

GPS를 이용한 자동차용 주행안내 시스템 프로토타입 개발

시스템공학연구소

박사 이종훈

GPS를 이용한 자동차용 주행안내 시스템 프로토타입 개발

이중훈, 강태호, 김진서
시스템공학연구소 인공지능연구부

The Development of a Prototype of Car Navigation Information System Using GPS

Jong-Hun Lee, Tae-Ho Kang, Jin-Seo Kim
Div. of A.I. Systems Engineering Research Institute

요약

본 논문에서는 GPS를 이용한 현위치결정 시스템을 사용하여 프로토타입으로 개발한 자동차용 주행안내 시스템에 대하여 설명하였다. 본 논문에서 설명한 자동차용 주행안내 시스템은 운전자가 차내에 장착된 액정화면을 통해 래스터 및 벡터화된 수치지도자료를 디스플레이하고, GPS를 이용하여 차량의 현재 위치를 알아보고, 미리 입력된 데이터베이스를 이용하여 목적지를 검색할 수 있으며, 목적지까지의 진행방향 및 최단경로를 제공받는 시스템이다. 개발된 시스템을 검증하기 위하여 대전지역에 대한 래스터 및 벡터 수치지도자료를 작성하고, 휴대용 컴퓨터에 시스템을 장착하여 대전지역을 시범운행함으로써 그 성능을 입증하였다.

ABSTRACT

In this paper, we developed the prototype of Car Navigation Information System which uses GPS to determine the current location. Car Navigation Information System is the one which can determine and display the current location and direction through the display monitor, search the destination point, calculate and check out the shortest path to the destination. The system we developed can determine the current location using GPS data, search the destination point in various ways, calculate the shortest path, serve the driver all the above mentioned data, and display the raster and vector data. To testify the system, we made the vectorized data about Taejeon area. Then we testified the system performance by installing the system to the notebook computer.

1. 서론

최근들어 국민소득의 증가와 함께 차량의 숫자가 급격히 증가함에 따라 그에 따른 교통혼잡은 날로 그 심각성을 더해가고 있다. 반면에 도시의 도로기반 시설은 증가하는 차량을 소화해 내기에 턱없이 부족하거나 부실한 실정이다. 심각한 도로 교통난을 완화하고 운전자의 안전성과 편의성을 증가시키기 위하여 첨단도로교통시스템(Intelligent Transport System) 개발과정의 일환으로서 자동차용 주행안내 시스템의 개발이 국내에서도 활발히 이루어지고 있다.

이 시스템은 첨단 전자공학과 자동차공학이 결합되어 도로이용의 효율성을 높이고, 운전자의 시각으로 직접 파악이 곤란한 전방의 도로 상황 및 도로구조물에 대한 정보를 미리 제시함으로써 사고를 미연에 예방함과 동시에 운전자에게 보다 쾌적한 운전환경을 제공하며, 연료비 감소 및 주행시간 절약 등의 장점으로 이 시스템의 개발이 크게 기대되었다.

본 논문에서는 GPS(Global Positioning System)를 이용한 현위치결정 시스템을 사용하여 개발된 자동차용 주행안내 시스템의 프로토타입을 설명하였다. 다음 2장에서는 주행안내 시스템에서 요구되는 기능을 분석하였고, 3장에서는 실제 구현된 주행안내 시스템에 대하여 설명하였다. 그리고 4장에서는 개발된 시스템을 차량에 탑재하고 실험한 내용을 다루었으며 마지막으로 결론 부분으로 구성되었다.

2. 주행안내 시스템 개요

자동차용 주행정보 시스템은 단순히 차량의 현재위치만을 측정하여 화면상에 디스플레이 해 주는 초기단계에서 목적지까지 경로를 안내할 수 있는 시스템까지 발전되어 왔다. 최근에는 지속적으로 변화하는 도로교통 정보를 고려하여 실시간으로 경로를 안내하는 동적인 주행안내 시스템과 전화, 팩스 등 멀티미디어를 이용한 종합 시스템으로 발전하고 있는 추세이다. 이러한 시스템의 개발을 위해서는 도로감지 시스템, 통신망 구축 등 국가적 차원의 종합적인 투자가 선행되어야 한다. 본 논문에서 개발된 자동차용 주행정보 시스템은 동적인 교통정보를 포함하지 않는 차내탑재 시스템을 의미한다.

