

# 연속 GPS좌표를 이용한 지도 매칭 알고리즘

## Map Matching Algorithm Using Continuous GPS Coordinates

박도영(朴度榮)\*, 황보택근(皇甫宅根)\*\*

Do Young Park, Taegkeun Whangbo

**요약** 최근 차량에서 수신된 GPS좌표를 중앙 통제소로 전송하여 중앙에서 차량의 위치와 주행 경로를 관리하고 교통 상황을 적용한 최적의 경로를 제공하려는 시도가 제안되고 있다. 이 때 차량에서 수신된 GPS 좌표는 통신비용의 문제로 수신된 모든 GPS좌표를 전송하지 못하고 일정 간격의 좌표를 전송하게 되며 중앙 통제소에서는 수신되지 못한 정보를 효과적으로 보완하는 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 일정 간격의 GPS좌표를 이용하여 정확한 차량의 위치와 주행 경로를 빠른 시간 내에 찾아내는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘의 효율성을 검증하기 위하여 다양한 실제 도로 지도에 적용한 결과 매우 효과적인 것으로 나타났다.

**ABSTRACT** Ideas providing an optimal car route using current traffic condition, maintaining the current location and the history of driven route of a car in the main central office, in where GPS signals transmitted from the driving cars are received, have been proposed. Since GPS signals occurred in certain time interval instead of all GPS signals are transmitted from the car due to the cost of transmission, an algorithm that is able to recover the missing GPS signals is required. In this paper, an efficient algorithm, which finds the driven route and the current location of a car fast, is proposed. To verify the efficiency of the proposed algorithm, it is applied to the various real GIS map and it turns out to be very effective.

키워드 : 지도 매칭, GPS, 차량 항법, 최적 경로 탐색

### 1. 서론

경제 규모가 커짐에 따라 물류의 활성화와 제한된 도로 상황에서 급속한 차량수의 증가는 심각한 교통정체 등의 여러 가지 교통문제를 발생시키고 있으며, 이에 따른 교통 혼잡으로 소비되는 비용은 매년 증가되고 있는 추세이다. 이러한 교통 혼잡 문제를 해결하기 위해서 전체적인 교통의 흐름을 원활하게 제어하는 지능화 도로(IVHS: Intelligent Vehicle and High-way System), ITS(Intelligent ransportation System), 도로의 상황과 현재 차량의 위치를 이용한 차량 항법 기술에 대한 연구가 진행되고 있으며 부분적으로 서비

스를 시행하고 있다.

현재 차량의 위치와 주행 경로의 파악, 그리고 사전에 설정한 최적 경로를 따라 주행하도록 하는 기술 등은 차량 항법 시스템(CNS:Car Navigation System), 물류 차량 관리, 택배 시스템 등 다양한 분야에서 필요한 기술로서 그동안 GPS 오차로 인하여 GPS와 DR(Dead Reckoning)를 함께 이용한 연구가 많이 진행되었다[1]. 그러나 2000년 5월 그동안 미 국방부에서 의도적으로 민간용 좌표에 부여한 정밀도 저하조치(SA)를 중단하여 보다 정확한 GPS좌표를 얻을 수 있게 되어 GPS좌표만으로 이러한 기능을 갖는 시스템을 개발하는 방향으로 노력이 진행되고 있

\* 경원대학교 대학원 전자계산학 석사과정

\*\* 경원대학교 소프트웨어대학 멀티미디어학 조교수

e-mail : psyche04@dreamwiz.com

e-mail : tkwhangbo@kyungwon.ac.kr

다[2].

최근에 서비스를 시작한 차량 항법 시스템은 차량에 GPS를 갖춘 단말기와 지도를 이용하여 차량의 위치를 파악하고 최적 경로를 탐색해 주는 기능을 한다. 그러나 이러한 차량 항법 시스템의 문제점은 지도를 일정 주기 갱신하여 주어야 하며 실시간 교통 상황을 반영할 수 있는 통신 시스템을 갖추고 있지 못하여 교통 상황을 반영한 최적 경로를 제공하지 못하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 차량에서 수신된 GPS좌표를 무선통신을 이용하여 중앙 통제소로 전송하고, 중앙 통제소에서는 현재의 위치와 주행 경로를 관리할 뿐 아니라 최신 교통정보를 반영한 최적 경로를 다시 전송해 주는 방식의 연구가 진행되고 있다.

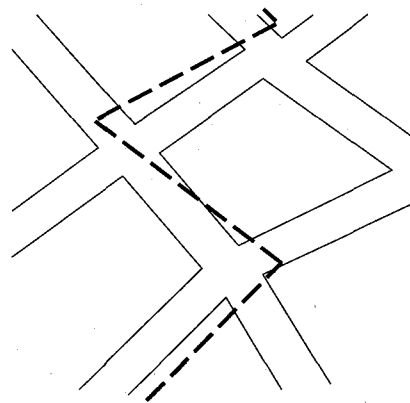
GPS좌표를 중앙 통제소로 전송할 경우 매초 수신된 GPS좌표를 전송하면 통신비용이 높아지는 문제가 발생하므로 단말기에서는 일정 간격(예를 들어 5초 간격)의 GPS좌표를 모아서 전송하고 전송되지 못한 GPS좌표로 인하여 발생하는 문제는 효과적인 지도 매칭 알고리즘으로 해결하는 것이 효율적인 것이다.

