RTK 시스템과 3차원 게임엔진을 이용한 실시간 지하 매설물 관리 시스템 개발

Development of Real-time Underground Utilities Management System using Real-time Kinematics Systems and 3D Game Engines

김성호

상지대학교 컴퓨터정보공학부

Sung-Ho Kim(kimsh1204@sangji.ac.kr)

요약

본 논문은 RTK 시스템과 3D 게임엔진을 사용하여 지하 매설물의 각종 속성 정보를 실시간으로 DBMS로 저장하고 3D 뷰어에서 디스플레이 및 관리하기 위한 시스템 개발에 관하여 기술한다. 즉, 본 시스템은 RTK 시스템으로부터 측정 및 입력된 지하 매설물의 속성 값을 3D 게임엔진이 무선통신으로 입력받아 3D 뷰어에서 지하 매설물을 생성, 삭제 및 수정 등의 관리를 실시간으로 할 수 있게 한다. 지하 매설물에 대한 좌표는 GPS로 측정하는데, RTK 시스템을 위한 지점기준점은 기존의 도근점들 중 하나를 사용하고 이를 중심으로 보정 과정을 거친다. 3D 게임엔진은 RTK 시스템과의 무선통신, 지형 및 지하 매설물에 대한 3D 디스플레이, 지하 매설물의 속성 입력 및 등록 등 지하 매설물을 3D로 관리하기 위한 기능들을 가지고 있다. 본 시스템은 지하 매설물의 부정확한 공간적 위치 좌표로 인한 각종 사고를 예방하고 정확한 관리를 할 수 있다는 면에서 응용 가능성이 매우 높으며, 신도시 개발을 시작하는 시점에서 매우 유용하게 활용될 수 있다.

■ 중심어 : | RTK 시스템 | 게임 엔진 | GIS | GPS | 지하 매설물 |

Abstract

This paper describes a development of system that enables the user to manage and display from 3D viewer after at real-time saves attribute informations in DBMS using RTK systems and 3D game engines. The 3-dimensional game engines for this system will be input a attribute values of underground utilities which is measured from RTK systems with wireless network. This system which sees does to make be a possibility of managing creation, elimination, modification for the underground utilities from 3-dimensional viewer. The coordinates about the underground utilities measures with GPS. The base reference point for RTK systems uses one in reference points which are measured in existing. GPS coordinates revised a reference point in standard. The 3-dimensional game engines are having the function which manages the underground utilities with 3-dimensions. The function is the same as wireless network of RTK systems, 3-dimensional display for terrain and underground utilities, input and registration for attribute of underground utilities, etc. The system which sees will be able to prevent the various accident which is caused by in the spatial location coordinate which underground utilities is inaccurate. And the system which sees is accurate is a possibility of managing and the application possibility is high very. Finally, this system could be applied very usefully from the point of view which starts a new town development.

■ keyword : | RTK System | Game Engine | GIS | GPS | Underground Utilities |

* 이 논문은 2010년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것임.

