

안전한 방재도시, U-시티

Ubiquitous City As a Disaster Prevention City



황 찬 규
서울벤처정보대학원 유시티학과 교수
hwang@suv.ac.kr

1. 서론

과거 우리나라는 첨단기술과 서비스를 국가 발전의 기반으로 승화시키기 위해 IT 839 전략을 추진하면서 국토 균형발전과 지역가치 향상을 위해 정보화가 결합된 종합적인 도시개발이 절실하게 필요하게 되었고, IT 기술을 접목한 서비스의 제공환경을 조성하고 사업화를 위해 규모 있는 초기 시장으로서 U-시티 개발을 추진하여 왔다. 2008년 9월 29일에는 “유비쿼터스도시 건설등에 대한 법률”이 시행되어, 보다 효과적인 U-시티 개발이 이뤄질 수 있는 발판이 마련되었다.

미래 국가 인프라는 도로망, 항만, 철도망, 통신망과 같은 전통적인 개념의 사회간접자본 (SOC; Social Overhead Capital)과 새로운 개념인 시스템-온-칩 (SoC; System-on-Chip)기술이 결합된 개념으로 발전될 것으로 기대하고 있다. 그러므로 국가의 주요 SOC 시설

물들에 전자태그(Radio Frequency Identification, RFID)와 무선센서망 (Ubiquitous Sensor Network, USN) 를 구축하여 국민들에게 양질의 서비스를 제공하고 실시간으로 상황정보를 수집, 관리할 수 있는 시스템의 구축은 매우 중요한 과제가 되어가고 있다.

최근의 U-시티, U-건설, U-방재 등은 이 RFID/USN 기술을 도시, 국토, 방재에 적용하고 활용하고자 하는 시도들이다. 정부는 “2004년도 사회간접자본 정보화 촉진 시행계획(안)”에서 국토, 교통, 건설 등 사회간접자본에 대한 총체적 디지털화를 추진방향으로 설정하였다.

본 글에서는 최근 관심이 되고 있는 유비쿼터스 도시 등장 배경과 유비쿼터스 도시 방재에 대해 알아본다.

2. 유비쿼터스 도시의 출현배경

우리나라는 2007년 4월 2일 한미 FTA 협상이 완료되

고 2009년 7월 한-EU FTA 협상이 잠정 완료됨에 따라 세계화, 국제화 시대를 대비해야 하는 시기를 맞이하였다. 이러한 시대에 맞추어 우리나라의 산업 중 세계적으로 경쟁력을 가지고 있는 산업을 기반으로 새로운 산업을 창출하여야 하게 되었는데, 현재 우리나라가 전 세계적으로 경쟁력 있는 산업은 건설, 조선, 자동차, 의료, 정보통신산업이다. 이 중에서 세계적으로 경쟁력 있는 정보통신산업과 건설 산업을 융합시킨 산업이 유비쿼터스 도시이라고 할 수 있다.[1]

2008년 2월 25일 새로운 정부가 출범하면서, 대통령의 취임사에서 표방한 실용정신은 세계화 물결을 헤쳐 나가는 데에 유효한 실천적 지혜라고 할 수 있다. 세계화는 국가적 과제로 새로운 수출상품이 필요하며, 앞으로 우리나라의 경쟁력 있는 수출 산업 중 하나가 유비쿼터스 도시가 될 것이다.[2]

2008년 9월 29일 유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률(법률 제9052호)이 시행됨에 따라 도시공간의 기반시설 또는 공공시설을 구축하는 건설기술에 전자·제어·통신 등의 정보통신기술을 융합하여 지능화 시키는 유비쿼터스 도시 건설이 본격화 되고 있다.[3]

2009년 5월 발효된 국가 정보화 기본법에서는 우리나라를 지식정보사회로 정의했다. 지식정보사회는 정보화를 통하여 지식과 정보가 모든 분야의 가치를 창출하는 사회이다. 유비쿼터스 도시는 제1의 공간인 건설 산업과 제2의 공간인 정보통신산업을 융합시킨 제3의 공간을 창조하는 산업이며, 정보화를 통하여 건설산업 분야의 새로운 가치를 창출하는 산업이다.[4]