본 논문에서는 DR을 사용할 경우 DR의 부차도 불편할 뿐 아니라 DR의 정보도 중앙통제소로 전송하는 등의 여러 가지 문제점이 있으므로 DR은 사용하지 않고 GPS좌표만을 이용하여 효율적으로 지도에 매칭하는 알고리즘을 제안한다. GPS좌표는 통신비용의 절감을 위하여 넓은 시간 간격의 GPS좌표를 차량에서 중앙통제소로 전송하며 중앙에서 수신된 GPS좌표만을 사용하여 지도에 매칭한다. 본 논문의 구성은 2장에서 기존의 지도 매칭의 방법에 대해서 알아보고, 3장에서는 기존 지도 매칭 방법과 제안하는 맵 매칭 알고리즘을 비교하여 설명하고, 4장에서 실험을 통하여 그 효율성을 확인한다. 마지막으로 5장에서 보완할 점과 향후 연구계획을 논의하고 결론을 맺는다.

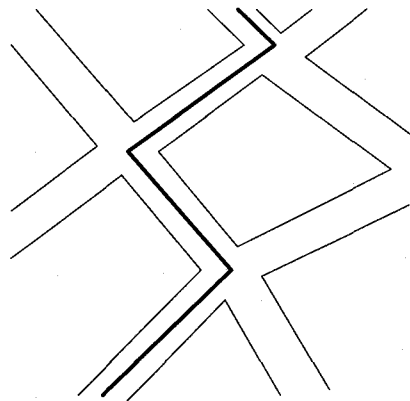
## 2. 관련연구

지도 매칭이란 수신된 GPS좌표와 DR 센서의 신호를 이용하여 차량의 위치를 도로에 표시하는 것이다. 이 때 "차량은 기본적으로 도로 위를 움직인다."라는 가정을 기본 개념으로 한다. 수신된 GPS는 과거에 비해 정확도가 많이 향상되었으며 현재 범용적으로 사용하는 GPS는 L1 C/A code를 사용하였을 경우 6-11m의 오차 범위를 가지며 DGPS를 사용하면 약 1m 내외의 오차 범위를 갖는다[2]. 과거 GPS의 오차가 100여 미터의 오차가 있을 경우 이를 보정하고

지도 매칭을 효과적으로 하기 위하여 DR을 사용하였으나 DR 자체도 여러 가지 요인으로 인하여 오차를 갖게 된다. 이러한 오차로 인하여 수신된 GPS와 DR 좌표를 가공하지 않고 그대로 선을 그으면 그림 2-1과 같이 도로가 아닌 부분으로 차량이 주행한 것과 같이 표시된다. 이와 같이 도로가 아닌 부분으로 차량이 주행하는 것을 그림 2-2와 같이 차량이 주행한 위치를 찾아서 도로위에 정확히 표현하는 방법이 지도 매칭 방법이다.



〈그림 2-1〉 수신된 차량의 이동경로



〈그림 2-2〉 지도 매칭된 차량의 이동경로

차량의 위치를 파악하기 위한 항법기술로는 GPS를 이용한 위치항법과 DR(Dead Reckoning)에 의한 추측항법이 있으며, 위치의 정확도를 향상시키기 위하여 GPS/DR을 같이 사용하는 혼합항법 방법이 있다 [6,7,13,14].

GPS는 미국 국방성(DoD: Department of Defence)

에 의해 군사적 목적으로 개발되었으며 보안상 민간용 좌표에는 의도적으로 정밀도 저하조치(SA:Selective Availability)를 취하였으나 2000년 5월부터 SA를 폐지함으로써 정확도 높은 GPS좌표를 얻을 수 있다 [2]. 차량의 위치(경도와 위도)와 속도 등은 차량에 장착한 GPS 수신기를 통하여 얻을 수 있다[3,4].

DR은 방위 센서와 거리 센서를 이용하여 외부의 도움 없이 차량의 위치를 알 수 있으나 거리 센서의 오동작이나 방해전파로 인한 방위 센서의 오류에 의해서 차량의 위치를 잘못 파악할 수 있으므로 반드시 초기 차량의 위치를 지정해야하며 장시간을 주행하면 센서들이 가지고 있는 측정 오차의 누적으로 인해 측정되는 위치가 부정확해 지는 단점을 가지고 있다[5].

GPS와 DR를 이용한 지도 매칭에서는 GPS수신기에 수신된 좌표를 이용하여 가장 가까운 도로를 선택하고 GPS 좌표를 도로에 정사영시켜 도로위의 차량의 위치를 결정한다. 이 때 교차로와 같이 GPS수신 좌표에서 가까운 도로를 선택하기가 어려울 때 GPS/DR 통합 필터에서는 차량의 자세각을 구할 수 있는 센서를 가지고 있으므로 차량의 자세각과 도로의 방향각을 비교함으로써 좀더 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있다[6,7].

지금까지의 대부분의 연구는 GPS수신기에서 제공되는 신호는 지도 매칭에 충분한 정도로 수신된다는 것을 가정하여 이루어졌다. 그러나 GPS신호의 음영지역의 경우 수신에 안 되는 경우가 발생할 수 있고, GPS좌표를 중앙 통제소로 전송하여 처리하는 경우