접수번호 : #110601-006

접수일자 : 2011년 06월 03일

심사완료일 : 2011년 07월 11일

교신저자 : 김성호, e-mail : kimsh1204@sangji.ac.kr

I. 서론

최근 Google Earth의 출시로 일반인들도 이제는 지리 정보 시스템에 대한 관심들이 급증하고 있다. Google Earth는 단순한 2D 기반의 지리 정보를 제공하는 것이 아니라 인공위성 사진을 사용한 3D 기반의 입체적 지리 정보를 제공해 줌으로서 일반인들에게까지 매우 깊은 인상을 남기게 되면서 주목을 받게 되었다. 이와 같은 3D 지리정보시스템(이하'GIS')은 최근 유비쿼터스가 크게 부각되면서 다시 관심을 가지게 된 기술 분야로서 현재 관련 연구가 활발히 진행되고 있으며, 몇몇 업체에서는 이와 관련된 2D 및 3D로 표현할 수 있는 상업용 소프트웨어를 선보이고 있다. 또한 소수의 학계와 산업계 관련 단체에서도 온라인 및 오프라인용 소프트웨어를 소개하고 있다. 최근에는 바다 매립지 신규 등록을 위하여 RTK-GPS를 사용한 연구[5]도 있었다. 여기서 RTK(Real Time Kinematics)는 관측한 데이터를 컴퓨터로 계산하여 관측점에서 곧바로 기선벡터를 구할 수 있는 방식으로 실시간 이동 측량이라고도 한다. 기준점에 설치한 GPS 수신기로부터 취득 계산된 데이터를 무선으로 이동용 GPS 수신기에 전송시켜 실시간으로 이동점의 정확한 위치를 나타나게 한다. 그러나 이들 대부분의 GIS 관련 소프트웨어들 및 연구 결과들은 지형의 가시화와 지형 분석 기능에 한정된 단순한 2D 및 3D 뷰어(Viewer) 기능 외에는 특별한 기능을 지원하지 못하고 있는 것이 사실이다. 본 논문에서는 3D GIS의 기능[9]들 가운데 지상뿐만 아니라 지하 매설물에 대한 관리를 효율적으로 하기 위한 방안을 제안하고자 한다. 왜냐하면 기존 지하 시설물을 관리하기 위해서는 다음과 같은 한계들이 있어왔기 때문이다. 즉, 2D 기반의 복잡한 시설 표현의 어려움, 잘못된 정보 확인으로 대형사고 및 재난 발생, 실시간 데이터 변경 불가능 및 유지 관리에 과다한 비용 소요, 원시 데이터의 부정확 및 시설물의 신속한 위치 확인의 어려움 등이 그것이다. 또한 소수의 지상 시설물 및 7대 지하 매설물의 생성 및 관리 소프트웨어들도 지상의 지형과 연동하여 현실감 있는 3D 관리 기능을 할 수 있는 제품이 거의 전무한 실정이다. 물론 지하 매설물의 원격 관리[6]

와 RFID를 이용한 지하 매설물 관리에 대한 연구[7]는 있어왔는데, 모두 지표면으로 매입형 유선 안테나 및 센서 등을 세워서 관리하기 때문에 매우 비경제적이고 유지보수의 많은 어려움을 가지고 있다. 그리고 안드로이드 기반의 스마트폰을 이용한 지하 매설물 모니터링에 관한 연구[8]도 있었으나 매우 비효율적인 결과를 보여주고 있다. 그러므로 새로운 개념의 지하 매설물에 대한 관리 체계가 필요하게 되었다. 따라서 본 논문은 RTK 시스템 및 GPS 수신기[2][3] 등으로부터 측량된 지하 매설물의 측량 데이터 및 속성정보 등을 3D 게임 엔진이 실시간으로 입력받아 D/B 구축 및 3D 뷰어에서 가시화하고 실시간으로 관리하기 위한 3D 지하 매설물 관리 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다. 본 논문의 제 2 장에서는 지하 매설물의 종류에 대하여 기술하고, 제 3 장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 설계에 대하여 기술하고, 제 4 장에서는 사용자 인터페이스 및 구현된 시스템에 대하여 기술하고, 마지막 제 5 장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대하여 기술하기로 한다.

II. 지하 매설물의 종류

지하 매설물들은 [표 1]과 같이 상수도, 하수도, 전기, 통신, 난방, 송유 및 가스 등 7가지 종류가 있으며 서로 다른 색상으로 구분되어진다.

표 1. 7대 지하 매설물의 종류 및 색상

종 류	색 상	종 류	색 상
상수도	파 랑	난 방	주 황
하수도	보 라	송 유	갈 색
전 기	빨 강	가 스	노 랑
통 신	초 록		

지하 매설물의 종류에 따른 용도는 [표 2]와 같이 구분할 수 있으며, 특히 상수도관과 하수도관이 용도가 매우 다양함으로 알 수 있다.

