

차량 탑재용 항법 장치의 기술 동향

이수영, 김병우

자동차부품연구원

1. 개 요

차량 항법이란 현재 주행중이거나 정지한 차량의 위치를 파악하고 주행방향과 속도를 알아 내는 방법이다. 차량 항법 장치의 목표는 차량 항법 기술을 이용하여 운전자에게 보다 안전하고 쾌적하게 주행할 수 있도록 주행 안내와 운전 편의성을 제공하는 것이다. 특히 최근에는 차량수가 급격히 늘어남에 따라서 교통정체나 운전사고, 배기가스에 의한 대기오염등의 문제가 함께 증가하고 있다. 차량 항법 장치를 통하여 운전자가 주행 정보를 제공받게 되면 도로에 대한 차량의 집중은 줄어들고 원활한 교통흐름을 실현할 수 있다. 따라서 운전자는 운전애 따른 불안감과 피로가 줄어들어 결국 운전사고를 예방할 수 있다. 또한 교통이 원활하게 되면 에너지의 활용효율이 높아지게 되고 배기가스에 따른 환경오염도 감소하게 된다. 많은 차량 및 교통 전문가들은 자동차 항법 기술을 지능화된 도로체계에 함께 운영할 경우 환경, 안전, 공해, 에너지 그리고 교통에 이르기까지 차량과 관련된 많은 기술적인 문제들을 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

현재 이러한 차량 항법 장치는 최근 급속하게 발달한 전자기술을 활용하여 단순한 차량의 자유이동 기능에서 운전자에게 안전성, 효율성, 편의성, 가격등을 보장할 뿐만 아니라 운전자에게 경로를 안내하거나 교통 정보를 제공하는 정보 제공 장치로 도약하고 있다.

그러나 앞으로 이같은 단순 정보 전달 기능을 초월하여 보다 효율적이고 안전한 운행이 가능한 지능적인 기능을 수행케 될 것이다. 즉, 도로상의 센서와 같은 교통 정보 수집 체계와 통신체계등을 활용하여 실시간 교통 상황 정보를 제공하여 쾌적한 주행환경 및 차량 제어 시스템과 연계하여

안전주행에 기여할 수 있다.

2. 차량 항법 장치의 국, 내외 현황

일본을 중심으로 하는 선진국들은 경로 안내, 도로 교통 정보 제공이 가능한 차량 항법 장치 기술을 실용화하여 차량에 장착하고 있다. 특히 일본은 차량용의 저가의 보급형 항법 장치를 개발하여 보급하고 있으며, 최근에는 GPS와 자이로 센서를 동시에 사용하여 위치 정밀도가 높고 경로안내가 가능한 독립 항법 장치를 시판하고 있다. 이와 달리 유럽과 미국은 일본과 같은 개별 항법 장치보다는 사회 기반 시설과 연관되는 중앙 안내형 장치를 적용하였기에 차량 항법 장치가 이제 겨우 실용화를 앞두고 있는 실정이다. 이같은 상황은 유럽과 미국의 기술의 낙후보다는 장치의 가격, 기기 조작의 어려움, 사회적 기반 시설의 부족등에 의해서 그 수요자들이 아직 필요성을 느끼지 못했기 때문이다.

2.1 국내 현황

현재 국내에서 개발되고 있는 차량 항법 장치는 대부분 독립 항법형이다. 1990년대에 들어서 자동차부품연구원을 중심으로 자동차 완성차 업체, 전자 업계에서 차량 항법 장치를 개발하고 있다. 그러나 국내의 차량 항법 장치는 위치 검출만이 가능한 시스템으로서 이와 연관되는 항법용 수신기 개발 또는 각종 센서 개발은 외국 기술에 의존하고 있는 실정이다.