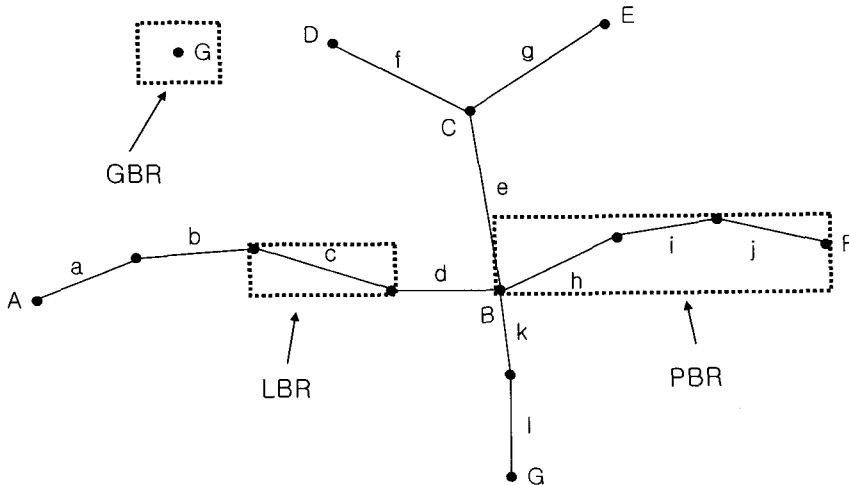
통신비용으로 인하여 넓은 시간 간격의 GPS좌표를 전송하게 된다. 이러한 경우 DR센서를 이용하여 보정할 수 있으나 본 논문에서와 같이 중앙 통제소에서 모든 것을 처리할 경우 DR정보도 전송하여야 한다. 따라서 DR신호의 전송으로 인한 어려움과 DR센서의 부착 등의 불편함으로 인하여 단순히 수신된 GPS좌표만을 이용하여 차량 위치와 경로 추적 등이 가능한 알고리즘을 제안한다.

### 3. 지도 매칭 알고리즘 제안

본 논문에서 제안하는 지도 매칭 알고리즘은 차량에서 수신된 GPS좌표를 이동 통신망을 사용하여 중앙 통제소로 전송하고 중앙 통제소에서 모든 것을 처리한 후 필요한 정보를 다시 차량의 단말기로 전송하는 방식으로 진행된다. 중앙 통제소는 매우 많은 차량에서 GPS좌표가 수신되므로 지도 매칭을 매우 빠르게 처리할 수 있어야 한다. 알고리즘을 제안하기 전에 본 논문의 알고리즘에 사용되는 용어와 기본적인 사항에 대하여 먼저 살펴보도록 한다.

#### 3.1 용어 정의

지도는 사용하는 분야에 따라 용어가 다를 수 있으므로 용어로 인한 혼동을 피하기 위하여, 본 논문에서 사용하는 용어에 대하여 정의하도록 한다. <그림 3-1>에서와 같이 도로에서의 기본 단위는 노드(node)와 노드를 연결하는 링크(link)이다. <그림 3-1>에서 소



<그림 3-1> 도로의 구성. 대문자간은 폴리아인(A에서 B, B에서 G등), 소문자는 링크, 점선 사각형은 외접사각형

문자 알파벳이 링크를 나타내며 링크의 각 끝점이 노드이다. 여러 개의 링크가 연결되어 폴리라인(polyline)을 이루게 되는데 폴리라인은 주로 교차로나 신호등, u-turn지점에서 새로운 폴리라인으로 연결되게 된다. <그림 3-1>에서 A에서 B까지, B에서 C까지와 같이 대문자간이 폴리라인에 해당한다. 지도 위의 도로는 수많은 폴리라인들에 의하여 만들어지고 지도는 검색 등의 효율성을 위하여 일정 크기로 나누어져 있다. 수도권의 경우 약 200여개의 지도로 나누어져 있고 GPS좌표에 의한 지도의 선택은 해쉬함수를 이용하여 간단하게 GPS좌표가 포함된 지도를 탐색하도록 하였다.

GPS좌표에 인접한 도로를 검색하기 위하여 외접사각형(bounding rectangle)을 사용하는데 GPS좌표는 그림 3-1에서와 같이 GPS오차를 포함하는 사각형을 만들고 이를 GBR(GPS Bounding Rectangle)이라고 한다. 폴리라인의 경우는 폴리라인 내의 최대, 최소 x, y값을 이용하여 만들어진 사각형을 PBR(Polyline Bounding Rectangel)이라고 하고, 링크의 경우 각 끝점의 x, y값을 이용하여 만들어진 사각형을 LBR(Link Bounding Rectangle)이라고 한다.

**3-2 지도 매칭에서의 문제점**

지도 매칭에서의 문제점으로는 GPS좌표에 가까운 도로가 여러 개 선택되었을 때, GPS좌표가 다른 지도에 있는 도로에 매칭될 때, 그리고 두 GPS간에 바로 도로가 연결되지 않을 때가 있다[8,9,10,11,12].

GPS좌표에 가까운 도로는 GPS좌표에서 도로에 정사영 하였을 때의 거리가 GPS오차 범위 내에 있을 경우 그 도로 위에 차량이 있을 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같이 가까운 도로가 여러 개 선택될 경우는 도로가 곡선 도로, 교차로, 평행한 길 일 경우 발

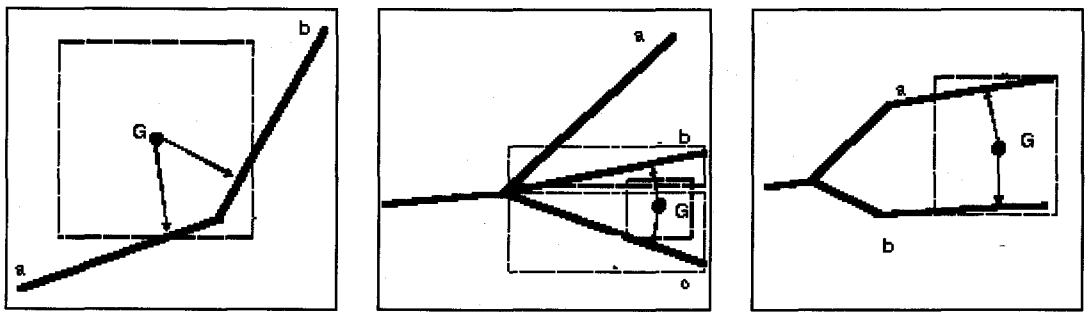
생할 수 있다. <그림 3-2>의 (a)에서와 같이 GPS좌표 G에서 정사영 하였을 때 링크 a와 링크 b까지의 거리가 GPS오차 내에 있을 때 어떠한 링크에 차량이 위치하는 지 선택할 수 없게 된다. 이 경우는 지금까지의 차량의 속도를 감안하여 위치를 결정할 수 있다.

