

# 능동형 RFID 기반의 지하 매설물 GIS 관리 구현<sup>☆</sup>

## An Implementation on GIS Management for Underground Social Infrastructure based on Active RFID

백 장 미\*                      홍 인 식\*\*  
Jang-Mi Baek                In-Sik Hong

### 요 약

최근 새로운 형태의 네트워크 환경인 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 유비쿼터스를 구현하기 위한 스마트 태그와 관련한 RFID 기술을 지하매설물 GIS에 적용하고자 한다. 유비쿼터스 환경을 위한 어플리케이션 개발은 새로운 네트워크 환경을 구체화 시킬 수 있는 가장 중요한 연구이다. 이러한 연구는 현재 국내에서 IT839로 대표되는 다양한 어플리케이션 개발을 촉진시키고 있으며, 지리정보 시스템 구축은 IT 839의 일환으로 사회 기반시설의 유비쿼터스화를 현실화하기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다. 따라서 기존의 지리정보 시스템들을 분석하고 능동형 RFID에 기반한 지하 매설물 관리 시스템을 위한 연구를 수행하고자 한다. 제안된 방식은 기존의 연구들에서 고려되지 않았던 지하 매설물에 대한 관리 방식으로써 소형화 디바이스인 능동형 RFID를 이용해 인증 과정을 수행함으로써 안전한 관리자 기능을 제공하며, 실시간적인 처리와 관리자의 자율성을 보장한다.

### Abstract

Recently, much research has been actively conducted for a new kind of network environment ubiquitous computing. This paper will define the smart-tag technology required by a ubiquitous environment. We will describe how to apply smart-tag-related Radio Frequency Identification(RFID) research for GIS in underground social infrastructure, a local-area wireless-communication technology. Application development is important that will be able to materialize a network environment. This research promotes various application developments, such reason currently it establishes the IT 839 from domestic. The geographic information system construction is a part of IT 839. The research which is various becomes accomplished for the ubiquitous of social base facility from domestic. Consequently, in this paper analyzes the geographic information system of existing, researches based RFID underground social infrastructure management system development. The Proposed method is complements the method of existing, and is efficient for underground social infrastructure. This system is new management system for underground social infrastructure, and provides safe administrator function using authentication of active RFID tag. It provides real processing and autonomy of administrator.

☞ Keyword : Social Basic Infrastructure, Active RFID, Geographical Information System, 사회 기반시설, 능동형 RFID, 지리정보 시스템

## 1. 서론

유비쿼터스 네트워크 환경의 특징은 사용자 중

\* 정 회 원 : 순천향대학교 컴퓨터학부 강사  
bjm1453@sch.ac.kr

\*\* 정 회 원 : 순천향대학교 정보기술공학부 교수  
ishong@sch.ac.kr(교신저자)

[2007/01/16 투고 - 2007/02/06 심사 - 2007/03/29 심사완료]

☆ 본 연구과제는 2005학년도 순천향대학교 학술연구조성비 일반연구과제로 지원을 받아 수행하였음

심으로한 주변 상황이나 환경을 네트워크가 지능적으로 파악하여 사용자 네트워크 환경을 최적화 시켜 네트워크에 편리하게 연결하는 것이다. 또한 콘텐츠 사용이 자유롭고, 안전하게 사용할 수 있는 네트워크가 마련되는 것을 특징으로 하고 있다. 유비쿼터스 네트워크를 구성하는 기술로는 유비쿼터스 플렉시블 광대역, 유비쿼터스 텔레포테이션, 유비쿼터스 에이전트, 콘텐츠, 어프라이언스, 유비쿼터스 플랫폼 및 유비쿼터스 센서망 등

이 있다. 이들중 유비쿼터스 센서망은 사용자 주변의 주변기기와 통신을 수행함으로써 자율적으로 정보를 수집하고 관리하는 필수 구성요소이다.

유비쿼터스 센서 구성을 위한 핵심 기술로 자리잡고 있는 RFID 태그는 무선 통신을 이용해 원격으로 감지 및 정보를 인식하여 정보의 교환을 가능케 하는 기술로써 기존의 오프라인에서 대표적으로 활용되고 있는 바코드 체계를 대체할 수 있어 개인생활은 물론 산업 전반에 많은 응용 서비스가 가능하여 최근 많은 연구 개발이 이루어지고 있다[1][7].

특히, 최근 들어 관심의 초점은 사회 기반 시설의 전산화를 통해 유비쿼터스 환경을 현실화하기 위한 노력중의 일환인 GIS(Geographical Information System : 지리정보 시스템)에 관련된 연구이다.

기존의 GIS 시스템은 주로 지상의 지리정보 시스템에 대한 연구에 대해 많은 연구가 진행되고 있으나 사회 기반 시설을 이루는 것은 지상의 정보 뿐만 아니라 눈에 보이지 않는 지하 매설물도 고려되어야 한다. 따라서 지하 매설물의 경우 매우 복잡한 구성과 이를 관리할 수 있는 방법에 대한 연구가 미흡해 지리정보 시스템을 구성하기에 매우 어려운 실정이나 이는 반드시 요구되는 연구의 한 부분이다[3][4].

이에 본 논문의 2장에서는 기존 지리정보 시스템의 개요와 RFID에 대해 기술하고, 3장에서는 기존 지리정보 연구에 대한 취약성 분석을 수행한 뒤 능동형 RFID 기반의 지하 매설물 관리 시스템을 구성했을때 만족해야 하는 요구사항을 제시하고자한다. 4장에서는 3장에서 제시한 요구사항을 만족하는 능동형 RFID 기반의 지하매설물 관리 시스템을 설계하고 이를 시뮬레이션한뒤, 5장에서 제안 방식을 분석하고 마지막으로 6장에서는 결론을 맺도록 한다.

