

배전설비 네비게이션 기반의 모바일시스템 개발

신진호, 이영구, 김영일, 이봉재
한국전력공사

Development of Mobile System based on Distribution Facility Navigation

Jin-Ho Shin, Yeong-Koo Lee, Yeung-Il Kim, Bong-Jae Lee
Korea Electric Power Corporation

Abstract - 배전설비 고장복구나 유지보수와 같은 현장업무에서 신속하게 출동하여 이동 및 고장복구 시간의 단축, 고객 정전시간의 단축을 목적으로 전력설비의 전주번호나 전산화번호, 전력 고객의 명칭, 상호명, 주소, 번호, 계기번호, 그리고 설비 GIS(Geographic Information System) 좌표로 목적지를 설정하고, 경로를 탐색하여 이동중 길안내를 할 수 있는 배전설비 네비게이션 기반의 모바일시스템을 개발하였다. 또한 모바일 단말장치의 제한된 용량과 성능에서 설비도면과 기본도면을 기반으로 빠르게 경로탐색이 동작하여 현장에서 활용이 가능하며, 무선 통신망과 연계하여 다양한 현장업무를 현장에서 실시간으로 처리할 수 있는 모바일시스템을 개발 결과를 기술한다.

1. 서 론

차량 설치형 단말장치의 보급과 GPS(Global Positioning System)의 정확성 향상으로 길안내를 위한 네비게이션 시스템의 사용이 보편화되고 있다[1]. 전력산업에서도 설비 고장이나 유지보수 업무에 신속한 출동을 지원하는 전력설비 네비게이션 시스템의 요구가 많았으나, 상용화된 제품은 표준화가 되어 있지 않아 각기 개별적인 데이터 형식을 사용하고 있으며[2], 국가기본도만을 대상으로 고정적인 구조로 서비스하고 있어[3], 방대한 용량의 배전시스템의 공간객체와 전력설비 속성정보를 추가하여 사용하기는 어려운 실정이다. 또한 네비게이션 시스템 개발은 고기능의 지리정보시스템(GIS) 기술과 경험적 지식을 필요로 하는 기술로서 기술 보호주의가 심한 편이다. 그리고 국내 네비게이션 시장이 1,600만대 이상 규모로 커지게 되면서[1] 전력업무에만 활용할 수 있는 네비게이션 개발은 시장규모가 상대적으로 작기 때문에 기술개발이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

국내의 경우는 전력설비 네비게이션 개발 사례는 없으며, 해외의 경우 미국 조지아주에서는 GIS도면에는 이동경로를 표시하지 못하고 텍스트 방식으로 전체 이동경로만 한번 표시해 주는 시스템으로 사용하고 있고, 일본 구주전력에서는 맵코드를 변환하는 별도의 PDA(Personal Digital Assistant) 시스템을 개발하여 변환된 맵코드를 상용 네비게이션에 입력하여 길안내 기능을 이용하고 있다. 상술한 바와 같이 전력설비 네비게이션 시스템은 신속한 출동과 고장복구, 설비 유지보수 업무에 개발요구와 필요성이 있음에도 불구하고 개발기술의 난이도와 제한된 수요 때문에 개발 추진이 되지 않고 있었다.

본 논문에서는 이 문제점을 해결하기 위해 전력설비 모바일 GIS 엔진과 연동하는 네비게이션 시스템과 현장 업무처리 모바일시스템 개발하였다. 이 시스템을 개발하기 위해 모바일 GIS 엔진 연동 및 공간객체 처리 기술, 그래픽 이론에 기반한 경로탐색 기술, GPS 좌표 처리 기술, 맵 매칭(Map Matching) 기술[4]을 적용하였다. 이 시스템은 전력설비 공간 및 비공간 데이터, 모바일 GIS 엔진과 연동하여 전력 설비와 고객을 대상으로 목적지를 설정하고 경로를 탐색하며, GPS 위치좌표를 변환하고 전력설비 GIS 데이터와 맵 매칭을 처리한다. 또한 무선통신망과 연계하여 다양한 현장업무를 현장에서 실시간으로 처리가 가능하다.

