

제주 택시 텔레매틱스 시스템에서의 교통정보 검색 방법†

A data retrieval method for traffic information on the Jeju taxi telematics system

이정훈 · 박경린

Junghoon Lee, Gyung-Leen Park

제주대학교 전산통계학과

{jhlee, glpark}@cheju.ac.kr

요 약

본 논문은 제주 택시 텔레매틱스 시스템의 운영과정에서 축적되고 있는 각 택시들의 이동이력 데이터를 기반으로 관심구간의 통행속도에 관련된 필드들을 효율적으로 추출하는 기법을 설계하고 구현한다. 구현된 인터페이스는 도로네트워크 상에서 관심구간의 양끝점을 입력받아 A* 알고리즘을 수행하여 경로상에 포함된 각 링크를 결정한 후 해당 링크 아이디를 포함하는 질의문의 스킴리튼을 생성한다. 이 질의문을 수정하여 관심구간의 속도 레코드수, 속도 평균, 승객탑승시의 속도, 요일별 시간대별 평균 속도 등 다양한 정보를 체계적으로 검색할 수 있다. 제주시 연삼로 구간에 대한 시험적 검색 결과는 승객이 탑승한 경우 전체 경우 보다 30~50% 정도의 보고수, 2~4 kmh 빠른 통행 속도 등을 보이고 있으며 시간대별 통계는 요일별 통행속도 패턴의 변화를 정량화하고 있다.

1. 서론

제주 택시 텔레매틱스 시스템은 관광객 대상의 렌터카를 중심으로 한 제주 텔레매틱스 시범도시 사업에 이어 생활융합형 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위하여 2006년 5월에 제주도에서 시작되었다[1]. 본 시스템은 택시들의 위치파악에 기반한 자동화된 배차에 의해 택시사업자의 이윤을 증가시키고 택시 승객의 대기시간을 최소화함을 목적으로 하고 있다. 즉, 주기적인 택시의 위치보고를 통해 각 회원택시의 실시간 위치를 트래킹하고 고객의 콜에 대해 가장 빠른 택시를 배차할 수 있도록 한다[2]. 이 시스템은 기본적인 서비스 이외에도 택시들의 위치와 상태의 이력 데이터를 축적함으로써 고부가가치의 데이터를 생성할 수 있는 프레임워크를 제공할 수 있다. 이력 데이터는 현재

관계 데이터베이스, 공간 데이터베이스 엔진, 일반 파일 등에 저장되어 분석의 목적에 맞추어 사용되고 있다.

택시 텔레매틱스 시스템에서 수집된 각 택시의 위치 이력 데이터는 운전자의 운행패턴, 승차위치의 추이, 위치별 승객대기시간의 패턴, 사고시 관련차량들의 운행내역 조회 등 다양한 목적으로 분석될 수 있다. 이는 각 위치 데이터가 단순히 경위도 좌표뿐만 아니라 승객의 탑승여부, 속도, 방향 등 기본적으로 GPS 수신기에서 취득한 데이터를 포함하기 때문이다. 이 중에서 실시간 혹은 오프라인으로 분석될 수 있는 각 도로의 통행속도에 대한 정보는 그 효용가치가 높다. 즉, 각 택시들은 승객의 탑승 여부에 따라 1분 혹은 3분마다 위치와 속도 정보를 보고하기 때문에 이 위치에 해당하는 도로를 찾아 통계 데

† 본 연구는 지식경제부 및 정보통신진흥연구원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2008-C1090-0040)

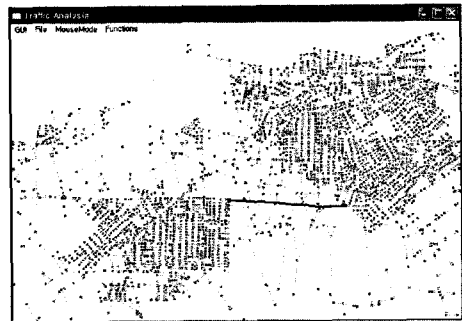
이터를 구성한다면 그 도로에 대한 시간 별 요일별 통행 속도에 대한 데이터를 추출할 수 있다.