그림 <3-2>의 (b)와 같은 경우는 교차로에서 자주 발생할 수 있는데 주어진 GPS좌표가 두 개의 LBR에 중첩되고 GPS 좌표로부터 링크까지의 거리도 GPS 오차 범위안에 있는 경우 차량이 어떠한 도로를 주행하고 있는 가를 알 수 없다. 이러한 경우는 도로에 매칭하는 것을 다음 GPS좌표가 수신될 때까지 유보한다. 다음 GPS좌표에 의해 도로의 선택이 명확하면 역으로 유보된 GPS좌표를 매칭시켜 준다.

<그림 3-2> (c)는 교차로에서의 문제점과 유사한 것으로 현재의 GPS좌표만으로는 도로의 선택이 불가능하며 도로의 선택이 명확한 GPS좌표가 수신될 때까지 매칭을 유보한다. 교차로에서와 같은 방법으로 도로의 선택이 가능해지면 역으로 지금까지 유보된 GPS좌표를 지도에 매칭시켜 준다.

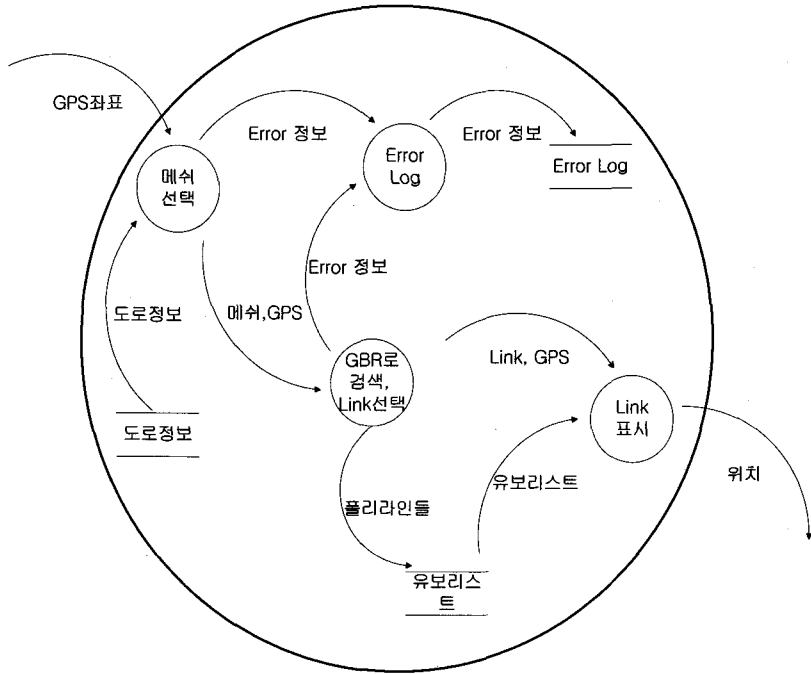
<그림 3-3>은 지도는 여러개의 조각으로 이루어져 있는데 서로 다른 지도의 경계선 부근에 도로가 존재할 때 GPS 좌표가 두 지도의 영역에 포함되는 경우가 발생할 수 있다. 이 때는 GPS좌표가 속한 지도 내의 도로만 탐색하면 GPS좌표를 매칭할 수 있는 도로를 찾을 수 없을 수 있다. 이와 같이 GPS좌표가 지도의 경계선에 나타날 때는 바로 인접한 지도의 도로도 함께 탐색하여 해결할 수 있다.

마지막으로 <그림 3-4>의 경우와 같이 차량의 속도가 빠른 경우나 GPS 수신 음영 지역을 차량이 통과하므로 해서 GPS신호를 수신 받지 못하여 수신된 GPS신호만으로는 차량의 경로를 찾지 못할 경우가 발생할 수 있다. 이 경우는 휴리스틱 경로 탐색 방법

