

PDA환경에서의 누수탐지시스템에 관한 연구

정대권, 홍인식
순천향대학교 정보기술공학부

Study on Water Leakage Detection System on PDA Environment

Dae-Kwon Jung, In-Sik Hong
Division of Information Technology Eng., Soonchunhyang Univ

요 약

한국의 수자원은 높은 인구밀도와 물을 담야 관리하는 시설 및 물에 대한 인식 부족으로 물 부족 현상은 현실로 다가오고 있다. 또한 많은 양의 정수가 사용하기도 못한 채 땅속에서 새어나가고 있으며, 이를 관리 및 탐지하는 방법에도 많은 제약사항이 있어 빠른 복구와 대처능력이 현저히 부족하다.

본 논문은 모바일의 장점인 이동성을 이용하여 누수탐지 기법중의 하나인 "TDR(Time Domain Reflectometer)을 이용한 누수탐지 기법"을 PDA에 적용시켜 모바일 환경에서도 정확한 누수위치를 탐색하여 빠른 복구와 누수 비용을 줄이는데 목적이 있다. 누수위치와 복구공사에 관련된 정보들은 PDA로 전송되며, 관리자는 복구공사에 대한 빠른 대처능력과 의사결정을 할 수 있다. 본 연구의 유효성을 입증하기 위하여 ESRI사의 MapObject 2.0과 eVB를 이용하여 PDA환경에서의 누수탐지 시스템을 시뮬레이션 하였다.

1. 서론

한국의 수자원은 연간 강수량이 1,283mm로 세계 평균(973mm)의 1.3배나 크나 좁은 국토면적에 높은 인구밀도로 인해 1인당 강수량은 2,705m³/년로 세계평균(22,096m³/년)의 12%에 지나지 않아 국제적으로 물 부족국가로 분류되고 있다. 또한, 한해 누수에 의한 정수생산 비용손실액은 7,000억원을 육박하고 있으며, 물을 담야 관리하는 시설과 물에 대한 인식 부족으로 앞으로의 물 부족은 현실로 다가오고 있는 실정이다. 누수관 관로시설 내 저장되어 흐르는 물이 시설의 파손으로 인해 관로 시설물 밖으로 흐르는 모든 경우를 의미한다. 현재 우리나라는 누수에 의한 운영 및 관리에 대한 막대한 재정적 손실이 초래되고 있으며 누수율도 전국평균 13.9%이고, 각 시별로 누수량이 많은 지역은 40%에 이르는 것으로 밝혀졌다. 기존의 누수탐지방법으로는 음청식 탐지방법과 야간 최소유량측정법 등이 있으나, 정확한 누수위치를 실시간으로 감지하기는 불가능하다.

본 논문에서는 TDR을 이용한 누수감지 파이프와 GIS(Geographical Information System)를 이용하여 누수 위치를 실시간으로 모니터링하여 파손 위치를 PDA에 전송하는 PDA환경에서의 누수탐지 시스템을 제안하고자 한다. 본 시스템은 누수의 위치를 실시간에 찾아내어 누수에 의해 낭비되는 비용을 줄이고 나아가 관리자 및 시공업체의 책임소재를 철저히 할 수 있어 기존의 시스템보다 빠르고 정확한 업무처리가 가능하다.

2. 관련기술 분석

2.1 누수감지 파이프의 구조와 원리

누수감지 파이프 내에는 두 개의 도선이 평행하게 나선형의 형태로 감겨 있으며, TDR의 단자와 연결되어 도선의 길이를 측정하게 된다. 누수감지 파이프가 파손되면 파이프 내 도선도 함께 끊어지며, 도선의 파손 유무를 TDR에서 측정 가능하다. 미세한 파손으로 인해 누수가 되더라도 도선에 물이 접촉하면 파형의 변화로 누수의 위치를 알 수 있다. 그림 1은 누수감지 파이프의 구조를 나타낸다.

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보 기술개발사업단의 연구비 지원(4-2-1)에 의해 수행되었습니다.

