

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2013.13.1.41>

JIIBC 2013-1-6

모바일 증강현실 기술을 이용한 지하 사회 기반 시설 관리 시스템 설계

The Design of Underground Utilities Management System based on Mobile Augmented Reality Technology

백장미*, 홍인식**

Jang-Mi Baek, In-Sik Hong

요약 스마트폰의 사용이 전세계적으로 증가하면서, 스마트폰의 혁신적인 앱 개발이 이루어지고 있다. 현재까지 사회 기반 시설의 전산화 과정이 빠르게 진행되면서 IT 기술과의 융합으로 발전하고 있다. 본 논문에서는 모바일 기기의 증강 현실 기술을 기반으로 지하 사회 기반 시설의 자동 생성 시스템을 위해 전체적인 아키텍처를 구성하고 인터페이스를 설계하였다. 특히, 제안된 시스템은 근거리 무선 통신 기술을 통해 현장 관리자의 스마트기기의 오버헤드를 최소화하고 서버 측면에서는 현장 관리자로부터 전송된 데이터에 대한 지속적인 관리가 수행되며, 클라이언트의 데이터 흐름을 모니터링하게 된다. 또한, 외부 통신 과정에서의 불안전성 및 불확실성이 내포된 이벤트 발생시 이를 처리할 수 있는 특징을 제공한다.

Abstract A great number of people all over the world are using smart phones. Researchers develop innovative technology of App. It's make rapid progress now that the country's infrastructure is computerized, we expect IT Technological Convergence. In this paper, designs underground utilities management system based on mobile augmented reality technology, and architecture configuration, interface development. Proposal system minimizes overhead of smart devices belonging to engineer's representative using wireless personal area networks. Center Server technology manages transmitted data from engineer's representative, it monitors client data path. And it provies information processing capacity for event generation module. Such event has connotations of instability and uncertainty.

Key Words : Mobile Augmented Reality, Underground Utilities Management System, Wireless Personal Area Networks, Central Server Technology

1. 서 론

스마트폰의 활성화로 인하여 단순한 형태의 사회 생활 뿐만 아니라 정보의 연속성과 서비스의 지속성을 강화하는 방향으로 생활 공간을 벗어나 사회 기반시설까지

의 융합 IT환경으로 발전하는 계기가 되고 있다. 특히, GPS 정보 등을 이용한 위치 기반 서비스 및 증강 현실 기술의 연구가 활발히 진행되고 있으나, 사회 기반 시설에 대한 모바일 증강 현실 도입에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 스마트 모바일 기기

*정회원, 순천향대학교 컴퓨터공학과
접수일자 : 2013년 1월 8일, 수정완료 : 2013년 2월 5일
게재확정일자 : 2013년 2월 8일

Received: 8 January 2013 / Revised: 5 February 2013 /

Accepted: 8 February 2013

**Corresponding Author: ishong@sch.ac.kr

Computer Science, SoonChunHyang University, Korea

를 이용한 모바일 증강 현실 기술을 기반으로 하는 지하 사회 기반 시설 관리 시스템을 설계하고자 한다. 본 논문의 2장에서는 모바일 증강 현실에 대한 기술을 설명하고 3장에서는 기존 방식 분석과 요구사항 분석, 4장에서는 모바일 증강현실 기술 기반의 지하 사회 기반 시설 자동 관리 시스템 설계를 제안한 뒤 5장에서는 제안한 시스템의 효율성 분석을 수행하고 마지막으로 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

II. 기술 개요

모바일 기기의 진화의 특징은 지능화에 따른 소프트웨어 및 플랫폼의 진화와 더불어 하나의 복합적 기기기로 활용이 가능하다는 점이다. 일반적인 증강현실은 (AR:Augmented Reality) 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술로 사용자에게 보다 향상된 현실감을 제공한다. 스마트 모바일 기기를 이용한 모바일 증강 현실은 스마트폰의 대중화에 따라 디스플레이 및 입/출력 장치로 인한 상황 인지 및 하드웨어 제어 등에 초점이 맞춰져 많은 연구가 진행되어가고 있으며 최근에는 다양한 센서(기울기, 방위각)등에 대한 정보를 결합함으로써 이를 이용한 증강 현실에 대한 연구가 대중화되고 있다. 특히, GIS(Geographic Information System)^[3]와 DBMS 기술, 인터넷 등을 중심으로 한 네트워크 기술, 컴포넌트 형태의 기술, 다중 사용자 환경 기술은 모바일 증강 현실 시스템과 융합하여 개발되고 있다^{[4][5][6]}.

