

CNS(Car Navigation System)에서의 맵매칭 방법에 대한 고찰

정성원⁰

삼성전자 CTO 전략실 소프트웨어센터
sungwon_sw@samsung.com

The Study of CNS(Car Navigation System) focusing on Map matching method

Sungwon Jeong⁰

Software Center, Corporate Technology Operations, Samsung Electronics Co., Ltd.

요 약

2001년 이후 Car Navigation System(이하 CNS)을 장착한 차량이 급증하는 가운데 많은 기업들이 차량의 위치 오차를 최소화 시키는 노력에 힘쓰고 있다. 본 논문은 CNS에서 발생하는 차량의 위치 오차를 최소화하기 위한 일환으로 GPS(Global Positioning System) 위성으로부터 계산되어진 차량의 위치 좌표와 차량의 실제(true) 좌표간의 오차를 보정하여 디스플레이(display) 상의 오류를 방지할 수 있는 맵매칭(map-matching) 방법을 제시한다.

1. 서 론

일반적으로 CNS란 GPS 위성을 이용하여 위성으로부터 수신된 위도와 경도 및 고도에 관한 위치 정보와 차량에 구비된 자립형 센서(sensor)의 출력 신호를 상호 비교 산출하여 차량의 현재 위치를 검출하고 차량의 현재 위치, 진행 방향 및 각종 운전상의 편의 정보를 차량에 구비된 AV(Audio/Visual) 시스템을 통해 운전자에게 제공하는 자동차 항법 시스템을 의미한다. 이러한 CNS에는 소정의 디지털 지도 데이터베이스가 구비되어 있어, 도로의 교차점이나 건축물, 차선의 개수, 도로 등급 등의 각종 주행 조건이 구비된 디지털 지도를 제공하면서 차량에 구비된 디스플레이 장치에 차량의 위치를 디지털 지도상에 실시간으로 디스플레이 한다.

그러나 GPS 수신기로부터 받아들이는 위치 정보와 실제 차량의 위치 사이에는 GPS 위성으로부터 수신된 데이터 자체의 오차나 디지털 지도의 부정확성, GPS 데이터의 좌표 변환 오차 등으로 인하여 오차가 발생할 수 있고[1,2], 이로 인하여 디스플레이상의 오류가 발생할 수 있다. 이에 본 연구에서는 GPS 위성으로부터 구해진 차량의 절대 좌표와 차량의 실제(올바른) 좌표간의 오차를 보정하는 방법을 제시하여 위치 오차로 인해 발생할 수 있는 디스플레이 상의 오류를 방지할 수 있는 방법을 제공한다.

본 논문의 구성은 2장에서 본 연구에서 생각되어지는 CNS의 전체적인 구조와 맵매칭 동작 원리를 설명하고, 3장에서는 GPS 위성으로부터 계산된 위치 정보와 실제 차량의 위치 사이의 오차로 인한 디스플레이 상의 문제점과 그 원인을 분석하고, 4장에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 맵매칭 방법을 구체적으로 제시하며, 끝으로 5장에서는 본 연구의 적용 효과 및 결론을 제시한다.

2. CNS의 구조와 맵매칭 동작 원리

본 논문에서 생각되어지는 CNS의 전체적인 구조와 CNS의 맵매칭 동작 원리는 다음과 같다[1,2].

2.1 CNS의 전체적인 구조

CNS의 전체적인 모습은 그림 1과 같으며 각 구성 요소들에 대한 설명은 다음과 같다.

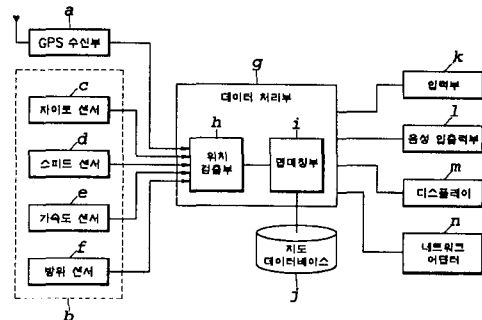


그림 1. CNS의 전체 블록도

- GPS 수신부(그림 1의 a) : GPS 위성으로부터 GPS 수신기의 위치 좌표 값을 수신한다.
- 감지부(그림 1의 b) : 복수개의 센서가 구비되어 있어 차량의 실제 진로, 스피드(speed), 가속도(acceleration), 방위 등 차량의 실제적인 주행 관련 정보를 받아들이는 역할을 수행한다. 세부적으로는 차량의 실제 진로를 측정하는 자이로 센서(그림 1의 c), 차량의 속도를 측정하는 스피드 센서(그림 1의 d), 차량의 가속도를 측정하는 가속도 센서(그림 1의 e) 및 차량의 진행 방향을 측정하는 방위 센서(그림 1의 f)를 포함하며, 필요에 따라서 주행거리 센서, 지자기 센서 등 다양한 센서들이 구비되어진다.
- 데이터 처리부(그림 1의 g) : 차량의 위치 정보 및 주행 관련 정보에 응답해서 차량의 현재 주행 위치를 디지털 지도상에 맵매칭하며 GPS 수신부에서 받은 위치 정보와 실제 위치 정보간에 오차가 발생된 경우 해당 위치 정보를 보정하여 차량의 실

