

차량 항법 시스템

성 태 경

삼성전자 산업전자사업부 산전개발실

1. 서 론

최근 일본 등지에서 선보이고 있는 차량 항법 시스템(car navigation system, 이하 CNS)은 운전자에게 자기 위치정보를 제공할 뿐만 아니라 운전자가 지정한 목적지까지의 최적경로를 계산하여 계산된 경로에 따라 주행을 안내하는 기능을 갖기도 한다. CNS는 각종 항법기술을 이용하여 계산한 자기위치를 모니터의 화면지도 위에 표시하고 운전자가 목적지를 지정하면 CD-ROM 등의 저장매체에 저장된 지도 데이터를 이용하여 최단경로를 계산한 후, 계산된 경로와 자기위치 정보를 이용하여 운전자의 주행을 안내한다. 또한 CD-ROM 등에 저장되어 있는 정보를 이용하여 지역/관광 정보를 제공하기도 하고 주변 자동차 전장 시스템과 통신하여 이들을 통합적으로 관리, 제어하기도 한다. 이밖에도 CNS의 주변기기를 이용하여 TV, 전화, 비디오 CD, 오디오 등과 같은 차량 A/V기기의 멀티미디어(multimedia) 구실을 하기도 한다.

현재의 CNS는 시스템의 저장매체에 수록된 도로에 대한 정적 정보(static information)만을 이용하여 운용되고 있지만 장차 구축될 교통정보망(traffic information network) 하부구조(infrastructure)와 연계하게 되면 교통혼잡상황, 사고, 공사 및 통제 등의 동적 정보(dynamic information)까지 고려하여 운전자에게 다양한 정보를 제공할 수 있다. 그림 1은 CNS가 연계되어 보다 쾌적하고 편리해진 미래 운전환경의 구성을 보인 것이다. 이와 같이 차량의 전체적인 흐름을 제어할 수 있는 차세대 교통관리 시스템(advanced traffic management system)이나 교통상황, 유효주차장, 날씨 등의 동적 정보를 제공하는 차세대 여행자 정보시스템(advanced traveller information system)은

IVHS(intelligent vehicle-highway system) 혹은 ITS(intelligent transport system)라 불리는 미래의 도로/수송 시스템의 일환으로 미국, 일본, 유럽 등의 선진 각국에서 활발히 연구되고 있다. CNS가 미래형 시스템과 연계하게 되면 교통 지체구간을 우회함으로써 주행시간을 단축시킬 수 있으며, 이밖에도 통신망을 이용하여 다양한 서비스를 제공할 수 있다.

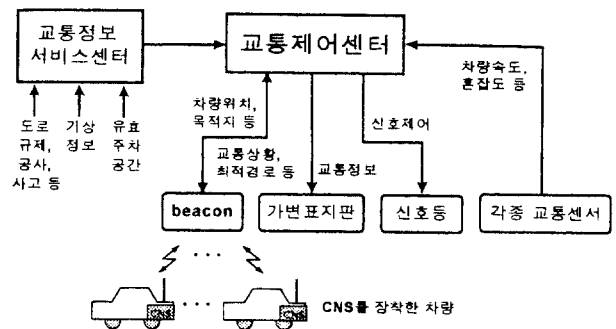


그림 1. 미래의 운전환경 구성도.

ITS에서 진행하는 또 다른 프로그램은 많은 사람들이 꿈꾸어 왔던 자동차, 즉 가고자 하는 곳을 지정하면 주변상황에 능동적으로 대처하며 자기 스스로 주행함으로써 승객을 목적지까지 빠르고 안전하게 데려다 줄 수 있는 차세대 자동차의 구현이다. 이러한 차세대 자동차를 구현하기 위해서는 충돌방지기능(collusion avoidance), 차선유지 및 변경기능(lane keeping and lane changing), 교차로 인식기능, 항법(navigation) 및 경로유도(route guidance) 기능 등이 구현되어야 하며, CNS는 이러한 기능 중에서 부분적으로 실용화한 제품이라 할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 CNS를 구성하는 주요기술 및 이들의 전반적인 기술동향에 대하여 알아보았다. 2장에서는 일부 국가에서 실용화된 CNS의 전형적인 요소들의 구성 및 구현방법에 대하여 기술하였으며, 3장에서는 최근의 기술 및 제품동향에 대하여 언급하였다. 4장에서는 CNS의 성능을 좌우하는 항법부를 구성하는 추측항법, GPS 측위, 지도매칭의 원리에 대하여 기술한 후, 이들을 집적하는 방법에 대하여 토의하였고 5장에서 결론으로서 향후 발전방향에 대하여 언급하였다.

2. 자동차 항법시스템

CNS의 전형적인 구성은 그림 2와 같이 자기위치를 계산하는 항법부(NAV unit), 목적지까지의 최적경로를 계산하고 그 경로를 따라 주행을 안내하는 경로안내부(GUID unit), 지도를 표시하고 사용자 명령을 받아들이며 주변 전장시스템이나 A/V기기와 통신하여 이들을 관리/제어하는 맨-머신 접속부(MMI unit), 그리고 다른 부분에서 필요로 하는 지도 데이터를 제공하기 위한 지도 데이터부(MAP unit)로 구성된다. 이러한 CNS의 각 부분은 서로 유기적으로 연관되어 있으며, 이들의 구성 및 기능에 대하여 알아보도록 한다.

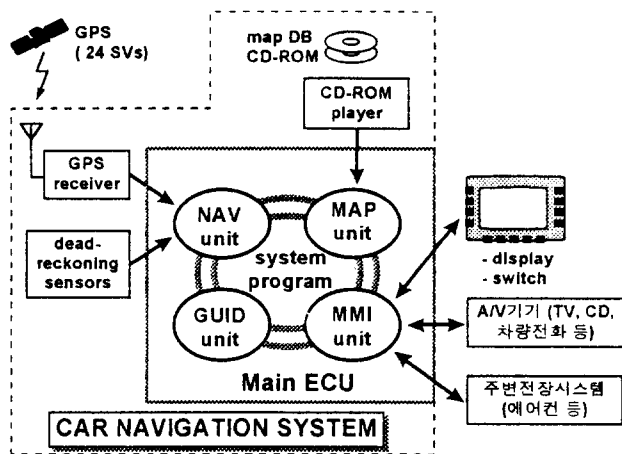


그림 2. CNS의 구성도.

2.1 항법부(NAV unit)

일반적으로 항체의 위치를 파악하기 위하여 사용하는 항법기술에는 관성센서를 이용하는 관성항법(inertial navigation)이나 추측항법(dead reckoning), GPS 등의 위성을 이용하는 전파항법, 지도나 영상 등을 이용하는 패턴매칭 혹은 지도매칭(map matching), 그리고 비이콘(beacon)항법 등의 여러 가지 방법이 있다. CNS는 이러한 여러 가지 항법 기술 중에서 구현하고자 하는 성능에 따라 한가지 이상의 항법기술을 이용하고 있다.

추측항법은 주행 거리를 측정할 수 있는 센서와 방위각 혹은 가속도를 측정할 수 있는 센서를 이용하여 위치 및 자세를 파악하는 방법이다. GPS 항법은 항법전용 위성 군으로부터 받은 전파를 이용하여 기준 좌표계에 대한 사용자의 절대위치를 파악하는 것이다. 지도매칭은 다른 항법기술로부터 구한 주행계적과 지도 DB(database)에 저장되어 있는 디지털 지도의 도로형태를 비교하여 위치를 보정하는 방법이며, 비이콘항법은 노면에 설치된 비이콘과 근거리 통신을 하여 위치를 보정하는 방법이다. 현재 시장에 나와 있는 제품 중에는 GPS만을 이용하여 자기위치를 계산하는 경우도 있지만 위치데이터의 부정확성과 전파차단으로 인한 데이터의 불연속성 등으로 인하여 추측항법이나 지도매칭 등을 혼합하여 위치 데이터의 정확도를 높이는 혼합항법(hybrid navigation)을 구성하기도 한다. 항법부의 출력은 맨-머신 접속부를 통하여 운전자에게 자기위치 및 방향을 확인할 수 있도록 하고 경로안내부에 자기위치를 제공하여 자세한 경로안내가 가능토록 한다. 항법기술에 대한 보다 자세한 내용은 4장에서 다루도록 한다.

