

지능형 시설물 통합관리 플랫폼의 구조 및 기능

The Structure and Functionality of an Intelligent Facility Management Platform

이재욱*, 오현정, 고영근, 백송훈
(Jaewook Lee, Hyungjung Oh, Younggeun Ko, and Songhoon Baik)

Abstract : 최근 신도시를 중심으로 추진 중인 U-City 사업과 함께 도시시설물 관리분야에 정보기술의 활용이 활발히 이루어지고 있다. 특히 복잡, 다양해지고 있는 도시시설물의 효율적이며 지능적인 관리를 위하여 다수의 도시시설물들을 통합적으로 관리할 수 있는 통합관리 플랫폼에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 개별적인 도시시설물 관리가 가지는 주요 문제점들을 살펴보고 이를 효과적으로 해결할 수 있는 도시시설물 통합관리 방안을 제시하였으며, 아울러 통합관리 플랫폼의 개념을 구조와 핵심 기능을 중심으로 설명하였다. 최신 공간정보기술과 상황인지기술을 기반으로 한 통합관리 플랫폼은 도시공간정보와 센서정보를 통합적으로 관리하고 다양한 도시 상황을 지능적으로 처리함으로써 관리 비용절감과 함께 관리자의 신속한 의사결정을 가능케 한다.

Keywords: U-City, Facility Management, Integrated Platform, Spatial Data

I. 서론

급속한 산업 발전과 도시화로 인하여 도시생활에 필요한 시설물은 날이 증가하고 있으며 그 구조 또한 복잡하고 다양해지고 있다. 이러한 민간 및 공공 시설물의 증가와 복잡화는 관리비의 상승으로 이어져 해마다 막대한 비용이 소모되고 있으며 여러 가지 관리문제가 발생하고 있다.

이러한 측면에서 최근 신도시를 중심으로 활발히 진행되고 있는 Ubiquitous City(이하 U-City) 사업추진과 함께 도시시설물 관리를 포함한 여러 도시관련 분야에서 첨단 IT 기술을 응용한 다양한 연구가 정부 및 민간 주도로 이루어지고 있으며 학계에서도 많은 관심을 기울이고 있다.

따라서 본 논문에서는 기존의 개별적인 도시시설물 관리가 가지는 주요 문제점들을 살펴보고 이를 효과적으로 해결할 수 있는 통합관리 방안과 통합관리 플랫폼의 개념을 구조와 핵심 기능을 중심으로 설명하고자 한다.

II. 도시시설물 관리와 U-City

도시의 주요 시설물들로는 7대 지하시설물들을 비롯하여 기존 인프라에 해당하는 교량, 도로교통시설, 공원, 하천 등이 있으며 U-City의 다양한 IT서비스를 제공하기 위한 다양한 센서, 센서정보 현장수집장치, 정보표시판 등도 도시시설물에 포함 될 수 있다. 이러한 시설물들은 공공서비스들을 제공하기 위한 필수시설물로서 거주민의 편리한 생활뿐 아니라 생존과 안전을 위해 항상 정상 상태로 유지되어야 하며 문제가 발생할 경우 즉시 상황에 맞는 조치가 취해져야 한다.

도시가 복잡해지고 시설물들이 늘어날수록 이러한 작업은 매우 많은 인력과 비용을 요구하게 되며 또한 안전, 교통관련 시설과 전기 등 라이프라인에 해당하는 시설의 경우 이상

발생 상황을 즉시 파악하지 못하면 많은 인적, 물적 희생이 따르는 재난을 초래할 수 있다. 이러한 불안정한 상황을 U-City에서는 각종 센서와 USN 등의 발전된 Ubiquitous 기술을 활용하여 경제적이고 효율적으로 해결할 수 있는 가능성을 제시하고 있다.

그림 1은 일반적인 도시시설물 관리 프로세스를 나타낸 것으로 구축 시, 위치파악 및 구축정보 DB화, 운용 시, 상태 모니터링, 문제 발생 시, 경보발령, 상황조치, 조치에 따른 DB수정, 정기점검, 이력관리 등으로 이루어지며 이러한 단계별 프로세스가 충실하게 이행되지 않으면 도시기능에 많은 문제가 초래될 수 있다.

