

GPS를 활용한 교통 시뮬레이션 모형 검증

A Traffic Simulation Model Verification Method Using GPS Equipment

허혜정*
(Hyejung Hu)

백종대**
(Jongdae Baek)

한상진***
(Sangjin Han)

요약

교통 시뮬레이션 모형은 실제 교통 네트워크를 모형으로 구현하여 여러 가지 교통정책을 평가하는 데에 사용된다. 이때 모형이 실제의 교통현상을 잘 반영했는지 여부를 판단하는 모형 검증 절차는 가장 중요한 절차 중 하나이며 모형 검증에는 실측 교통량과 속도 등이 주로 사용된다. 본 연구에서는 노스캐롤라이나 랄리에 있는 I-40 고속도로 상에서 일어나는 심각한 오후 첨두 병목현상을 DYNASMART-P라는 메조스코픽 교통 시뮬레이션 모형으로 구현한 결과를 검증하고자 하였다. 연구 대상 축의 경우 노스캐롤라이나 교통국(NCDOT)의 교통정보센터에서 속도검지기를 설치하여 온라인으로 속도를 수집하고 있다. 그러나 검지기 측정 자료는 지점속도이고 시뮬레이션 모형의 결과는 링크 평균속도이므로 모형 검증에 사용하기에는 적합하지 않다. 따라서, 본 연구에서는 GPS 장비를 활용하여 통행시간을 측정하여 모형에서의 통행시간과 비교함으로써 시뮬레이션 모형의 결과를 검증하였다. 이 논문에서는 데이터 수집, 모형검증 절차 및 결과를 서술하였다.

핵심어 : 교통 시뮬레이션 모형, 통행시간, 모형 검증, GPS 데이터, 속도 검지기

Abstract

Traffic simulation models have been used for assessing various transportation strategies. Through comparing results from a simulation model and real field data, researchers try to show how close the model can reproduce the real world traffic. This model verification step is one of the most essential tasks in modeling procedure. Traffic counts and speeds have been frequently used for the verification or validation. Authors modeled severe PM peak bottleneck situation on the I-40 corridor in Raleigh, North Carolina using DYNASMART-P, a mesoscopic traffic simulation tool and verified the model. NCDOT has Traffic Information Management System which has archive capability for the traffic speeds on the I-40 corridor. However, the authors selected travel time as the field measure for model verification and collected the data using a GPS equipment because the speed data from NCDOT speed detectors are spot speeds which are not appropriate for comparison with link average speed from the simulation model. This paper describes the GPS field data collection procedure, the model verification method, and the results.

Key words : Traffic Simulation Model, Travel Time, Model Verification, GPS Data, Speed Detector

* 주저자 : 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구원

** 공저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구원

*** 공저자 : 한국교통연구원 글로벌협력·북한본부 연구위원

† 논문접수일 : 2012년 9월 11일

† 논문심사일 : 2012년 9월 19일

† 게재확정일 : 2012년 9월 26일

I. 서론

1. 연구 배경

교통 시뮬레이션 모형은 실제의 교통 네트워크를 모형으로 구현하여 교통운영, ITS 정책 등 여러 가지 교통정책의 평가에 사용된다. 시뮬레이션 모형이 실제의 교통현상을 잘 반영했는지의 여부를 판단하는 것을 모형 검증이라고 하는데, 시뮬레이션 모형 자체에 대한 평가와 교통정책 평가 결과의 신빙성을 입증하기 위해 사용된다. 따라서 모형 검증은 시뮬레이션 네트워크 구현 시 가장 중요하고 필수적인 절차 중의 하나이다.

모형검증에는 실측 교통량과 속도 등이 주로 사용된다[1, 2]. 최근에는 교통정보수집 시스템이 잘 구축되어 있는 도시 고속도로의 경우 24시간의 실측교통량과 속도가 설치된 검지기로부터 측정되고 온라인으로 수집되어 데이터베이스에 저장되기 때문에 이러한 정보를 교통정보센터를 통해 24시간 중 원하는 시간대의 1분 단위 혹은 5분 단위의 자료를 제공 받을 수 있다. 그러나 대부분의 검지기의 측정 속도는 지점속도인 반면 시뮬레이션 모형 결과값 중 링크속도는 일반적으로 구간 평균속도이기 때문에 모형 검증을 위해 검지기로부터 측정된 지점속도를 사용하는 것은 문제점이 있다.

