

상수도 관망시스템의 유지관리용 모니터링 프로그램을 위한 효율적 D/B 모델의 개발

The Development of Effective Database Model for Pipe Network Management Monitoring Program

강 병 모* 이 현 동** 홍 인 식***
Byung-Mo Kang Hyun-Dong Lee In-Sik Hong

요 약

지하 시설물인 상수도관망의 관리에 관한 몇몇 연구에서와 같이 최근 지하 시설물 관리에 대한 흥미가 대두되고 있다. 본 논문에서는 유비쿼터스 환경을 구현하기 위한 스마트태그를 적용한다. 또한 제안한 프로그램의 구현을 위하여 사용된 GPS 기술은 GPS와 RFID 혼합 비즈니스 모델을 사용하며 효과적으로 RFID 시스템으로 지하 매설물들의 데이터를 관리하고 GIS상에서 네트워크 통신과 GPS 수신모듈을 통하여 전체 시스템의 고품질의 실용적이고 효율적인 시스템을 제공한다. 본 논문에서 지역혼합 데이터베이스를 사용하는 관리 시스템을 제안하였고 제안한 데이터베이스와 인터페이스 기술은 시뮬레이션을 통하여 테스트 및 평가하였다.

Abstract

There has been a renewal of interest in management of underground facility in recent years. As several research have been made on management for underground facility of waterworks pipe. In this paper smart-tag is defined and applied to requiring ubiquitous environment. Also, GPS is essential technology for the implementation of proposed program, which has GPS and RFID mixed business model. And it manages data of underground facility with RFID system effectively and provides the high quality practical effectiveness of entire system through GPS receiving module and network communication on GIS. In conclusion, this paper proposed applications management system with location mixed database. Proposed database and interface skill is tested and evaluated through the simulation.

☞ keywords: GPS, GIS, RFID, NMEA, RTD-1000

1. 서 론

수자원의 지속적인 확보에는 실제로 수자원의 원활한 이동을 담당하는 상수도관의 기능적인 역할이 그 중심에 있다고 할 수 있다. 이러한 상수도관의 운송기능을 저해하는 누수 및 파손은 주요

수자원 손실 요소이다[1]. 상수도관의 누수는 노후로 인한 부식, 시공기술에 차이, 급수상태, 매설환경 그리고 누수사고 등의 원인으로 발생한다. 다양한 원인에 의해 발생하는 누수 및 파손에 의한 탐지는 단순히 시간의 변화, 환경의 변화를 추정하여 추측하는 것은 적합한 방법이라고 볼 수 없다. 누수탐지 방법중 TDR(Time Domain Reflectometer)을 사용한 누수탐지 방식은 누수감지관에 연결된 TDR에 의해 실시간으로 누수를 탐지하고 누수발생시 사용자에게 알려줌으로써 상수도관의 효율적인 유지보수를 가능하게 해 준다[2]. 본 논문에서는 시공현장에서 수집된 데이터를 체계적인 정보로 구축하기 위해 통합적인 데이터베

* 정 회 원 : 순천향대학교 교양교육원 겸임교수
bmkang@sch.ac.kr

** 정 회 원 : 과학기술연합대학원대학교 수자원환경공학과
교수 hdlee@kict.re.kr

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

[2008/05/13 투고 - 2008/05/19 심사 - 2008/06/16 심사완료]

이스를 설계하였고, RFID(Radio Frequency Identification)를 사용하여 관망 구축시 효율적인 정보 활용 및 관리를 위한 시스템을 개발하였다. RFID 태그를 누수감지관 시공시 함께 매설하여 태그와의 통신을 통하여 관망을 관리하는 방식으로 이 RFID 태그는 누수감지관 정보, GIS(Geographic Information System), GPS(Global Positioning System), 미디어 데이터들로 구축된 데이터베이스와 연동된다. 본 논문에서 제안한 RFID 시스템과 함께 구축되는 데이터베이스는 시공현장 수집 자료들을 효율적으로 기록하고, 체계적으로 저장할 수 있으며, 사용자 중심으로 정보를 활용할 수 있다. 이는 누수탐지 모니터링 시스템의 중요 요소인 누수감지관 시공의 기준을 마련하고, 누수발생시 신속한 유지보수를 통하여 누수 및 파손으로 인한 수자원의 낭비를 절감 시킬 수 있을 것이다.

