한국측량학회지, 제 26권 제 4호, pp. 433～442(2008년 08월 31일)

# USN 기반의 지상시설물 관리를 위한 추진절차 및 서비스 모델 연구

# A Study on Business Promotion Procedure and Service Model for Ubiquitous Sensor Network Based Ground Facility Management

정진석[1] · 김의명[2] · 이용주[3] · 변인선[4]

Jeong, Jin Seok · Kim, Eui Myoung · Lee, Yong Joo·Byun, In Sun

**Abstract**

This research dealt with the methodological procedures of ubiquitous sensor networks, applying to urban ground facilities. Recently Korean government established a guide, "u-City IT Infra guide v1.0" when promoting u-City implement projects. This guide conceptually included general processes about u-City mainframe in overall, but its guidance could not lead the detailed procedures and methods for specific ground facility. Therefore, this research proposed the details of the procedure for the intelligence of facilities after reviewing the existing procedures for ubiquitous city. Newly proposed procedure for the intelligence of facilities was consisted of selection of facility and sensors for intelligence, setting a level for intelligence, and suggestion of service model for the selected facility.

Keywords : Ubiquitous Sensor Network(USN), Urban Ground Facility, Geographic Information System, Ubiquitous City, Facility Management, Intelligence Level, Service Model, Real-Time

**초 록**

본 연구는 도시 지상시설물에 첨단 유비쿼터스 센서네트워크 기술을 적용하기 위한 수행 절차와 방법을 다루고 있다. 최근 들어 정부는 u-City 구축사업을 추진함에 있어 그 절차와 방법을 참고할 있는 “u-City IT 인프라 가이드 V1.0”을 제시하였다. 그러나 이는 u-City구축 기본골격에 관한 전반적인 추진 절차를 다루고 있어 u-City 기반시설물의 지능화 과정으로 볼 수 있는 대상시설물별 센서 및 서비스의 제공에 관한 세부적인 절차와 방법을 참고하기가 쉽지 않다. 이에 본 연구를 통해 도시 지상시설물을 보다 지능적이고 능동적으로 관리할 수 있는 USN기반 지상시설물의 세부적인 구축절차와 그에 따른 서비스 모델을 제시함으로써 향후 추진되는 u-City 구축 사업의 수행에 기여하고자 한다.

핵심어 : 유비쿼터스센서네트워크(USN), 도시지상시설물, 지리정보체계, 유비쿼터스도시, 시설물관리, 지능형레벨, 서비스모델, 실시간

## 1. 서 론

21세기에 들어와서 우리나라의 발전된 IT 환경을 바탕으로 도시를 획기적으로 변화 시킬 수 있는 u-City개념이 출현하였다. u-City는 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 유비쿼터스 도시기술 및 유비쿼터스 도시기반시설 등을 활용하여 언제 어디서나 유비쿼터스 도시서비스를 제공하는 도시이다. 이를 위해서는 u-City 공간에 존재하는 기반시설물의 지능화 작업이 필수적이다.

국내외적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 기술을 다양한 분야에 적용하기 위한 각종 연구와 사업이 진행되고 있고, 이를 실용화하기 위한 핵심기술 개발에 박차를 가하

1) 정회원・삼성SDS 정보기술연구소 U-City추진단・책임(E-mail:jseok.jeong@samsung.com)
2) 연결저자・정회원・남서울대학교 지리정보공학과 전임강사(E-mail:kemyoung@nsu.ac.kr)
3) 정회원・삼성SDS 정보기술연구소 U-City추진단・수석(E-mail:yj0916.lee@samsung.com)
4) 정회원・삼성SDS 정보기술연구소 U-City추진단・선임(E-mail:insun.byun@samsung.com)

고 있다(Liu 등, 2003; Sazonov 등, 2004).

시설물 지능화 관련 기존 연구사례를 살펴보면, 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. 김의명 등(2006a, 2006b)은 지자체에서 관리하고 있는 가로수에 RFID 태그를 부착하고 이를 무선통신, GIS 등과 연계하여 서비스하는 모델과 시스템을 개발한 연구가 수행되었다. 그러나 이러한 연구는 능동적 센서가 아닌 수동적 센서를 이용한 연구의 한계성이 있다.

2006년부터 국토해양부는 「첨단도시개발사업」을 건설교통기술혁신로드맵(VC-10)에 포함시켜 「지능형국토정보기술혁신사업」과 「u-Eco City 사업」 등 대형 R&D과제를 진행하고 있고, 동시에 화성, 동탄, 판교 등 이미 대부분의 지자체에서는 도시발전 전략으로 u-City를 추진하거나 계획하고 있다.

u-City가 구현되기 위해서는 기본적으로 도시공간에 존재하는 다양한 시설물들이 환경에 맞게 지능화될 필요가 있다. 그러나 현재까지 추진되고 있는 u-City는 행정, 교육, 의료, 방범, 방재, 교통, 환경, 물류 등 도시 생활에 필요한 모든 분야에 유비쿼터스 기술을 융합하여 u-행정, u-교육, u-의료, u-방범 등으로 발전시켜나가고 있으나, 실제 시민의 안전과 편리를 가장 가까이에서 제공하는 도시시설물의 지능화(u-시설물)부분에는 구체적인 실현계획이 미흡한 실정이다.

u-City 구축 및 시설물 지능화 절차에 관한 연구를 살펴보면, 한국정보사회진흥원(2008b)은 「u-City 인프라 구축 가이드라인 및 인증방안 연구」를 통하여 “u-City IT인프라 가이드라인 V1.0”을 제시하였다. 그리고 “지능형 도시 관리를 위한 지상시설물 분류 및 분석”을 통하여 도시 지상시설물을 보다 지능적이고 능동적으로 관리하기 위해 첨단 유비쿼터스 센서네트워크 기술을 도입함에 있어 가장 기본이 되는 시설물 분류체계와 그에 대한 분석 연구를 수행하였다(남상관 등, 2008; 정진석 등, 2008).