모형 검증에 통행시간을 이용한다면 이러한 문제점을 해결할 수 있지만 통행시간을 측정하기 위해서는 적지 않은 장비와 인력이 소요된다. 그러나 GPS 장비가 개발되면서 이를 이용한 통행시간의 측정이 가능해졌고 이와 관련된 연구들이 진행되어왔다[3-6]. 따라서 GPS 장비를 이용하여 측정된 통행시간을 이용하여 시뮬레이션 모형을 검증하는 것이 가능해졌으며 이에 대한 방법론에 대한 연구가 필요하다.

2. 연구 목적 및 내용

본 연구에서는 미국 노스캐롤라이나(North Carolina) 주 랠리(Raleigh) 시에 있는 I-40 고속도로 상에서 일어나는 심각한 오후 첨두 병목현상을 메조스코픽(mesoscopic) 교통 시뮬레이션 모형의 하나인 DYNASMART-P [7]를 이용하여 구현한 결과를 실

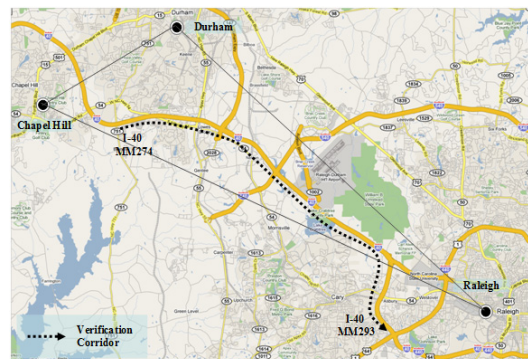
측 데이터를 이용해 검증하고자 하였다. 연구의 대상으로 선정된 I-40 고속도로의 일부 구간으로 구성된 도로 축의 경우 노스캐롤라이나주 교통국(North Carolina Department of Transportation, NCDOT)의 교통정보센터(Traffic Information Management System) [8]에서 속도검지기를 설치하여 온라인으로 속도 실측값을 수집하고 있어 손쉽게 그 자료를 제공할 수 있었다. 그러나 검지기로부터 측정된 속도 자료는 지점속도이고 DYNASMART-P 시뮬레이션 모형의 결과값은 링크 평균속도이므로 모형 검증에 사용하기에는 적합하지 않았다. 따라서, 본 연구에서는 실험차량에 GPS 장비를 설치하여 대상구간을 주행함으로써 얻은 GPS 실측 데이터(차량 위치 및 지점 통과 시간 등)를 통해 통행시간을 산출하고, 그 결과를 시뮬레이션 모형의 결과 중 링크 통행시간과 비교함으로써 모형을 검증하였다.

이 논문에서는 모형검증 방법론, GPS 데이터 및 NCDOT 교통정보센터의 속도자료 수집, GPS 데이터의 검증, 그리고 시뮬레이션 모형 검증 결과를 제시하고자 하였다. 시뮬레이션 네트워크의 구축절차에 대한 설명은 이 논문의 논점에서 벗어나므로 생략하였다.

II. 방법론

1. 대상 지역

연구 대상 도로축은 미국 노스캐롤라이나 주에 위



〈그림 1〉 연구 대상 도로축의 위치
(Fig. 1) Location of the Test Corridor

치한 세 주요 도시 Durham, Chapel Hill, Raleigh의 주요 통행축인 I-40 고속도로의 일부구간(Exit 274 ~ Exit 293)이다. <그림 1>은 대상 도로축의 위치를 보여주고 있다. 이 세 주요 도시들을 꼭짓점으로 하는 가상의 삼각형 중심부에는 다수의 산업시설과 대단위 연구단지가 위치하고 있어 대상 도로축을 이용하는 통근 통행량이 많을 뿐 아니라 시간대별로 방향성을 갖는 오전과 오후의 첨두교통 특성이 뚜렷하게 나타난다.

