

GPS 자료 필터링을 통한 링크통행속도 신뢰성 향상에 관한 연구

최진우*, 홍남관, 양영규
경원대학교 전자계산학과

e-mail : cjw49@paran.com, madoyo78@paran.com, ykyang@kyungwon.ac.kr

A Study on Reliability Improvement of Link Travel Speed using filtering GPS data

Jin-woo Choi*, Nam-kwan Hong, Young-kyu Yang
Dept. of Computer Science, Kyung-Won University

요 약

차량 내에서 보내는 시간이 많은 현대인들에게 도로 내 여러 가지 상황 정보를 제공해 줄 수 있는 텔레매틱스 서비스가 점점 각광을 받고 있다. 도로 내 설치되어 있는 차량 검지기와 GPS(Global Positioning System) 기술을 통해 고수준의 교통 정보가 수집되고 있지만, 이를 가공하여 도로상의 운전자들에게 전달하는 방법은 최근 들어 활발하게 연구 중에 있다. 텔레매틱스 서비스 중 가장 중요한 서비스는 운전자가 요청하는 교통 상황 정보를 신속하고 정확하게 전달해 주는 것이다. 본 연구에서는 가까운 과거의 패턴 자료를 이용하여 필터링 범위를 산정한 후, 정상적인 흐름에 반하는 이상 자료들을 실시간으로 제거하여 신뢰성 있는 링크대표속도 값을 제공하는 방법을 제시한다.

1. 서 론

교통 혼잡의 원인은 여러 가지가 있겠지만, 많은 운전자들이 여유 용량을 지닌 도로가 있음에도 불구하고 일부분의 도로

망으로 집중되면서 전체 도로망을 효율적으로 사용하지 못하는 데에서 기인한다.

최근 들어, GPS 정보를 바탕으로 한 CNS(Car Navigation System)이 많이 보급되면서, 운전자들에게 많은 정보를 제공해

주고 있지만, 점점 이와 같은 단순한 길안내가 아닌 시시각각 변화하는 교통 상황에 대해 유동적으로 최적의 경로를 안내해 줄 수 있는 시스템이 요구되고 있다.

이런 서비스는 향후 텔레매틱스 서비스에서도 가장 핵심 서비스가 될 것이며, TSP(Telematics Service Provider)에 의해 실시간 교통 정보가 적용된 길 안내가 제공이 되면, 운전자들로 하여금 보다 나은 경로를 선택하도록 유도하여 전체 도로망의 이용 효율을 증가시킬 수 있다.

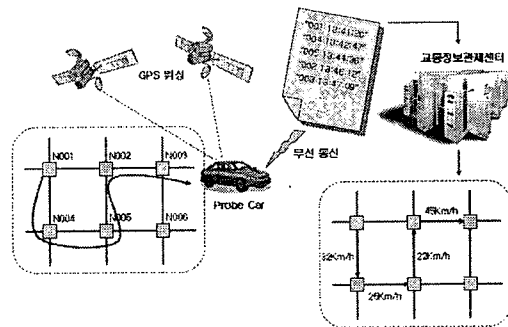
이를 위해 기초적으로 가장 중요한 정보는 개별 링크에 대한 가장 최신의 정확한 통행 정보이다. 개별 링크에 대한 통행 정보는 동 시간대에 정상적으로 링크를 통과한 차량의 평균값이다.

개별 차량의 통행 정보를 수집하기 위해 현재 운영 중이거나 시범중인 교통 정보 수집 체계는 여러 가지가 있지만, 크게 고정식 검지체계와 이동식 검지체계로 분류된다.

고정식 검지체계 중 가장 대표적이라 할 수 있는 루프검지기의 경우, 전국 대부분의 고속도로에 설치되어 있으며, 약 3000 개 이상이 운영되고 있다. 하지만, 한 지점에 매몰되는 고정식이라는 특성상 지점에서의 정보만을 수집하기 때문에, 링크를 대표하는 자료로 이용되기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 이는 적외선검지기나, 영상검지기과 같은 다른 고정식 검지체계도 마찬가지이다.

반면, 이동식 검지체계는 주로 Beacon이나 GPS를 이용, probe 차량을 통해 교통 자료를 수집하는 방식이다. 따라서, 특정구간의 통행시간을 쉽게 파악할 수 있고, 특히 GPS 같은 경우에는 수신기만 장착하면 쉽게 정보를 취득할 수 있어 투자 및 유지 비용이 상대적으로 낮다. 또한 초기 군사 목적으로 만들어진 GPS에 있던 의도

적인 오차가 2000년 5월 1일부로 SA(Selective Availability)라는 암호코드를 제거하므로 해서 사라졌기 때문에 비교적 정확한 위치 정보를 취득할 수 있게 되었다.