표 2. 지하 매설물의 종류 및 용도

종 류	용 도
상수도관	미분류, 취수관, 도수관, 송수관, 배수관, 급수관, 공업용수관, 소방관, 기타
하수도관	미분류, 합류관, 차집관, 오수관, 우수관, 기타
전 기	전 기
통 신	통 신
난 방	난 방
송 유	송 유
가 스	가 스

III. 시스템의 설계

RTK 시스템과 3D 게임엔진을 이용한 지하 매설물 관리 시스템은 다음과 같이 크게 다섯 가지의 모듈을 포함한다. 첫째, 3D 게임엔진에서 제공하는 기능들 중 GIS를 위해서 사용 및 응용 가능한 3D 뷰어의 기능을 제공하는 모듈이다. 둘째, RTK 시스템으로부터 측정된 지형의 위도, 경도, 고도 값을 3D 게임엔진이 서버, 클라이언트 환경 하에서 실시간으로 입력받아 3D 뷰어에서 지하 매설물을 실시간으로 생성, 삭제는 물론이고, 지하 시설물 각각의 속성 정보 입력 및 수정, 확인, 단면도 확인을 실시간으로 처리할 수 있는 모듈이다. 셋째, 상기 모듈을 위해서 필요한 지상 시설물 및 지하 매설물을 기존의 GIS 데이터의 구조나 위치에 종속되지 않고 손쉽게 표준 인터페이스를 통하여 제공하는 상호 작동 가능한 지리정보처리 컴포넌트 시스템 및 그 방법을 제공하는 모듈이다. 넷째, 상기 모듈에 추가적으로 기존 GIS에서 구축한 3D 지형 및 지상 시설물 데이터(*.dxf, *.shp 파일 등)를 불러오기(Import) 혹은 내보내기(Export)를 할 수 있는 모듈이다. 여기서 DXF(Data eXchange Format) 파일 포맷은 AutoDesk사에서 AutoCAD와 타 CAD(Computer Aided Design) 시스템 간의 도면 데이터 교환을 위해 개발한 캐드 도면 교환 파일로 아스키(ASCII) 파일로 구성되어 있으며 GIS 및 CAD 시스템 간 데이터 포맷 변환을 위해 국내에서 대표적으로 많이 이용되고 있는 데이터 교환 포맷이다. 그리고 SHP 파일 포맷은 Arc/Info 시스템에서 도면 데

이터를 표현하기 위해 개발한 공간 데이터 포맷 파일로 바이너리 파일로 구성되어 있으며 GIS 간 데이터 포맷 교환을 위해 많이 사용되고 있는 데이터 포맷이다. 마지막 다섯째, 본 논문에서 의해서 구축된 데이터들은 DBMS로 관리되어 D/B가 구축 중이거나 구축된 이후 현장에서 구축된 지상 시설물 및 지하 매설물의 위치 및 속성 정보 등을 3D 게임엔진을 사용하여 실시간으로 PDA, 미니 노트북 및 UMPC 등을 사용하여 확인할 수 있도록 해주는 모듈이다.

[그림 1]은 본 논문에서 제안하는 전체 시스템의 구성도로서, 기준국(도근점)[4], 이동국[2][3] 및 서버 시스템 등으로 구분되어진다. 기준국은 반경 10Km 내에 한 개만 존재하면 되는데, 멀티 캐스트 또는 Broadcasting 방식으로 통신 시스템을 구현하며, 이동 및 설치가 편리하다. 기준국의 역할은 기준 좌표(X_1 , Y_1 , Z_1)를 생성하고, 인공위성별 보정 신호를 생성하며, 보정신호를 전송한다.

그림 1. 시스템 구성도

RTK 기준국에 의한 측량 정확도는 도시 도근점 2급의 높은 정확도를 확보해줌으로서 도시계획, 택지개발, 지적측량, 시공측량 등 다양한 분야에서 별도의 도근점 측량 비용 없이 RTK 측위에 의해 측량 데이터를 획득할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 휴대용 패키지 이용이 가능한 이동국의 역할은 3D 측위 보정 알고리즘을 탑재하였으며, 다수의 이동국 보정 신호를 전달하고, 초단위의 측위를 지원한다.

