

# 수치지도와 DGPS 수신자료를 이용한 차량의 통행특성 분석

김재석<sup>1</sup> · 우용한<sup>1</sup> · 임채문<sup>2</sup>

## Analysis of the Travel Characteristics of Vehicles using Digital Map and DGPS Received Data

Jae-Seok Kim<sup>1</sup> · Yong-Han Woo<sup>1</sup> · Chae-Moon Lim<sup>2</sup>

### 요 약

첨단의 DGPS 수신자료를 이용하여 도로를 통행하는 차량의 기본적인 운행특성을 분석하기 위한 것이 연구의 주 목적이다. 이를 위해 대구시 도심을 시험차량이 DGPS 수신기를 탑재하여 통행하면서 자료를 수집하였다. 차량의 통행시간은 총 21분 6초가 소요되었으며, 이때 시간경과에 따른 차량의 위치를 2초 단위로 수신하였다. 한편, DGPS 수신자료와 수치지도의 오차보정을 위해 반월당네거리 부근에 기준점을 설정하고, 삼각원점을 이용하여 좌표값을 결정하였다. 이를 기준으로 1/5,000의 수치지도와 DGPS 수신자료에 대한 보정을 행하였으며, 보정결과 오차폭을 0.3m 이내의 범위로 줄일 수 있었다. 4개의 구간별로 차량의 통행속도와 주행속도를 비교하였고, 가·감속도에 대한 분석과 이것들이 차량의 속도와 주행거리에 비례(혹은 반비례)하는 관계를 회귀모델을 통해 규명하였다. 또한 차량이 통행중 정지한 순간을 제외하고 실제 주행한 속도자료는 278개이며, 이에 대한 통계적 분석을 행하였다. 그리고 통행중 정지한 차량에 대한 정지회수와 정지시간, 정지요인을 분석하였다.

주요어: DGPS, 오차, 통행속도, 주행속도, 가·감속도, 회귀분석

### ABSTRACT

This study analysed the characteristics of traveling vehicles using the collected data by DGPS receiver. These data were checked the vehicle position in every 2 seconds and compared with GIS digital map after correcting the errors. These are compared travel speed and running speed overall and analysed the stopping vehicle in the middle of travelling. The stopping frequency, stopping time and stopping factor was analysed. The X, Y coordinates positioning of DGPS received data about stopping vehicle was analysed. DGPS receiver didn't position at first but positioned it exactly as time went. This study carried out the basic study about travel characteristics with digital map and DGPS received data. Few studies which applied advanced technology like GIS & DGPS have been executed. I hope

2000년 9월 5일 접수 Received on September 5, 2000

<sup>1</sup> 경일대학교 도시정보지적공학과 (jskim@bear.kyungil.ac.kr)

Dept. of Urban Information & Cadastral Engineering, Kyungil University

<sup>2</sup> 대구대학교 토목공학과 (cmlim@Taegu.ac.kr) Dept. of Civil Engineering, Taegu University

that the more study will be executed in this traffic field.

**KEYWORDS:** DGPS, Error, Travel Speed, Running Speed, Acceleration, Deceleration, Regression Analysis

## 서 론

첨단기술이 발달함으로 인해 교통분야에도 활발한 응용이 이루어지고 있다. 현재의 심각한 소통문제를 해결하고, 도로이용자에게 보다 쾌적한 교통환경을 제공하기 위한 많은 시도가 진행되고 있는데, 그 중의 하나가 수치지도와 GPS 수신기술을 접목한 것이다. 운행차량의 안전성을 높이고, 교통류의 원활한 관리를 위한 것만 아니라 근본적인 교통운영체계의 개선을 위해서도 아주 유용한 분야라 할 수 있다. 하지만 수치지도와 GPS를 이용한 차량항법장치(car navigation system)가 상용화되고 있으나, 이를 이용한 교통공학 분야의 구체적인 분석은 이직도 미흡한 실정이다. GPS 수신자료를 이용하여 도로상을 통행하는 차량의 특성에 관한 미시적인 분석이 수행되고, 연구 결과를 기준으로 교통류의 관리가 이루어진다면 보다 효율적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

차량의 통행과 관련하여 과거에는 기술상의 제약이나 경제적인 여건 등으로 인해 자료를 수집하기가 어려운 부분이 많았다. 하지만 수치지도와 GPS 수신기술을 이용함으로써 실시간으로 정확한 통행자료를 수집할 수 있어서, 추종이론(car following theory) 등 교통역학 분야의 연구에 많은 도움이 되고 있다. 국외에서는 도