2. 관련 연구

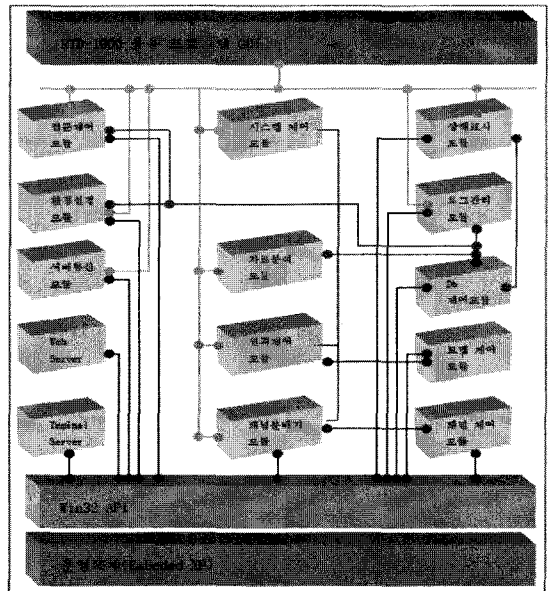
2.1 누수감지관

누수감지관은 RTD-1000(Remote TDR Device-1000) 시스템으로 누수탐지를 수행하기 위하여 제작된 상수도 누수탐지 전용 강관으로써 PE 코팅층으로 구성된 관의 외부 보호부에 설치되는데 10cm~20cm의 피치간격으로 삽입된다. 이때 삽입된 누수감지도선은 누수나 파손 또는 다른 시공으로 인한 타관 통과 또는 오접에 의하여 감지도선이 끊어지거나 누수에 노출이 되도록 나선형으로 삽입하여 제작한다[3]. 이렇게 제작된 누수감지관을 지하에 매설시 감지도선들을 연속적으로 연결되도록 감지관들을 연결하여 네트워크화하며, 감지관과 감지관의 연결시 감지도선도 함께 연결한다. 그리고 관 매설시마다 연결된 감지도선의 길이를 측정하며, 감지도선의 연장길이를 데이터베이스화 하여 누수나 파손 발생시 RTD-1000을 이용하여 누수 및 파손위치를 측정하여 이상위치를 검출한다.

2.2 RTD-1000 장비

RTD-1000은 누수감지관의 이상 유무를 탐지할

수 있는 원격 누수 탐지 장비로 누수감지도선의 길이를 측정할 수 있는 TDR 장비가 내장되어 있다. TDR은 펄스형 반사 측정기로 주로 케이블의 단선 및 단락, 고장지점까지의 거리 등을 측정하는 장비이다. 이러한 TDR 장비를 이용하여 RTD-1000은 수 나노미터에서 수십 마이크로미터 파장 범위의 전자파를 일정한 간격으로 지하에 매설되어 네트워크화 되어 있는 감지관의 감지도선으로 송출한다. 송출된 전자파는 이상위치에서 반사되어 되돌아오는데, 감지도선이 단선 상태일 때는 반사펄스의 파형이 송출파형과 동일한 형태로 발생하고 단락 상태일 때는 송출파형과 반대되는 형태로 나타나는 파형의 변화로 이상 유무를 확인한다. 이렇게 반송파를 분석하여 감지관의 이상상태 유무를 판단하고 전송된 감지거리 측정 데이터를 데이터베이스에 저장되어 있는 정상상태의 감지도선 측정 자료와 비교하여 정확한 이상위치를 검색할 수 있다. 또한 RTD-1000 시스템은 감지관 망으로 송출하는 펄스파장의 길이에 따라서 짧은 파장은 가까운 거리, 긴 파장은 먼 거리로 전달할 수 있으므로 반경 수 km까지의 감지도선이 연결된 관망의 상수도관 네트워크를 효율적으로 모니터링 할 수 있다[4].



(그림 1) RTD-1000의 시스템 구성도

2.3 누수탐지 모니터링 시스템

이 시스템은 지하에 매설되어 네트워크화된 누수감지관망에 연결된 RTD-1000을 통해 얻어진 정보를 분석하여 감지관의 누수탐지 여부와 해당 위치를 실시간으로 모니터링하여 관리자에게 알려준다. RTD-1000의 누수감지관 탐지경로 정보와 시공된 누수감지관의 정보 및 시공시 측정된 TDR의 파형 데이터 그리고 연결관 정보, 라우터 정보 그리고 각각 라우터간의 누수감지관 연결상태 정보 등의 모니터링에 필요한 데이터들은 데이터베이스를 설계하여 구조화한다. 또한 이 데이터는 RTD-1000으로부터 실시간 전송된 정보와 함께 위치 산출 알고리즘에 따라 위치 정보를 계산한다 [5]. 그러나 누수감지관의 위치 계산 및 모니터링에 최적화되어 있어 실제 시공시 지하에 매설한 누수감지관의 정확한 정보를 얻기 힘들고 이상 발생시 정확한 이상위치를 알 수 있으나 해당 누수감지관에 대한 자세한 정보부족으로 적절한 대처가 힘들다. 다음 3장 및 4장에서는 누수감지관의 매설시 수집한 데이터를 누수감지관 중심으로 데이터베이스화 하고, 이를 효율적으로 관리하기 위한 시스템을 제안한다.