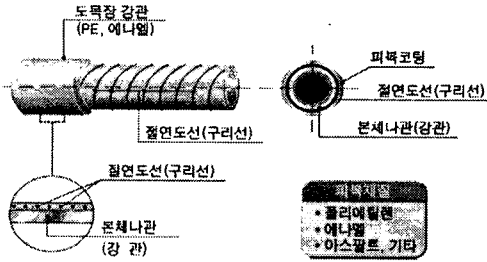


그림1. 누수감지 파이프의 구조

2.2 TDR(Time Domain Reflectometer)

TDR은 레이더와 같은 원리로 동작하는 펄스형 반사측정기로서 케이블의 임피던스의 불균등, 케이블의 단선, 단락 및 고장, 케이블 고장점의 거리등을 측정하는 장비이다. 도선에 펄스를 송출하고 고장지점에서부터 반사 펄스를 수신하여 그 시간으로 고장위치 측정한다. 또한 반사펄스의 파형에 따라 파이프의 파손 여부 파악이 가능하다.

2.3 TDR을 이용한 누수탐지 기법

누수감지 파이프의 두 도선은 지하에 매설될 때 다음 파이프에 계속적으로 연결되어 상수도 관망의 네트워크를 형성한다. 이루어진 상수도관망 네트워크의 일정지점(5~10Km)마다 TDR을 설치하고 일정 시간마다 검사용 펄스를 송출하여 상수도관망의 누수 및 파손 여부를 실시간에 탐지한다.

2.3 GIS상에서의 공간데이터 포맷

본 논문에서는 공간형상을 빠르게 디스플레이 할 수 있고 공간형상과 속성을 쉽게 추가, 삭제할 수 있는 Shape 파일을 이용하였다. ArcView Shape 파일은 지리현상에 대한 기하학적 위치와 속성 정보를 저장, 제공해 주는 비위상구조(Non-Topological)의 데이터 포맷이다. 표 1은 Shape 파일의 유형을 나타낸다.

표1. Shape File의 유형과 기능

파일 유형	기능
.shp	· 지리 현상의 기하학 정보를 저장하는 파일
.shx	· 지리 현상의 기하학 정보의 인덱스를 저장하는 파일
.dbf	· 지리 현상의 속성 정보를 제공하는 Data Base파일
.sbn	· 지리 현상의 공간 인덱스를 저장하는 파일
.sbx	

3. PDA 환경에서의 GIS를 이용한 누수탐지 시스템

현재 누수탐지 기법에는 오프라인 상에서 이루어지는 다양한 방법들이 있으나 이러한 방법들은 실시간으로 누수위치를 찾기에 불가능하다. 본 논문에서는 TDR을 이용한 누수탐지기법을 GIS를 이용하여 온라인을 통하여 PDA상에서 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하였다.

3.1 PDA환경에서의 TDR을 이용한 누수위치 탐색

TDR에서 검출된 거리는 중앙통제실의 서버로 전송되고 전송된 거리정보와 파형이미지는 누수탐지시스템의 사용자 인터페이스에서 보여진다. 제안된 시스템은 이러한 정보를 GIS에 적용하여 실제 지도에서 정확한 위치를 탐색하여 PDA로 전송하는 시스템이다. 먼저 중앙통제실의 GIS 누수탐지 모니터링 시스템의 사용자 인터페이스는 항상 TDR의 거리 정보 및 파형정보를 위해 대기하고 있으며, TDR은 일정 시간마다 파이프에 펄스 파형을 송출하고 검출된 거리정보와 파형정보를 GIS 누수탐지 시스템의 사용자 인터페이스에 전송한다. 누수탐지 시스템의 사용자 인터페이스는 수신된 정보가 유효한지 아닌지를 판단한다. 만약 유효한 정보라면 파이프의 속성 데이터베이스와 GIS 상에서 파이프의 위치좌표를 추출하고, TDR에서 얻은 손상위치를 중앙센터의 GIS지도 화면상에 보여준다. 또한 관리자의 PDA로 전송한다. 관리자는 PDA에 수신된 누수위치와 파손 정보 및 파이프의 매설깊이, 파이프의 종류를 보고 빠르고 체계적인 복구공사를 할 수 있다. 그림 2는 GIS를 이용한 누수위치 탐색에 대한 전반적인 개요를 나타낸다.