도로의 통행속도 정보를 추출하는데 있어서 택시나 차량들이 빈번하게 다니는 곳이 있는가하면 거의 차량이 다니지 않는 곳이 존재한다. 운전자들이 속도 정보를 요구하는 곳도 차량의 운행이 빈번한 도로일 것이다. 따라서 도로 네트워크 상에서 관심 구간을 설정하고 이 관심 구간에 대한 통행속도 정보를 추출하는 기능이 필수적이며 이는 지도 인터페이스를 통해 구간을 설정하고 이 구간에 관련된 노드 혹은 링크들을 구별하는 과정으로 구성된다. 더욱이, 교통정보 제공에 있어서 표준이 되는 국토해양부(구 건설교통부)의 도로 지도는 내비게이션용으로 사용되는 일반적인 도로 네트워크에 비해 노드나 링크의 수가 현저히 적다. 예를 들어 제주지역의 경우 내비게이션용 지도는 27000여 개의 링크들을 포함하고 있는 반면, 표준 지도는 양방향 포함 4000 개의 링크만을 포함하고 있다. 결국 13 대 1 정도의 링크 매칭이 필요한데 이를 체계적으로 수행하기 위해서는 관심구간의 설정과 유사한 매핑 기능이 필요하다. 본 논문에서는 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 축적되고 있는 위치 이력 데이터에서 특정 구간의 통행속도 정보를 추출하여 통계 데이터를 구하는 기법에 대해 인터페이스를 구현하고 그 데이터를 분석한다.

2. 인터페이스 구현

그림은 제주도 도로망의 지도상에 특정 지점에 대한 속도 정보 추출을 위한 인터페이스가 구현된 내역을 보이고 있다. 인터페이스는 Visual C++ 6.0을 이용하여 C 프로그래밍 언어로 구현되었다. 먼저 제주도 도로망은 지도 및 내비게이션 관련 업체에서 제공한 도로 네트워크를 사용하고 있으며 이는 ESRI Shape 파일 형태로 제공되어진다. 이 디지털 맵은 제주도 내에 15000여개의 노드, 즉 교차로와 27000여 개의 링크로 구성되어 있다.

인터페이스는 노드와 링크의 좌표들을 읽어서 화면좌표계로 변환하여 윈도우에 표시한다. 이 과정에서 링크의 경우 링크의 세그먼트들을 일일이 도시하지 않고 단지 양끝점 사이의 선분으로 표시한다. 이와 아울러 줌인, 줌아웃, 팬, 거리 측정과 같은 기본적인 지도기능을 제공한다. (그림 1)은 지도 인터페이스가 구현된 것을 보여주고 있으며 기본적인 지도 기능외에 관심구간 처리에 관련된 메뉴들이 제공되고 있다.



(그림 1) 관심구간 설정 인터페이스

구현된 인터페이스에서 관심구간을 설정하기 위해서 마우스에 의해 관심구간의 시작점과 끝점을 설정한다. 인터페이스는 화면좌표계를 경위도 좌표계로 변환하여 매칭되는 두개의 노드를 찾는다. 기본적으로 관심구간은 일직선 혹은 일직선에 가까운 경우가 대부분이며 경우에 따라 굽은 길이라 할지라도 우회도로가 없는 경우가 일반적이다. 결국, 검색된 두 노드 사이의 직선에 포함된 링크들을 검색하여야 하는데 이 과정은 두 노드 사이에서 A* 알고리즘을 수행함으로써 결과를 얻을 수 있다. (그림 1)은 A* 알고리즘의 수행이 화면에 도시된 결과를 보이고 있다. A* 알고리즘은 기본적으로 깊이 우선 탐색 방식을 따르며 현재까지 지나온 거리와 향후 남은 거리의 예상값의 합에 의해 다음 방문할 노드를 결정한다. 관심구간 설정에 따르는 가상직선 구간에 있는 링크들을 구하기 위해서는 출발지부터 현재 노드까지의 거리도 유클리드 거리로 변환한다. 또, 예상값은 아직 경로가 결정되지

않았기 때문에 예측치가 되는데 이는 유클리디언 거리, 즉 경로를 고려하지 않은 두 지점간의 절대거리로 예측을 한다. (표 1)은 절대거리를 고려한 A* 알고리즘의 코드를 보이고 있다.

