

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.2.239>

JIIBC 2013-2-31

유비쿼터스 기반 건설현장 관리시스템의 구현

Implementation of Ubiquitous-Based Construction Site Management System

연상호*, 이영욱**

Sang-Ho Yeon, Young-Wook Lee

요약 건설현장에서 공사 진행 사항을 실시간으로 취득하여 3차원 공간정보와 센서네트워크를 결합한 유비쿼터스 기반 건설현장 관리시스템을 구현함으로써 건설현장에 가서 공사 진척 현황을 확인해야 하는 수고와 시간을 아낄 수 있고 실시간 정보를 PC, 노트북 또는 스마트 폰 등으로 전송하여 공사 관련 담당자나 담당자가 있는 사무실 등에서 수신할 수 있도록 하였다. 특히, 건설현장의 공사 진행 현황은 물론 공사에 영향을 미칠 수 있는 온도, 습도 등의 환경정보 및 GPS 정보를 모바일 스마트 폰으로 제공함으로써 언제 어느 곳에서든지 필요한 정보를 제공받을 수 있을 뿐만 아니라 공사의 진행과 설계변경 등에 도움을 줄 수 있도록 하여 건설현장 실시간 자동관리가 가능할 수 있도록 연구되었다.

Abstract A ubiquitous-based construction site management system coupled with construction processing status of a 3-D spatial information and sensor network for construction site management is implemented. The service of such management system is able to save efforts and times to check the processing status of construction sites and more the related construction staff in charge can receive the real time information of construction field or the related information can be transmitted to the office where the construction staffs in charge are. Especially we can provide on a mobile smart phone of real time processing status at construction field and environmental information of such temperature, humidity, information of GPS, etc. which are able to affect the construction status. In addition, construction processing and design modification etc. as well as necessary informations are able to be helped and provided at any time and to any place.

Key Words : Spatial Information, 3-D Mobile, GPS, Ubiquitous Sensor Network, Construction Site Management

1. 서 론

최근에는 수치지도 및 인터넷 검색도구를 이용한 위성영상을 활용할 수 있게 됨에 따라 무선통신의 간단한 단말기를 이용한 공간정보의 활용이 매우 용이해지고 있다. 현재 우리가 사용하는 지도는 2차원 공간정보를 기반

으로 하여 사용이 가능하지만 실제로 필요한 3차원의 표고정보는 현장의 지형측량에 의하여 표고 값을 구성하여 분석해야하는 불편함을 감수하여야 하며, 그에 따른 많은 시간을 필요로 한다. 따라서 보다 편리하면서도 지형 및 변화된 공간대상물의 특징과 위치를 조사하고 측정하여 활용해야 하는 건설현장에서 이의 관련 정보를 GPS

*정회원, 세명대학교 토목공학과

**정회원, 세명대학교 컴퓨터학부

접수일자 2013년 2월 25일, 수정완료 2013년 3월 25일

게재확정일자 2013년 4월 12일

Received: 25 February 2013 / Revised: 25 March 2013 /

Accepted: 12 April 2013

*Corresponding Author: yshsmu@semyung.ac.kr

Dept. of Civil Engineering, Semyung University, Korea

위치정보가 연결된 디지털 사진을 실시간으로 취득하여 연계시켜주고, 이것을 자동항법장치 및 모바일 폰으로 구성하여 공동으로 사용이 가능하도록 하는 것이다.

본 연구에서는 건설기술자들에게 모바일 폰을 이용한 3차원 공간정보를 건설현장에서 사용이 가능하도록 함으로써 현장조사 및 관리를 위한 다양한 영상콘텐츠를 현장에 사용할 수 있도록 하였다.

