

# NMEA Sentence와 RFID 식별코드의 매핑을 이용한 위치기반 지하매설물 정보시스템의 구현

김민호, 홍인식  
순천향대학교 컴퓨터학과  
e-mail:{mindhawk,ishong}@sch.ac.kr

## An Implementation of Location based Information System for Underground Facility using Mapping of NMEA Sentence and RFID Identification code

Min-Ho Kim, In-Sik Hong  
Dept of Computer Science, Soonchunhyang University

### 요 약

현재 우리나라는 좁은 국토와 도시 집중화로 인해 급증하고 있는 지하매설물의 체계적인 관리가 어느 때보다 요구되고 있다. 그러나 다른 분야에서 빠르게 진행되고 있는 전산화 및 정보화 작업에 비해 상대적으로 더딘 지리정보체계 구축으로 지하매설물 관리를 위한 정보시스템이 미비한 상태이다. 이는 지리정보체계 구축 방법에 어려움과 소요되는 인력, 비용, 시간 등이 크기 때문으로 판단된다. 본 논문에서는 GPS와 능동형 RFID를 이용한 위치기반 지하매설물 정보시스템의 구현을 기술하고 시뮬레이션 하였다. 이 시스템은 GPS NMEA Sentence의 위치정보와 능동형 RFID의 인식정보를 결합한 데이터를 이용하여 정확하고 체계적인 지하매설물 정보 구축이 가능하고, 효율적인 지하매설물 관리를 위한 인터페이스를 제공한다.

### 1. 서론

최근 모든 분야에 걸쳐 정보화 작업은 선택이 아닌 필수로 되고 있다. 이러한 가운데 지리정보체계의 정보화를 위한 다양한 노력들이 나오고 있다. 그럼에도 불구하고 체계적인 절차와 방법의 부재로 인하여 실제 활용하기 위한 정보의 완성도가 낮다. 더욱이 지하매설물 관리를 위한 전산화 및 정보화 작업은 거의 이뤄지지 못하고 있는 실정이다. 지리정보체계에서 위치정보는 시설물 관리에 있어 식별, 검색, 탐지 등을 위한 핵심 키워드다. 위치정보 구축을 위해 다양한 측량기법, 항공사진, 그리고 GPS(Global Positioning System) 등을 이용하고 있지만 지하매설물의 위치정보 구축에는 적용하기 적합하지 않거나 효율성이 낮다고 판단된다. GPS의 경우 지상에서의 위치정보 구축에 있어서는 상당히 효과적이지만 수신율 문제, 데이터 오차 등의 문제점으로 인해 지하매설물 정보 구축에 적용하는데 어려움이 많다[1].

본 논문에서 위치기반 지하매설물 정보시스템은 이를 해결하기 위해 GPS의 NMEA Sentence의 정보를 최대한 활용하는 동시에, 능동형 RFID(Radio Frequency Identification)를 이용하여 GPS의 제약적인 요소를 보완,

확장하는 방법을 가진다.

### 2. 요구사항 및 관련기술

본 논문 2장에서는 위치기반 지하매설물 정보시스템 구축에 있어 요구되는 대표적인 사항들을 확인하고, 구현을 위해 관련되는 핵심 기술에 대해 논한다.

#### 2.1 요구사항

다음은 위치정보시스템을 구현하기 위한 요구사항이다.

첫 번째로, 위치정보의 종류 및 형태의 기준을 마련해야 한다. 위치는 여러 형태의 정보로 표현될 수 있다. 예를 들어 좌표의 경우 곡면좌표, 평면좌표로 나뉘 수 있다. GPS의 NMEA Sentence에서는 곡면좌표를 얻을 수 있으며, 함수를 통한 변환을 통해 평면좌표로 표현이 가능하다. 이 밖에 좌표 이외의 코드를 이용하거나 텍스트로 표현한 위치정보 등이 있을 수 있다.

