

# USN 기반 지상시설물 관리를 위한 기초연구

## A Preliminary Study for Ground Facility Management Based on Ubiquitous Sensor Network

정진석\*, 김의명<sup>1)</sup>, 이용주<sup>2)</sup>, 남상관<sup>3)</sup>

Jin-Seok Jeong\*, Eui-Myoung Kim, Yoong-joo Lee, Sang-Kwan Nam

삼성SDS 정보기술연구소 U-City추진단\*, 남서울대학교 지리정보공학과<sup>1)</sup>,  
삼성SDS 정보기술연구소 U-City추진단<sup>2)</sup>, 한국건설기술연구원 유비쿼터스국토연구실<sup>3)</sup>  
{jseok.jeong\*, yj0916.lee}@samsung.com, kemyoung@nsu.ac.kr, griffey@kict.re.kr

### 요약

본 연구에서는 아직까지 기초적인 연구수준에 머물러 있는 지상시설물의 유지관리를 위해서 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기반 지상시설물의 관리를 위한 기초연구를 수행하였다. 내용은 도시내 지상시설물중 USN 기반으로 관리가 가능한 대상 시설물을 도출하고, 관리대상 지상시설물에 적용할 수 있는 센서의 종류와 특성을 제시하였다. 그리고 관리대상 지상시설물의 지능화 레벨을 분석하여 지능화 체계를 정립하고, 이를 위한 서비스 개념도를 제시하였다.

### 1. 서론

도시행정의 과학화 및 정보처리의 고도화 등에 대한 사회적 요구에 의하여 기존에 구축되어 있던 도시 시설물 특히 지상시설물에 다양한 센서를 적용한 관리기법에 대한 연구가 증가하고 있다.

김해명 등(2005)은 지리정보시스템에서 시설물의 속성정보를 관리할 때 RFID를 활용하여 구축해야 될 속성항목, 예를 들면 시설물의 고유제원, 특성 및 형태 등에 대한 기초연구를 수행하였다. 장복진 등(2005)은 하천의 유속 측정방법에 기존에 많이 사용되어온 봉부자를 이용한 방법에서 벗어나 유비쿼터스 개념이 적용된 부자(Float) 시스템을 개발하여, 수문계측분야에 선도적인 연구를 수행하였다.

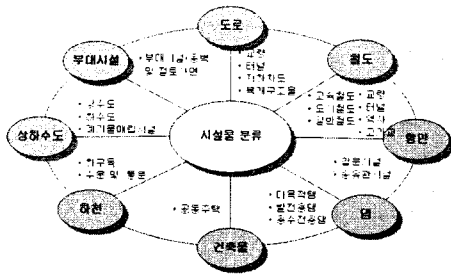
USN 기반 지상시설물 관리는 도시, 토목, 정보통신, GIS 등의 다양한 학문분야가 상호 밀접한 관계를 가지고 있다. 이에 최근에는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 공동연구의 상호관계와 유비쿼터스 컴퓨팅의 접근성에 대한 연구가 수행되기도 하였다(Liu 등, 2003).

본 연구에서는 아직까지 기초적인 연구수준에 머물러 있는 지상시설물의 유지관리를 위해서 USN 기반의 지상시설물 관리를 위한 기초연구를 수행하였다. 이를 위하여 우선 도시내 지상시설물중 USN 기반으로 관리가 가능한 대상 시설물을 조사하고, 각종 센서의 종류와 특성을 파악하였다. 그리고 관리대상 지상시설물의 지능화 레벨을 설정하고, 이를 토대로 지능화 체계와 서비스 개념도를 제시하였다.

### 2. USN 기반 도시 지상시설물

본 연구에서는 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”, “수치지도2.0 레이어 분류코드”, “도로관리 범용프로그램 설계서”를 참고하여 USN 기반의 적용이 가능한 도시 지상시설물의 개념과 범위를 선정하였다.

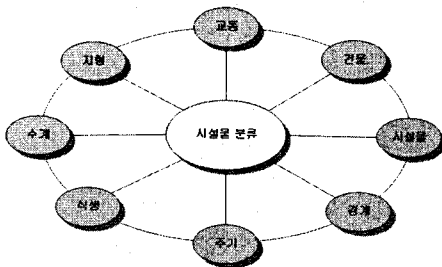
첫째, 법에서 정의하는 시설물은 건설공사를 통하여 만들어진 구조물 및 그 부대시설물로, 크게 도로, 철도, 항만, 댐, 교량, 터널, 건축물 등으로 분류된다. 그리고 각각의 세부목록은 <그림 1>과 같다<sup>1)</sup>.