로망의 통행시간에 관한 분석을 위해 GIS와 GPS의 설계에 대해 연구한 Guo와 Poling (1994)이나 차량의 추종특성을 분석하기 위해 GPS를 적용하는 방법에 대해 연구한 Draijer 등(2000), GPS를 통해 통행특성의 분석자료를 수집하는 방법에 대한 Chundury와 Wolshon (2000)의 연구 등이 있으나, 국내에서는 본격적으로 진행되어야 할 연구분야로서 이제 시작 단계라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 도로상을 통행하는 차량의 통행과 관련된 자료를 GPS 수신기를 통해 수집하고, 좌표값에 대한 오차보정을 통해 통행속도, 주행속도, 가·감속도에 대한 미시적인 분석과 정지차량에 대한 시간과 요인을 분석함이 목적이다. 나아가 효율적인 교통관리를 위한 본격적인 연구에 기초자료를 제공하기 위함이다.

## 교통조사의 개요

### 1. 조사구간별 개요

교통조사는 대구시 1차 순환선을 대상으로 하였다. 수치지도가 기 제작되어 있고, 대구시 교통의 중심지임을 감안하여 차량의 통행특성 분석을 위한 기본구간으로 설정한 것이다. 또

TABLE 1. Summary of traffic survey

가로명	구 간 번 호	구 간	거리 (km)	통행차량	차로수 (편도)	통행차로	신호등 수	
							교차로	단일로
달구벌대로	1구간	삼덕4-계산5	1.50	동→서	5	3	2	2
서성로	2구간	계산5-서성4	0.42	남→북	3	2	0	1
국채보상로	3구간	서성4-종각4	1.62	서→동	3	2	2	1
동덕로	4구간	종각4-삼덕4	0.72	북→남	2	2	1	1

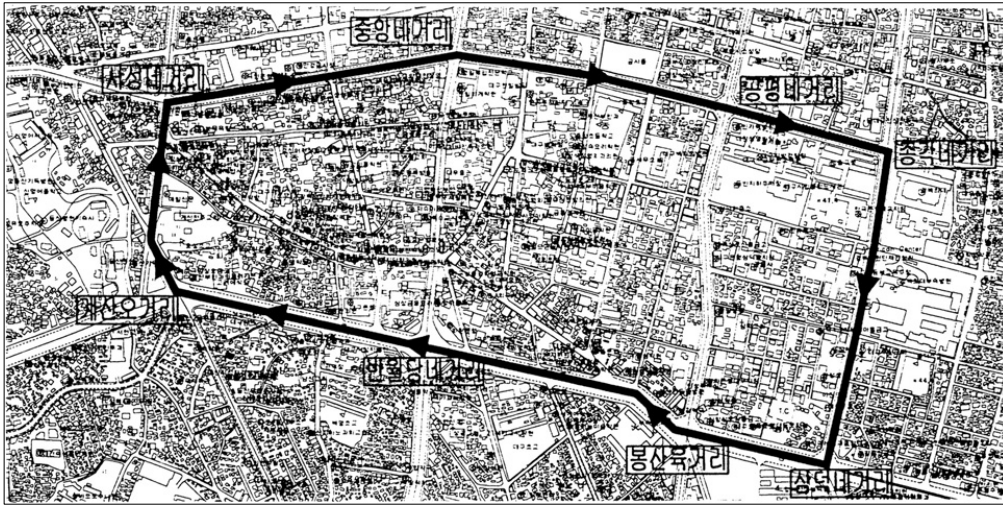


FIGURE 1. Travel route and direction of testing vehicle

한 약조건에서의 GPS 수신상태 점검이란 측면에서 볼 때, GPS 수신장애가 클 것으로 예상되는 고층건물 밀집지구이며, 교통정책의 최우선 반영 대상지역이기 때문이다. 대상구간은 삼덕대거리와 계산대거리로 이어지는 달구벌대로와 매일신문사 앞의 서성로, 서성대거리와 중각대거리를 연결하는 국채보상로, 그리고 동덕로로 이어지는 4.26km 구간이다. 그림 1은 시험차량이 통행한 구간을 표시한 것이다.