3. 유비쿼터스 도시의 정의

유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률 제2조 1항에 따르면 “유비쿼터스 도시는 도시의 경쟁력과 삶의 질의 향상을 위하여 유비쿼터스 도시기술을 활용하여 건설된 유비쿼터스 도시기반시설 등을 통하여 언제 어디서나 유

비쿼터스 도시서비스를 제공하는 도시”이라고 정의된다.[3]

유비쿼터스 도시기반시설은 지능화된 시설과 정보통신망, 도시통합운영센터이다. 여기서 지능화된 시설은 도시공간의 기반시설 또는 공공시설에 건설·정보통신 융합 기술을 적용한 시설을 말하며, 정보통신망은 초고속정보통신망, 광대역통합정보통신망, 유비쿼터스 센서망 이다. 도시통합운영센터는 유비쿼터스도시서비스를 제공하기 위한 분야별 정보시스템을 연계·통합하여 운영하는 유비쿼터스도시 통합운영센터와 그 밖에 이와 비슷한 시설로서 국토해양부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 시설을 말한다.[3]

한편, 유비쿼터스 도시서비스는 유비쿼터스도시기반시설 등을 통하여 도시의 주요 기능별 정보를 수집한 후 그 정보 또는 이를 서로 연계하여 제공하는 서비스이라고 할 수 있다. 행정, 교통, 보건·의료·복지, 환경, 방범·방재, 시설물 관리, 교육, 문화·관광·스포츠, 물류, 근로·고용, 그 밖에 도시의 경쟁력 향상 및 국민의 삶의 질 향상을 위하여 국토해양부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 분야를 말한다.[3]

4. 물리공간과 가상공간의 융합

유비쿼터스 도시의 건설 등에 관한 법률(법률 제9052호)이 2008년 9월 29일 시행됨에 따라 도시공간의 기반시설 또는 공공시설을 건설하는 기술에 전자·제어·통신기술 등의 기술을 융합하여 지능화 시키는 도시공간과 유비쿼터스 기술의 융합산업을 등장할 것이다.[3]

유비쿼터스 도시기술은 유비쿼터스 도시기반시설을 건설하여 유비쿼터스 도시서비스를 제공하기 위한 건설·정보통신 융합기술과 정보통신기술을 말한다. 건설·정보통신 융합기술은 기반시설 또는 공공시설을 지능화하기 위한 건설기술, 건설기술 관리법의 건설기술, 전력기술 관리법의 전력기술에 전자·제어·통신 등의 기술을

융합한 기술이며, 정보통신기술은 정보의 수집·가공·저장·검색·송신·수신 및 그 활용과 이에 관련되는 기기·기술·역무 기타 정보화를 촉진하기 위한 일련의 활동과 수단을 말한다.[3]

반도체 기술의 발달에 따라 디지털 컨버전스 시대를 맞게 되었으며, 디지털 기술의 발달은 전산화, 정보화, 유비쿼터스화로 진행됨과 동시에 종합화, 통합화, 융합화가 가능해지게 되었다. 통합이 고유의 성질을 유지하면서 하위체계의 기능을 목표에 맞게 통일시키는 의식적인 과정이라면, 융합은 서로 다른 기술이나 산업분야 간에 효율과 성능 개선 등을 목적으로 결합함으로써 존재하지 않았던 새로운 기능이나 서비스를 창출하는 현상으로 기술이나 산업차원에서 발생하는 것이라 할 수 있다.

유비쿼터스는 물리공간과 가상공간의 융합으로 이루어지는데, 물리적 공간은 종합화, 통합화, 융합화로 발전될 것이고, 가상공간은 전산화, 정보화, 유비쿼터스화로 진행될 것으로 예측된다. 최종적으로는 물리적 공간의 융합화와 가상 공간의 유비쿼터스화를 이루어야 유비쿼터스 도시가 구현된다.

