

위치기반서비스를 위한 Mobile GIS Engine의 설계 및 구현

신진호, 송재주, 이봉재, 강주영
전력연구원
e-mail:jinho@kepri.re.kr

Design and Implementation of a Mobile GIS Engine for Location Based Service

Jin-Ho Shin, Jae-Ju Song, Bong-Jae Yi, Ju-Young Kang
Korea Electric Power Research Institute

요 약

무선 컴퓨팅 기술 및 이동 객체의 위치를 정확하게 추적할 수 있는 GPS 기술의 발달로 인하여 물류 차량 관리, 항공 교통 통제 등과 같은 실시간 환경의 위치 정보 응용시스템의 개발이 활발해지고 있다. 특히, 지리정보와 위치정보를 이용한 현장업무처리 시스템과 차량의 위치를 관제 센터에서 실시간으로 파악하는 차량 위치 추적 시스템에 관한 연구가 대표적인 응용 시스템으로 등장하였다. 이러한 변화에 따라 이동성을 지원하는 무선 단말기를 기반으로 한 Mobile GIS 환경에서의 위치 정보 활용은 큰 관심을 불러일으키고 있으며, 또한 이러한 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서 위치 기반 서비스(LBS:Location Based Service)의 기술개발이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 전력설비 고장복구업무에 LBS를 적용하기 위해 차량에 장착하는 MDT에서 국가기본도와 전력설비도 지리정보 서비스가 가능한 Mobile GIS Engine을 설계하고 구현한 결과를 제시한다.

1. 서 론

최근 무선통신망의 발전에 따라 무선 인터넷 시장이 빠르게 성장하면서 이동성을 기반으로 하는 서비스에 대한 관심이 고조되고 있다. 그리고 휴대폰과 PDA와 같은 휴대용 단말기의 사용이 일반화된 가운데 GPS(Global Positioning System)를 기반으로 하는 서비스들도 점차적으로 보편화되어 가고 있다. 이러한 변화에 따라 이동성을 지원하는 무선 단말기를 기반으로 한 Mobile GIS 환경에서의 위치 정보 활용은 큰 관심을 불러일으키고 있으며, 또한 이러한 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서 위치 기반 서비스(LBS : Location Based Service)의 기술개발이 절대적으로 필요하게 되었다. 구축되어있는 GIS 데이터베이스를 활용하여 업무의 현장처리성과 이동성을 높이기 위한 방안으로서 이동처리에 관련된 연구개발이 'Mobile GIS'란 이름으로 최근에 중소벤처 기업을 중심으로 시작되고 있으며, GPS기능과 연계하여 차량관제, 물류위치추적, 네비게이션 시스템 등에 활용되고 있다.

그러나 최근의 연구개발은 서버에서 모든 지리정보를 갖고 있고 모바일 클라이언트에 웹 서비스하는 형태가 대부분으로 이런 방식의 수행속도는 무선 통신망 성능 및 품질에 의존적이다. 모바일 클라이언트에 공간 객체를 저장하고 서비스하는 형태는 일부 상용화된 제품이 있으나 표준화가 되어 있지 않아 각기 개별적인 데이터 형식을 사용하고 있으며 국가 기본도만을 대상으로 고정적인 구조로 서비스하고 있어 대용량의 전력설비 객체를 추가하여 사용하기는 대단히 어려운 실정이다.

2. 관련 연구

2.1 위치기반서비스(LBS)

LBS는 위치확인기술을 이용해 이용자의 위치를 파악하고 이와 관련된 애플리케이션을 부가한 서비스를 가리키는 것으로 다방면에 걸친 이용이 가능해 최근 들어 더욱 주목을 받고 있다. 특히 위치기반 서비스가 3세대를 맞이하면서 그 기능이 대폭 강화될 것으로 예상되는 이동전화에 고부가가치의 차별

적인 서비스 제공이 가능함에 따라 서비스 사업자들 뿐만 아니라 세계적인 통신장비 제조업체들까지 기술개발 및 시장 확대에 적극적으로 참여하고 있다. 이동의 수단인 차량은 위치기반서비스의 가장 매력적인 플랫폼의 하나로, 차량 내 정보단말을 이용한 위치정보의 제공은 운전자와 승객에게 다양한 편의를 제고할 것으로 예상된다. LBS의 핵심 응용분야로 기대되고 있는 네비게이션, 차량 트래킹 등은 새로운 서비스가 아니라, 텔레매틱스에서 이미 그 서비스 개념이 구체화된 것들이다[1][2].