2. 모형 검증 흐름도

본 연구에서는 대상 도로축이 속한 지역에서 심각한 문제로 인식되고 있는 대상 도로축의 오후 병목현상을 메조스코픽 교통 시뮬레이션 모형의 하나인 DYNASMART-P를 이용하여 구현하였고, 이 모형이 실제의 교통상황을 잘 반영하였는지 여부를 판단하고자 하였다.

NCDOT의 교통정보센터에서는 대상 축 내 몇 개 지점의 속도를 수집하여 제공하고 있지만 선술한 바와 같이 시뮬레이션 모형의 결과값이 링크 평균 속도이므로 모형검증에는 적합하지 않다. 따라서 GPS 장비를 활용하여 측정된 실제 통행시간과 모

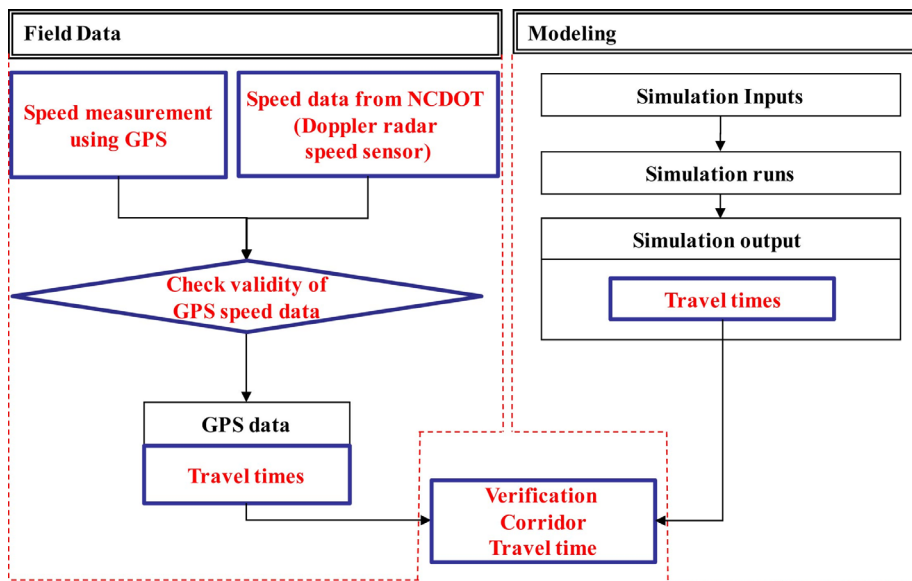
형을 통해 구현된 통행시간을 비교하여 시뮬레이션 모형의 결과를 검증하고자 하였다.

<그림 2>는 모형검증의 절차를 도식화한 것이다. 그림의 오른쪽은 시뮬레이션 모형에 대한 부분으로 앞서 설명한대로 시뮬레이션의 여러 결과값 중 통행시간이 검증을 위한 지표로 선택되었다. 그림의 왼쪽 부분은 실측자료에 대한 부분으로서 GPS 장비로부터 측정된 실제 통행시간의 신뢰도를 평가하기 위한 절차가 포함되어 있고 이를 위해 NCDOT 교통정보센터의 검지기 정보가 사용되었다. 마지막 단계는 GPS 장비를 활용하여 측정된 실제 통행시간과 모형으로부터의 통행시간을 비교, 검증하는 부분이다.

Ⅲ. 데이터 수집

1. GPS 데이터

GPS 장비를 탑재한 실험차량이 주행하는 동안 매초 단위로 차량의 위치(경위도 좌표) 및 시간이 GPS 장비의 메모리에 저장되었다. 이 정보를 이용하여 대상 구간의 통행시간을 산정하였다. 실험차량의 운전자는 오후 첨두시간인 5시에서 6시 사이