3D 게임엔진의 기본 사양으로는 OpenGL 1.4 지원, H/W 가속 렌더링, ActiveX 컴포넌트 구조가 가능하여야 하며, 본 엔진을 사용할 경우 초당 3-4백만 폴리곤을 처리할 수 있다. 본 논문에서 3D 게임 엔진을 사용하는 이유가 여기에 있는데, 대용량 데이터를 실시간으로 빠르게 처리할 수 있어야 하기 때문이다. 본 논문에서는 이를 위하여 기존에 자체적으로 개발해 놓은 3D 게임 엔진을 응용한다. 서버 및 이동국에서 확인을 위해 필요한 노트북 등의 H/W 권장 사양으로는 MS Windows XP, Pentium 4 이상, RAM 256MB 이상, VGA RAM 64M 이상, DirectX 가속 지원 등을 갖추어야 본 시스템이 큰 무리 없이 작동될 수 있다.

IV. 사용자 인터페이스 및 시스템의 구현

본 논문에서 실험에 사용하기 위한 3D 게임 엔진의 기본 기능은 3D 뷰어를 통한 객체 및 지형도의 이동, 회전, 축소 및 확대, 와이어프레임, 투명도 조정, 안개 효과, LOD(Level of Detail), 네비게이션 등으로 구성되어 있으며, GIS를 위한 특화 기능으로는 RTK 시스템 및 DBMS와의 실시간 연계 방안이다. 즉, 지하 매설물을 표시하는 관(Pipe)의 실시간 생성, 변경, 삭제, 이동 및 회전 등의 기능과 RTK 시스템으로부터 실시간으로 전송되는 데이터를 DBMS에서 관리하고 엔진에서 실시간으로 디스플레이하는 것이다.

그림 2. 지하 매설물의 이형관을 위한 위치 설정

[그림 2]는 본 논문에서 제안하는 시스템의 실험을 위한 현장 사진으로서 항공사진[1]에서 발췌하였으며, 지하 매설물의 이형관 위치를 설정한 것이다. 그리고 이형관 위치는 임의의 고유 번호를 부여하여 사용하기로 하였다. 본 실험 장소는 경기도 용인시 기흥동 구갈구 주변의 강남대학교 옆에 주택단지로 개발된 지역으로서 GPS 측량 지점이 잘 확보된 장소들 중 추천할 만한 장소이다. 여기서 이형관이라 함은 구부러지거나 갈라지는 곳이나 지름이 서로 다른 관을 잇는 데 쓰는 관을 의미하며, 미분류, 관말(마개), 신축관, 곡관, T형관, Y형관, 나팔관, 십자관, 이음관, 새들, 편락관, 단관, 기타 등으로 구분되어진다. 본 논문에서는 그림 2의 지역을 3D로 모델링하고 본 논문에서 제안하는 지하 매설물 관리를 위한 시스템 개발의 실험을 위해 사용한다. 3D로 지형을 모델링할 때 지표면의 고도는 GIS 전문 업체로부터 도움을 받아 항공 라이더(LIDAR, Light Detection and Ranging)로 측량한 지형의 고도 데이터를 포함하고 있는 항공사진으로부터 획득하여 3D로 표현할 수 있었다.

그림 3. 사용자 인터페이스 및 GPS 측량을 위한 지적기준점(도근점)의 위치(3D 화살표 - 그림 2의 783번 위치)

[그림 3]은 3D 게임 엔진을 사용하여 개발한 시스템의 초기화면으로서 [그림 2]의 이형관 위치들 중 783번을 지적기준점으로 설정하였으며, 이 지점을 3D 화살표로 표시하고 있다. [그림 2]의 이형관 위치 783번을 기

준 위치로 설정한 이유는 이 지점이 국토해양부에서 GPS로 측량한 공식적인 도근점들 중 하나이기 때문이다. 그리고 [그림 2]의 지역에는 이와 같은 도근점들이 수 개 존재하고 있음을 확인하였으며, 편의상 783번 위치를 실험을 위한 지적기준점으로 설정하였다.

