

# U- 시설물 방재 네트워크 시스템



김 훈  
한국시설안전공단 네트워크연구단 단장  
khun@kistec.or.kr

## 1. 서론

유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률이 2010년 12월 부터 시행하게 됨에 따라 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 행정/교통/복지/환경/방재 등의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 건설과 정보통신 융합의 기술이 발전될 전망으로, 택지개발사업, 도시개발사업 등에 적용될 예정이다.

정보통신분야는 블루오션 산업으로, 2009년 삼성경제연구소의 왜? Smart SOC (=정보통신기술 + Infra = New Infra)가 미래의 트렌드가 될 수 밖에 없나? 라는 보고서에서 5대 Smart SOC Main Issue ( Smart Health, Smart Grid, Smart Eco, Smart Traffic, Smart EDU)를 선정하여 『여러 정보들을 센서 등으로 디지털화하여 수집하고 그 각각의 결과를 상호 연결하여 실

시간으로 분석, 예측하여 스스로 최적의 대응을 하는 인프라이다. 이는 인간의 직접적인 제어가 없어도 자율적으로 인지하고, 처리하는 맞춤형 서비스로 쌍방향적으로 운영된다. 또한 사전에 문제의 소지를 사전에 제거함으로써 명시적인 요구가 없어도 해결책을 제시하여 대응한다』라고 정의하였는데, 상기의 5대 이슈 속에는 U-City의 Smart Infrastructure가 근간을 이루고 있다.

향후의 Smart Infrastructure는 안전하고, 유지관리가 용이하면서도 방재기능이 높은 시설물이 요구될 전망으로 이를 충족하는 Smart 기능을 가지고 있어야 할 것이다.

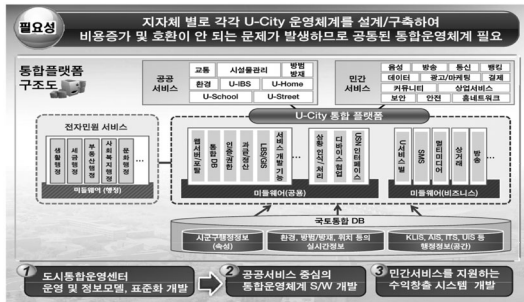
그림1. 과 같이 “국토해양부 미래도시 비전 2020”에서는 경쟁력 있는 활력도시, 편리한 생활도시, 매력적인 문화도시 그리고 깨끗한 녹색도시를 4대 목표로 잡고 있으며, 그림2. 는 한국토지주택공사 U - Eco City 사업단에



〈그림 1〉 국토해양부 미래도시 비전 2020



〈그림 2〉 U- Eco City 개념 (LH 공사)



〈그림 3〉 U- Eco 통합플랫폼(안) (LH 공사)

서 추진하고 있는 U - Eco City 개념은 “유비쿼터스 기술과 생태기술을 도시공간에 융·복합하여 다양한 서비스를 제공하고, 창의적인 도시가치를 창출하는 미래형 첨단친환경도시” 라고 정의하고 있다.

개념도에서 보는바와 같이 지능화된 도시기반을 정보를 통합운영센터에서 관제하고, 가공하여 언제, 어디서나 수요자에게 필요한 서비스를 제공하는 도시를 만들고자 하는 것이다.

## 2. u - Eco City 의 구성

인천 송도 u - City의 기본구상은 u - IT 인프라 (BcN, RFID, USN, Wibro, HSDPA, W-Lam) 기반하에 편리한 도시( u - 교통, u - business, u - 행정, u - Home), 건강한 도시( u - Health(병원, 응급구조, 건강관리), 안전한 도시( u - 방범, 방재, u - 시설물관리) 및 쾌적한 도시( u - 환경(대기오염, 토양오염,수질오염), u - 주거단지)이다.

이러한, 다양한 기능을 구현하는 u - IT 인프라는 IP 기반의 유무선 통합망 구축이 되어야 하며, u - 인프라, u - 서비스 및 통합플랫폼에 대한 네트워크 표준화가 마련 되어야 한다. 그림 3.은 U - Eco 통합플랫폼(안)이다.