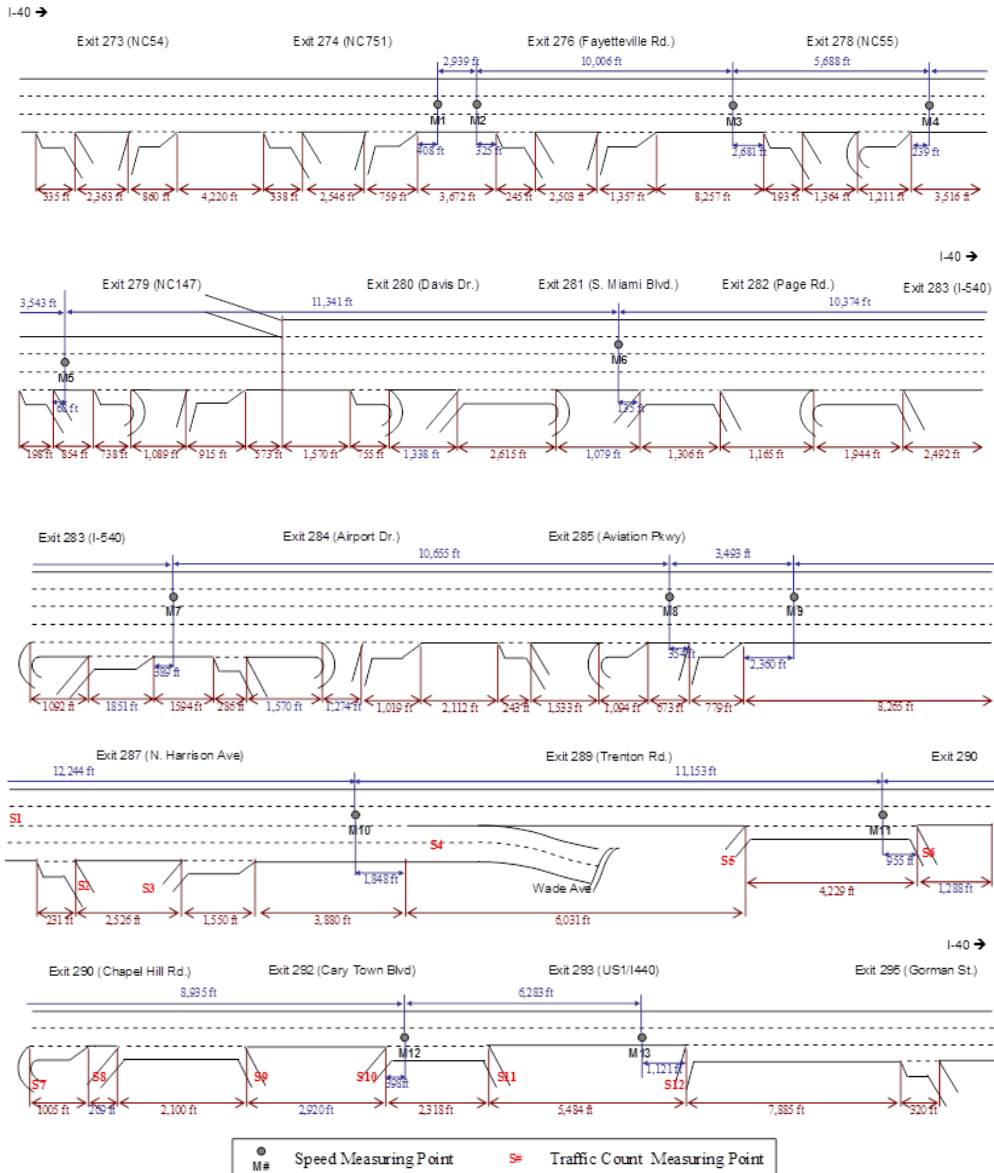


<그림 2> 모형 검증 흐름도
<Fig. 2> Procedure of model verification

에 대상 도로축(Exit 274 ~ Exit 293)을 주행하였고 매회 오후 5시에 주행을 시작하였다. 또한 운전자는 대상 도로축의 교통류 특성을 최대한 정확하게 수집하기 위해 대상 도로축의 가운데 차로로 주행하였고 가급적 주변 차량 흐름에 맞춰 운전하였다. 데이터 수집기간인 2008년 4월 ~ 7월 동안 휴일이 아닌 평일 중 교통류 특성에 차이를 보일 수 있는 월

요일과 금요일을 제외한 화요일, 수요일, 목요일에 수집한 자료만을 모형 검증에 사용하였다. 또한 차량의 수요와 교통흐름에 영향을 미치는 차량사고나 경기 등의 이벤트가 있는 날의 수집 자료는 제외하였다. 그 결과 수집한 자료 중에 총 31일의 데이터가 분석에 유효한 데이터로 선별되어 사용되었다.