u-City IT인프라 가이드라인 V1.0은 u-City를 갖출 수 있는 기본골격에 관한 전반적인 추진 절차를 다루고 있다. 그러나 u-City 기반시설물의 지능화 과정으로 볼 수 있는 대상시설물별 센서 및 서비스의 제공에 관한 세부적인 절차와 방법을 참고하기가 쉽지 않다. 그리고 지능형 도시 관리를 위한 지상시설물 분류 및 분석은 기존 도시에서 관리하고 있는 지상 시설물들의 주요 관리특성을 도출하고, 이를 체계적으로 분류 및 분석하였으나, u-City를 추진하는 관계기관이 참고하기에는 다소 그 절차와 방법이 구체적으로 정립되지 못한 한계점이 있다.

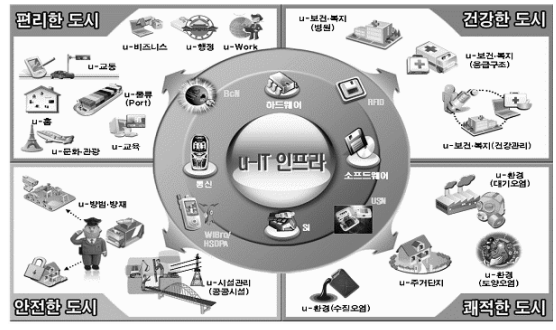
이에 본 연구는 기존에 추진되고 있는 u-City 구축사업과 지능형국토정보기술혁신사업의 성과를 토대로 u-City 또는 도시 기반시설물 지능화사업에 적용할 수 있도록 USN 기반의 지상시설물 관리를 위한 추진절차와 USN 기반 지상시설물 서비스 모델(안)을 제시하였다.

## 2. u-City 구축절차

### 2.1 u-City의 개념

u-City란 그림 1의 u-City 개념도에 나타나 있듯이 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 유비쿼터스 도시기술을 활용하여 건설된 유비쿼터스 도시기반시설 등을 통하여 언제 어디서나 유비쿼터스 도시서비스를 제공하는 도시를 말한다(한국정보사회진흥원, 2008b).

여기서, 유비쿼터스 도시기반시설(u-City 인프라)이란 도시 기반시설 또는 공공시설에 건설·정보통신 융합기술을 적용하여 지능화된 시설이나, 초고속정보통신망, 광대역통합정보통신망, 기타 대통령령으로 정하는 정보통신망, 또는 유비쿼터스 도시의 관리에 관한 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 의미한다. 특히 도시의 기반시설과 공공시설 등은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 명시하고 있으며 초고속정보통신망과 광대역통합정보통




***출처 : 한국정보사회진흥원(2008b). u-City IT 인프라 구축 가이드라인 V1.0, 3쪽**

**그림 1. u-City 개념도**

**표 1. 지자체의 u-City 구축사업 추진현황 및 계획**

| 구분 | 광역자치단체 | 기초자치단체 |
|---|---|---|
| 현재 추진중 (38) | 특별・광역시 전체(7), 강원, 경북, 충북, 충남(도 4) | 강릉, 경산, 구미, 고양, 공주, 광명, 김포, 동두천, 마산, 부여, 성남, 수원, 아산, 연기(세종시), 용인, 용평, 익산, 제주, 정읍, 창원, 충주, 통영, 평창, 평택, 파주, 하동, 화성(27) |
| 추진예정 (46) | 특별·광역시 전체(7), 강원, 경남, 경북, 전북, 충남(도 5) | 고양, 과천, 공주, 광명, 군포, 김포, 김해, 남양주, 마산, 삼척, 성남, 수원, 순창, 속초, 아산, 안산, 양양, 양주, 오산, 완주, 용인, 원주, 의정부, 익산, 정읍, 제주, 청주, 춘천, 충주, 통영, 파주, 평택, 포천, 화성(34) |

***출처 : 한국정보사회진흥원. 2008a. IT정책연구시리즈 제3호-2008년도 u-City 추진현황과 과제. 2쪽**

신망은 정보화촉진기본법에 상세히 기술되어 있고 이러한 시설물의 지능화를 위해서는 센서망, 통신망, 운영센터가 모두 필요하다(국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 제6조 및 제13조).

유비쿼터스 도시기술(u-City 기술)이란 유비쿼터스 도시기반시설을 건설하여 유비쿼터스 도시서비스를 제공하기 위한 건설・정보통신 융합기술과 정보통신기술을 말한다. '유비쿼터스 도시서비스(u-City 서비스)'란 유비쿼터스 도시기반시설 등을 통하여 행정・교통・복지・환경・방재 등 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스로서 대통령령으로 정하는 서비스를 말한다.

### 2.2 국내 u-City 추진현황

우리나라는 기존 도시들의 불균형적인 발전으로 발생하는 도시문제를 해결하기 위하여 u-City라는 새로운 도시의 개념을 적용하고 있다. 광역자치단체를 중심으로 이미 추진되고 있는 지역은 11개에 이르고, 기초자치단체도 27개에 이른다. 그리고 향후 추진계획인 기관도 광역자치단체와 기초자치단체를 포함해 46개에 이른다(한국정보사회진흥원, 2008a). 표 1은 u-City 구축사업을 추진하거나 계획하고 있는 지자체의 u-City 구축사업 현황이다.

