韓國地形空間情報學會論文集 第3卷 第2號 1995年 12月 pp. 213-220

자립식 위치측정을 위한 Map Matching 알고리즘

Map Matching Algorithm for Self-Contained Positioning

이 종 훈* 강 태 호* 김 진 서* 이 우 열** 채 관 수** 김 영 기**

LEE, Jong-Hun KANG, Tae-Ho KIM, Jin-Seo LEE, Woo-Yeul CHAE, Kwan-Soo KIM, Young-Gi

要 旨

차량 항법 시스템에서 맵 매칭(map matching) 방법은 데드 레코닝(dead reckoning) 기법으로 구한 차량의 위치가 지도상의 도로위에 일치하지 않는 경우에 이를 도로위에 매칭(matching) 시키기 위한 방법이다. 본 논문에서는 교차로 부근에서 차량의 회전을 감지함으로서 센서 및 수치지도자료에 기인하는 위치오류를 보정할 수 있는 새로운 맵 매칭 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 진행거리의 상대오차와 도로거리의 절대오차를 이용하여 교차로 지역의 범위를 설정하고, 설정된 지역에서 차량의 진행각을 감지하여 교차로에 연결된 각 도로에 대한 출발지점을 알아내고, 회전각과 진행각을 비교하여 새로운 위치를 알아내는 방법이다.

제안된 알고리즘의 효율성을 검증하기 위하여 거리센서로 속도센서를, 방향센서로서 광 자이로를 이용하여 휴대용 컴퓨터에 시스템을 구성하고, 대전지역을 시범지역으로 선정하여 본 알고리즘을 실험한 결과 그 유효성을 입증할 수 있었다.

ABSTRACT

Map Matching is the method for correcting the current position from dead reckoning in Car Navigation System. In this paper, we proposed the new map matching algorithm that can correct the positioning error caused by sensors and digital map data around the cross road area. To do this, first we set the error boundary of the cross road area by combining the relative error of moving distance and the absolute error of road length, second, we find out the starting point of turning within the determined error boundary of the cross point area, third, we compare the turning angle of the car to the angle of each possible road. and the last, we decide the matched road.

We used wheel sensor as a speed sensor and used optical fiber gyro as a directional sensor, and assembled the sensors to the notebook computer. We testified our algorithm by driving the Daejeon area-which is a part of south Korea-as a test area. And we proved the efficiency by doing that.

* 시스템공학연구소 인공지능연구부

** 현대전자주식회사 산업전자연구소 CNS 팀

1. 서 론

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.

자동차용 주행정보 시스템은 단순히 차량의 현재위치만을 측정하여 화면상에 디스플레이 해주는 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 활용한 종합 시스템으로 발전하고 있는 추세이다[4]. 그 중에서도 가장 큰 문제는 차량의 위치 측정 방법이다. 특히 산출된 차량의 위치를 차량의 현위치 표시, 경로 안내 등에 사용하기 위해서는 허용된 오차범위 이내에서 위치 자료가 연속적으로 제공되어야 한다[3]. 위치측정 방법은 차량에 장착된 각종 센서를 이용하여 위치를 알아내는 자립식, 외부의 신호를 수신하여 위치를 알아내는 전파항법식, 그리고 자립식과 전파항법식을 함께 이용하는 혼합식이 있다[2].

자립식은 주로 데드 레코닝 기법과 맵 매칭 기법을 사용하여 차량의 위치를 알아내는 방법이다. 데드 레코닝 기법은 차량이 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 경우 차량에 설치된 센서로 부터 진행거리와 진행각을 구하고, 이를 이용하여 이동한 지점의 좌표를 산출하는 방법이다. 맵 매칭 기법은 데드 레코닝 기법으로 구한 차량의 위치가 지도상의 도로위에 일치하지 않을 경우, 이를 도로위에 매칭시키기 위한 방법이다. 전파항법식은 비콘(beacon), LORAN-C, GPS (Global Positioning System) 등이 있다. GPS 시스템은 지구 궤도를 돌고 있는 인공위성군으로부터 보내오는 전파신호를 수신하여 자신의 3차원 위치와 속도, 방향, 및 시각을 자동적으로 실시간에 측정하는 고정밀 위성 항법 체계로서 날씨에 관계없이 지구상 어디에서나 하루 24시간 절대위치 측정이 가능한 시스템이다. 자립식은 위치자료의 연속성이 보장되는 반면, 사용자 입력에 의한 초기 위치 설정, 센서의 부정확 등에 의한 오차의 누적 등이 단점이며, GPS를 이용한 방법은 가로수, 건물군에 의한 전파의 방해로인한 자료의 불연속성 및 S/A(Selective Avalability) 실시 등에 의한 오차가 단점으로 지적되고 있다. 따라서 각 방식에 대한 단점을 보완하기 위하여 자립식과 전파항법식을 혼용한 혼합식이 주로 이용되는 경향이다.