제 주행 경로가 디지털 지도상에 도시된 도로를 벗어나지 않게 한다. 세부적으로는 차량의 위치 정보 및 주행 관련 정보에 응답해서 지도상에 표시될 차량의 현재 위치 좌표를 추출하는 위치 검출부(그림 1의 h) 및 위치 좌표의 오류를 보정하여 위치 좌표가 디지털 지도상의 주행 가능한 도로 상에 표시되도록 맵매칭하는 맵매칭부(그림 1의 i)를 포함한다. 이러한 데이터 처리부(그림 1의 g)는 차량의 현재 위치 좌표를 추출하고 맵매칭 보정을 수행하는 프로그램이 저장된 마이크로 프로세서로 구성된다.

- 맵매칭부(그림 1의 i) : 차량의 위치 정보와 실제 위치 정보간에 발생된 오차로 인하여 차량이 마치 도로가 아닌 곳을 주행하고 있는 것처럼 지도상에 디스플레이 되는 오류를 보정한다.
- 지도 데이터베이스(그림 1의 j) : 디지털 도로 지도 및 다양한 교통 관련 정보가 저장되며, 데이터 처리부(g)는 이 디지털 지도를 바탕으로 하여 맵매칭을 수행한다.
- 입력부(그림 1의 k) : CNS 조작을 위한 명령을 입력시키는 명령 입력 장치로서 CNS에 구비된 다양한 종류의 명령 입력 버튼 또는 리모트 컨트롤러(remote controller)와 같은 원격 조정 장치를 포함한다. CNS는 자동차에 장착되어 동작하는 만큼, 주행 시 운전자의 편의 및 안전을 도모하기 위해 음성으로 차량의 오디오나 전자 제품을 제어하는 VRS(Voice Recognition System), 차량의 상태를 인간의 음성으로 알려주는 VAS(Voice Alarm System) 등이 포함되기도 한다.
- 디스플레이(그림 1의 m) : LCD(Liquid Crystal Display) 등으로 구성되어 디지털 지도와 차량의 위치를 맵매칭하여 그 결과를 디스플레이 한다.
- 네트워크 어댑터(그림 1의 n) : CNS를 LAN과 같은 통신망과 연결시켜주는 역할을 한다.

2.2 CNS의 맵매칭 동작 원리

본 연구의 CNS 맵매칭 동작 원리는 먼저 GPS 위성 및 적어도 하나 이상의 센서로부터 차량의 위치 정보 및 실제적인 주행 관련 정보를 받아들인다(그림 2의 a). 이 정보를 바탕으로 차량의 현재 위치 좌표를 추출하고(그림 2의 b), 주행 관련 정보를 참조하여 차량의 위치 좌표에 존재하는 오차를 보정한다(그림 2의 c). 이렇게 보정된 위치 좌표를 근거로 하여 맵매칭을 수행하고, 맵매칭 결과의 디스플레이 오류가 예상되는 경우 맵매칭을 보정한다(그림 2의 d). 즉, GPS에 의해 획득된 주행중인 차량의 위치 정보와 실제 위치 정보간에 오차가 발생되어, 상기 차량이 마치 지도상의 주행 가능 도로를 벗어나 주행 중인 것처럼 디스플레이 될 경우, 맵매칭을 보정하여 차량이 올바른 주행 가능 도로상에 표시되도록 한다.

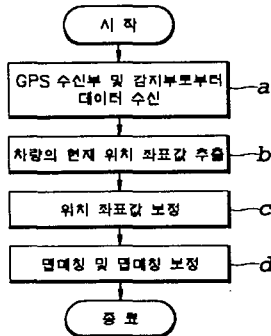


그림 2. CNS Workflow

3. 위치 오차와 그 원인

본 장에서는 위치 오차로 인하여 발생될 수 있는 디스플레이 상의 오류와 위치 오차의 원인을 설명한다.

3.1 위치 오차로 인한 디스플레이상의 오류

현재 위치와 진행 방향을 그림 3과 같이 차량에 구비된 디스플레이 상에 실시간으로 디스플레이 한다. 또한 그림 4와 같이 교차로 등과 같은 일부 영역을 확대하여 차량의 현재 진행 방향(그림 4의 a) 및 운전자에게 진입할 차선이나 회전 방향 등의 보다 상세한 운행 정보를 제공하기도 한다.