건설현장의 상황을 정확히 파악하고 이것을 분석하여 설계에 반영하기 위해서는 기존 종이지도 및 수치지도에 의한 평면적인 분석에 의존하는 것은 정확한 지형지물의 분석에 매우 불편하고 많은 오류를 범할 수 있으므로 현재의 정보를 실시간으로 취득하고 수정하여 3차원 지형공간에서 시각적으로 분석할 수 있는 모바일 시스템을 개발하여 적용할 수 있도록 하였다. 따라서 건설현장에서의 공사 진행상황을 수시로 파악하여 볼 수 있으므로 보다 구체적이면서도 현실적인 입체감이 있는 상황을 재연해 낼 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 또한 간단한 모바일 시스템에서 3차원 영상기반의 현장사진 및 GPS 위치정보를 통합적으로 이용할 수 있는 시스템으로 개발하여 새로운 건설시장 분야에서 건설공사용 모바일 공간영상 콘텐츠의 제공과 그러한 정보를 담은 새로운 영상 단말기로의 수요도 창출할 수 있을 것으로 전망된다.

건설현장의 기존 공간정보에서 3차원 영상 콘텐츠로 재구성하여 재전송하여 줌으로서, 수시로 필요시 어느 곳에서나 설계에 반영할 수 있도록 하고자 하였다. 또한 최근 무선 통신과 유비쿼터스의 자동매칭을 구현 할 수 있는 새로운 식별자로서의 역할을 보여줌으로서, 이에 대한 원천기술 및 응용 기술의 개발을 통하여 향후 활용되어질 3차원 공간 영상콘텐츠의 고품질서비스와 더불어 새로운 위치기반 생활서비스에서 핵심적인 요소 기술로 발전시켜 갈 수 있을 것이다.

대상지의 디지털 수치 지도와 공간영상에서의 편집된 3차원 공간영상 데이터베이스를 마련하고, 여러 건설현장 및 주변지역에 대한 사전조사에 의한 다양한 공간영상자료를 직접 현장에서 수집하여 전송한 것을 새롭게 분류함과 동시에 재편집하여 GPS에 의한 위치 정보의 자동 매칭과 DEM에 의한 3차원 공간을 생성하여 최신의 현장의 공간정보가 부가된 시스템을 구현하여 실시간으로 모바일 환경에서 활용할 수 있도록 하였다.

제1장은 서론으로 건설현장에서의 공사 진행에 따른 유비쿼터스 기반 건설현장 관리 시스템의 구현에 관하여

언급하였고 제2장에서는 3-D 영상 생성 및 시뮬레이션 등에 관하여 기술하였다. 제3장에서는 USN(Ubiquitous Sensor Network)에 의한 데이터의 획득 및 처리 내용을 다루었으며 제4장은 결론 부분으로 구현한 유비쿼터스 기반 건설현장 관리 시스템의 특성 등에 관하여 기술하였다.

II. 3-D 영상 정보

1. 3-D 영상 정보 처리 및 획득

그림 1은 영상보정 및 3차원 사진영상 처리과정을 보여주고 있다. 지형공간을 대부분 차지하고 있는 대상물의 높이는 지상의 기준점으로 부터의 상대적인 수직거리로 산정하여 3차원의 정보이지만, 지형도의 등고선으로는 알 수 없는 높이이므로 도심지의 스카이 라인이나 건물의 높이 등은 지도에 누락되어 실제적으로 지구의 3차원 공간정보를 구축하기 위한 다양한 기법이 계속적으로 개발되어져 왔다.

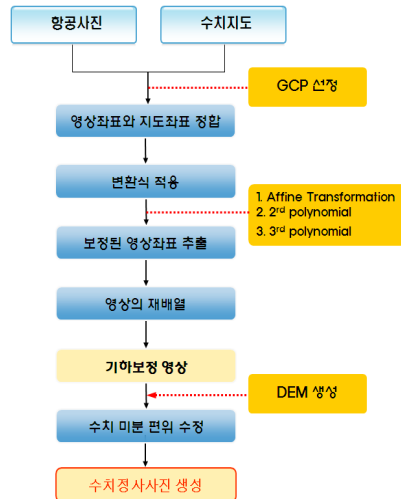


그림 1. 영상정보 및 3차원 사진영상 처리과정도
Fig. 1. Image Compensation and 3-D Processing Diagram of Photograph Image

3차원 지형과 모형을 생성하여 공간도시를 보여준다는 것은 문서나 수치 및 2차원의 공간 도면을 이용하여 의사결정을 하는 것 보다 분명히 큰 효과가 있다. 다양한 지구공간의 형태를 입체적으로 조망해 볼 수 있도록 하

기 위하여 3차원 공간을 생성하여 지형조감도를 작성하고, 이를 지역 및 도시 공간에서 동영상으로 보여주기 위하여 3차원 시물레이션을 실시할 수 있도록 하였다.