<그림 3>은 대상 도로축의 기하구조와 데이터



<그림 3> 대상 도로축의 기하구조와 속도검지기 위치
<Fig. 3> Geometry of the Test Corridor and Locations of Speed Detectors

수집 지점 및 거리를 표시한 그림이다. <그림 3>에서 M1 ~ M13 지점은 NCDOT 교통정보센터에서 교통 데이터를 온라인으로 수집하고 있는 속도검지기들의 위치를 나타낸 것이다. GPS 장착 실험차량이 이 13개 지점을 통과하는 시간을 찾아내어 각 지점간의 통행시간을 계산하였다.

2. 검지기 정보

NCDOT는 SpeedInfo[9]사의 레이더 검지기를 I-40 대상 측에 방향별로 약 1마일 간격으로 설치하여 속도를 측정하고 온라인으로 데이터를 전송받아 1분 단위 24시간 속도 정보를 수집하여 관리하고 있다. 검지기는 도로 변에 설치돼 있는 이정표 지주나 가로등 지주 등의 각종 지주에 설치되어 있고 검지기가 설치된 지점으로부터 보통 1000ft 정도 상류 또는 하류의 속도를 측정하도록 설정되어 있지만 설치지점의 도로 선형에 따라 약간의 차이가 있을 수 있다. <그림 3>의 측정지점 M1 ~ M13은 이러한 요소들을 고려하여 찾아낸 속도검지기 측정지점이다.

속도검지기는 측정지점을 통과하는 모든 차로의 차량들의 속도를 30초 간격으로 측정하고 1분 간격으로 최근 4개 측정 속도의 평균값을 산출하여 센터로 송출한다. 대상 도로측 내에 위치하고 있는 13개 지점 M1~13의 검지기 데이터를 NCDOT 교통정보센터 데이터베이스에서 내려 받아 본 연구에 사용하였다.

IV. 시뮬레이션 모형 검증

1. GPS 측정 자료의 신뢰도 검증

이 연구에서는 대상 측의 실제 교통류 정보를 수집하기 위해 운전자 한 명이 실험차량에 GPS 장비를 장착하여 대상 도로측을 대상 시간대에 실제로 주행하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 현장의 상태를 실측하였다는 장점이 있지만 운전자 한 명의 주행을 대상 측 상의 차량들의 흐름을 대표하는 평균값으로 본다는 가정 하에 이뤄진 것이다. 따라서

이렇게 수집한 GPS 데이터가 정말로 대상 측 상의 차량들의 흐름을 대표하는 평균값이라고 볼 수 있는지의 여부를 검증해야 할 필요가 있다. 이를 위하여 대상 도로측을 주행하는 전체 차량의 속도를 측정하는 NCDOT의 속도검지기 자료와 비교하였다.

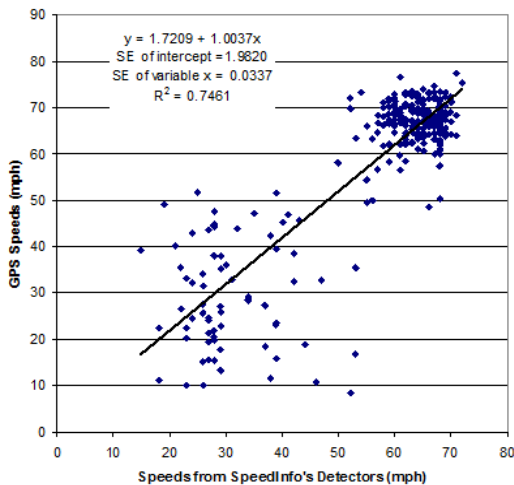
먼저 비교하려는 두 자료를 동기화하는 작업이 필요했다. 다시 말해, 두 자료에서 같은 속도측정 지점과 같은 시간에 검지된 속도 자료값을 찾는 작업이 필요했으며 그 절차를 간략히 설명하면 다음과 같다.