<그림 2> 법으로 규정된 시설물 종류

여기서, 항만, 댐, 하천은 주로 산이나 강, 바다에 설치되는 국가차원의 주요 기반 시설물이고, 상하수도는 지하시설물에 포함된다. 따라서 도시내 지상시설물의 범위는 도로, 철도, 건축물, 부대시설에 포함되는 시설물로, 교량, 터널, 지하차도, 복개구조물, 역사, 고가교, 공동주택 등이다.

둘째, 수치지도2.0에 표현되는 시설물은 <그림 2>와 같이 교통, 건물, 시설물, 경계, 주기, 식생, 수계, 지형이다<sup>1)</sup>.



<그림 3> 수치지도2.0의 시설물 종류

지형지물은 각각의 지형지물 이름에 따라 도형의 표시형태(점, 선, 면)와 속성명, 물리적인 속성타입, 속성내용, 설명, 비고 등의 정보를 가지고 있는데, 여기서 경계와 주기는 유형의 시설물이 아닌 지도상의 표기이고, 식생, 수계, 지형은 자연지형지물이다. 따라서 수치지도2.0에서의 도시 지상 시설물의 범위는 교통, 건물, 시설물로 한정할 수 있으며, 세부적인 목록은 <표 1>과 같다.

<표 1> 수치지도2.0에서의 지상시설물 목록

교통	도로경계	교량	정거장	플랫폼
	도로중심선	교차로	정류장	플랫폼 지붕
	인도(보도)	입체교차부	철도	나루
	횡단보도	인터체인지	철도경계	나루노선
시설물	안전지대	터널	철도중심선	
	육교	터널입구	철도전차대	
	댐	낙시터	유적지	주차장
	부두	해수욕장	문화재	휴게소
	선착장	등대	성	지하도
	선거	저장조	비석	지하도입구
	제방	댐크	기념비	지하환기구
	수문	조영	탑	굴뚝
	암거	전력주	동상	신호등
	간교	통신주	공중전화	차단기
	우물	맨홀	우체통	도로반사경
	약수물	소화전	놀이시설	도로보리대
	관정	관측소	계단	방지력
	분수	아영지	계사판	요금징수소
	온천	묘지	표지	횡기장
	양식장	묘지계	주유소	

셋째, 도로관리비용프로그램에서의 시설물은 <표 2>와 같이 크게 시설물과 부속물, 기전시설물, 교통시설물로 정의하고 있다. 세부적인 범위를 살펴보면 상당부분 법에서 규정하고 있는 도시 지상시설물의 범위를 포함하고 있고, 수치지도2.0의 핵심 지형지물을 포함하고 있다.

<표 2> 도로비용프로그램 관리 시설물

시설물	부속물
교량	방호물타리
터널	석축/옹벽
지하차도	교통광장
지하보도	자전거보관소
육교	공동구
교차시설	도로표지판
고가도로	절개면/성토면
	가로수
기전시설물	교통시설물
가로등 보안등	신호등
	횡단보도
	공영주차장
	교통표지판
	정류장
	미끄럼방지시설 과속방지턱

1) [별표 1] 1종시설물 및 2종시설물의 범위(시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령)  
2) 수치지도2.0레이어표준코드(국토지리정보원)

### 3. 센서의 종류 및 특성

유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network : USN)은 필요한 모든 것(곳)에 전자태그(Radio Frequency IDentification : RFID) 또는 다양한 센서를 부착하고, 이를 통하여 사물의 인식정보는 물론 주변의 환경정보까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 의미한다.

USN기술은 최근 U-City사업 또는 시설물 관리에 있어 실시간 정보를 언제, 어디서나 이용하고 수집할 수 있도록 하는 서비스의 제공수단으로 활용되고 있고, 이를 위하여 기업들은 고정밀 센서를 만드는데 많은 노력을 기울이고 있다. 그중 몇가지 지상시설물에 적용 가능한 센서의 종류와 특성을 살펴보면 <표 3>과 같다.