여기서, 신도시 개발을 위해 추진 중인 u-City 사업들을 먼저 살펴보면, 30만 이상의 큰 도시를 개발하는 사업은 인천경제자유구역, 광교, 그리고 행정중심복합도시로 이 3개의 도시는 특화사업, 환경, 육성에 중점을 두고 진행되는 대규모 사업으로, IT인프라 구성부터 진행되는 최첨단 정보화도시, 유비쿼터스 환경을 구축하는 사업으로 짧게는 7년에서 30년의 개발 계획을 가지고 있다.

새로운 도시를 구성하는 도시 중 파주 운정, 화성 동탄, 용인 흥덕은 타운 정도가 인구 10만 미만의 도시를 개발하는 도시 생활서비스 중심의 유비쿼터스 환경을 개발하는 사업으로 추진되고 있다. 부산을 포함한 그외 도시는 신도시 개발에 u-City를 접목하는 접근방식과는 달리 기존에 개발된 도시에 투자된 인프라 부분에서 효율성과 효과적인 관리를 위하여 u-City 개념을 도입하여 도시의 혁신을 위한 사업으로 추진하고 있다.

표 2와 같이 국내에는 기 축적된 IT기술을 활용하여 여러 기관에서 다양한 방식으로 u-서비스를 도시에 적용하고자 노력하고 있다. 그러나 현재까지 계획된 u-서비스는 행정, 교육, 의료, 방범, 방재, 교통, 환경, 물류 등에 적용되는 서비스이며, 실제 시민의 안전과 편리를 가장 가까이에서 제공하는 도시 시설물의 지능화(u-시설물)부분에는 구체적인 실현계획이 미흡한 실정이다.

국내의 u-City 사례분석을 통해서 지역마다 도시의 특성 및 u-City 서비스의 목표가 조금씩 다르지만 기본적으로 도시공간을 이루는 기반 시설물에는 큰 차이가 없다. 따라서 다양하게 추진되는 u-City사업을 보다 체계적으로 추진하고 그 성과를 극대화시키기 위해서는 기반시설물에 관한 지능화 절차를 구체적으로 마련할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 u-City 구축절차의 분석을 통해서 도시시설물의 지능화를 위한 구체적인 절차를 수립하였다.

### 2.3 u-City 구축절차 분석

u-City IT인프라 가이드라인 V1.0에서의 u-City 구축절차는 총 7단계로 구성된다. u-City 구축의 단계적 추진절차와 그에 따른 세부 내용은 그림 2와 같다.

제1단계의 u-City기본계획은 도시전체를 대상으로 수립하는 계획으로 경제, 사회, 문화, 교육, 지방행정제도 등의 분야에 대한 유비쿼터스 정보화와 u-인프라 구축 및 고도화를 계획적으로 추진하기 위한 도시혁신계획이다. 제2단계의 u-City개발계획은 건설을 수반하는 개발구역(재개발 구역)이거나 IT 리모델링(일부 서비스 도입을 위한 시설 개보수 포함)을 추진하는 구역에 대해 사업시행