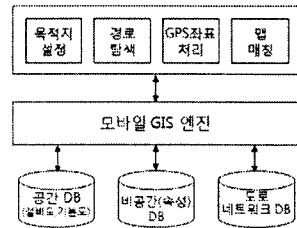
2. 본 론

2.1 시스템 구성

배전설비 네비게이션 시스템의 구성도를 간략히 도시하면 그림 1과 같이 목적지 설정, 경로탐색, GPS좌표 처리, 맵 매칭의 4가지 모듈로 구성된 전력설비 네비게이션 처리기, 모바일 GIS 엔진, 설비도와 기본도를 포함하는 공간 DB(데이터베이스), 비공간(속성) DB, 도로 네트워크 DB로 구성된다.

공간 DB의 설비도는 전력설비 네비게이션 및 현장업무 처리에 필요한 전주, 변압기, 개폐기, 가공/지중 선로와 같은 전력설비 26종을 포함하며, 기본도는 도로, 건물, 지적경계, 지번, 동 경계, 사업소 경계 정보를 포함한다. 비공간(속성) DB는 설비들과 구간의 특성 정보를 저장하

고 있으며, 도로 네트워크 DB는 경로탐색 및 길안내를 위한 도로의 종류, 속도, 방향, 좌표, 좌회전/우턴 금지, 일방통행 등의 정보를 포함하고 있다.



〈그림 1〉 배전설비 네비게이션 시스템 구성도

모바일 GIS 엔진은 사무실에서 사용하는 GIS 엔진과 달리 모바일 단말장치의 용량과 성능을 고려하여 개발된 콤팩트형 엔진으로, 사용자의 이벤트에 따라 그래픽 처리를 담당하는 인터페이스 관리기, 주기억장치에 데이터를 적재하는 로더, 공간 데이터를 표현하기 위해 포인트, 텍스, 폴리라인, 폴리곤의 4가지 공간 객체를 관리하는 객체 관리기, 공간 객체들로 이루어진 집합인 레이어를 관리하는 레이어 관리기, 객체에 대한 정보와 테이블에 대한 정보를 관리하는 메타 데이터 관리기, 인터페이스 관리기를 통해 요청된 질의를 처리하는 질의처리기 및 효율적으로 공간 데이터를 검색하기 위한 공간 인덱스 관리기로 구성된다.

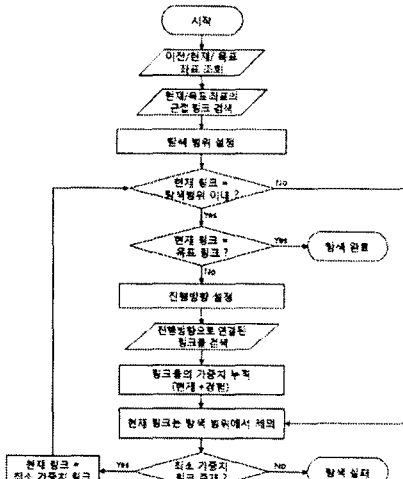
목적지는 전력설비의 전주번호나 전산화번호, 전력 고객의 명칭, 상호명, 주소, 번호, 계기번호, 그리고 GIS 좌표가 될 수 있다. 목적지 설정 모듈은 이러한 여러 가지 목적지에 우선순위를 부여하여 현장업무의 특성에 따라 목표 위치를 검색한다. 예를 들어 지압고장이 발생할 경우 콜센터의 고객 민원사항으로 접수되어 신기동보수시스템에 의해 차량 단말장치에 작업지시서가 수신되면, 먼저 작업지시서에 포함된 고장점 GIS 좌표로 목적지를 검색하고, GIS 좌표가 없으면 작업지시서의 고장 예측 설비번호, 고객번호, 고객 주소, 인근 주소 순서로 검색하고 목적지를 설정한다. 여기서 인근 주소는 지번의 끝자리를 1씩 증가 또는 감소시켜 검색하고, 없는 경우 끝자리부터 한자리씩 지워나가면서 GIS와 일치하는 지번을 찾는다.