- SpeedInfo 사로부터 제공받은 검지기 측정지점들 M1 ~ M13에 대한 정보를 통해 각 측정지점의 경위도 좌표정보를 추출하였다.
- 각 측정지점의 좌표 정보와 일치하는 지점을 통과한 시간과 속도를 GPS 데이터로부터 산출하였다. 이 때, 정확하게 일치하는 좌표를 찾기가 어려우므로 측정지점의 상류와 하류 각 30m 씩 총 60m의 구간에서 수집된 속도들의 평균값을 구하여 사용하였다. 최소 두 개의 측정 속도값을 얻기 위해 60m 구간을 설정하였다. GPS 장비는 매 초마다 속도와 위치정보를 저장한다. 제한속도 65mph(105km/h)인 대상 구간에서의 평균 차량들의 주행속도가 약 70mph(113km/h)인 점을 감안해 이 속도로 주행 시 2초 동안 약 60m 거리를 주행하기 때문이다.
- 마지막으로 검지기 속도자료에서 GPS 장착 실험 차량 운전자가 각 측정지점을 통과한 시간과 동일한 시간에 측정된 속도자료를 찾았다.

NCDOT 속도측정지점 중 M6(Exit 281), M8(Exit 285), M10(Exit 288) 지점은 분석결과 두 자료의 속도 간 편차가 매우 컸기 때문에 두 수집 자료 비교에서 제외하였다. M6의 경우 고속도로 엇갈림 현상이 많이 일어나는 지점을 포함하고 있으며 고속도로를 빠져 나가는 차량이 많아 바깥 두 차로의 속도가 매우 낮다. 이로 인해 4개 차로의 평균속도를 사용하는 검지기로부터의 속도가 가운데 차로로 주행하며 측정된 GPS 측정 속도보다 낮게 나타나는 것으로 볼 수 있다. 이외는 반대로 M10의 경우

Wade Avenue 분기점으로 측정 시간대에는 GPS 장착 실험차량의 운전자가 주행하는 차로는 매우 혼잡한 반면 분기가 되는 바깥 두 차로는 상대적으로 속도가 높아 역시 4개 차로의 평균속도를 나타내는 검지기의 속도가 더 높게 나타났다. 측정지점 M8의 경우 검지기의 상대점점이 필요한 지점으로 보였다. 이 지점에서 측정된 속도가 측정일 31일 중 15일에 해당하는 속도가 모두 68mph로 동일하여 실제 주행차량들의 속도를 검지한 값이라고 보기 어려웠으며, 결과적으로 해당 15일 동안 GPS로 측정된 속도의 평균인 39.9mph(64km/h)보다 높게 나오기 때문이다.

GPS 장착 실험차량 주행으로 측정된 속도의 평균은 58.84mph(94.56km/h)로 검지기 측정 속도 평균값인 56.91mph (91.46km/h)보다 약 1.9mph(3.1km/h) 높게 나타났다. 두 자료에 대한 상관관계를 분석한 결과 Pearson 상관계수가 0.86으로 높게 나와 두 자료는 강한 선형관계를 가지고 있다고 분석되었다. 또한 <그림 4>에서 볼 수 있는 바와 같이 이 선형관계의 회귀식이 1.0037의 기울기(p-value = 0.9135)를 보여 두 개의 수집 자료의 관계도가 매우 높음을 보여주었다. 따라서 GPS 수집 자료가 대상 도로 축 상의 교통흐름을 대표하는 값이라고 볼 수 있다고 판단하였다.



<그림 4> GPS 측정 속도와 검지기 속도와의 비교
<Fig 4> GPS Speeds vs. Speeds from Speed Info's Detectors

2. GPS 데이터를 이용한 통행시간 산출과 모형 검증

<그림 3>에 나타난 각 속도측정지점 M1~M13에 대하여 실험차량 내 GPS 장치에 수집된 정보를 이용하여 실험차량이 13개 속도측정지점을 통과한 시간을 찾아 각 측정지점 간의 통행시간을 계산하였다. <표 1>에는 각 측정지점 간 12개 구간과 각 구간의 길이가 나타나 있다. 총 31일의 유효 데이터 중에 10일의 데이터는 Exit 274지점을 통과한 시간이 통행시간 비교를 위한 유효 데이터 선정 시간대(5:00PM ~ 5:10PM)를 벗어나 모형 검증 단계에서는 제외하였다.