## 2. 관련 연구

본 장에서는 지리정보 시스템과 RFID 태그에 대한 기술적 개요를 기술하고자 한다.

### 2.1 지리정보 시스템의 개요

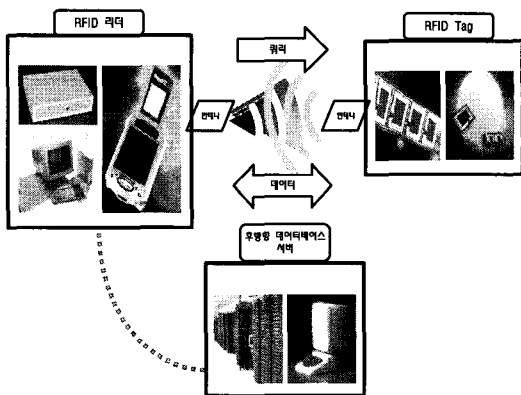
네트워크는 정보 산업분야에서 인프라 역할의 핵심을 차지한다. 네트워크는 물리적인 통신 네트워크는 온라인/오프라인, 인터넷/인트라넷, LAN/WAN(Local Area Network/Wide Area Network), 조직간/조직내등의 다양한 분류로서 정의될수 있으며, 다양한 네트워크의 형성은 GIS 분야의 기반을 다르게 변모시켰다. 즉, 다양한 네트워크 구축 및 이를 통한 정보 서비스의 발전은 GIS 제공방식과 내용을 바꿔 놓았으며, 기존의 네트워크 상의 제공방식(예로 인터넷상의 WWW : World Wide Web 서비스)을 직·간접으로 고려하지 않으면 안되게 되었다. 따라서 다양하며 동적인 네트워크상에서 즉시적으로 사용자에게 GIS 솔루션을 제공하는 방식은 기존 전통적인 GIS 소프트웨어 아키텍처를 더 이상 고수할 수 없도록 하였으며, 다양한 인터넷 기술과의 통합 및 인터페이스를 필수적으로 고려해야 한다. 따라서 수많은 다양한 사용자들간의 네트워크상에서 GIS 시스템이 구현되고 있으며, 이는 GIS 시스템을 공급자와 사용자를 클라이언트/서버라는 구조로 재편하였다. 즉 공급자로서의 서버에는 강력한 GIS 서버가 시스템을 구축하고 있으며, 다양한 네트워크 상에서 수많은 사용자들이 클라이언트로 연결되어 있다. 이러한 환경에서 은행 데이터베이스 시스템이나, 전화국 데이터베이스 시스템처럼 GIS 시스템도 동시에 많은 사용자의 요구를 빠르게 처리하는 수준까지 이르게 되었다[3][4].

### 2.2 RFID 시스템의 개요

RFID 시스템은 판독 및 해독 기능을 하는 RF

리더기와 정보를 제공하는 RFID 태그로 구성된 무선통신 시스템이다. RFID 태그는 사람, 자동차, 화물등에 개체를 식별하는 정보를 부가하는 시스템으로 그 부가 정보를 무선 통신 매체를 이용함으로써 기존에 오프라인으로 이루어지는 다양한 어플리케이션을 자동화할 수 있으며 그 특징은 다음과 같다. 그림 1은 일반적인 RFID 시스템의 구성도이다[8].

- 편리한 사용과 여러 태그를 동시에 인식
- 고속 인식이 가능하여 시간적인 효율성
- 시스템 특성이나 환경 여건에 따라 순위순 적용



(그림 1) 일반적인 RFID 시스템

- 비접촉식의 특성에 따른 반영구적 사용과 유지보수에 대한 경제성
- OTP(One Time Programming)로 태그를 프로그래밍하여 데이터 위조 및 변조에 대한 보안성
- 시스템의 확장
- 양방향 인식

### 2.3 한국정보사회진흥원의 u-City 사업

국내에서는 IT 839로 대표되는 정보지원 사업이 활발히 이루어지고 있으며, 이러한 사업의 일환으로 추진중에 있는 것이 u-City(유비쿼터스 도

시) 사업이다. 중앙 정부에서는 10여개 시·도를 중심으로 추진되고 있는 u-City 건설을 가속화하기 위해 2007년 2월부터 지원을 시작하였다. 정보통신부와 한국정보사회진흥원은 u-City간의 연계 효율성을 높이기 위해 총 6개 모델에 투자하고 지원되는 u-City 서비스 표준 모델 테스트 베드 발굴 사업에 착수하였다.

이러한 u-City는 기존의 도시에서 유선 네트워크 기반의 웹과 DB화된 환경으로 현물 정보와 디지털 정보가 괴리가 발생하고 실물 공간과 가상공간이 별도로 존재하는 것을 보완하고자하는 새로운 형태의 도시 형태이다.

새로운 도시 형태는 최근 발전하고 있는 무선, 나노, SoC 기술등이 발달함에 따라 언제, 어디서나 연결되는 유무선 통합 네트워크를 기반으로 다양한 스마트 기기 환경의 구축하며, 현물 정보와 디지털 정보가 실시간으로 일치하고 실물 공간과 가상공간이 하나로 통합할 수 있는 u-City이다. 이러한 사업은 정보통신부와 한국정보사회진흥원을 중심으로 도시 경쟁력 확보를 위해 정보화가 결합된 신도시 개발 의지를 가지고 있는 중앙 정부 의지를 기반으로 국가 경쟁력을 높이고자 이루어지고 있다[14].

### 3. 기존 GIS 방식 및 요구사항 분석

본 장에서는 기존 GIS 방식을 분석하고 새로운 인터넷 환경에 적합한 GIS 구축을 위한 요구사항을 분석하고 한다.

#### 3.1 기존 GIS 방식 분석

##### ① Virtual GIS

본 방식의 경우 Virtual Reality와 지리정보 시스템을 혼합한 방식으로써 Real time 3D라 부르기도 한다[11]. 그러나 다음과 같은 취약점을 내포하고 있다.