물리공간에서 종합화는 도시의 지하공간에 존재하는 시설물들을 한데 모아서 운용하는 것이라 할 수 있으며, 도로를 따라 공동구를 구축하여 상수도, 하수도, 전기, 통신, 가스, 열관, 송유관을 공용화 하는 것이다. 통합화는 도시의 지상공간에 분포되어 있는 시설물 중 통합이 가능한 시설물을 통합하는 것이다. 즉, 가로등, 신호등, CCTV 카메라, 버스정류장 정보터미널, 무선 LAN의 액세스 포인트 등 지상의 시설물을 통합하는 시설물의 기능 통합이다. 마지막으로 융합화는 도시 공간의 시설물에 정보기술을 접목시켜 사물을 지능화시키는 것인데, 도시의 시설물에 정보기술을 내장시켜 언제 어디서나 시설물의 상황정보를 탐지 하는 것이다. 이것을 시설물의 지능화라고 할 수 있다.

가상 공간에서 발전 단계는 전산화, 정보화를 거쳐 유비쿼터스화로 진행하고 있다. 전산화는 사물의 기능을 분

석하여 설계하고 소프트웨어를 작성하고 관련 자료를 입력하여 정보를 생산하는 것인데, 우리나라는 이미 1997년까지 전산화가 구현되어 활용되고 있다. 그에 뒤이은 정보화는 통신망의 발달과 함께, 효율화를 도모하는 기술로 생산된 정보를 원하는 장소까지 전달하여 활용하는 것이다. 정보화에는 업무재설계, 프로세스 개선, 정보시스템 개발, 통신망의 초고속화, 정보 활용을 위한 경영정보기술이 통합이 되어야 한다. 우리나라는 2007년 7월까지 모든 공공 기간 간 정보화가 완성되어 활용되고 있다. 중앙정부의 행정정보시스템으로는 온나라 업무관리시스템(2007년 1월 실시)이 있고, 지방자치단체의 행정정보시스템으로 새울 행정정보시스템(2007년 7월 실시)이 그 사례라고 할 수 있다.

그 다음 단계인 유비쿼터스화는 전자화, 자동화, 이동성, 전달능력, 인지능력, 상황판단 기술을 통해 사물을 지능화 시키는 것이다. 사물이 지능화 되면 스스로 상황정보를 인지하여 자동으로 모든 업무를 수행하게 된다. 사물이 영리해지는 단계라 할 수 있다. 유비쿼터스 도시는 물리적 공간의 단계적 발전과 가상적 공간의 단계적 개발을 연계시켜 현실적으로 구현 가능한 분야부터 집중적으로 계획 구축하여야 한다.

한편 통신망은 사물의 정보를 언제 어디서나 주고받기 위해서는 센서통신망을 추가로 구축하여야 한다. 유비쿼터스 센서통신망은 가장 핵심 소자인 센서가 지능화되고, 오랜 시간 고장 없이 작동할 수 있는 디바이스가 개발되어야 하며 극초소형 전지가 개발되어 상용화 수준이 되어야 가능하다.

유비쿼터스 도시의 건설의 적용 대상은 택지개발사업, 도시개발사업, 혁신도시개발사업, 기업도시개발사업, 행정중심복합도시건설사업, 대지조성사업, 정비사업, 재개발 촉진사업, 특수지역개발사업, 국민임대주택단지 조성사업, 경제자유구역 개발사업이다. 도시개발사업의 면적은 165만 제곱미터 이상의 유비쿼터스 도시건설사업을 시행할 때 적용한다. 다만, 유비쿼터스 도시건설 사업을 단

계별로 시행하는 경우에는 단계별 시행면적의 합계를 말한다.

5. 유비쿼터스 도시 방재

유비쿼터스 도시 서비스는 법률에 따른 분류에 따르면 11개 분야로 나뉘는데, 그 중에 하나가 방재이다. 방재 분야에서는 폭우, 폭설등 자연재해로 인한 피해를 최소화하고 국민 안전 및 치안강화를 위해 재난/재해 조기 예보시스템 및 해양안전관리 시스템, 공공시설물에 대한 안전 모니터링이 중요하다. 재난 재해 예방을 위한 정부의 지속적인 노력에도 불구하고 대규모 인명 및 재산 피해가 발생하여 국가재정 부담이 지속적으로 증가하고 있다. 재난 재해는 사후 복구보다 사전에 사고를 대비하고 예방하는 것이 중요하므로 이를 조기에 예보할 수 있는 종합적인 도시방재 안전망 구축과 사전 예방적 도시방재 대책 강화가 매우 필요한 실정이다. 소방방재청에서 분류한 유비쿼터스 도시에서 도시방재 시스템들은 다음과 같다.[5]