경로탐색은 설정된 목적지를 도로 네트워크 DB를 검색하여 이동할 경로를 탐색하고, GPS좌표 처리는 GPS 수신장치로부터 위치좌표를 수신 받고 GIS 좌표계가 다른 경우에는 좌표 변환을 수행한다. 현재 GPS 좌표계는 지구전역타원체인 WGS84(World Geodetic System) 좌표계를 사용하고 전력설비 GIS는 TM(Transverse Mercator)좌표계를 사용하므로 좌표 변환을 처리한다. 맵 매칭은 GPS 좌표가 전력설비 GIS 좌표와 정확하게 일치하지 않게 때문에 GPS 좌표를 보정 처리하는 모듈이다. 불일치 원인은 GPS 수신좌표의 오차와 GIS DB의 구축 오류이다. 특히 GPS 오차는 유리벽 고층 빌딩 근처에서 심하게 나타난다. 이 오차들의 보정하는 방법은 첫 번째로 범위를 정하여 도로 네트워크로 이동시키고, 두 번째로 이전에 수신된 GPS좌표를 이용하여 주행속도와 방향을 계산하고 현재 수신된 좌표가 주행속도와 방향에 대비하여 일정 범위 내에 들어오지 않으면 이상치로 간주하여 제외시키는 것이다. 그리고 GPS 오차가 심한 지역(도로)은 GPS 수신이력 데이터를 분석하여 오차의 평균 값을 계산한 다음 지역별 별도의 보정치를 적용한다.

2.2 경로탐색 알고리즘 개발

경로탐색 알고리즘은 그래프 이론에 근간한다. 그래프는 점과 선으로 구성된 원소를 사이의 관계나 연결성을 표현하고 분석하는 것이며, 네비게이션에서 사용하는 도로 네트워크는 그래프의 특수한 형태로 선에 가

중치가 부여된다. 여기에서 점은 노드로, 선은 링크로 표현한다. 경로탐색에서 많이 사용되는 알고리즘으로는 Dijkstra, Floyd-Warshall, Bellman-Ford, A* search 등이 있으며, 본 논문에서는 모든 가능한 경로를 탐색하여 최적 해를 찾는 기본 Dijkstra 알고리즘을 기반으로, 상대적으로 탐색속도가 느린 이 알고리즘의 단점을 개선하여 적용하였다.

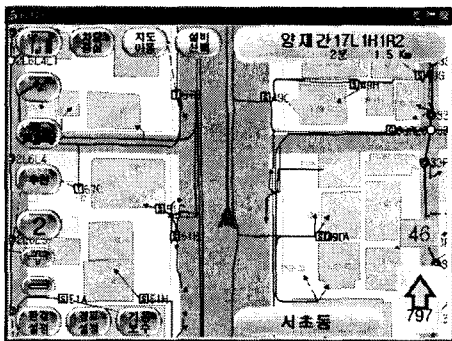


〈그림 2〉 경로탐색 순서도

그림 2와 같이 경로탐색이 시작되면 GPS의 이전과 현재 좌표, 목적지의 목표 좌표를 조회한다. 여기서 이전 좌표는 한 개의 좌표가 아니라 진행방향과 속도를 계산하기 위한 이전 5개의 좌표를 의미한다. 그 다음 현재좌표와 목표좌표에서 가장 근접한 링크를 도로 네트워크 DB에서 검색하고, 경로탐색할 지역의 범위를 설정한다. 탐색 범위는 현재좌표와 목표좌표간 직선거리의 중앙점에서 반경 1.5배의 원으로 설정하는데, 반경이 2km보다 작으면 우회도로 탐색이 어렵게 되므로 반경의 범위에 따라 별도의 확장거리를 정의하여 설정해야 한다.

현재 위치의 링크가 탐색 범위 내에 있고 현재 링크가 목표 위치의 링크가 아니면, 이전 좌표와 현재 좌표의 각도를 계산하여 진행방향을 설정하고 진행방향으로 연결된 링크들(교차점에서의 도로들)을 검색하여 링크들의 가중치와 현재 가중치(이전에 경험한 가중치)를 합산하여 누적인 다음, 현재 링크는 탐색을 경험한 링크이므로 중복으로 탐색하지 않도록 제외시킨다. 연결된 링크들의 가중치에서 최소 가중치 링크가 존재하면, 최소 가중치 링크를 현재 링크로 설정하고 탐색을 반복하게 된다. 여기서 링크들의 가중치는 현재 링크에서 다음 링크의 방향이 직진, 우회전, 좌회전, 유턴에 따라 사전에 정의된 가중치이며, 직진 방향의 가중치를 상대적으로 작게 정의하게 되면 최소 가중치 링크로 먼저 선택되므로 목표 링크에 빠르게 도착하게 된다. 현재 링크가 탐색 범위를 벗어난 탐색 대상에서 제외시키고, 최소 가중치 링크가 존재하지 않다는 것은 현재 링크와 목표 링크 사이의 도로 네트워크가 끊겨 있다는 것으로서 탐색 실패가 되며, 현재 링크와 목표 링크가 같다는 의미는 최단 경로를 찾았다는 것이므로 탐색을 완료한다.