- 구현의 효율성 : 모든 지형을 3차원 이미지로 각종 GIS 분석을 가능하게 한다. 그러나 전체적인 3D 처리로 인해 이미지 처리에 매우 높은 하드웨어 사양을 요구하게 되며 이로 인해 전체 시스템을 구성하는데 고가의 비용이 요구된다.
- 실시간성 : 본 방식은 지리현상의 분석에 시간적 개념을 도입하여 시간의 변화에 따라 공간적인 변화를 이해하기 위한 방식이다. 그러나 실시간적 자동 처리에서 처리가 매우 취약하다.
- 환경의 특수성 : 제안된 방식은 2차원으로 입력되는 공간 데이터를 하늘에서 실제 지형을 보듯이 구현하게 된다. 따라서 지하 매설물에 대해서는 처리가 어려운 방식이다.
- 다양한 적용성 : 본 방식을 다양한 환경에 적용될 경우 지하 매설물과 같은 사회 기반 시설에 대해서는 적용에 한계성을 갖는다.

## ② WebGIS

본 방식은 인터넷 기술과 GIS 기술을 접목하여 인터넷 환경에서 활용할 수 있도록 구축된 지리정보시스템이다[12]. 그러나 다음과 같은 취약점이 문제시 되고 있다.

- 안전성 : 본 논문에서는 Stand-alone 방식으로 구축되어 네트워크 활용에 한계가 있으나, WebGIS는 웹을 통하여 공간 데이터의 검색 및 분석이 가능한 방식이다. 그러나 Active X나 Java 기반으로 구현될 경우 안전성에 취약하다.
- 구현의 효율성 : 본 방식은 다양한 방식이 응용되어 구성된다. 특히 RFID를 이용한 방식으로 국내에서는 가로수 관리 시스템에서 활용된다. 그러나 복합적인 기술을 적용하여 구성함에 따라 다양한 요구사항을 고려해야 하며 이를 구현하기 위해서는 기존의 GIS보다 구현의 효율성이 낮다.
- 환경의 특수성 : 제안된 방식은 3D/4D, RFID,

GPS등을 고려하여 다양한 형태로 구성하고 있으나 유비쿼터스 환경에서의 적용을 위해 단순한 시범 서비스에 한정되어 범용적인 환경에 적용이 어려운 실정이다. 또한 현재는 지상의 지리정보에만 국한되어 그 한계성을 갖고 있다.

- 다양한 적용성 : 제안된 방식은 복합 관리 및 서비스 시스템으로 차세대 GIS를 대표하는 방식이다. 그러나 지하 매설물에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이며, 다양한 적용성을 위해서는 지하 매설물에 대한 연구가 시급한 실정이다.

## ③ Mobile GIS

본 방식의 경우 휴대용 단말기를 이용해 언제 어디서나 지리정보 자료를 수집, 저장, 분석할 수 있는 응용 서비스 시스템이다[13]. 그러나 본 방식은 다음과 같은 취약성을 내포하고 있다.

- 구현의 효율성 : 지리정보에 대한 방대한 데이터를 용량과 파워가 제한된 하드웨어인 모바일 디바이스에 구현하기 위해서는 모든 데이터에 대한 재가공이 반드시 요구된다. 따라서 WebGIS나 Virtual GIS보다 구현의 효율성은 저하된다고 할 수 있다.
- 환경의 특수성 : 본 방식은 기존의 지리정보 데이터에 대한 의사결정을 언제 어디서나 처리하는 것이 가능한 방식이다. 그러나 이는 사용자의 편의성만을 고려한 방식으로 다양한 환경의 적용을 위해서는 하드웨어 개체의 추가적인 추가 비용이 소요된다. 따라서 특수한 환경에 일반적인 모바일 디바이스의 적용에 어려워 환경의 특수성에 매우 미흡한 방식이다.
- 다양한 적용성 : 지하 매설물이나 특수한 항공 데이터와 같은 환경에는 기존의 지리정보 데이터와는 다른 처리과정이 요구될 뿐만 아니라 데이터의 처리 환경이 매우 중요한 역할을 수행하게 된다. 따라서 본 방식과 같이 모바일 디바이스를 고려할 경우 하드웨어적 제한성에 의

해 적용성이 매우 저하되는 취약성을 내포하고 있다.

### 3.2 요구사항 분석

능동형 RFID 기반의 지하 매설물 관리 시스템은 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

- 안전성 : GIS 관리 시스템이 구성될 경우 지리 정보 데이터는 사회 기반 시설과 관련된 매우 중요한 자료임으로 이를 안전하게 관리하기 위해서는 반드시 사용자를 인증할 수 있는 안전성이 확보되어야 한다.
- 구현의 효율성 : 지하 매설물에 대한 GIS를 구성할 경우 3D에 기반한 과도한 그래픽 효과를 배제하고 지하 매설물의 특징상 위치 탐지를 위한 정확성과 효율성이 고루 갖추어진 시스템이어야 한다.
- 환경의 특수성 : 다양한 환경에서도 적용될 수 있는 범용성을 갖는 시스템을 구성해야 한다.
- 실시간성 : 지하 매설물 정보가 실시간적으로 관리자에게 제공되고, 관리자는 이를 기반으로 해 응급상황이 발생했을 경우 이를 즉각적으로 처리 할 수 있어야 한다.
- 다양한 적용성 : 모든 지하 매설물에 대해 적용이 가능해야 하며, 제한된 하드웨어를 통해 이러한 적용성이 배제되서는 안된다.

## 4. 제안 방식

본 논문에서는 기존의 GIS 방식과는 차별화된 지하 매설물에 대한 GIS를 능동형 RFID 태그를 이용해 이를 관리하는 방식을 제안하고자 한다. 제안된 방식은 지하 매설물을 관리하는 관리자의 인증 이후 지하 매설물 정보를 탐지하고 응급 상황이 발생할 경우 이를 처리 할 수 있는 프로토콜을 제안하고 구현하고자 한다.