(표 1) A*에 기반한 관심링크 추출

```
int GetMinPotential(int t[], int done[], int n,
    int Lsource, int Ldest) {
    int i, curmin = -1;
    double dist, min = 1000000.0;
    double dx, dy;

    for (i=0; i< totalNode; i++) {
        if (done[i] == 1) continue; //Already visited
        if (t[i] == LARGEST) continue;
        dx = (node[Ldest].x - node[i].x);
        dy = (node[Ldest].y - node[i].y);
        dist = sqrt(dx * dx + dy * dy);
        dx = (node[Lsource].x - node[i].x);
        dy = (node[Lsource].y - node[i].y);
        dist += sqrt (dx*dx + dy*dy);
        if (dist < min) {
            curmin = i;
            min = dist;
        }
    }
    return (curmin);
}
```

경로 결정 알고리즘은 두 노드간의 경로에 개입된 모든 노드들을 추출할 수 있으며 이에 의해 경로에 개입된 모든 링크들도 추출할 수 있다. 특정 구간에 있어서 통행속도에 관련된 필드들을 추출하려면 링크의 아이디에 의해 데이터베이스를 검색하여야 하는데 이는 일반적으로 SQL 질의에 의해 수행된다. 관심구간에 해당하는 링크들에 대한 질의를 프로그래머가 직접 작성하는 것은 해당 링크의 수가 많은 경우 비효율적일 뿐 아니라 오류를 포함할 가능성이 많으므로 (그림 1)의 선택에 대해 화면에 표시된 링크의 아이디를 포함하는 질의의 스킴리튼을 자동 생성한다. (표 2)는 이 결과를 보여주고 있으며 교통정보 분석자는 이 스킴리튼에 일부 명령어를 추가하여 관심구간에 대한 다양한 정보를 추출할 수 있다. (표 2)에서 이탤릭체로 표시된 부분은 스킴리튼 질의에 새로이 추가된 구문으로 이 질의문은 관심구간의 각 링크에 해당하는 레코드 수

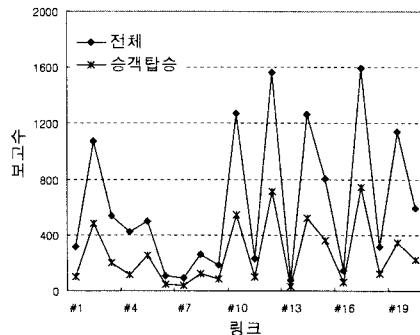
를 추출한다. 이 스킴리튼 파일을 일부 수정하면 관심구간 전체의 요일별 시간대별 통행 속도와 승객이 탑승한 경우와 그렇지 않은 경우의 통행 속도 추출에 대한 질의를 쉽게 생성할 수 있다.

(표 2) 추출된 SQL 질의 스킴리튼

```
select link, count(link) from report where
(link=12321) or (link=11811) or
(link=11812) or (link=12448) or
(link=12447) or (link=10212) or
(link=12512) or (link=12513) or
(link=10166) or (link=11809) or
(link=11810) or (link=11842) or
(link=11841) or (link=10280) or
(link=10279) or (link=10165) or
(link=10164) or (link=10187) or
(link=12598) or (link=12599) or
group by link;
```

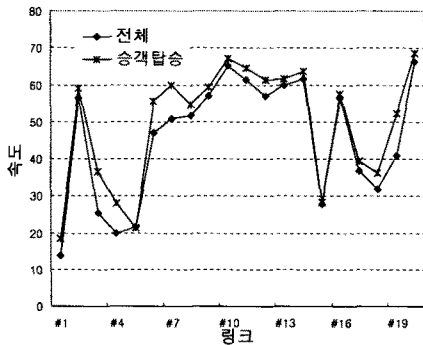
3. 데이터 분석

가장 많은 위치보고를 포함하고 있는 2.5개월간의 기간의 130만개의 레코드들 중에서 (그림 1)에서 설정한 구간에 대한 레코드들을 추출하면 (그림 2)와 같다. 설정된 구간은 제주시의 연상로에 해당하며 제주시에서 구제주와 신제주를 연결하는 통행량이 많은 도로이다. 이 그림은 관심구간내 각 링크의 레코드 수를 보이고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 승객 탑승시의 보고수는 전체 보고수의 30%에서 50% 정도를 보이고 있으며 각 링크당 레코드 수에 편차가 상당함을 보이고 있다. 향후 정밀한 링크 통행속도 분석을 위하여 정확도에 대한 가중치를 부여할 수도 있다.