2.2 경로안내부(GUID unit)

CNS에서 제공할 수 있는 또 다른 기능중의 하나는 경로안내 기능이다. GPS만을 이용하는 CNS의 경우, 차량이 어느 도로상에 있는지를 파악하기 힘들기 때문에 자세한 경로안내를 제공하기 어렵다. 그러나 혼합항법을 이용하여 위치 정확도를 높임으로써 차량이 어느 도로 상에 있는지를 파악할 수 있는 CNS는 교차로의 위치 및 교차로에서 운전자가 해야 할 행위를 알려주는 등 자세한 경로안내가 가능하다. 경로안내를 위해서는 먼저 출발지 혹은 현재 위치에서 목적지까지의 최적경로를 계산하여야 하며, 차량의 현재위치와 계산된 최적경로를 이용하여 적절한 시기 및 위치에서 안내정보를 제공할 수 있다.

최적경로를 계산하기 위해서는 먼저 목적지를 설정하여야 한다. 지도 DB에는 시설물에 대한 다양한 정보가 저장되어 있으며, 시설물 명칭, 주소, 위치 좌표 등을 이용하여 목적지를 설정할 수 있다. 목적지가 선택되면 최적경로 계산 알고리즘에 의하여 최적경로 제공할 수 있으며, 이때 지도 DB에 저장되어 있는 도로망 모델을 이용한다.

도로망 모델은 일반적으로 그래프(graph)로 표시되며, 노드(node)와 링크(link)로 구성된다. 교차로, 도로끝점, 유턴(U-turn)지점이나 도로의 각종 속성(도로종류 및 등급, 일방통행 등 통행규제, 유/무료 여부, 차선 수 등)이 변하는 점을 노드로 정의하고 노드 사이의 도로를 링크로 정의한다. 각 도로(링크)의 연결 상태, 교차로에서의 회전제한, 일방통행 여부, 유턴(U-turn)지점 등의 도로망 토폴로지 데이터(topological data)를 이용하면 방향성 그래프(directed graph 혹은 digraph)를 구성할 수 있다. 또한 구성

된 링크에 대하여 링크 길이, 차선 수, 도로 등급 및 종류, 링크내 신호등 수, 평균 차량속도 등을 고려하여 각 링크에 가중치(weight)를 부여한다.

도로망 그래프는 지도 DB에 저장되어 있으며, 경로계산 알고리즘의 계산속도를 높이기 위하여 그림 3의 예와 같이 도로 등급에 따라 다층(multilayer) 구조를 갖기도 한다. 다층 구조로 모델링된 경우, 하위 층의 도로는 지역별로 분할되기 때문에 탐색시간을 대폭 줄일 수 있다. 한편, 현재의 CNS는 CD-ROM 등에 저장되어 있는 정적인 데이터만을 이용하여 최적 경로를 계산하지만 1장에서 언급한 바와 같이 장차 외부에서 동적인 교통정보를 수신할 수 있게 되면 교통상황에 따라 도로망의 구성 및 링크 가중치가 변화하는 동적 환경이 된다. 이러한 경우, 일정시간마다 교통상황을 고려하여 최적경로를 갱신하여야 하며, 현재 여러 국가의 ITS관련 프로그램에서 동적 환경하의 최적경로 갱신방법에 대한 연구 및 실험이 활발히 진행되고 있다.

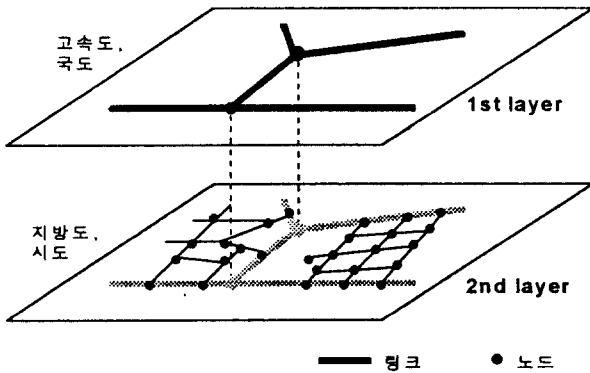


그림 3. 다층화된 도로 그래프 모델 예.

최적경로 알고리즘으로 널리 알려진 방법으로는 Moore 알고리즘, Dijkstra 알고리즘, D'Esopo 알고리즘 등이 있다. 그러나 실제 도로환경에서 이들을 그대로 경로 계산에 사용할 경우에는 계산된 경로의 현실성이 결여되는 문제점을 갖는다. 그러므로 실제 CNS 시스템에서는 이들을 변형한 알고리즘을 개발하여 사용하고 있으며, 경험적 사고론(heuristics)을 이용하는 A* 알고리즘, 교차로에서의 회전제한을 고려할 수 있는 VB(vine building) 알고리즘 등이 대표적인 예이다. 한편 계산 시간을 줄이기 위하여 탐색지역을 제한하거나 다층구조의 도로망 그래프를 이용하기도 한다.

최근에 발표된 대부분의 CNS 제품들은 주행안내 기능을 가지고 있다. 주행안내는 최적 경로 알고리즘에서 계산된 경로와 항법부의 현재위치를 이용하여 교차로에서 운전자가 선택할 길을 알려주거나 목적지까지의 잔여거리 등의 정보를 제공하는 것을 뜻한다. 즉, 교차로의 일정거리 이전 지점에서 교차로까지 남은 거리를 알려주고 교차로에서의 방향 정보(좌/우회전 혹은 직진)를 화살표로 표시하거나 단순화

된 교차로 형상 그림 상에서 방향을 표시하기도 하며, 주행 안전을 위하여 이러한 정보들을 음성으로 제공하기도 한다.

2.3 지도 데이터부(MAP unit)

도로지도 데이터는 화면상에 도로 및 각종 지형지물을 보여주는 지도표시 용도뿐만 아니라 CNS의 타 기능 구현을 위하여 사용된다. 즉, 앞에서 설명한 바와 같이 항법부에서 지도매칭을 위하여 사용하기도 하고 경로안내부에서 목적지를 설정하거나 최적경로를 계산하고 수행경로를 안내하기 위하여 사용하기도 한다. 이외에도 지도데이터에는 여러 가지 안내정보, 즉 관광정보나 시설물에 대한 안내정보 등이 저장되기도 한다.

CNS에서 필요로 하는 다양한 속성을 저장하기 위해서 지도 데이터는 벡터 방식으로 만들어 객체간의 데이터 연관성을 적절히 나타내야 한다. 디지털 도로지도는 여러 종류의 자료 원으로부터 데이터를 수집하고 이를 가공함으로써 제작된다. 그림 4는 CNS용 디지털 지도 데이터를 제작하기 위하여 원 지도(source map) 데이터를 제작하고 이를 가공하여 차량탐재용 지도 DB를 만드는 방법과 절차를 보인 것이다. 원 지도 데이터는 단위 도엽별로 종이지도로 디지털화하여 링크(도로)의 명칭, 형상 및 속성(길이, 접속노드, 차선 수, 도로종류 및 등급), 노드(교차로, 도로속성 변화지점 등)의 명칭 및 위치, 수계와 행정계의 명칭 및 형태, 그리고 시설물의 명칭, 위치 및 종류 등을 입력하여 만들어진다.

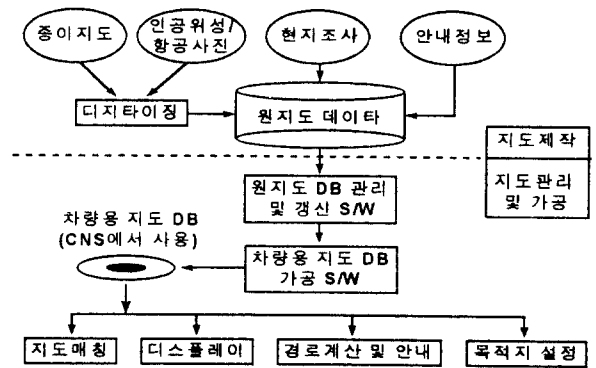


그림 4. CNS용 지도 DB의 제작 및 관리.

디지털화에 사용되는 종이지도 축척은 입력데이터의 정확도와 입력 대상객체(도로, 시설물, 수계)의 범위 등을 결정하는 중요한 요소이기 때문에 CNS의 성능사양에 따라 이를 적절히 선택하여야 한다. 일본의 Sumitomo Electric Industries의 경우, 보다 우수한 성능의 CNS를 제작하기 위하여 10개 대도시 지역에 대하여 1/2,500 축척의 종이지도를 이용하여 3m이상의 모든 도로를 입력하여 사용하였다. 한편, 이와 같이 제작된 지도데이터는 사용된 종이지도의 제

작성 이후에 신설되거나 변경된 도로시설물 등에 대하여 오류를 가지므로 인공위성 및 항공사진을 이용하여 보완하여야 하며, 도로망 그래프 모델 설계 등을 위하여 인접 도엽 간 링크의 연결 상태를 데이터에 포함시켜야 한다.