여러 가지의 공간 자료에 의해 생성된 공간모델은 3차원의 지형공간으로 보내어져서 우리가 사용가능한 GIS 솔루션에서 다른 여러 기능을 이용할 수 있도록 재구성하여 편집할 수 있다. 즉 GIS 환경에서 3차원 영상은 새롭게 공간정보 콘텐츠로서 활용이 가능해지고 있는 위치 기반의 GPS/LBS 등의 또 다른 시스템과의 융합을 시도할 수 있게 된다.

2. 3-D 시물레이션 영상

다양한 3차원 공간정보를 생성하여 적용하기 위해서는 적용하고자 하는 대상지역에 대한 지형적인 요소와 공간을 구성하는 건물 등에 대한 기존의 자료와 데이터를 우선 수집하여 초기의 불필요한 조사와 작업량을 줄일 수 있어야 한다. 우리나라의 경우에는 전국적으로 수치지형도가 완비되어져 있으며, 사용시점에 대한 최신의 영상자료 등을 최근에 촬영한 위성영상의 공간자료 등을 미리 수집하거나 주문하여 확보해야만 유무선 통신설비와 센서 망을 구축하는데 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 DEM 생성에 의한 공간 정보를 다양한 이미지와 결합함으로써 우리가 주위에서 활용할 수 있는 CAD 데이터와 사진을 중첩하는 기법을 개발하여 도시하였고, 특히 최근에 관심이 고조되고 있는 항공 LIDAR 측량으로 획득한 레이저 스캐닝 방식의 센서와 지표면까지의 거리 및 방향을 관측하여 지표면 상의 표고점에 대한 3차원 좌표를 자동 생성하여 결정하도록 함으로서 도심지에서의 3차원 공간 구성과 시물레이션을 설정하였다. 그림 2는 3차원 동영상 시물레이션 예를 나타내고 있다.

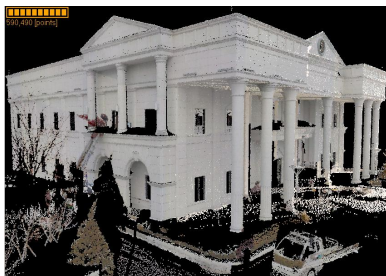


그림 2. 레이저 스캔 3차원 영상 예
Fig. 2. The Result of 3-D Image by Laser Scanning

정사 보정 사진과 위성영상을 바탕으로 하여 수치지도에서 추출된 벡터 데이터인 주요 도로망 및 하천 등의 확인된 공간정보를 중첩시켜 제작함으로써, 어떤 지역 또는 건물 등을 대상으로 적출한 위성영상을 정밀위치 보정하고 정사투영 보정시켜서 주요 벡터의 공간정보를 중첩시켜 생성하였다.

투시도에 포함된 DEM 파일은 3차원 이상의 입체영상을 생성할 수 있으므로 원하는 방향과 높이 값을 지정하여 조감도를 비롯한 입체적 조감도의 영상을 보여주는 것이 가능하도록 하였다.

그림 3은 USN(Ubiquitous Sensor Network)으로부터 얻을 수 있는 관련 자료 및 3-D 영상의 개념도를 보여주고 있다. DEM과 정사영상의 로딩을 위하여는 DEM 파일과 정사영상을 3차원 시물레이션 하여 컴퓨터 메모리로 저장하도록 하였다.