네트워크의 표준화는 다음과 같은 6가지 사항을 고려해야 한다

- 확장성 : 시설물 대상이 확산될 경우, 성능유지와 첨단센서 기반의 안전관리시스템 개발/판정/기준의 지속적인 Upgrade
- 다중화 : 안전도 분석 현장 제어와 동시에 통합운영센터에서도 제어가 가능해야 함
- On-line : 정보공유가 필요한 타 운영시스템과 연계 운영이 가능한 복합적인 의사결정이 가능한 시스템
- Real-time : 정보의 신속성은 문제 발생시, 재난/재해 발생시 예방 및 대처하는 시간에 의해 피해의 정도를 줄일 수 있는 것으로 수초 ~ 몇분 이내에 이루어져야 함
- 보안성 : 악의의 사용자, 침입자로부터 정보의 보호와 시스템의 안정을 위해 인증과 권한에 대한 범위가 정해져야 함.
- 상황전파 : 사고시 조기경보/신속대응의 상황보고, 전파자동화 등의 다양한 서비스 ( CCTV, 스마트폰, SMS, MMS, 전광판 등) 제공

앞에서 언급한바와 같이, 통합플랫폼에서의 편리한 도시( u - 교통, u - business, u - 행정, u - Home), 건강한 도시( u -

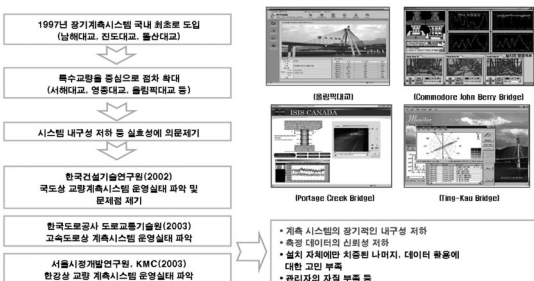


(그림 4) 센서를 통한 자료수집, 전송과 DB 통합관리 플랫폼 구성도

Health(병원, 응급구조, 건강관리) 기능은 상용화된 포털 사이트에서 제공하는 각종 서비스를 활용하는 것과 U - Eco City 별로 특성화된 센서를 통한 서비스 기반을 구축해야만 서비스는 안전한 도시 (u - 방법, 방재, u - 시설물관리) 및 쾌적한 도시(u - 환경(대기오염, 토양오염, 수질오염), u - 주거단지)으로 구분할 수 있는데, 이의 센서를 통한 자료수집, 전송과 DB 통합관리 플랫폼의 Process 구성도는 그림4,와 같다.

### 3. 센서를 통한 구조물 계측

국내의 센서와 데이터 로거와 관련 S/W 기술력은 국가의 경제규모 및 위상에 비해 매우 낙후되어 있는 분야로, 1997년 남해대교, 진도대교, 돌산대교 등에 장기계측시스템을 구축하면서 전기식, 전자식 외국산에 의존하고 정교하지 못한 설치, 초기값 설정 미흡 및 데이터 로거 매뉴얼 미숙지 등으로 인하여 계측시스템의 장기적인 내구성 저하, 측정데이터의 신뢰성 저하, 설치에만 치중한 나머지



(그림 5) 기존 교량의 계측시스템의 현황



(그림 6) 기존 교량의 계측시스템의 현황

데이터 활용의 미흡 및 관리자의 자질 부족 등으로 인하여 예산을 투입한 만큼의 성과와 유지관리의 어려움으로 인하여 시스템의 실효성에 대한 의구심마저 가져오게 하는 결과를 초래하였다.

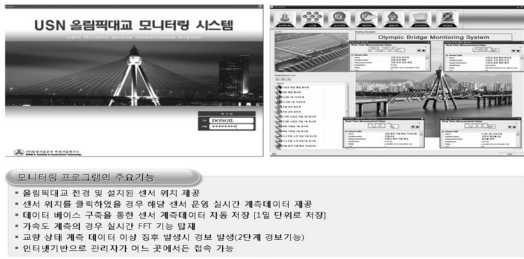
그럼에도 불구하고, 시설물 계측관리시스템은 서해대교 등 11개소 특수교량시스템, 서울특별시 건설안전본부의 한강상 6개교량, 고속도로 32개소, 일반도로 21개소, 일반국도 절토사면 100여개소, 수자원공사 등의 댐관리시스템, 고속철도 및 한국농어촌공사의 4대강 살리기 사업 일환으로 추진하고 있는 제방 높이기를 하는 130여개 농업용댐 등에 적용되고 있으며, 이는 점차로 확대되고 있는 전망으로, 내구성을 가진 센서 개발이 활발해 질 것으로 전망된다.