종이지도를 이용하여 제작된 지도데이터에는 교차로에서의 회전제한, 링크의 일부속성(통행규제, 입체도로, 유료도로 등) 등이 포함되지 않으며, 이들은 관련기관에서 제공된 데이터와 현지조사를 통하여 입력하여야 한다. 특히 현지조사를 할 때에는 종이지도를 이용하여 입력한 각종 데이터의 속성을 확인하고 누락여부를 확인한다. 이밖에 시설물 안내 정보 데이터 및 관광 정보 등은 관련기관으로부터 수집하여야 한다. 이러한 절차를 거쳐 제작된 지도 데이터는 신뢰도를 높이기 위하여 각종 검사를 하여야 한다. 대표적인 검사 방법으로는 프린터나 플로터의 지도출력을 이용한 육안검사, 지도 데이터 속성간의 연관 관계를 이용한 논리성 검사, 그리고 현지 실사 등이 있다. 또한 제작된 데이터는 일정기간마다 갱신하여 도로시설물의 신설, 폐기, 혹은 변경 등에 대처하여야 한다.

제작된 원 지도 데이터를 효율적으로 관리, 갱신하기 위해서는 GIS(geographic information system) 도구나 DBMS(database management system)을 이용하는 것이 일반적이다. 한편, 차량에 탑재되는 지도 데이터는 제한된 저장용량 내에 필요한 데이터를 모두 수록하여야 하며, 빠른 시간 내에 필요한 데이터를 시스템에 공급하여야 한다. 이러한 요건을 만족하기 위하여 차량 탑재용 지도데이터는 최적 구조로 설계한 후, 원 지도 데이터를 이용하여 제작한다. 제작된 DB의 구조는 CNS의 각 기능부에서 요구하는 데이터 속성별로 분류되어 있으며, 데이터에 따라 단위 도엽별로 분류되기도 한다. 특히 디스플레이를 위한 그래픽 데이터는 처리속도와 밀접한 관계가 있으므로 일정 축척별로 필요한 도로형상 및 표시 시설물 데이터를 분리하여 저장하기도 한다.

2.4 맨-머신 접속부(MMI unit)

맨-머신 접속부는 크게 디스플레이부, 입력버튼부, 주변기기부 세 가지로 구분할 수 있다. 디스플레이부에서는 CD-ROM에 저장되어 있는 도로지도데이터를 모니터 상에 표시하고 그 지도 위에 항법부 및 경로안내부에서 계산한 차량위치 및 주행경로 정보를 표시한다. 지도를 표시할 때 사용자의 편의를 위하여 다양한 기능이 요구되며, 대표적으로 autoscrolling, heading-up, zooming, searching 기능 등이 있다. autoscrolling은 차량 위치가 항상 화면의 중앙이나 일정 위치에 있도록 차량이 주행함에 따라 표시지도가 움직이도록 하는 기능이고, heading-up은 차량 진행방향이 항상 화면의 위쪽을 향하도록 하는 것이다. zooming은 지도 축척을 일정 비율로 확대 또는 축소시키는 기능으로서 일

반적으로 최고축척이 1/10,000을 넘지 않는다. 또한 searching은 목적지 등을 찾기 위하여 지도를 검색할 수 있도록 하는 것이며, 지도를 빠른 속도로 검색할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이러한 지도표시 기능들의 성능은 CNS의 그래픽관련 H/W, 특히 그래픽 메모리와 밀접한 관계를 갖는다. 그림 5는 그래픽의 속도를 증가시키기 위한 한가지 예로서 현재 차량이 위치한 그래픽 도엽의 주변 8개 도엽을 그래픽 메모리에서 관리하여 차량의 이동에 따른 인접도엽 표시를 보다 빠른 속도로 처리한다. 이때 그래픽 도엽은 디스플레이 화면의 크기를 고려하여 정의한다.

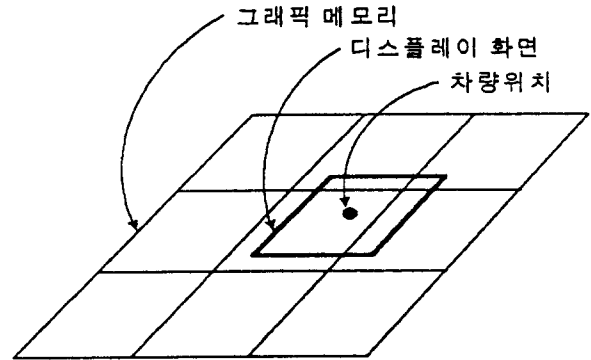


그림 5. 그래픽 메모리의 구성 예.

주변기기부는 CNS를 자동차 A/V 기기 및 통신기기의 멀티미디어 단말로 사용하거나 전장시스템들을 전체적으로 관리하고 제어하도록 하는 부분이다. 자동차는 공간이 제한되기 때문에 운전과 관계없는 편의시설을 차량의 전면, 특히 운전자 주위에 장착하기가 곤란하다. 그러나 CNS는 운전에 도움을 주는 기기이므로 운전자 주위에 공간을 확보할 수 있으며, 최근 차량의 멀티미디어로서 각광을 받고 있다. 현재 일부제품은 TV, 오디오, 차량전화, 음악 CD, 비디오 CD 등과 연계되는 기능을 제공하고 있으며, 장래에는 게임기, 컴퓨터, LAN 단말 등의 역할도 하리라 예상하고 있다. 이와 동시에 CNS는 주변 전장의 상태를 모니터링하고 문제가 발생하였을 경우 처리방법을 제공하기도 하며, 장차 여러 가지 ITS 관련기능의 정보단말로 사용될 것으로 예상된다. 이밖에 입력버튼부는 운전자의 명령을 받아들이는 부분으로서 리모콘, touch panel 또는 화면 주위에 배치된 버튼을 이용한다. 최근에는 주행안전을 위하여 음성인식을 이용한 제품도 발표되었다.

3. 기술 및 제품동향

3.1 기술동향

최근의 CNS 제품은 여러 관련기술을 도입함으로써 그 성능과 기능, 그리고 사용자 인터페이스 등의 부분이 괄목할

발전을 거듭하고 있으며, 중요한 기술의 동향을 요약하면 아래와 같다.

● 측위시스템의 고정도화 및 항법센서의 소형화

GPS만을 이용하는 CNS는 전파차단에 의한 위치측정의 불연속성과 100m이상인 자체 측위오차 때문에 응용범위가 제한되었다. 그러나 최근 개발된 혼합항법기술을 이용하면 20~30m이내의 오차를 갖는 연속적인 위치계산이 가능하며, 차량이 어느 도로 위를 주행하는지 알 수 있기 때문에 주행안내 등의 서비스가 가능해진다. 혼합항법을 구성하는 기본적인 요소 중에서 항법센서, 특히 회전각센서는 시스템 정확도와 밀접한 관계를 갖는다. 최근 많은 CNS제품들이 각속도 센서로서 진동자이로(vibrating gyroscope)를 이용하고 있으며, 관련업계에서 자이로의 성능향상 및 소형화를 위한 연구에 힘쓰고 있다. 한편, GPS를 이용한 측위에서는 위치측정의 연속성을 개선하기 위하여 2위성 측위를 이용하는 제품이 발표되기도 하였다.

● 시스템의 고속화

CNS의 성능을 판단하는 기준중의 하나는 지도 디스플레이의 여러 기능을 처리하는 속도이다. 디스플레이 속도를 높이기 위해서는 CD-ROM 드라이버의 속도를 높이는 방법, CD-ROM내 지도 DB의 구조를 효율적으로 설계하여 필요한 데이터를 읽어들이는 속도를 높이는 방법, 그리고 디스플레이 전용으로 그래픽 프로세서 및 메모리를 이용하여 처리속도를 높이는 방법 등이 있다. 또한 2상에서 언급한 바와 같이 경로안내를 위한 최적경로의 계산속도를 높일 수 있는 알고리즘의 개발도 시스템의 고속화에 중요한 사항이다.