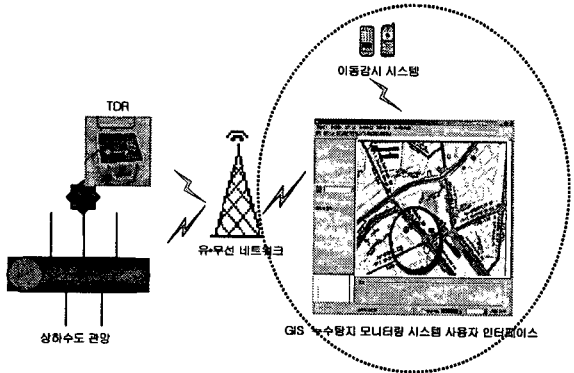


그림2 누수탐지 시스템의 개요

3.2 PDA환경에서의 누수위치 탐색 과정

GIS기반의 누수탐지 시스템에서는 파이프에 관한 정보와 파형정보를 가지고 누수위치를 검색하고, 파손된 지점에 대한 여러 가지 정보를 제공함으로써 복구공사에 효율성을 향상시킬 수 있다. 누수탐지 시스템에서 누수위치에 관한 모든 정보는 SQL서버로 저장된다. 이것은 IIS를 이용하여 유·무선으로 PDA에 전송된다. PDA에서는 누수된 지점과 그 지점에서의 파이프 정보, 매설깊이 등 다양한 정보를 얻을 수 있다. 그림 3은 누수위치의 탐색 흐름을 나타낸 것이다.

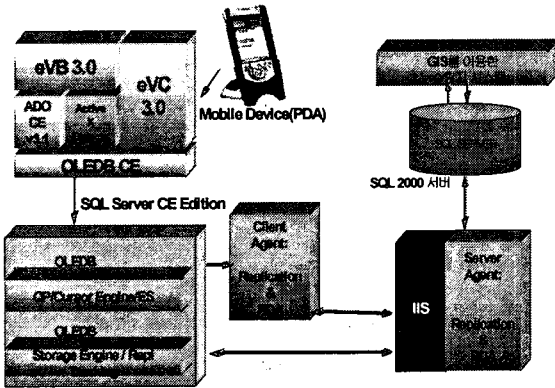


그림3. PDA환경에서의 누수위치 탐색 흐름도

으로 뿔어져 나오지만, 누수는 지반이 약한 면을 뚫고 나오기 때문에 정확한 위치를 모른다. 이때, TDR을 이용하여 누수거리를 계산하고, GIS 누수탐지 모니터링 시스템에서 누수위치를 나타낸다. 중앙 센터의 누수탐지 시스템은 누수정보를 데이터베이스에 저장하고, 관리자에게 알린다. 관리자는 PDA의 GPS와 누수탐지 시스템에서 전송된 정보를 이용하여 누수위치를 찾아 복구공사를 한다. 이때, 관리자는 누수지점에서의 파이프 종류와 매설깊이, 다른 지하 매설물에 관한 정보를 검색함으로써 안전하고 빠른 복구가 가능해진다. 또한 복구완료 후, 현장에서 PDA를 이용해 파이프에 관한 정보 및 공사에 관련된 여러 정보에 대해서 데이터베이스를 갱신한다. 그림5는 PDA를 이용한 누수위치 탐색 시나리오를 나타내었다.

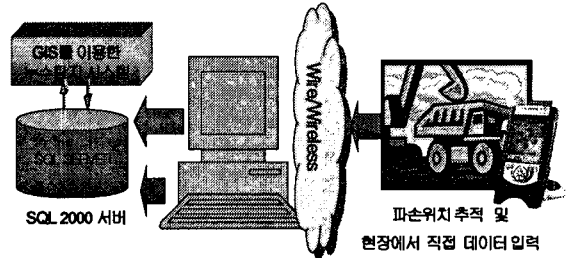


그림5. 누수위치 탐색 시나리오

3.3 누수탐지 시스템과 PDA와의 데이터 전송

누수탐지 시스템은 PDA에 TDR ID와 측정된 거리, 파형경로, 측정일을 전송한다. PDA안에는 검색할 지역의 지도가 미리 저장되어 있으며 GPS와 연동하여 해당하는 위치를 찾아갈 수 있다. 또한 누수탐지 시스템에서는 파손지점에 대한, 파이프 종류, 매설깊이, 시공회사, 시공일 등 복구공사 및 행정업무에 필요한 사항 등을 저장 및, PDA로 전송함으로써 업무의 효율을 향상시킨다. 그림 4는 누수탐지 시스템과 PDA 사이에 데이터 전송을 나타낸다.