2.2 Mobile GIS

Mobile GIS는 GIS개발기술과 모바일 기술을 결합하여 일상생활 속의 다양한 자료들을 시각적인 효과와 분석에 의해서 손쉽게 활용할 수 있는 정보로 제공하는 새로운 형태의 공간정보서비스이고, 일반 PC 환경이 아닌 모바일용 컴퓨터 환경에서 운영되는 솔루션을 의미한다. 초기에는 모바일 컴퓨터에 국한하여 발달되어 왔지만 현재는 Cellular나 PCS, PDA, 카 네비게이션, 심지어 정보 가전에 이르기까지 그 범위가 점점 확대되어 가고 있다. 일반적으로 사무실이 아니라 야외에서 휴대용 컴퓨터를 이용하여 지리정보를 처리하는 GIS의 형태를 말하며, 휴대용 컴퓨터 단독으로 운영되기도 하지만 최근에는 서버시스템과 통신하면서 지리정보를 다운로드 하거나 업로드할 수 있는 솔루션이 개발되고 있다[3][4].

2.3 공간 객체 인덱스

효과적으로 공간 질의를 처리하기 위해서는 인덱스(index)라는 자료구조에 기반을 둔 특별한 접근 방법들이 필요하다. 이러한 접근방법들은 자료에 대한 접근을 빠르게 한다. 즉, 질의어 처리 시에 찾게 될 객체들의 집합을 감소시킨다. 공간 데이터에 접근하는 방법은 여러 가지가 연구되어져 왔으며, 그중 데이터 기반 접근 방법은 공간들을 내장하는 것과는 반대로 객체들의 집합을 분할하여 구조들이 조성된다. 분할은 내장공간에서 객체의 분포에 적합하도록 한다. R-tree가 대표적인 방법으로 B-tree와 같이 R-tree는 균형화된 계층트리에 의존하며, 지역적으로 구조를 재구성할 수 있도록 허락하는 재구조 연산을 제공하고 비확실적인 분포에 적응하도록 되어 있으며, 내부나 단말노드에 관계없이 각 트리 노드는 디스크 페이지에 대응된다[5][6].

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 GIS 엔진의 구성

Mobile GIS 엔진은 그림 1.과 같이 7개의 컴포넌

트로 구성하였다. 인터페이스 관리기는 사용자에게 GIS 엔진과의 인터페이스를 제공하기 위한 모듈로서 사용자의 이벤트에 따라 그래픽 처리를 담당한다. 필요에 따라 질의 처리기에게 질의를 전달하여 공간 데이터베이스 및 비공간 데이터베이스에 접근하고 그 결과를 사용자에게 표현한다. 화면에서는 이동 모드와 객체선택 모드를 지원하고, 확대, 축소, 축척간 이동, 색인도 이동, 설비속성 보기 등의 인터페이스를 제공한다.

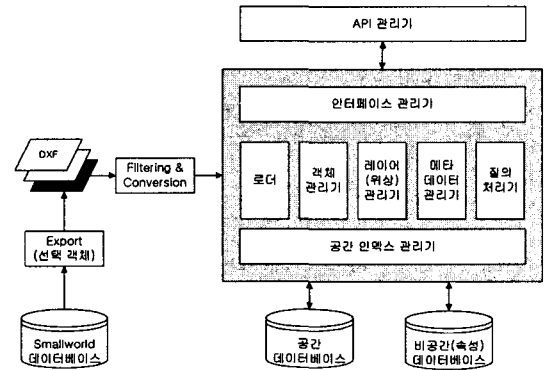


그림 1. Mobile GIS 엔진의 구성도

로더는 주기억장치에 공간, 비공간, 위치 데이터를 필요할 때마다 적재하여 주는 기능을 한다. 이 엔진의 개발 환경은 Windows CE 기반으로 메모리는 저장 메모리와 프로그램 메모리로 구분된다. 저장 메모리는 PC의 디스크와 같이 데이터 저장 용도로 사용되고 프로그램 메모리는 프로그램 실행시에 사용된다. 로더는 GIS 엔진 구동시 초기 화면에 표현할 공간 인덱스 파일, 색인도 등 필요한 데이터를 프로그램 메모리에 적재하고, 공간 인덱스 관리기와 상호 작용하여 저장 메모리와 프로그램 메모리 간에 4KByte 단위로 페이징한다.