자동차용 주행안내 시스템이 효과적으로 이용되기 위해서는 위치측정기술의 실용화가 요구되지만 국내에서는 이 분야에 대한 연구가 미흡하고 주로 GPS를 이용한 위치측정 시스템 개발에 치중하는 단점이 있다. 본 논문에서는 데드 레코닝 기법을 이용한 위치확인과 새로운 맵 매칭 알고리즘을 이용한 위치 보정기술에 대하여 설명한다.

2. 데드 레코닝(Dead Reckoning)

데드 레코닝 방법은 초기에 주로 사용된 자립식 위치 측정방법으로서 외부 신호의 도움없이 차량 내부에 장착된 거리 및 방향 센서를 이용하여 진행거리, 진행방향을 구하고 이 값을 이용하여 전위치로부터 새로운 상대 위치를 계산하는 방식으로 누적오차가 발생하는 단점이 있다. 이러한 누적오차는 맵 매칭 방법을 이용하여 보정해주어야 한다. 데드 레코닝 방법은 그림 2.1과 같이 새위치 P2는 전위치 P1, 진행각 a1, 그리고 진행거리 d1으로부터 쉽게 구할 수 있다.

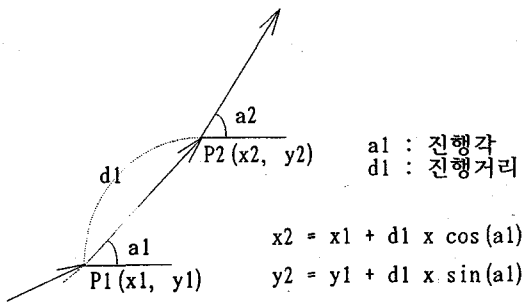

그림 2.1 데드 레코닝 방법에 의한 위치 계산

자립식 위치측정의 기본 원리는 초기 위치로부터 진행방향과 진행거리를 구하여 상대적인 위치를 구하는 것이기 때문에 진행방향, 이동거리와 함께 초기위치를 구하는 것은 매우 중요한 문제로서 반드시 해결되어야 할 문제이다. 자립형 주행정보 시스템에서 초기위치를 설정할 수 있는 방법은 운전자가 직접 입력하는 방법이외에는 없다. 다만 입력요소를 얼마나 줄이고, 쉽게 입력할 수 있게 사용자 인터페이스를 구성할 것인가 하는 것이 주된 관건이다. 본 논문에서는 초기위치 설정을 위해 수치도로지도를 화면에 디스플레이하고 화면을 상하좌우로 이동하면서 입력하는 방법을 이용하였다.

이러한 초기위치 입력을 위한 방법은 두가지가 있다. 하나는 교차로를 출발위치로 설정하는 것이고 둘째는 교차로를 포함하여 아무 도로상에서 출발위치를 입력하는 방법이다. 수치지도 자료가 표시된 화면을 상하 좌우로 이동하면서 위치 표시 아이콘을 차량이 출발할 지점으로 이동시키면 전자는 가장 가까운 교차로에, 후자는 가장 가까운 도로상에 출발위치를 설정한다.

자이로는 처음 설정된 방향각을 기준으로 -360도에서 +360도 까지 상대적인 변환각을 표시한다. 따라서 자이로를 사용하는 경우 실제 차량의 진행각은 기준각에 자이로의 방향각을 더한 값이 되므로 이 기준각도 초기위치와 같이 입력되어야 한다. 이 자이로 기준각 설정을 위해서 이미 입력되어 있는 수치도로지도를 이용하였다.