<표 1>의 12개 구간들에 대하여 GPS 데이터로 산출한 통행시간 평균값과 교통시뮬레이션 모형으로부터 구현된 통행시간을 비교하였으며 그 결과는 <표 2>에 나타나 있다.

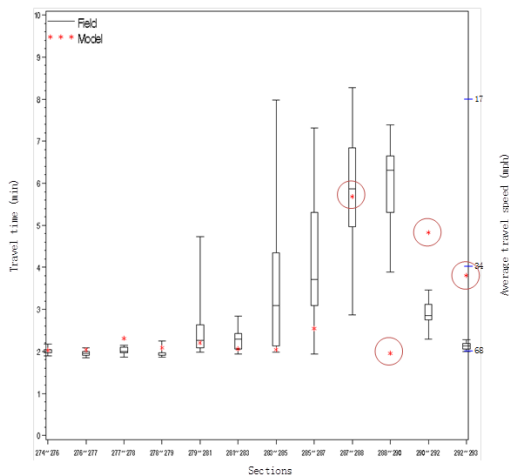
<그림 5>는 GPS 측정 통행시간의 분포를 Box Plot으로 나타내고 모형값을 “*”로 표시하여 비교한 것을 나타낸다. 비교 결과 병목지점인 Exit 287~Exit 288 지점 상류부인 1~9 구간에 대해서는 GPS 측정값과 모형값이 대체적으로 잘 맞는 것으로 나타났다. 이와는 달리 병목지점 하류부인 10~12 구간의 경우에는 모형에 의한 값이 실제 GPS 측정값의 범위를 크게 벗어나 시뮬레이션 모형이 이 구간들의 실제 통행 특성을 잘 반영하지 못하는 것으로 판단되었다.

<표 1> 통행시간 측정 구간과 길이
<Table 1> Length of the Travel Time Measurement Segments

Seg. ID	Segment	Length (mile (km))
1	M1-M2	0.56 (0.90)
2	M2-M3	1.90 (3.06)
3	M3-M4	1.08 (1.74)
4	M4-M5	0.67 (1.08)
5	M5-M6	2.15 (3.46)
6	M6-M7	1.96 (3.15)
7	M7-M8	2.02 (3.25)
8	M8-M9	0.66 (1.06)
9	M9-M10	2.32 (3.73)
10	M10-M11	2.11 (3.40)
11	M11-M12	1.69 (2.72)
12	M12-M13	1.19 (1.92)

〈표 2〉 GPS 측정 통행시간과 모형 통행시간 비교
 (Table 2) GPS Measured Travel Time vs. Modeled Travel Time

Seg. ID	GPS Measured	Modeled	Difference
1	1.98	2.04	0.05
2	1.96	2.04	0.08
3	2.01	2.31	0.31
4	1.97	2.09	0.12
5	2.45	2.21	-0.24
6	2.28	2.06	-0.22
7	3.52	2.05	-1.47
8	4.02	2.55	-1.48
9	5.72	5.69	-0.03
10	5.71	1.96	-3.75
11	2.79	4.83	2.04
12	1.99	3.81	1.82



〈그림 5〉 통행시간 비교(모형값과 측정값 분포)
 〈Fig. 5〉 Travel Times from Model with Distribution of Field Travel Times

한편 <그림 5>에서 GPS 측정 통행시간의 분포를 보면 병목지점 인접 구간의 통행시간의 분포가 다른 지점에 비해 넓게 퍼져 있다. 이는 병목에 의한 교통혼잡의 심각도에 따라 같은 시간대에서도 매일 매일의 교통 흐름이 달라지는 실제 현상을 잘 보여주고 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 지점속도를 이용한 시뮬레이션 모

형 검증의 대안으로 구간 통행시간을 이용한 모형 검증 방법을 제시하였다. GPS 장비를 설치한 차량이 대상 구간을 실제로 주행하면서 얻은 GPS 자료(차량 위치 및 시간 등)를 통해 통행시간을 산출하고, 이를 시뮬레이션 모형의 결과 중 링크 통행시간값과 비교함으로써 모형을 검증하는 방법을 사용하였다.