III. 기존 방식 분석

기존 방식 분석을 통해 제안한 시스템의 요구사항을 제시한다.

1. Location based application for Mobile augmented reality

본 방식은 2003년에 Gerhard (외 1명)이 제안한 방식으로 모바일 디바이스 노트북을 기반으로 사용자의 행동 인식 센서를 장착하고 자체 개발 행동 인식 프로그램을 기반으로 지상 및 지하의 물체에 대한 마크를 이용해 사용자의 행동을 분석하여 모바일 증강 현실 시스템을 사용자 노트북에 제공함으로써 사용자의 서로 다른 행위에

대한 위치 정보에 기반을 둔 시스템이다^[2]. 본 방식의 경우 하나의 센서와 하나의 고정식 환경에만 적용이 가능하기 때문에 지하 사회 기반 시설과 같이 여러 개체들이 보내는 경우 오차 범위(5m) 내에 존재하기 때문에 정확성을 갖는 증강 현실 데이터를 수신할 수 없다. 통신 방식에도 문제가 발생한다. 정확한 위치에 대한 값과 여러 개체들이 동일 공간에 존재할 경우 적용의 한계성이 있으며, 매우 협소한 공간에 일정한 규칙을 가진 개체의 배열에만 적용이 가능한 취약성이 존재한다.

2. Towards Massively Multi-user Augmented Reality on Handheld Device

본 방식은 2005년 Daniel (외 3명)이 제안한 방식으로 서로 다른 모바일 디바이스에서 상호 독립적인 인터페이스를 통해 다중 사용자를 위한 증강 현실 응용 서비스를 설계하고 이를 구현하였다. 구현된 시스템을 4명의 유저의 기차 게임을 통해 동시 플레이 과정을 시연하고 이에 대한 협업 프로세스를 평가하였다^[1]. 하드웨어의 독립성을 기반으로 동시 접속이 가능한 방식이 가능하도록 하였으며, P2P 형태의 스크린 서비스를 제공함으로써 기본적인 상호 통신 과정을 통해 인프라 데이터를 구축하고 구축된 데이터를 상호 공유함으로써 다중 사용자간의 증강 현실 서비스가 가능하도록 하였다. 그러나 P2P 통신을 통해 증강 현실에 대한 기본 데이터를 수신하는 문제점으로 인해 각 사용자의 카메라에 인식된 왜곡률에 대한 문제점이 발생하게 된다. 또한 정적 데이터와 변화성이 최소화된 환경에서만 적용이 가능하여 다중 매질의 환경의 경우 실제 적용이 매우 어려운 문제점이 발생한다.

3. 요구사항 분석

가. 고정 개체에 대한 이동성: 정적인 개체에 대한 사용자의 능동적 이동성을 제공해야 하며 하나의 센서에 대한 다양한 매질 혹은 환경에 적용이 가능해야 하며, 지리 정보의 오차 범위를 줄이기 위해 지리 정보 및 근거리 무선 통신과의 통신을 통해 오차 범위를 최소화함으로써 증강 현실 데이터의 정확성을 높일 수 있어야 한다.

나. 통신 방식: 기존의 공개 통신망뿐만 아니라 근거리 무선 통신 기술을 이용해 공간에 대한 좌표 값의 변화량 및 위치에 대한 정확한 정보와 불규칙한 데이터의 전송기술을 제공해야 한다.