객체 관리기는 이 GIS 엔진에서 공간 데이터를 표현하기 위해 point, text, polyline, polygon 4가지 공간 객체를 관리한다. 레이어 관리기는 하나 이상의 공간 객체들로 이루어진 집합인 레이어를 관리한다. 하나의 레이어는 도로들을 나타낼 수 있고, 다른 레이어는 전력 선로를 나타낼 수 있으며 또 다른 레이어는 위상적 관계를 나타낼 수 있다. 메타 데이터 관리기는 객체에 대한 정보와 테이블에 대하여 정보를 관리한다. 메타 데이터는 실제 데이터는 아니지만 데이터에 대한 유용한 정보를 목록화하여 제공함으로써 사용자가 데이터 획득 및 사용에 도움을 주게 된다. 메타 데이터는 지도 영역 좌표 정보, 객체

및 레이어의 구분 정보, 데이터 제작 및 프로세스 정보, 사업소 정보 등에 대한 정보를 목록화하여 실제 데이터와 함께 제공된다.

질의 처리기는 인터페이스 관리를 통하여 요청된 질의를 처리한다. 이 GIS 엔진의 갱신 작업은 초기 DXF 데이터의 필터링 및 변환 작업 후에 서버측에서 이루어지고 모바일 클라이언트에서는 검색 질의만 있다. 질의를 처리하기 위해서는 논리적으로나 물리적으로 엄청난 양의 데이터를 메모리로 적재하여 검색하는 과정이 필요하게 된다. 이렇게 대용량의 데이터를 효율적으로 처리하지 않으면 시스템의 성능이 상당히 저하된다. 이 논문에서의 공간 인덱스 관리기는 효율적으로 공간 데이터를 검색하기 위해서 사용되는데, 공간 데이터의 검색을 위해서는 R-tree를 사용한다.

3.2 공간 객체 저장구조 및 처리방법

이 GIS 엔진에서 공간 데이터를 표현하기 위하여 표 1.과 같은 공간 객체 종류를 제공하고 있다. POINT, TEXT과 같은 공간 데이터 타입은 고정 길이를 가지며 주로 위치 데이터를 표현하기 위하여 사용된다. 그리고 POLY_LINE, POLYGON은 공간 데이터를 표현하기 위하여 사용되며, 가변 길이 데이터이기 때문에 가변 길이 처리 방법을 통하여 처리된다.

표 1. 공간 객체의 종류

공간 객체 종류	이름	타입	설명
POINT	x	float	x 좌표
	y	float	y 좌표
TEXT	p	point	텍스트의 위치
	str	char *	문자열
	length	short int	문자열 크기
POLYLINE	pts	point *	(x[0], y[0], ... x[npts-1], y[npts-1])
	npts	short int	개수
POLYGON	pts	point *	(x[0], y[0], ... x[npts-1], y[npts-1])
	npts	short int	개수

이 GIS 엔진에서 사용하는 각 객체의 물리적인 저장 구조 레이어를 구분하기 위한 코드번호와 공간 객체의 종류를 구분하기 위한 객체 종류에 각각 4bit가 할당되고 그 다음에 각 객체의 자료가 저장된다. POLYLINE과 POLYGON은 Point 개수 필드에 저장된 수만큼 X좌표와 Y좌표가 저장된다. 비공간 정보(속성) 저장 테이블은 식별자와 ‘;’ 문자로 구분된 속성정보의 집합으로 저장된다.