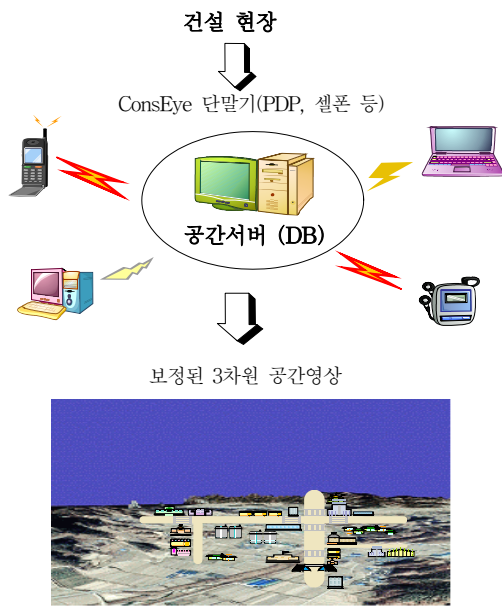


그림 3. 건설지역 환경정보 및 3차원 영상 획득 개념도
Fig. 3. Acquisition Concept Graph of Environmental Information at Construction Location and 3-D Image^[9]

III. 데이터 획득 및 처리

최근 USN(Ubiquitous Sensor Network) 시스템은 선이 없는 무선 센서 기술의 발달로 고성능의 Sensor 기술에 의하여 산업현장에서 여러 가지의 무인 측정이 가능

하게 됨으로써 다양한 응용분야에 널리 적용되고 있다.^{[11],[12]} 예를 들면, 생태계의 성장 조건과 변화 등에 관한 상황을 계속해서 파악하고자 하는 경우에 용이하게 관심 있는 해당지역 등에 널리 사용될 수 있다. 건설현장의 공사 진행현황은 시시각각으로 공사 진척 상황에 따라 그 상황이 변화된다. 공사기간이 짧고 길어짐에 따라 또는 온도나 습도 등에 따라서도 건설현장의 환경은 달라지며 공사 진행에 영향을 미칠 수 있다. 기후 조건과 급격한 환경 변화 등이 그 원인이 될 수도 있다. 본 논문에서는 건설현장에 무선통신이 가능한 온도, 습도 등의 환경 센서와 경도와 위도 및 고도를 나타낼 수 있는 GPS 센서를 이용하였다. 각 노드센서로부터 싱크센서로 측정된 환경 데이터와 GPS 정보를 송신하면 싱크센서는 이들 데이터를 수집하게 되고 TinyOS 기반 PC가 이를 처리하여 그 결과를 출력 영상 및 데이터로 나타내는 시스템을 구성하였다. 무선 센서들로 USN 시스템을 구성하면 비교적 간단히 측정된 환경 데이터를 얻을 수 있다. 노드센서로부터 온도, 습도, 조도, GPS정보 등에 관한 측정 데이터는 C Program에 의하여 처리되어 적절한 3-D 이미지와 데이터를 보여 주었으며 변화된 값들은 회사의 필요한 부서 등에 필요할 때 송신하여 건설공사의 진행 과정 및 설계변경 등을 요하는 경우에 반영될 수 있다.

1. TinyOS 기반 USN 시스템 구성

처리된 측정 데이터들은 이미지 또는 적절한 단위의 데이터 또는 이미지로 보여 지며 그 변화를 알 수 있다. 각 노드센서로부터 측정된 데이터는 싱크센서(Sink Sensor)로 수신되어 처리하도록 구성하였다.

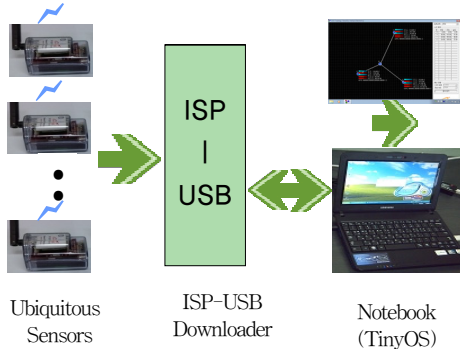


그림 4. 환경데이터 측정용 USN 시스템
Fig. 4. Measuring USN System of Environmental Data^[5]

그림 4는 환경데이터 측정용 USN 시스템의 구성을 보여주고 있다.