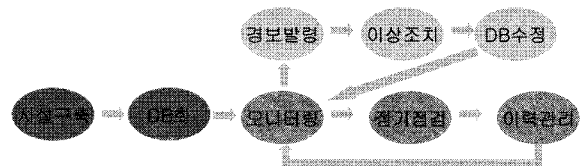


그림 1. 도시시설물 관리 프로세스

III. 기존 도시시설물 관리의 문제점 및 통합관리의 필요성

현재 도시시설물관리 방식은 주로 GIS를 활용한 위치정보 DB화에 주력하고 있으며 상태모니터링도 제한적인 실시간 모니터링이 이루어질 뿐 대부분 신고나 순찰자의 점검으로 상태가 파악되고 있는 실정이다. 또한 다양한 도시시설물들이 관리주체에 따라 서로 다른 방식으로 관리되고 있어 재난 상황 발생 시 체계적인 대응이 어렵고, 중복적인 관리시스템 구축으로 인한 관리비용 상승을 초래하고 있다.

이처럼 비록 관리 주체가 다르더라도 도시시설물 구축의 목적이 결국 거주민의 생활 안전과 편리를 위한 것이란 점에서 불 때 위험 상황 혹은 재난발생 시 거주민이 신속하게 대응할 수 있도록 일원화된 상황 전달체계가 필수적이다. 그리고 도시시설물 관리의 필수적인 위치정보를 제공하는 GIS를 공동으로 활용할 경우 각 시설마다 중복 구축으로 인한 낭비를 줄일 수 있게 되며 시설물에 부착된 여러 가지 센서들에 대한 모니터링도 하나의 모니터링 시스템으로 통합하

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 200xx 채택확정 : 200xx
이재욱, 오현정, 고영근, 백송훈 (주) KT 인프라연구소
(aelecta@com, hph0812@com, ygk@com, baiksh@com)

※ 본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술 혁신 사업과제의 연구비지원(06 국토정보 C01)에 의해 수행되었습니다.

게 되면 시스템의 경제적 구축이나 운용인력 효율이란 측면에서도 많은 이점이 존재한다. 더불어 서로 다른 시설물들의 정보도 자동적으로 공유할 수 있으므로 상황대응을 좀 더 지능적으로 할 수 있을 것이다. 표 1은 통합적인 시설물관리의 이점을 개별적 관리와 비교하여 요약한 것이다.

표 1. 시설물관리 방식 별 특징과 통합관리의 이점

	개별관리	통합관리	통합관리 이점
시스템활용	- 중복투자 발생	- 공동활용	- 경제성 향상
모니터링 인력	- 시설물 별로 필요	- 모니터링 인력 일원화 가능	- 인력 운용 효율화
관리체계	- 시설물 별 관리체계 필요 - 시설물 별로 맞춤관리 가능	- 관리체계 일원화 가능 - 단일프로세스 필요	- 관리체계 간소화 (상황 위주의 프로세스 구축 가능)
상황전파	- 시설물 별로 전파시스템 필요	- 일원화된 상황전파 시스템 구축 가능	- 신속한 상황 전파
상황인식	- 관리대상 시설의 상황만 인식	- 재난 발생 시 종합적인 상황인식 가능	- 정확한 상황 전파

IV. 플랫폼기반 도시시설물 통합관리 방안

1. 데이터 통합

지금까지 기존 도시에서는 도시시설물 관리를 위하여 도시정보시스템(UIS: Urban Information System)을 중심으로 국가지리정보구축사업을 추진하였으나 표준화와 데이터 갱신 및 통합관리에 있어 많은 문제점들이 발생하고 있다. 각 지자체 별로 진행되고 있는 UIS사업에서의 데이터 불일치는 UIS 범용시스템 구축으로의 전환뿐만 아니라 U-City의 관제와 운영을 위한 데이터베이스 통합화 과정에서도 심각한 오류가 발생될 수 있다. 표 2와 3은 UIS사업에서 진행되고 있는 동일 시설물의 같은 속성 항목간의 데이터 형식과 코드의 불일치 사항을 보여준다. 본 연구에서는 이러한 데이터 형식 불일치로 발생될 수 있는 문제점을 고려하여 데이터 통합을 공통기본 데이터베이스, 시설물 데이터베이스, 3차원 지리정보 데이터베이스 구축으로 나누어 제시하였다.