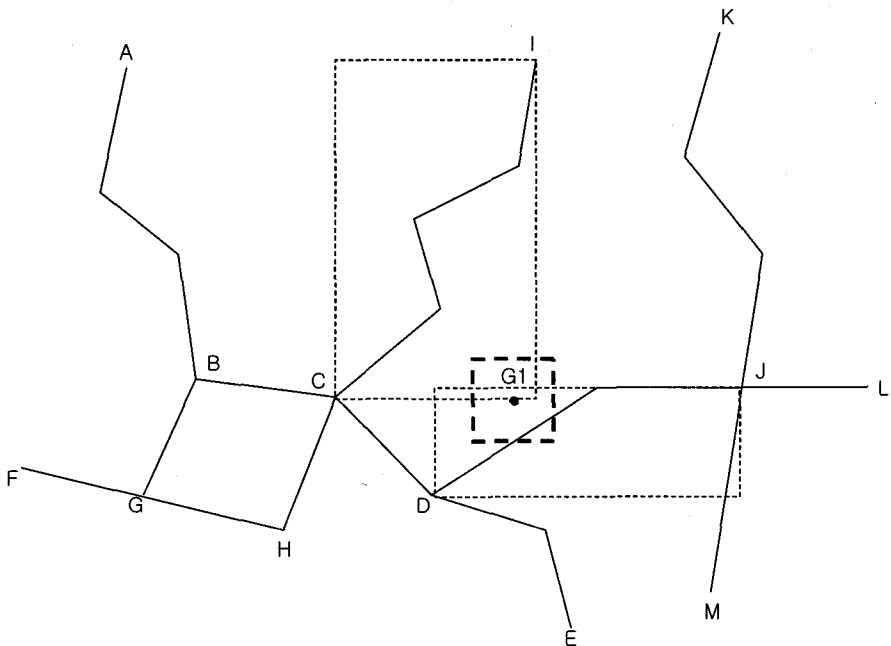


(a) (b) (c)  
 <그림 3-2> 도로가 여러 개 선택되어 GPS신호가 도로에 매칭이 유보되는 경우





<그림 3-5> Map Matching 프로세스



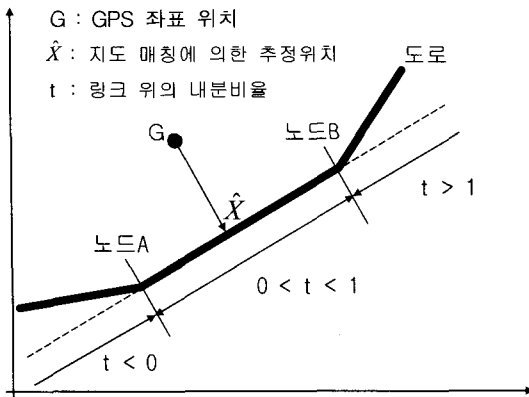
<그림 3-6> GBR과 PBR를 사용하면 GPS좌표에 인접한 폴리라인을 빠르게 선택할 수 있다.

경우 전체 폴리라인의 개수는 13이며 이 중 GPS의 GBR과 PBR이 겹치는 경우는 C와 I, D와 J를 잇는 폴리라인만이 선택되게 된다. 이렇게 선택된 폴리라인들 내에서 GPS좌표에 근접한 링크를 찾기위하여 다시 GBR과 폴리라인내의 LBR과 겹치는 링크를 찾아낸다. 이와 같이 선택된 링크들에 한하여 GPS좌표에서 링크까지의 거리를 아래와 같은 정사영 방법을 이용하여 구한다.

정사영 방법은 <그림 3-7>에서 같이 노드 a의 위치를  $(x_1, y_1)$ , 노드 b의 위치를  $(x_2, y_2)$ 라고 하면 GPS 좌표 G의 링크 ab상의 정사영의 위치는

$$t = \frac{(z-a)^T(b-a)}{(b-a)^T(b-a)} \quad (3.1)$$

를 이용하여 판단할 수 있다. 만일 t의 값이 0에서 1사이일 경우는 차량이 링크 ab 위를 주행하는 상태이고 t값이 0보다 작거나 1보다 크면 차량은 다른 도로를 주행하고 있는 것이다.



(그림 3-7) GPS 좌표의 정사영

차량이 링크 ab를 주행할 때 GPS좌표에서 링크까지의 거리 h는

$$h = \frac{(G-a)^T \times (b-a)}{(b-a)^T(b-a)} (b-a) \quad (3.2)$$

와 같이 구해진다. 링크까지의 거리 h의 값이 GPS오차 내에 있으면 차량이 위치할 수 있는 도로가 된다. 이와 같이 링크까지의 거리 h값이 GPS오차 내에 있는 링크가 여러 개 선택되고 이러한 링크가 속한 폴리라인이 여러 개인 경우가 발생하면 <그림 3-2> 중 한 가지 경우에 해당 이 때의 GPS좌표는 어떠한 도로에

매칭이 되는 가를 결정할 수 없으므로 매칭을 유보하게 된다. 이를 순서대로 표시하면 <그림 3-8>과 같다.

만일 선택된 링크가 1인 경우 차량의 위치는

$$\hat{x} = a + \frac{(z-a)^T(b-a)}{(b-a)^T(b-a)}(b-a) \quad (3.3)$$

을 이용하여 링크위에 나타낼 수 있다. 만일 선택된 링크가 여러 개이나 링크가 속한 폴리라인이 하나인 경우는 GPS좌표가 가장 가까운 링크를 선택하여 그 링크위에 차량을 표시하는 방법과 지금까지의 차량의 속도를 함께 사용하여 보다 정확한 차량의 위치를 결정하는 방법이 있다. 본 논문에서는 차량의 속도는 고려하지 않았으므로 전자의 방법을 사용하도록 하였다.