2.4 GPS 좌표관리 및 GIS의 구성

실제 누수감지관에 부착된 RFID 태그의 식별코드를 Key 데이터로 하여, 누수감지관 매설시 매설 위치의 GPS 좌표 정보와 매설 위치 정보 그리고 매설관망 정보를 데이터베이스에 저장한다. 저장된 데이터베이스의 정보는 GIS시스템과 연동되며, 모니터링을 위한 전자지도로 구축한다. 일정 범위 지역에서 태그는 고유 식별코드를 리더기에 전달하고, 수신된 식별코드로 데이터베이스를 검색하여, 해당 정보를 GIS상에 보여준다. 수신된 정보는 리더기를 통해 데이터베이스에 저장되는 동시에 시스템 사용자에게 모니터링 된다.

3. 시공현장 수집자료 데이터베이스의 설계

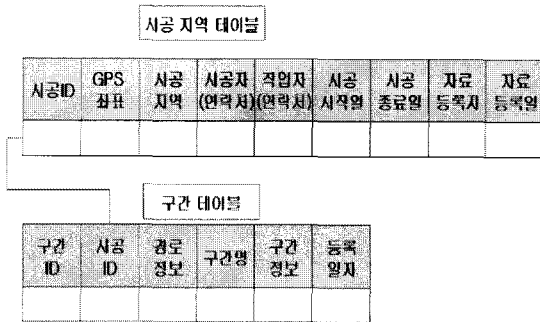
앞에서 설명한 GIS 상에서 정확한 고장위치 표시를 위해서는 GPS 좌표로 기본이 되는 효율적인 데이터베이스의 설계가 필수적이다. 이를 위해서 GPS 좌표정보를 가지고 있는 시공지역 및 위치별 구간 데이터베이스 그리고 관종 데이터베이스 등의 구축이 필요하다.

누수감지관을 매설시 매설지역의 GPS 좌표를 측정하여야 하는데, 이때 수신된 GPS 데이터는 GPS 수신기로부터 NMEA0183 프로토콜을 통하여 수신 받으며 데이터 과성과정을 통하여 GPGGA의 정보를 추출해 낸 후 매설지역의 위치 정보를 표시하는데 필요한 위도, 경도, 고도를 산출해 낸다.

이 정보는 WGS84라고 하는 세계 좌표계로 이루어져 있다. 지구는 타원체이므로 세계표준으로 이루어진 좌표계와 우리나라를 중심으로 한 좌표와는 타원체의 경사도가 다르기 때문에 우리나라와 일본을 중심으로 하는 Bessel 좌표계로 바꾸어서 위도, 경도 고도를 표현한다. 마지막으로 이러한 좌표들은 현재 국립지리원 수치지도 제작에 쓰이는 TM 좌표로 변환되어 누수감지관 매설위치 GPS 좌표 데이터베이스에 저장된다.

3.1 시공지역과 위치별 구간 데이터

누수탐지 모니터링 시스템은 RTD-1000을 중심으로 지하에 매설된 누수감지관의 형태에 따라서 직선형, T자형, 십자형으로 네트워크화 된다. 누수감지관은 시공지역별 구간으로 나눌 수 있는데 각각의 구간은 하나의 RTD-1000의 각 채널에 계속적으로 연결된 누수감지관들을 포함한다. 그림 2는 누수감지관을 시공시 구축되는 시공지역과 네트워크화된 누수감지관망의 구간의 테이블 구성이다.



