

택시 텔레매틱스 상에서 웨이프 파일에 기반한 맵 매칭 모듈의 구현¹⁾

이정훈*, 홍영신*, 박경린*, 신인혜**, 강지애**

*제주대학교 전산통계학과, **제주대학교 ITRC

e-mail:{jhlee,yshong,gipark,ihshin76}@cheju.ac.kr, loveria2@nate.com

Implementation of a map matching module based on the shape file for the Taxi telematics system

Junghoon Lee*, Youngshin Hong*, Gyung-Leen Park*,
Inhye Shin**, Jiae Kang**

Dept of Computer Science and Statistics, Cheju National University*, ITRC**

요 약

본 논문에서는 1분에 최대 200 개의 위치보고를 처리하여야 하는 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 보다 효율적인 트래킹과 택시 배차를 위해 맵 매칭에 의해 차량이 위치한 도로를 검색하는 모듈을 설계하고 구현한다. 구현된 모듈은 위치기반 서비스에 있어서 저비용 효율적으로 맵 매칭을 구현하기 위해 웨이프 파일을 직접 순차적으로 처리하고 보고지점과 세그먼트들로 이루어진 삼각형의 면적을 기반으로 매칭 링크를 검색한다. 이 기능은 차량의 진행방향을 판단하거나 도로 내에서의 위치 비율을 계산하는데 용이하며 다양한 부가 정보를 생성할 수 있다. 구현된 시스템에서 실제 히스토리 데이터에 대해 맵 매칭을 수행한 결과 95% 이상 해당 링크를 검색하였다.

1. 서론

제주도에서 운영중인 택시 텔레매틱스 시스템에서는 각 회원 택시들이 1분 마다 자신의 위치를 관제 서버에게 보고한다[1]. 이 위치 데이터는 원래 승객의 호출에 대해 가장 가까운 택시를 배차하는 목적으로 사용되며 보다 정밀한 배차를 위해서는 현재 택시가 위치한 도로를 판단하여야 한다. 맵 매칭은 경위도에 의해 표시된 (x,y) 좌표와 이에 해당하는 링크와 바인딩하는 작업으로서 기존의 많은 알고리즘과 휴리스틱들이 제안되어 각각의 환경과 도로망에서 사용되고 있다[2].

도로 네트워크의 저장에 대한 다양한 가정을 하고 있는데 예를 들면 공간 데이터베이스, 관계 데이터베이스 등이다. 또한 ESRI에서 정의한 웨이프 파일도 도로 네트워크를 포함할 수 있으며 이 경우 순차적인 비교에 의해 주어진 지점에서 지근거리의 링크를 판단하여야 한다. 제주 택시 텔레매틱스 시스템의 경우 1분에 최대 200개의 택시들이 자신의 위치를 보고하므로 1분에 200개의 맵 매칭을 수행할 수 있으면 된다. 제주도의 경우 링크의 개수가 30000 개 이하이며 각 링크당 세그먼트가 평균 100 이하이므로 이 경우는 순차적으로 처리한다 하여도 시스템의 요구사항을 만족시킬 수 있다.

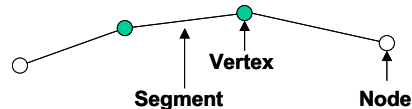
맵 매칭에 있어서 가장 일반적인 방식은 수직 거리

(perpendicular distance)에 기반한 방식이다[3]. 이는 한 좌표와 모든 세그먼트와의 거리를 계산하여 가장 가까운 세그먼트를 찾고 이 세그먼트에 해당하는 링크를 발견하는 과정이다. 그러나 도로 네트워크의 부정확성은 경우에 따라 매칭 링크가 없는 발생한다. 이 경우 가장 가까운 것만 찾으면 정확성이 현저히 저하되는데 이를 위해 각 웨이프 레코드의 최대최소 좌표 영역 내에 보고점이 포함되는 경우만 탐색대상으로 설정하는 것이 바람직하다.

본 논문에서는 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 맵 매칭을 수행하는데 있어서 별도의 데이터베이스없이 단지 웨이프 파일을 순차적으로 검색하여 각 세그먼트와 보고점의 삼각형의 면적에 기반하여 매칭될 세그먼트와 이에 따르는 링크를 검색하는 방식을 설계하고 구현한다.

2. 시스템의 설계

웨이프 파일은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 하나의 링크에 여러 개의 vertex들이 포함될 수 있으며 vertex간 선분은 세그먼트라 칭한다.



<그림 1> 도로 웨이프 레코드의 구조

vertex는 단지 도로의 모양만을 나타낼 뿐이며 교차로를 나타내지는 않는다. 반면 노드는 교차로로서 노드와 노드는

1) 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0801-0040)

하나의 링크로 간주되며 하나의 링크는 여러 개의 세그먼트들로 구성된다.