국내의 자동차 업계에서는 차량용 항법 장치를 개발하여 1995년 5월 서울 모터쇼등에 출품하였으나 위치검출용으로 사용되는 제2세대에 머무르고 있다. 이는 전국 도로망에 관한 구조화된 데이터 베이스가 없을 뿐만 아니라 관련 시스

템 소프트웨어를 개발하지 못했기 때문이다. 따라서 G7과 제로서 수행중인 “차량항법 장치 시스템 제작기술”이 완료 되면 국내 자동차 업계도 1997년에는 경로안내가 가능한 차량 항법 장치를 출시할 수 있을 것이다.

지도 데이터 베이스 관련 기술은 주로 지리 측량 또는 교통 관련 전문가들이 참여하고 있으며 중소기업에서 데이터 베이스 구축을 실시하고 있다. 항법에 필요한 원시 데이터는 국립지리원에 의존하고 있는데 1995년 부터 전국에 걸친 지도 데이터 베이스를 구축할 예정이다. 또한 각종 지리 정보를 통합하기 위한 GIS 표준화 사업도 진행중에 있다. 그러나 이러한 데이터 베이스는 차량 항법용의 속성 데이터를 포함하고 있지 않고 구조화되지 않았기 때문에 항법용으로 직접 활용하기가 힘들다.

일부 중소기업에서 GPS를 이용한 차량 위치 추적 시스템을 개발하고 있는데 지도 데이터 베이스의 정확도가 낮더라도 적절한 데이터 베이스를 갖고 있다면 물류운송등에 유용하게 활용할 수 있다. 학계나 연구소에서는 지도일치(Map Matching), 경로안내와 같이 차량 항법 장치에 필요한 소프트웨어를 개발하거나 데이터 베이스 운영 기술, GPS 활용 기술을 연구하고 있다.

2.2 국외 현황

차량 항법 장치의 실용화를 가장 먼저 이룩한 나라는 일본으로서 현재는 첨단교통체계(ITS)의 ATIS 체계의 응용 시스템으로서 활용코자 하고 있다. 이와는 달리 도로 교통이 잘 발달된 미국, 유럽에서는 ITS에 적용하는 교통정보표시장치에 역점을 두고 있다. 따라서 이들 지역은 차량 항법 장치의 기술은 시제품 제작 수준으로 제품의 실용화는 2010년 경에 가능할 것이라 예상된다.

이와 관련된 데이터 베이스는 그 나라의 국가 지도에 의존하기 때문에 나라 마다의 독특한 형식을 취하고 있다. 미국에서는 ETAK, NavTech등 각 민간 기업등이 차량 항법에 필요한 데이터 베이스 표준형식을 규정하고 있으며 이와 반대로 일본은 JDRMA(Japan Digital Road Map Association)의 수치 지도 형식을 바탕으로 민간 기업이 제정한 Naviken, CD-CRAFT 형식등을 차량 항법 장치의 형식으로 삼고 있다.

3. 차량 항법 장치 기술

3.1 차량 위치의 검출

차량 항법 기술은 차량의 현재 위치를 측정하여 이를 운전자에게 전달하는 기술이다. 외부의 도움을 받지 않고 차량내에 장착된 센서만을 이용하여 추측 항법(Dead Reckoning)이나 인공위성에서 나오는 신호를 이용한 위성 수신(GPS) 항법 기술을 이용하여 차량의 현재 위치 측정을 행

하나 최근에는 두가지 항법 기술의 단점을 보완한 방법을 사용하고 있다.

(가) 위치 검출 방식

목적지까지의 추정경로를 계산하여 분기점에서의 유도를 시행하기 위해서는 먼저 도로망상의 차량위치를 검출하는 것이 대 전제조건이라 할 수 있다. 차량위치를 검출하는 방식에는 여러가지가 있다. 현재 적용되고 있는 차량 항법 장치의 형태를 분류하면 (1) 위성(GPS) 항법식, (2) 추측(자립) 항법식 (3) 하이브리드(추측+위성) 항법식으로 분류할 수 있다.