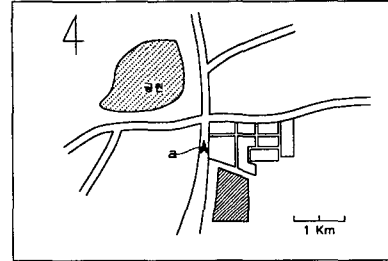


그림 3. CNS에서의 디스플레이 예

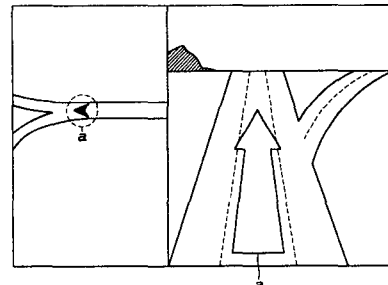


그림 4. 그림 3의 일부 확대된 예

그러나 GPS 위성으로부터 산출된 차량의 위치 정보와 실제 차량의 위치 사이에는 오차가 존재하게 되고 이로 인한 디스플레이 상의 오류가 발생될 수 있게 된다. 이때 발생하는 오차를 CNS안에 내재된 디지털 지도에 그대로 디스플레이를 하게 된다면 그림 5와 같은 디스플레이 오류가 발생하게 된다.

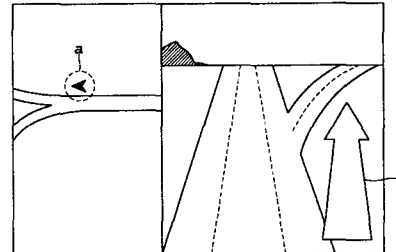


그림 5. 오차로 인한 디스플레이 오류

이러한 오류로 인하여 실제 차량은 도로 위를 주행하고 있지만, 두 위치 정보 사이에 발생된 오차로 인하여 디스플레이 상에서는 그림 4의 차량 a가 마치 도로를 벗어나 주행을 하고 있는 것처럼 표시된다. 이와 같은 디스플레이상의 오류는 특히, 초행길을 운전하는 운전자에게 큰 혼란을 가져올 수 있고, 부정확한 차량 경로의 표시로 인하여 운전자가 CNS의 기능을 신뢰하지 않게 되는 문제를 야기할 수 있다. 이에 본 논문은 이러한 위치 오차로 인하여 발생하는 디스플레이 상의 오류를 해결하기 위한 방법을 제시한다.

3.2 위치 오차의 원인

GPS 위성으로부터 계산된 차량의 위치 좌표와 자차의 실제 위치 좌표의 오차는 CNS안의 디지털 지도와 GPS 위성으로부터 계산된 데이터와의 오차를 의미하는 것으로 오차의 발생 원인은 다음과 같이 크게 세 가지로 분류될 수 있는데, 이에 대한

더 많은 연구가 필요로 되고 있다[3].

- GPS 위성으로부터 수신된 데이터 자체의 오차 : 위성의 궤도 이탈 오차나 전리층과 대류 층의 굴절, 잡음(noise) 등의 구조적 오차와 측위 시 위성들의 배치 상황에 따르는 기하학적 오차 등이 있다[4].
- 디지털 지도의 부정확성으로 인한 오차
- GPS 데이터의 좌표 변환 오차

4. 위치 오차를 최소화하기 위한 맵매칭 보정 방법

그림 6은 본 연구의 맵매칭 보정 방법을 설명하는 맵매칭 Workflow로서, 먼저 차량의 현재 위치를 디지털 지도상에 맵매칭하고(그림 6의 b), 차량의 위치가 디지털 지도상의 주행 가능 도로상에 표시될지 여부를 판별한다(그림 6의 a). 이때 차량의 위치가 디지털 지도상의 주행 가능 도로상에 표시될 것으로 판별되면 해당 맵매칭 결과를 디스플레이하고(그림 6의 f), 만약 그렇지 않으면 차량과 가장 가까운 위치에 있는 주행 가능 도로의 좌표를 구하여(그림 6의 c) 차량의 위치 좌표를 그 주행 가능 도로의 좌표 값으로 대체하는 위치 보정을 수행한다(그림 6의 d). 이 단계가 끝나면 보정된 위치 좌표를 근거로 하여 차량의 현재 위치를 디지털 지도상에 맵매칭하고(그림 6의 e), 수행된 맵매칭 결과를 디스플레이 한다(그림 6의 f).