두 번째로 위치 정보를 표현하기 위한 확실한 매체가 제공되어야 한다. 현재는 단순한 지도, 항공사진, GIS(Geographic Information System) 등이 있다. 위치 정보의 효율성 극대화는 실사와 어느 정도 가깝게 표현하는가가 척도이다. 본 논문에서는 GIS를 통해 위치 정보를 표현하였으며, GIS상의 개별적인 객체에 텍스트 정보 및 이미지를 포함하는 형태로 정보의 표현을 극대화 하였다.

\* 본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 4-2-3)에 의해 수행되었음.

세 번째로 현장성이 강한 시스템을 구축해야 한다. 위치 정보의 구축은 실제 현장에서 작업이 수행된다. 그렇기 때문에 장치의 휴대성만큼이나 현장 사용자를 위한 어플리케이션 구현이 중요하다. 사용자의 의사 결정을 위한 간단한 조작이 외에는 스스로 수행되어야 하고, 기능의 중복은 최소화해야 한다. GPS와 능동형 RFID는 이러한 요구에 부합하는 특징을 가지고 있다.

### 2.2 GPS와 NMEA 프로토콜

GPS는 크게 위성 부문, 지상관제 부문, 사용자 부문으로 나뉜다[2]. 위성부문은 24개의 GPS 위성으로 구성되어 있으며, 12시간의 공전 주기로 지구를 돌고 있다. 지상관제 부문은 주 관제국과 부 관제국 및 지상 송신국이 있다. 주 관제국은 GPS의 전체를 관리하고 통제하는 중심 역할을 하며, 부 관제국은 상공을 지나는 모든 GPS 위성을 추적하여 위성까지의 거리와 거리변화율을 동시에 측정한다. 3개의 지상 송신국의 임무는 위성과 통신하여 위성의 작동 상태에 관한 자료를 수신하고, 위성을 제어하는 신호와 주 관제국으로부터 받은 새로운 내용의 항법 메시지를 위성으로 보내는 일이다. 사용자 부문은 GPS 수신기와 안테나 그리고 정보처리 소프트웨어로 구성되어 있으며, 위성으로부터 NMEA Sentence를 수신하여 현재시간, 위도, 경도, 고도 등을 알 수 있다.

### 2.3 능동형 RFID

RFID 시스템의 기본은 태그의 식별정보를 리더기를 통해 수신하는 동작을 한다. RFID 태그는 무선주파수 기능을 가진 칩과 메모리, 안테나로 구성되며, RFID 태그 메모리에 저장된 식별정보를 무선주파수를 사용하여 인터페이스 한다. 리더기는 전송기와 수신기를 하나의 패키지로 합한 것으로 아날로그나 디지털 신호를 송신하고 수신한다. RFID는 태그 자체의 전원 유무와 리더기와 태그의 인식 거리를 기준으로 수동형 RFID와 능동형 RFID로 나뉜다 [3]. 현재 능동형 RFID는 2.45GHz 와 433MHz 대역의 주파수를 사용하고 있다. 433MHz 극초단파 대역의 RFID는 일반적으로 컨테이너에 부착하여 항만물류용으로 인식거리는 약 10~50M로 마이크로파인 2.45GHz에 비해 주변 환경에 영향을 덜 민감하여 지하매설물에 적용하기 적합하다.

### 2.4 지리정보시스템(GIS)

지리정보시스템(GIS)은 공간상 위치를 점유하는 지리 데이터와 이에 관련된 속성자료를 통합하여 처리하는 정보 시스템이다. GIS 어플리케이션은 지도와 관련된 Geographic data의 사상, 데이터베이스의 데이터 관리, 편집, 분석 및 출력 등의 기능을 한다.