이러한 자동차용 주행안내 시스템은 일반적으로 운전자가 차내에 장착된 액정화면을 통해 수치지도자료를 디스플레이하여 차량의 현재 위치 및 진행방향을 알아보고, 목적지를 검색할 수 있고, 목적지까지 도로상황을 고려하여 최단경로, 또는 최단시간에 도달할 수 있도록 안내하여 주는 기능을 갖는다.

가. 위치 결정 기능

주행안내 시스템은 현재 운전자의 위치정보와 주행궤적 등을 안내하기 위한 위치 결정을 필요로 한다. 위치결정 방법에는 dead reckoning, radio location, beacon detection 방법이 있다. Dead reckoning 방법은 전위치, 진행거리, 진행방향을 고려하여 새로운 위치를 계산하는 방식으로 누적오차가 발생하는 단점이 있다. 인공위성을 이용한 위치 측정 시스템인 GPS는 radio location 방법의 일종으로서 지구상 어디에서나 24시간 절대 위치 측정이 가능한 반면 전파장애에 민감한 단점이 있다. GPS를 이용한 측위방법은 위성으로부터 방사되는 전파의 지연 시간을 측정하고, 궤도로부터의 거리에서 현재의 위치를 구하는 방법으로서 SA(Selective Availability) 실시 여부에 따라 25m에서 100m 까지의 위치오차가 발생한다.

맵 매칭(map matching) 방법은 이미 측정된 위치를 보정하는 방법으로 차량의 위치는 항상 도로 위에 존재한다는 가정을 기본으로 측위된 위치를 도로상에 보정하는 방법이다.

나. 경로 추출(path finding) 및 안내(route guidance)

주행안내 시스템의 주요 목적중의 하나는 목적지의 위치를 발견하고 목적지까지 가는 경로를 자동으로 추출하여 운전자에게 제공하는 것이다. 운전자에게 목적지까지 가장 편하고 빨리 갈 수 있는 경로를 제공하는 경로 안내 기능은 최단 경로를 계산하여 디스플레이 하는 부분과 운전자에게 방향을 지시하는 부분으로 나눌 수 있다. 최단 경로 추출을 위한 방법으로는 기존의 최단거리 추출 알고리즘인 Dijkstra 알고리즘을 실제 도로 상황에 맞게 응용하여 사용할 수 있다. 이렇게 해서 얻어진 경로를 바탕으로, 차량이 진행함에 따라 해당하는 도로 상황에 맞는 경로를 시각적, 청각적으로 운전자에게 제공해서 목적지까지 최적 경로로 안내한다.

다. 데이터베이스

주행 안내 시스템에서 데이터베이스로 관리해야 하는 데이터는 수치도로 지도 자료, 지형 지물에 대한 위치 자료 및 속성 자료가 있다. 수치지도자료는 정확한 위치표현, 최적경로 안내, 목적지 검색, 지형지물 정보 제공 기능을 수행하기 위해 필수적으로 요구된다[1]. 수치지도자료는 전국의 도로에 대한 자료를 수록하고, 지형 지물에 대한 위치 자료 및 속성 자료는 병원이나 관

공서, 주유소 등 주행 안내에 필요한 지형 지물들에 대한 위치 정보와 각종 부가 정보를 저장하고 있어야 하며, 이들 데이터베이스는 매년, 또는 정기적으로 추가, 삭제 등의 보수가 있어야 한다.

3. 주행안내 시스템 설계

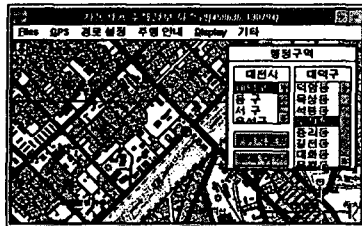
주행안내 시스템의 개발은 먼저 운전자의 안전성과 사용의 편의성을 고려하여 개발되어야 하므로 사용자 인터페이스를 잘 설계하여야 한다. [그림1]은 본 논문에서 설명하는 주행안내 시스템의 메뉴 구성도를 나타낸다. 이 시스템의 주요 메뉴는 목적지 검색 모듈과 최단경로 추출모듈로 구성된 주행 준비단계로서의 경로 설정 부분, 경로안내를 제공하는 경로안내 부분, 그리고 디스플레이 부분으로 구성된다.