다. 하드웨어의 독립성: 하드웨어와는 독립적으로 각각의 디바이스에서 적용할 수 있는 모듈 형태의 응용 서비스 계층에서 제공할 수 있어야하며, 방대한 데이터를 처리할 수 있도록 중앙 집중형 관리 방식을 통해 경량화된 모바일 디바이스의 계산량을 최소화하고 안전한 인증 방식을 통한 안전한 서비스를 제공할 수 있어야 한다^[7].

라. 시각적인 마크가 불필요한 증강현실 데이터 제공: 지하 사회 기반 시설의 특성상 보이지 않는 매질과 환경에 대한 증강 현실 데이터를 활용해야 하기 때문에 기존의 2D 정보에 대한 증강 현실 데이터로의 변환 과정이 필수적으로 필요하며, 지하 사회 기반 시설에 대한 동적인 데이터 변화에 따라 이를 즉각적으로 적용할 수 있는 적용성이 보장되어야 한다.

IV. 제안 방식

1. 시나리오

본 방식은 정보 발생 시 데이터를 중앙 서버에 전송하고 GUI 데이터와 증강현실 데이터를 매핑하여 현장 관리자에게 이를 전송한다. 현장 관리자는 지하 사회 기반 시설과의 근거리 무선 통신을 통해 서버로부터 제공된 모바일 증강 현실에 대한 데이터를 기반으로 지하사회 기반 시설에 관련된 응급 상황을 처리 및 관리하는 시스템이다. 시나리오는 그림 1과 같다.



그림 1. 모바일 증강 현실을 이용한 지하 사회 기반 시설 관리 시나리오

Fig. 1. Scenario of Underground Utilities Management System based on Mobile Augmented Reality

2. 시스템 계수

외부 인터페이스 프로토콜 시스템 계수는 다음과 같다.

- *Event - Message*: 지하사회 기반 시설에 설치된 센서에서 탐지된 정보로써 해당 지하 사회 기반 시설의 상태 변화가 발생되었을 때 자동으로 전송되는 메시지(지하 사회 기반 시설의 위치정보, 고유 정보, 이벤트 정보 등)
- *Auth - Message*: 지하 사회 기반 시설의 이벤트 발생시 이를 처리하기 위한 현장 관리자의 인증을 요청하는 메시지(현장 관리자의 고유 ID, 스마트 기기 고유번호 및 위치 정보)
- UID: 현장 관리자의 고유 ID
- SN: 스마트 기기 고유번호
- GP: 현장 관리자 스마트 기기의 위/경도 정보
- H(): 안전한 해쉬 함수
- pw: 사용자의 고유 ID에 대응되는 관리자의 고유 번호
- E(): 대칭키 암호 알고리즘
- $u_{k_j}()$: 퍼지 집합
- M_{k_j} : 멤버십 집합
- R_k : 규칙 Rule
- g_{c_k} : Rule의 확실성
- p_j : 숫수 (j=1,2,3)

3. 전체 구성도

본 논문에서 제안하는 U-MARS(Underground utility Mobile Augmented Reality System)은 UMS(Underground utility Management Subsystem), WSDB(Wireless Smart Device Block), SAPS(Statistics Access Point Subsystem)의 총 3개 서브 시스템으로 구성되며 이는 그림 2와 같다.

가. UMS(Underground utility Management Subsystem): 무선 센서에서 전송하는 정보(지하사회 기반 시설 정보, 상태 정보, 연결 정보(connectivity))를 수신한 SEMB로부터 관련 자료를 수신하거나 Black-list등의 서버가 관리하는 정보들을 관리자에게 시각화 엔진을 통해 제공하는 기능과 사용자 인터랙션 정보를 SEMB로부터 수신하여 이를 처리 및 관리하는 기능을 담당한다.

- 나. WSDB(Wireless Smart Device Block) : 외부의 무선 스마트 통신 기기를 의미한다.
- 다. SAPS(Statistics Access Point Subsystem) : 접근 지점의 통계를 관할하는 시스템이다.