(그림 2) 시공지역 테이블과 구간 테이블

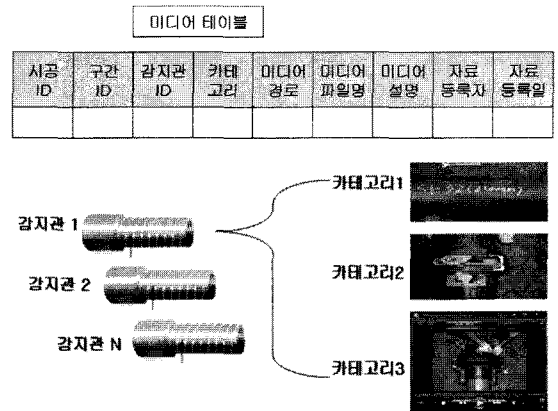
본 논문에서는 그림 2와 같이 시공지역의 데이터로 구성된 테이블과 구간 데이터 테이블을 설계하고, 관계를 정의하였다. 시공 ID를 Primary Key로 하는 시공지역 테이블은 시공 지역 명을 시작으로 정확한 시공지역 정보를 제공하기 위한 시공 지역 GPS 좌표, GIS와 연동을 위한 시공지역, 시공 책임자, 작업 책임자, GPS 좌표측정이나 GIS 연동 등의 시공 자료를 입력하는 자료 등록자 정보를 기록한다. 시공과 작업 책임자, 자료 등록자를 구분하여 기록하는 것은 현장수집 자료의 신뢰도를 높이고, 실제 작업자와의 상호 연계로 누수감지관 유지보수의 효율성을 높일 수 있다. 시공 시작일자와 종료일자는 공사기간 산정, 계절에 따른 환경변화가 누수감지관 시공에 미치는 영향 등을 확인할 수 있는 중요한 자료가 된다.

구간 테이블은 RTD-1000 하나당 각 채널에 연결된 누수감지관의 구분 단위가 된다. 시공 ID를 Foreign Key로 하여 시공지역 테이블과 관계하고, 구간 ID를 Primary Key로 하여 누수감지관의 정보를 가지는 테이블과 관계하여 구간별 누수감지관을 구분해주는 인덱스 역할을 한다.

3.2 관의 종류와 미디어 데이터

누수감지관은 매설되어 사용되는 목적에 따른 관의 형태, 관의 구경, 관 길이 등의 기준으로 종류를 나눌 수 있다. 이렇게 기준이 다양하면 누수

감지관의 상세한 구분이 가능하지만, 관종을 이용한 자료 검색시 데이터의 효율성이 낮아지며, 누수감지관의 공통점을 찾기 어려워 자료 등록시 기준이 모호해진다. 본 논문에서는 누수감지관의 종류를 관의 형태로만 나누고, 이를 테이블로 설계하였다. 그 외에 관의 구경, 관 길이는 누수감지관 정보 테이블에 기록한다. 관종은 사용자에 의해 등록, 삭제가 가능하여야 한다.



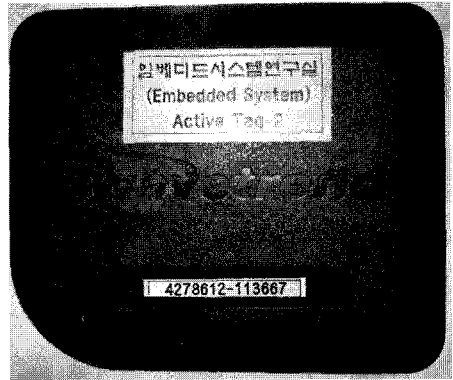
(그림 3) 시공현장 사진과 동영상

RTD-1000을 이용한 누수탐지 모니터링 시스템의 시공현장 수집 자료는 텍스트 자료 및 촬영한 사진과 동영상 파일도 포함한다. 이러한 미디어 자료는 정보 활용도가 상당히 높다. 실제 기록단위는 하나의 누수감지관에 여러 장의 사진과 동영상을 기록하게 된다. 미디어 파일을 직접 데이터베이스에 저장할 수 없기 때문에, 이를 접근하여 재생할 수 있도록 저장장치의 파일의 경로와 파일명을 기록한 테이블을 설계하였다. 그림 3은 설계된 미디어 테이블과 누수감지관에 해당하는 실제 현장 사진과 동영상을 보여준다. 이를 구현하기 위해서는 시공 ID, 구간 ID, 감지관 ID를 기록하여 누수감지관을 구분하고, 여러 개의 미디어 파일을 구분하기 위한 카테고리를 지정하여야 한다.

3.3 RFID를 이용한 감지관 정보 수집

관망을 매설시 부착된 RFID 태그를 이용하여 관망의 구성정보를 구축한다. 또한 GIS상에서 관망의 위치를 알 수 있도록 RFID 태그에 GPS정보를 저장한다. RFID 태그 테이블은 시공지역 테이블과 구간 테이블 등과 연동되어 누수감지관의 시공 정보를 제공한다. 그림 4는 RFID 태그 테이블과 함께 연동되는 시공지역 테이블과 구간 테이블 간의 관계를 보여주고 있다.