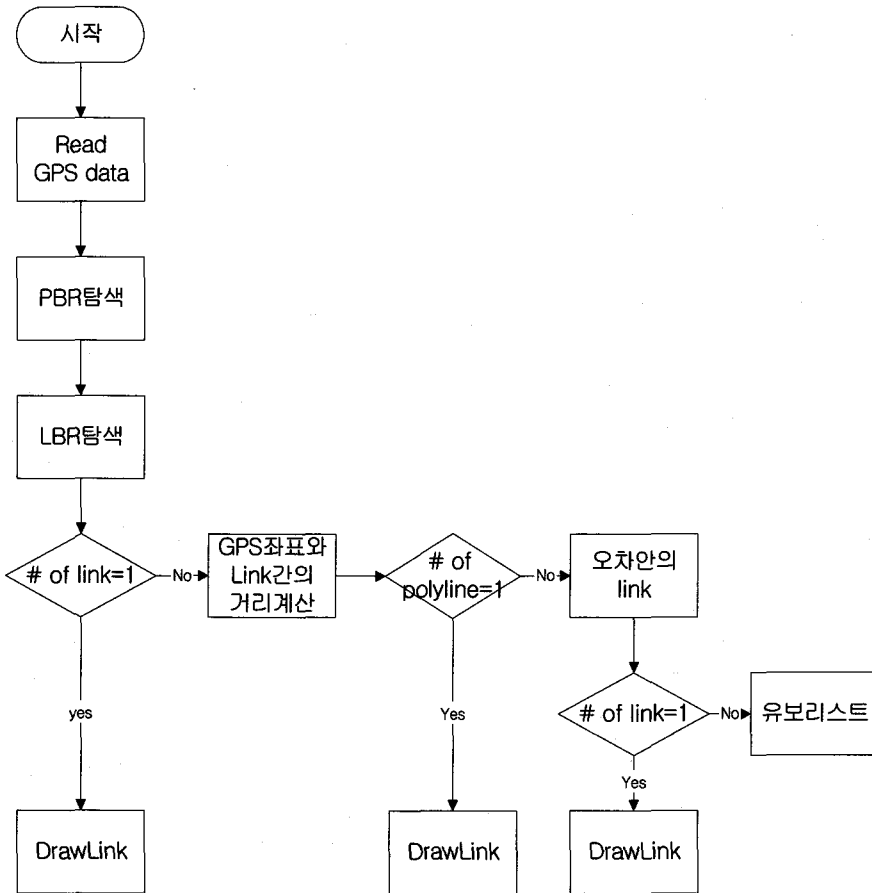
### 3.3.2 유보 리스트 해결과 경로 탐색

GPS좌표가 도로 지도상에 매칭되지 못하고 유보가 되는 경우는 3.2절의 지도 매칭의 문제점에서 3가지의 경우에 대하여 언급하였다. 유보된 GPS좌표는 스택(stack)에 저장하고 다음 GPS를 읽어 도로에 매칭을 시도한다. 만일 다음의 GPS좌표도 도로에 매칭이 되지 못하고 다시 유보되는 경우가 발생하면 다시 스택에 저장하고 다음 GPS좌표가 도로에 매칭될 때까지 계속한다.

GPS좌표가 도로에 매칭되고 이전 GPS좌표가 매칭된 도로와 현재의 도로가 연결되어 있고 유보리스트에 유보된 GPS좌표가 있다면 pop하여 도로에 매칭한다. 만일 현재 매칭된 도로가 이전 GPS좌표가 매칭된 도로와 연결되지 않는다면 그림 3-4에서와 같이 A\*알고리즘을 사용하여 경로 탐색을 한다. A\*알고리즘은 휴리스틱 탐색 알고리즘의 일종으로 도로에서 최적 경로 탐색에 많이 사용되는 알고리즘으로 경로 탐색 시 탐색 비용  $f(n)$ 은

$$f(n) = c(n) + h(n)$$

와 같이 계산된다[15]. 여기서  $c(n)$ 은 시작 노드에서 n노드까지 소요되는 비용을,  $h(n)$ 은 n노드에서 목적 노드까지의 직선거리를 나타낸다. 경로가 탐색되고 스택에 유보된 GPS좌표가 있다면 스택에서 pop하여 탐색된 경로에 유보된 GPS좌표가 매칭이 되는 가를 확인한다. 만일 모든 유보된 GPS좌표가 도로에 매칭이 된다면 탐색된 경로를 타당한 경로로서 표시를 하게 되고 그렇지 않으면 다른 경로를 탐색한다. 유보리스트 해결과 경로 탐색을 순서대로 표시하면 <그림 3-9>과 같다.



(그림 3-8) 외접사각형(bounding rectangle)을 이용한 후보 도로 검출 순서도

#### 4. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘은 일정 시간 간격의 GPS좌표만을 이용하여 도로에 차량의 위치와 주행 경로를 효과적으로 표시하기 위한 방법으로, 제안된 알고리즘의 효율성을 검증하기 위하여 수도권에서 차량을 이용하여 GPS좌표를 5초 간격으로 수신하였으며 이를 실제 지도에 어떻게 표시되는 가를 확인하였다.

사용한 GPS수신기는 telestar사의 new carstop(GPS+CDMA) 단말기로서 오차가 약 30m 가량 되는 구형 모델이며, 사용한 지도는 1:25,000의 수도권 일대를 포함하는 도로 지도를 사용하였다. GPS좌표의 오차가 30m로 비교적 큰 관계로 이를 그대로 적용할 경우 수신된 GPS에 매칭될 가능성이 있

는 도로가 많이 선택되어 계속 GPS좌표가 제대로 매칭되지 못하고 유보되는 경우가 많이 발생하므로 GPS좌표의 오차를 15m로 가정하여 실험을 수행하였다. 이로 인하여 맵 매칭 오류가 발생할 수 있으나 실험을 통하여 이로 인해 잘못 매칭된 경우는 매우 적은 것으로 나타났으며 최근의 오차가 적은 GPS수신기를 사용한다면 이러한 잘못 매칭된 경우는 발생하지 않을 것으로 판단된다.