(A) 일반 모드 (B) 와이어프레임 모드
그림 4. 지적기준점에서 바라본 실험 대상 지역

[그림 4]는 지적기준점을 중심으로 실험 대상 지역을 일반 모드와 와이어프레임 모드로 변경하여 바라본 모습이다. [그림 3]과 [그림 4]의 지적기준점을 3D 화살표로 표시하고 뷰어의 중심에 둔 것은 현재 위치를 표시하는 3D 화살표의 위경도 좌표를 지적기준점에 맞게 강제로 설정하였기 때문이며, 실제 실험에서는 3D 화살표가 GPS 수신기[2],[3]의 현재 위경도 좌표 위치를 실시간으로 따라다니게 한다.

그림 5. 환경 설정 및 측량

[그림 5]는 본 시스템의 사용자 인터페이스에 대한 것으로서 주 메뉴들은 ‘신규 매설물 속성 정보 등록’, ‘지하 매설물 속성 정보’, ‘환경 설정 및 측량’ 등으로 구분된다. 환경 설정 및 측량 메뉴는 통신 및 관측자의 현재 위치와 관련된 메뉴로서 서버와의 연결 설정, RTK 장비 설정, 현재 측량자의 위경도 위치 등으로 구성되어 있다.

여기서 RTK 장비 설정의 강제 기준 좌표 설정은 그림 2의 783번 위치의 위경도 좌표를 입력하여 RTK 장비의 지적기준점이 되게 한다. 추가적인 메뉴로는 디버그용 측정자 좌표 설정, 모드 설정 및 뷰어 사용법 등을 설정하여 본 시스템을 실험에 효율적으로 사용할 수 있도록 한다. 그리고 디버그용 측정자 좌표 설정 아래 있는 ‘파이프 노드 추가’ 버튼은 강제 측정자 좌표 설정이 될 경우에는 강제 좌표에 맞게 지하의 적당한 깊이에 3D 파이프를 생성하게 하며, 그렇지 않고 서버 및 RTK 장비 설정과 연결될 경우에는 현재 위경도 좌표에 맞게 지하에 3D 파이프를 생성하도록 한다. 지하에 매설될 파이프들의 종류는 크게 7가지로 구분되어지는데, 본 논문의 실험에서는 전기용으로 사용할 적색 관을 생성하기 위한 실험을 수행하였으며, 지하에 매설될 깊이는 지형의 특성과 매설물의 용도에 따라 다양하게 정해져 있기 때문에 본 시스템에서는 기본 매설 깊이를 1.0m로 설정하였다. 모드 설정은 일반 모드와 와이어프레임 모드로 선택해서 뷰어에 적용할 수 있도록 하며, GPS 수신기를 가지고 있는 관측자와 뷰어의 카메라를 동기화 함으로서 관측자의 현재 위치는 항상 뷰어의 가운데에 위치하게 한다. 즉, 관측자의 위치는 항상 뷰어의 중심에 위치하게 하고 지형은 관측자의 이동에 따라 변하게 된다. GPS 수신기를 들고 있는 관측자가 임의의 장소에서 [그림 5]의 ‘파이프 노드 추가’ 버튼을 클릭하고 적당한 거리를 이동한 다음 ‘파이프 노드 추가’ 버튼을 다시 클릭하게 되면, 본 시스템이 설치된 서버의 뷰어와 본 시스템이 설치된 무선 인터넷이 가능한 노트북 컴퓨터의 뷰어에는 첫 버튼을 클릭한 지점에서 추가로 버튼을 클릭한 지점까지 지하 1m 깊이에 적색의 3D 파이프가 실시간으로 동시에 생성되어진다.

그리고 DBMS에 저장하고 관리하기 위해서는 [그림

6)과 같이 지하 매설물의 속성정보를 신규로 등록하게 된다. 신규로 등록할 지하 매설물의 속성정보는 지하 매설물을 관리하기 위한 관리번호, 용도, 시공업체, 시공일자 등 지하 매설물과 관련된 모든 정보를 포함한다. 관측자는 현장에서 실시간으로 입력하고 종료하게 되면 무선 인터넷을 사용하여 서버로 전송되게 된다. 본 실험에서는 관측자에게 GPS 수신기를 제공하고, 보조 도우미에게는 무선 인터넷이 가능한 노트북 컴퓨터, PDA 및 UMPC 등에 본 시스템을 설치하여 현장에서 실시간으로 입력할 수 있게 하였다. 그러므로 서버와 현장의 노트북 컴퓨터, PDA 및 UMPC 등에서는 동시에 관측자와 보조 도우미가 측량 및 생성한 지하 매설물의 상태를 3D 뷰어를 통하여 실시간으로 확인할 수 있다.