2.3 시스템 개발 결과



〈그림 3〉 배진설비 네비게이션 시스템 화면

그림 3은 배진설비 네비게이션 시스템의 개발 결과 화면이다. 왼쪽 상단에서 하단으로 구성된 아이콘을 설명하면, 디지털 TRS(Trunked Radio System) 또는 CDMA(Code Division Multiple Access) 무선통신망 모델의 상태, GPS 수신장치의 상태, 도면의 방향을 차량의 진행방향 또는 초기 도면방향을 선택, 경로탐색 방법으로 추천이나 최단을 선택, 도면의 축척으로 1~12단계에서 선택, 도면의 확대/축소, 음성안내/야간 지도/축척별 레이어와 같은 네비게이션 시스템의 환경설정 기능이 있다.

오른쪽 상단에는 설정된 목적지, 잔여 시간과 거리를 나타내고, 하단에는 현재 위치의 지역정보를 표시하고, 화면 중앙에는 탐색된 경로와 함께 차량의 현재 위치를 나타낸다. 이 중에는 주행속도, 좌회전/우회전/유턴의 표시와 잔여거리, 음성안내가 제공된다. GIS 도면에는 기본도와 함께 설비도가 표시되며 설비선택 모드에서 설비를 선택하면 설비의 속성정보를 볼 수 있다.



〈그림 4〉 고장복구 업무처리 화면

그림 4는 전력설비 네비게이션 시스템에서의 고장복구 업무처리 화면이다. 화면의 예시도이다. 신규 고장건이 차량에 수신되면 네비게이션 화면이 좌우로 분할되면서 알람 메시지와 함께 작업접수목록과 고장 상세 정보가 표시된다. 작업접수목록이나 현재작업목록에서 고장건을 선택하면 도면에 고장위치가 표시되고, 작업상태에 따라 적합한 버튼이 팝업되어 작업처리가 가능하며, 작업접수목록에서 현재작업목록으로 특정 고장건을 이동시키면 자동으로 고장위치로 목적지가 설정되고 경로탐색이 되어 길안내를 시작한다.

3. 결 론

본 논문은 배진설비 네비게이션 시스템과 이를 기반으로 현장업무 처리하는 모바일시스템에 관한 것으로서, 전력설비 고장복구나 유지보수와 같은 현장업무에서 신속하게 출동할 수 있도록 전력설비의 전주번호나 전산화번호, 전력 고장의 명칭, 상호명, 주소, 번호, 계기번호, 그리고 설비 GIS 좌표로 목적지를 설정할 수 있으며, 현장업무별 정의된 우선순위에 따라 목적위치를 검색하여 경로를 탐색하고, GPS 수신장치로부터 위치좌표를 수신 받고 설비 GIS 도면 좌표계에 따라 좌표 변환을 수행하며, GPS 좌표와 전력설비 GIS 좌표와 일치하지 않을 경우 맵 매칭을 처리하는 것을 특징으로 한다. 특히, 도로 네트워크 데이터의 물리적인 구조를 노드와 링크가 통합된 개선된 선형 배열 구조로 재구성하여 경로탐색 속도와 메모리 효율을 향상시킴으로써 모바일 단말장치의 제한된 용량과 성능에서 빠르게 동작한다. 이 시스템의 개발에 따라 최적 이동경로 안내를 통한 출동시간 및 고장복구시간의 단축 효과가 있으며, 이는 고객 정전시간 단축으로 이어져 고객 서비스를 향상시킬 수 있으며, 전기고장복구, 순시점검, 지중계기 관리, 계기/내선 업무, 용지보상 업무, 송전선로 순서 업무, 정보기술(IT) 지원 등의 전력산업 현장업무에서 활용이 가능하다.

[참고 문헌]

- [1] 한국소프트웨어진흥원, "2005년 국내 모바일 산업 현황 및 전망", 정책연구 05-11, 2006.1
- [2] ETRI, "차세대 네비게이션 기술 현황 및 전망", 전자통신동향분석 제22권 제3호, 2007.6
- [3] ETRI, "u-GIS 중간정보 기술 동향", 전자통신동향분석 제22권 제3호, 2007.6
- [4] LI, Zhihua, CHEN, Wu, "A New Approach to Map-matching and Parameter Correcting for Vehicle Navigation System in the Area of Shadow of GPS Signal", Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2005.9