Files	GPS	경로설정	주행안내	Display
Exit	GPS 신호정보...	상호명...	주행안내	지도자료
	수신시간 지정...	행정명 ▶	주행안내 종료	✓백터자료
	통신모드 설정...	경위도 좌표...		중첩모드
		경로확인...		Zoom In
		최단경로 추출		Zoom Out
		경로답사		

[그림 1] 주행정보 시스템의 메뉴 구성도

3.1 GPS 신호 수신 및 현위치 결정 부분

주행안내 시스템은 현재 운전자의 위치 정보 표시, 주행궤적 표시, 경로 안내 등을 하기 위한 위치결정을 필요로 한다. 본 논문에서는 현재위치 결정을 위해 누구든지 간단한 수신장비만 보유하고 있으면 절대 위치 자료를 제공받을 수 있는 GPS 위성을 이용한 위치 측정방법을 사용하였다. GPS 신호를 1초간격으로 수신하여 현위치를 결정하고, 현재 보이는 위성수 및 추적 위성의 수, 현재시간, 날짜, 속도, 해발고도, 진행 방향각 등의 각종 GPS 정보도 제공받는다.



[그림 2] 목적지 검색

3.2 목적지 검색 모듈

자동차용 주행정보 시스템의 주요 목적 중의 하나가 거리의 번지 또는 교차로의 이름, 주요 이정표 등에 의해 목적지의 위치를 알아내고 그리고 목적지까지 가는 경로를 발견하는 것이다. 본 논문에서 개발된 주행정보 시스템의 목적지 검색 및 입력은 상호명, 행정구역명, 교차로명, 그리고 경위도 좌표로 가능하다. 상호명은 주유소, 관공서, 은행 등으로 분류되어 있고, 행정구역은 각 구를 중심으로 동까지 분류되어 있으며 각 동을 대표하는 위치가 데이터베이스에 수록되어 있다. 이와같은 방법으로 목적지를 검색하거나 또는 이들을 이용하여 화면상에 수치지도자료를 띄

우고 상하좌우로 화면을 이동하면서 마우스를 이용하여 입력할 수 있다. [그림 2]는 행정구역명에 의한 목적지 검색을 나타낸다.

3.3 최단경로 추출 모듈

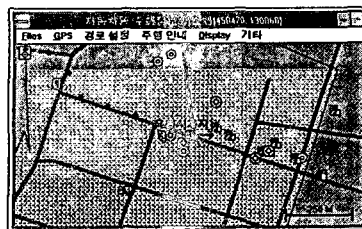
목적지까지의 최단주행경로 추출 및 제공은 자동차용 주행정보 시스템에서 필수적으로 요구되는 사양으로서 시스템의 성능을 좌우하는 중요한 요소이다. 최단경로 추출을 위해서는 위상학적 관계가 포함된 수치지도 자료가 필요하다. 수치지도 자료는 도로의 위치정보, 위상학적 관계뿐만 아니라 U-Turn 허용, 일방통행 등과 같은 실제의 도로상황에 대한 데이터베이스가 필요하다. 도로구조가 갖는 각종 제약조건을 체계적인 자료구조로 제공받지 못하면 최단주행경로의 추출은 매우 어렵다.

일반적으로 최단주행경로를 추출할 때에는 그래프 이론(graph theory)에 근거한 Dijkstra 알고리즘을 많이 사용한다. Dijkstra 알고리즘은 최적해가 존재할 때 항상 최적해를 구하는 것을 보증하고 탐색시간이 적게 든다. 단순히 도로의 위상학적 관계만 포함된 수치지도자료를 Dijkstra 알고리즘에 적용하면 최단경로를 구할 수 있으나 도로상황을 고려하여 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 최단경로를 구하는 소프트웨어를 작성하는 것은 매우 어렵다. 또한 도로상황을 고려하지 않고 최단경로를 구한 결과를 실제 도로상황에 적용하여 경로를 안내하면 뜻하지 않은 결과를 초래할 수 있다. 예를 들어 좌회전 금지 지역에서 좌회전을 안내한다든지 일방통행 도로를 거슬러 안내하는 경우가 발생할 수 있다. 이 시스템에서는 도로상황을 고려한 자료구조와 수정된 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 실제 도로상황을 고려한 최단경로 추출 알고리즘을 적용하였다