3. 맵 매칭(Map Matching) 알고리즘

데드 레코닝 방법으로 차량의 위치를 구하기 위해서는 방향 센서와 거리 센서를 사용하여야 한다. 그러나 방향 센서로 사용되는 자이로(gyro), 전자 나침판(electronic compass) 등은 방향이 한쪽 방향으로 편향되거나 정지시 진행방향이 변화하는 등 그 정확도가 부족하다. 거리 센서로 사용되는 wheel 센서 등은 바퀴의 공기압 등 외부 요소에 의해 정확한 거리 측정이 어렵다. 따라서 부정확한 센서에 의한 거리의 측정은 다소의 위치오차를 포함할 수 있는 것이다. 특히 현위치 표시를 위해 제작된 수치지도 자료는 도로의 오차 및 입력 오차를 내포할 수 있으므로 데드 레코닝 기법에 의해 산출된 위치가 정확하여도 잘못된 위치에 표시할 수 있다. 이러한 추측항법은 방위센서, 거리센서에 의해 출발점으로 부터의 상대 위치를 구하는 것으로 오차가 누적된다.

맵 매칭(map matching) 방법은 이미 데드 레코닝 기법으로 구한 차량의 위치를 보정하는 방법으로 차량의 위치는 항상 도로 위에 존재한다는 가정을 기본으로 측위된 위치를 도로상에 보정하는 방법이다. 이러한 맵 매칭 방법은 차량이 항상 도로상에서만 움직인다는 조건과 주차장 또는 아직 입력되지 않은 도로를 주행한다는 것을 전제로한 도로를 벗어날 수 있다는 조건에 따라 그 방법이 다르다. 본 논문에서는 항상 도로상에서 움직인다는 가정을 전제로 한다. 그림 3.1과 같은 도로 구조상에서 맵 매칭 알고리즘은 그림 3.2와 같다. 데드 레코닝과 맵 매칭 기법을 이용하면 이동하고 있는 차량의 위치를 실시간으로 측정하여 화면상의 도로위에 차량을 정확하게 표시하고 이를 경로안내에 사용할 수 있다.

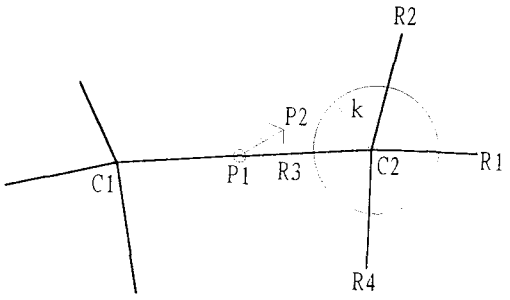

그림 3.1 도로 구조 및 변수

차량의 진행방향은 교차로 C1에서 C2 방향으로 진행하면 누적거리는 전교차로 C1으로부터 P1까지 이동한 거리에 진행거리를 더한값이고, 최대도로거리와 최소도로거리는 각각 도로 R3에 교차로 오차 허용범위 k를 더한값과 뺀값이다. 교차로 오차 허용 범위 k는 수치도로지도가 포함할 수 있는 절대오차와 거리센

서가 주행하면서 누적될 수 있는 상대오차의 합이다. 이 누적거리가 최대도로거리를 초과하면 그 때의 진행각과 유사한 새로운 도로를 선택하고, 그 도로상에서 가장 가까운 위치를 새위치로 설정한다. 누적거리가 최소도로거리보다 작으면 도로의 각과 진행거리를 기준으로 데드레코닝을 실시하여 새위치를 구하고, 교차로 부근이면 U-Turn 등을 고려하여 진행각과 진행거리를 기준으로 데드 레코닝을 실시하여 새 위치를 설정한다.