● 사용자 인터페이스의 강화

운전자가 운전 중에 기기를 조작하거나 지도를 보는 등의 행동은 안전운행을 저해하여 사고를 유발할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 일부 CNS 제품의 경우 음성으로 주행경로를 안내해 주거나 운전자의 음성명령을 인식하여 동작하는 hand-free, eyes-free 기능을 제공하고 있다. 또한 경로를 안내할 때 교차로 주변의 주요 시설물이 표시된 교차로 확대 형상 상에서 가야할 방향을 알려주기도 하고 관광지나 위락시설, 숙박업소, 음식점 안내 등의 다양한 정보를 제공하기도 한다.

● 멀티미디어화

CNS는 그 고유기능 외에 차량의 멀티미디어로서 각종 A/V기기의 단말로서 사용되기도 하고 차량 전장을 전체적으로 관리/제어하는 역할을 수행하기도 한다. 즉, 디스플레이를 이용하여 TV역할을 하기도 하고 CD-ROM을 이용하여 video CD, 게임기, 영상연주기 등으로 사용되기도 한다. 또한 CNS를 멀티미디어로서 차량이외의 장소에서 사용할 수 있도록 착탄식 휴대형이 발표되기도 하였다. 이밖에 에어컨 등과 통신하여 운전자 명령에 따라 이들을 제어하는 역할을

수행하고 있으며, 장래에는 엔진, 연료, 에어백 등의 상태를 관리하고 이상 발생시 문제점 및 대처방안을 문자나 음성으로 서비스하는 기능을 가지게 될 것으로 예상된다.

● 시스템 확장성 및 갱신성

현재의 CNS는 CD-ROM에 저장된 정적(static)인 정보만을 이용하지만 수년 후에 완비될 ITS 환경에서는 CNS가 도로변의 비이콘 등을 통하여 동적(dynamic)인 교통정보를 수신하기도 하고 차량간 통신단말로 사용되기도 하리라 예상하고 있다. 이러한 미래의 환경에 대처하기 위하여 일부 CNS에서는 비이콘과 통신할 차량용 송수신기의 접속단자를 제공하고 있으며, 응용프로그램의 갱신을 위하여 이를 IC card나 CD-ROM 등에 수록하기도 한다. 또한 현재의 CD-ROM의 경우, 지도데이터가 갱신될 때마다 새로운 CD 타이틀을 구입해야 하는 문제점을 해결하기 위하여 read-only인 CD-ROM 대신 read/write가 가능한 PC card 등의 다른 저장매체를 이용하려는 개발이 진행중이다.

3.2 제품동향

전세계적으로 볼 때 CNS의 시장은 아직 태동기이며, 일본이 가장 먼저 시장을 형성해 가고 있다. 1992년 판매량이 5만대에 불과하였던 것이 1993년에는 12만대, 1994년에는 30만대, 1995년에는 50만대가 판매되었으며, 금년에는 75~80만대가 판매될 것으로 예상하고 있고 1997년에는 100만대를 돌파할 것으로 기대하고 있다. 일본의 경우, 이미 상당부분의 디지털 도로지도가 완비되어 있으며, 많은 회사에서 CNS를 생산하고 있다. 현재 일본에서 판매되고 있는 CNS제품은 차량을 제작할 때 장착되는 OEM제품과 기존차량이나 출고 후에 장착하는 애프터마켓용 제품이 있다. OEM제품은 차량을 제작할 때 CNS에서 사용되는 각종센서들의 연결을 고려할 수 있다는 장점 외에 차량 A/V기구나 전장과 연결하기 편리하다는 장점을 갖는다. Toyota, Nissan, Susuki, Mitsubishi, Mazda, Honda 등의 자동차회사에서 자사 차량의 옵션으로 제품을 제공하고 있다.

애프터마켓용 제품은 GPS만을 이용하는 것과 혼합항법형으로 구분할 수 있다. GPS만을 이용하는 제품은 가격이 저렴하고 설치가 용이하지만 위치정확도가 나쁜 단점을 갖는다. 반면, 혼합항법형은 가격이 다소 비싸고 전문가가 설치해야 하는 단점을 갖지만 위치정확도가 매우 높고 주행안내 등의 서비스가 가능하다는 장점을 갖는다. 표 1은 일본에서 판매되고 있는 애프터마켓용 제품들의 가격 및 특징을 비교한 것이다. 표에서 기능에 표시된 숫자에 대한 설명은 표 아래에 있으며, 괄호로 표시된 숫자는 선택사양을 의미한다. 현재 제품 가격은 모니터를 포함하여 약 15만~30만 원인데 1994년 초의 30만~50만 원과 비교할 때 가격이 반으로 하락하였으며, 2000년에는 다양한 기능을 갖춘 우수한 성능의 제품이 10만 원대 이하로 공급될 수 있으리라 예상

표 1. 일본의 애프터마켓용 제품.

회사명	모델명	가격 (만엔)	기능	비고
Addzest	NAX-9100	14.7	①④⑤⑥⑦⑧	
Alpine	NVE-N055	15.8	①②③④⑤⑥⑦⑧	
Carrozzeria	AVIC-X99	24.8	(1)④⑤⑥⑦⑧⑨	멀티미디어
Casio	NS-600	22.0	(1)②④⑤⑥⑦⑧⑨	
Central	CN-100	19.8	(1)②③④⑤⑥⑦⑧	
Citizen	CNS-1100	18.8	(1)②④⑥⑦⑧⑨	
Fujitsu10	E500NAV	14.0	①②③④⑤⑥⑦⑧	멀티미디어
JVC	KZ-N1	21.0	②④⑤⑧	멀티미디어
Kenwood	GPR-03EX	14.7	①②④⑤⑥⑦⑧	
Maspro	GP50	13.8	(1)②④⑤⑥⑦⑧	멀티미디어
Mitsubishi	CU-9510	14.9	①②④⑤⑥⑦⑧	2위성 추위
Nakamichi	NS-7	16.8	①④⑤⑥⑦⑧	
NEC	CMP-G1	12.5	①②④⑤⑥⑦⑧	
NIPPONDENSO	MV-1000	16.8	①④⑤⑥⑦⑧	
Panasonic(구주)	KX-GA5TV	16.5	(1)②④⑤⑥⑦⑧⑨	일체형
Panasonic(통신)	CN-V700D	15.7	①②④⑤⑥⑦⑧	
Sanyo	NV-10	12.4	②⑧	
Sharp	6E-GP1	23.5	②④⑦⑧⑨	일체형
Sony	NVX-S1	14.9	①②③④⑤⑥⑦⑧	
Sumitomo	SNV-AD10	13.1	①②④⑤⑥⑦⑧	
Toshiba	NP-A80	19.8	②④⑤⑥⑦⑧⑨	2위성 추위, CD-G
Xanavi	XA-N1	14.8	①②③④⑤⑥⑦⑧	Bird-view

* 기능의 종류: ①추측항법 ②Naviken Ver. 2.1 대응 ③IC card방식 ④음성 안내 ⑤자동경로계산 ⑥지도매칭 ⑦교차로 확대 ⑧heading-up 기능 ⑨모니터 포함

* 기능에서 괄호 안의 숫자는 해당기능이 옵션임을 의미

하고 있다. 또한 현재 CNS시장에서 애프터마켓용 제품이 우위를 점하고 있지만 점차 OEM제품의 점유율이 높아지리라 예상되며, 특히 ITS 환경이 완비되어 CNS 사용이 보편화되는 시기가 되면 OEM제품의 수요는 급격히 늘 것으로 예상하고 있다.

미국 및 유럽의 경우에는 아직 본격적인 시장이 형성되지 않은 상황이며, 일본과 달리 항법기능만을 제공하는 제품보다는 차량 군 관리/제어를 위한 차량위치 자동등록 시스템(automatic vehicle location)이나 비상구조 요청 시스템(mayday signalling system) 등의 다양한 응용제품에 대한 관심이 더 높은 경향이 있다. 이는 각 국가별 도로환경 및 생활특성 등에 따른 영향으로 사료되며, 장차 동적인 경로 안내가 시작되면 본격적인 시장을 형성하리라 예상하고 있다. 현재 Bosch의 Travepilot은 약 \$2,500에 판매되고 있

으며, Etak에서 만든 미국 및 유럽의 일부지역에 대한 디지털 지도를 이용하고 있다. Zexel USA에서 개발하여 Oldsmobile 자동차에 옵션으로 판매되는 Guidestar는 혼합항법 및 음성안내 기능을 갖추고 있고 샌프란시스코, 로스앤젤레스, 시카고, 워싱턴 D. C., 디트로이트, 플로리다 일부지역에 대한 지도를 사용한다. 일본의 Sony나 Pioneer 등은 미국의 디지털 도로지도보유하고 있는 지도제작회사와 제휴하여 미국용 제품을 개발하여 판매하고 있다. 유럽에서는 벤츠(베를린), BMW(Carin) 등에서 CNS를 옵션으로 제공하고 있으며, 이밖에 ITS 하부구조와 연계하여 동작하는 General Logistics PLC사의 Trafficmaster와 Siemens사의 Ali-Scout 등도 제공되고 있다.