### 4.1 시나리오와 RFID 태그의 하드웨어적 특징

유비쿼터스 환경에서 모든 사물들에 지능을 부여하여 다양한 형태의 어플리케이션 서비스 연구가 활발이 진행되고 있는 가운데 사회 기반 시설에 대한 디지털화를 통해 보다 효율적인 관리의 필요성이 대두되면서 GIS에 대한 연구가 주목받고 있다.

본 논문에서는 이러한 연구의 일환으로 사회 기반 시설을 이루는 지하 매설물에 대한 GIS 시스템을 위해 프로토콜을 제시하고 이를 기반으로 시스템을 구현하고자 한다.

제안 방식은 각 지하 매설물의 정확한 탐지를 위해 유비쿼터스 환경의 필수적인 구성 요소인 RFID를 지하 매설물에 설치하고 이동형 RF 리더기를 통해 지하 매설물의 구조와 응급 상황에 빠르고 정확히 대처하는 효율적인 관리 시스템이다.

### 4.2 능동형 RFID 태그 기반의 지하 매설물을 위한 효율적인 GIS 관리 제안

본 논문은 유비쿼터스 환경 상에서 능동형 RFID 시스템을 이용하여 지하 매설물을 위한 GIS를 제안하고 구현하고자 한다.

#### 4.2.1 가정

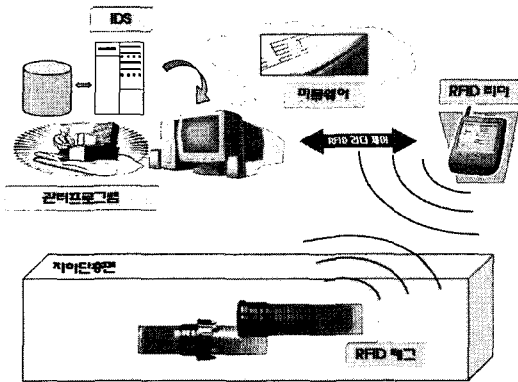
지하 매설물을 위한 GIS 관리 방식은 다음과 같은 가정에 기반하여 제안되고 구현되었다.

- 제안 방식에서 사용되는 RFID 태그는 마이크로 칩이 내장된 능동형 RFID 태그이다.
- 능동형 RFID 태그는 지하 매설물에 내장되어 있으며, 사용자는 이동형 RF 리더기가 설치되어 있다.
- RF 리더기와 후방향 서버는 유선 채널로 이루어져 있으며, 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID 태그의 정보를 공유한다.
- 능동형 RFID 태그는 안전한 해쉬 함수 연산과

XOR 연산이 가능하다.

#### 4.2.2 구성 시스템 개요

본 논문에서는 지하 매설물에 능동형 RFID를 설치한 후 이동형 RFID 리더기를 통해 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID 태그를 제어하고 관리한다. 후방향 서버는 GIS를 위해 정보 관리 시스템인 IDS(Information Data System)로 구성함으로써 유비쿼터스 환경에 적용이 가능한 RFID 이용과 더불어 기존의 유선 환경에도 적용할 수 있는 특징이 있다. 이상의 내용을 간략히 그림 2와 같이 요약해 볼 수 있다.



(그림 2) 시스템 구성도

##### 1) 시스템 구성 개체 정의

제안 방식에서 사용되는 개체의 정의는 다음과 같다.

- ① IDS : IDS는 신뢰된 TTP(Trust Third Party) 개체로써 지하 매설물의 GIS내의 모든 능동형 RFID 정보를 저장하고 있으며, 통합적인 정보를 관리하는 데이터베이스로 구성된다.
- ② RF 리더기 : RF 리더기는 2.4GHz 대역의 능동형 RFID 태그 사용을 위한 것으로써, 고정된 장소에 위치하고 있으며, 각 위치 정보는 사전에 IDS에 저장되어 있다.

③ 능동형 RFID : 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID 태그는 이동성 RF 리더기와의 통신을 통해 사용자에게 지하 매설물에 대한 정보를 전송함으로써 정확한 탐지와 관리가 용이한 정보를 제공하는 개체이다.

④ 미들웨어 : 제안된 방식은 특수한 환경에 적용하기 때문에 미들웨어 구성이 필수적으로 요구된다. 따라서 미들웨어는 고정된 RF 리더기 지속적으로 처리되는 능동형 RFID 태그 데이터를 수집, 제어 관리하는 기능을 수행하며, 모든 구성요소와 연결되어 계층적으로 조직화 한 후 분산된 구조의 미들웨어 네트워크 구성을 통해 서로 상호 작용한다.

##### 2) 제안방식 프로토콜

제안된 방식의 프로토콜은 다음과 같다.

###### ① 가정사항

능동형 RFID 태그 기반의 효율적인 지하 매설물 관리 GIS는 다음과 같은 가정사항을 기반으로 한다.

- IDS는 초기 모든 능동형 RFID 태그의 하드웨어 정보인 HWID(Hardware IDentification)와 ID를 대응 테이블로 안전하게 저장한다.
- 지하 매설물 정보는 GIS에 기반한 시스템으로 구성하여 이를 IDS에 등록한다.
- 지하 매설물에 능동형 RFID 태그를 설치하고 이동성 RF 리더기를 이용해 지하 매설물에 대한 정보를 송수신한다. 이동성 RF 리더기에 대한 정보(Lt)는 IDS에를 사전에 안전하게 저장한다.
- 능동형 RFID는 지하 매설물에 부착되어 이동성을 가지며, 안전한 해쉬 함수를 내장하고 있다.
- 미들웨어는 IDS와 고정된 RF 리더기의 중간 매체로써 능동형 RFID 태그에서 전송된 해쉬 값을 기반으로 IDS의 DB 테이블을 Brute Force Search를 통해 해당되는 능동형 RFID 태그의

ID를 획득하여 이를 이동형 RF 리더기에 전송하는 역할을 수행한다.