(그림 1) GPS 교통 정보 수집 절차

하지만, 수집되는 모든 정보가 해당 링크에서 정상적으로 통행한 데이터인지 여부를 알 수 없다.

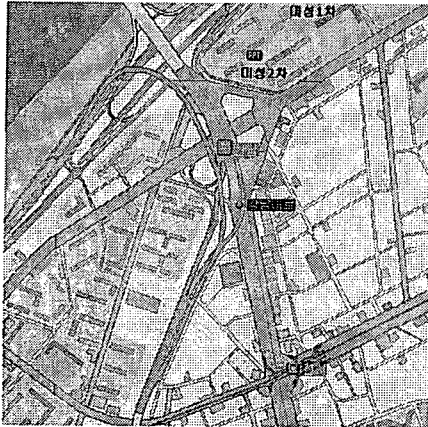
본 연구에서는 특정 링크에서 GPS를 이용해 수집된 교통 정보 중 의미가 있는 정보만을 취해서 링크의 정확한 대표 통행 속도를 산출하는 방법을 제시한다.

2. 수집 데이터

본 연구에서는 리얼텔레콤(주)에서 제공하는 GPS 수신기를 장착한 수집 차량(영업용 택시)들에 의해 수집된 속도 자료를 사용한다.

1) 수집 구간

수집 구간은 (그림 2)에서 강남대로(한남 IC→신사역) 구간이며, 링크 길이는 200m, 차선은 버스 전용차선을 포함해 편도 4차선 도로이다.



(그림 2) 자료 수집 구간

2) 수집 일시 및 시간

수집된 2005년 6월 8일~30일 사이의 자료 중 주말을 제외한 월~금요일(총 17일)의 자료를 바탕으로 연구를 진행한다.

수집 시간은 05시부터 24시까지이며, 수집 자료의 형태는 5분 단위 간격으로 해당 링크를 통과한 개별 차량들의 속도(단위:Km)로 구성되어 있다.

3) 자료 예시

(표 1)에서 수집된 속도 자료의 일부를 나타낸다. 단위 시간에 수집될 수 있는 최대 차량 수는 10대이며, 수집된 속도가 없는 경우는 0으로 표시된다.

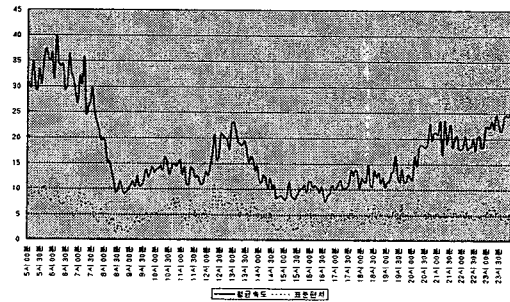
(표 1) 차량 속도 수집 자료

6 일	05:00-05:05	13	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	05:05-05:10	27	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	05:10-05:15	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30 일	23:45-23:50	44	13	19	37	37	18	13	0	0	0
	23:50-23:55	21	60	35	35	12	27	24	13	22	7
	23:55-24:00	36	19	56	56	20	13	42	12	46	0

4) 데이터 패턴 분석

2005년 6월 8일~30일, 주말을 제외한 총 17일 동안의 5분 단위별 패턴을 살펴보

면 주중에는 단위 시간별로 거의 비슷한 속도의 패턴을 보인다는 것을 알 수 있다. 이를 (그림 3)에 나타내었는데, 실선으로 나타난 것이 속도 패턴이고, 점선은 표준편차를 나타내었다. 전체 표준 편차는 5.24 Km 로 나타나 평일 같은 시간대에서는 차량의 흐름이 비교적 유사하다는 것을 나타내고 있다.



(그림 3) 실험 기간 5분단위의 패턴

3. 대표 속도 산출

동 시간대 해당 링크를 통과한 차량 중, 정차나 돌발상황 등으로 인한 방해 요인 없이 정상적으로 링크를 통과한 차량들은 흐름이 거의 일정하다. 그러나, GPS 데이터는 모든 차량들의 속도 데이터를 전부 수집하기 때문에, 정상적으로 링크를 통과하지 못한 데이터들을 필터링 해 주는 작업을 통해 신뢰성을 더욱 높일 수 있다.

본 연구에서는 Quartile(사분위 값)을 이용해 High, Low Fence 값을 구하고, 이를 벗어나는 데이터를 비정상적인 데이터로 간주하여 필터링 하는 방법을 사용하였다.

6월 8일~28일 사이의 자료를 통해 Fence 값을 구한 뒤, 29일 자료를 통해 테스트 한다.