본 논문에서 제안한 시스템에서 사용된 GIS 어플리케이션의 개발 툴은 GDK 3.0으로 지도의 편집 및 수정, 가공이 간편하며, 속성 데이터의 관리, 공간의 연산이 용이하고

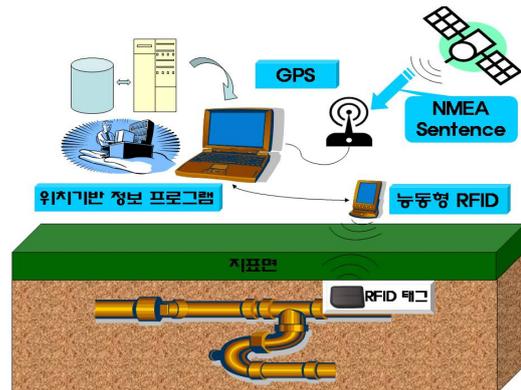
효과적이다[4]. 또한 GPS와 연동하여 GIS 공간상에서 지하매설물의 위치, 매설정보 등을 사용자에게 쉽고 편리하게 제공할 수 있다.

### 3. 시스템 구성과 구현

본 논문에서 위치기반 지하매설물 정보시스템은 다양한 지하매설물들을 구별하고 정확한 위치를 확인 할 수 있어야 한다. 이를 위해 GPS NMEA Sentence의 경위도 좌표와 지하매설물에 부착한 능동형 RFID 태그ID를 연관하여 매핑테이블을 구성한다. 매핑테이블은 하나의 경위도 좌표에 여러 태그ID를 가질 수 있으나, 태그ID는 유일성을 가져야 한다. 이러한 매핑테이블은 시스템을 구성하는데 식별코드를 제공한다.

$$\text{Identification\_Code} = \text{TM\_Coordinates} \wedge \text{Tag\_ID}$$

GPS NMEA Sentence의 위치 정보를 능동형 RFID 태그ID와 매핑을 통해 얻은 식별코드는 GIS에 정확한 지하매설물의 위치를 표현한다. 또한 시스템 사용자가 시설물을 지하매설물에 내포된 정보를 사용자가 인식하게 해주는 매개체가 된다.

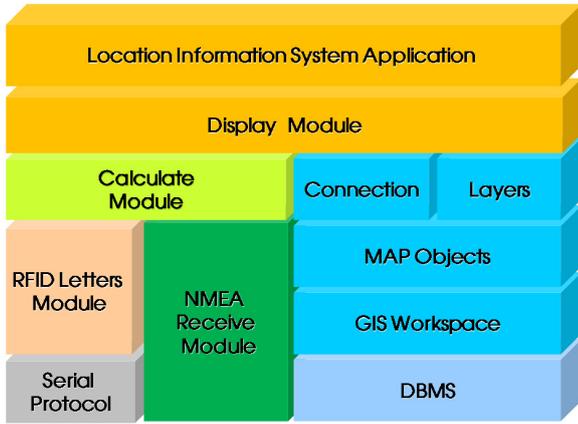


(그림 1) 시스템 개요

본 논문에서 위치기반 지하매설물 정보 시스템의 구성은 그림 1에서와 같이 NMEA Sentence를 얻기 위한 GPS 모듈과 능동형 RFID 모듈 그리고 수집된 정보를 처리하기 위한 위치기반 정보프로그램으로 나눌 수 있다. GPS 모듈은 위성으로부터 NMEA Sentence를 수신하여 위치기반 정보시스템에 전달해주는 역할을 하는데, 안테나를 포함하는 GPS 수신기는 호스트컴퓨터와 시리얼 통신을 이용하여 관리 프로그램과 접속한다. NMEA Sentence는 NMEA-0183 프로토콜에 의거한 여러 정보를 포함하는데 지하매설물 정보시스템은 NMEA Sentence에서 경위도 좌표, 고도, 위성 개수, 수신 품질 등의 정보를 추출한다[5]. 추출된 경도와 위도 좌표는 GIS에 표현하기 위해 평면직각(Transverse Mercator : TM) 좌표로 변환이 필요하다. 본 논문에서는 TM 투영식 함수를 통해 경위도 좌표에서 평면직각좌표로 변환이 이루어진다[6].

RFID 모듈은 시스템이 수신 가능한 범위로의 접근 시 지하매설물에 부착된 능동형 RFID 태그에서 ID를 전달 받는데, 매

매핑데이터를 거쳐 식별코드로 데이터베이스를 검색하여 해당 지하매설물 정보를 사용자에게 실시간으로 보여준다.