(그림 2) 관심구간내 링크별 레코드 수

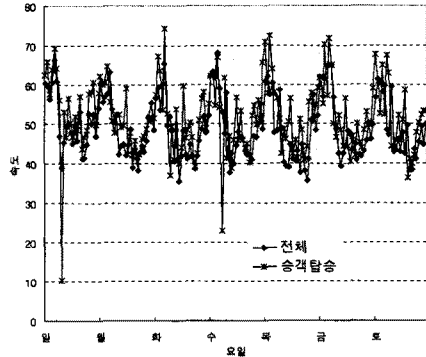
(그림 3)은 관심구간 내에서 각 링크의 통행속도를 추출하여 통계를 작성한 결과를 보이고 있다. 그림에서의 두 곡선은 각 링크별로 전체 레코드의 속도 필드의 평균을 계산한 것과 승객이 탑승한 경우의 평균을 구한 경우에 해당한다. (그림 1)에서 설정한 구간은 승객탑승보다는 왕복이 빈번한 구간이기 때문에 승객 탑승시와 전체 경우의 속도차이가 크지 않다. 속도차이는 최대 9.2 km/h이며 전반적으로 승객 탑승시가 전체 경우보다 2~4 km/h 정도 빠른 것을 보이고 있다. 또 링크별로 평균 통행속도의 차이가 49 km/h 까지 발생하며 레코드수가 적은 링크의 평균 통행속도가 느린 경향을 발견할 수 있다.



(그림 3) 관심구간내 링크의 속도 데이터

(그림 4)는 관심구간 전체적으로 요일별 및 시간대별 통행속도 평균을 구한 결과이다. 상업적으로 교통정보 서비스를 제공할 수 있으려면 최소 15분 단위의 통행속도에 대한 분석 데이터를 보유하고 있어야 하는데 제주 택시 텔레매틱스 시스템은 최대 200대의 회원 택시가 1분 주기의 속도보고를 하므로 정밀한 통행속도를 분석하는데는 레코드 수에 한계가 있다. 따라서 우선적으로 1시간 단위의 통계를 산출하였다. 그림에서 보는 바와 같이 평일과 주말별로 속도와 트래픽 패턴에 차이가 있으며 정량화된 데이터로 속도정보를 서비스할 수 있다. 본 데이터는 11월부터 1월 중순까지로서 관광철이 아니기 때문

에 자생적인 트래픽에 대한 통행속도이며 제주도의 특성상 관광객수는 교통정보의 또하나의 변수로 고려되어야 한다.



(그림 4) 관심구간에 대한 속도 통계

4. 요약 및 결론

본 논문에서는 제주 택시 텔레매틱스 시스템에서 축적되고 있는 위치 이력 데이터를 기반으로 특정 관심구간을 설정하고 이에 대한 통행속도 정보를 효율적으로 추출하여 교통정보를 쉽게 처리할 수 있는 데이터 처리기법을 설계하고 구현하였다. 구현된 인터페이스는 관심구간의 모든 링크를 검색하여 관련된 질의문의 자동생성에 의해 링크별 레코드 수, 속도 보고의 평균, 관심구간 전체적인 요일별 시간대별 속도의 평균을 효율적으로 검색할 수 있도록 한다. 결국 이동이력 데이터 분석은 체계적이고 자동화된 데이터 수집 방법을 기반으로 기존의 통행속도 방식과 결합되어 고부가가치의 교통정보를 생성할 수 있을 것으로 예상된다.

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. Lee, G. Park, "Design and implemen

- tation of a movement history analysis framework for the taxi telematics system," *APCC*, Oct. 2008.
- [3] S. Lee, M. Viswanathan, Y. Yang, "A Hybrid Soft Computing Approach to Link Travel Speed Estimation," *FSKD*, pp.794-802, 2006.