 기준	GIS속성에 따른 시방서 정보제공	GIS, DB
		설계자 경험	설계자 지식정보관리	KMS, DB
	성과품	성과품 결과	보고서작성시스템	GIS, 3D-CAD

표 8 건설업무별 유비쿼터스기술의 결합 - 2. 기본설계

대분류	중분류	소분류	활용분야 및 적용사례	유비쿼터스 기반기술
조사	관련 자료	관련 계획	국토계획관리, 지역계획관리	GIS, DB
		교통 시설	교통안전시설 민원처리시스템 (서울시)	DB, GIS
		수문 조사	수자원관리, 홍수지도, 영상자료이용	RS, GIS, VR
		토질 조사	지반정보 DB(건기연)	Mobile, DB
	환경 영향	답자 사료	현장자료 입력시스템	Mobile, GPS, GPS
		조사 자료	측량 자료	측량정보관리, 측량정보DB	RS, Mobile, DB
		지질 조사	지질도	지반정보DB (건기연)	GIS, 3D-CAD, VR
		매설물	유관 기관 자료	지하정보관리	GPS
		재료 조사	유관 기관 자료	자원정보관리	GPS, RS
계획	교통 분석		분석 /평가	교통정보 제공시스템(도로공사)	KMS
	환경 영향		검토 /평가	국토환경 운영관리	KMS
	최적 노선 선정		회의 결과	문헌	KMS
			최적 노선대	최적노선선정	GIS
			문화재 조사	국가문화유산 종합정보서비스	DB
	출입 시설 계획		교통 분석	전국교통DB (교통개발연구원)	KMS, GIS, DB
			교통 유발 현황	교통시설물 운영관리	DB, GIS
			장래 교통량	교통량변화 시뮬레이션	ES, DB
			세력권 인구	통계자료	DB
	구조물		계획 결과	토공량산정, 구조물시뮬레이션, 경관평가	KMS, GIS, VR
	설계 기준		설계 기준안	-	-
설계	공종별 상세 설계		과업 지시서	-	-
			설계 기준	-	-
			설계결 과	설계자 지식정보관리	KMS
	기본 설계 성과품		설계성 과품	GIS-CAD 3차원 도면관리	3D-CAD, GIS
			성과품 작성	-	-

표 9 건설업무별 유비쿼터스기술의 결합 - 3. 실시설계

대	중분류	소분류	활용분야 및 적용사례	유비쿼터스 기반기술
조사	현지 조사 및 답사	지형지물	현장자료입력시스템	Mobile, GIS, DB
		배수계통	-	GIS
		주민민원	-	-
	측량	공공측량 기준	-	-
		측량결과	GIS와 연계한 측량성과 활용	RS, KMS, DB
	지질/ 지반 조사	토질자료	-	DB
		조사위치 방법	Mobile 기반 현장자료입력시스템	Mobile, GIS, DB
	지장물 조사	조사결과	Mobile 기반 현장자료입력시스템	Mobile, GIS, DB
	용지 조사	면적/ 소유자	토지정보관리	DB
계획	설계	설계기준	GIS/KMS 연계	KMS

	기준	최종	설계기준 관리	
	현황 측정	노선도	-	GIS
		측량 외주견적	-	-
설계	선형 설계	설계 결과	설계자 지식정보관리	KMS, GIS
	토공 설계	측량성과	GIS와 연계한 측량성과 활용	RS, KMS, DB
		사면안정 검토	GIS 연계사면검토	GIS
		토량배분	토공량 산정(건기연)	GIS, 위성영상
	배수공 설계	배수계획	배수시설설계 지원시스템(건기연)	GIS
		강우량도	기상청 DB	RS, DB
		설계기준	GIS/KMS 연계설계기준 관리	KMS
	교량 터널 설계	설계결과	KMS 기반 설계지원	KMS
	포장 설계	포장형식	-	-
		시험결과	지반정보 DB	GIS, DB
		설계기준	GIS 연계한 포장지원	DB, KMS
	부대공 설계	도로현황	GIS 기반 도로현황 전산화	GIS
		부대설계 기준	-	-
	내역서	자재단가 자료	물가DB	DB
		표준품셈	물가DB	DB
		건설노임 단가	물가DB	DB
		중기비 단가	GIS 연계한 공사비산정	DB
	인허가 서류	국토이용 계획	국토계획관리	GIS, DB
		도시계획 현황	지역계획관리	GIS, DB
		토지대장	GIS 이용한 토지대장 전산화	GIS, DB
		임야대장	GIS 이용한 토지대장 전산화	GIS, DB
		용지도	수치지도관리	GIS

5. 결론

건설 분야에 유비쿼터스 기술을 적용하기 위하여 가장 개발이 시급히 요구되는 기반기술에 관하여 건설분야중에서도 가장 기본적인 도로건설을 중심으로 정리하였으며, 건설 분야를 계획, 설계, 시공, 유지관리의 주요건설업무 부문과 표준화, 시스템 통합 등 건설표준화 및 정보화 부문으로 나누어 각 건설 분야별 나누어 구성해 보았다. 건설 업무에 유비쿼터스 기술요소를 적용하는 것은 단순히 업무의 전산화를 통한 신속, 정확한 자료 확보에만 그치는 것이 아니라, '해당 공간을 대상으로 시간적인 제약을 벗어나 모든 관련 정보들이 통합되고 빠르게 공유되는 것'을 의미한다. 즉 유비쿼터스 환경의 적용은 '시공간적 정보 통합 및 공유' 라고 표현할 수 있다.

참고문헌

1. 구지희 외, "유비쿼터스 기술의 GIS/LBS 활용방안 연구", 한국건설기술연구원(2004.5), '03 NGIS 지원연구사업
2. 이우식 외 1인, "u-건설정보서비스 구현을 위한 요소기술에 관한 연구", 한국건설기술연구원,
3. 김우영, "건설산업의 유비쿼터스", 건설기술/쌍용
4. 최봉문, "u-City 건설을 위한 개념설정과 공간계획 측면의 고찰", 한국콘텐츠학회 2006 춘계종합학술대회 논문집
5. 김은형, "u-City를 위한 지자체 GIS 연계통합 연구", 2006.11 한국 GIS학회 논문집
6. 권용호 외 3인, "u-City건설사업시나리오에 따른 건설기업의 대응전략 수립에 관한 연구", 2007.4.한국건설관리학회논문집,
7. 권용호 외 3인, "u-City건설사업시나리오에 따른 건설기업의 대응전략 수립에 관한 연
8. 경원대학교, "u-City 핵심 적용 기술 및 표준화 연구", 2005.10 한국전산원