(그림 7) 유선계측시스템



(그림 8) 무선계측시스템

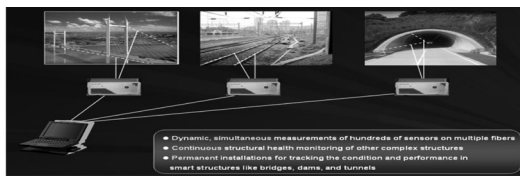


〈그림 9〉 RFID/USN 기술 적용의 모니터링시스템(올림픽대교)

기존의 유선계측은 유선에 의한 Voltage 저하로 인한 계측에러가 발생하고, 센서와 데이터 로거 간의 케이블 단락 또는 많은 배선의 불편함으로 인하여 미관상 좋지 않고, 유지보수 비용이 많은 단점을 개선한 무선계측 기술을 이용한 사회기반시설의 유지관리 및 모니터링 기술이 발전함에 따라 이를 적용하는 사례가 많아지고 있다. 디지털 방식으로 인하여 Noise의 영향이 적으며, 센서 설치 부위가 자유로우며, 배선에 의한 장애물이 적어 광범위한 현장 등에 확대 적용되고 있다.

또한, 올림픽대교에는 RFID/USN 기술을 활용한 모니터링시스템이 구축되어 있는데, 센서 작동의 동력원으로 태양광을 활용하고 있으며, 무선송수신 거리를 확대하는 기술들이 적용되고 있는데, 시스템의 안전성과 효용성이 높은 시스템 개발이 이루어질 것으로 판단된다.

최근에는, 기존 센서들은 전기식, 전자식이 주종으로, 가벼운 충격에도 고장이 나며, 수명이 짧아 이를 대체하는 방안으로 부식이 없고 내구성이 좋은 광섬유센서(FBG, BOTDA), 지능형센서(PZT센서)등 첨단계측기를 개발하



〈그림 10〉 FBG 광섬유 센서의 적용성

여 사용하고 있으며, FBG 광섬유센서에 위치파악 시스템(GPS)을 탑재하여 시설물의 전체적인 움직임을 실시간으로 파악할 수 있으며, 시설물의 현장상황을 CCTV를 이용한 영상장비에 의해 대용량의 영상정보를 실시간 전송하고, 자동판독하는 기술을 활용하여 안전성 여부를 확인할 수 있는 기술들이 개발되었다.

#### 4. 통합운영시스템

현재, 우리나라에서 운영되고 있는 통합운영시스템은 주로 행정전산망 위주와 시설물 개별운영시스템으로 구성되어 있는 것이다.



〈그림 11〉 통합운영시스템 형태

그러나, U- 시설물 방재 네트워크 시스템은 앞에서 기술한 바와 같이 세계적인 기술수준의 IT와 통신기술을 활용한 유비쿼터스 기반의 미래도시 건설속에 안전한 도시(u-방범, 방재, u- 시설물관리) 및 쾌적한 도시(u-환경(대기오염, 토양오염,수질오염), u-주거단지) 실현하는 것이다.

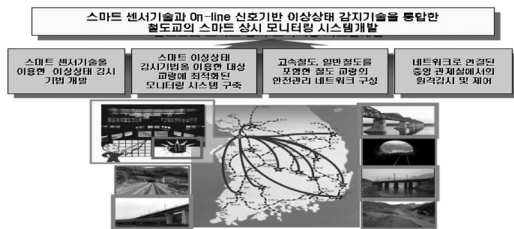
한국시설안전공단이 주관하고 있는 “국가 주요 시설물 안전관리 시범구축 및 운영시스템 개발” 연구단 과제에서 웹기반의 표준화된 시설물 안전관리 통합시스템을 개발하였다.

전국에 흩어져있는 교량, 터널, 사면, 지하철, 제방 및 공항시설물 29개소에 설치된 25종의 1522개 센서로부터 실시간으로 계측자료, 영상자료를 통합운영 상황실로 전송되고 있다.