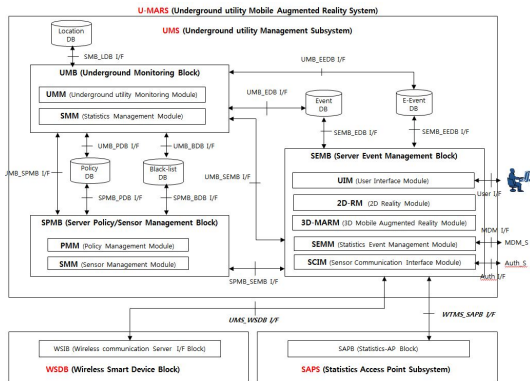


그림 2. U-MARS 시스템 구성
Fig. 2. Architecture of U-MARS

4. 서버블록의 세부 모듈 및 인터페이스

가. UMS 세부 모듈

- ① UMB(Underground Monitoring Block): 지하사회 기반 시설에 대한 모니터링을 통해 현재 지하사회 기반 시설의 상태 정보를 관리하고 모니터링하는 블록이다. UMM (Underground utility Monitoring Module)은 지하 사회 기반 시설에 설치된 센서로부터 전송된 지하사회 기반 시설의 상태를 모니터링 하는 모듈이며, SMM(Statistics Management Module)은 현재 지하 사회 기반 시설의 상태가 전송될 경우 저장된 Black-list DB와의 비교를 통해 해당 지하사회 기반 시설의 상태가 정상 상태인지 그렇지 않은지를 확인하고, 각 상태에 따라 정책적인 대처 과정을 결정하는 Policy DB를 참조한다.
- ② SPMB(Server Policy/Sensor Management Block): SPMB는 지하사회 기반 시설 관리 서버의 정책 및 센서들의 관리하는 기능을 담당한다. 특히, 지하사회 기반 시설에 장착된 센서의 상태에 대한 정책을 관리하고 센서에서 탐지해야 하는 다양한 이벤트에 대한 목록을 관리한다. PMM(Policy Management)은 중앙 서버에서 시설의 상태에 따라 중앙 서버가 설정하는 정책적인 대처를 생성하고 관리하는 모듈이며, SMM(Sensor Management Module)은 지

하 기반 시설에 설치된 센서의 설치 정보(위치, 고유번호, 상태 등)를 관리하는 모듈이다.

③ SEMB(Server Event Management Block) : 정책 및 센서들의 관리하는 기능을 담당한다. 통신을 수행하는 인터페이스, 이벤트에 대한 처리 및 분석하고 이를 처리하는 기능을 갖고 있으며, SEMB는 스마트 모바일 디바이스와 통신을 담당하는 무선 통신, 외부 관리자 인증 및 GUI를 통한 사용자의 인터페이스 부분을 제공한다. SEMB는 지하사회 기반 시설의 센서에서 전송된 정보가 Block-list DB에 해당되는 상황이 발생할 경우 Policy DB에서 정책적인 내용을 E-Event DB에 이를 저장한 뒤 SEMB 블록으로 해당 이벤트에 대한 처리를 요청하면 SEMB 블록에서는 2D 기반의 정보를 3D 모바일 가상화 정보를 생성하고 해당 조치 내역을 현장 관리자의 스마트 기기에 전송하기 위한 정보를 관리하는 블록이며 모듈의 구성은 다음과 같다. UIM(User Interface Module)은 관리자 측면에서 SEMB 블록을 관리하기 위한 사용자 인터페이스 모듈이며, 2D-RM(2D Reality Module)은 E-Event에서 수신된 이벤트 정보를 기반으로 해당 센서의 정보를 추출하고 센서의 정보에 기반한 기본적인 2D 데이터를 생성하는 모듈이다. 3D-MARM(3D Mobile Augmented Reality Module)은 2D-RM 데이터를 기반으로 현장 관리자의 스마트 모바일 디바이스에 전송하기 위한 기본적인 3D 증강 현실 데이터를 생성하고 관리하는 모듈이다.