**표 2. 지자체별 u-City 서비스 내용**

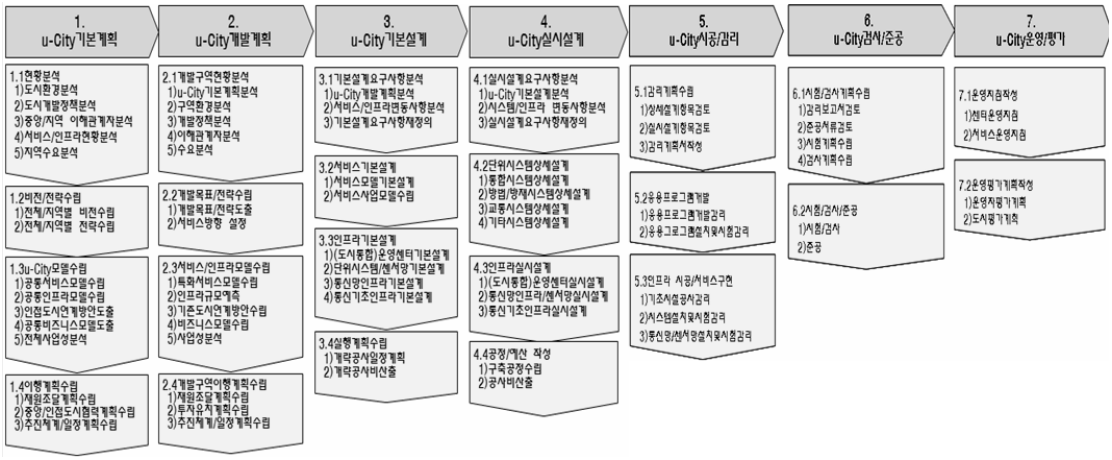
| 도시 | 구분 | 내용 |
|---|---|---|
| 서울 (DMC) | 특징 | IT 복합단지 구축 |
| | 서비스 | 방송, 게임, 영화/에니메이션, 음반, 디지털교육 등 |
| 부산 | 특징 | 해양조선 산업 특화 및 국제자유도시 추진 |
| | 서비스 | 화물정보실시간 제공, 컨벤션(국제회의/관광/통역), 트래픽(교통정보), 오토모티브(생산개발 및 공급관리) |
| 제주 | 특징 | 글로벌 사업과 연구개발 거점 조성, 바이오, 관광, 교통, 문화 산업 육성 |
| | 서비스 | 교통, 박물관, 공원, 쿠폰(Coupon), 컨버전스 등 |
| 수원 광교 | 특징 | 주민 생활편리 및 공공·사회부문 서비스 편의성 증대, 나노기술, 생명공학기술, 연구개발 클러스터 조성 |
| | 서비스 | 교통정보, 위치추적, 도시정보, 홈네트워크(원격검침, 전자민원, 원격진료 등) 등 |
| 성남 판교 | 특징 | 환경친화적 도시 조성과 대중교통 중심의 교통체계 수립 |
| 용인 흥덕 | 특징 | 도시정보운영센터를 이용한 공공정보 서비스의 제공 |
| | 서비스 | 방범, 방재, 원격검침, 원격의료, 시설물관리, 생활안전 등 |
| 화성 동탄 | 특징 | 첨단 IT 기술이 총동원된 u-City 구현 |
| 파주 운정 | 특징 | 환경친화, 첨단자족 및 지역특성 도시 구현 |
| | 서비스 | 공공(교통, 안전, 예방, 건강, 포털, UIS), 생활(가정, 교육, 보안, 건물, 사무실), 체험(모바일 포털, 체험관, 광대역통합망, 와이브로) 등 |
| 인천 송도 | 특징 | 동북아시아의 비즈니스 허브 구축, 첨단 지식 기반 산업 육성 |
| | 서비스 | 교통, 방재, 의료, 교육, 행정, 물류, 유통 등 |
| 대전광역시 | 특징 | 행정, 소방·재난관리시스템 등 도시종합정보 시스템 구축 |
| 충북 | 특징 | U-충북의 전 단계로 u-오송, 각종 시설물에 대한 3D GIS 구축, u 클러스터 조성 등 |
| 충남 | 특징 | 세계적 디스플레이산업의 메카! 충남 구축 |
| | 서비스 | 헬스, 행정, 교육, 지능형 주거, 환경모니터링, 교통, 시설물관리, 재난관리 등 |
| 아산 | 특징 | 디지털 디스플레이, 첨단문화 산업 등을 강화한 산업혁신도시를 구축 |
| 전주 | 특징 | u-문화, u-관광안내, 디지털 영상산업 활성화 |
| | 서비스 | 문화, 관광, 교통, 주거, 환경, 행정 등 |
| 광주 | 특징 | 국내 최고 수준의 디지털 공동체 건설 |
| | 서비스 | 안전정보복지, 디지털전시, 열람 등 |
| 전남 | 특징 | 인구 50만 명 규모의 복합레저도시와 서남해안에 건설된 기업도시의 연계 조성 |
| 경북 | 특징 | RFID를 활용하여 특산물 유통구조 개선 |
| | 서비스 | 문화관광, 교통, 환경, 가정, 농업 등 |
| 대구 | 특징 | u-테스트베드 구축 및 u-산업 육성 |
| 오송 | 특징 | u-Bio 지능형 도시 및 미래형 생명과학단지 조성 |
| 강남구 | 특징 | u-강남 ISP수립완료, u-스마트 비전(u포털, u행정, u문화, u복지, u환경, u유통)제시 |
| 창원시 | 특징 | u-행정, u-생활정보화 추진 및 u-도시정보화 전략 마련 |

***출처 : 한국u-City 협회(2007). 지자체별 u-City 추진 현황; 곽진 · 고웅 · 이동범(2008). u-City 서비스 기술 및 국내외 추진현황. 19쪽**

자가 수립하는 도시혁신계획으로 정의한다.

제3단계의 u-City기본설계는 1단계에서 정해진 전체 목표와 2단계에서 정해진 개발구역의 서비스 및 인프라 목표에 대해 구체적인 계획을 수립하는 단계이다. 제4단계의 u-City실시설계는 3단계에서 정해진 공사발주 규격에 따라 시공자가 선정되면 해당시공자가 공사 또는 응용소프트웨어 개발에 필요한 계획을 수립하는 단계이다. 제5단계의 u-City시공/감리 단계는 4단계의 실시설계(소프트웨어 상세설계)를 기반으로 소프트웨어를 개발하고, 시설공사를 수행하는 것에 대해 감리를 진행하는 단계이다.

제6단계의 u-City검사/준공은 5단계의 시설공사 및 응용소프트웨어의 적용이 끝나면 수량, 제품 기능, 작동 수




*출처 : 한국정보사회진흥원(2008). u-City IT 인프라 구축 가이드라인 V1.0, 13쪽

그림 2. u-City 구축절차

그림 3. USN기반 지상시설물 통합관리 서비스 구현절차(안)

준 등에 대한 검사와 시험을 동반한 준공 절차를 수행하게 된다. 마지막으로 제7단계의 u-City운영/평가 단계는 6단계에서 인수받은 시설을 이용하여 서비스를 제공하는 단계이다.

이와 같이 u-City IT 인프라 구축 가이드라인은 u-City의 서비스와 IT인프라를 계획, 설계, 구축하기 위한 u-City 추진 단계와, IT 인프라에 대한 개념 및 인프라 구축시 고려사항 등을 제시하여 u-City 추진 주체의 담당자가 u-City를 기획하고 사업을 발주 및 관리하는데 참고할 수 있도록 하고 있다. 그러나 u-City IT 인프라 구축 가이드라인은 실제 도시공간에 존재하는 구축대상 시설물의 지능화부문에 있어서는 세부적인 절차나 방법에 관한 내용은 다루고 있지 않다.

이에 따라 u-City 기반시설물의 지능화를 위해서는 어떤 시설물을 대상으로 어떤 센서를 적용하고, 어떤 서비스를 제공할 것인지에 관한 세부적인 절차와 방법이 필요하고, 그에 따른 서비스 모델이 정립될 필요가 있다.