<표 3> 센서의 종류 및 특성

종류	특성
가속도센서	물체의 움직임에 따른 가속도의 세기를 측정하는 센서, 가속도 측정
압력센서	압력의 측정을 필요로 하는 곳에 설치되어 이용하는 센서, 압력 측정
경사센서	구조물의 기울기를 측정하는 센서, 경사 측정
변형률계	재료의 변형률을 계측하여 부재의 응력 상태를 측정하는 센서, 응력 측정
소음센서	인간의 가청 주파수(20~20,000Hz)를 측정하는 센서, 주파수 측정

이외에도 풍향·풍속계, 온도·습도계, 조도센서, 진동·충격센서, 동적·정적 처짐계, 변위계, 침하계, 응력계, 유량·유속센서, 수위센서, CCTV 등 다양하게 존재한다. 이러한 센서는 시설물 현장관리 서비스, 도시 시설물 관리 서비스, 공원시설물 관리 서비스, CCTV 방법 서비스, 무인산불감시 서비스, 안전 서비스, 건물정보관리 서비스 등에 이용이 가능하다.

### 4. 지능화 레벨분류 체계

도시 지상시설물의 지능화 수준은 크게 센싱레벨, 분석레벨, 서비스레벨에 따라 달라질 수 있다. 여기서, 센싱레벨은 RFID와 같이 단순칩(단순센서)을 활용하느냐, 싱글

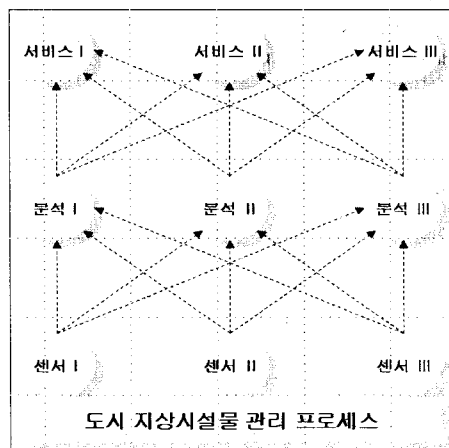
센서(지능센서 1개)를 활용하느냐 아니면 멀티센서(지능센서 2개이상)를 활용하느냐에 따라 분류될 수 있다.

분석레벨은 대상시설물을 단순히 조회만 할 것인지, 조회뿐만 아니라 단순분석까지 할 것인지 아니면 복잡한 분석까지 할 것인지에 따라 분류될 수 있다. 서비스레벨 또한 하나의 센서 정보만을 이용한 단독 서비스인지, 다양한 센서 정보를 연계 또는 조합한 멀티 서비스인지 아니면 타 시스템과 연계된 복합 서비스인지에 따라 분류될 것이다. <표 3>은 지능화 수준 목록을 나타낸 것이다.

<표 4> 지능화 레벨 목록

대상	레벨	구분	가드레일(예)
센싱레벨	Level I	단순센서	RFID
	Level II	싱글센서	진동센서
	Level III	멀티센서	소음센서+진동센서
분석레벨	Level I	단순조회	위치조회, 대장조회
	Level II	단순분석	진동분석->확인경고
	Level III	복합분석	소음,진동분석->상황발생
서비스레벨	Level I	단독서비스	현 UIS 기능
	Level II	복합서비스	상황 모니터링 기능
	Level III	연계서비스	통합정보시스템 기능

센싱레벨과 분석레벨 그리고 서비스레벨을 조합하면, <그림 3>과 같이 총 27개의 지능화 수준이 도출된다.



<그림 3> 지능화 프로세스 흐름도

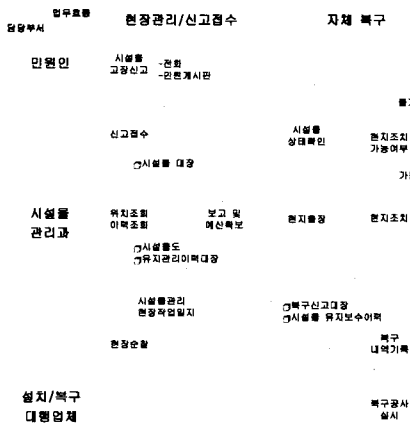
이러한 지능화 수준을 수준별로 그룹화하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 지능화 유형

분류	센싱레벨	분석레벨	서비스레벨
지능화레벨1	단순센서	단순조회	단독서비스
지능화레벨2	상급센서	단순분석	복합서비스
지능화레벨3	멀티센서	복합분석	연계서비스

### 5. 서비스 개념도

기존의 지상시설물 관리를 위한 업무 흐름은 현장관리 및 신고접수가 인력에 의해 처리된다. 이러한 업무처리는 복잡하지는 않지만 인위적으로 다양한 절차를 거쳐야 되기 때문에 시간적으로 낭비요소가 발생한다. <그림 4>는 기존의 지상시설물 관리 업무처리의 절차를 나타낸 것이다.