SEMM(Statistics Event Management Module)은 이벤트가 발생된 센서에 대한 지속적인 관리 및 응급 처리 내용을 처리하기 위한 Policy-DB의 내용을 SPMB로부터 전송받아 관리하는 모듈이다. SCIM(Sensor Communication Interface Module)은 현장 관리자와의 통신을 관리하는 모듈로써 3D-MARM의 증강 현실 데이터를 송신하고 현장 관리자의 스마트 기기와의 통신을 통해 세부적인 사항에 대한 증강 현실 데이터를 3D-MARM 모듈을 통해 재가공하여 이를 스마트기기에 정보를 전송하는 모듈이다.

나. 근거리 무선 통신 기반의 외부 인터페이스 모듈
WSIB는 현장 관리자의 스마트 디바이스가 UMS-

SEMB- SCIM 모듈과의 통신을 수행하는 모듈로써 센서와의 근거리 무선 통신과정을 수행하고 이를 기반으로 생성된 정보를 송신하고 UMS-SEMB-SCIM에 전송하고 증강현실 데이터를 수신한다. 따라서 이는 안전한 현장 관리자 인증 과정 및 데이터의 무결성을 위한 다음의 과정의 프로토콜이 수행된다.

- Ⓐ 지하 사회 기반 시설에 설치된 센서에서 현재의 사회 기반 시설이 이상 정보 발생될 경우 해당 센서는 이벤트 메시지를 생성하여 서버에 전송한다.

$$Event - Message \quad (수식 1)$$

- Ⓑ 이벤트 메시지를 수신한 서버는 이상 징후를 확인하고 이벤트 상황에 따른 정책 및 이벤트 처리를 위한 메시지 및 모바일 증강 현실 제공을 위한 기본 데이터를 생성하여 현장 관리자에게 전송하기 위한 현장 관리자의 스마트기기에 인증 요청 메시지를 송신한다.

$$Auth - Message \quad (수식 2)$$

- Ⓒ 현장 관리자의 스마트 기기는 *Auth-Message*를 수신하면 다음의 정보를 생성하여 중앙 서버에 h_u, V_u, t_u 를 전송한다.

$$h_u = H(UID\|SN\|GP) \quad (수식 3)$$

$$V_u = E_{pw}(UID\|SN\|GP) \quad (수식 4)$$

다. Policy-DB에 포함되지 않은 이벤트 처리 모듈

기존의 Policy-DB에 포함되지 않은 이벤트일 경우 Fuzzy 이론에 기반한 이벤트의 적합도를 계산한다.

- Ⓐ 알려지지 않은 이벤트를 수신할 경우 규칙 R_k 에 대한 적합도를 다음과 같이 규정한다.

$$u_k(P_i) = u_{k_1}(P_1) \cdot u_{k_2}(P_2) \cdot \dots \cdot u_{k_n}(P_{i_m}) \quad (수식 5)$$

퍼지집합 M_{k_j} 에 대한 결과 클래스 C_k 와 확실성 g_{c_k}

를 결정한다. 퍼지 규칙 R_k 의 적합도는 다음과 같다.

$$\beta_c = \sum_{P_i \in Class C} u_k(P_i), (C = 1, 2, \dots, n) \quad (수식 6)$$

따라서 퍼지 규칙 R_k 의 결과 클래스 C_k 에 대한 적합도 총합을 갖는 최대치를 가진 클래스 (c')으로 결정한다. 만약 c' 을 결정할 수 없다면 C_k 를 더미 클래스(empty class)로 규정한다.

- Ⓑ 모든 더미의 확실성은 $g_{c_k} = 0$ 으로 설정하고 이외의 규칙들에 대한 확실성 g_{c_k} 는 다음과 같이 규정한다.

$$g_{c_k} = \frac{\beta_{c'} - \bar{\beta}}{\sum_{c=1}^n \beta_c}, \quad \bar{\beta} = \frac{\sum_{c \neq c'} \beta_c}{n-1} \quad (수식 7)$$

- Ⓒ 확실성 g_{c_k} 를 옵션 필드에서 규정함으로써 현재의 지하 사회 기반 시설의 정보에 기반한 규칙 Rule에 대한 확실성을 보장받을 수 있다.