위성 항법식은 전자지도와 GPS를 사용해서 인공위성으로부터 송신되는 전파로부터 현재 위치를 추정하는 시스템이다. GPS는 미국 국방성이 구축한 인공위성 측위 시스템으로서 일부의 기능을 민간에 무상으로 개방하고 있다. 고도 20,000Km에 위치하고 있는 24개의 GPS 위성중에서 4개의 위성을 동시에 계측하여 각 위성과의 거리를 3각 측량법으로 3차원 측위를 실시한다.

GPS 위성은 위성의 정확한 위치와 전파발사 시간 정보를 50bps로 1.5742GHz 반송파로 보내고 스펙트럼 확산시켜 발신한다. GPS 위성에서의 송신전력은 700W이지만 수신부에서는 -120dBm 정도의 신호이다.

GPS 위성에서 전송되는 전파의 속도는 빛의 속도와 동일하기 때문에 위성과 GPS 수신기와의 거리는 전파가 방사되어 수신기에 도달할 때까지의 시간을 알면 구할 수 있다. 이 시간을 계측하기 위하여 위성에는 세슘 원자 시계를 갖추고 있으나 차량의 수신기는 이동성이나 가격면에서 문제가 되기 때문에 크리스탈 시계를 이용한다. 따라서 계측 시간의 오차가 발생되어 거리 계측의 오차가 발생되게 된다.

$$R_p = R_a + c\Delta T = c(T_r - T_t)$$

여기서 R_p : 계측한 가거리(Pseudorange)

R_a : 실제 거리

c : 광속도

T_r : 신호 수신 시간

T_t : 신호 발신 시간

ΔT : 수신기 시계의 편차

이 방식은 거리센서등이 필요치 않고 부착하기 용이하며 위치누적이 없는 장점이 있으나 빌딩과 터널내에서는 차량 위치를 파악할 수 없는 단점이 있다.

추측항법식은 먼저 차량의 초기 위치를 설정한후 이를 차량에 설치된 차륜센서, 지자기 센서, 자이로 센서만으로 차량의 이동 거리와 방향을 검출하여 주행 궤적을 계산하고 현재 위치를 추정하는 방법이다. 그림 2는 추측 항법의 원리를 나타내고 있다.

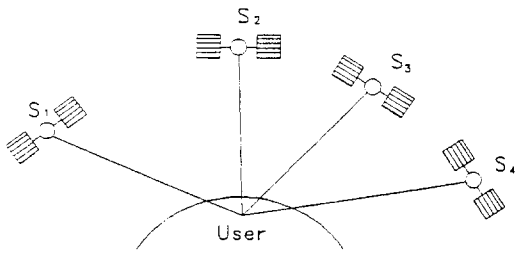


그림 1. 위성 항법식의 개념도.

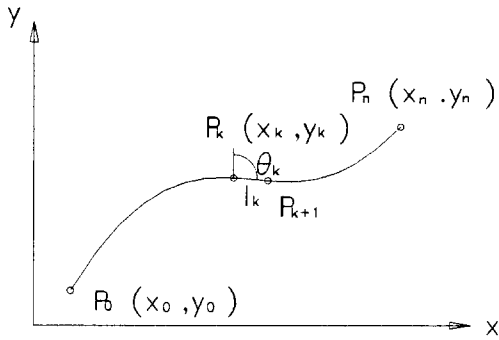


그림 2. 추측 항법의 원리.

출발점 $P_0(x_0, y_0)$ 을 출발한 후 현재 임의의 점 $P_n(x_n, y_n)$ 에 도달했다고 가정하면 현재점 P_n 의 위치는 방위 센서와 주행 거리 센서에 의해 얻어진 각 점 $P_k(x_k, y_k)$ 의 방위 θ_k 와 주행 거리 l_k 를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$x_n = x_0 + \sum_{k=0}^{n-1} l_k \sin \theta_k$$

$$y_n = y_0 + \sum_{k=0}^{n-1} l_k \cos \theta_k$$

위의 식에서 알 수 있듯이 이 방법은 각 측정점에서 위치 변화 값을 측정하고 이를 합산하여 현재 위치를 계산한다. 또한 차량 항법에 사용되는 센서의 측정 오차(0.1-1%)가 존재하기 때문에 차량이 진행됨에 따라서 오차가 점점 커진다.