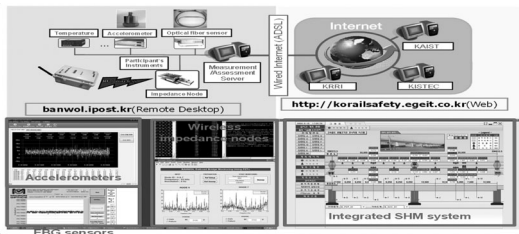
통합운영시스템 구성은 다양한 종류의 센서를 설치한

이종시설물들의 안전성을 통합적으로 관리하고 시설물에서 발생한 이상징후를 판단하여 이를 효과적으로 전파할 수 있는 시스템 구조 및 방법을 정립하였으며, 대량의 동적/정적 계측데이터를 효과적으로 수집하고 처리하는 방법을 정립하였다.

그림12. 상시 모니터링 시스템 개발, 그림13. 웹기반의 통합운영시스템 연동을 보여주고 있다.



〈그림 12〉 상시모니터링 시스템 개발



〈그림 13〉 웹기반의 통합운영시스템의 연동

현재는 통합운영시스템은 데이터 수집시스템, 데이터를 분석하여 안전성 여부를 판단하는 평가 시스템, 이를 업무 관련자들에게 전파하는 시스템 및 유관기관과의 네트워크를 하는 시스템으로 구성되어 있으며, 통합운영시스템의 효율성과 보안성을 높이기 위한 모의훈련을 실시하여 시스템을 검증하고 있다.

### 5. 맺는말

앞에서 기술한 바와 같이, u - City의 기본구상은 u - IT 인프라 기반하에 편리한 도시, 건강한 도시, 안전한 도시 및 쾌적한 도시이다.

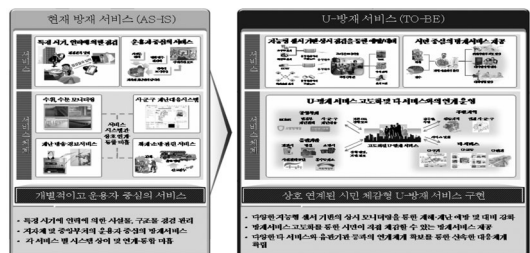
이러한, 다양한 기능을 구현하는 데에는 u - IT 인프라로서 IP 기반의 유무선 통합망 구축이 되어야 하며, u -

서비스를 구현할 수 있는 통합플랫폼에 대한 네트워크 표준화가 마련되어야 한다.

통합플랫폼에서의 편리한 도시, 건강한 도시 기능은 상용화된 포털 사이트에서 제공하는 각종 서비스의 활용, 홈네트워크 서비스 활용과 CCTV를 비롯한 센서 계측 기반을 구축해야 하는 u - 방법, 방재, u - 시설물관리가 가능한 안전한 도시와 대기오염, 토양오염, 수질오염 관리의 쾌적한 도시 건설이 가능한 것이다.

그러나, 이러한 미래도시의 방재 비전의 목표를 달성하기 위해서는 센서와 로거의 개발, 그리고 하루가 다르게 변하고 있는 IT와 통신환경을 고려한 시스템 구축을 위해서는 안전과 유지관리를 고려한 최적의 시스템 구축방안이 지속적으로 연구개발되어야 한다.

우선적으로, 시행하여야 할 분야는 그림14.와 같이 개별 시설물 관리시스템은 같은 관리주체, 같은 관리구역, 같은 지역의 운영시스템 그리고 다양한 서비스 기능을 가진 표준화된 U- 서비스 구축이 되어야 한다.



〈그림 14〉 현재의 개별 방재서비스에서 미래의 U- 서비스

그리고, 관심을 가져야 하는 것은 통합운영시스템을 구축하고 운영관리하는 문제로, H/W는 관련 기자재의 발전에 따라 Upgrade하면 되지만, 해당 통합운영서비스 자료를 장기간 Monitoring 하고 센서를 통한 계측자료를 분석할 수 있는 관련 S/W를 해석하고, 운영할 수 있는 전문가를 양성하는 문제로, 이들의 기술력이 성공적인 U- 시설물 방재 네트워크 시스템 구축과 더불어 경쟁력있는 u - eco City 또는 지방자치단체와 국가경쟁력이 될 것으로 본다.