- Ⓓ g_{c_k} 를 옵션 필드에서 규정한 후 각 옵션 값들에 대한 데이터들은 $\sigma(N)$ 을 계산한 뒤 $\sigma(N)$ 에 따라 새로 수신된 이벤트에 대한 Policy 적용 여부를 판단한다.

$$\sigma(N) = \prod_{p|N} (1 - \frac{1}{(p-1)^2}) \prod_{p|N} (1 + \frac{1}{(p-1)^3}) > \frac{1}{2} \quad (수식 8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma(N) > \frac{1}{2} \\ \sigma(N) \leq \frac{1}{2} \end{array} \right.$$

만약 $\sigma(N) > \frac{1}{2}$ 이면, Policy를 적용하지 않고 수신

이벤트를 Event DB에 저장하고 $\sigma(N) \leq \frac{1}{2}$ 이면,

Rule에 위배되지 않을지라도 이에 대한 이벤트를 처리를 위해 E-Event DB에 저장하고 이를 SEMB 블록에 전송한다.

V. 제안방식 분석

본 장에서는 기존 방식과 비교하여 3장에서 제시된 요구사항을 기반으로 효율성을 분석하고자 한다.

- 가. 고정 개체에 대한 이동성: 제안 방식은 사용자의 이동성을 위하여 모바일 디바이스를 스마트 기기로 규정하여 적용한 시스템이며, 지하 사회 기반 시설에 장착된 센서의 정보를 기반으로 중앙 서버에서 증강 현실 데이터를 생성을 위한 지리 정보 데이터를 이용하고 실제 현장 관리자와의 통신을 통해 이를 제공한 뒤 현장 관리자는 근거리 무선 통신을 이용해 지하 사회 기반 시설의 오차 범위를 최소화 하고자 하였다.
- 나. 통신 방식: 본 방식의 경우 스마트 기기에서 제공되는 일반 무선 통신과 근거리 무선 통신을 모두 별도로 활용함으로써 지하 사회 기반 시설에 대한 좌표 변화량을 즉각적으로 서버와 현장 관리자의 클라이언트에 적용이 가능할 뿐만 아니라 불규칙적인 현장 상황에 대한 즉각적인 대처가 가능하도록 정책적인 지원을 통해 다양한 환경 변화 및 사고에 대처할 수 있도록 하였다.
- 다. 하드웨어의 독립성: 제안 방식은 하드웨어에 독립적으로 응용 계층에서 서비스를 제공할 뿐만 아니라 독립적인 모듈 형태로 설계하여 다양한 디바이스와 시스템에 적용이 가능할 뿐만 아니라 스마트 기기의 특성에 따른 연산의 효율성을 제공하기 위하여 중앙 집중형 방식으로 서버에서 연산을 수행하고 그 결과를 스마트 기기에 전송할 뿐만 아니라 안전한 인증 방식을 제공함으로써 통신의 안전성과 계산의 효율성을 제공할 수 있다.
- 라. 시각적인 마크가 불필요한 증강현실 데이터 제공: 시각적인 제한이 있는 지하 사회 기반 시설의 특성으로 기존의 2D 데이터에 대한 증강현실 데이터로의 변환을 서버에서 수행하고 그 결과를 스마트 기기에 제공함으로써 클라이언트인 스마트 기기

의 효율성을 보장할 뿐만 아니라 시각적인 마크가 아닌 지하 사회 기반 시설에 설치된 센서와의 근거리 통신을 통해 최소의 오차 범위와 불필요한 마크 인식이 없어 실제적인 현장에 적용이 가능하도록 설계하였다.

- 마. Rule에 대한 검증성: 본 방식은 사전에 저장된 Event DB에 기반해 이벤트가 발생했을 시 해당 정책에 따라 저장할 수 있도록 했을 뿐만 아니라 각 블록간의 유기적인 관리가 가능하도록 추가적이고 유동적인 Rule에 대한 Fuzzy 이론을 적용하였다.