이를 해결하기 위하여 센서의 정밀도를 높이거나 지도 데이터와 비교하여 가장 근접된 곳에 위치하는 도로에 차량의 위치를 결정한다. 이 방법은 광범위한 지역의 정밀한 지도와 데이터 베이스 구조에 따라 적절한 지도일치 알고리즘이 필요하다.

위에서 알 수 있듯이 추측항법은 오차의 누적으로 인하여 위치추적이 어려우며 위성항법은 위성신호 수신에 어려운 지역에서는 사용할 수 없다는 문제점을 내포하고 있다. 하이브리드 방식은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 두가지 방법의 장점을 혼용한 방식이다.

위의 3가지 방식의 계측 오차를 비교하기 위하여 그림 3

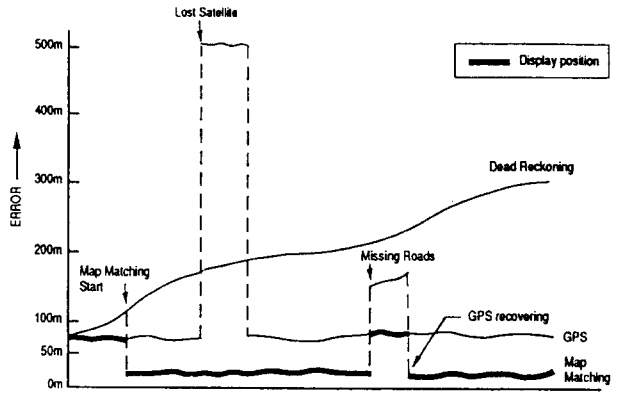


그림 3. 항법 장치 기술의 측정 오차 비교.

에 각 방식의 측정값을 비교해 보았다. 추측 항법은 차량 주행과 함께 오차가 증가하고 GPS 위성 항법은 70m 정도의 항상 일정한 오차를 갖고 있으며 주행도중 위성을 상실하게 되면 위성 항법의 오차가 매우 커짐을 알 수 있다. 절대 위치 보상을 위하여 GPS를 채용하고 추측 항법과 맵 매칭을 동시에 사용하는 경우에는 위치 측정 오차가 20m 내외의 작은 값을 나타내고 있다.

(나) 위치검출 장치

위치검출 장치의 구성을 그림 4에 나타냈다. 지자기 센서와 차륜속도 센서는 마이크로 프로세서를 중심으로 구성된 처리장치에 접속되어 있다. 도로 네트워크 메모리는 한정된 영역인 경우 반도체 메모리(EPROM), 광역인 경우를 대상

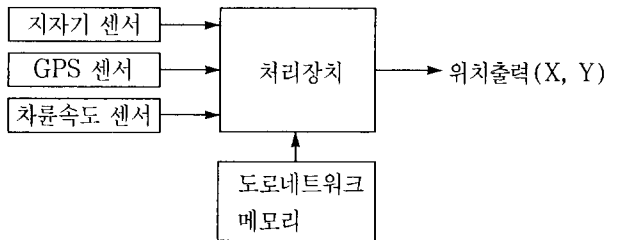


그림 4. 위치검출 장치의 구성.