(그림 2) 어플리케이션 레이어

그림 2는 위치기반 지하매설물 정보시스템의 어플리케이션 계층을 보여주고 있다. GIS를 기반으로 구성되며 식별정보, 지리데이터와 관련된 속성자료를 포함하고 있는 통합 데이터베이스와 연동된다. GIS의 공간데이터베이스는 매설하기 위한 지하매설물의 위치 데이터를 가지고 있으며, 이를 원하는 형태의 동적인 지리정보로 출력 가능하게 한다. Calculate 모듈은 태그ID와 TM 좌표를 얻어 매핑 데이터를 구성하고 GIS 지도상에 현위치 표현, 위치정보 식별 처리를 담당한다.

#### 4. 시뮬레이션

##### 4.1 테스트베드 환경실험

실제로 지하매설물 위치 관리에 GPS 적용이 가능한지를 확인하기 위하여 다양한 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 GPS 수신기는 SiRF StarIIIe 모듈을 사용하는 안테나 형으로 12채널로 동작한다. 간섭이 없는 경우 최대 60초 내로 안정된 수신이 이루어진다. 여러 장소에서 실험을 수행하였다. 다만 간섭이 발생하면 수신지연과 부정확한 정보를 수신하는 등의 문제를 보였으나 전반적으로 안정된 수신을 보였다. 개선된 GPS 모듈과 다채널의 GPS 수신기를 도입할 경우에는 GPS의 위치 정보를 수신하는 부분에는 크게 문제가 없다고 판단된다. 수신된 좌표를 GIS의 지도 공간상에 표현하였을 경우 실제 공간의 위치와 최소 3m에서 최대 50m 정도의 오차를 보였다. 오차의 차이는 지역에 따라 많은 차이를 보였으며, 보편적으로 간섭이 있는 지역에서 큰 오차를 보였다. 측정 데이터의 오차는 기존에 설치된 RFID 태그를 기준점으로 측량한 데이터와

GPS 측량 데이터를 비교하는 방법과 DGPS(Differential GPS) 적용하여 오차 범위 축소가 가능하다고 판단된다[7].

지하매설물에 RFID시스템을 적용하기 위해서는 매설된 RFID 태그가 ID를 수신기에 전달 가능해야 한다. 지하에 매설된 상태에서 수신기와 인터페이스가 가능한 동시에 ID를 전달하는 부분에는 문제가 없도록 다양한 대역의 RFID를 통해 실험한 결과, 본 논문에서는 433MHz 극초단파 대역의 RFID를 선택하였다. 433MHz 극초단파 대역의 RFID는 실제 지하 인식거리는 약 1.5m에 달하였으며, 주변 금속물질과 액체의 전파방해에 강한 특징을 가졌다.

##### 4.2 지하매설물 정보시스템의 시뮬레이션

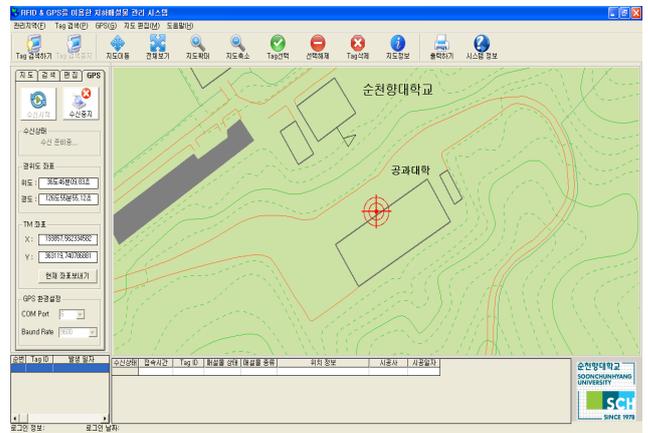
본 논문에서는 구현한 지하매설물 정보시스템 검증을 위해 사용자 인터페이스와 프로토타입 시스템을 시뮬레이션 하였다. 지하매설물 정보시스템이 동작되는 기능을 살펴보면 다음과 같다. 지하매설물에 능동형 RFID 태그를 부착하여 지하에 매설 시 GPS로부터 수신된 경위도 좌표와 태그ID를 얻는다. 이때 경위도 좌표는 TM 좌표로 변환되고 태그ID와 매핑데이터를 구성한다. 이러한 식별정보를 기본으로 지하매설물의 내포된 정보들은 데이터베이스에 저장된다. 구축된 데이터베이스는 GIS와 연동되며, 정보시스템을 통해 사용자 및 관리자는 모니터링이 가능하다.