## 3. USN 기반 지상시설물 통합관리 서비스 구현절차

시설물의 지능화를 위해서는 어떤 대상 시설물에 어떤 내용으로 어떻게 센서를 설치하고, 시스템화 하여 관리할 것인가에 대한 표준화된 업무처리과정을 거쳐야 한다. 본

**그림 4. 대상 시설물 선정 절차**

**그림 5. 적용 가능 센서 선정 절차**

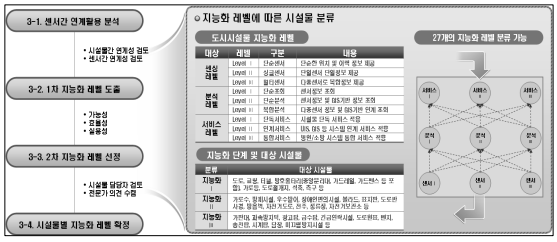



**그림 6. 지능화 레벨 선정 절차**

연구에서는 지능형국토정보기술혁신사업의 3핵심과제인 도시 시설물 지능화 연구수행을 통해 도출된 성과를 토대로 USN 기반의 지상시설물 통합관리 서비스 구현을 위한 절차(안)를 그림 3과 같이 제시하였다.

USN 기반 지상시설물 통합관리 서비스 구현 절차는 크게 지상시설물 분석 및 유형화 단계와 지능형 지상시설물 모델 도출 및 구현 단계로 나뉠 수 있다. 지상시설물 분석 및 유형화 단계는 대상시설물 선정부문, 적용 가능 센서 선정부문, 지능화 레벨 선정부문 등이 진행되고, 지상시설물 모델 도출 및 구현 단계는 앞 단계를 통해 도출된 성과를 토대로 서비스 모델을 선정하는 부문과 시스템 설계 및 구현부문 등이 진행된다.

### 3.1 대상 시설물 선정

대상 시설물 선정부문에서는 지역적 특성을 고려하여 우선 지능화가 필요한 대상 지상시설물을 선정하는 과정으로 세부적인 내용은 다음과 같다. 첫째, 우선 시설물에 관한 법, 지침, 구축사례 등을 토대로 시설물에 관한 목록 즉 1차 대상시설물을 도출한다.

둘째, 1차 대상시설물에 대하여 시설물 지능화에 따른 파급효과와 실용화 가능성 그리고 개발 가능성 등을 고려하여 2차 대상시설물 선정한다. 셋째, 2차 대상시설물을 대상으로 실제 대상시설물을 관리 및 운영하는 담당자나 전문가의 의견을 수렴하여 지능형 대상 시설물을 확정한다. 그림 4는 대상 시설물의 선정 절차와 이를 토대로 도출한 지능형 대상 시설물을 나타낸다.

### 3.2 적용 가능 센서 선정

적용 가능 센서 선정부문에서는 확정된 시설물의 기능과 서비스를 고려하여 우선적으로 적용 가능한 센서를 선정하는 과정으로 세부적인 내용은 다음과 같다.

첫째, 국내외의 USN기술 관련 동향이나 현황을 분석하고, 이를 토대로 센서의 목록과 기능을 정의하여 1차 적용 가능 센서를 도출한다. 여기서 지능형 센서란 외부 환경변화에 따라 반응할 수 있는 스마트 재료를 이용하여 만든 센서를 의미한다. 스마트 재료는 기존의 재료들이 단지 주어진 환경변화를 수동적으로 반응 한다는 한계를 넘어서 생물체처럼 환경에 반응한다는 점에서 시설물 관리부분 뿐만 아니라 다양한 분야에 그 활용도가 높을 것으로 기대된다(김훈 등, 2008).

둘째, 1차 적용 가능 센서에 대하여 센서의 안전성과 경제성 그리고 호환성 등을 고려하여 2차 적용 가능 센서를 선정한다. 지능형센서의 종류로는 자세를 관측할 수 있는 관성관측센서(가속도센서), 거리를 관측할 수 있는 초음파센서, 시각센서, 촉각센서, 청각센서, 습도센서, 온도센서, 압력센서, 가스센서, 경사센서, 소음센서, 변형률계, 변위계, 침하계, 응력계, 수위센서, 풍향-풍속계 등 아주 다양하다(Tsujita 등, 2005). 지능형센서는 지상시설물의 상태가 변화되는 정보를 제공할 수 있으며 활용목적에 맞는 적합한 센서를 선택하는 것이 중요하다.

셋째, 2차 적용 가능 센서를 대상으로 센서관련 전문가 의견 수렴과 제품 수급의 가능성 등을 검토하여 최종 시설물에 적용 가능한 센서를 확정한다. 그림 5는 적용 가능 센서의 선정 절차와 이를 토대로 도출한 센서를 나타내고 있다.

### 3.3 지능화 레벨 선정

지능화 레벨 선정부문에서는 타 시설물에 설치될 센서의 연계활용을 고려하여 지능화 레벨을 선정하는 과정으

로 세부적인 내용은 다음과 같다. 첫째, 우선 지능화 레벨을 분류하기 위하여 시설물 및 센서간의 연계성에 관한 검토를 토대로 1차 지능화 레벨을 도출한다.

둘째, 1차 지능화 레벨에 대하여 시설물의 지능화에 따른 가능성과 효과성 그리고 실용성 등을 고려하여 2차 지능화 레벨을 선정한다. 셋째, 2차 지능화 레벨을 대상으로 실제 대상시설물을 관리 및 운영하는 담당자나 전문가의 의견을 수렴하여 시설물별 지능화 레벨을 확정한다. 그림 6은 대상 시설물의 선정 절차와 이를 토대로 도출한 지능형 대상 시설물을 나타낸다.