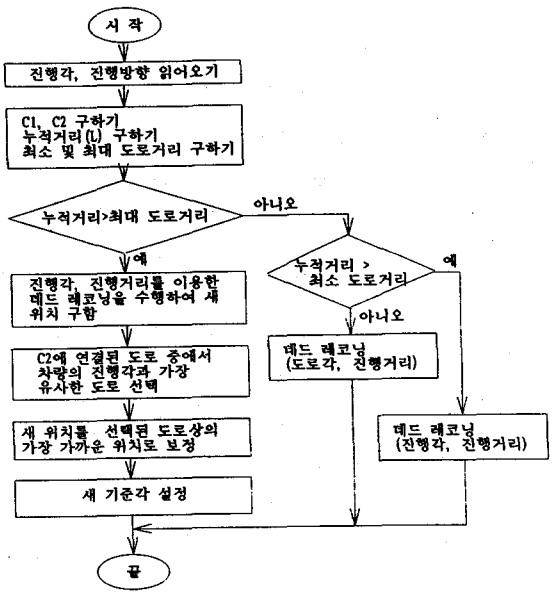

그림 3.2 맵 매칭 알고리즘 순서도

4. 실험 및 검토

본 논문에서 제안한 맵 매칭 알고리즘을 실험하기 위하여 그림 4.1과 같이 휴대용 컴퓨터에 방향센서로서 광자이로(fiber optical gyro)를 거리센서로서 speed 센서를 사용하여 시스템을 구성하고, 대전 지역을 시범지역으로 선정하여 실험 주행을 수행하였다. 방향센서로 사용된 Gyration사의 광자이로는 회전방향에 따라 오차가 다르고, 한쪽 방향으로 편향되는 단점이 있다[5]. 실험 주행이 수행된 지역은 대전 북부지역의 대덕연구단지 주변으로서 수치지도자료는 그림 4.2와 같다. 수치지도자료는 정확한 차량의 위치표현, 최적경로 안내, 목적지 검색, 지형지물 정보 제공 기능 등을 수행하기 위해 자동차용 항법 시스템에서는 필수적으로 요구된다[1].

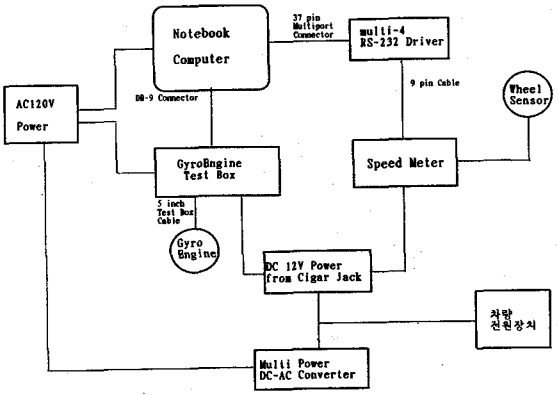

그림 4.1 시스템 구성도그림

초기위치 설정은 정확한 위치 측정를 위하여 교차로 중앙에서 출발하고, 교차로 위치를 초기위치로 입력하였다. 그림 4.3은 차량 주행경로 및 순수한 데드레코닝 방법으로 진행한 경로를 표시한다. 화살표가 표시된 삼거리는 출발점과 동시에 목적지를 표시하고, 점선으로 표시된 부분은 순수한 데드 레코닝을 수행하여 얻은 경로를 표시한 것이다. 자이로로부터 입력받은 진행각이 정확하지 않기 때문에 출발위치에서 다시 그 자리까지 돌아온 주행경로에 비해 순수한 데드 레코닝 방법은 전혀 예상하지 못한 경로로 진행하는 것이다. 실제 주행중인 경우와 정지하고 있는 경우 자이로의 편향정도는 다르지만 본 연구에 사용된 자이로의 편향이 매우 심하게 발생하였다. 거리센서로부터 입력된 총 주행거리는 5.21km이다. 진행각이 정