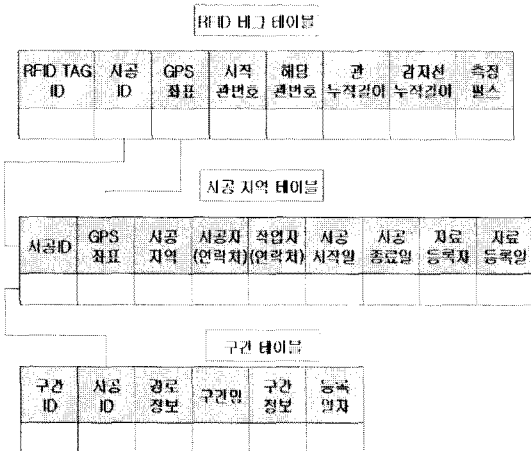
본 논문의 대상 RFID는 능동형 태그를 사용하며 지하매설시 악조건 상에서도 3m 내외의 탐지능력을 가지고 있는 것으로 확인하였다. 매설된 태그의 위치를 리더기가 수신하였을 때 GIS 공간상의 표시된 태그위치로 사용자가 지하매설물의 정확한 위치를 모니터링 할 수 있다. 이는 기존의 지하매설물 위치 관리 시스템과 달리 GIS 공간상에 실시간으로 실제의 위치를 표현 할 수 있다. 또한 수신 범위내의 태그는 실시간으로 지하매설물의 이상여부를 전달하여, 매설물에 대한 현재 상태정보를 쉽게 확인할 수 있으므로, 지하매설물 위치관리의 효율성을 극대화 할 수 있다. 그림 5는 본 논문에서 지하매설시 사용한 능동형 태그의 사진을 보여주고 있다.



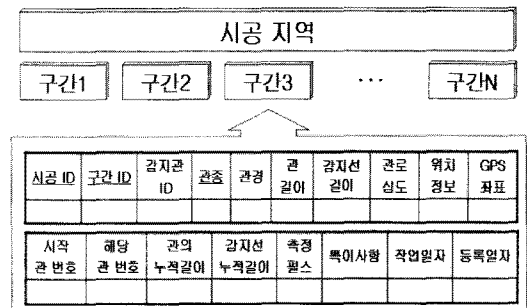
(그림 5) 매설시 사용한 능동형 태그

3.4 누수감지관 데이터

본 논문에서 데이터베이스 설계의 중심은 누수감지관 데이터베이스이다. 다음 그림 6은 누수감지관의 정보를 기록할 수 있도록 설계해놓은 테이블과 다른 테이블들과의 상호관계를 보여준다. 누수감지관에 대한 테이블은 그림 6과 같이 관종, 관경, 관 길이, 감지선 길이, 관로의 심도, 설치위치, GPS 수신좌표, 측정시작 관 번호, 해당 관 번호, 관의 총 누적길이, 감지선의 총 누적길이, 측정에 사용되는 펄스 폭, 특이사항, 작업일자, 등록일자 등으로 구성하였다. 관종, 관경, 관 길이는 관의 외형정보로 추후에 시공후 시공된 관의 수량 산출 및 통계를 작성하는데 사용할 수 있으며, 이러한 통계는 다른 시공에 기준으로 사용할 수 있으므로 비용을 줄이기 위한 효과적인 방법 창출에도 사용될 수 있다.



(그림 4) RFID 태그 테이블



(그림 6) 누수감지관 정보 테이블

또한 관로의 심도, 위치정보, GPS 좌표는 누수 감지관의 매설위치를 알 수 있는 정보가 된다. 위치정보는 지상에서의 주변정보를 텍스트로 기록한 것이며, GPS 좌표는 관 매설시 GPS 단말기를 사용하여 관의 위치를 경위도 좌표를 수신 받아 기록하게 된다. 관로 심도는 측정된 관의 매설깊이로 위치정보, GPS 좌표와 함께 누수감지관의 유지보수 및 누수 발생시 해당 누수감지관을 빠른 시간에 정확하게 찾아 조치를 취할 수 있다. 측정시작 관 번호는 RTD-1000의 인입선과 처음으로 연결되는 첫 번째 관에 기록한 번호가 된다. 측정시작 관에 이어진 관들에 순차적으로 관 번호가 매겨진다.