표 2. UIS 사업별 동일시설물 데이터 형식 불일치

지자체	속성항목		데이터 형식	길이
	지형지물	속성항목		
A 시	도로	생성일자	Number	8
B 시	시설물	매설년도	Date	4
C 시	지하	매설년월일	Date	8
D 시	시설물	입력일자	Char	8

표 3. UIS 사업별 동일시설물 코드 불일치

지자체	속성항목		지형지물코드
	속성항목명	지형지물명	
A 시	표지	교통표지판	AZ995
B 시		교통표지판	AE221
C 시	자전거보관소	자전거보관소	AZ992
D 시		자전거보관소	AE542

1.1. 공통기본 데이터베이스 구축

공통기본 데이터베이스는 U-City 내에서 다양한 공공 및 민간 서비스를 효율적이며 체계적으로 제공하는데 필요한 공통적이며 기본적인 지리정보를 담고 있다. 이는 수치지형도, 도로계획 평면도, 아파트 배치 평면도, 지반도, 택지개발 지구 계획도 등을 포함한다. 수집된 도면자료들은 분석 및 편집작업을 거쳐 구조화되며 최종적으로 데이터베이스에 저장된다. 이러한 기본 지형정보 데이터베이스는 시설물 통합관리 플랫폼에 연결되어 시설물 관리 서비스에 필요한 기본 정보로 활용된다.

1.2. 시설물 데이터베이스 구축

시설물 데이터베이스 구축 대상에는 교통정보시스템, 공공정보통신망시스템, 공공지역 방법시스템, 지하시설물관리시스템 등에서 사용되는 교통시스템시설물 현황도, 시설물 정보 문서 파일, 통신관로 및 케이블 평면도, 시설물 위치도 등과 기존 UIS 자료 등이 포함된다. 이러한 자료를 통합 데이터베이스로 구축하면 U-City 내에 존재하는 각종 시설물 상황과 시설물 간의 상호관계를 보다 상세히 파악할 수 있어 통합적인 관리가 가능해진다. 데이터베이스 구축 과정은 위 공통기본 데이터베이스 구축과정과 유사하다.

1.3. 3차원 지리정보 데이터베이스 구축

본 단계는 U-City 도시시설물 관리시스템 상에서 지리정보를 시각적으로 표현하기 위한 것으로 도시환경에 대한 다양한 형태의 시각정보를 이용하여 3차원 지리정보 데이터베이스를 구축한다. 여기에 포함되는 3차원 지리정보 자료는 수치지형도, 인공위성 영상, 항공사진, 3차원 건물 및 시설물 데이터, 영상자료 등이다. 구축과정을 살펴보면, 먼저 수집된 자료를 원시 데이터 형태로 추출하고 이를 구조화 및 객체화하여 데이터베이스로 생성한다.

2. 센서 통합(Sensor Integration)

U-City에 존재하는 다양한 형태의 시설물들을 지능적으로 감시하고 관리하기 위해서는 여러 가지 종류의 센서들(압력, 온도, 소음, 조도 센서 등)이 필요하다. 일반적으로 이들 센서들은 시설물에 개별적으로 설치되며 수집된 정보의 전송 및 처리 또한 센서의 종류에 따라 독립적으로 이루어진다. 이로 인하여 센서의 설치 및 관리 비용이 증가할 뿐 아니라 시설물 간의 연계성을 고려한 통합적인 관리가 어렵다. 따라서 센서의 공동활용과 수집된 정보의 통합관리를 위하여 센서 데이터 표준, 센서 기기 통합, 센서 정보 통합 수집 등이 필

요하다.

2.1. 센서 데이터 표준

U-City에 존재하는 다양한 종류의 센서들이 제조사에 따라 서로 다른 데이터 규격을 사용한다면 데이터 처리 방식 또한 센서 별로 따로 정의해야 하는 어려움이 발생함은 물론 구축 비용의 상승을 초래하게 된다. 따라서 센서의 식별 방식, 센서 데이터의 표현법 등에 대한 표준화가 매우 중요하며 실제 적용에 앞서 기존에 제정된 국제 표준의 이해와 적절한 수용이 필요하다.

센서 기술의 발전 및 시장 규모가 성장함에 따라 현재 국내외적으로 센서 데이터 표준에 대한 활발한 연구와 논의가 진행되고 있다. 국외의 경우 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서 센서 인터페이스에 대한 연구가 진행 중이며 ISO/IEC에서는 데이터 구문, 센서 연동 등의 표준화 작업이 이루어지고 있으며 ITU-T는 센서와 모바일 통신과의 접목 측면에서 표준화를 준비 중이다. 국내에서도 한국정보통신기술협회(TTA), 한국전자통신연구원(ETRI), USN 표준화 포럼, 모바일 RFID 포럼 등에서 센서 기술에 대한 표준화가 적극적으로 진행되고 있다.