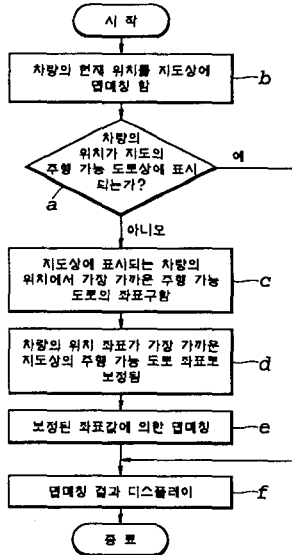


그림 6. 본 연구의 맵매칭 Workflow

그림 6에서 설명된 맵매칭 방법에서 사용되는 디지털 지도는 그림 7과 같은데, 디지털 지도상에 표시되는 주행 가능한 도로는 소정의 거리마다 임의의 좌표 값((x1, y1), (x2, y2)...(x7, y7))을 가지는 복수 개의 노드들을 연결하여 구성된다. 이렇게 도로를 구성하는 각각의 노드들은 CNS용 디지털 지도의 정밀도에 따라 그 간격이 좁아질 수도 있고, 넓어질 수도 있다.

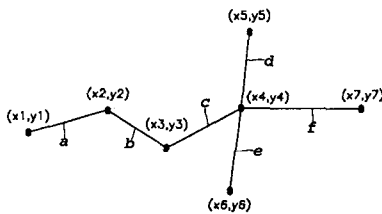


그림 7. CNS 디지털 지도의 일례

그림 8은 그림 6에 설명된 방법에 의한 맵매칭 보정 과정 및 보정 결과를 설명 한다. 그림 8의 (x2, y2) 좌표에 위치한 차량(그림 8의 A)이 (x3, y3) 좌표로 이동할 때, GPS 위성으로부터 계산된 차량의 위치 정보와 실제 위치 정보간에 오차가 발생된 경우, 차량의 절대 위치를 그대로 맵매칭하여 디스플레이 하는 경우는 차량이 마치 지도상의 주행 가능 도로를 벗어나 주행 중인 것처럼 디스플레이 될 수 있다(그림 8의 B). 이 경우, 본 연구에 의한 CNS의 맵매칭 방법에서는 차량의 현재 위치(그림 8의 B)와 가장 가까운 주행 가능 도로의 노드 좌표(그림 8의 (x3, y3) 좌표)를 찾아내고, 현재 차량의 위치 좌표를 상기 노드의 (x3, y3) 좌표로 대체하는 보정을 수행한다. 그 결과, 디지털 지도의 도로에서 벗어나 주행하는 것처럼 디스플레이 될 수 있는 디스플레이상의 오류가 보정되어, 그림 8의 C와 같이 차량이 도로상에 올바르게 표시될 수 있다.

본 연구의 또 다른 예로서 차량이 두 노드 사이(그림 8의 (x3, y3) 좌표와 (x4, y4) 좌표)를 주행하고 있을 때 발생할 수 있는 디스플레이상의 오류 보정시, 디지털 지도의 정확도가 떨어지는 이유 때문에 두 노드 사이의 거리가 긴 경우, 차량의 현재 위치 좌표를 두 노드((x3, y3), (x4, y4))를 연결한 직선(그림 8의 c) 상에 차량의 현재 위치와 수직 거리로 가장 가까운 지점의 좌표로 대체할 수도 있다.

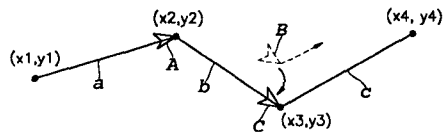


그림 8. CNS 디지털 지도에서의 맵매칭 보정 과정

위와 같은 본 연구의 맵매칭 방법은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등)에 코드로서 구현하는 것이 가능하며 무선 인터넷과 같은 통신을 통한 전송의 형태로 구현될 수 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 본 연구에서 생각되어지는 CNS의 전체적인 구조와 CNS의 맵매칭 동작 원리에 대하여 살펴보았고, GPS 위성으로부터 계산되어진 차량의 위치 좌표와 차량의 실제 위치 좌표 사이의 위치 오차를 최소화하여 CNS 디스플레이상의 오류가 발생되지 않도록 하기 위한 맵매칭 방법에 대하여 설명하였다.

이러한 맵매칭 방법을 사용하면 GPS 수신기로부터 계산되어진 위치 정보와 실제 차량의 위치 사이에 발생하는 오차를 최소화하고 CNS에서 발생할 수 있는 디스플레이상의 오류가 보정되어 차량의 위치 정확도를 높여 줄 수 있게 된다. 이로 인하여 CNS의 신뢰성을 높여지게 되고 운전자에게 안전성과 편리성을 제공할 것으로 기대된다.

[참고 문헌]

- [1] 연상호, 2001. "GPS/GIS 시스템 구축설계 및 응용사례", 과학기술정보연구소에서 발표한 세미나 자료.
- [2] 이영재, 2001. "GPS 측위 오차 분석 및 성능향상", 과학기술정보연구소에서 발표한 세미나 자료.
- [3] http://carnavi.com/info_archive/general_info/general_info
- [4] <http://joycaraudio.com/info8.asp>