본 연구에서 수행된 지능화 레벨 선정 과정에 대하여 보다 구체적으로 기술하면, 우선 센싱 레벨을 표 3과 같이 지상시설물에 적용 가능한 센서정보를 분석하여 시설물에 의해 직·간접적으로 발생되는 어떤 정보를 파악할 것인가를 설정하였다. 그리고 시설물에 대한 간단한 정보의 기록 및 검색, 단일한 지능형센서를 이용하는 단계, 다중센서를 활용하는 단계의 3단계로 센싱 레벨을 분류하였다. 또한 시설물에 대한 분석기능은 위치정보 및 속성

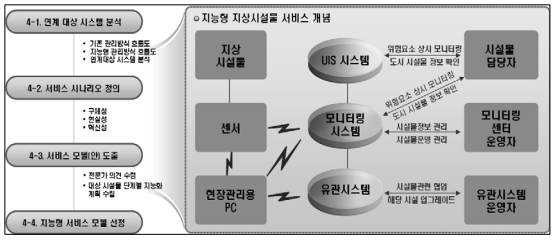



**그림 7. 서비스 모델 선정 절차**

정보의 조회에서 부터, 공간분석 및 DB분석, 상황인식을 하는 단계에 이르기까지 다양하며 이들 단계에 따라 분석레벨을 3단계로 분류하였다.

서비스레벨은 정보시스템의 구현을 통해서 사용자, 관리자, 현장작업자 등에게 어떠한 단계까지 서비스를 할 것인가를 나타내며 기존에 많이 이루어졌던 도시정보체계, 시설물관리체계 등과 같이 시설물을 기반으로 하는 정보서비스에 초점을 두는 경우는 단독서비스로 분류하였고, 이를 좀 더 발전시켜 지능형센서를 기반으로 실시간 모니터링 기능을 서비스하는 단계를 복합서비스 단계로 분류하였고 시설물의 모니터링 기능뿐만 아니라 타 정보체계와 연계할 수 있는 단계까지 기능구현을 할 경우 이를 연계서비스 단계로 구분하였다(정진석 등, 2008).

USN 기반의 지상시설물 통합관리 서비스 구현절차에서 언급했듯이 지상시설물에 적용 가능한 센서정보의 파악과 더불어 센싱레벨, 분석레벨, 서비스레벨 등을 고려한 지능화레벨의 설정 또한 중요하다.

### 3.4 서비스 모델 선정

그림 7은 서비스 모델 선정 절차를 나타내고 있으며 세부적인 내용은 다음과 같다. 첫째, 우선 기존 시설물에 대하여 관리방식과 지능형 관리방식 그리고 연계대상 시스템을 검토하여 서비스 시나리오를 정의한다. 둘째, 앞에서 정의된 서비스 시나리오를 토대로 시설물 지능화에 따른 구체성, 현실성, 혁신성 등을 고려하여 서비스 모델을 도출한다.

셋째, 도출된 서비스를 모델을 토대로 전문가의 의견을

**표 3. 시설물의 센싱레벨, 분석레벨, 서비스레벨**

| 대상 | 레벨 | 구분 | 내용 |
|---|---|---|---|
| 센싱 레벨 | 레벨 I | 단순센서 | 시설물에 대한 정보의 기록 및 검색을 목적으로 센싱하는 단계(예 : RFID) |
| | 레벨 II | 싱글센서 | 단일한 지능형센서를 이용하는 단계 |
| | 레벨 III | 멀티센서 | 영상센서와 거리를 관측할 수 있는 초음파센서와 같이 다중센서를 이용하는 단계 |
| 분석 레벨 | 레벨 I | 단순조회 | 시설물의 위치정보 및 속성정보의 조회 등 단순 조회 기능구현 단계 |
| | 레벨 II | 단순분석 | 시설물의 정보조회 및 이력 등을 통해서 간단한 공간분석 또는 DB분석을 수행하는 단계 |
| | 레벨 III | 복합분석 | 지능형센서정보를 기반으로 시설물에 대한 상황을 인지하여 복합적으로 분석하는 단계 |
| 서비스 레벨 | 레벨 I | 단독서비스 | 도시정보체계, 시설물관리체계 등과 같이 단일한 서비스 개발을 수행하는 단계 |
| | 레벨 II | 복합서비스 | 시설물에 발생하는 지능형정보를 실시간으로 모니터링 하는 기능을 서비스하는 단계 |
| | 레벨 III | 연계서비스 | 시설물의 모니터링, 민원 및 현장업무 등의 지원 뿐만 아니라 지하시설물 관리시스템과 같은 타 시스템과 연계할 수 있는 통합정보체계를 구축하는 단계 |

수렴하고, 대상 시설물 단계별 지능화 계획을 수립하여 지능형 서비스 모델을 제시한다.

## 4. USN 기반 지상시설물 통합관리 서비스 모델(안)

### 4.1 서비스의 개념과 시나리오

지능형 지상시설물 관리 서비스의 개념은 도시 지상시설물에 USN 기술 및 3차원 GIS 기술을 도입하여 시설물 또는 환경에 의한 고장, 사고, 위험 등에 효과적으로 대응하고, 실시간 원격 모니터링을 통하여 시설물 관련 업무의 편의성 제공 및 고도화된 대민 서비스를 제공한다는 것이다. 그림 7의 오른쪽 부분에는 지능형 지상시설물 관리 서비스의 개념도를 나타낸 것이다.