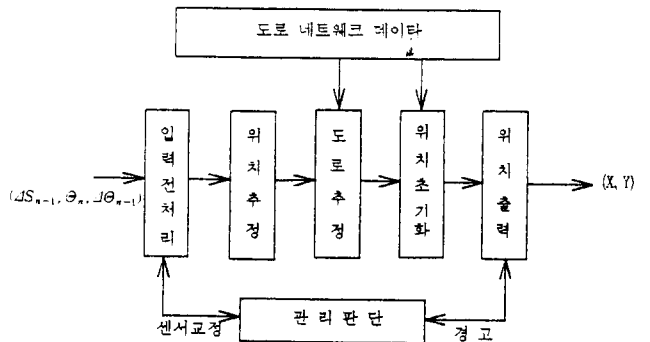


그림 5. 처리 흐름도.

으로 하는 경우는 RAM을 이용하여 CD-ROM등 외부의 대용량 저장매체와 같이 사용한다.

검출된 위치의 출력은 처리장치에 시리얼 포트에 접속되어 정보가 처리된다. 처리장치의 흐름도는 그림 5와 같다.

지자기 센서에서는 절대방위(θ_n)를, 차륜속도 센서에서는 좌우륜의 회전차에서 방위변화($\Delta\theta_{n-1}$), 또는 좌우륜의 평균 회전수에서 주행거리(ΔS_{n-1})를 각각 구한다.

처리장치에서는 우선 센서에서 발생된 입력신호의 필터링과 상호 비교처리에 의하여 단위 시간에 진행한 추정거리와 추정방위를 구하고 추측항법에 의한 추정위치를 계산한다. 다음에 도로 네트워크 데이터를 이용한 맵-매칭(Map-Matching) 처리에 의한 존재 도로의 추정과 위치 초기화를 행하여 최종 판단된 위치 데이터를 출력한다.

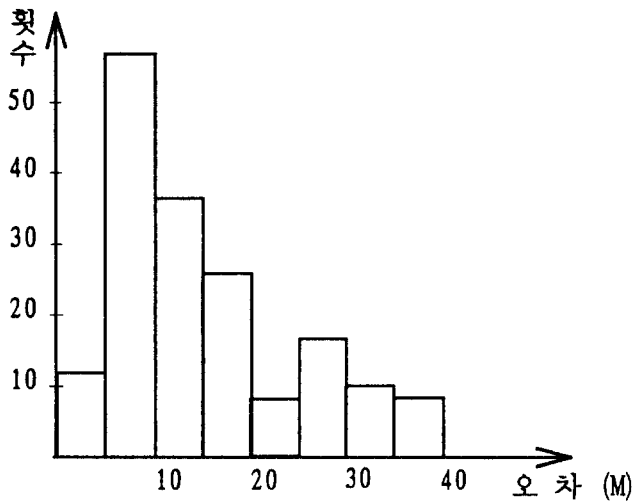


그림 6. 위치검출 오차의 분포 예

예를들어 이 위치검출 장치를 탑재하여 주행할 때의 위치 검출 오차는 그림6에 나타낸 것과 같은 분포를 나타내고 있다. 오차량은 위치검출 장치의 출력 좌표값과 예정된 도로상의 좌표값과의 차를 구한 것으로 평균적으로 15m, 최대 50m 이하가 된다.

3.2 차량 항법 장치

하이브리드 항법의 위치검출 장치를 이용한 차량 항법 장치의 구성은 그림 7에 나타냈다. 중앙처리부는 마이크로 프로세서, 도형(圖形)처리 프로세서, 화상 메모리등으로 구성되어 있고 표시장치와 맨-머신(Man-Machine) 제어, CD-ROM 데이터 관독 제어, 통신제어등을 행한다. CD-ROM은 도로 네트워크 데이터의 저장매체로 사용되며 위치검출 장치로부터 위치 데이터를 검색작업하여 데이터를 컨트롤러에 전송한다. 통신장치는 교통량 정보등의 수신장치지만 쌍방향 통신이 가능한 것을 이용하면 컨트롤러를 통신단말로서 이용할 수도 있다.