최단경로 추출을 위해서 출발지와 목적지는 꼭 입력되어야 하며, 중간에 다수의 경유지를 포함할 수 있다. 또한 이 시스템에 적용된 알고리즘은 도로공사, 교통사고 등으로 인한 특정 교차로 또는 도로 일부분에 대한 통행제한에 대응하는 최단경로 추출도 가능하다.

3.4 경로안내 모듈

경로안내 기능은 현위치 표시, 차량의 진행방향 표시, 다음 경유지 또는 목적지 방향 지시, 최단경로 제공, 경유지와 목적지의 접근 및 도착 알림, 주행궤적 표시 등의 기능이 있다. 화면의 중앙부분에 차량의 현위치를 표시하고, 현재 차량의 진행방향과 다음 경유지 또는 목적지까지의 방향을 각각 다른 화살표로 지시하여 준다. 설정된 중앙의 일정영역을 벗어나면 다시 차량의 현 위치가 중앙에 오도록 수치지도자료를 다시 디스플레이 한다. 설정된 경유지 또는 목적지의 500m 이내에 도달하면 경고음을 그리고 200m 이내에 도달하면 그 곳에 도착함을 알리고 다음 목표를 향하게 한다. 또 지나온 운항궤적을 수치도자료의 확대 축소에 무관하게 화면상의 일정한 거리 간격으로 보여준다. [그림 3]은 주행경로 안내 화면을 나타낸다.



[그림 3] 주행경로 안내 화면

3.5 디스플레이

운전자에게 현재의 위치 및 최적주행경로를 알려주는 방법으로 주변의 어떤 지형적인 특징과 연관시켜 시각적으로 보여주는 것이 거리이름과 경위도 좌표값과 같이 단순한 텍스트자료의 표시

보다 더 효과적이다, 이러한 지형적인 특징 및 주변정보를 포함하는 수치지도자료의 디스플레이는 운전자에게 현재의 위치, 주변정보 등과 관련된 각종 정보를 효율적으로 전달 할 수 있다. 따라서 이를 위한 수치지도자료의 효율적인 디스플레이가 요구된다. 이 시스템에서는 수치지도자료로서 지도를 스캔하여 입력한 래스터 자료와 도로를 디지털화하여 입력한 벡터 자료를 이용한다. 래스터자료는 지도가 포함하는 모든 정보를 같이 표시할 수 있지만 확대 축소가 불가능하고, 벡터자료는 점, 선, 면에 의해 쉽게 표시될 수 있는 도로, 구역, 건물 등의 정보를 확대 축소하여 디스플레이 될 수 있다. 개발된 시스템은 래스터 자료와 벡터자료를 선택하거나 또는 중첩하여 디스플레이 되고 또 벡터자료는 8단계로 확대 축소되어 디스플레이 된다. 벡터자료는 획득과 제작이 곤란하고, 맵 매칭, 경로 추출 등에 사용된다. 벡터자료가 확대 축소되는 각 단계마다 미리 입력되어 있는 관공서, 은행, 학교, 주유소 등이 아이콘으로 표시된다.

또 정보 디스플레이에는 복위를 나타내는 나침반 표시, GPS신호의 수신 여부를 나타내는 GPS 정보 표시, 현재 보여진 수치지도자료의 화면상 실제 거리를 나타내는 scale bar 표시, 현위치의 텍스트 표시 기능 등이 있다.

4. 실험 및 검토

본 논문에서 설명하는 자동차용 주행 안내 시스템은 486 DX-33 CPU를 탑재한 휴대용 컴퓨터에서 MSC 7.0과 SDK(Software Development Kit) 3.1을 이용하여 MS-WINDOWS3.1 운영환경하에서 개발되고 실험되었다. 위치 결정을 위해 사용된 GPS 수신기는 미국 모토로라에서 제작한 개발용 키트인 Developer Kit Firmware Ver. 4.1을 사용하였다. GPS 수신기는 RS-232C 직렬 통신을 통하여 휴대용 컴퓨터와 연결되며, 수신 성능은 최대 속도 515m/sec, 최고 고도 18km까지 측정 할 수 있으며, 초기화 시간은 대략 25초에서 25분이 소요된다.