3.3 국내동향

1993년 말부터 G7 과제로서 CNS용 디지털 도로지도 제작중이다. 과제 주관기관은 한국 자동차부품연구원이고 국내 자동차회사들과 관련 전장회사들이 참여기관으로 구성되어 있다. 1994년에 디지털 도로지도 데이터 표준을 정하였고 이에 따라 1996년 초까지 전국 도로 및 관련시설물 등의 입력을 완료할 예정이다. 디지털이징에 사용되는 종이지도는 1/25,000 축척지도가 기본이며, 도로밀도가 높은 대도시들은 1/5,000 축척지도를 사용한다. 이와 병행하여 국내 자동차회사들은 관련 전장회사들과 공동으로 CNS를 개발 중이며, 일부업체에서는 시제품을 발표하기도 하였다.

한편 1994년에는 정부의 사회간접자본 투자기획단 주관하에 우리 나라 ITS 관련 사업계획을 마련하였다. 이 사업에는 경찰청, 건설교통부, 정보통신부, 통신산업부가 참여하며, 표 2에 보인 바와 같이 1994년부터 2005년까지 4가지 분야에 대하여 개발을 추진할 예정이다. 특히 CNS에 동적

표 2. 우리 나라 ITS 관련 사업계획안.

ITS관련사업분야	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
1. 도로 교통관리												
- 시가지도로 교통관리	-	-	++	...	>>	>>	>>	>>				
- 지방부도로 교통관리	-	-	-	++	...	>>	>>	>>	>>			
- 통합교통 관리	-	-	-	++	...	>>	>>	>>				
- 주행차량 자동인식	-	-	-	+						
- 주행차량 자동제중	-	-	-	++	...	>>	>>	>>				
2. 도로 교통정보												
- 교통정보 안내	-	-	-	-	++	++	+	>>	>>	>>
- 주행안내	-	-	-	-	++	++	++	>>	>>	>>
3. 대중교통/화물 정보												
- 대중교통 정보	-	-	-	-	++	++	++	>>	>>	>>
- 화물운송 정보	-	-	-	-	++	...	>>					
4. 차세대도로/차량제어												
- 차세대 도로	-	-	-	-	-	++	++	++	>>	>>
- 차세대 차량제어	-	-	-	-	+	+	+	>>	>>	>>
--- 기본계획 == 기본설계 +++ 상세설계 *** 시범운영 >>> 설치운영												

정보를 제공하여 주는 도로교통 정보체계는 2005년까지 설치 운영할 예정이며, 건설교통부, 정보통신부, 통상산업부가 참여하여 하부구조(infrastructure) 및 차량단말을 개발할 예정이다.

4. 항법기술

4.1 좌표계 정의

항법시스템에서 자기위치 및 자세를 계산하기 위해서는 기준이 되는 좌표계를 정의해야 한다. CNS에서 측위센서로 사용하는 GPS는 WGS-84(world geodetic system-84)를 기준좌표계로 하여 위치정보를 제공한다. WGS-84는 지구의 무게중심을 원점으로 하여 적도면을 X-Y평면으로 하고 Z축은 진북, X축은 자오선(meridian)을 향한다. WGS-84는 지구중심타원체(geocentric ellipsoid) 좌표계 (ϕ, λ, h) 나 ECEF(earth centered earth fixed) 직교좌표계 (x, y, z) 로 표시된다. 두 좌표계간의 관계는 그림 6과 같으며, 좌표계간의 변환식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= (N+h) \cos \phi \cos \lambda \\ y &= (N+h) \cos \phi \sin \lambda \\ z &= \left(\frac{b^2}{a^2}N+h\right) \sin \phi \end{aligned} \quad (1)$$

식에서

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 \phi + b^2 \sin^2 \phi}}$$

: radius of curvature in prime vertical

한편, 일반적으로 도로지도 데이터는 횡메르카토르(transverse Mercator, 이하 TM) 투영법에 의해 평면적으로 주어진다. TM 투영법은 지구타원체의 기준지점에 접하도록 횡으로 썬 원통에 타원체상의 데이터를 투영시킴으로써 3차

원 공간 데이터를 2차원 평면으로 변환시키는 방법이다. 일반적으로 투영법은 기준지점으로부터 멀어질수록 투영오차가 커지기 때문에 투영지역이 제한되며, 투영지역을 적절히 묘사하는 지역타원체를 이용함으로써 정확도를 높일 수 있다. 우리나라에서는 DMA(defense mapping agency)에서 제공하는 Bessel 타원체 등이 지역타원체로 널리 사용되고 있다. 이와 같이 2차원으로 매핑된 TM 좌표계 (x_T, y_T) 는 경·위도 좌표계 (ϕ, λ) 와 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\begin{aligned} x &= m_0 N \left\{ \lambda \cos \phi + \frac{\lambda^3 \cos^3 \phi}{6} (1+t^2+\eta^2) + \frac{\lambda^5 \cos^5 \phi}{120} (5-18t^2+t^4+14\eta^2-58t^2\eta^2) \right\} \\ y &= m_0 S(\phi) + m_0 N \sin \phi \left\{ \frac{\lambda^2 \cos \phi}{2} + \frac{\lambda^4 \cos^3 \phi}{24} (5-t^2+9\eta^2+4\eta^4) + \frac{\lambda^6 \cos^5 \phi}{720} (61-58t^2+t^4+270\eta^2-330t^2\eta^2) \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

식에서

m_0 : scale factor

$$N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \phi}}$$

$$t = \tan \phi$$

$$\eta^2 = \frac{e^2}{1-e^2} \cos^2 \phi$$

$$S(\phi) = a(1-e^2) \left\{ A\phi - \frac{1}{2} B \sin 2\phi + \frac{1}{4} C \sin 4\phi - \frac{1}{6} D \sin 6\phi \right\}$$

e : 타원체의 이심율(centricity)

a : 지구 장반경

WGS-84와 지역타원체 좌표계간의 데이터 변환은 7파라미터 변환 등의 방법으로 할 수 있다. 7 파라미터 변환은 두 좌표계의 원점간 거리($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$), 좌표축 방향 불일치(ϵ, ϕ, ω) 및 축척계수 차이(ΔS)를 계수로 하여 두 좌표계간의 변환관계를 구하는 방법이며, 이들 계수 중에서 값이

표 3. Bessel 타원체로부터 WGS-84로의 7 파라미터 변환 계수치.

고려된 계수 수	Bessel 타원체로부터 WGS-84로의 7 파라미터 변환계수						
	ΔX	ΔY	ΔZ	ϵ	ϕ	ω	$\Delta S(X10^6)$
7	-128	499	672	-0.139"	0.124"	-0.316"	-2.4798
6	-120	489	663	-0.139"	0.124"	-0.316"	-
4	-136	491	672	-	-	-	-2.4798
3	-128	481	664	-	-	-	-

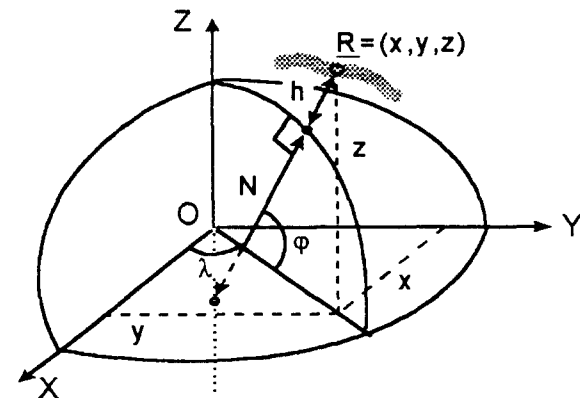


그림 6. 지구중심타원체 좌표계와 ECEF 직교좌표계간의 관계.