② 관리자 프로토콜

관리자 프로토콜은 지하 매설물의 정확한 위치를 탐지하기 위해 관리자 권한을 갖는 사용자의 통신 과정이다.

- 관리자 권한을 갖는 사용자는 인증 요청을 IDS에 요구한다.

Authentication\_Request

- 관리자 권한에 대한 인증 요청을 전송받은 IDS는 사용자의 ID와 PW(PassWord)정보에 기반한 h\_Admin과 ID를 요구한다.

Admin\_Information\_Request

- IDS의 관리자 ID와 h\_Admin 정보 요청을 수신한 사용자는 다음의 정보를 IDS에 전송한다.

Admin\_ID, H(Admin\_ID||T\_User)

- Admin\_ID, H(Admin\_ID||T\_User)를 수신한 IDS는 사전에 저장된 Admin\_ID를 기반으로 해쉬값을 비교하여 사용자를 인증한다.

만약 전송된 h\_Admin과 저장된 h\_Admin 정보가 같다면 관리자 권한을 요청한 사용자에게 관리자 권한에 대한 인증을 허가한 뒤 현재 위치한 지하 매설물의 지도 데이터와 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID의 태그 정보를 위한 기본 관리자들을 실행한다.

③ 지하 매설물의 위치 프로토콜

관리자가 정당한 인증 절차를 수행한 뒤 지하 매설물의 위치를 추적할 경우 이를 수행하는 프로토콜이다.

- 관리자는 지하 매설물의 위치 정보를 IDS에 요구한다.

Location\_Information\_Request

- IDS는 지하 매설물의 GIS 정보를 기반으로 지하 매설물에 설치된 RFID 정보 수집을 위해 이동형 RF 리더기에 현재 수신된 RFID 정보를 요구한다.

BroadCasting\_All RFID Information\_Request

- 이동형 RF 리더기는 IDS의 브로드캐스팅 정보를 수신한 뒤 현재 RF 리더기 영역 내에 있는 모든 RFID의 인증과 고유 정보를 요구한다.

Broadcasting\_Query

- 능동형 RFID 태그는 초기 등록된 고유한 하드웨어 주소값인 HWID를 이용해 Wa를 계산하여 RF 리더기에 전송한다.

$$Wa = H(HWID)$$

- RF 리더기는 전송된  $Wa=H(HWID)$ 를 미들웨어를 통해 Brute Force Search를 통해 IDS에서 검색한 후 이를 발견할 경우 IDS에서 해당되는 능동형 RFID 태그의 ID를 전송 받는다.

- RF 리더기는 해당되는 능동형 RFID 태그의 ID와 현재 RF 리더기의 위치정보 Li를 IDS에 전송한다.

RFID, L\_RF Reader\_Information

④ 응급 상황 프로토콜

지하 매설물은 자연재해나 인위적인 부주의로 인해 응급 상황이 발생할 수 있으며, 이러한 응급 상황은 사회 전체적인 문제를 발생 시킬 수 있다. 따라서 지하 매설물에 대한 응급 상황이 발생할 경우 이에 대한 관리자의 즉각적인 처리가 필요하며 이는 다음과 같은 프로토콜을 기반으로 수행된다.

- 지하 매설물에서 일정 시간 전기적 공급이 없거나 긴급한 수리가 요구될 경우 관리자는 이동형 RF 리더기를 통해 지하 매설물의 위치 정보를 IDS에 요구한다.

Location\_Information\_Alam\_Request, RFID

- IDS는 데이터 베이스 테이블에서 요구되는 능동형 RFID에 대한 정보를 찾은 뒤 해당되는 L\_RF Reader\_Information를 추출하여 RF 리더기로부터 요청된 능동형 RFID의 위치를 확인한다. (관리자에 의해 능동형 RFID 태그의 위치 추적이 요구될 경우 ③의 과정을 수행 한 뒤 ④의 과정이 수행 될 수 있다.) 만약 임의의 이동형 RF 리더기로부터 능동형 RFID 태그의 RFID가 검색될 경우 이에 대한 정보 요청 메시지를 해당 RF 리더기로 전송한다.

Patient\_Information\_Alam

- 이동형 RF 리더기는 IDS의 정보를 수신한 뒤 현재 능동형 RFID 태그에 Alam 메시지를 송신한다.

L\_RF Reader\_Information,

Patient\_Information\_Alam

- 능동형 RFID 태그는 Alam 메시지를 저장하고 이에 대한 응답을 음성, 삐음 등을 통해 위치를 확인할 수 있도록 한다.

Alam\_voice, Beep Sound

4) 응용 프로토콜

지하 매설물을 위한 GIS에서 지하 매설물의 위치 정보를 확인한 후 관리자에 의해 이를 수정하거나 새로운 정보를 삽입하는 등의 과정이 필요할 수 있다. 이는 지하 매설물 관리를 위해 반드시 요구되는 과정이며, 다음과 같은 내용을 포함하는 응용 서비스를 제공해야 한다.

- 관리자 권한을 갖는 사용자에 의해 IDS 서버에서 현재 정보를 확인하고 수정할 수 있는 서비스를 제공해야 한다.
- 지하 매설물에 내장된 능동형 RFID의 특정 위치를 IDS에서 표기할 수 있어야 하며, 부가적

로 현재 상태를 확인할 수 있어야 한다.