관의 누적길이, 감지선 누적길이, 측정 펄스는 시공시 측정하여 구축되는 데이터이다. RTD-1000을 사용한 누수탐지 모니터링 시스템에서 사용되는 감지선 누적길이 데이터는 누수탐지와 위치측정에 중요하게 사용되는 데이터로, 관 시공시 정밀 측정이 요구된다. 측정 펄스는 RTD-1000을 이용한 측정에 필요한 펄스폭을 기록한다. 펄스폭의 크기는 RTD-1000과의 거리와 비례하여 설정한다.

4. 구현 및 시물레이션

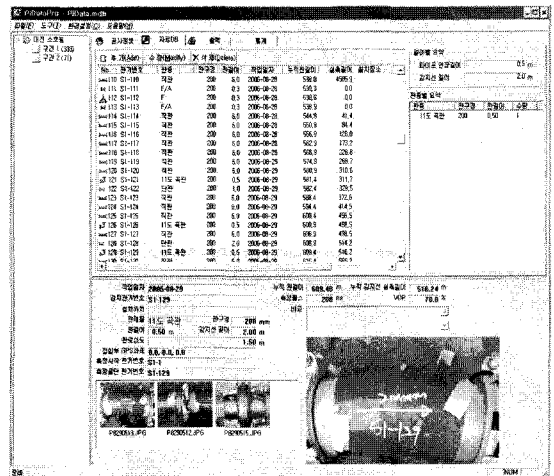
4.1 데이터베이스의 구성

본 논문에서 현장수집데이터로 설계한 데이터베이스를 활용하기 위한 관리 프로그램을 구현하고, 데이터베이스는 Access를 사용하여 구축하였다 [6][7]. 구축한 프로그램의 시물레이션을 위하여 실제로 대전광역시 일부지역을 선정하여 누수감지관 시공시 현장 수집데이터 관리 프로그램으로 사용하였다.

기존의 현장 수집데이터를 작업자가 수기식으로 기록할 경우 많은 정보를 담기에는 무리가 있기 때문에 체계적인 정보 수집 및 사후 유지관리를 위한 정보의 활용도 어렵고, 실제로 거의 이용되지 못하는 문제점이 있다. 이러한 수기식 기록

에 비해 본 논문에서 구현한 프로그램은 체계적인 데이터 기록이 가능하며, 많은 데이터를 빠른 속도로 기록이 가능했다. 그림 7은 본 논문에서 제시한 방식으로 설계된 데이터베이스를 기반으로 구현한 시공현장 수집데이터 관리프로그램을 보여준다. 관리프로그램은 관망의 매설정보와 시공된 누수감지관 정보를 리스트로 보여준다.

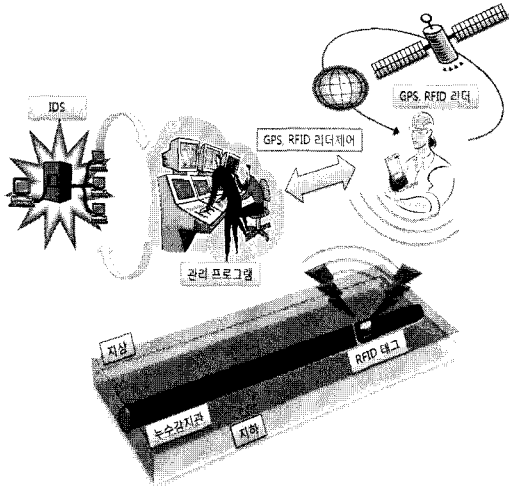
본 논문에서 제안한 시스템은 접근하기 힘든 지하 및 유휴공간에서도 통신이 가능해야 한다. 그러므로 지하매설물 위치 관리에 적합한 능동형 RFID를 사용하며, 정확한 위치표현과 시스템 사용자의 효율적인 모니터링이 가능하도록 지리정보시스템을 사용한다. 다음의 그림 8은 제안한 시스템의 구성도이다.