2.2. 센서 기기 통합

센서의 활용도가 높아지고 성능이 향상됨에 따라 하나의 장소 혹은 장비에 다수의 센서들이 설치되기도 하는데, 이 경우 설치위치, 전력공급, 데이터 송수신 등의 문제가 발생할 수 있다. 특히, U-City와 같은 도시환경에서는 수집해야 할 정보의 종류(음성, 영상, 환경정보 등)도 많을 뿐 아니라 센서의 설치 및 관리에 있어 미관상 혹은 공간적 제약도 많이 따를 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근 들어 센서의 소형화와 다중 센서 통합에 대한 연구개발이 활발히 이루어지고 있다.

2.3. 센서 정보 통합 수집

일반적으로 센서 종류와 제작사에 따라 통신 및 관리방식이 상이해지므로 대부분 독립된 컨트롤러를 이용하여 센서 정보를 수집하고 관리하게 된다. 따라서 설치되는 센서의 종류와 수가 증가하게 되면 각 센서 혹은 동일 센서 그룹별로 컨트롤러도 추가적으로 필요하게 된다. 이 경우 구축 비용이 상승할 뿐 아니라 설치된 센서들의 관리도 어려워진다. U-City내에 설치되는 센서의 종류와 수를 고려해 볼 때 기존 방식과는 다른, 보다 효율적이며 체계적인 센서정보 수집 및 관리 방식이 요구된다.

예로써 KT가 개발한 통합정보수집장치인 Ubi-Porta는 이러한 기존 시스템의 문제점을 해결하고자 연구개발 되었다. Ubi-Porta는 현재 이용되는 대부분의 센서와의 연결 인터페이스를 제공함으로써 정보수집에 필요한 컨트롤러의 수를 획기적으로 줄일 수 있으며 센서 정보의 연동을 통하여 각종 도시시설물 관리를 보다 효과적으로 할 수 있다.

3. 시스템 통합

기존 도시시설물 관리 시스템은 시설물의 성격(교통관련 시설, 환경관련 시설 등)에 따라 그 운용 주체가 결정되며 대

부분 개별적으로 개발 및 설치된다. 이러한 시설물 관리 시스템의 개별적인 구축 및 운용은 중복투자 발생, 신속한 상황대처의 어려움, 확장/변경의 어려움 등 여러 가지 문제점을 안고 있는데, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 도시 정보와 센서 정보의 통합과 더불어 이를 기반으로 도시시설물들을 통합적으로 관리하고 제어할 수 있는 시설물 통합관리 플랫폼이 필요하다.

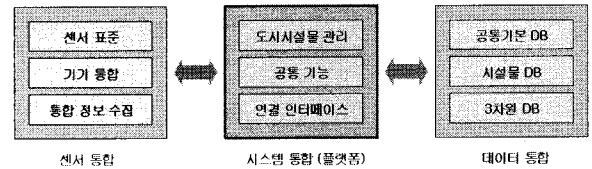


그림 2. 도시시설물 통합관리플랫폼 개념도

그림 2. 에서 보는 바와 같이 통합정보수집장치로부터 수집된 센서 정보들은 네트워크를 통하여 통합관리 플랫폼으로 전송되며 플랫폼은 수신된 센서 정보를 통합 데이터베이스에 기 저장된 도시 정보와 연계하여 가공, 분석, 처리함으로써 U-City 도시시설물들의 지능적 운영 및 관리를 지원한다.

V. 시설물 통합관리 플랫폼의 구조 및 기능

1. 시설물 통합관리 플랫폼의 구조

도시시설물 통합관리 플랫폼은 통신 인터페이스 모듈, 내부 정보처리 모듈, 공통 모듈, 가시화 모듈, 외부 정보처리 모듈로 구분된다. 통신 인터페이스 모듈은 통합정보수집장치를 통하여 수집된 센서 데이터를 전달 받아 다양한 프로토콜 및 표준 정의의 포맷으로 변환하여 내부 정보처리 모듈로 전송한다. 내부 정보처리 모듈은 수신된 메시지를 상황인지 모듈로 전달하며 상황인지 결과에 따라 상황을 처리하고 내부 데이터의 연동 및 관리를 담당한다. 공통 모듈은 DB, 보안 등 시설물 관리를 위한 공통 기능을 제공하며 가시화 모듈은 도시 공간정보를 모델링하고 가시화하는 기능을 수행한다. 끝으로 외부 정보처리모듈은 통합관리 플랫폼의 시설물 정보 및 상황정보를 외부 기관 및 단말기로 전송한다.