3.3 공간 데이터 인덱싱

이 GIS 엔진에서의 공간 데이터 인덱싱은 R*-tree 삽입 알고리즘을 적용하였으며 그 구현 방법을 기술한다. 객체를 삽입하기 위하여 트리는 첫 번째로 위에서 아래로 루트를 출발하여 탐색된다. 각 레벨에서 객체의 mbb (minimal bounding box)를 포함하는 dr (directory rectangle)을 가진 노드를 발견하여 노드 서브트리를 가져오던가 아니면 그런 노드를 발견하지 못할 수 있다. 그리고 노드는 그 노드 dr의 확장이 최소화되는 노드가 선택된다. 단말에 도달 될 때까지 그 프로세스를 반복한다.

만약 삽입된 객체 단말노드 l이 짝 차게 되면 분리가 일어난다. 새로운 단말노드 l'가 생성되고, M+1 엔트리가 l과 l' 사이에 분배된다. 각 차원에 대해 엔트리들을 하한값(m)과 상한값(M)에 따라 정렬한 후에 M+1개의 엔트리를 두 그룹으로 나누기 위해 k (k=1,...,(M-2m+2))번째 분배는 첫 번째 그룹이 처음의 (m-1)+k 엔트리들을 포함하고 두 번째 그룹은 나머지 엔트리들을 포함하도록 하여 M-2m+2개로 분배한 다음 모든 사각형의 둘레의 합 S를 계산한다. S가 최소가 되는 차원을 분할 축으로 선택하고 선택된 차원에 대해 접침이 최소가 되는 분배방법을 선택한다. 접침의 크기가 같은 경우에는 최소의 면적을 갖는 분배방법을 선택한다.

3.4 사용자 인터페이스 및 API

메뉴는 시스템적인 기능 위주로 배치하여 ‘도면로드’는 서버와 TCP/IP로 연결하여 서버측에 MDT용으로 변환한 공간 데이터 및 인덱스를 다운로드하고, ‘사용자관리’는 이 시스템에 로그인 가능하도록 사용자를 등록하는 기능이며, ‘시스템’ 메뉴에서는 TRS 무선통신망 설정 및 송수신 감시 기능과 GPS 설정 기능이 있다.

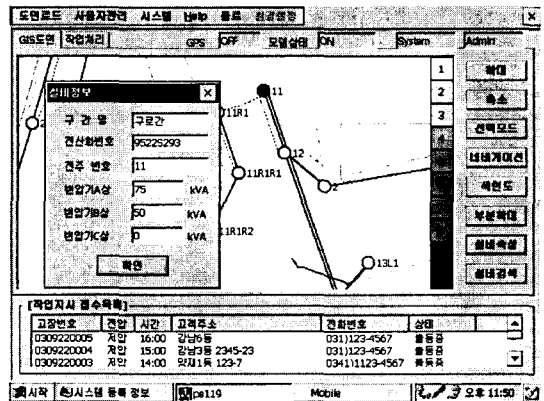


그림 2. Mobile GIS 엔진의 사용자 인터페이스

초기 실행시 메타 데이터를 읽어 사업소를 소개하고 전체 영역과 동경계 영역을 표시한다. 색인도는 축척 '10'에 해당하여 노란색으로 표시되고 '색인도' 버튼을 누른 효과와 동일하다. 레이어 관리기에서 정의한 10개 축척을 보여주고 클릭시 현재 화면 중심점을 기준으로 해당 축척으로 확대/축소된다. '확대', '축소' 버튼은 축척 단계별로 화면을 조정한다. 그림 2는 '선택모드'에서는 객체를 선택하고 '설비속성' 버튼을 클릭하여 현재 선택된 객체의 속성을 표시한 화면이다. '선택모드'를 해제하면 '이동모드'로 전환되어 GIS 도면을 클릭한 위치를 화면 중심점으로 이동시킨다. '부분확대'는 GIS 도면에 사각 원도우를 Drag & Drop하면 해당 원도우가 확대되어 보이는 기능이고, '설비검색'은 설비명이나 설비번호를 입력하면 해당 위치로 이동하는 기능이다.