## 2. 조사방법

시험차량에 DGPS(differential GPS) 수신기를 탑재하여 차량의 위치를 추적하게 되는데, 최초 setting 후 1분 정도의 시간이 경과하면 자체적으로 현재의 위치를 파악하게 되고, 위성으로부터 좌표값을 수신 받는다. 2초 단위로 수신되는 자료에는 시간, 경·위도좌표, TM좌표, 고저차, 위성상태 등의 1차 정보가 포함되어 있고, 이로부터 차량의 속도, 통행거리, 통행시간, 이동방향 등의 2차 정보를 추출할 수 있다. 여기서 사용된 DGPS 장비는 GARMIN사의 Differential-ready Phase Trac12TM 수신기를 이용하였으며, 위치정확도(DGPS 교정시) 1~

5m, 속도정확도 165m RMS 고정상태, 위성포착 시간 15초 가량 등의 성능을 가지고 있다. 수신자료의 처리에 사용된 software는 maker의 자체 프로그램과 LISACAD 프로그램이다. 또한 GPS 측량에서 사용된 base station은 도시 주변의 삼각원점을 이용하여 좌표를 결정하였는데, 반월당대거리의 주변에 한점을 내려 DGPS의 기준점으로 이용하였다.

시험차량은 조사대상구간을 시계방향으로 통행하였으며, 수신된 자료를 1/5,000축척의 수치지도와 중첩시킬 경우 정확한 경로를 파악하기 위해 통행중에는 가급적 차로 변경을 행하지 않고 주행하였다. 이때 수치지도와 DGPS 수신자료와의 오차는 삼각원점을 이용한 GPS 측량성과를 가지고 각 좌표값에 대한 오차를 보정하였다. 달구벌대로에서는 5차로 중 3차로를 이용하였으며, 국채보상로는 3차로 중 2차로를 통행하였다. 대상구간의 일반적인 통행속도를 분석하기 위해 통행방법도 전체 교통류와 균형을 적절히 유지하는 교통류적응 운행법(floating car method)을 적용하였다. 또한 수신된 자료중에서 차량이 정지한 지점과 정지시간, 정지요인을 파악하기 위해 GPS 수

신과는 별도로 정지지점에서의 정지요인을 조사하였다.

## GPS 수신자료의 해석

### 1. GPS 수신자료의 개요

시험차량에 DGPS 수신기를 탑재하여 차량을 통행하였는데, 전체 통행시간은 21분 6초(1,268초)가 소요되었다. 수신된 자료의 수는 634개이었으며, 18회의 정지가 있었다. 아래의 표 2는 수신된 자료의 일부를 X,Y 좌표값으로 나타낸 것이다. 또한 표에는 차량이 실제 통행한 도로위의 수치지도 좌표값을 같이 나타내어 오차를 비교하였다.

수치지도와 좌표비교에 사용하는 TM투영(황원통투영법)에 의한 Gauss-Kruger방법은 우리나라에서 1910년대 적용되었던 Gauss 등 각이중투영법을 개선한 것으로서 원리적으로는 동등하며, 현재 국립지리원에서 실시하고 있는 기본측량 및 공공측량에서 활용되고 있는 TM투영은 전산프로그램으로 엄밀식을 직접 적용하고 있다. 본 연구에서 좌표변환을 위

해 사용한 프로그램은 LISCAD이며, 이를 통해서 좌표변환 데이터를 추출하였다.

수신된 자료의 극히 일부분을 나타낸 것이지만, 전체적으로 관측된 바에 의하면 오차는 주행중일 때 보다 정지상태에서 더 크게 발생함을 알 수 있었고, 주행중인 차량에 대해서는 최대 2m 정도의 오차를 수반하는 것으로 분석되었으며, 정지중에는 최대 3m 정도의 오차를 수반하였다. DGPS는 정지시보다 이동시에 대한 오차가 큰 것이 일반적이지만, 이러한 결과가 나타난 것은 고층건물이 입지한 도심에서 일부 수신장애가 원인이 되었을 것으로 판단되었다. 이 수치는 단순한 위치파악에는 큰 문제가 없으나, 미세한 분석을 요구하는 교통공학에서는 반드시 보정을 필요로 한다. 2m 정도의 오차는 2차로를 주행하고 있는 차량이 3차로를 주행하고 있는 것으로 인식될 수도 있기 때문이다.