- 부가적으로 능동형 RFID 태그를 검색하거나 선택된 태그의 세부 정보를 확인할 수 있어야 한다. 이는 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID에 대한 정확한 정보를 획득하거나 히스토리 정보를 통해 현재 지하 매설물의 상태를 확인할 수 있어야 한다.
- 위치를 검색하거나 지하 매설물에 대한 정보 관리를 위한 출력 서비스를 제공해야 한다.

4.2.3 시스템 설계

본 논문은 유비쿼터스 환경에서 지하 매설물에 내장된 능동형 RFID 태그를 이용해 사회 기반 시설중의 하나인 지하 매설물에 대한 효과적인 관리를 위한 시나리오를 제안하였으며, 이를 구현하였다.

제안 시스템은 GIS의 기반 시스템 구성을 위하여 GIS 개발 툴인 GeoMania Pro를 이용 하였고, RFID 시스템은 실증실험을 통해 RFID 수신율을 검증하기 위하여 사용된 L-TG800 태그와 L-RX 300 리더 장비를 사용하였다. RFID 태그의 데이터 송수신 미들웨어는 비주얼 C++를 통해 개발 하였으며, GeoMania Pro으로 시스템을 구성하였다. GeoMania Pro는 특히 지도데이터 속성 관리와 공간의 연산이 용이하고 기본적인 지도 데이터를 생성하기 위한 클래스를 제공함으로써 GIS 시스템에 기반한 응용 어플리케이션을 구축하기에 적합하다.

지하 매설물에 설치된 RFID 태그에는 고유 정보 HWID를 갖는 능동형 RFID 태그를 내장하고 있으며, 이동형 RF 리더기를 통해 통신 과정을 수행한다. 능동형 RFID 태그로부터 수신된 데이터는 정보 변환 미들웨어를 통해 통합 관리 시스템에 전달되며, IDS는 이를 총괄적으로 관리한다. 기본적인 지하 매설물에 대한 정보는 능동형 RFID 태그의 HWID와 함께 DB에 대응 테이블로 저장된다. 모든 데이터는 실시간적으로 관리되며,

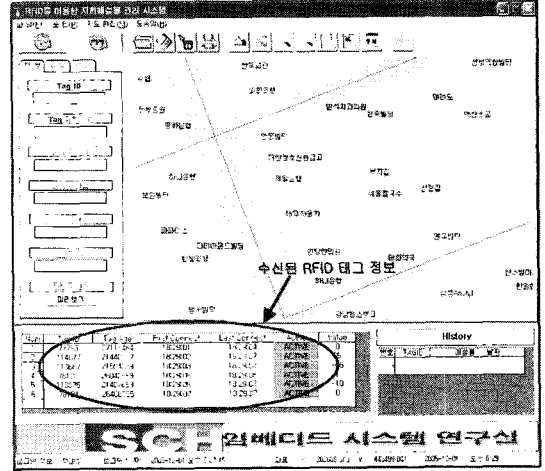


관리자에 의해 수정 및 삭제가 가능하다.

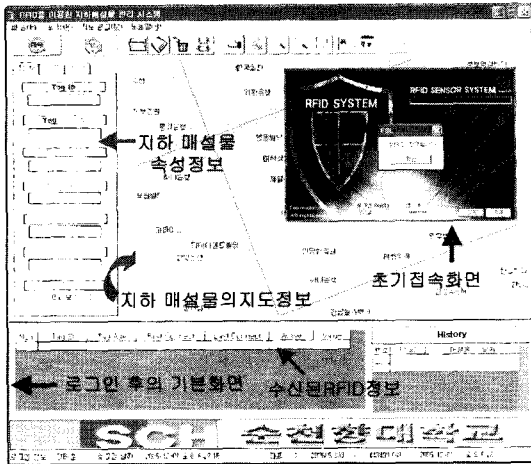
제공한다.

#### 4.2.4 시뮬레이션

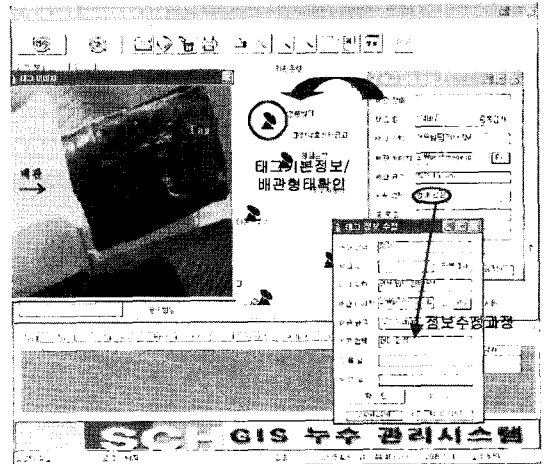
능동형 RFID를 이용한 지하 매설물에 대한 효율적인 관리 시스템의 구현은 다음과 같다. 그림 3은 관리자 프로토콜을 기반으로 초기 관리자 권한을 요구하는 사용자의 로그인 과정과 로그인 후의 초기 화면이다. 능동형 RFID가 내장된 지하 매설물에 대한 정보 확인과 위치 검색은 인증된 사용자만이 접근 제어할 수 있는 정보이다. 초기 화면에서 정상적으로 관리자 권한이 부여 될 경우 관리자 모드의 프로그램을 실행하고 현재 지하 매설물에 대한 위치 추적이 필요할 경우 RFID 태그의 정보와 각각의 고정된 리더기에 대한 속성정보 및 데이터를 확인 할 수 있도록 하였다.