이 파일은 ISP-USB 프로그램 다운로더를 거쳐 해당 센서(모트)로 다운로드 되고 각 무선통신용 노드센서들로부터 측정이 가능하게 된다.

USN 관련 프로그램의 개발 프로세스에 의하여 각 측정용 무선 노드센서들이 데이터를 획득할 수 있게 되면, 데이터가 측정되기 시작하고 획득한 데이터는 싱크노드에서 다시 PC, 노트북 또는 모바일 스마트 폰 등으로 송신함으로써 수치 데이터 및 영상 형태로 자료를 받아볼 수 있다.

2. 데이터 획득 및 전송

환경 데이터 관리								
환경 영상	2D 영상	3D 영상	데이터 출력	온도	습도	조도	GPS	년월일
				7°C	17%	620	N3724.2702, E12732.415, H59.1	2010.11.26
				23°C	25%	953	N3274.5703, E12732.431, H58.4	2011.03.19
				22°C	20%	920	N3724.2984, E12732.531, H51.1	2011.03.19

그림 5. 환경 데이터의 이미지와 출력 데이터
Fig. 5. Image of Environmental Data and Output Data^[5]

그림 5에서 알 수 있는바와 같이 센서노드들로부터 싱크노드로 수신된 데이터는 TinyOS 기반 Windows 상에서 C 프로그램에 의하여 처리되어 PC 화면 또는 노트북 화면에 이미지와 적절한 데이터로 출력되어 나타난다. 그림 6 및 그림 7은 그 결과 예를 보여주고 있다.

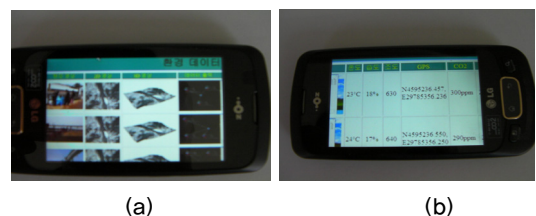


그림 6. 스마트폰 수신자료
Fig. 6. Received Data on Smart Mobile Phone^[5]

각 데이터 값은 평균치이며 GPS 정보는 1개의 값을 취하여 나타내었다. 이를 C 언어 소스코드로 컴파일링 하면, 크로스 컴파일에 의하여 기계어 코드(*.hex)를 얻

을 수 있고 PC 또는 노트북으로 다운로드가 가능해 진다. 따라서 이 코드가 실행되면, 측정된 데이터가 화면에 나타나기 시작하고 그림 5 또는 그림 6과 같이 스마트폰 등으로 영상 및 데이터를 볼 수 있으므로 건설현장에 가서 확인할 필요가 없게 된다.

IV. 결론

무선통신용 USN을 구성하는 유비쿼터스 무선센서들에 의하여 건설현장에 직접 가지 않는 시간과 노력을 아낄 수 있는 유비쿼터스 기반 건설현장 관리시스템을 개발하여 PC, 노트북 및 스마트폰으로 건설현장에 영향을 미칠 수 있는 환경정보를 제공하도록 하였다. 환경 데이터 측정 시스템은 최근의 USN 기술^{[3],[5],[10],[11]}을 이용하여 용이하게 온도, 습도, GPS 정보 등의 환경 데이터를 측정하고 관련 데이터들을 송신하여 건설 공사에 필요한 데이터들을 획득 및 처리하였다.

본 연구에서는 건설현장의 기본 데이터인 온도, 습도 및 GPS 자료를 다루었지만 향후 CO2 가스 농도, 미세먼지농도 등의 환경 데이터도 정보 제공이 가능할 것이다. 또한 XML에 의한 데이터베이스 관리 및 일반인들도 창작이 가능한 안드로이드 앱 인벤터 등의 아이콘 생성 및 정보 전송방법 등을 시도할 수 있을 것이다.