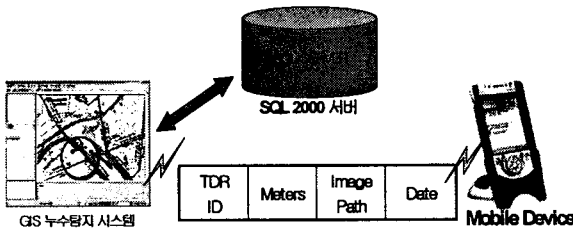


그림4. 누수탐지 시스템과 PDA사이의 데이터전송

4. 시뮬레이션

본 시스템의 유효성을 증명하기 위하여 GIS기반의 누수탐지 시스템을 PDA환경에서 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 환경은 MapObject 2.0과 Visual Basic6.0, eVB으로 구현하였다. CAD에서 작성된 지도파일은 DXF(Data Exchange Format)형식의 파일을 Arc Toolbox를 사용하여 Shape 파일을 변환하여 사용하였다. 먼저 TDR과 누수탐지 시스템은 서로 접속되어 있고, 상수도의 임의의 부분이 파손되었다고 가정한다. TDR은 파손위치를 감지하여 거리를 계산해 내고 이 정보는 중앙센터의 누수탐지 시스템에 전송한다. 그림 6은 누수탐지 시스템에서 탐색된 누수 위치를 나타낸다.

3.4 PDA환경에서의 누수위치 탐색 시나리오

지하에 매설된 상수도가 터졌다. 엄청난 물이 지상

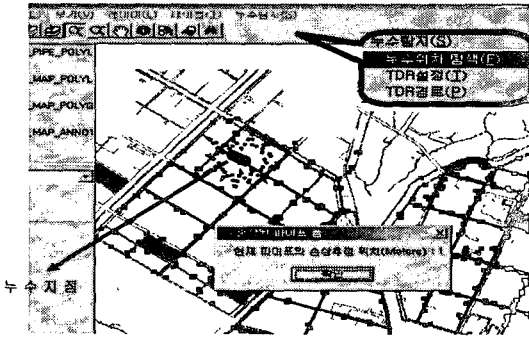


그림6. 누수탐지 시스템에서의 누수위치 검색

누수탐지 시스템은 파손위치의 정보를 SQL 서버로 전송하고 PDA는 이를 인지하고 SQL서버로부터 파손 정보를 받아 화면에 디스플레이 한다. 그림 7은 PDA 화면상에 누수위치를 나타낸다.



그림7. PDA환경에서의 누수위치 검색

5. 결론

본 논문은 물 부족이 현실화되고 있는 산업 사회에 이동성이 강조된 모바일을 통하여 지하에 매설된 상수도관망의 누수위치를 정확하게 탐지하는데 목적이 있다. 본 시스템은 관리자의 PDA로 파손정보를 전송함으로써 빠른 복구 작업과 비용손실을 최소화할 수 있으며 복구공사에 대한 의사결정을 하는데 도움을 준다. 현재 오프라인으로만 탐지하는 누수탐지 방법을 개선하여 유·무선의 온라인상에서 모니터링하고 자동으로 관리자에게 알림으로서 위치 탐색으로 인한 인건비 절감과 빠른 탐색으로 인해 손실될 누수량을 현저히 감소시킬 수 있다.

현재 GIS에 사용되는 파일은 용량이 매우 크고 모바일의 한정된 자원 때문에 개발하는데 제약사항이

많다. 또한 관리자만이 DB에 접근하여야 하므로 보안에 많은 연구가 필요하다.

[참고문헌]

- [1] Bruce A. Ralston, Developing GIS Solutions with MapObjects and Visual Basic®, OnWord Press, Canada, pp.1~315(2002)
- [2] 김계현, GIS 개론, 2판, 대영사, 서울, pp.1~152(2000)
- [3] Riser-Bond, "Metallic Time Domain Reflectometer manual"
- [4] ESRI, "ESRI Shapefile Technical Description" July(1998)
- [5] ESRI, "Getting Started with MapObjects"
- [6] 에코프론티어 - GIS기반 상하수도 관망 관리시스템, <http://www.ecofrontier.co.kr> (2001)
- [7] 한국수자원공사, <http://www.kowaco.or.kr>
- [8] 물포탈 사이트, <http://www.water.or.kr> (2003)
- [9] CADLAND, <http://www.esrikr.co.kr> (2002)
- [10] ESRI, <http://www.esri.com>
- [11] <http://www.tscm.com>