(그림 4) 능동형 RFID 태그의 정보 추적 및 출력



(그림 3) 관리자 프로토콜의 구현



(그림 5) 관리자에 의한 지하 매설물 위치정보의 확인 및 수정

그림 4는 지하 매설물에 설치된 능동형 RFID 태그의 정보를 추적하고, 그 결과를 화면에 출력하고 있다. 지하 매설물에 부착되어 있는 한 개의 능동형 RFID 태그 이외에 다른 능동형 RFID 태그가 검색 될 경우(5개) 각각의 능동형 RFID 태그는 20m내의 거리에 있음을 검색하여 다음과 같이 지도 데이터와 함께 연동하여 관리자에게

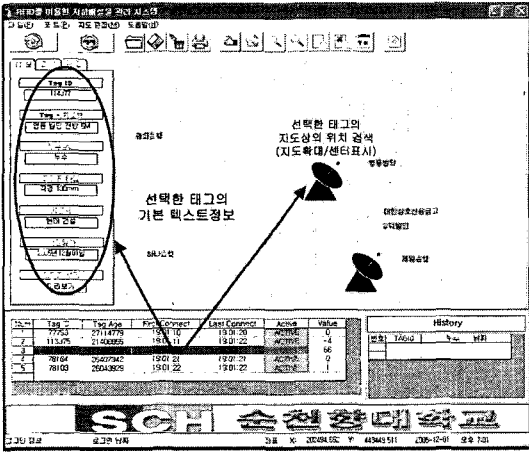
그림 5는 지하 매설물에 능동형 RFID 태그가 부착될 경우 위치 정보를 확인하고 수정하는 과정을 제공한다. 만약 관리자가 보다 자세한 정보를 요구할 경우 지도상의 능동형 RFID 태그를 클릭하여 현재 정보를 확인하고 수정할 수 있다.

그림 6은 검색된 능동형 RFID 태그의 특정 위치를 지도 정보에 표현하고 이에 대한 기본 정보

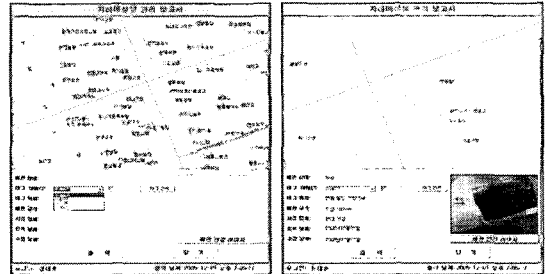
를 제공해 주는 시스템이다. 선택된 능동형 RFID 태그는 지도상에 표기된다. 만약 지하 매설물에 대한 응급 상황이 발생하게 될 경우 ALAM(경보)로 표기되며, 이에 대한 메시지를 송신하게 된다.

이에 대한 서비스를 제공하고 히스토리 정보에 대한 관리 정보를 입력함으로써 지하 매설물에 대한 관리를 효율적으로 제공할 수 있다.

그림 8은 최종 정보를 보고서 형식으로 출력할 수 있는 그림이다. 능동형 RFID 태그를 부착한 자동화된 의로기기에 대한 특정위치와 기본정보를 출력할 수 있다.



(그림 6) 특정 능동형 RFID의 위치 추적

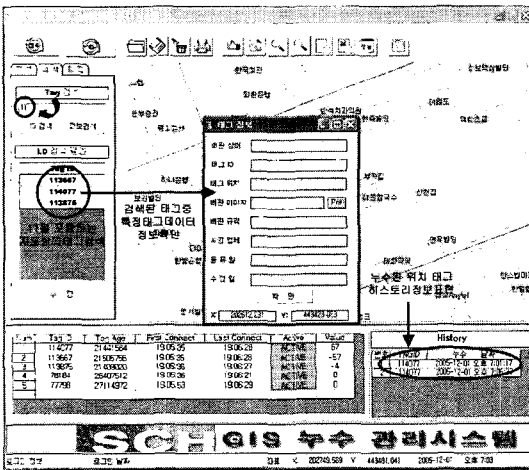


(그림 8) 지하 매설물의 관리보고서 출력

### 5. 제안 시스템 분석

본 장에서는 제안된 시스템을 3장에서 제시된 기존 GIS 시스템과 비교하여 분석하고자 한다.

- 구현의 효율성 : 제안된 방식은 각종 GIS 분석의 효율적인 처리를 위해 이미지에 대한 오버헤드를 최소화하기 위한 구성을 설계하고 구현하였다. 따라서 기존의 Virtual GIS와 비교해 볼 때 보다 높은 효율성을 지닐수 있다. 또한 복잡한 기술을 적용하여 구현에 효율성을 낮춘 WebGIS 방식과는 달리 지하 매설물에 능동형 RFID 태그만을 삽입함으로써 향상된 구현의 효율성을 갖는다.
- 안전성 : 본 시스템은 기존의 GIS 시스템에서 고려하지 않았던 안전성 부분에서 RFID 태그의 인증 과정을 수행함으로써 사회 기반시설의 접근을 인증된 사용자만이 사용할 수 있도록 하였다. 따라서 기존의 GIS 관리 시스템에 비해 안전성 부분에 대해 향상된 서비스를 제공할 수 있다.



(그림 7) RFID 태그 값을 통한 검색/정보확인

그림 7은 이동형 RFID 리더기를 통해 검색 이외의 관리자용 어플리케이션을 제공하는 화면이다. 만약 관리자가 특정 능동형 RFID 태그의 세부 정보를 확인하고 위치를 검색하고자 할 경우

- 실시간성 : 본 방식은 실시간적 처리를 분리하여 처리하였다. 즉, 능동형 RFID 태그가 부착된 지하 매설물에 대한 관리를 RFID에서 처리하고 응급 상황이나 이에 대한 관리가 필요할 경우 이동형 리더기를 통해 처리함으로써 기존의 GIS에 비해 시간적 공간적인 제약을 받는 의사 결정권자에 자율성을 부과함과 동시에 필요한 경우 실시간적 관리가 가능한 방식으로 시스템을 구성하였다.
- 환경의 특수성 : 제안된 방식은 2차원으로 입력되는 공간 데이터를 하늘에서 실제 지형을 보듯이 구현하게 된다. 그러나 기존의 방식과는 달리 능동형 RFID 태그에 지하 매설물 정보를 삽입하여 이동형 RF 리더기를 통해 통신함으로써 기존의 지하 매설물 시스템에는 적용이 불가하며 새로운 지하 매설물 시스템이나 기존의 지하 매설물에 능동형 RFID 태그를 삽입해야 함으로 환경의 특수성에 대한 취약성은 여전히 존재한다.
- 다양한 적용성 : 본 방식은 능동형 RFID를 이용해 지하 매설물에 대한 관리 시스템을 제안하였다. 이는 지하 매설물 뿐만 아니라 지상의 주요 GIS 데이터에 필요한 내용을 적용한다면, 제안된 방식은 다양한 적용성을 가질수 있다.