획득 및 처리된 환경데이터 정보는 필요한 때에 필요한 곳에 PC, 노트북 또는 스마트폰 등에 정보를 전송하여 제공함으로써 건설공사 현장의 진행현황을 감시하고 이를 공사과정에서 반영함으로써 시간과 노력을 아낄 수 있고, 또한 설계 변경을 요하는 경우에도 환경적 요소들을 고려하여 설계 변경 등에 필요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Sang-Yeop Nam, "Implementation of Home Network System", Sanhackdang Publisher, ISBN 978-89-85437-72-1, 2008.
- [2] "Ubiquitous Sensor Network System Using ZigbeX", Technical Institute of Hanbaek Electronics, ISBN 978-89-90758-12-5, 2008.
- [3] D. Gay, P. Levis, R. von Behren, M. Welsh, E. Brewer and D. Culler, "The NesC Language: A Holistic Approach to Networked Embedded Systems", Proceedings of Programming Language Design and Implementation, June 2003.
- [4] "Control of ARM-Based Microcontroller for Learning by HBE-MCU-LabView". HANBACK Electronics, 2009.
- [5] Youngwook Lee and Sangho Yeon, "Study on Implementation of Environment Data on a Smart Phone by Using Ubiquitous Radio Sensors", 2012 KoCon Spring Comprehensive Academy Conference, Vol.0, No.1, 2012, pp.163-164.
- [6] Sangho Yeon, "A Study on the Stereo Image Map Generation of Chuncheon Area Using Satellite Overlay Images", Journal of the Korea Association of GIS, Vol.3 No.4, 2000, pp.1-10.
- [7] Sangho yeon, Youngdae Lee, "3D Spatial Image City Models generation and Applications for Ubiquitous-City ", Journal of the Institute of Webcasting, Internet Television and Telecommunication, Vol.8, No.1, 2008, pp.47-52.
- [8] Yeon, Sang-Ho, Kim, Hak-Doo, "Technical method on the Automatic Spatial Data Acquisition and Processing for Remote Management of Construction Sites", The Proceedings of Spring Conference, Korea Society of Construction Management, 2012, pp.12-15.
- [9] Sangho yeon, Youngwook Lee, "A Study for Construction Environment Pre-analysis by Integration of 3D Scanning and USN", The Proceedings of Spring Conference, Korea Contents Society, 2011, pp.87-89
- [10] Yoonsik Kwak, Sangmoon Park, et al., "Design of the Device to Aquire Data for Wireless Sensor Network Environment", Korean Institute for Information Technology, May 2010, pp.177-179.
- [11] Kim, Dong-Joo, Kim, Tae-Hoon and Tak, Sung-Woo, "Energy-Efficient Rreal-Time Task Scheduling for Battery-Powered Wireless Sensor Nodes", Journal of Korea Multimedia Society, Vol.13, No.10, Oct.2010, pp.1423-1435.

저자 소개

연 상 호(정회원)



- 1983년 : 서울대학교 공과 대학원 공학석사
- 1990년 : 서울대학교 공과 대학원 공학박사
- 1991-1995년: 한국건설기술연구원, 삼성전자 및 삼성SDS 선임연구원
- 1995-1997년: 한국지리정보산업협동조합 전무이사

• 1998년-현재: 세명대학교 토목공학과 교수

<관심분야> GIS/RS/GPS, 디지털영상처리, 유비쿼터스, U-city, 3-D 공간정보 토폴로지 분석 및 콘텐츠 제작 등

이 영 욱(정회원)



- 1980년 : 서울대학교 공과 대학원 공학석사
- 1994년 : Texas A&M University 공학박사
- 1977년 ~ 1991년 : 국방과학연구소 선임연구원
- 1990년 ~ 1991년 : Los Alamos National Laboratory 연구 개발 업무

• 1994년 ~ 현재 : 세명대학교 컴퓨터학부 교수

<관심분야> 사용자 컴퓨터 인터랙트, 임베디드 시스템, 데이터베이스, 데이터마이닝, USN 등>