(그림 7) 시공현장 수집데이터 관리 프로그램

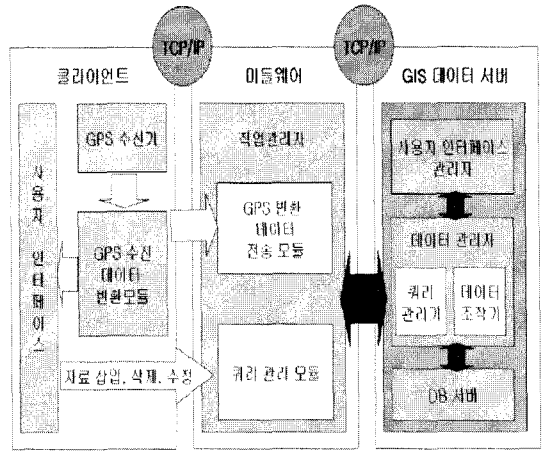
이 구성도는 크게 IDS(Information Data System)와 통합관리프로그램, RFID 시스템으로 나눌 수 있다. IDS는 웹서버와 통합적인 정보를 저장하는 데이터베이스로 구성 되었으며, 통합관리프로그램은 GIS와 어플리케이션을 포함하고 있다. 또한, RFID 시스템은 제안한 시스템의 목적에 맞게 사용하기 위해서는 미들웨어를 필요로 한다. 미들웨어는 RFID 리더기에서 계속적으로 발생하는 식별

코드 데이터를 수집, 제어, 관리하는 기능을 하며, 모든 구성요소와 연결되어 계층적으로 조직화되고 분산된 구조의 미들웨어 네트워크를 구성하여 서로 통신한다. 미들웨어는 다양한 형태의 응용플랫폼과 망 연동 등에 대해서도 상호 운용성을 보장할 수 있어야 한다[8].



(그림 8) 시스템 구성도

본 시스템이 동작되는 기능을 살펴보면 다음과 같다. 실제 지하매설물에 부착된 태그의 식별코드를 Key 데이터로 하여, 위치와 매설 정보를 데이터베이스에 저장한다. 저장된 데이터베이스의 정보는 지리정보시스템과 연동되며, 이는 실시간으로 모니터링 가능하다. 일정 범위 지역에서 태그는 고유 식별코드를 리더기에 전달하고, 수신된 식별코드로 데이터베이스를 검색하여, 해당 정보를 GIS상에 보여준다. 또한 미디어 테이블에 지정된 해당 감지관의 시공사진 및 동영상을 볼 수 있는 인터페이스를 지원한다. 그 밖에 사용자 중심으로 데이터를 입력할 수 있도록 구현하였고, 보고서 형식으로 감지관 정보를 출력할 수 있으며, 관의 종류별 시공수량 통계 정보를 제공한다. 그림 9는 시공데이터 구축 흐름도를 보여주고 있다.



(그림 9) 시공데이터 구축 흐름도

4.2 구글 맵을 활용한 관망관리 시스템의 개발

구축된 관망정보를 관리할 때 기 구축된 시공 정보와 시공지역을 알기 쉽도록 구글 맵을 사용하여 시공현장을 모니터링 할 수 있도록 적용하였다. 시공된 누수감지관망의 위치정보와 네트워크화된 관망들을 표시되도록 제작되었다. 기본기능으로는 단순하게 구글 맵상에서 누수감지관망과 RTD-1000, 점검구, 채널, 그리고 간단한 정보들을 볼 수 있다.

구글 맵 파일 포맷인 .kmz파일에 적용하여 구글 맵 상에서 시공된 관망 측정된 GPS 좌표를 연동하여 맵을 구축할 수 있다. 그림 10은 구글 맵 파일 포맷인 .kmz파일의 일부 구성을 보여주고 있다. xml 문서 타입으로 구성되어 있으며, 위도와 경도 좌표값을 사용하여 지도상에 표시를 해주는 기능을 하고 있다. 이렇게 구글 맵을 이용한다면 수집된 GPS 좌표 정보를 이용하여 관망지도 제작 및 고비용의 GIS 엔진을 사용하지 않고도 관망 모니터링을 구축할 수 있는 장점이 있다. 그림 11은 구글 맵을 사용하여 웹상에서 누수감지관망을 관리하는 시스템을 보여준다.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Placemark>
<name>병택이층</name>
<LookAt>
<longitude>127.4765733350798</longitude>
<latitude>36.2667599861422</latitude>
<altitude>0</altitude>
<range>1710.150174867379</range>
<tilt>5.977016060318533e-023</tilt>
<heading>0.02219065218575291</heading>
<altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
</LookAt>
<styleUrl>#msn_yfw-pushpin10</styleUrl>
<Point>
<coordinates>127.4757394974963,36.2684838254125,0</coordinates>
</Point>
</Placemark>
</kml>
    