VI. 결론

스마트 폰으로 시작되는 새로운 IT 혁명으로 인해 사용자의 이동성과 사회적인 서비스가 융합 IT로 변화되는 시점에서 사회 기반 시설에 대한 IT화는 사회 구성원의 안전성과 효율적인 서비스가 가능하다. 특히, 지하 사회 기반 시설의 경우 전산화 과정이 매우 어렵고 더디게 진행되어 실제적인 서비스를 제공하기에 매우 미흡한 실정이다. 기존의 연구들에서도 지하 사회 기반 시설에 대한 연구가 한정적으로 국외 연구자들을 중심으로 이루어지고 있는 반면 국내에서는 현재 걸음마 단계에 불과하다. 따라서 지하 사회 기반 시설 관리를 위해서 모바일 증강 현실 데이터를 활용하는 방식은 기존의 연구들과 차별성이 있을 뿐 아니라 새로운 관리적 대처가 가능하여 매우 의미있는 연구가 될 수 있다. 이에 본 논문에서는 모바일 증강현실 기술 기반의 지하 사회 기반 시설 자동 관리 시스템 설계 방식을 제안하였다. 특히, 제안 방식에서는 중앙 집중형 구조를 통해 관리의 효율성 보장하고 지리 정보 데이터와 근거리 무선 통신을 이용함으로써 증강 현실 데이터의 즉각적인 보정과 오차 범위를 최소화 할 수 있도록 하였다. 또한 불규칙한 사고 상황에 대한 즉각적인 대처를 정책적으로 지원할 수 있도록 함으로써 지하 사회 기반 시설에 대한 실시간 및 능동적 관리가 가능하도록 하였다. 향후 본 논문에서 제시한 시스템을 기반으로 실제적 모듈별 구현을 통해 전체 시스템을 구성하고 구성된 시스템을 현장 관리에 시험 적용하기 위한 연구를 추가적으로 수행하고자 한다.

참고문헌

- [1] Daniel Wagner, Thomas Pintaric, Florian Ledermann and Dieter Schmalstieg, "Towards Massively Multi-user Augmented Reality on Handheld Devices," Pervasive 2005, pp.208-219, 2005.
- [2] Gerhard Reitmayr and Dieter Schmalstieg, "Location based Application for Mobile Augmented Reality," AUIC 2003, pp.65-73, 2003
- [3] Byung-Mo Kang, In-Sik Hong, "A Study on a Leakage Sensing Pipe and Monitoring System Using TDR in GIS", Journal of Korea Multimedia Society v.7, n.4, 2004.04
- [4] Yong Choi, Seok-Chan Jeong, "Implication and Importance of GIS in Public Administration", Journal of Korean Institute of Information Technology, v.6, no.5 2008.10
- [5] Jang-Mi Baek, In-Sik Hong, "An Implementation on GIS Management for Underground Social Infrastructure based on Active RFID", Journal of Korean Society for Internet Information, v.8, no.3, 2007.06
- [6] Jang-Mi Baek, In-Sik Hong, "GIS underground utilities searching and monitoring system based on User location information", Journal of Security Engineering, v.9, no.1, 2012.02
- [7] DaeHee Seo, Jang-Mi Baek, Byung-Mo Kang, ByungGil Lee, In-Sik Hong, "Development of Security System for Operating Secure FMC", Journal of Security Engineering, v.9, no.3, 2012.06

저자 소개

백 장 미(준회원)



- 2001년 : 순천향대학교 컴퓨터학부(공학사)
 - 2003년 : 순천향대학교 대학원 전산학과(공학석사)
 - 2006년 : 순천향대학교 대학원 전산학과(공학박사)
 - 2007년 : 미국 Howard univ. Ph.D
 - 2008년 ~ 현재 : 순천향대학교 컴퓨터공학과 초빙교수
- <주관심분야 : 임베디드시스템, 유무선네트워크, IT융합기술>

홍 인 식(정회원)



- 1981년 : 한양대학교 전자공학과(공학사)
 - 1986년 : 한양대학교 대학원 전자학과(공학석사)
 - 1988년 : 한양대학교 대학원 전자학과(공학박사)
 - 1991년 ~ 현재 : 순천향대학교 컴퓨터공학과 교수
- <주관심분야 : 임베디드시스템, 유무선네트워크, IT융합기술>