1) 전처리

05 시부터 24 시까지 각 5분 단위 별로

속도를 높은 속도 순으로 정렬하고, 관측된(0이 아닌) 자료의 개수를 구한다.

$$N(i) = \text{해당 시간대의 데이터 수}$$

이 때, $i=1,2,\dots,228$

2) Quartile 값 산출

Quartile 은 자료의 산포도를 잘 나타내 주는 값으로 그 의미는 다음과 같다.

$Q1$ = 자료의 25%가 그 값보다 작고 자료의 75%가 그 값보다 크게 되는 값

$Q2$ = 자료의 50%가 그 값보다 작고 자료의 50%가 그 값보다 크게 되는 값, 즉 중앙값(=Median)

$Q3$ = 자료의 75%가 그 값보다 작고 자료의 25%가 그 값보다 크게 되는 값

$$IQR(\text{Inter-Quartile Range}) = Q3 - Q1$$

다음과 같이 단위 시간 별로 Quartile 값을 구한다.

$$Q1(i) = \text{해당 시간대의 } Q1 \text{ 값}$$

$$Q2(i) = \text{해당 시간대의 } Q2 \text{ 값}$$

$$Q3(i) = \text{해당 시간대의 } Q3 \text{ 값}$$

$$IQR(i) = \text{해당 시간대의 } IQR \text{ 값}$$

3) Fence 값 산출

앞에서 구한 Quartile 값을 이용해 단위 시간 별로 High Fence, Low Fence 를 구한다.

$$F_{high}(i) = Q3 + M_{high} \times IQR(i)$$

(단, $F_{high}(i) > 80$ 이면, $F_{high}(i) = 80$)

$$F_{low}(i) = Q1 - M_{low} \times IQR(i)$$

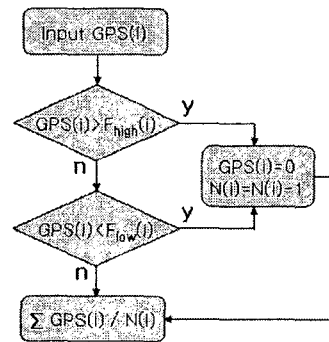
(단, $F_{low}(i) < 0$ 이면, $F_{low}(i) = 0$)

여기서 M_{high} 와 M_{low} 는 필터링 강도(Measure)로써, 이를 조정해 필터링 정도를

조절할 수 있다. $F_{high}(i)$ 는 해당 도로의 제한 속도를 감안해 80 이상이 될 수 없도록 하였는데, 따라서 지나치게 과속하는 차량들은 필터링 대상에 포함되게 된다.

4) 대표 속도 산출

단위 시간에 대한 $F_{high}(i)$, $F_{low}(i)$ 값만 구해지면, 링크를 지나는 차량의 속도 수집시에 다른 복잡한 계산의 필요 없이 비정상적인 차량의 속도를 실시간으로 제거할 수 있어 매우 효율적이다. 이와 같은 필터링 과정을 거쳐 단위 시간별 링크의 대표 속도를 구하는 방법은 (그림 4)와 같다.



(그림 4) GPS 자료의 필터링 과정

4. 결 과

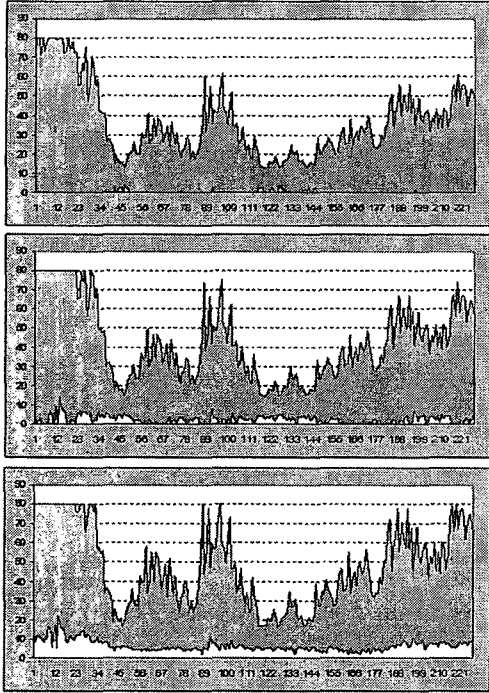
수집 기간 동안 수집된 전체 데이터의 수는 14,206개이며, 테스트는 988개 자료(6월 29일)를 대상으로 실시한다.

Measure값에 따른 결과를 보기 위해 M_{high} , M_{low} 를 각각 (1.0, 1.0), (1.5, 0.5), (2.0, 0.2)로 바꾸어 가며 세 단계의 실험을 실시한다.

1) 필터링 범위 산정

M_{high} , M_{low} 를 달리하면 정상적인 흐름의 차량과 비정상적인 흐름의 차량의 판단 여부를 결정하는 필터링 범위를 조절할

수 있다. (그림 5)에 M_{high} , M_{low} 를 위와 같이 변화시키며, Fence 값을 계산한 결과를 나타내었다. 위의 실선이 $F_{high}(t)$, 아래 실선이 $F_{low}(t)$ 이다.