- 실시간 재해 자료 모니터링 시스템: 구/군별 위험 지역에 센서를 설치하여 수위 및 파도 등에 관한 정보를 자동으로 수집 할 수 있는 시스템
- 전자재해지도 시스템: 기존 지도에 도로, 교통, 건물, 위험지역, 대피소, 대피 경로, 주요시설물, 건물 위험도, 침수 위험도 등에 관한 정보에 대해 전자 재해 지도를 구축하여 재해 예측 및 발생시 신속한 대응을 도울 수 있는 시스템
- 재난예측시스템: 재난 발생 이전에 실시간으로 수집한 데이터 및 기존 재해 데이터를 이용하여 재해 위험지구 및 상습침수지구 등을 예측하여 사전 대피를 통한 재난을 최소화할 수 있도록 지원하는 시스템
- 통합정보발령시스템: 구/군 경보시스템을 통합 운영함으로써 재해 발생시 신속한 상황 전파에 대응 할 수 있도록 하는 시스템
- 재난정보 통합관리시스템: 소방방재청, 구/군 별, 경

청, 의료, 교통 등 유관기관과 연계된 재해에 관한 정보시스템을 구축함으로써 정보를 공유하고 연계하여 통합 관리를 지원하는 시스템

그동안 정부에서 추진하였던 u-방재 관련 시범사업을 간략히 소개하면 다음과 같다.

5.1 u-울릉도, 독도 재난/재해 조기예보시스템 (주관기관: 해양경찰청)

울릉도의 경우 하천의 길이가 짧고 경사가 급해 태풍, 장마 등으로 폭우 발생시 하천 범람 등의 재해가 발생할 위험이 높다. 이를 대비하기 위해 실시간으로 하천의 수위와 유속을 모니터링할 필요가 있으나 인력에 의한 감시만 실시되고 있어 재난/재해 예방활동이 매우 취약하다. 독도는 연중 접안이 가능한 시기가 매우 제한적이고 독고 접안을 위해 배가 접근시 파고의 높이에 따라 그 결과가 결정되는 어려움이 있어 독도 접안 가능성을 사전에 파악할 필요가 있다. [6]

사업내용

- USN 기술을 기반으로 울릉도의 주요 하천 범람 발생 지역에 수위, 유속, 강우 등을 측정하는 센서와 울릉도/독고 접안시설에 파고센서를 설치하여 하천 범람 및 접안 환경에 대한 실시간 관리 체계를 구축함. (그림 1 참조)



복합 센서노드 파고 센서노드 강우량 센서

(그림 1) 센서종류 (u-울릉도, 독도 재난/재해 조기예보시스템)

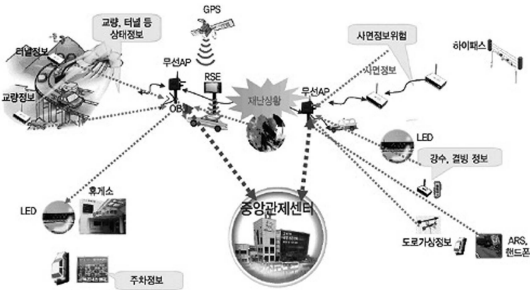
5.2 고속도로 시설물관리 (주관기관: 한국도로공사)

고속도로 상의 결빙, 질은 안개, 터널 등 위험 구간에 대한 주의사항은 표지판과 CCTV를 통해 감시, 안내 되고 있

으나, 위험 요인들이 불시에 발생하는 경우가 많아 인력에 의한 감시만으로 사고를 사전에 예방하기 어려운 상황이다.

사업내용

- 고속도로 시설물이 위치하는 거점에 센서 및 센서노드를 설치하고 이를 통해 Zigbee 방식의 센서 네트워크를 구축한 후 무선 중계 네트워크와 연결하여 상황실 서버에서 실시간으로 센서 데이터를 모니터링하는 시스템을 구축 (그림 2 참조).
- 도로 재난 상황을 실시간 감시하기 위해 청계터널부터 판교구간까지 도로용 센서와 터널 내 화재감지 센서, 온/습도 센서등을 설치.
- 노면감지센서와 터널 감시카메라 영상정보를 활용하여 특이 상황에 대한 자동인지 및 실시간 모니터링 서비스 제공.
- 도로상의 LED 전광판 및 차량 단말기 설치를 통해 운전자에게 실시간 도로정보제공.



(그림 2) 시스템 구성도 (고속도로 시설물관리) [6]

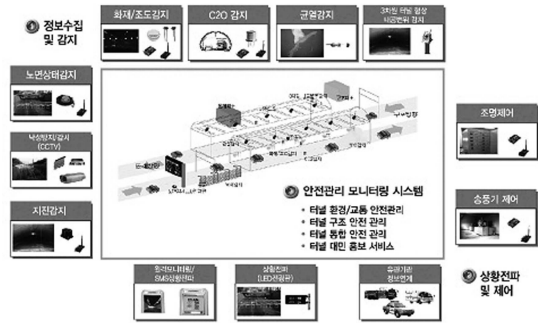
5.3 터널 안전관리 모니터링 (주관기관: 부산광역시 시설관리공단)

시설관리공단에서 관리중인 터널 중 69%는 1990년도 이전에 준공된 터널들로 화재, 붕괴 등의 위험 요소들에 대한 모니터링 장치가 부족하다. 또한 반 밀폐공간인 터널에서 대형사고가 발생할 경우 유독가스 확산등으로 많은 인명피해를 초래할 수 있어 이에 대비한 터널 안전관리가 필요하다. 터널 안전관리 모니터링 시스템은 부산지역의 제2만덕 터널을 대상으로 터널 내/외부의 안전상태 정보를 실시간으로 수집하여 시민들과 유관기관에 제공함으

로써 교통환경을 최적화하고 획기적인 대민 서비스를 제공한다. [6]

사업내용

- 제2 만덕터널의 온천지소와 만덕지소에 대한 노후화를 구조적으로 진단하기 위한 모니터링 시스템 구축. (지진 진동감지센서, 터널 3차원 형상 내공변위계측기, 외벽 균열 계측센서, 낙석감지센서 및 방호펜스)
- 터널 내 다양한 센서를 통한 내/외부 교통사고 유발요인 파악 (노면상태감지센서, CO센서, 조도센서, 연무센서)
- 실시간 모니터링, 유관기관 연계 및 정보제공등 터널 통합 안전관리시스템 구축



(그림 3) 시스템 구성도 (터널 안전관리 모니터링) [6]

5.4 도시철도 및 지하도 상가 안전모니터링 시스템 (주관기관: 대전광역시)

차량의 증가와 잦은 화재 현상 등으로 인해 심각해 지는 도심의 대기 오염과 지하도 상가 및 도시철도 역사의 실내 공기 오염에 다수 시민이 노출되어 있다. 지하철은 도로나 건물등과 달리 외부에 노출되지 않은 밀폐된 지역이며, 수천 명이 한꺼번에 이용하는 다중이용시설이라는 점을 감안하면 화재 등의 사건, 사고 발생시 대형 참사로 이어질 가능성이 크다. [6]

사업 내용

- 도시철도 대전역사 및 역전 지하도 상가를 대상으로 유해가스 누출감지와 지하 공기 상태측정을 위한 USN 기반 안전모니터링 시스템 구축 (사용 센서 그



(그림 4) 센서종류 (도시철도 및 지하도 상가 안전모니터링 시스템) [6]

림 4 참조)

- 지하철 역사 및 지하도 상가 내 승객 실족 및 화재감지 등을 위한 지능형 영상분석시스템 구축

5.5 U-City 방재분야 서비스 모델

최근 국립방재연구소에서는 U-City 방재분야 서비스의 체계적인 개발 및 추진을 위해 “U-방재City 서비스 사전”을 개발하였으며, 이중 우리나라 도시에서 빈발하는 풍수해, 설해, 화재에 대한 5개 서비스 모델을 개발하였다. U-방재City 서비스 사전은 재난에 대한 71개 서비스 분류 및 개념과 기능 등을 정의한 것이다. [7]

U-방재City 서비스 모델의 원리는 각종 재난·재해에 대한 모니터링, 안전관리, 피해예측, 예보 및 경보, 상황관리 기능의 서비스로 구성되며, 재난유형에 따라 구체적인 서비스 모델이 설정된다. 이러한 기본틀에 따라 국립방재연구소에서는 도시침수 통합방재 서비스, 배수펌프장 모니터링 및 원격관리서비스, 붕괴위험시설물 모니터링서비스, 도로결빙 모니터링 및 응설 서비스, 화재안전관리 서비스 등 총 5개의 U-방재City서비스 모델을 개발하였으며, 붕괴위험시설물과 화재안전관리 등 2개 서비스에 대해서는 서울시 자치구를 대상으로 테스트베드를 구축하였다. [7]

여기서 “붕괴위험시설물 모니터링서비스”는 시설물 안

전점검 결과 재난발생의 위험이 높거나 재난예방을 위해 지속적인 관리가 필요한 중점관리시설, 재난위험시설 등을 대상으로 하며, 공공시설의 경우 즉시 보수·보강 사업을 추진하고 있지만, 민간에서 관리하는 시설에 대해서는 별다른 조치를 할 수 없어 관리에 어려움이 있다는 현장의 의견을 수렴하여 주로 즉시 조치가 이루어지지 않는 민간 시설물을 대상으로 사전 붕괴의 위험성을 알려주고 미리 대비토록 함으로써 피해를 최소화 하는데 초점을 두고 있다. “화재 안전관리서비스”는 불꽃·온도·연기·적외선 감지 등 USN 복합센서 기반의 실시간 모니터링과 건물 내 센서·소화기·소화전 등 소방시설의 위치정보, 이력 정보, 시설물 점검사항, 건물의 스프링클러 상태, 지하 저수조 수위 및 펌프 상태, 소방펌프의 압력, 비상알림 상태 등 각종 소방설비의 상태를 24시간 모니터링하고, 모니터링 결과와 센서 상태정보를 관제센터로 전송하여 원격 감시한다.[7]

6. 결론

지금은 기술 융합의 시대이므로 경쟁력 있는 산업을 융합시켜 새로운 산업을 창출하면 전 세계적으로 가장 경쟁력 있는 산업이 될 것이다. 정보통신 산업과 도시건설의 융합의 결과는 현재 우리나라에서 개발 중인 유비쿼터스 도시이며, 이 사업을 통해 행정·교통·복지·환경·방재 등의 다양한 서비스가 개발되고 있다. 현재 방재서비스는 일부 지역을 대상으로 방법과 치안 중심의 서비스가 제공되고 있으며, 국가재난관리 측면의 종합적인 방재서비스는 개발이 더욱 필요한 실정이다. 더욱 다양한 종류의 U-방재City 서비스 모델을 개발하여 국내외에서 본격적으로 추진될 유비쿼터스 도시와 같은 대규모 건설 프로젝트에 적용해야 한다. 그와 함께 국내 도시에 적용한 사례를 분석하여 체계화, 표준화, 정보화시켜 도시건설 기술을 전 세계시장에 수출해야 한다.

참고문헌

1. 중소기업의 한미 FTA 대응전략, (2007,6,22)
2. 대통령 취임사 2, www.president.go.kr2.
3. 유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률(2008,9,28)
4. 국가정보화 기본법 (2009,5)
5. 유비쿼터스 방재 관리 방안, 소방방재청 방기성 (성균관대학교 사회환경시스템공학과 유비쿼터스 공간창조 공무원 초청 강연회 자료), 2007년.
6. Design U-World: U-IT Projects Part 4. 재난안전분야, 한 국정보사회진흥원.
7. 시민의 안전지킴이 U-방재City 서비스 , 소방방재청 보도자료 (2010,2,23)