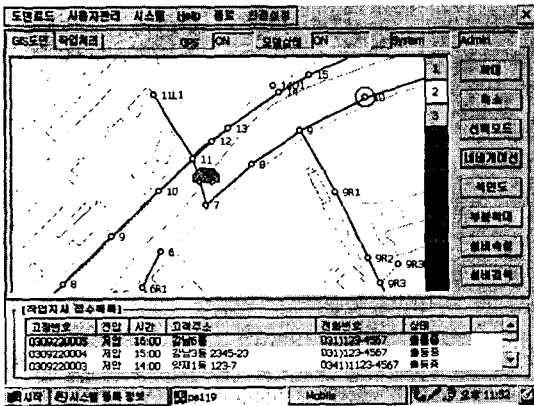


그림 3. 고장설비와 GPS 연동 화면

작업지시 접수목록에서 한 레코드를 선택하면 API 함수를 호출하게 되고 해당 위치를 검색하여 이동하고 화면에 고장지점을 표시한다. '네비게이션 모드'로 설정하면 GPS 수신기에서 위치좌표를 수신하여 MDT 공간 좌표계로 변환한 다음 GIS 엔진에서 제공하는 GPS API를 호출하여 그림 3과 같이 현재 차량위치를 GIS 화면 중심점으로 이동시키고 차량을 도시한다. GPS 위치좌표 수신은 MDT에 내장된 GPS수신기로부터 5초에 한번씩 NMEA-0183 (National Marine Electronics Association) 통신 프로토콜에서 GPRMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data) 좌표를 받는다. GPS 수신기는 지구 전체의 질량 중심점을 기준으로 하는 하나의 타원체로 정의한 지구전역타원체인 WGS84 (World Geodetic System, 1984) 좌표계를 사용하고, MDT는 TM (Transverse Mercator) 좌표계를 사용

하므로 좌표 변환을 수행한다.

4. 결 론

이 논문에서는 제한된 성능과 용량의 모바일 클라이언트에서 무선 통신망의 부하에 비의존적으로 오프라인에서도 사용이 가능하며, 국가기분도뿐만 아니라 전력설비의 지도 서비스를 할 수 있는 Mobile GIS 엔진을 설계하고 구현하였다. 전문 GIS Tool인 Smallworld로 구축된 방대한 서버측 공간 데이터베이스에서 DXF 형식으로 추출한 다음 모바일 클라이언트에서 사용할 수 있도록 필터링 및 변환을 수행하도록 개발하였다. 이 Mobile GIS 엔진을 인터페이스 관리기, 로더, 객체 관리기, 레이어 관리기, 메타데이터 관리기, 질의 처리기, 공간 인덱스 관리기의 7개 컴포넌트로 구성하고 각 구성요소를 설계 및 구현하였다. point, text, polyline, polygon 4 가지 공간 객체와 비공간 속성 객체를 제공하며 각 객체와 메타 데이터의 저장구조를 정의하고 공간 데이터를 표현하기 위해 레이어를 이용한 질의 처리 방법을 제시하였다. 또한 공간 객체의 검색 처리속도를 향상시키기 위해 데이터 기반 인덱싱 방법을 적용하여 R*-tree를 이용한 객체 삽입과 검색 알고리즘을 구현하였다. 구현된 시스템은 사용자 인터페이스를 통하여 확대, 축소, 객체의 이동 또는 선택 등 다양한 공간 검색이 가능하며 GPS와 연동하는 API를 제공하여 네비게이션이 가능하도록 개발하였다.

참고문헌

- [1] 양영규, "위치기반 서비스(LBS: Location Based Service) 기술 현황 및 전망", 정보처리학회지, 8권 6호, 2001.
- [2] 류근호, 안운애, 이준욱, 이용준, "이동객체 데이터베이스와 위치기반 서비스의 적용", 데이터베이스연구회지, 17권 3호, 2001.
- [3] C. S. Kim, S. P. Kim, "Design and Implementation of Reduced GIS Data Format and Basic System based on Mobile Environments", 2003 Multiconference in CS&CE, ICWN, 2003.
- [4] K. Verrantaus, J. Veijalainen, J. Markkula, "Developing GIS-Supported Location-Based Services", Web Information Systems Engineering, 2001. Proceedings of the Second International Conference on, Vol. 2, 3-6 Dec. 2001
- [5] A. Guttman, "R-Trees : A Dynamic Index Structure for Spatial Searching", Proceedings of SIGMO, pp.47-57, 1984.
- [6] R. Philippe, M. Scholl and A. Voisard, "Spatial Databases with Application to GIS", San Diego, Morgan Kaufmann Pub, 2002.