모형검증 결과 시뮬레이션 모형이 실제의 교통 상황을 잘 반영하지 못하는 구간을 명확하게 찾아낼 수 있어 모형의 보완에 참고자료로서도 활용될 수 있음을 발견하였다. 또한 시뮬레이션 모형의 검증에 있어서 단순히 통행시간의 평균값으로만 비교하는 방법보다는 통행시간의 분포를 이용하여 비교를 하였을 때 대상 구간의 특성을 고려한 시뮬레이션 모형 검증 결과의 해석에 도움이 되었다.

GPS 장비를 장착한 실험용 차량을 이용하는 방법은 다른 방법들에 비해 상대적으로 저렴하고 용이하게 통행시간 자료를 수집할 수 있다는 장점이 있지만 위치정보가 좌표계로 되어 있어 다소 복잡한 자료 분석 단계가 뒤따라야 하는 단점이 있다. 좀 더 쉽게 위치정보 매칭이 이루어 질 수 있다면 활용성이 한층 높아질 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 다차로의 경우 차량 한 대의 주행으로 교통류 자료를 수집하는 것 보다 여러 대의 차량을 이용한 다면 더 높은 신뢰도를 가진 자료를 수집할 수 있을 것으로 기대된다.

ITS를 비롯한 각종 도로사업의 사전 효과분석 및 교통운영정책의 평가 등을 위해 시뮬레이션 모형이 많이 활용되고 있다. 이러한 시뮬레이션 모형의 검증에 본 연구에서 수행한 방법이 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] D. H. Lee et al, "Parameter Calibration for Paramics Using Genetic Algorithm", *Transportation Research Board 80th Annual Meeting*, TRB. pp.6-15, 2001.
- [2] T. Toledo et al, "Calibration and Validation of Microscopic Traffic Simulation Tools: Stockholm Case Study", *Transportation Research Record*, No.

- 1831, Transportation Research Board of the National Academies, pp.65~75, 2003.
- [3] 심상우, 최기주, “혼잡상황에서 링크미통과 GPS 프로브데이터를 활용한 링크통행시간 추정기법 개발”, *대한교통학회지*, vol. 24, no. 5, pp.7-18, 2006.
- [4] 이영우, 임채문, “GPS 수집자료를 이용한 링크 통행시간 분포 특성 분석”, *대한교통학회지*, vol. 22, no. 5, pp.7-17, 2004.
- [5] 정연식, 최기주, “GPS probe 및 루프 검지기 자료의 융합을 통한 통행시간추정 알고리즘 개발”, *대한교통학회지*, vol. 17, no. 3, pp.97-116, 1999.
- [6] 최기주, 신치현, “GPS와 GIS를 이용한 링크통행 시간 예측기법”, *대한교통학회지*, vol. 16, no. 2, pp.197-207, 1998.
- [7] R. Jayakrishnan and H. S. Mahmassani, “In-Vehicle Information Systems for Network Traffic Control: A Simulation Framework to Study Alternative Guidance Strategies”, Texas University, Austin, Transportation Center, 1992.
- [8] Traveler Information Management Systems- NCDOT, <http://tims.ncdot.gov/tims/>
- [9] SpeedInfo, <http://www.speedinfo.com>

저자소개



허혜정 (Hu, Hyejung)

2011년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원
 2010년 2월 ~ 2011년 5월 : ITRE NCSU 박사후 연구원
 2009년 : North Carolina State University 박사(토목공학 교통전공)
 2001년 5월 ~ 2003년 7월 : 서울시 교통전문직
 2001년 : 서울시립대학교 대학원 석사(교통공학)



백종대 (Baek, Jongdae)

2011년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원
 2007년 6월 ~ 2011년 5월 : HSRC UNC 박사후 연구원
 2007년 : North Carolina State University 박사(토목공학 교통전공)
 2001년 1월 ~ 2003년 7월 한국건설기술연구원 위촉직 연구원
 2001년 : 서울시립대학교 대학원 석사(교통공학)



한상진 (Han, Sangjin)

2001년 1월 ~ 현재 : 한국교통연구원 연구위원
 2000년 11월 : 영국 University College London 박사(교통전공)
 1998년 2월 : 서울대학교 환경대학원 석사(교통전공)
 1992년 2월 : 서울시립대학교 학사(도시공학)