(그림 5) 단계별 필터링 범위

2) 필터링 결과

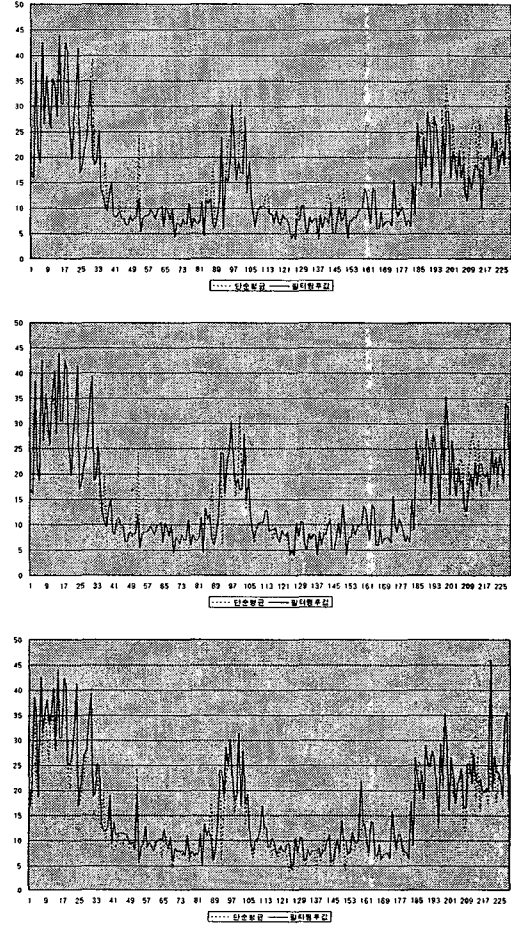
범위에 들어오지 못하는 GPS 속도 자료는 비정상적인 자료로 간주되어, 링크 대표 속도 값을 산출하는 데 영향을 주지 못하도록 삭제된다.

6월 29일 자료를 테스트 해 보았다. 각 단계별로 제거되는 데이터의 비율은 차례대로 7.19%, 5.45%, 12.04% 이다. 1단계에서는 고속의 차량들이, 3단계에서는 저속의 차량들이 많이 필터링 되었다.

3) 링크 대표 속도 값 산출

테스트 Measure를 달리한 단계별로 필터링 과정을 거친 후 대표 속도를 산출한

결과(실선)와 단순 평균값으로 대표 속도를 취한 결과(점선)와의 비교를 위한 그래프를 (그림 6)에 나타내었다.



(그림 6) 단계별 5분 단위 링크 대표 속도

5. 결론

정확하고 신속한 실시간의 교통 정보 제공이 가능하다면, 운전자들은 안내되는 가장 빠른 길을 선택할 수 있기 때문에, 전체적으로 전도로망을 효율적으로 사용할 있게 될 것이다.

본 논문은 Quartile 값을 이용한 필터링 기법을 통해 이런 실시간 교통 상황을 반영한 길 안내 시스템의 신뢰성을 향상 시

키기 위한 방법의 연구이다. 이는 향후, GPS 가 널리 보급되어, 다량의 정보를 수집할 수 있다면 더욱 효과적인 방법이 될 수 있을거라 기대한다.

앞으로의 연구 과제는 실제 차량 주행 자료나 다른 수집 장비의 자료와의 비교를 통한 본 알고리즘의 확실한 검증과 보완이다.

사 사

“본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음”

(IITA-2005-C1090-0502-0009)

참고문헌

- [1] 최기주, 신치현, "GPS와 GIS를 이용한 링크통행시간 예측기법" 대한교통학회지, 제 16권 제2호, 1998.
- [2] 김도경, "루프검지기를 이용한 도시간선도로의 실시간 통행속도 추정방법론", 서울시립대 석사학위논문, 1998.
- [3] 정연식, 최기주, "GPS probe 및 루프검지기 자료의 융합을 통한 통행시간 추정 알고리즘 개발", 대한교통학회지, 제 17권 제 3 호, 1999.
- [4] 김영찬, 최기주, 김도경, 오기도, "단일루프검지기를 이용한 간선도로 실시간 통행속도 추정 방법론", 대한교통학회지 제 15권 제 4호, 1997.
- [5] 정우진, 이종수, 고진웅, 박평수, "퍼지논리 및 GPS정보를 이용한 링크통행속도의 예측", 한국퍼지및지능시스템학회논문지, 제 13권 제 3호, 2003.
- [6] 오기도, 김영찬, "단속류 퍼지 통행시간 추정기의 개발", 대한교통학회지, 제 18권 제 5호, 2000.