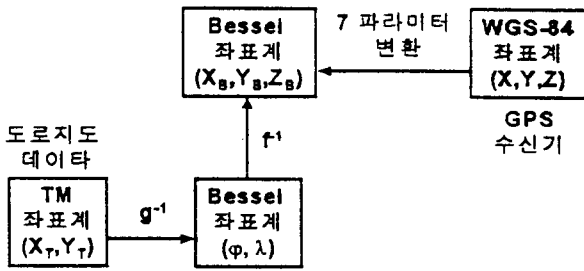


그림 7. Bessel 타원체의 경 위도 좌표계를 기준으로 하는 데이터 변환.

적은 항들을 무시하고 근사적으로 변환하기도 한다. 표 3은 계수의 선택 조합에 따른 Bessel 타원체로부터 WGS-84로의 7 파라미터 변환계수 값을 보인 것이다. 이와 같이 GPS 측정치와 도로지도 데이터의 좌표계는 서로 상관관계를 가지고 있으며, 어떤 하나의 기준좌표계의 값으로 통일시켜야 한다. 그림 7은 Bessel 타원체의 경 위도 좌표계를 기준으로 하여 데이터를 변환하는 과정을 나타낸 것이며, 그림에서 매핑 f^{-1} 와 g^{-1} 는 각각 (1)과 (2)의 역변환을 의미한다.

4.2 추측항법

추측항법 (dead-reckoning, 이하 DR)은 관성센서 등을 이용하여 외부의 도움 없이 자기위치 및 자세를 알아낼 수 있는 방법이다. CNS에서 사용하는 DR센서는 차속계 (speedometer), 주행거리계 (wheel sensor) 등 주행거리를 측정하기 위한 센서와 자자기센서, 자이로 (gyroscope), 차등 주행거리계, 조향 휠센서 (steering wheel sensor) 등의 회전각을 측정하기 위한 센서로 분류할 수 있으며, 이들을 적절히 조합하여 DR 시스템을 구성한다. OEM용 CNS는 차량 제작시 센서를 설치하기 때문에 센서조합을 자유롭게 선택할 수 있는데 반하여 애프터마켓용은 설치문제 때문에 일반적으로 차속계와 자이로의 조합을 이용하고 있다. 자이로는 진동식 (vibrating piezoelectric gyro), 광학식 (fiber optic gyro), 가스식 (gas rate gyro)으로 구분되며, 현재 가격과 성능을 고려하여 진동식 자이로가 널리 사용되고 있다.

자자기센서를 제외한 다른 DR센서들은 초기위치 및 자세에 대한 상대적인 값을 제공하며, 이들로부터 측정된 단위 시간당 주행거리 및 방위각 변화를 적분하여 DR의 해를 구할 수 있다. 즉, 그림 8에서 차량위치 $p(i) = (x(i), y(i))$ 를 알고 있다고 가정할 때 측정된 주행거리 $d(i)$ 와 방위각 변화 $a(i)$ 를 이용하여 다음과 같이 $p(i+1)$ 을 구할 수 있다.

초기위치 및 자세는 GPS나 자자기 센서를 이용하여 구하기도 하고 메모리에 저장되어 있는 최종 주행데이터를 이용하기도 한다. (3)과 같이 계산된 해는 일정거리마다 저장되는데 각종 DR센서의 오차로 인해 시간이 지날수록 위치오차가 증가한다. 주행거리계의 경우, 타이어 실반경의 변화,

$$x(i+1) = x(i) + \frac{d(i)}{a(i) - a(i-1)} \{ \sin a(i) - \sin a(i-1) \} \quad (3)$$

$$y(i+1) = y(i) + \frac{d(i)}{a(i) - a(i-1)} \{ \cos a(i) - \cos a(i-1) \}$$

미끄럼 등에 의해 오차가 발생하고 차속계는 이외에도 차등기어에 의한 오차를 추가로 포함한다. 자자기센서는 철도, 고가 등의 주변 대형구조물의 자계나 차량의 자화상태의 영향에 의하여 오차가 발생하며, 자이로는 온도변화 등에 의한 편류 (drift) 오차와 축척인자 (scale factor) 오차 등에 의해 오차가 발생한다. 이러한 센서오차 및 측정오차 등에 의해 DR의 위치 및 자세오차는 시간이 지남에 따라 발산하며, 이를 방지하기 위해서는 GPS나 영속도 보정 등을 이용하여 DR에서 계산된 위치, 자세 및 센서모델계수의 보정이 필요하다.

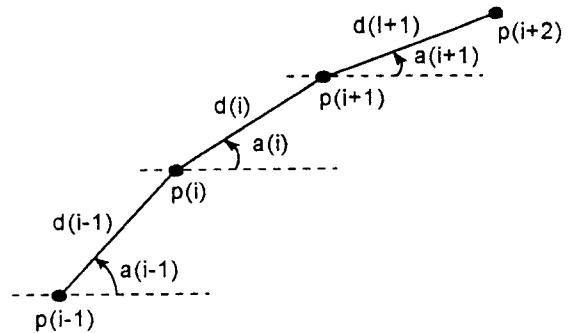


그림 8. 추측항법 시스템.

4.3 GPS 측위

Navstar GPS는 약 20,000Km 고도 상을 운행하는 24개의 항법위성들을 이용하여 전세계 어디서나 사용자의 위치 및 속도를 알아낼 수 있는 시스템이다. GPS측위는 일반적으로 그림 9와 같이 4개 이상의 위성을 관측할 수 있을 때 측위가 가능하다. 즉, 위성의 궤도정보로부터 이미 알고 있는 위성의 위치 $rk(i)$ 와 위성에서 발사된 전파가 수신기에 도달할 때까지의 시간지연을 이용하여 구한 의사거리 (pseudo-range) $d_k(i)$ 를 이용하여 사용자 위치 $\underline{R}(i)$ 를 다음과 같은 관계식으로부터 구할 수 있다.

$$\| \underline{r}_k(i) - \underline{R}(i) \| = d_k(i) + c \cdot t_b(i), \quad k=1, \dots, 4 \quad (4)$$

식에서 c 는 전파의 속도, $t_b(i)$ 는 위성시계에 대한 수신기 시계의 바이어스 (bias)를 나타내며, $t_b(i)$ 와 사용자 위치를 알기 위하여 4개 이상의 위성이 필요하다. 그러나 2~3개의 위성으로부터 전파가 수신되는 경우에도 수신기시계 바이어스나 고도를 고정시킴으로써 측위가 가능하며, 이러한 경우

에는 측위정확도가 저하된다.

GPS 신호는 PRN(pseudo-random noise) 코드로 스펙트럼 확산(spread spectrum)시킨 후 반송주파수에 실어 보내 지는데 민간용으로 사용되는 C/A(clear 혹은 coarse/access) code는 L1 주파수(1,575.42MHz)를 갖는다. GPS 신호로부터 의사거리를 구할 때 위성시계오차, ephemeris 오차, 대기층 지연(atmospheric delays), 다중경로(multipath) 등에 의해 약 30m 2dRMS의 수평오차가 발생하며, 미국 국방성에서 의도적으로 성능을 저하시키기 위하여 시행하는 SA(selective availability)하에서는 약 100m 2dRMS 수평오차와 150m 2 수직오차를 갖는다. 이러한 위치오차는 위치계산에 사용되는 위성들의 기하학적 구조에 따라 달라지며, DOP(dilution of precision)로 정의된다.

도로밀도가 높은 도시환경에서는 GPS의 측위오차가 자동차가 주행하고 있는 도로를 구별할 수 없을 정도로 큰 값이 될 수 있으며 고층빌딩, 가로수, 터널 등에 의해 전파수신이 불가능한 경우가 발생하여 지속적인 데이터를 구하기 어렵다. 이러한 경우, 이전 데이터를 단순히 외삽(extrapolation)하면 오차가 계속 증가하게 되고, 특히 주행방향이 변화할 때 대처하기 어렵다. 그러나 GPS는 일정오차내의 절대 위치를 제공할 수 있기 때문에 전파수신이 가능할 경우, DR의 오차발산을 제한시켜 주는 역할에 흔히 사용된다. 향후 지상 기준국을 이용하여 측위정확도를 10m이내로 줄일 수 있는 DGPS(differential GPS) 서비스가 시작되면 GPS의 활용범위는 더욱 확대될 것으로 예상하고 있다. 이 밖에도 두 개 이상의 안테나를 이용하여 자세를 결정하거나 러시아의 GLONASS와 연동하여 정확도를 높이는 방법이 활발히 개발중이다.