## 6. 결론

본 논문에서는 차세대 IT 기반 환경인 유비컴퓨팅 기술의 적용을 위해 다양한 연구와 상용화가 추진중에 있는 무선 통신기술중에서 RF 통신을 기반으로 한 능동형 RFID 태그 기반의 효율적인 지하 매설물을 위한 GIS에 대한 연구를 수행하였다.

특히, 유비쿼터스 컴퓨팅과 같은 사용자 중심의 환경에서 소형 개체 기술에 대한 어플리케이션 서비스에 대한 연구는 반드시 필요한 시점에서 사회 기반 시설에 대한 효율적인 관리가 가능

한 지하 매설물에 대한 연구를 수행함으로써 매우 의미있는 연구이다. 또한 기존의 지상의 건물에 초점이 맞추어진 GIS에 대한 연구를 확장시켜 RFID 태그를 이용한 지하 매설물에 대한 효율적인 관리 프로토콜을 제안하고 이를 구현함으로써 이론적으로만 제시되고 있는 여러 연구들과는 차별화된 연구를 수행하였다.

제안된 시스템은 능동형 RFID가 내장된 지하 매설물을 기반으로 매설된 사회 기반 시설에 대한 관리와 추적이 가능한 방식이며, 기존의 유/무선 환경 뿐만 아니라 새로운 유비쿼터스 환경을 기반으로 구현함으로써 다양한 기반 환경에 시킬 수 있는 특징이 있다. 그러나 제안된 방식에서는 사용자의 다양한 요구사항을 내포하고 있지 않으며, 전체 시스템을 구성할 경우 고가의 능동형 RFID 태그를 사용함으로써 발생하는 문제점을 내포하고 있다. 따라서 향후 연구 방향으로는 보다 다양한 사용자 요구사항과 수동형 RFID 태그에 기반한 프로토콜 개발과 이를 구현함으로써 보다 현실성 있는 시스템을 구축해야 될 것으로 사료된다. 또한 개발된 시스템을 정보통신부와 한국정보사회진흥원이 추진중에 있는 u-City 사업에 적용하기 위해 추가적인 어플리케이션 보완과 현실성 있는 시스템의 구성에 대한 연구가 요구된다.

## References

- [1] Gallagher, L. and Carnahan, Lisa, "A General Purpose Registry/Repository Information Model", Information Technology Laboratory, National Institute of Standards and Technology, October 2000.
- [2] ISO19119, "ISO/CD 19119 Geographic Information - Services", ISO TC211 N1044, Jan 29th 2001.
- [3] Kreger, Heather, "Web Services Conceptual Architecture (WSCA 1.0)", IBM Software Group, May 2001.

- [4] Leymann, Frank, "Web Services Flow Language (WSFL 1.0)", IBM Software Group, May 2001. OASIS, "OASIS Registry/Repository Technical Specification", Working Draft 1.1, Organization for the Advancement of Structured Information Systems, December 2000.
- [5] Miyako Ohkubo, Koutarou Suzuki and Shingo Kinoshita, "Cryptographic Approach to "Privacy-Friendly" Tag" RFID Privacy Workshop@MIT, Nov, 2003
- [6] OpenLS, "XML for Location Services (XLS): Requirements", OpenGIS Consortium, November 2001.
- [7] Stephen A. Weis, "Security and Privacy in Radio-Frequency Identification Devices", Masters Thesis. MIT. May, 2003.
- [8] MIT Auto-ID Center. <http://www.autoidcenter.org>
- [9] [http://www.ngic.go.kr/NGIC3/webzine/200602/webzine/issue1\\_1.htm](http://www.ngic.go.kr/NGIC3/webzine/200602/webzine/issue1_1.htm)
- [10] <http://geo.skku.ac.kr/~skkugis/gisdefin.htm>
- [11] [http://www.cquay.com/media/A\\_Virtual\\_GIS\\_Paper.pdf](http://www.cquay.com/media/A_Virtual_GIS_Paper.pdf)
- [12] <http://www.webgis.com/>
- [13] <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/arcpad.pdf>
- [14] <http://www.nia.or.kr>

## ● 저 자 소 개 ●



### 백 장 미(Jang-Mi Baek)

2001년 순천향대학교 컴퓨터학부(학사)  
 2003년 순천향대학교 대학원 전산학과(석사)  
 2006년 순천향대학교 대학원 전산학과(박사)  
 2006년~2007년 미국 Howard 대학교 Ph.D  
 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, GIS, RFID 시스템  
 E-mail : bjml453@sch.ac.kr



### 홍 인 식(In-Sik Hong)

1981년 한양대학교 전자공학과(학사)  
 1986년 한양대학교 대학원 전자공학과(석사)  
 1988년 한양대학교 대학원 전자공학과(박사)  
 1991년~1995년 순천향대학교 공과대학 전산학과 전임강사  
 1995년~1999년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 조교수  
 1999년~순천향대학교 공과대학 정보기술공학부 부교수  
 2004년~순천향대학교 공과대학 정보기술공학부 교수  
 관심분야 : 유비쿼터스컴퓨팅, 임베디드 시스템, 유무선네트워크  
 E-mail : ishong@sch.ac.kr