맵 매칭 과정은 이 셰이프 파일에서 셰이프 레코드들을 순차적으로 읽어 특정 보고 지점에서 가장 가까운 링크를 검색한다. 레코드에 포함된 점의 개수 정보(n)을 읽고 n 수만큼 각 점의 좌표를 읽으면 (n-1)개의 세그먼트가 생되며 각 세그먼트와 보고지점은 (n-1)의 삼각형을 형성한다. 이 세그먼트들의 영역에 보고 지점이 포함되면 <그림 2>에서 보는 바와 같이 삼각형의 면적과 세그먼트의 길이를 구하여 세그먼트와 보고지점간의 거리를 구한다. 물론 이 과정에서 GPS 및 지도의 오차를 포함하므로 영역에 포함되는지를 검사할 때 임계치를 두어야 한다.

```

BOOL SegToPnt (struct t_point s, struct t_point t,
               double x, double y) {
    double area, line, dist;
    double x1, y1, x2, y2;

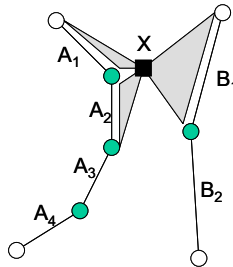
    x1 = s.x;      y1 = s.y;
    x2 = t.x;      y2 = t.y;
    if (!InMid(x, x1, x2)) return FALSE;
    if (!InMid(y, y1, y2)) return FALSE;

    line = sqrt((x1-x2) * (x1-x2) + (y1-y2) * (y1-y2));
    area = CalcArea(x, y, x1, y1, x2, y2);
    dist = area/line;

    if (dist < LeastBound) return (TRUE);
    else return (FALSE);
}
    
```

<그림 2> 세그먼트와 보고지점간의 거리

<그림 3>은 두 링크에 가까운 위치 보고 지점으로 부터 매칭될 링크를 발견하는 예를 보이고 있다. X 지점에서 보고가 왔을 때 두 링크 A와 B가 검색 대상이 된다. 이 예에서 A는 A₁, A₂, A₃, A₄의 세그먼트로 구성되어 있으며 B는 B₁, B₂ 등 2 개의 세그먼트로 구성되어 있다. 세그먼트 들은 A₃, A₄, B₂ 등은 y 좌표가 한계 범위를 벗어나 있으므로 거리 계산에서 제외된다. A₁과 X, A₂와 X, B₁과 X가 이루는 세 개의 삼각형의 면적이 계산되며 이들은 각각 A₁, A₂, B₁의 길이로 나뉘져 X점과 선분과의 거리가 결정된다. 결국 면적과 거리가 작은 A₁ 선분이 매칭될 세그먼트로 결정이 되며 이에 의해 최종 매칭 링크는 A로 결정된다.



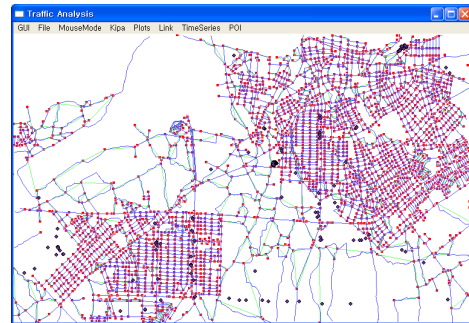
<그림 3> 맵 매칭의 예

부가적으로 차량의 진행 방향을 고려한 경로배정을 하기

위해서는 GPS에서 주어지는 현재 차량의 방향 정보와 도로의 형태를 함께 고려하여야 한다. <그림 3>의 예에서 A₁과 매칭이 된 것이 정확하다면 X의 방향은 135도 혹은 315도에 유사한 값이 될 것이다. 135도에 가까우면 차량은 아래쪽으로, 즉 A₄ 세그먼트로 진행할 것이며 335도에 가깝다면 그 반대방향으로 진행함을 유추할 수 있다.

3. 수행결과

<그림 4>는 제주도 지역의 디지털 맵에 히스토리 데이터의 좌표들을 매칭한 결과를 보여주고 있고 있다. 130만개의 좌표중 4.6%의 점들이 맵 매칭에 실패했으며 이를 분석하면 지도가 실제 도로의 모양을 잘 반영하지 못한 경우, 골목길 등에서 맵 매칭에 실패할 확률이 높다. 또 GPS 수신기 자체도 음영지역이나 출발시 또 기본적인 가우시안 오류 등 다양한 오류를 포함하므로 맵 매칭에 실패할 확률이 있다. 그러나 본 논문에서 제시하고 구현한 면적 계산 방식에 의해 95% 이상의 경우 해당 링크를 발견하였다.



<그림 4> 맵 매칭 실패의 결과

4. 결론

본 논문에서는 제주 택시 텔레매틱스 시스템과 같이 실시간 위치 트래킹 기능을 갖는 위치기반 서비스에 있어서 저비용 효율적으로 맵 매칭을 구현하기 위해 셰이프 파일을 순차적으로 처리하고 보고지점과 세그먼트들로 이루어진 삼각형의 면적을 기반으로 매칭 링크를 검색하는 모듈을 설계하고 구현하였다. 이 기능은 차량의 진행방향을 판단하거나 도로 내에서의 위치 비율을 계산하는데 용이하며 이와 유사한 정보를 생성할 수 있다. 구현된 시스템에서 실제 히스토리 데이터에 대해 맵 매칭을 수행한 결과 95% 이상 해당 링크를 검색하였다.

참고문헌

- [1] J. Lee, G. Park, H. Kim, Y. Yang, P. Kim, and S. Kim, "A telematics service system based on the Linux cluster," LNCS, Vol. 4490, pp. 660-667, 2007.
- [2] J. Krumm, J. Letchner, and E. Horvitz, "Map matching with travel time constraints," SAE World Congress, 2007.
- [3] S. Brakatsoulas, D. Pfoser, R. Salas, and C. Wenk, "On map-matching vehicle tracking data," Proc. 31st VLDB Conference, 2005.