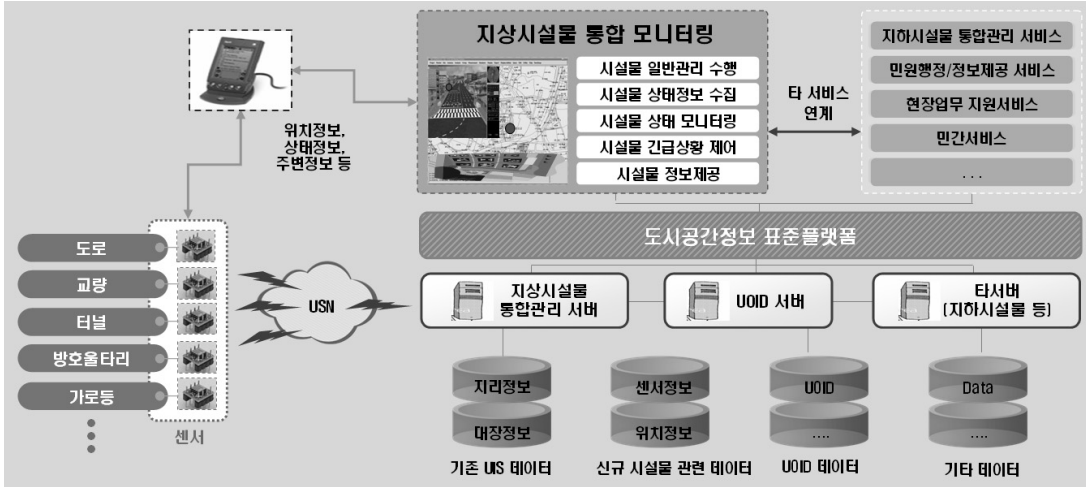
서비스의 정의는 UIS 기반 지상시설물 통합 관리와 센서를 통한 지상시설물 상태정보 감지 및 조치, 무선통신을 이용한 지상시설물 관리 현장업무 서비스 지원이다. 이를 위한 주요 기능은 센서 정보 인식 및 전송, 표현, 경보 기능과 UIS 등 시설물 관련 다양한 기존 시스템과의 연계 기능, 현장업무 지원 및 지상시설물 도면 연계 기능 등이 있다.

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 관리서버에

그림 8. 지능형 시설물 관리 서비스 시나리오

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

예로써, 그림 8에서 볼 수 있듯이 도로, 교량, 터널, 방호울타리, 가로등 등의 주요 기반시설물에 고장, 파손, 화재 등의 위험상황이나 기상의 변화 등이 발생하면, 시설물을 관리하고 있는 센서는 상황정보를 모니터링 시스템에 전송하고, 모니터링 시스템은 전송된 정보를 분석하여 위험상황을 시설물 담당자 또는 관련자에게 SMS 등을 통해 알린다. 모니터링 시스템에서는 기존의 UIS관리 기




*용어 : UOID(Urban Object IDentification ; 도시공간정보 객체식별자)

그림 9. USN 기반 지상시설물 통합 모니터링 서비스 모델(안)

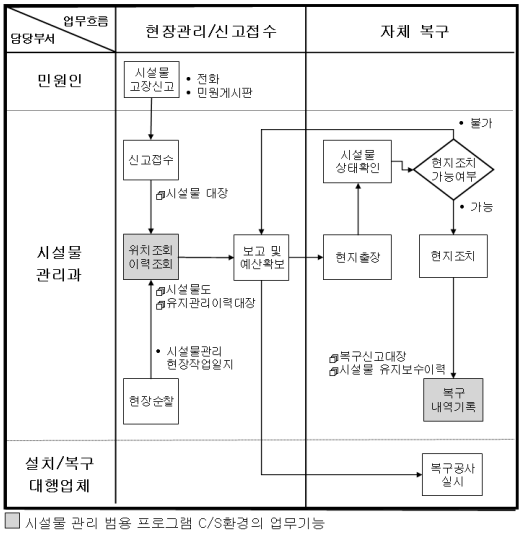



**그림 10. 기존 시설물 관리 업무 흐름도**

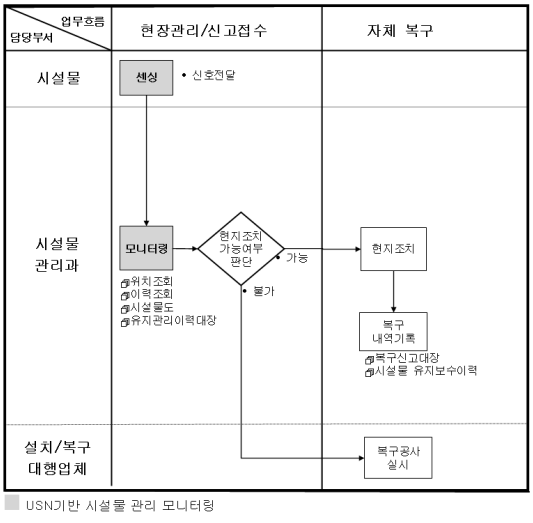



**그림 11. 지능형 시설물 관리 업무 흐름도**

능이 함께 제공됨으로서 시설물의 위치와 속성 정보도 볼 수 있다. 담당자 또는 관련자는 원격조정이 가능한 주변의 CCTV을 활용하여 실제 위험상황 정도를 확인하고, 필요시 사고대응 등 모니터링 시스템에 구현된 기능을 통하여 처리한다.

### 4.2 서비스 모델(안)

이상과 같이 본 연구는 앞에서 제시한 USN 기반의 지상시설물 통합관리 서비스 구현 절차에 따라 지상시설물 분석 및 유형화 단계를 수행하였으며, 이를 토대로 USN 기반 지상시설물 통합 모니터링 서비스 모델(안)을 그림 9와 같이 제시하였다.