실험은 대략 30여 회에 걸쳐 수행되었으며 이 중 몇 가지 결과를 표 4.1에 나타내었다. 실험에서 노드 수는 출발지에서 목적지까지 도로의 링크 개수를 나타내며 매칭 시간은 순수하게 맵 매칭에 소요된 총 시간을 나타낸다. 유보 GPS좌표/총GPS좌표는 수신된 총 GPS좌표 중에서 3절에서 설명한 이유로 인해 바로 맵 매칭이 되지 못하고 나중에 도로에 매칭된 GPS

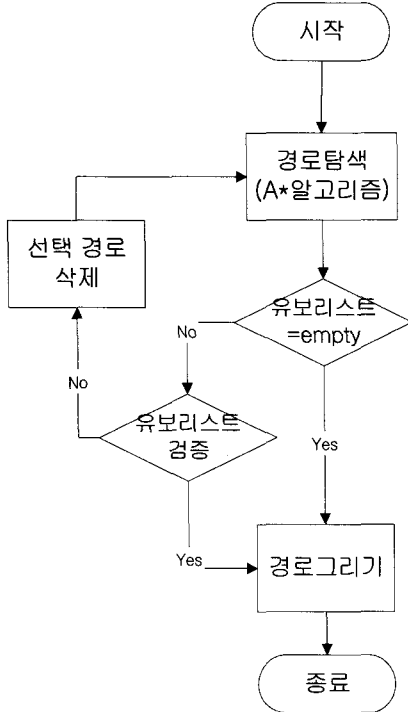


<표 4-1> 실험 결과

실험	지역	총도로 길이	노드 수	매칭 시간	유보GPS좌표/총GPS좌표	매칭 정확도
1	경원대~양화대교	23.7km	413	121ms	241/538	100%
2	경원대~일신여중	5.4km	94	30ms	4/156	100%
3	무작위순회 경원대~세류중	12.7km	291	101ms	12/434	99.9%
4	경원대~국립경찰	4.4km	80	20ms	3/162	99.8%
5	개롱역~하체단지	1.9km	49	10ms	0/67	100%
6	복정동	0.5km	13	10ms	0/82	100%
7	보성중고~한보그룹	7.6km	102	45ms	4/69	99.9%

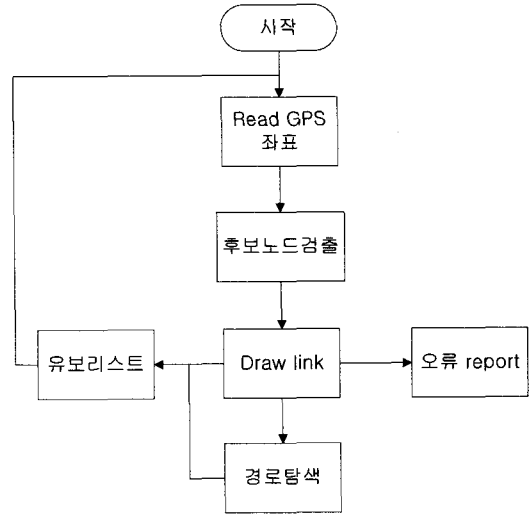
좌표의 수를 의미한다. 유보 GPS 좌표의 수는 주행 중인 도로와 평행하게 인접한 도로가 있을 경우 매우 많이 발생하는 것을 실험을 통해 알 수 있었다. 마지막으로 매칭 정확도는 수신된 GPS좌표로 맵 매칭한 결과와 실제 주행 도로와의 차이를 나타내는 것으로 거의 모든 경우에 100%에 가까운 매칭 결과를 보여주고 있다.

에 근접하게 표시된 것을 알 수 있다. <그림 4-3>은 수신된 GPS좌표를 제안한 알고리즘을 이용하여 도로에 매칭한 결과를 나타내고 있으며 정확하게 도로에 매칭되는 것을 확인할 수 있다.



<그림 3-9> 경로탐색과 후보리스트 해결 순서도

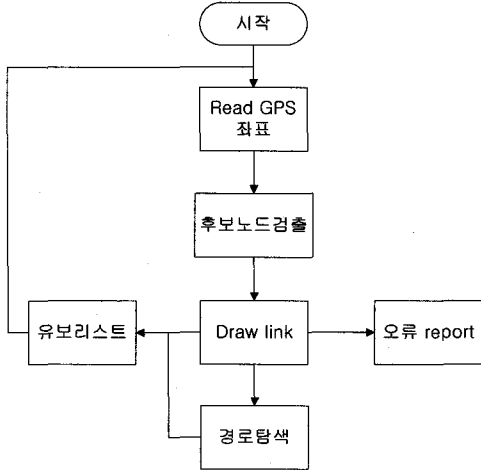
올바르게 매칭된 경우로서 <그림 4-2>는 송파구 복정역 근방의 도로를 나타내고 있고 도로 옆의 점은 수신된 GPS좌표를 나타낸다. 수신된 GPS가 도로에 거의 도로



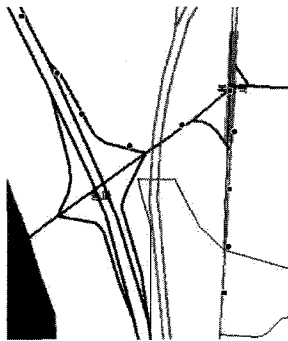
<그림 4-1> 지도 매칭 알고리즘 순서도

<그림 4-4>은 용산 근방의 도로에서 수신된 GPS 좌표를 나타내고 있다. 여기서 수신된 좌표 중 사각형으로 표시된 부분은 교차로 부근으로 수신된 GPS좌표는 2개의 도로에 매칭이 가능하므로 후보시킨다. 다음에 수신된 GPS좌표는 도로에 정확하게 매칭할 수 있으며 주행 경로 표시를 위하여 이전에 매칭된 도로와 연결하여야 한다. 그러나 이전에 매칭된 도로와 현재의 도로와는 바로 연결이 안 되므로 경로 탐색을 시행하여야 한다. <그림 4-5>는 경로 탐색을 하여 탐색된 도로를 표시하고 있다. 그러나 탐색된 도로는 두 도로 간에 최적 경로일 수 있으나 실제로 차량이 주행

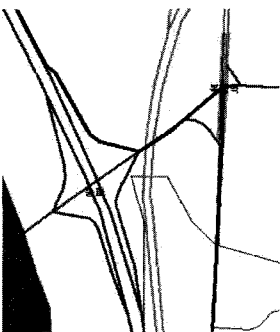
한 도로가 아니다. 이를 확인하기 위하여 유보된 GPS 좌표가 사용된다. 이를 사용하면 <그림 4-6>와 같이 올바른 주행 경로를 찾을 수 있음을 보여주고 있다.