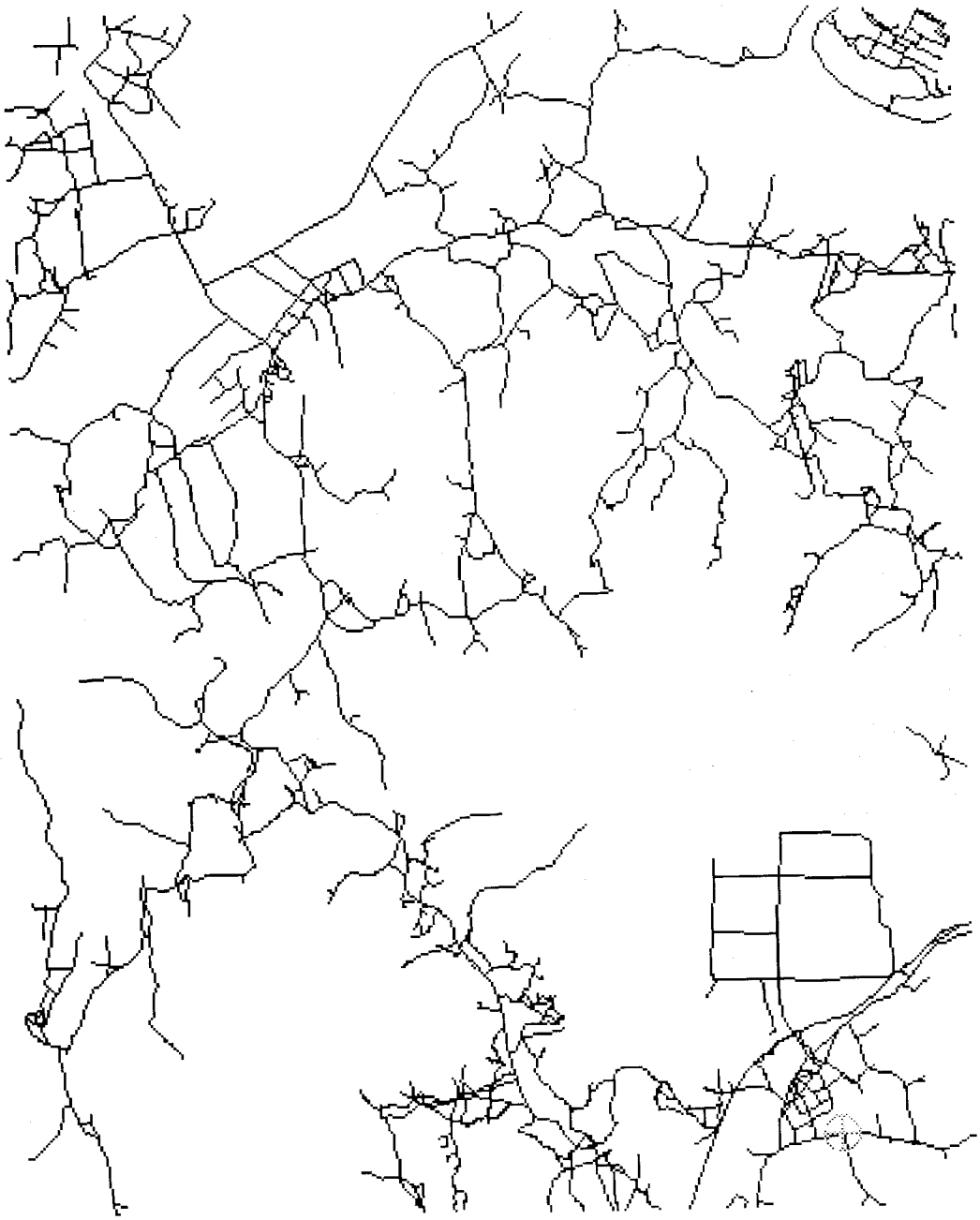

그림 4.2 시범지역 수치지도 자료

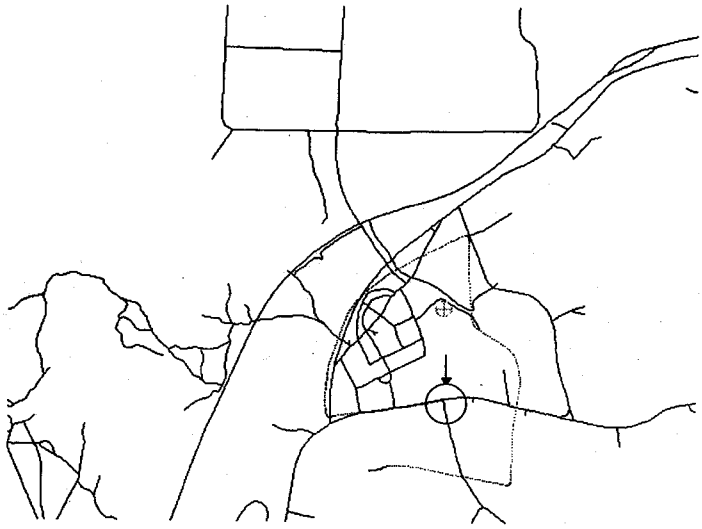

그림 4.3 차량 주행경로 및 데드 레코닝 경로

확하여도 지도 자료의 오차, 진행거리의 오차가 발생하기 때문에 거리 보정 및 각 보정이 필요하게 된다.