그리고 시스템의 성능 측정을 위하여 대전지역에 대한 수치지도자료를 작성하고, 이 지역을 중심으로 주행 실험을 수행하였다. 국가 기본도로 제작된 대전, 유성, 신탄진, 금남 지역 1:25,000 도엽이 수치지도자료 작성을 위해 사용되었다. 래스터 수치지도 자료 작성 순서는 먼저 각 도엽을 가로, 세로 각 2분 30초의 크기로 분할하여 스캐너를 통해 입력하고, 분할된 각 영상에 대하여 16색상을 갖는 VGA 화면에서 지도의 가독성을 높이기 위한 영상대비(image enhancement)를 수행하고, 공1차식 기하학적 보정을 수행한 후, 최종적으로 MS-WINDOWS에서 가장 빠른 화면 출력력을 얻을 수 있는 DDB(device dependant bitmap) 파일형식으로 저장하였다. 총 36개의 파일이 생성되고 각 파일이 차지하는 면적은 2'30" × 2'30"이고, 1"의 면적은 가로 8화소 × 세로 9.6화소에 해당하고 또 화소 한 개는 가로 0.125 × 세로 0.1"의 면적에 대한 특성을 대표한다.

벡터 수치지도자료는 포장된 2차선 이상의 도로를 대상으로 PC ARC/INFO 시스템을 이용하여 디지털화하여 입력하였다. 우선 도로의 시작점, 끝점, 교차점 등의 노드(node)와 각 노드의 중간 형상좌표인 버텍스(vertex)를 입력한다. 중복입력된 좌표와 잘못 입력된 좌표에 대한 오류 처리를 수행하고 위상관계를 작성한다. 위상관계가 작성된 자료에 대해 래스터자료와 동일한 방법으로 기하학적 보정을 수행한후 각 도엽을 병합하고 경계선을 일치시켜 최종 벡터자료를 작성한다.

본 시스템을 실제 도로상에서 테스트한 결과, 시스템의 주요 기능인 GPS를 이용한 위치 측정, 차량의 주행 경로 안내, 차량의 진행 방향 표시, 주행 궤적 표시, 최단 경로 계산 및 표시등의 기능들이 만족할 만한 결과를 나타내었다. 특히 대전 시내의 대각선상의 양쪽 지점을 출발지와 목적지로 설정한 상태에서의 최단 경로 계산에 6초 이내의 시간이 소요되었고, 만족할 만한 계산 결과를 나타내었다. 실험 주행결과 나타나는 문제점을 설명하면 다음과 같다.

첫째, 최단경로 추출의 문제이다. 이 시스템에서 사용하는 최단 경로 추출 알고리즘은 출발지, 경유지 및 목적지를 도로상의 교차점 또는 시작점인 노드를 기준으로 최단 경로를 추출하기 때문에 실제 가고자 하는 목적지까지의 최단경로가 아니라 가장 근접한 노드까지의 최단경로를 추출하게 된다.

둘째, GPS 시스템을 사용함으로써 발생하는 문제이다. 아파트 지역, 도심의 고층건물 밀집 지역, 가로수가 우거진 도로에서는 GPS 신호를 수신하지 못하거나 수신된 신호가 불연속적이어서 위치자료로 이용할 수 없는 경우가 발생하였다. 또 GPS 시스템이 갖는 위치오차 때문에 차량이 정지 또는 교차로 신호 대기시에도 화면상의 차량의 위치가 한 지점에 고정되어 있지 않고 수시로 움직이는 현상이 발생하였다. 따라서 GPS 위치 측정 시스템을 보완하기 위하여는 속도계와 자이로(gyro)를 이용한 데드 레코닝(Dead Reckoning) 방법과 맵 매칭(Map Matching) 방법을 조합하여 이용할 필요가 있다.