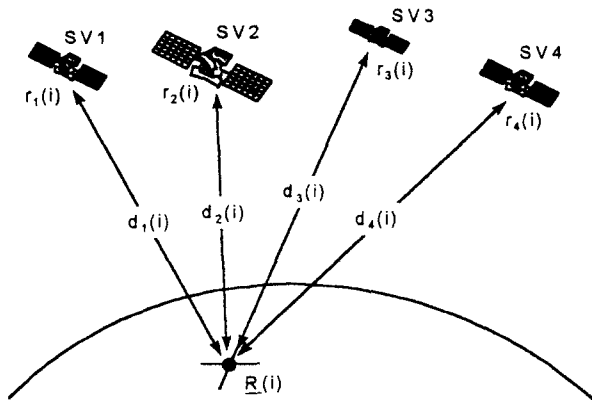


그림 9. GPS 측위의 원리.

4.4 지도매칭법 (map matching)

지도매칭법은 그림 10과 같이 DR, GPS 등으로부터 구한 차량궤적과 지도 데이터 중의 도로형상, 교차로 위치 등을 비교하여 차량의 위치를 보정하는 방법이다. 지도매칭은 그 계산방식에 따라 비확률적 방법과 확률적 방법으로 구분할

수 있다. 비확률적 방법은 매 시각의 차량위치 추정치를 이용하여 차량이 링크(도로)상에 있는지 여부를 판단하여 대처하는 방식으로 한번 잘못된 지도매칭이 일어나면 회복이 어려운 단점이 있으며, Boeing의 FLAIRS(fleet location and information reporting system)이나 GEC-Marconi의 LANDFALL(link and node database for automatic land vehicle location) 등이 이에 속한다. 확률적 방법은 차량이 위치할 수 있는 대상링크들을 차량 존재가능 범위 내에서 가정하고 차량 주행궤적과 링크 형상 및 노드 속성과의 관계를 이용하여 대상링크 중에서 가장 확실한 링크를 확률적으로 발견함으로써 잘못된 지도매칭의 확률을 줄일 수 있는 방법이다. 이에 속하는 것으로는 Etak의 Navigator, 쓰미토모전기의 PPM(parallel-processing map matching), Philips의 CARIN(car information and navigation system), 마쓰시다나 혼다의 지도매칭방법 등이 있다.

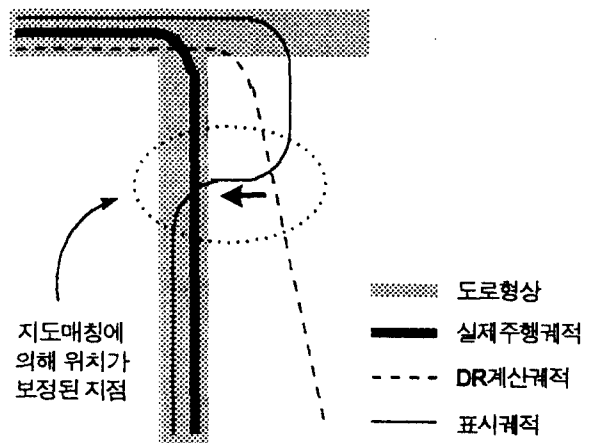


그림 10. 지도매칭의 원리.

지도매칭을 분류하는 다른 기준은 주행궤적과 비교하는 지도데이터의 종류이며, 이에 따라 노드기준 방법과 링크기준 방법으로 나눌 수 있다. 노드기준 매칭의 대표적인 예는 LANDFALL이며, 링크와 노드(교차로 및 링크상의 방향변화가 큰 지점)로 구성된 도로망을 이용한다. 차량위치가 특정 링크 상에 있는 경우, 링크길이 정보를 이용하여 차량이 주행함에 따라 다음 노드영역까지의 거리를 계산한다. 노드 영역에 도착하면 검출된 회전각으로부터 다음 주행링크를 찾고 다시 링크길이를 읽어들이고 DR센서의 오차를 보정한다. 만약 링크 상을 주행 중에 추정방위각이 링크각과 크게 다르거나 노드영역이 아닌 지점에서 회전이 검출되면 비도로 환경으로 간주하고 DR만을 이용하여 위치를 계산한다.

노드기준 매칭에 대응되는 링크기준 매칭의 대표적인 예는 Etak의 Navigator이다. DR센서의 오차특성 및 마지막 보정이후의 주행시간을 이용하여 차량이 존재할 확률이 일정이상인 한계선 CEP(contour of equal probability)을 정

의한다. CEP는 센서오차 때문에 주행에 따라 확대되며, CEP내의 링크를 조사하여 후보링크로 등록한다. 후보링크와 주행계획의 방향성, 근접성, 이전 갠신링크와의 접속성, 커브형상 유사성 등을 비교하기 위하여 정의한 연관성 평가함수(correlation test function)를 이용하여 각 후보링크의 연관도를 계산한다. 만약 후보링크들의 연관도에 큰 차이가 없을 경우, 판단을 다음으로 미루며, 특정 후보링크가 다른 링크들보다 월등히 연관도가 높은 경우에는 그 후보링크를 차량주행 링크로 판단하고 DR의 추정위치를 보정한다.

최근의 CNS 제품들은 혼합항법, 즉 지도매칭을 채택하는 추세이며, 각각의 회사마다 독특한 방법을 개발하여 사용하고 있다. 지도매칭 알고리즘을 개발할 때 가장 먼저 고려하여야 할 사항은 사용할 도로지도 데이터의 종류, 범위 및 분포 등이다. 즉, 노드, 링크, 혹은 노드와 링크 등 지도매칭의 기준으로 사용할 대상을 선정하고 지도매칭의 판단기준(근접성, 방향성, 연결성, 궤적형상 등) 및 절차를 결정한다. 이때, 지도매칭에 사용되는 도로지도 데이터가 차량통행이 가능한 모든 링크를 포함하는가 아니면 일정 차선수 이상의 링크만 포함하는가에 따라 알고리즘의 정확도 선정기준인 도로밀도(단위 면적당의 교차로수) 및 매칭기법(비도로 환경 고려여부 등)이 결정된다. 한편 개발된 알고리즘의 성능은 위치오차의 분포 및 오판율(miss-matching rate)에 의하여 평가할 수 있으며, 오판율은 일정거리의 주행 중에 발생하는 오판의 평균빈도수로 표시된다.

4.5 비이콘항법

비이콘 항법은 노변이나 도로 위쪽의 시설물에 설치된 비이콘 망을 이용하여 차량의 위치를 구하는 방법으로서 약 5m이내의 높은 정확도를 가지는 것으로 알려져 있으며, 다른 항법기술에 의한 발생한 오차를 보정하는데 사용된다. 비이콘은 위치를 제공하는 기능 외에 차량의 속도, 통행량, 차종 및 차량확인 등을 파악하는데 사용하기도 하고 교통정보나 안내정보를 무선통신으로 차량에 전달하기도 한다. 비이콘은 초단파, 적외선 등을 전송매체로 이용하며, 아직 국내에는 설치되지 않았으나 외국의 경우 ITS 프로그램 내에서 시범적으로 설치하여 각종 실험을 진행중이다. 이와 같은 비이콘 망을 구축하기 위해서는 막대한 비용이 필요하지만 교통문제의 해결 및 운전환경의 자동화라는 커다란 목표를 위하여 현재 세계 각국에서 진행하는 ITS 프로그램에 따라 수년 후에는 망이 갖추어 질 것으로 예상하고 있다.

4.6 혼합항법

혼합항법은 2가지 이상의 항법기술을 함께 사용함으로써 항법의 정확도 및 신뢰도를 향상시키는 방법이다. 현재 널리 사용되는 혼합항법은 그림 11과 같이 DR, 지도매칭, 그리고 GPS 세 가지를 이용하는 방법이며, 향후 비이콘 망의

구조가 완비되면 비이콘 항법이 추가로 사용될 수 있을 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 혼합항법은 각종 항법기술의 추정치를 이용하여 차량위치 및 자세를 보정하기도 하고 다른 항법기술의 추정치를 이용하여 DR 센서계수의 오차를 제거하기도 하며, 다른 항법기술에서의 초기위치 및 자세를 제공하는 등 서로의 단점을 보완하여 오차가 작고 신뢰도가 높은 최종 차량위치 및 자세 등을 제공한다. 즉 GPS와 DR을 집적하여 DR센서 오차를 보정하고 DR/GPS에서 계산된 차량위치, 회전각 추정치나 주행 궤적은 지도매칭에 이용된다. 또한 GPS 측정치를 이용하여 지도매칭의 범위를 제한하거나 잘못된 지도매칭을 교정할 수 있으며, DR의 위치 및 주행방향 초기치를 구할 수 있다. 한편 DR 센서 중에서 자이로의 보정은 차량이 정지하였을 때에도 가능하며, 이를 영속도 보정이라 한다.