그림 4.4는 출발지로부터 데드 레코닝을 수행하여 얻은 위치를 지도상에서 가장 가까운 도로위로 보정하고 보정된 위치를 기준으로 데드 레코닝을 수행하여 상대적인 위치를 구하는 과정을 반복하여 얻은 경로를 표시한다. 길이보정을 수행하지 않은 상태에서 맵 매칭을 수행한 결과 진행거리가 짧아져서 실제로 회전하고자 했던 교차로에 도달하지 못하여서 전혀 예상하지 못한 경로를 진행하는 것을 나타낸다. 그림 4.5는 본 논문에서 제안한 각보정과 길이보정을 통한 맵 매칭 알고리즘을 사용하여 정확한 주행 경로를 구한 결과를 나타낸다. 출발지와 목적지가 정확히 일치하고 있다.

그림 4.4 데드 레코닝과 단순한 맵 매칭에 의한 주행 경로

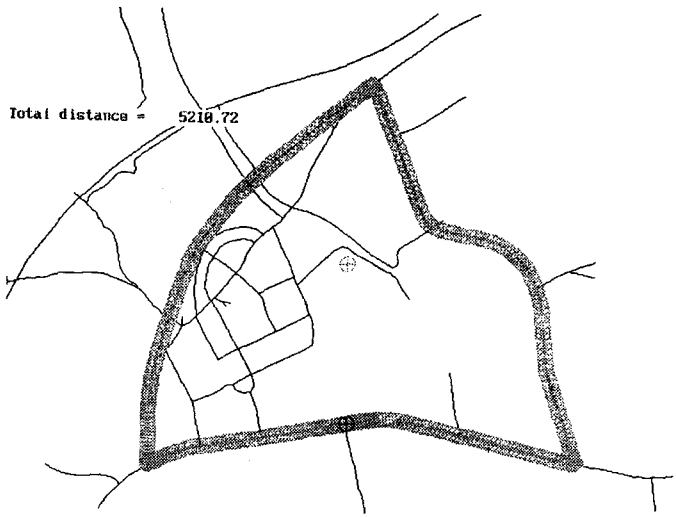

그림 4.5 맵 매칭 알고리즘을 사용한 주행경로 표시

5. 결 론

외부신호의 도움없이 차량에 장착된 각종 센서를 이용하여 차량의 위치를 측위하는 자립식 추측항법 시스템은 위치자료의 연속성이 보장되는 반면에 센서의 오차로 인하여 발생하는 위치오류를 보정해주어야 하는 단점이 있다. 맵 매칭 기법은 이론적으로 이미 1980년 중반에 자동차용 주행정보 시스템의 출현과 더불어 같이 소개되었던 방법으로 차량의 위치가 항상 도로위에 위치한다는 가정을 바탕으로 센서 및 수치도로자료의 오차에 기인하는 위치오차를 보정하는 방법이다. 본 논문에서는 자립식 추측항법 시스템을 위하여 데드 레코닝 방법으로 위치를 구하고 그 결과로서 발생된 위치 오차를 보정할 수 있는 새로운 맵 매칭 알고리즘을 제안하고 그 유효성을 입증하였다. 제안된 방법은 교차로에서 차량의 회전을 감지하여 주로 오차를 발생시키는 요인이되는 자이로의 기준각과 누적되는 거리를 제거하는 새로운 방법이다.

제안된 맵 매칭 방법은 차량이 항상 도로위에 존재한다는 가정을 전제로 하기 때문에 차량이 도로위를 벗어나 주차장 또는 입력되지 않은 도로상을 주행하면 잘못된 결과를 초래한다. 따라서 제안된 알고리즘이 보다 더 안정적으로 이용되기 위해서는 GPS(Global positioning System) 시스템 등을 혼합한 새로운 위치 측정 알고리즘의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김용일, 편무욱, "자동차 항법용 수치도로지도에 관한 연구(I)," 한국지형공간정보학회 논문집 제2권 제2호 1994년 12월 pp 89-98
2. 차량항법장치 및 AVCS 기술 세미나, 자동차부품연구원, 서울, 1995년 10월
3. 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
4. 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

5. Gyration Developer Manual, GYRATION Inc., August 1993