GPS 수신된 NMEA에서는 \$GPGGA Sentence를 추출 가능한 경도와 위도, 고도, 위성의 개수, 수신 품질 등의 정보는 표 1과 같은 형식을 가진다.

<표 1> GPGGA 형식

```
$GPGGA,093525,3646.2638,N,12656.9214,E,1,05,01,9,00082.8,M,018.5,M,,*4B
```

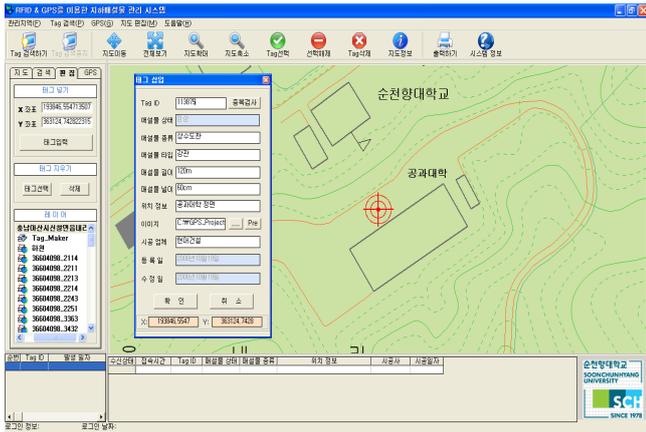
수신된 경위도 좌표는 TM좌표 변환되고, 이는 GIS 지도상에 Trace 객체로 표현 가능한 정보이다.



(그림 3) 위치정보의 표현

그림 3는 현 위치를 Trace 객체로 GIS 지도에 표현하는 기능을 보여준다. 표현되는 위치 정보는 정보시스템을 구성하는 기반이 된다. GPS 수신이 불가능한 상황일 경우에도 수신한 RFID 태그ID를 통해 매핑데이터를 통해 TM 좌표를 얻을 수 있고, 일반적으로 GPS와 RFID가 모듈 활성화 된 경우에도 두 위치식별 정보의 비교 분석을 통해 위치의 정확도를 높일 수 있다.

다음 그림 4는 정보화 하고자하는 지하매설물의 위치정보와 대상 지하매설물에 대한 상세 정보를 삽입하는 과정이다.



(그림 4) 지하매설물 위치정보 삽입

기본적인 데이터베이스에 구성은 다음과 같다. RFID 태그ID와 TM좌표의 매핑을 통한 식별정보와 매설물의 상태 정보, 지하 매설물의 종류와 종류 별 타입, 길이와 넓이(직경)를 저장하며 매설물의 위치 정보와 사진파일이 저장되어 있는 경로를 저장한다. 그리고 시공업체 정보와 매설 일자과 수정일자도 포함한다. 이때 RFID 태그ID와 TM좌표는 위치에서 수신한 정보가 자동으로 입력된다. 위의 정보는 기초자료에 불과하고, 그 외 실제 End-user가 요구하는 실효성 있는 정보들도 추가로 저장할 수 있다.

위치기반 지하 매설물 정보시스템의 어플리케이션 프로그램의 디스플레이 구성은 전반적으로 GIS의 지도 레이어로 구성 되었으며 좌측은 GPS 인터페이스 부분으로 GPS 수신을 제어할 수 있으며 수신으로 얻어진 경위도 좌표와 GIS에 적용하기 위해 경위도 좌표를 변환한 TM 좌표 디스플레이 창을 하단에 보여준다. 그리고 현 위치를 지도상에서 실시간으로 확인 가능하다.