그림 6. 지하 매설물의 속성정보 신규 등록 메뉴

[그림 7]은 본 시스템의 실험을 위하여 현장에 설치한 서버의 모니터 화면과 GPS 수신기를 들고 있는 관측자 및 보조 도우미들이 현장을 돌아다니고 있는 모습이다. 즉, 본 시스템의 실험을 위해 보조 요원들이 현장을 돌아다니면서 GPS 측량 도근점을 중심으로 지하 매설물의 위치를 추가적으로 설정해주면 서버와 노트북

컴퓨터에서는 실시간으로 지하 매설물을 3D 파이프 및 이형관으로 자동 생성해준다.

그림 7. 실험을 위해 현장에 설치한 장비들(서버, 무선 인터넷이 가능한 노트북 컴퓨터, GPS 수신기 등) 및 연구 보조원들

[그림 8]의 왼쪽은 일반 모드로 지상에서 바라본 관측자의 현재 위치이고, 오른쪽은 와이어프레임 모드로 지상에서 바라본 관측자의 현재 위치와 바로 이전에 생성한 지하 매설물의 상태이다.

(A) 일반 모드 (B) 와이어프레임 모드

그림 8. 관측자의 현재 위치 및 지하 매설물의 상태

[그림 9]는 관측자가 이형관을 생성할 지점을 다수 개 선정하고 GPS 수신기를 가지고 이동 중의 모습을 와이어프레임 모드로 실시간 확인하고 있는 것인데, 본 실험에서는 단순하게 곡관을 형성하고 있다. 즉, 관측자가 연속적으로 파이프 노드를 생성하고는 있지만 지하 매설물이 매설될 경로를 가장 단순하게 설정하여 실험하였기 때문에 이형관은 곡관이 주로 사용되었다.

그림 9. 연속적으로 생성된 지하 매설물을 지상에서 와이어 프레임 모드로 확인

[그림 10]은 일반 모드에서 관측자의 현재 위치를 3D 화살표로 보여줌과 동시에 관측자의 현재 위치를 중심으로 카메라를 지하로 내려 지하 매설물이 생성된 결과를 확인하고 있다.

그림 10. 생성된 지하 매설물을 지하에서 일반 모드로 바라본 모습

[그림 11]은 현재 위치를 중심으로 지하에 생성된 지하 매설물을 와이어프레임 모드로 지상에서 그대로 바라보고 있는 모습이다. 본 시스템은 이와 같이 뷰어를 사용하여 서버 및 노트북 컴퓨터 등에서 누구든지 3D 뷰어에 나타난 결과물을 일반 모드와 와이어프레임 모드 등으로 모드를 변환하여 자유자재로 항해하고 확인할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 다음과 같이 크게 다섯 가지의 효과들을 가져올 수 있다. 첫째,

3D 게임엔진을 GIS에 접목하여 3D GIS 엔진을 구축함으로써 3D GIS 분야의 소프트웨어 개발을 효율적으로 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 둘째, RTK 시스템을 3D GIS에 연동하여 7대 지하 매설물을 실시간으로 생성, 삭제는 물론이고, 7대 지하 시설물 각각의 속성 정보 입력 및 수정, 확인, 단면도 확인을 실시간으로 처리할 수 있는 효과가 있다. 셋째, 기존의 GIS 데이터의 구조나 위치에 종속되지 않고 지리정보처리 컴포넌트 시스템 및 그 방법을 제공해줌으로써 필요한 모든 지리정보의 구축이 가능하다는 효과가 있다. 넷째, 기존 GIS에서 구축한 3D 지형 및 지상 시설물 데이터(*.DXF, *.SHP 파일 등)를 불러오기 및 내보내기 할 수 있기 때문에 기존 데이터들과 연동이 가능하며, 본 논문에 의해 개발된 3D GIS 엔진에 의해 수정 및 보완된 데이터를 공용 포맷의 데이터로 보관할 수 있는 효과가 있다. 마지막 다섯째, 본 논문에 의해서 구축된 데이터들은 DBMS로 관리되기 때문에 구축된 지상 시설물 및 7대 지하 매설물의 위치 및 속성 정보 등을 3D GIS 엔진이 탑재된 노트북 컴퓨터, PDA 및 UMPC 등을 사용하여 현장에서 실시간으로 확인할 수 있는 효과가 있다.