USN 기반 지상시설물 통합 모니터링 서비스에서는 기존 UIS 시스템을 통한 지상시설물 관리절차가 그림 10에서 볼 수 있듯이 문제를 민원인이 파악하고 이를 시설물 관리자에게 접수하면 현장순찰 등을 통해서 위치 및 이력을 조회한 후 예산을 확보한 후에 시설물을 복구하거나 시설물의 문제에 대한 조치를 취한 후 복구내역을 관리하는 과정으로 이루어져 있다면, USN기반의 지상시설물 관리는 그림 11에서 볼 수 있듯이 도시의 지상시설물 관리에 USN 기술을 접목함으로써 체계적인 시설물관리 및 원격제어를 통한 신속한 현장대응으로 사용자에게 쾌적한 생활환경을 제공하는 것이다.

## 5. 결 론

본 연구는 첨단 유비쿼터스 기술을 지상 시설물 관리 지능화 분야에 적용하기 위한 세부적인 추진절차와 그에 따른 서비스 모델을 연구하였으며 도출된 결론은 다음과 같다.

USN 기반 지상시설물 통합관리 서비스 구현 절차는 크게 대상시설물 선정, 사용가능한 센서선정, 지능화레벨 선정, 서비스모델 선정, 시스템설계 및 구현의 5단계로 이루어지며, 각 단계별로 거쳐야 될 주요활동들에 대해서 기술하였다. 특히, 제시된 추진절차에 따라 지상시설물에 접목할 수 있는 센서의 종류를 조사하고 이를 토대로 센싱레벨, 분석레벨, 서비스레벨을 분류하고 지상시설물의 지능화단계를 설정하였다.

서비스 모델을 도출하기 위해서 서비스의 개념과 정의 그리고 기능 등을 정립하였으며, 기존의 지상시설물 관리 흐름과 USN 기반으로 지상시설물 관리를 수행하게 될 경우 변화되는 업무흐름을 제시하였다. 특히, 대상 시설물로 선정된 터널 및 지하차도, 교량, 고가도로, 방호울타리, 가로등, 도로에 대해서 USN 기반의 서비스 기능을 제공하기 위한 총괄적인 서비스 시나리오, 요구되는 센서 및 적용기술에 대해서 분석하였다. 분석된 서비스 시나리오는 USN기반의 지상시설물 통합관리 서비스 모델을 통해서 다양한 지상시설물이 실시간으로 위치정보 및 속성정보의 검색과 서비스가 제공될 수 있기 때문에 현장작업

자나 민원인의 도움 없이도 지속적으로 모니터링이 가능한 장점이 있다.

현재까지의 연구 결과를 기반으로 보다 많은 시설물에 대한 지능화 작업 수행과 더불어 각 시설물 그룹별로 USN모델 적용연구, SOA(Service Oriented Architecture) 기반 서비스모델 설계, 시스템 프로토타입 개발과 이를 테스트랩이나 테스트베드에 적용-검증하는 절차 등이 향후 추진되어야 할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형 국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(06국토정보C01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

곽진, 고웅, 이동범 (2008), u-City 서비스 기술 및 국내외 추진 현황, **정보통신연구진흥원 주간기술동향**, 통권 1351호, pp. 14-22.

김의명, 강민수, 이진영, 김병헌, 김호준, 김인현 (2006), 유비쿼터스 기술을 이용한 시설물관리-가로수를 중심으로, **한국지리정보학회지**, 제9권 제4호, pp. 105-118.

김의명, 이윤, 김성수, 김인현, 최영희 (2006), 무선인식과 지형공간정보체계를 이용한 효율적인 가로수관리, **한국지리정보학회지**, 제9권 제1호, pp. 137-148.

김해명, 김병국, 박인만, 성정곤 (2005), 유비쿼터스 환경에서의 시설물 관리를 위한 전자라이브러리 구축 방안 연구, **2005년 대한토목학회 정기학술대회논문집**, pp. 3619-3622.

김훈, 송한일, 김용수, 안승수 (2008), 특별기사-안전관리 기술과 첨단 센서의 융합, **대한토목학회지**, 제56권 제6호, pp. 19-24.

남상관, 최현상, 오윤석, 류승기 (2008), 지능형 도시 관리를 위한 지상시설물 분류 및 분석 연구, **한국지형공간정보학회지**, 제16권 제2호, pp. 23-29.

장복진, 이종국, 여운광 (2005), 유비쿼터스 기술을 이용한 수문계측 시스템 : 블루투스를 이용한 하천유속 측정용 부자의 개발, **2005년 대한토목학회 정기학술대회논문집**, pp. 838-842.

정진석, 김의명, 이용주, 남상관 (2008), USN 기반 지상시설물 관리를 위한 기초연구, **GIS 2008 공동춘계학술대회논문집**, pp. 519-523.

한국정보사회진흥원 (2008a), **IT정책연구시리즈 제3호-2008년도 u-City 추진현황과 과제**.

한국정보사회진흥원 (2008b), **u-City IT 인프라구축 가이드라인 V1.0**.

한국u-City협회 (2007), 지자체별 u-City 추진 현황.

Liu. D., Cheng, J., Law, K., Wiederhold, G. and Sriram, R. (2003), Engineering Information Service Infrastructure for Ubiquitous Computing, *ASCE Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol. 17, No. 4, pp. 219-229.

Sazonov, E., Jonoyan, K., and Jha, R. (2004), Wireless Intelligent Sensor Network for Autonomous Structural Health Monitoring. *Proc. of SPIE's 11th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials*, Mar. 14-18, 2004, San Diego, CA, pp. 5384-5394.

Tsujita W., Yoshino, A., Ishida, H., and Moriizumi, T. (2005), Gas Sensor Network for Air-pollution Monitoring, *Sensors and Actuators*, B110, pp. 304-311.

(접수일 2008. 7. 22, 심사일 2008. 7. 31, 심사완료일 2008. 8. 12)