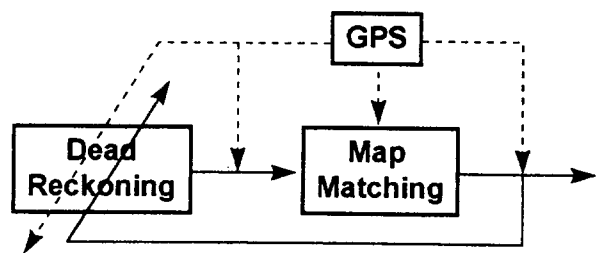


그림 11. 혼합항법의 구성 예.

혼합항법에서 최종적으로 제공되는 위치 및 자세는 지도매칭으로 보정된 DR의 추정치와 GPS의 추정치를 이용하여 계산하며, 두 값의 가중합(weighted sum)이나 승자승(winner-takes-all) 원칙에 의하여 최종치를 구할 수 있다. 이들 방법 중에서 차량이 도로상을 주행할 때 표시되는 차량위치가 가능한 한 도로 위에 위치하도록 한다는 입장에서 볼 때에는 승자승 원칙이 유리하다. 이때 어떤 값을 최종치로 선택할 것인가 하는 것은 각 항법기술에서 위치를 계산할 때 오차의 상태를 나타내는 각종 계수들을 이용하여 판단기준을 설정한다. GPS의 경우에는 가시위성수(number of visible satellite), DOP 등을 이용하여 판단기준을 설정하고 지도매칭에서는 여러 개의 후보링크에 대한 추정위치, 매칭 연관도, 평가함수, 후보 링크수 등을 이용한다. 혼합항법은 각 항법기술들이 다른 항법기술들과 서로 데이터를 주고받는 구조 및 방법과 사용하는 데이터 종류 등에 있어서 다양한 구성을 가질 수 있으며, 이에 따라 성능에 많은 영향을 받기 때문에 다양한 구조 및 방법론에 대한 실험 및 분석이 요구된다.

5. 결론 및 향후 발전방향

CNS는 향후 자동차의 지능화에 중요한 요소로서 지속적

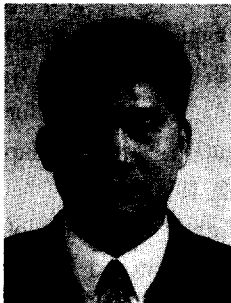
인 발전이 예상된다. 현재 시스템의 고정도화, 고기능화, 소형화, 고속화를 위한 연구가 계속 진행되고 있으며, 자동차에서의 영상, 음성, 데이터 등의 정보단말로서 멀티미디어화가 진행되고 있다. 향후에는 동적 경로안내, 여행자 정보 시스템, 차량 군 관리/제어 시스템과 같은 각종 ITS 관련 기능과 연계하여 운전자에게 유익한 각종 정보를 제공하는 지능 수송 시스템의 정보단말로 발전할 것으로 기대하고 있다. 또한 이와 병행하여 차세대 자동차의 지능화/무인화를 위한 핵심 시스템으로서 지속적이고 활발한 연구가 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] I. Catling, *Advanced Technology for Road Transport : IVHS and ATT*, Artech House, 1994.
- [2] D. Wells, *Guide to GPS Positioning*, Canadian GPS Associates, 1987.
- [3] A. Leick, *GPS Satellite Surveying*, John Wiley & Sons, 1990.
- [4] 電子ナビゲ-ションシステムの 設計技術とその展開・例, 應用技術出版, 1988.
- [5] 三藤邦彦외, “自動車の自立型航法装置の開発,” 일본 전자정보통신학회, SANE87-47, pp.63-70, 1987
- [6] 三藤邦彦외, “經路誘導装置の開発,” 關東電氣技報, 第2號, pp.618-622, 1991. 6.
- [7] 三藤邦彦, 카-ナビ게-ション시스템, IATSS Review, Vol.17, No.2, pp87-94, June 1991
- [8] 野村高司외, “自動車用ナビ게-ション시스템의動向,” J. IEE Japan, pp.249-256, 1992
- [9] 田中二郎외, “マップマッチングを用いたナビ게-ション시스템,” 주우전기, pp.7-11, March 1990
- [10] 青木良仁외, “ナビ게-ション시스템(Navigation System),” 矢崎 기술리포트, pp.126-133, 1987
- [11] F. Iwaki, M. Kakihara, M. Sasaki, “Recognition of Vehicle’s Location for Navigation,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp. 131-138, 1989
- [12] S. Kamijo, K. Okumura, A. Kitamura, “Digital Road Map Data Base for Vehicle Navigation and Road Information Systems,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.319-323, 1989
- [13] F. Morisue and K. Ikeda, “Evaluation of Map-Matching Technique,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.23-28, 1989
- [14] H. Ohnishi, I. Ogawa, F. Morisue, “Map Database Generation System for In-Vehicle Navigation System,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp. 607-612, 1994
- [15] M. Shibata, Y. Fujita, “Current Status and Future Plans for Digital Map Databases in Japan,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.29-33, 1993
- [16] M. Tanaka, “Car Navigation Systems Aimed at Solving Traffic Tangle,” Nikkei Electronics Asia, pp42-47, March 1995
- [17] H. Tsuji, H. Maeda, A. Shibata, F. Morisue, “Evaluation of Location System Combining a GPS Receiver with Inertial Sensor,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.645-649, 1991
- [18] R.A. Cass, “Building Navigable Database for the Real World,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.585-589, 1992
- [19] C.W. Collier, R.J. Weiland, “Smart cars, smart highways,” IEEE Spectrum, pp.27-33, Apr. 1994
- [20] W.D. DeBardelaben, “An Algorithm for Controlling a Vehicular Navigation System’s Map Display,” SAE900472, pp. 51-62, 1990
- [21] Z. Deretsky, U. Rondy, “Automatic Conflation of Digital Maps : How to Handle Unmatched Data,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.A27-A29, 1993
- [22] M.R. Foster, “Vehicle Location for Route Guidance,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.11- 16, 1989
- [23] R.L. French, Map “Matching Origins, Approaches and Applications,” Proc. Int’l Symp. Land Vehicle Navigation, pp93-116, 1989
- [24] C.W. Goodwin, J.W. Lau, “Vehicle Navigation and Map Quality,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.17-20, 1993
- [25] J. Guzolek, E. Koch, “Real-Time Route Planning in Road Networks,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.165-169, 1989
- [26] R.K. Jurgen “Smart cars and highways go global,” IEEE Spectrum, pp.26-36, May 1991
- [27] W. Kao, “Integration of GPS and Dead-Reckoning Navigation Systems,” Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.635-643, 1991
- [28] M.K. Krage, “The TravTek Driver Information

- Systems," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.739-748, 1991
- [29] P.G. Mattos, "Integrated GPS and Dead Reckoning for Low-cost Vehicle Navigation and Tracking," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.137-144, 1994,
- [30] D.S. Neculescu, J.Z. Sasiadek, B. Kim, D.N. Green, "Fusion of Inertial and Kinematic Navigation Systems for Autonomous Vehicles," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.462-465, 1993
- [31] M. Ness, M. Herbert, "A Prototype Low Cost In-Vehicle Navigation System," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.56-59, 1993
- [32] A. Stevens, D.K. Martell, "Development and Evaluation of the Trafficmaster Driver Information System," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.251-258, 1993
- [33] L.E. Sweeney, W.B. Zavoli, "Comparative Performance of Various Automotive Navigation Technologies," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.437-440, 1993
- [34] C. Vitek, "GPS/Dead Reckoning for Vehicle Tracking in the Urban Canyon Environment," Proc. Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.A34-A40, 1993

저 자 소 개



성 태 경

1984.2 서울대학교 제어계측과 졸업

1986.2 서울대학교 대학원 제어계측과 석사학위

1992.8 서울대학교 대학원 제어계측과 박사학위

1993~1995 고등기술연구원 재직

1996~현재 삼성전자 산업전자 사업부 재직중

관심분야: 적응 추정론, 레이다 시스템, 차량 항법 시스템, GPS 응용, ITS 및 지능자동차 분야
(130-090) 서울시 강남구 삼성동 144-17 삼화B/D

TEL. 02) 3469-2758 / FAX. 02) 3469-2989