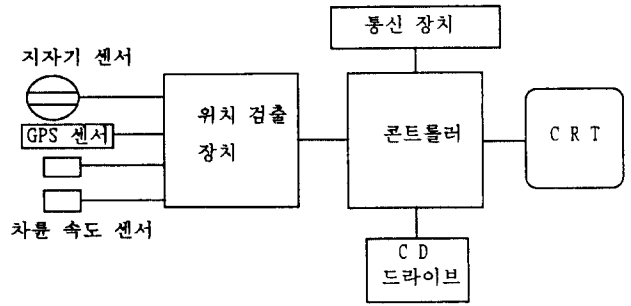


그림 7. 차량 항법 장치의 구성.

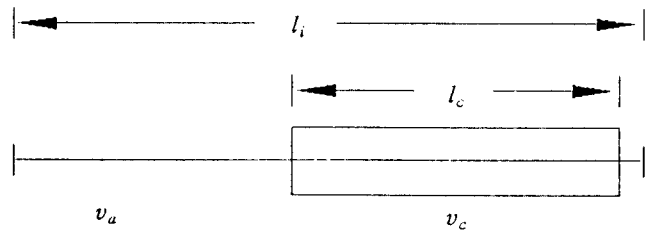
이 차량 항법 장치의 기능은 다음과 같다.

- (1) 지도의 검색
- (2) 차량의 위치와 방위의 표시
- (3) 목적지의 설정
- (4) 목적지로의 방위와 직선 거리의 표시
- (5) 교통정보의 표시

3.3 경로 유도 장치

(가) 경로탐사

지도상에 현재 위치와 목적지, 도중의 교통정보를 표시하더라도 어느 경로를 선택해야 할가에 관한 판단은 용이하지 않다. 여기서 최단 시간 경로를 자동탐사하여 추정경로로서 표시할 수 있다. 경로탐사를 행하는 데에는 먼저 차량위치와 목적지를 지도상의 위치로서 인식하여 이 두 링크 사이를 잇는 최단 시간 경로를 탐사한다. 각 링크는 평균 소요시간 데이터를 얻는데 필요하지만 지체정보가 지체구간(l_c)과 속도(V_c)로서 주어진 경우에는 링크(l_i)의 평균 속도(V_a)의 데이터도 필요하게 된다.



$$t_i = \frac{l_i - l_c}{v_a} + \frac{l_c}{v_c}$$

그림 8. 지연정보에 의한 소요시간 수정.

예를들어 그림8에 표시된 것과 같이 평균 속도(V_a)의 링크(l_i)에 지연도(V_c)의 지연이 구간길이 l_c 에 걸쳐서 발생된 시각의 링크(l_i)의 소요시간은 (t_i)로서 주어진다. 이 방법을 이용하여 20Km 사방내의 목적지 까지의 경로탐사를 행하는데 걸리는 시간은 3-7초가 소요된다.

(나) 경로 유도

교통정보도 고려한 최적 경로에 대한 최단 시간 경로를 표시함으로써 운전자에게 경로선택의 정보를 제공할 수 있지만 주행하면서 육안으로 명확히 확인 하는 것은 무리이다. 그러므로 경로 유도 장치에서는 분기점 직전에 근접했을 때 8방위의 표시와 교차점 형상, 확대된 교차점 도면상에서 분기방향을 표시하는 방법이 적용되는데 아래와 같은 문제가 제기된다.

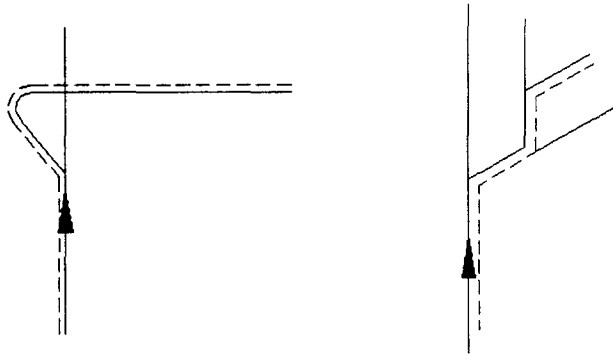


그림 9. 교차점 지도에 의한 경로유도.