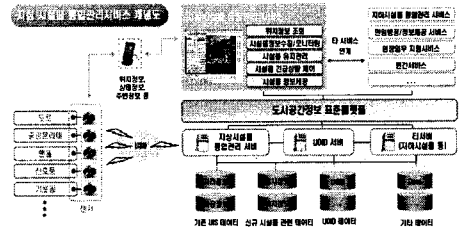


<그림 4> 기존의 지상시설물 관리 절차

이와 같이 현행 지상시설물 관리절차는 문제를 민원인이 파악하고 이를 시설물관리자에게 접수하면 현장순찰 등을 통해서 위치 및 이력을 조회한 후 예산을 확보한 후에 시설물을 복구하거나 시설물의 문제에 대한 조치를 취한 후 복구내역을 관리하는 과정으로 이루어져 있다.

그러나 유비쿼터스 기반의 지상시설물관리는 도시의 지상시설물 관리에 USN 기술을 접목함으로써 체계적인 시설물관리 및 원격제어를 통한 신속한 현장대응으로 사용자에게 쾌적한 생활환경을 제공하는 것이다.

<그림 5>는 USN기반의 지상시설물 관리 개념도를 나타내고 있다.



<그림 5> USN기반의 지상시설물 관리 모델

USN 기반에서는 관리 대상 시설물에 대한 현장정보를 민원인의 신고나 현장방문을 통해서 수집하지 않고 각종 센서를 통해서 수집하고 수집된 정보는 센서네트워크를 통해서 시설물 관리서버에 전송된다.

시설물 관리서버에서는 수집된 지상시설물에 대한 현장정보를 바탕으로 다양한 공간 및 속성분석을 수행한다. 특히 분석된 결과는 지속적으로 모니터링되며 대상시설물의 상황에 따라 필요한 경우 시설물에 대한 직접적인 제어를 센서네트워크를 통해서 수행하게 된다.

기존의 지상시설물 관리개념과 달리 USN 기반의 지상시설물 관리는 크게 현장정보의 실시간 수집/분석과 시설물의 현장상황에 대한 대처라는 측면에서 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 대시민의 서비스 제공측면 즉 민원업무 처리 측면에서 효율성이 증대되리라 사료된다.

### 6. 결론

본 연구에서는 도시시설물에 USN 기술을 접목하기 위해서 필수적인 센서의 종류, 지능화레벨, USN기반의 지상시설물 관리 모델을 제시하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

센서로부터 취득가능한 정보와 이를 활용할 수 있는 도시시설물과의 연관성을 살펴해보았다. 센싱레벨, 분석레벨, 서비스레벨을 토대로 지능화레벨을 설정하고 기존의 도시시설물에 대한 전반적인 관리흐름과

USN 기술을 접목한 도시시설물의 개선된 관리흐름도를 기술하였다.

그러나 앞에서 도출한 지상시설물에 대한 지능화 레벨을 정의하고, 다양한 테스트 베드를 중심으로 도시시설물에 직접 USN 기술을 접목하여 그 실용성과 경제적으로 분석할 수 있는 향후 연구가 추진되어야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 국토해양부(2005), 「웹환경 도로기반 시설물 범용시스템 개발 지침 연구」
2. 한국정보사회진흥원(2008), 「u-City IT 인프라구축가이드라인 V1.0」
3. 팽택시(2005), 「도로관리시스템 사용자 매뉴얼」
4. 한국인터넷진흥원(2007), 「센서네트워크 식별체계 동향분석 및 관리방안 연구」
5. 김해명외3인(2005), 「유비쿼터스 환경에서의 시설물 관리를 위한 전자라이브리 구축 방안 연구」 대한토목학회 정기학술대회, pp.3619-3622.
6. 장복진외2인(2005), 「유비쿼터스 기술을 이용한 수문계측 시스템 : 블루투스를 이용한 하천유속 측정용 부자의 개발」 대한토목학회 정기학술대회, pp.838-842.
7. Yick, J., Mukherjee, B., Ghosal, D., Wireless Sensor Network Survey, Computer Networks, In Press, Accepted Manuscript.
8. Liu-D., Cheng-J., Law-K., Wiederhold-G. and Sriram-R.: Engineering Information Service Infrastructure for Ubiquitous Computing. ASCE Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 17, No. 4, pp. 219-229, 2003.
9. 한국 RFID/USN 센터 ([www.rfid-usn.or.kr](http://www.rfid-usn.or.kr))

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의

연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

## Acknowledgement

This research was supported by a grant (06KLSGC01) from Cutting-edge Urban Development - Korean Land Spatialization Research Project funded by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs