
Ubiquitous Sensor Network 및 Social Sensor Networking을 이용한 도시 에너지 모니터링 가시화 시스템 설계

System Design for a Urban Energy Monitoring and Visualization Environment Using Ubiquitous Sensor Network and Social Sensor Networking

최윤, Yoon Choe*, 장명호, Myeongho Jang**, 김성아, Sung-Ah Kim***

요약 센서 네트워크에 의해 수집되는 다양한 도시 데이터는 도시를 이해하고 분석하는데 있어서 필수적인 수단으로 자리매김하고 있다. 특히 Ubiquitous Sensor Network(USN) 기술들은 u-City 구현에 있어 중추신경망을 제공하였다. 이 연구는 도시 에너지의 사용량에 관한 정보를 USN을 이용하여 수집하고, 이를 도시공간정보와 연계된 직관적 가시화 환경을 통해 제공함으로써 u-City에서 에너지 공급계획을 수립, 모니터링하고, 궁극적으로 실사용자가 능동적으로 에너지를 절약할 수 있도록 도와주는 애플리케이션 구현을 목적으로 한다. 특히 3차원 지리정보환경의 층위에 다층적인 에너지 모니터링 정보를 동적으로 조합하면서 다양한 사용자의 관점에 대응하는 환경을 제시하였다. 또한 도시공간정보에 기반을 둔 논리적 LOD를 제공함으로써 효과적인 실시간 에너지 사용 모니터링 도구를 제공한다. 이를 위하여 관련 선행연구를 분석하여 어플리케이션 구현을 위한 시스템의 개념과 구성을 정의하고 데이터 구조 및 가시화방안을 구체화하였다. 본 논문에서는 특히 시스템 구현에 요구되는 공간정보, E-GIS 데이터, 에너지 사용량 센서 데이터를 효과적으로 조합하는 가시화 방법론, 직관적 표현방법, 데이터 구조 및 어플리케이션의 연구결과를 제시하고 Social Sensor Networking을 이용한 모니터링 확장 적용방안에 대해 연구한다.

Abstract Urban Data collected through Sensor Network is becoming crucial to understand and analyse a city. Thus, the Ubiquitous Sensor Network builds the foundation of the u-City development. This research aims to develop an energy monitoring application with an intuitive visualization environment which integrates energy usage information on top of urban geospatial information. Such a system will be able to facilitate effective energy supply plan at the early stages of urban planning, and eventually to encourage citizens to conserve energy by giving them real time monitoring information in an easy to understand visual environment. The system provides multiple layers of energy-related information coupled with the geospatial information layer in order to accommodate multiple viewpoints. On the other hand, the system provides logical Level of Detail control based on urban spatial information hierarchy. We defined the system concept and functions, and designed the data structure and the methods of information visualization. This paper presents the visualization methods, data structure, interactions scenarios which combines spacial information, E-GIS data and the energy related sensor data. Furthermore this research tries to introduce the concept of Social Sensor Networking to enhance the monitoring quality.

핵심어: *Interface Design, U-Eco City, Energy Monitoring, Information Visualization, Social Sensor Networking*

본 논문은 국토해양부 U-City 석·박사과정 지원사업의 지원에 의해 이루어졌음

*주저자 : 성균관대학교 U-City공학과 박사과정 e-mail: yooniok@skku.edu

**공동저자 : 성균관대학교 U-City공학과 석사과정

***교신저자 : 성균관대학교 건축학과/U-City공학과 교수 e-mail: sakim@skku.edu

■ 접수일 : 2010년 5월 7일 / 심사일 : 2010년 6월 15일 / 게재확정일 : 2010년 7월 28일

1. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

센서 네트워크에 의해 수집되는 다양한 도시 데이터는 도시를 이해하고 분석하는데 있어서 필수적인 수단으로 자리매김하고 있다. 특히 Ubiquitous Sensor Network¹⁾(USN) 기술은 u-City 구현에 있어 중추신경망을 제공하였다. 도시화로 인한 인구집중, 전자제품 사용 증가와 최근의 급격한 기후변화 등으로 에너지의 수요는 점차 증가하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 도시민의 편의를 위해 에너지 사용량을 제한하지 않으면서 더욱 효율적으로 에너지를 공급할 수 있는 방안을 모색해야 한다. 도시의 에너지 사용량을 실시간 모니터링하여 필요한 에너지 수요를 정확하게 예측하면 공급량을 조절하는데 도움을 줄 수 있다. 이를 통해 생산 잉여분을 최소화함으로써 u-City를 u-Eco City로 변화시키는 것이 본 연구의 궁극적인 목적이다.

본 연구는 도시 에너지의 사용량에 관한 정보를 도시공간정보와 연계된 직관적 가시화 환경을 통해 제공함으로써 u-City에서 에너지 공급계획을 수립, 모니터링하고, 궁극적으로 실사용자가 능동적으로 에너지를 절약할 수 있도록 도와주는 애플리케이션 구현을 목적으로 한다. 이를 위하여 관련 선행연구를 분석하여 애플리케이션 구현을 위한 시스템의 개념과 구성을 정의하고 데이터 구조 및 가시화방안을 구체화한다.[1]

본 논문에서 정의한 데이터 구조를 테스트베드 일부분에 적용하여 데이터 구조와 시스템 인터페이스 등을 검증하고 문제점을 보완 수정하여 향후 U-Eco City 테스트베드 시스템 구축시 활용하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

도시정보와 에너지 정보 가시화 사례를 분석하여 본 시스템 구성에 적용 가능한 부분들을 도출한다. 파일럿 테스트를 통해 USN 센서데이터와의 연계 가능성을 확인하고 가시화 방법을 적용하여 구현한다. 도시공간정보는 도시 전체 레벨에서부터 개별 건물까지 사용자의 접근에 따라 점차적으로 표현하는 계층적 구조를 사용한다. 특히 광대역 3차원 지리정보환경의 층위에 다층적인 에너지 모니터링 정보를 동적으로 조합하면서 다양한 사용자의 관점에 대응하는 환경을 제시한다. 또한 도시공간정보에 기반을 둔 논리적 LOD²⁾를 제

1) 필요한 모든 곳에 무선센서를 부착하고 센서 노드들이 자체적인 무선망을 구성하여 수집된 정보를 전달한다. Wireless Sensor Network(WSN)라고도 불린다

2) Level of Detail(LOD)은 단순한 시각적 조절(확대 및 축소)이 아닌 각 단계별로 사용자에게 필요한 정보를 논리적으로 구분하는 LOD를 구현한다. 건축도면이 도면 종류 및 Scale에 따라 부재표현 방법이 구체화되며 달라지는 것을 사례로 들 수 있다.

공함으로써 효과적인 실시간 에너지 사용 모니터링 도구를 제공한다. 이를 위해서 도시공간정보를 모델링하는 단계에서 LOD에 따른 공간 데이터구조를 명확하게 구분 및 정의해야 한다. LOD는 도시단위의 대량정보를 실시간으로 접근할 때 시스템의 부담을 극복하는 방안이며, 동시에 각 LOD별 정보 사용자의 요구에 맞는 화면으로 재구성이 가능하기 때문에 시스템에서 도시정보 가시화 부분 설계 시 가장 주의를 기울여야 하는 부분이다. 본 논문에서는 특히 시스템 구현에 요구되는 공간정보, E-GIS³⁾ 데이터, 에너지 사용량 센서 데이터를 효과적으로 조합하는 가시화 방법론, 직관적 표현 방법, 데이터 구조, 애플리케이션의 연구결과를 제시한다. 또한 고정된 USN 센서 이외에도 Social Sensor Networking(SSN)을 이용하여 도시 모니터링 확장 적용 방안에 대해서도 제시한다.

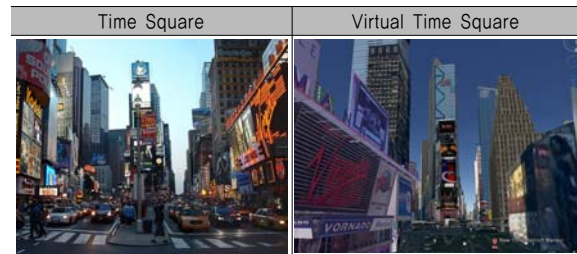
2. 정보가시화 방안

2.1 도시공간정보 가시화

공간정보 시각화의 발전 방향은 지도의 발전과정을 통해 확인 할 수 있다. 수작업으로 진행되던 지도 제작이 기하학적 표기와 컴퓨터를 이용한 전자지도로 발전하였고, 최근에는 위성영상은 물론 사용자와의 인터랙티브한 환경을 제공할 수 있도록 확장되고 있다.[2]

도시공간정보 가시화의 대표적인 사례는 구글어스(GoogleEarthTM)이다. 구글어스는 다수의 사용자들이 모델링한 건물들을 이용하여 이미 상당 분량의 도시모델을 구축한 상태이다. 표 1은 구글어스의 가상환경이 현실세계와 얼마나 흡사하게 모델링 되어 있는지를 보여준다. 구글어스에는 단순한 건물 외관정보 외에도 숙박정보, 날씨 등 많은 메타 레이어를 중첩시키는 방식으로 많은 정보들을 표현하고 있다.

표 1 현실세계와 가상환경 비교



그러나 도시를 구성하고 있는 건물은 단순한 폴리곤과 위성 사진을 이용한 Texture로 표현되었기 때문에 건물의 내부

3) Environmental-GIS(환경지리정보) - 토지피복도, 생태환경도, 수치표고모델 등의 환경데이터를 포함하는 지리정보체계. 개괄적 설명은 환경부 지리정보서비스 참조 (<http://egis.me.go.kr>)

공간에 관한 정보는 확인할 수가 없다. 도시를 구성하는 건물을 모델링할 때 단순한 폴리곤의 집합으로 구성하는 것이 아니라 BIM⁴⁾ 모델을 이용하면 도시의 외관뿐 아니라 내부의 공간 정보까지 확장하여 접근이 가능하게 된다. 이렇게 구성하는 원리 및 방법론은 [3][4]등에서 다루고 있다.

BIM은 건물을 이루는 모든 부재의 정보가 들어있기 때문에 BIM 정보를 그대로 가시화하는 것은 도시와 같은 방대한 데이터를 다루는 데에는 부적절하다. 따라서 건물 모델에서 필요한 최소한의 정보를 LOD 단계별로 추출 (예: 도시블럭, 건물, 층, 단위공간)하여 데이터베이스 테이블(table)화하고, 이를 시각화 엔진을 통해 가시화하는 방식을 채택하기로 하였다. 사용자가 요청하는 LOD 단계에 해당하는 공간정보를 실시간으로 단순화된 매스의 형태로 가시화하게 된다. 본 시스템은 구축 시 BIM을 활용하여 도시를 모델링하지는 않았지만, 추후 BIM 정보를 활용할 수 있도록 데이터베이스 스키마를 구성하였다.



그림 1. 공간정보 가시화 프로세스

본 연구에서는 추출된 공간정보 데이터를 이용하여 3차원으로 도시를 가시화하는 방법을 공간정보를 나타내는 기본적인 프로토타입으로 확정하였다. 도시 및 건물의 입면같은 외부공간 외에도 사용자의 접근정도에 따라 실내 공간정보를 LOD로 표현하여 논리적 접근으로 공간정보를 확장하여 표현할 것이다.

2.2 E-GIS 및 에너지 센서정보 가시화

E-GIS 정보 및 에너지 정보는 온도, 습도, 가스/온수/전기 사용량 등 일정한 수치의 범위를 가진 값으로 표현된다. 이를 도시공간정보와 연계시키기 위해서는 그 표현 방법을 색상이나 아이콘 등으로 단순화해야 한다. 색은 인간이 인지 및 수용하기 쉬운 형태로 색채가 가진 심리적 이미지를 이용하면 사용자들이 자연스럽게 정보를 받아들일 수 있는 도구가 된다.[5]

E-GIS 및 에너지 정보는 3D 공간 정보위에 단순화된 컬러 매스로 실시간 맵핑하여 표현한다. 누적된 수치 데이터는 시간에 따른 그래프의 형태로도 가시화한다. 이는 현재 사용량

4) Building Information Model(건물 정보 모델)로 IFC 형식의 표준교환포맷을 가진다

과 과거를 비교하거나 에너지 사용이 증가된 원인 등을 파악하는 데 이용 가능하다. 예를 들어 온도가 급격히 상승하게 되면 이에 따른 전자제품의 사용이 커질 것이고, 반대로 온도가 하락하면 난방량이 늘어나게 될 것이다.

이와 같은 상관관계를 보다 쉽게 파악하기 위해 E-GIS와 에너지사용량 데이터를 마이닝 기법을 통해 상관관계를 확인할 수 있는 그래프도 시스템에 반영하였다.

2.3 도시공간정보 및 USN 연계 가시화 파일럿 테스트

본 연구에서는 실제 USN 데이터와 시스템이 실시간 연계가 가능한지를 테스트하고, 도시공간정보와 연계된 가시화방안을 구현하기 위해, 파일럿 시스템을 구축하였다.

파일럿 테스트에 사용한 USN 센서는 온도, 습도, 이산화탄소량을 체크할 수 있는 환경 센서이다. 해당 센서 데이터는 실시간으로 데이터베이스에 축적된다. 그림 2는 해당 센서의 사례와 그 센서로부터 받을 수 있는 데이터 형식을 나타내었다.

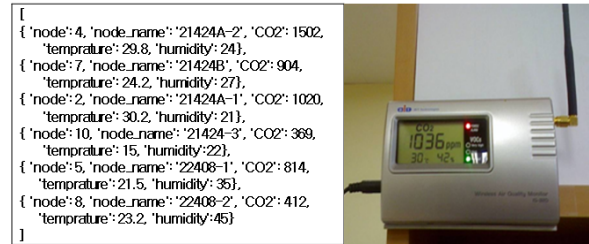


그림 2. USN 센서 및 수집된 데이터 형식]

본 시스템에서는 환경센서 데이터 중 이산화탄소량에 대한 측정값을 가시화하였다. 이산화탄소량은 사람이 수치적으로 확인하기 전에는 몸으로 쉽게 느끼기 힘든 부분이고, 수치 확인을 통해 환기 등의 후속조치를 취해야 하는 중요한 요소이다. 그리고 그 공간에 사람의 수나 머무르는 시간에 따라 변화 값이 크기 때문에 온도나 습도 같은 다른 수치보다 가시화 결과 값을 확연하게 확인할 수 있는 데이터이다.

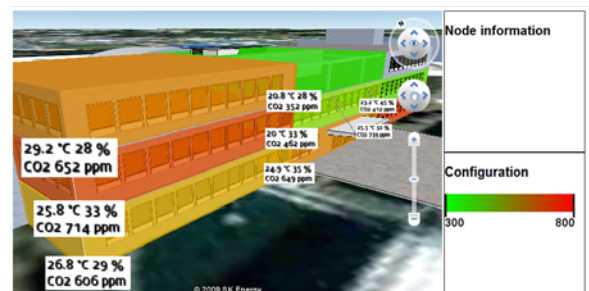


그림 3. IP-USN을 통한 에너지 모니터링 가시화 사례

그림 3은 USN센서와 통합된 가시화 시스템 파일럿 테스트 화면으로 3차원 구글어스 건물모델에 공간정보를 박스로 표현하여 중첩하고 측정된 센서 데이터 값을 박스(공간)의 색상으로 실시간으로 변경(시스템 부하를 고려하여 10초 간격으로 조정)하는 방법으로 표현하였다. 실시간으로 축적되는 센서정보의 로우데이터 값을 재가공하여 평균값을 구하고 시간(시간, 일, 월)에 따른 그래프로 그림 4와 같이 표현하였다.

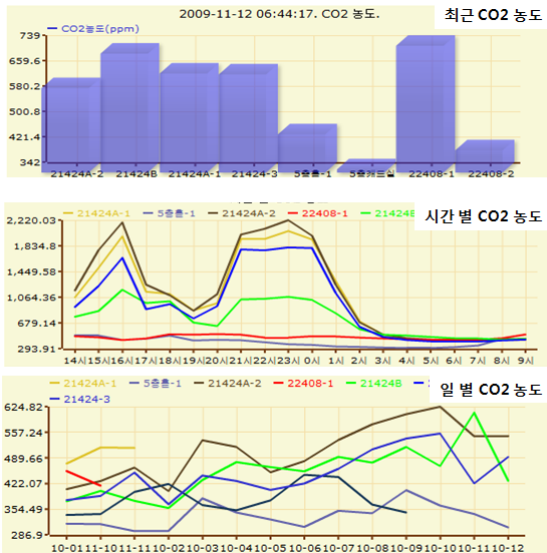


그림 4. 센서 정보의 시간별 통계그래프

파일럿 시스템을 통해 구글어스(KML형식의 파일)에 도시공간정보를 박스 형태로 가시화하고 센서데이터를 박스의 색상으로 표현하는 방법이 도시공간정보와 함께 센서(이산화탄소) 정보를 동시에 직관적으로 전달할 수 있는 방법임을 확인 하였다. 이로써 해당 가시화 방법을 최종 에너지 사용량 가시화 시스템의 프로토타입으로 채택하였다. 파일럿 시스템을 통해 USN 센서 데이터 실시간 연결방안을 테스트 중 USN 센서의 전력공급 문제나 데이터 끊김 문제가 발생하는 오류를 확인할 수 있었다. 고정된 물리적인 센서데이터와 병행하거나 보완할 수 있는 추가적인 데이터 수집방법이 고려되어야 함을 확인하였다.

3. 가시화 시스템 개발

3.1 가시화시스템의 개념 및 구성

가시화 시스템은 모델링 된 GIS 데이터 기반 시설물 모델, E-GIS 데이터, 에너지 수요 예측 데이터와 USN에서 받아 온 실시간 에너지 사용량 데이터를 참조하여 에너지 사용량을 사용자에게 알기 쉽게 전달하는 것에 목적이 있다.

가시화 시스템은 크게 에너지 수요를 예측하고 공급을 결정

하는 계획단계, 실시간 에너지 사용량을 확인하는 모니터링 단계, 모니터링 데이터를 기반으로 공급계획을 변경하고 수정된 공급 계획안이 당초 계획 대비하여 얼마나 에너지가 절감되었는지를 확인할 수 있는 운영단계로 구성된다.

계획단계에서는 기본 도시 2D 맵 위에 구축된 E-GIS 데이터를 가시화한다. 각 데이터는 Mesh 단위로 표현되며, 각 환경 데이터 및 그 데이터를 기반으로 계산된 에너지 수요 예측과 공급계획을 가시화 한다. 각 데이터는 계절이나 월별로 달라지는 환경 데이터를 반영하기 위해 여러 대안들을 표현이 가능하게 구성한다.

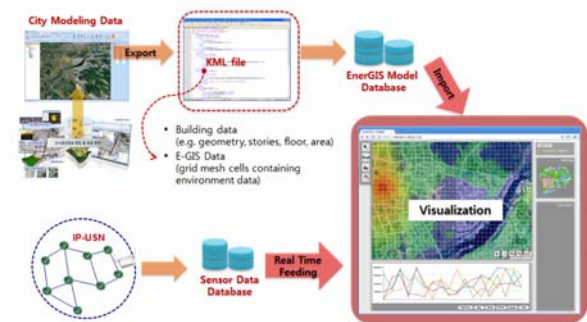


그림 5. 가시화 시스템의 개념 및 Data 흐름도

모니터링 단계에서는 도시공간정보 위에 에너지 모니터링 센서로부터 들어온 데이터를 실시간으로 표현하고 에너지 사용량은 일간, 주간, 월간, 년간 등 다양한 시간주기를 가진 통계치를 함께 가시화하여 에너지의 변화와 흐름, 추세 등을 예측할 수 있도록 도와주는 기능을 한다.

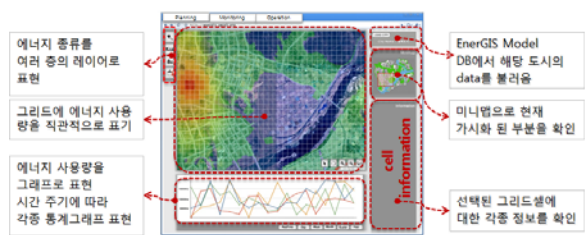


그림 6. 모니터링단계의 시스템 개념도 및 인터페이스

모니터링 단계는 사용자가 접근하고자 하는 도시의 위치, 요구하는 데이터의 종류나 양에 따라 논리적인 LOD (도시-단위구역-건물-층)로 나누어 가시화하여 사실적인 도시 정보를 표현한다.

운영단계에서는 에너지 모니터링 결과를 분석하여 초기 에너지 공급계획과 다른 결과가 발생할 경우 확인이 가능하다. 해당 부분에 대한 가시화를 통해 현재 공급계획의 문제점을 파악하여 기존의 공급계획을 수정하여 새로운 공급계획을

설정할 수 있게 도와준다. 모니터링 단계의 시스템 구축을 기본으로 하여 추후 공급 및 운영단계로의 확장을 진행하기로 하였다.

3.2 가시화 시스템의 데이터 구조

가시화 시스템의 데이터 구조는 실시간 가시화를 위해 체계적인 데이터 관리가 필요하다. 시스템을 실행할 때 BIM이나 GIS에서 제공되는 도시 3D 데이터 모델 전체를 불러오는 것이 아니라 건물단위로 접근하여 사용자가 요청할 때만 URL로 연결한다. 시스템에 가시화되는 3차원 공간정보는 아래의 간략화 된 공간정보인 Building, floor를 Bounding_box(위치와 치수를 가진)의 형태로 DB 테이블을 구성하여 표현된다. 이를 측정되는 센서 및 E-GIS데이터 정보를 LOD에 부응하는 해당 Geometry에 맵핑하여 공간정보에 표현될 수 있도록 그림 7과 같이 설계하였다.[6]

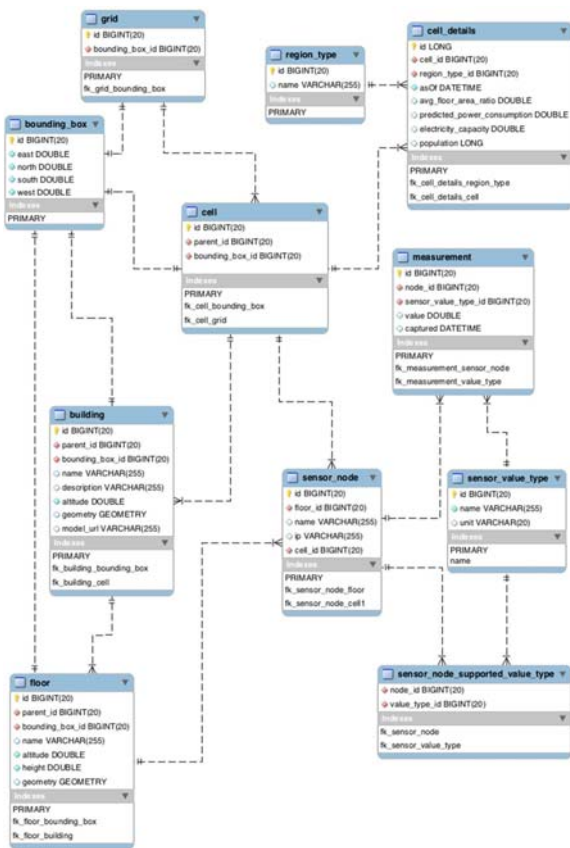


그림 7. 가시화 시스템 데이터베이스 스키마

초기 에너지 공급단계에서는 건물 및 층, 공간 단위까지 가시화 할 필요성은 없으나, 에너지 사용량이 한쪽에서 급증할 경우에는 그 원인 파악과 조치를 위해서는 가시화 레벨을 확장할 필요가 생기게 된다. 데이터 구조 설계 시 추후 시스템

의 확장 가능성을 위해 유연하게 대응할 수 있도록 하였다.

3.3 사용자 인터페이스 설계

시스템의 인터페이스는 앞서 말한 바와 같이 구글어스의 3차원 도시공간을 기반으로 한다. 다만 3차원 환경에 몰입하여 네비게이션을 하다보면 현재 자신의 절대적인 위치를 잃어버리는 경우가 발생하기 때문에 이를 방지하기 위해 전통적인 2차원 지도를 함께 배치하여 전체적인 자신의 위치를 확인할 수 있는 가시화 환경으로 구성하였다. 많은 웹기반 온라인 게임에서도 사용하는 방법으로 이와 같은 환경을 구축하여 사용자들이 본 시스템 이용 시 친숙하고 조작이 편리한 환경을 제공하였다.

그림 8은 에너지 모니터링 시스템⁵⁾의 최종 인터페이스 화면이다. 화면 상단에는 종류별 에너지 사용량 및 환경데이터를 확인할 수 있는 버튼을 배치하고, 왼쪽에는 사용자가 네비게이션 하고 있는 위치정보를 표현하였다. 오른쪽은 사용자가 선택한 지점의 에너지 사용량과 환경정보를 구체적인 수치로 표현하고 도시 관련 정보(인구 및 에너지 수요 예측량)를 나타내었다.

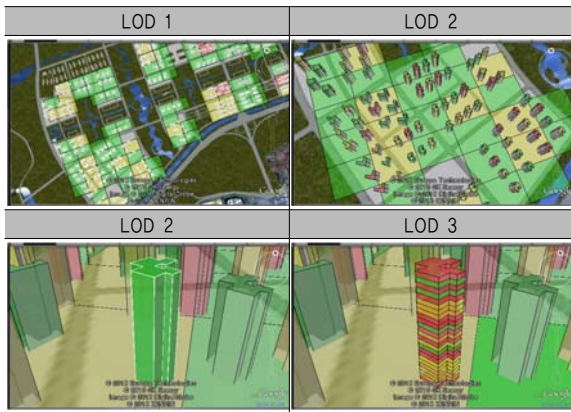


그림 8. 시스템 최종 인터페이스

실시간 모니터링 화면은 사용자의 접근 거리에 따라 도시전체, 블록, 건물, 층으로 구분하여 확장되도록 가시화 하였다. 일정 거리 안쪽으로 접근하면 해당 레벨의 데이터가 자동 연결이 되고, 건물 내부로 확장될 때에는 더블클릭하여 선택하면 접근이 되게 하였다. 표 2는 사용자가 선택한 부분을 확장하여 표시한 시스템 화면이다.

5) 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(07첨단도시A01)에 의해 수행되었고, 시스템 구현은 SREEE AG (<http://www.sreee.com/>)에서 진행하였다

표 2. LOD 단계별 에너지 모니터링 시스템



현재는 공급자가 모니터링하는 공급자 위주의 시스템 환경으로 가정하여 건물을 층으로 단순 구분하였지만, 추후 모든 사용자(시민)들에게 시스템을 개방할 경우에는 보안 문제 등을 고려하여 공용(public)공간 및 사적(private)공간으로 분리해야 할 필요성이 있다.

사용자가 권한을 가지고 접근하는 사적공간은 방(room)이라는 공간단위(unit)로 구분을 세분화하여 그림 9와 같이 확장이 가능하도록 구성하는 것이 효과적일 것이다. 이렇게 되면 건물의 데이터 구조를 공간단위까지 한 번 더 분리하거나, 건물 데이터에 보안 관련 특정 태그를 추가하여 접근 권한을 분리하는 방안으로 해결할 수 있을 것이다.

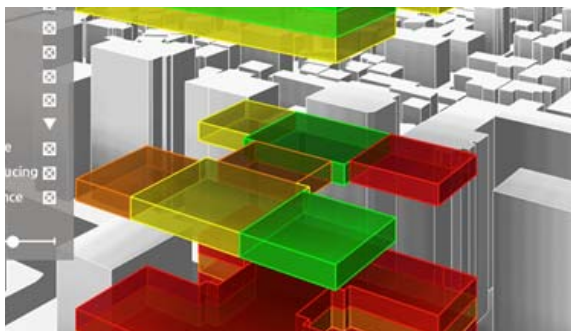


그림 9. 공간 unit 분리 (LOD 4) 개념도

시스템에서 실시간의 자료 이외에 시간에 따른 모니터링 결과를 확인 및 분석할 수 있도록 아래쪽에 그래프를 추가하였다. 에너지 모니터링 그래프, 환경데이터 그래프, 그리고 둘 간의 상관관계를 비교 확인할 수 있는 그래프를 나란하게 배치하였다.

현재 구축된 최종 시스템은 실시간 에너지 모니터링에 초점을 맞춰 구현하였고 에너지공급 계획수립 및 운영 시 필요한 시스템 모듈은 해당 단계에서 획득할 수 있는 데이터의 종류 및 양을 확인한 후 적절한 가시화방안에 대해 연구하

여 추가로 진행할 예정이다. 테스트베드가 구축되면 실제 USN 센서 데이터와 연결 작업도 진행하게 된다.

3.4 Social Sensor Networking 활용

고품질 무선데이터통신, 스마트폰, 태블릿 PC가 보편화되고, 센서 디바이스가 소형화 및 대중화되면서 모바일 컴퓨팅 환경은 새로운 국면을 맞이하고 있다. 그림 10은 모바일 센서와 휴대용 디바이스가 결합된 아이디어 이미지 및 실제 개발 사례이다. 파일럿 테스트 결과 나타난 USN 센서의 물리적인 문제의 해결을 위해서는 추가적인 데이터 획득 방법이 필요한데, 본 연구에서는 모바일 환경을 이용한 소셜센서의 활용을 통해 기존의 USN 센서를 보완하고자 한다.



그림 10. 모바일 센서 디바이스의 사례[7][8]

Social Networking⁶⁾은 아이터·칠레 지진, 이란 유혈 사태에서 볼 수 있듯이 사회 인프라 마비나 정보의 보도 통제 등과 같은 극한 환경에서도 시민들의 자발적 참여로 인해 빠른 정보전달, 여론형성을 이끌며 실시간 적인 집단지성을 창조하며 긍정적인 잠재 가능성을 시사한다. 소셜네트워킹은 단순한 놀이나 일시적인 해프닝으로 끝나지 않고, 실용적으로 사용이 가능하다. 큰 인프라 투자 없이 시민의 자발적인 참여로 사회적 커뮤니케이션네트워크가 만들어지기 때문에 이 소셜센서망을 이용하여 글로벌 재난상황 (환경 모니터링, 대규모 재난 사태, 폭동같은 사회현상 감지)에 대한 정보 및 예측이 가능하다.

Social Sensor Networking이란, 센서가 장착된 휴대 통신 장치를 사용하는 사람들이 주위환경에 대한 정보를 수집, 송수신, 소통하기 위해 참여하는 ad-hoc 네트워크 활동이다.[9] 이때 소통되는 정보는 위치정보를 포함한 물리적인 센서 데이터에 부가적으로, 사용자의 의견과 개인정보가 포함되어 있다. 따라서 사람이 곧 지능적인 센서노드의 역할을 하는 것이다.

소셜센서 네트워크의 특성은 기존의 센서망처럼 큰 인프라 투

6) 소셜네트워킹은 1인 미디어, 1인 커뮤니티, 정보공유 등을 포괄하는 개념으로 트위터 활동으로 대표된다

자 없이 구성이 가능하며, 시민들의 자발적인 참여로 이루어지고 특정의도를 내포하고 있기 때문에 그 데이터는 의미론적으로 풍부한 정보적 특성을 띠게 된다. 기존 u-City에 설치되는 센서데이터는 그 센서의 위치 정보, 센서 값을 포함하고 있지만, 소셜센서 데이터는 이외에도 사람의 프로파일, 의견 등을 반영하여 멀티미디어의 형태로 클라우드에 대규모 데이터베이스를 이루고 있기 때문에, 해당 데이터베이스에서 필요한 데이터를 수집, 분석하여 도시의 특성을 이해하고 도시를 진단하는 새로운 방법론 도구로 사용이 가능하다.

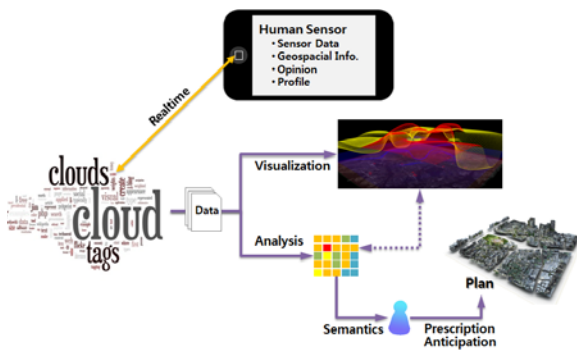


그림 11. Social Sensor Networking을 활용한 도시분석 방법

센서 정보와 소셜네트워킹 정보가 결합되면 좀 더 시맨틱한 상관관계를 찾을 수 있게 된다. 이 시스템은 아직 사용자가 트위터하는 정보에 센서정보를 담고 있지 못하고, 이를 사용 가능한 정보로 만들기 위해서는 데이터마이닝과 가시화 방법론에 대한 많은 연구와 개발이 진행되어야 한다.



그림 12. 사용자의 트위터 시스템 및 가시화 화면

그림 12는 지진을 감지한 사용자가 트위터를 이용해 업로드하고, Toretter 시스템은 이를 필터링 및 가시화하여 지진이나 재난 발생 여부를 판단하고 이용자들에게 경보 메시지를 발송하는 시스템의 화면이다. 일본의 JMA(Japan Meteorology Agency)의 시스템 보다 더 신속하게 일본 전역으로 전파된다.[10]

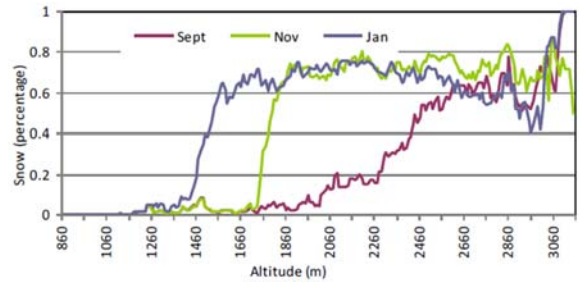


그림 13. Snowline detection using a summer image as a reference

그림 13은 SSN을 실제 활용한 사례로 사람들이 웹에 올려놓은 사진 데이터베이스를 분석하여 만년설의 양을 파악하고 이를 통해 온실 효과 등의 기후변화를 예측하는 연구이다.[11]

고도가 높은 극한 환경에서는 기존의 센서망을 설치하고 모니터링 하는 일조차 쉽지 않다. 해당 사례에서는 분석할 수 있는 데이터를 센서정보에만 국한하지 않고 사진 데이터를 적극적으로 이용하여 기후 변화예측에 종합적으로 적용하는 기술적 가능성에 대해 설명하고 있다.

본 시스템에서도 기존의 고정센서 네트워크를 보완할 수 있는 SSN에 대해서도 가시화를 진행하였다. 도시민이 실제 경험하고 느끼는 바를 트위터를 통해 표현하면, 관리자는 시스템을 통해 의견을 확인할 수 있다.

그림 14는 해당 기능을 구현한 시스템 화면으로 사용자가 키워드(energy, weather 등)로 검색하면 해당 위치에서 시민들이 올려놓은 의견을 실시간으로 확인이 가능하도록 되어 있다. 현재는 사용자가 올린 내용을 그대로 가시화하는 단계까지만 개발하였지만 추후에는 시맨틱 엔진 등의 개발을 통해 좀 더 통계적인 분석이 가능한 가시화 방법에 대해 연구를 보완하여 진행할 예정이다.



그림 14. 모니터링 시스템 SSN 가시화기능

앞으로 초소형 센서들이 모바일기기에 보편적으로 내장(현재는 GPS, 가속도 센서 등 탑재)되어 더욱 정확한 정보들이 수집되면, 사용자 의견의 정확도가 높아지게 되고 분석결과를 u-City 구축과 운영에 반영할 수 있다. 즉, 도시공간을

계획하고 공급·운영하는 공급자가 센서기술의 활용과 제어를 통해 첨단도시 인프라를 건설하고, 기존에 설치된 센서정보를 소셜네트워킹 환경에 제공함으로써 사람들의 호기심을 자극하여 참여를 유도한다. 사람들의 참여를 통해 생성된 소셜네트워킹 정보를 기존 센서정보의 결과와 비교 또는 융합하여 도시 모니터링의 정확성을 높이고, 이를 통해 얻어진 결과는 다시 시민들과 공유하여 더욱 정확한 도시환경의 진단과 처방의 방법론을 도출 적용할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 USN을 이용한 에너지 가시화 시스템에 대한 구성과 이를 실현하기 위한 데이터 구조를 정의하고 센서정보와 연계하는 파일럿테스트를 진행한 뒤 최종시스템 인터페이스를 설계 및 구현하였다. 이를 통해 앞으로 진행될 테스트베드 가시화 데이터베이스를 효과적으로 구축할 수 있는 바탕을 마련하였다. 그리고 기존의 도시에도 큰 인프라 투자 없이, 또는 u-City 구축 후 보완적으로 사용할 수 있는 SSN의 개념 및 활용방안에 대해서도 살펴보았다.

기존의 고정 센서망 이외에 SSN에 대한 잠재성을 볼 때 앞으로 고정 센서망과의 연계 및 SSN 가시화 방안에 대해서 지속적인 연구가 필요하다. SSN 관련 기술을 진행되고 있는 u-City 에너지 모니터링 시스템에 결합하면 시민참여형 도시생태환경 모니터링 체계구축, 개방형 도시정보시스템 구축, 재난정보체계 및 대응체계 구축, 시민참여형 에너지 모니터링 및 친환경 녹색성장 기술 개발 등이 가능하다.

메타 정보를 사용자가 직관적으로 인식할 수 있는 가시화 방법론 및 표현방법, SSN의 활용방안 및 가시화 방법에 대해서는 앞으로 좀 더 많은 사례 연구를 통해 정의해야 한다. 구현된 에너지 모니터링 시스템은 테스트베드의 일부 구역을 연구가 정한 데이터 구조에 맞게 모델링하여 어플리케이션 제작 및 테스트를 통해 도시 단위에서 데이터 구조나 인터페이스가 적합한지를 검증하고 보완하는 작업을 진행할 것이다.

참고문헌

[1] 김성아, 김갑득. 도시공간정보와 통합된 에너지모니터링 가시화환경 연구. 대한건축학회논문집-계획계. 제25권, 제7호. 대한건축학회. pp. 99~106. 2009.

[2] 김미연. 지능형 도시의 생활지원을 위한 도시공간정보 서비스 모델연구. 연세대학교 박사학위 논문. 2009.

[3] 고일두, 최중현, 김이두, 정연석, 이재민. BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물 정보의 추출. 한국GIS학회지. 제16권, 제2호. 한국GIS학회. pp. 249~261. 2008.

[4] 염정호, 이성기, 김성아, 실내공간인지를 위한 IFC모델

기반의 공간추론플랫폼에 관한 연구. 대한건축학회논문집-계획계. 제25권, 제4호. 대한건축학회. pp. 109~116. 2009.

[5] 문은배, 색채의 이해와 활용. 안그래픽스. 2007.

[6] 김성아, 도시에너지 운영 가시화 관점에서의 도시공간정보 체계화 및 시스템 구현 연구. 대한건축학회논문집-계획계. 제26권, 제4호. 대한건축학회. pp. 117~124. 2010.

[7] Nokia. Eco Sensor Concept. <http://www.nokia.com/environment/devices-and-services/devices-and-accessories/future-concepts> 2010.6.7.

[8] NASA. iPhone Chemical Sensor. http://www.nasa.gov/centers/ames/news/features/2009/cell_phone_sensors.html 2010.6.7.

[9] Smith, TNO. Seminar on The Potential of Sensor Networks. <http://www.tno.nl> 2010.6.7.

[10] Sakaki, T., Okazaki, M. and Matsuo, Y. Earthquake shakes Twitter users: real-time event detection by social sensors. In Proceedings of the 19th international conference on World wide web (WWW '10). ACM, New York, USA. pp. 851~860. 2010.

[11] Chippendale, P., Zanin, M., and Andreatta, C. Lecture Notes In Computer Science on Image and Processing. Vol. 5716. pp. 34~42. Aug. 2009.



최 윤

1998년 3월 ~ 2003년 2월 성균관대학교 건축공학과 졸업(공학사). 2003년 3월 ~ 2005년 2월 성균관대학교 대학원 건축학과 졸업(건축학석사). 2009년 9월 ~ 현재 성균관대학교 대학원 박사과정.



장 명 호

2001년 3월 ~ 2008년 8월 계명대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 2009년 9월 ~ 현재 성균관대학교 대학원 석사과정.



김 성 아

1984년 3월 ~ 1988년 2월 부산대학교 건축공학과 졸업(공학사). 1988년 3월 ~ 1990년 2월 부산대학교 대학원 건축계획학 졸업. 1994년 3월 ~ 1997년 6월 Harvard University 졸업(건축학박사). 1998년 ~ 2002년 명지대학교 건축학과 조교수. 2002년 ~ 현재 성균관대학교 건축학과 교수.