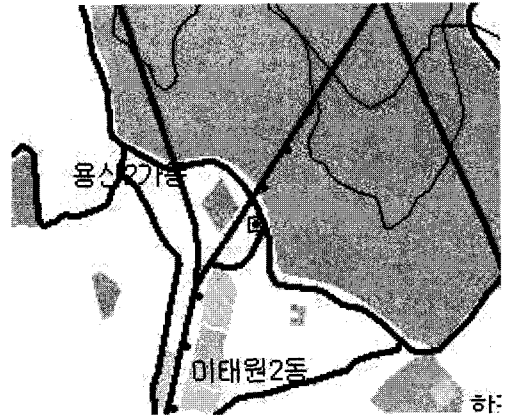
<그림 4-1> 지도 매칭 알고리즘 순서도



<그림 4-2> 수신된 GPS좌표



<그림 4-3> 수신된 GPS좌표를 지도 매칭한 결과



<그림 4-4> GPS좌표가 유보된 경우



<그림 4-5> 유보 GPS를 고려하지 않고 경로 탐색한 경우



<그림 4-6> 유보 GPS를 고려하여 경로 탐색한 경우

5. 결론

본 논문에서는 차량에서 수신된 GPS신호를 중앙 통제소로 전송하여 중앙 통제소에서 차량의 위치와 주행 경로, 차량의 속도 등을 관리할 경우 빠른 시간에 GPS신호를 지도에 매칭하고 주행 경로를 파악하는 효율적인 알고리즘을 제안하였다.

제안된 알고리즘은 DR센서를 사용하지 않고 통신 비용 등의 이유로 일정 시간 간격의 GPS신호를 전송하였을 때 발생할 수 있는 문제들을 해결하는 방법을 제안하였고 실험을 통하여 제안된 방법이 매우 효과적인임을 확인할 수 있었다.

제안된 방법은 수많은 차량에서 송신된 GPS좌표 송신하므로 서버에서는 가능하면 빠르게 처리하여야 한다. 실험에서는 한대의 차량에서 수신된 GPS의 좌표를 처리할 경우 매우 빠르게 처리하였으나 많은 차량에서 GPS좌표가 수신되었을 경우 얼마나 효율적인가에 대한 정량적인 연구를 진행할 계획이다.

참고 문헌

[1] 이성국 외, 텔레매틱스 기술/시장보고서, 한국전자통신연구원, 2001.  
 [2] 이성국 외, GPS 기술/시장보고서, 한국전자통신연구원, 2001.  
 [3] Tom Logsdon, The Navstar Global Positioning System. Van Nostrand Reinhold, 1992.  
 [4] 김일선, 차량항법을 위한 GPS 위치 결정 기법, 박사학위 논문, 서울대학교, 1996.  
 [5] 고병천, 차량항법의 위치측정 기술, 제2차 GPS Workshop Proceedings, 1995, pp. 207~223.  
 [6] 김세환, 박상현, 외, 차량항법시스템을 위한 GPs/DR 통합 칼만 필터, 96 GPS Workshop 논문집, 1996, pp. 393~400.  
 [7] E.J. Krakiwsky, C.B. Harris, R.Wong, A Kalman Filter for Integrating DR, MM, and GPS positoning IEEE, PLANS-88, 1988, pp. 39~46.  
 [8] 노삼혁, 김태진, ITS를 위한 맵 매칭 알고리즘의 분석 및 연구, 弘益大科學技術研究論文集, Vol.9 No.1, 1998, pp. 303~313.  
 [9] 임영환, 차량항법장치에서의 지도매칭 알고리즘에 관한 연구, 국민대학교 대학원 석사학위논문, 1997.

[10] 김옥, 차량항법장치에서의 지도매칭법을 이용한 향상된 위치 결정, 서울대학교 대학원 석사학위 논문, 1997.  
 [11] 장점진, GPS/DR 통합 칼만 필터와 지도 매칭법을 이용한 차량항법 시스템 개발, 포항공대 대학원 석사학위논문, 1997.  
 [12] 박광철, 차량항법시스템을 위한 최적경로 알고리즘 및 맵 매칭 구현에 관한 연구, 국민대학교 석사학위논문, 1997.  
 [13] W. W. Kao, Integration of GPS and Dead-Reckoning Navigation system, 91 Vehicle Navigation and Information systems conference, vol.2, 1991, pp. 635~643.  
 [14] R. Zickel N Nehemia, GPS aided Dead Reckoning Navigation, Proceedings of the 1994 National Technical Meeting - Navigating the Earth and Beyond, 1994, pp. 577~586.  
 [15] S. Russel, P. Norvig, Artificial Intelligence : A Mordern Approach, Prentice Hall, 1995.

황보 태근



1983년 고려대학교 공학사  
 1985년 고려대학교 공학석사  
 1988년 뉴욕시립대학 컴퓨터학 석사  
 1995년 Stevens Inst. of Tech. 컴퓨터학 박사

1988년 - 1993년 Q-Systems, Senior Technical Staff  
 1995년 - 1997년 삼성종합기술원 선임연구원  
 1997년 - 현재 경원대학교 소프트웨어대학 조교수

박 도영



2002년 경원대학교 전자계산학과 학사  
 2002년 - 현재 경원대학교 일반 대학원 전자계산학전공 석사과정