그림 11. 생성된 지하 매설물을 지하에서 와이어프레임 모드로 바라본 모습

V. 결론

본 논문은 RTK 시스템과 3D 게임 엔진을 사용하여 지하에 매설된 지하 매설물의 속성 정보와 GPS로 측정

된 정확한 위치를 현장에서 노트북 컴퓨터, PDA 및 UMPC 등을 사용하여 실시간으로 등록하고 3D 컴퓨터 그래픽스 화면으로 지상과 지하를 동시에 디스플레이 해주면서 지하 매설물을 관리할 수 있는 시스템을 제안하였다. 특히 본 시스템은 신도시 개발에 있어 지하에 매설될 7대 매설물을 매설하기 직전에 사용할 경우 기존 시스템에 비하여 지하 매설물의 속성 정보는 물론이고 지하 매설물이 매설된 정확한 위치를 DBMS로 저장 및 관리할 수 있다는 점에서 매우 유용하고 효율적인 기능을 발휘할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 7대 지하 매설물 전체를 실험하지 않고, 전기용에 한정된 하나의 지하 매설물을 실험하였다는 점에서 아쉬운 부분이 있는 것이 사실이다. 그러므로 향후 연구 및 실험에서는 7대 지하 매설물 전체에 대한 실험을 병행하고, 3D 뷰어에 디스플레이 되는 지하 매설물들의 시각적인 질(Quality)을 향상시키고 증강 현실 기술을 도입[10]하여 현장에서 다양하게 관리할 수 있는 기능 등을 추가할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] <http://local.daum.net/map/index.jsp>
- [2] <http://www.topcon.co.jp/>
- [3] http://www.ss-survey.com/sub/view_product.php?Code=0330-417&CatNo=71
- [4] 황병달, 김옥남, "Network RTK를 이용한 3차원 지적기준점의 활용방안", 한국지적정보학회지, 제12권, 제2호, pp.101-109, 2010.
- [5] 박민호, 윤한철, "바다 매립지 신규 등록을 위한 RTK-GPS의 활용", 대한토목학회논문집 D, 제27권, 제5D호, pp.663-671, 2007.
- [6] 박동국, 조익현, 서홍은, 윤나라, 홍재섭, "지하 매설물 원격 관리를 위한 지표면 매입형 안테나", 한국전자파학회논문지, 제18권, 제10호, pp.1150-1156, 2007.
- [7] 백장미, 홍인식, "능동형 RFID 기반의 지하 매설물 GIS 관리 구현", 인터넷정보학회논문지, 제8

권, 제3호, pp.45-56, 2007.

- [8] 박준태, 홍인식, "안드로이드 기반의 스마트폰을 이용한 지하 매설물 모니터링 어플리케이션에 관한 연구", 한국멀티미디어학회, 2010년도 추계학술발표논문집, pp.261-264, 2010.
- [9] 3차원 GIS 동향 분석, 한국전산원, 2003.
- [10] Schall Gerhard, Sebastian Junghanns, and Schmalstieg Dieter, "VIDENTE - 3D Visualization of Underground Infrastructure using Handheld Augmented Reality," "Geohydroinformatics - Integrating GIS and Water Engineering," CRC Press, 2010.

저 자 소 개

김 성 호(Sung-Ho Kim)

정회원

- 1998년 8월 : 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터학과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<관심분야> : 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨터 애니메이션, 모션 캡처 애니메이션, 가상현실, Web3D, 멀티미디어, 지리정보시스템