```

(그림 10) .kml 파일 포맷



(그림 12) 파손 및 복구 이미지



(그림 11) 구글 맵을 사용한 관망관리 시스템

관망 관리시스템은 단순히 맵상에서 관망의 매설정보만 볼 수 있는 것뿐만 아니라 관망 GPS 좌표에 해당되는 맵상의 지점에 미디어 데이터를 연동시킬 수 있다. 이를 활용하여 파손이나 누수로 인한 보수공사 이력정보도 추가할 수 있다. 그림 12는 시험시공지역에서 발생한 파손 사진과 보수 완료된 사진을 보여주고 있다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 RTD-1000을 이용한 실시간 누수 탐지 모니터링 시스템에 대해 알아보고, 누수감지관의 효과적인 유지보수 및 정보 활용을 위해 누수감지관 중심으로 데이터베이스 관리 프로그램을 제안하였다. 그리고 관망 데이터 구축과 활용이 가능하도록 현장 수집데이터 관리 프로그램을 구현하고, 구글 맵을 활용하여 이를 실제 시공현장에 적용하였다.

현장 수집데이터 관리 프로그램은 실제 시공현장에서 수기로 기록하는 방식의 문제점을 보완하고, 누수감지관의 데이터를 체계적으로 관리하여 정보의 활용을 용이하게 하고, 누수감지관의 효과적인 시공에 있어서 기준을 제시할 것으로 예상된다. 그뿐 아니라 시공 후 누수탐지 모니터링 시스템의 효율적인 운영을 가능하게 함으로써 수자원 확보에 기여할 것으로 예상된다. 향후 GPS와 RFID시스템의 접목으로 누수감지관의 위치 정보를 정확하고 신속하게 제공 가능할 것으로 예측된다.

6. 사사

본 연구는 21세기 프론티어연구 개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 4-2-3)에 의해 수행되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 이범희, “관망관리를 위한 최적화 모형의 구성”, J. Korean Geophysical Soc. Vol.7, No.1, pp.51~60, 2004.
- [2] 강병모, 홍인식 “GIS상에서 TDR을 사용한 누수감지관과 모니터링 시스템에 관한 연구”, Journal of Korea Multimedia Society Vol.7, No. 4, April 2004.
- [3] 강병모, 홍인식, 양기영, “TDR을 이용한 하수도 관망 파손감지 모니터링 시스템의 구현”, 대한상하수도학회 및 한국물환경학회의 2003 공동 추계학술발표회 논문집 F-5.
- [4] 강병모, 홍인식, “원격 상수도관망 누수감지 시스템에 관한 연구”, 정보처리학회 논문지, Vol.11, No.D, pp.1311~1318, 2004.
- [5] ByungMo Kang, InSik Hong “Study on a GIS-based Real-time Leakage Detection Monitoring System, Leakage 2005-Conference Proceedings
- [6] Helen Feddema, 선양미, “Microsoft 한글 Access 2002 기초+활용”, 정보문화사, 서울, 2002.
- [7] 김선우, 신화선, “윈도우 프로그래밍(Visual C++ MFC Programming”, 한빛미디어, 서울, 2006.
- [8] 백장미, 홍인식, “능동형 RFID 기반의 지하 매설물 GIS 관리 구현”, 한국인터넷정보학회 논문지, Vol.9, No3, pp.45~56, 2007.

◎ 저자 소개 ◎



강 병 모(Byung-Mo Kang)

1998년 순천향대학교 전산학과(공학사)
2000년 순천향대학교 대학원 전산학과(공학석사)
2005년 순천향대학교 대학원 전산학과(공학박사)
2007~현재 순천향대학교 교양교육원 겸임교수
관심분야 : GIS, RFID, 임베디드 시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅
E-mail : bmkang@sch.ac.kr



이 현 동(Hyun-Dong Lee)

1991년 한양대학교 대학원 도시공학과(공학박사)
1993년 일본 경도대학 공학부 위생공학과 Post Doc. Fellow 수료
2005년 미국 The University of Iowa 토목환경공학과 Visiting Professor 수료
1988~현재 과학기술연합대학원대학교(UST) 수자원환경공학과 정교수
겸임 한국건설기술연구원(KICT) 책임연구원 / 상하수도기술사
관심분야 : 상하수도공학, etc.
E-mail : hdlee@kict.re.kr



홍 인 식(In-Sik Hong)

1981년 한양대학교 전자공학과(공학사)
1986년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1988년 한양대학교 대학원 전자학과(공학박사)
1991~1995년 순천향대학교 공과대학 전산학과 전임강사
1995~1999년 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 조교수
1999~2004년 순천향대학교 공과대학 정보기술공학부 부교수
2004~2005년 순천향대학교 공과대학 정보기술공학부 교수
2005~현재 순천향대학교 공과대학 컴퓨터학부 교수
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드 시스템, 유무선네트워크
E-mail : ishong@sch.ac.kr