- (1) 고정된 분기로 형상에서는 실제의 교차점 형상을 읽을 수 없고 부자연스럽다.
- (2) 복잡한 교차점과 분기로가 연속된 복합 교차점의 경우는 분기의 사양을 표현할 수 없다.
- (3) 각각의 교차점 도면을 표시하여 분기 방향을 표시하면 이해하기 쉽지만 특별히 많은 교차점 도면을 입력하는 것은 메모리 용량이나 경제성 면에서 현실적이지 못하다.

따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 다음과 같은 경로 유도 장치가 필요하다.

- (1) 복잡한 분기점에서 분기방향 표현이 가능해야 한다.
- (2) 특별한 데이터와 대용량 데이터를 필요로 하지 말아야 한다.
- (3) 주행중에도 인식이 용이해야 한다.

이와 같은 필요조건을 만족하기 위한 한가지 방법으로서

방위회전 모드의 교차점 부분만을 해당 교차점에 근접했을 때 확대 표시하는 것이 있다. 이 교차점 지도 확대 표시 방법은 더욱 교차점 형상을 정확히 표현한 도로 네트워크 데이터를 이용하기 때문에 교차점 형상을 파악하기 쉽고 복잡한 경로 안내도 가능하다.

4. 결 론

우리나라와 같이 도로 교통이 열악한 환경하에서 차량 항법 장치 개발은 긴요한 상황이라 할 수 있다. 일본을 비롯한 선진국에 비하여 차량 항법 장치의 개발이 뒤늦었다라고 선진국의 개발 경험을 심분 활용한다면 전화위복의 기회로 활용할 수 있을 것이다. 따라서 현재의 차량 항법 장치의 기능이 단지 위치 검출 기능만이 아닌 경로안내 기능을 수행토록 하기 위해서는 관련 하드웨어 및 소프트웨어의 개발이 필요한 실정이다. 또한 항법용 지도 데이터 베이스가 ITS에서 사용되는 교통 지도 데이터 베이스와의 연관성이 있도록 하기 위하여 차량 항법 장치는 위치 검출과 경로안내 기능외에 정보통신의 기능을 수행할 수 있는 형식의 통일이 필요하다.

참 고 문 헌

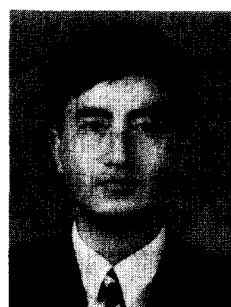
- [1] Y. Matsuda, Y. Fujita and Y. Kobayashi Man-Machine Interface and the Control Software for Automobile Navigation System, Paper 910060 Presented at SAE, 1991.
- [2] H. Ikeda, Y.Kobayashi, S. Kayamura and H. Nobuta Sumitomo Electric Navigation Systems for Private Automobiles, Presented at VNIS 91, Dearborn, October 1991.
- [3] French, R.L, Automobile Navigation in the Past, Present and Future, Proceedings AUTO-CARTO 8, BALTIMORE, pp. 542-551, 1987.
- [4] 油本, 車の情報化Navigation, ISICIE 89.
- [5] 小林他, Navigation Systemと車載情報Media, 自動車技術 vol.43,no.2, 1989.

저 자 소 개



이 수 영

1952년생 자동차부품연구원 전장개발부 부장, 전자공학 및 전자계산공학을 전공하였으며 Fault-Tolerant Computing, Design and Testing, Testable Design, Testable Synthesis, Computer Network, Power Electronics 분야에 관심을 가지고 있다.



김 병 우

1964년생 자동차부품연구원 전장개발부 전장시스템실 실장, 기계공학을 전공하였으며 유압 및 센서제어, 자동차 전장시스템 분야에 관심을 가지고 있다.