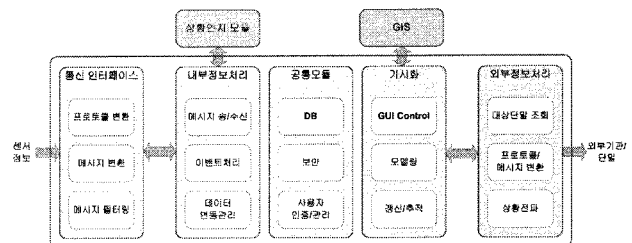


그림 3. 시설물 통합관리 플랫폼의 구조

2. 시설물 통합관리 플랫폼의 주요 기능

2.1. 센서/상황정보 분석 및 처리 기능

통합정보수집장치가 수집한 센서정보는 게이트웨이를 통하여 통합플랫폼으로 전달되며 플랫폼 내부의 정보처리 모듈과 상황인지 모듈을 거쳐 상황이 인지되고 처리된다.

- 센서정보 분석/처리 기능: 센서별 임계치에 따라 센서정보의 이상 여부가 판단되며, 만약 수신된 센서정보가 정상 범위를 초과하거나 낮을 경우 이를 이상 신호로 분석하여 기준 값과 오차 값에 따라 처리한다.
- 상황인지 기능: 분석된 센서정보를 바탕으로 상황과 상황 레벨을 설정하고 이에 따른 상황 대응정보를 생성한다.
- 상황정보 처리 기능: 전달 받은 상황정보를 분석하여 표출 형식을 정의하며 분석된 상황정보는 공간 정보와 연동하여 가시화된다. 또한 상황 대응정보는 해당 서비스 및 외부 기관/단말로 전송된다.

2.2. 공통 관리기능

시설물 관리에 필요한 플랫폼의 공통 관리기능에는 다음과 같은 세부기능이 포함된다.

- 보안관리 기능: 네트워크 및 시스템 통합 보안기술 적용을 통한 통합보안 기능
- 사용자 관리 기능: 플랫폼 사용자에게 대한 사용자 인증 및 로그인 관리기능
- DB관리 기능: 일정 시간마다 수집된 센서정보와 상황정보를 저장하고 관리할 수 있는 데이터베이스 관리 기능
- SMS/NMS 등 플랫폼 모니터링 기능: 단일 인터페이스를 통한 플랫폼 장애, 성능 모니터링 및 통계 관리 기능

2.3. 3차원 도시공간정보 가시화 및 편집 기능

시설물 관리를 위하여 공간정보 및 속성정보를 가시화 하는 기능으로서 여기에는 지형, 건축물 등의 지상시설물과 상수도, 가스관 등의 지하시설물의 가시화 기능과 함께 공간정보 편집 및 검색 기능 등이 포함된다.

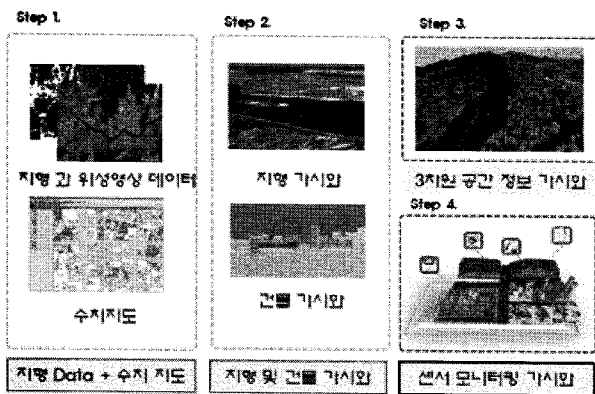


그림 4. 도시공간정보 가시화

- 지형 가시화 기능: 2차원 등고선과 3차원 지형 정보 및 지형의 높이 값과 위성영상으로부터 추출한 맵핑 정보를 활용한 지형 가시화 기능
- 시설물 가시화 기능: GIS의 공간정보와 DB의 시설물 속성 정보를 이용한 지하 및 지상 시설물의 3차원 가시화 기능
- 시설물 정보 편집 및 관리 기능: 시설물 정보의 검색, 변경, 삭제 기능 및 이력 관리 기능