기존 지하매설물 정보화 구축을 통해 아파트 단지과 같은 한 구역을 기존의 정보화 시스템으로 구축하기 위해서는 실제 구역을 측량을 하고, 기존 매설도면과 비교하여 데이터를 구축한다. 이러한 데이터를 다시 전산 장비를 통해 직접 입력하므로 한 구역을 하기 위해 수 일(日)이 걸린다[8]. 본 논문에서 제안한 위치기반 지하매설물 정보시스템은 GPS와 RFID를 이용한 위치 정보 측량과 동시에 현장에서 바로 정보를 전산화함으로써 기존 시스템에 비해

소요시간을 10분의 1로 줄일 수 있다. 그리고 GPS와 RFID를 통해 자동으로 위치 식별정보를 생성하고, 동시에 해당 지하매설물의 지리데이터와 속성을 데이터베이스에 저장하는 기능은 본 논문에서 구현한 시스템의 핵심으로 지하매설물의 정보화 구축에 있어 정확성, 현장성 그리고 편리성을 가져다 줄 것으로 예상된다.

**5. 결론 및 향후과제**

현재 국내에서 지하매설물 정보 구축을 위해 GPS와 RFID를 접목한 사례가 없다[8]. 본 논문에서는 서로 다른 방식에서 구동되는 GPS의 NMEA Sentence와 RFID 태그 ID의 매핑을 통해 정확성이 높고 무결성을 가진 식별정보를 생성하였다. 식별정보를 바탕으로 지하매설물의 효율적인 관리를 위한 정보 구축 시스템을 개발함으로써 기존 지하매설물의 정보화 작업의 문제점을 해결하였다. 또한 현장에 가까운 어플리케이션 구현으로 정확도 높고 실효성 있는 지하매설물 정보의 구축이 가능해질 것이다. 다만 GPS 특성상 전자기파가 차단되는 지역에서는 매핑데이터를 구축하기 위한 측정이 불가능한 문제가 있으며, 군사목적 외에 사용되는 GPS는 측정 자료에 오차가 발생한다. 그리고 본 논문에서 적용한 능동형 RFID 장치도 매설된 상태의 태그를 수신하는데 아무런 문제가 없었지만 하드웨어적으로 좀 더 나은 수신율이 요구된다.

본 연구는 초기단계의 수행 결과이므로, 향후 지하매설물의 위치 관리의 효율성을 더욱 높이기 위하여 좀 더 구체적이고 정밀한 데이터 처리 프로세스의 연구와 실효성을 높이기 위해 요구되는 지하매설물 정보 항목에 대한 연구가 이루어져야 하겠다.

**참고문헌**

[1] 강병모, 김민호, 홍인식, “GPS를 이용한 지하매설물의 위치 관리 시스템 개발에 관한 연구”, 전자공학회 호서지부 춘계학술대회, 2006. 11  
 [2] 김응현, “위성 항법 시스템 개발 동향”, 항공우주산업 기술동향, 67page, 2003  
 [3] 김상태, “RFID 기술개요 및 국내외 동향분석”, 전자부품연구원 전자정보처리센터, 2003. 8  
 [4] GeoMania, “GDK V3.0 따라하기”, (주)지오매니아, 6~8page, 2004  
 [5] NMEA, <http://www.nmea.org>  
 [6] 문정균, 허준, 강상구, 김성훈, “철도기준점을 이용한 철도중심선형 좌표변환에 관한연구-호남고속철도 계획노선을 중심으로”, 한국철도학회 춘계학술대회, 2007. 11  
 [7] 김재석, 우용한, 임채문, “수치지도와 DGPS 수신자료를 이용한 차량의 통행특성 분석”, 한국지리정보학회지 3권 3호, 2000  
 [8] 전주공업대학 산업기술연구원, “지하시설물 지적도면 구축에 관한 연구”, 대한지적공사 R&D 지원연구과제, 18~28page, 2004. 12