셋째, 수치 지도 자료의 부정확성 문제이다. 본 연구에서 사용한 수치지도자료는 1992년 9월 국립지리원에서 국가 기본 도로 제작한 1:25,000 도엽을 이용하여 작성하였다. 도로는 매년 확장, 선형화, 등의 수리 및 건설이 이루어지므로 이미 제작된 수치지도자료와 항상 일치하는 것은 아니다. 가령 차량은 새로 건설된 도로 위를 주행하고 있는데, 화면상에서는 논 위를 주행하고 있는 것으로 표시되는 경우가 발생하였다. 또한 지도 자체의 오차 및 디지털이정시에 발생한 오차로 인해 GPS에서 수신한 차량의 위치가 수치지도 자료위에 정확히 표시되지 않는 경우도 발생하였다.

5. 결 론

이 논문에서는 GPS를 사용하여 현위치를 결정하고, 데이터베이스를 이용하여 목적지를 검색하고, 목적지까지 최단경로를 자동으로 추출하여 목적지까지 경로를 안내하여 주는 주행안내 시스템의 개발에 대하여 설명하였다. 이 시스템은 휴대용 컴퓨터를 이용하여 MS-WINDOWS 3.1의 운영환경에서 개발되었으며 래스터 또는 벡터 수치지도자료를 실시간으로 디스플레이 하고, 행정명, 상호명 등의 데이터베이스 검색에 의해서 목적지를 입력할 수 있고, U-Turn 허용, 일방통행, 좌회전금지 등 도로의 제한상황을 고려하여 목적지까지의 최단경로를 추출할 수 있으며, 최단경로와 진행방향 표시, 목적지 근접 및 도착 알림, 주행레적 디스플레이 등의 경로안내 기능을 포함하고 있다.

이 시스템이 더 효과적으로 사용되기 위해서 추후 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 위치정확도의 향상이다. GPS 시스템에 포함되어 있는 오차요인과 고층건물과 가로수 등에 의한 자료의 불연속성은 현위치 표시 및 경로안내 기능에서 사용하기에는 부적합하므로 위치 측정의 정확도 증가 및 자료의 연속성 보장은 필수적이다. 이를 위해서 Dead Reckoning과 맵 매칭(map matching) 방법을 GPS시스템과 조합하여 위치결정 방법으로 사용하는 연구가 요구된다.

둘째, 범용 컴퓨터를 이용하여 개발된 이 시스템을 운전자 및 차량주행환경에 맞도록 on-board 시스템으로 개발하기 위한 과제가 필요하다.

셋째, 정확한 위치표시, 목적지 검색, 최적경로 추출, 경로안내와 그리고 효율적 디스플레이를 위한 수치지도 자료의 표준화 방안 수립 및 제작이 절대적으로 필요하다.

넷째, 각종 제약조건을 갖는 도로에 대한 정확한 모델링 및 이를 이용한 진보된 최적 주행경로 추출 알고리즘의 개발이 필요하다.

마지막으로 실시간으로 변화하는 도로교통 정보를 고려한 동적인 경로안내 시스템 개발이 필요하다.

[참고문헌]

- [1] 김용일, 편무욱, "자동차 항법용 수치도로지도에 관한 연구(I)," 한국지형공간정보학회 논문집 제2권 제2호 1994년 12월 pp 89-98
- [2] White M, "Car navigation systems," In:Maguire D J, Goodchild M F, Rhind D W(eds.),

Geographical Information Systems: principles and applications, Longman, London, pp. 115-125, Vol 2, 1991

[3] Masao Shibata, Yasuomi Fujita, "Current Status and Future Planes for Digital Map Database in Japan," Vehicle Navigation and Information Systems Conference, pp 29-33, Ottawa, Canada, October 1993

[4] Willem B. Verwey, "Further Evidence for Benefits of Verbal Route Guidance Instructions over Symbolic Spatial Guidance Instructions," Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Ottawa, Canada, October 1993

[5] Nobutoshi Oki, Yoshio Hosokawa, Etsuko Sugimoto, "Portable Vehicle Navigation System(NV-1) : Its Features and Operability," Vehicle Navigation and Information Systems Conference, pp 482-485, Ottawa, Canada, October 1993

[6] John Walker, Mobile Information Systems, Artech House Inc., 1990

[7] Ian Catling, Advanced Technology for Road Transport : IVHS and ATT, Artech House Inc., 1994