VI. 결론

기술발전과 함께 복잡, 다양해지고 있는 도시시설물의 경제성이며 효율적인 관리를 위해서는 무엇보다 통합화와 관리 표준화가 절실히 요구된다. 이를 위하여 본 논문에서는 관련 IT 기술을 활용한 세가지 방안을 제시하였다. 먼저 위치정보를 비롯한 다양한 ‘도시정보의 통합화’는 관리 오류 감소와 체계적인 관리 정책 마련을 위한 기반이 된다. 그리고 센서 데이터 표준, 센서 기기 통합, 및 센서 정보 통합 수집을 포함하는 ‘센서 통합’은 센서 기기 및 정보의 효율적인 공유를 통하여 구축 비용 절감과 통합 모니터링을 가능케 한다. 끝으로 수집된 도시 정보와 센서 정보를 기반으로 도시 시설물들을 통합적으로 관리하고 제어하기 위한 ‘시스템 통합’을 통해서 개별 관리 시스템이 가지는 한계를 극복하고 다양한 U-서비스 제공이 가능해진다. 따라서 이러한 시설물 통합관리 개념을 바탕으로 한 통합관리 플랫폼은 앞으로 경제적, 관리적 측면에서 그 효용성이 더욱 커지리라 기대한다.

참고문헌

- [1] B.E. Mennecke, "Understanding the Role of Geographic Information Technologies in Business: Applications and Research Directions," Journal of Geographic Information and Decision Analysis, Volume 1, Number 1, April 1997.
- [2] K Yu, T. Froese, and F. Grobler, "A Development framework for data models for computer-integrated facilities management," Automation in Construction 9, 2000, pp.145-167
- [3] 강준목, 강영미, 이강원, "웹기반 GIS를 이용한 지하시설물 통합 시스템 구축," 한국측량학회 추계학술발표회 논문집, 2003, pp.287-290
- [4] 김명호, 신동빈, 김갑래, "도로와 지하시설물 정보의 효율적인 통합관리에 관한 연구," 한국측량학회 추계학술발표회 논문집, 2002
- [5] 김선진, 정우석, 박가람, 최연경, 김선중, "USN 응용서비스 동향," 전자통신동향분석 제22권 제3호 2007. 6.
- [6] 김은정, 이정환, "u-City 방법론 및 미들웨어," TTA 저널 112호, 2007. 7., pp.55-59
- [7] 김의명, 강민수, 이진영, 김병현, 김호준, 김인현, "유비쿼터스 기술을 이용한 시설물 관리," 한국지리정보학회지 9권 4호, 2006, pp105-118
- [8] 김재영, "u-City 구축 활성화 정책방향," TTA 저널 112호, 2007. 7., pp.33-37
- [9] 박석지, "미래 RFID/USN 기술 전망," ITFIND, 1238호, 2006. 3.
- [10] 백송훈, 이재욱, 서명우, 오현정, "U-City 도시시설물 통합관리 방안," 한국지리정보학회 춘계학술발표회 논문집, 2008
- [11] 신석효, 안기원, 지학송, 이효성, "지하시설물의 효율적인 관리를 위한 3차원 웹 GIS적용," 한국측량학회 추계학술발표회 논문집, 2002, pp.305-309
- [12] 이재용, "유비쿼터스 센서 네트워킹 기술," TTA 저널 95호, 2004. 9., pp.78-83
- [13] 장변준, 이윤덕, "RFID/USN 기술의 텔레매틱스 활용 방안," ITFIND, 1180호, 2005. 1.

[14] 전영욱, 윤종언, "U-City성공적인 개발모델과 시사점," Issue Paper, 삼성경제연구소, 2006.6.23

이재욱

1994년 연세대학교 건축공학과(학사). 1994년 ~ 1997년 대림산업 근무 (건축시공). 2001년 University of Illinois at Urbana-Champaign 건축대학원(M.Arch.). 2006년 UC Berkeley 건축대학원(Ph.D.). 2007.1~현재 KT 인프라연구소 책임연구원. 관심분야는 U-City, 지능형공간, BIM (Building Information Model)임.

오현정

2004년 충남대학교 정보통신공학부(학사). 2006년 서울대학교 공과대학원 전기컴퓨터공학부(석사). 2006년 ~ 현재 KT 인프라연구소 전임연구원. 관심분야는 U-City, 인프라솔루션임.

고영근

1990년 중앙대학교 전자공학과(학사). 1992년 중앙대학교 대학원 전자공학과(석사). 1992년 ~ 현재 KT 근무 중. 관심분야는 u-City 플랫폼 및 서비스 연동구조임.

백송훈

1985년 건국대학교 토목공학과(학사). 1987년 건국대학교 대학원 토목공학과(석사). 1991년 ~ 현재 KT 근무 중. 관심분야는 GIS 응용기술 및 u-City 표준화 분야임.