### 2. GPS 수신자료의 오차보정

DGPS 수신자료에서 오차가 발생하는 원인은 3가지로 구분할 수 있는데, 위성에 따른 오차

TABLE 2. Comparison of X,Y coordinates of digital map and DGPS received data

구 분	수치지도 Data		DGPS 수신Data	
	X좌표	Y좌표	X좌표	Y좌표
↓	↓	↓	↓	↓
11	343566.7210	264134.5453	343564.9105	264130.0727
12	343513.6002	264228.4463	343514.1001	264227.8732
13	343541.2254	264508.2228	343541.3627	264508.4114
14	343895.7318	264565.5753	343896.5659	264565.3377
15	344127.1667	264606.1514	344128.2834	264606.1757
16	344158.7819	264607.4039	344160.6410	264607.4020
17	344548.6716	264543.0750	344549.4858	264543.1375
18	344709.9010	264498.9125	344709.5005	264498.5563
19	345035.8417	264411.0571	345035.6709	264411.2286
20	345042.1989	264390.7887	345043.4495	264389.0944
21	345017.3121	264219.3585	345015.9561	264218.7293
↓	↓	↓	↓	↓

로서 궤도오차와 위성시계오차가 있고, 수신기에 따른 오차로서는 수신기 시계바이어스오차와 다중경로오차가 있으며, 전달매체에 따른 오차로서는 전리층 지연오차와 대류층 지연오차가 있다. 이들 오차는 기술의 발달로 크게 개선되었으나, 아직도 불가피하게 발생하는 오차 등 보정해야 될 오차가 많이 남아있다. 특히 교통분야에서는 동력학적 측면에서 보다 정밀하고 다양한 종류의 자료를 실시간으로 요구하므로 이에 대한 보정의 필요성이 더 크다고 할 수 있다.

DGPS 수신자료의 오차보정 방법은 보통 의사거리보정법, 반송파위상보정법, 위치보정법 등이 사용되고 있다. 교통공학 분야에서 사용하는 차량의 통행 자료는 연속된 구간의 실시간 자료를 필요로 한다. 따라서 실제 통행한 경로를 수치지도 위에 좌표값으로 정확히 나타내는 것이 중요하다. 그러나 연속적으로 이루어지는 GPS 수신자료로 그때 그때의 정확한 좌표값을 표시한다는 것은 매우 어려운 일이며, 고정된 지점과는 달리 연속된 구간에서 통행 혹은 정지를 반복하는 차량의 통행 특성상 규칙적인 자료의 속성을 갖기도 어렵다. 따라서 차량의 통행에 따라 발생하는 오차는 일

정치 못하므로 GPS 측량에 의해 삼각원점으로 부터 내려받은 기준점(반월당네거리 부근)의 좌표를 바탕으로 수치지도상의 좌표와 DGPS 수신자료에 의한 좌표를 각각 비교하였다. 먼저, 수치지도의 보정을 행한 후, DGPS 수신자료에 대한 좌표의 이동으로 전체적인 오차를 보정하였다.

수치지도와 DGPS 수신자료의 좌표값에 대한 오차를 보정한 결과는 표 3과 같다. 보정 후 실제 주행경로와 약간의 차이는 있으나, 오차의 범위를 0.3m 이내로 크게 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 보통 정속 주행하는 구간에서는 오차가 거의 발생하지 않고, 단시간에 속도의 변화폭이 큰 구간이라든지, 차량이 정지하고 있는 초기시간에 대해 오차가 주로 발생하는 것으로 나타났다.

### 차량의 통행특성분석

#### 1. 속도특성

차량의 통행과 관련한 정보는 2초 단위로 수신되는 좌표값으로 표시할 수 있다. 따라서

TABLE 3. Result of corrected error of data received by DGPS

구 분	수치지도 수치지도와 DGPS의 오차		보정 후의 X,Y좌표	
	$\Delta X$	$\Delta Y$	X좌표	Y좌표
↓	↓	↓	↓	↓
11	0.1865	0.2274	343565.4672	264131.6194
12	0.4999	0.5731	343513.8272	264227.9566
13	0.1373	0.1886	343540.7975	264508.3320
14	0.8341	0.2376	343896.2060	264565.4255
15	1.1167	0.0223	344128.0648	264605.9173
16	1.8591	0.0019	344160.9367	264607.2312
17	0.8142	0.0625	344549.3700	264542.7989
18	0.4005	0.3562	344709.6294	264498.5245
19	0.1708	0.1715	345035.4552	264410.7483
20	1.2506	1.6943	345043.4207	264391.0956
21	1.3660	0.6292	345017.1934	264220.3467
↓	↓	↓	↓	↓

시간의 경과에 따른 차량의 이동거리를 정확히 나타낼 수 있으며, 시간대별로 차량의 이동과 정지에 관한 상세 정보를 파악하는 것이 가능하다.

통행한 차량의 속도특성을 분석한 결과는 표 4와 같다. 각 구간별로 통행에 소요된 시간은 차량이 이동한 시간과 정지한 시간으로 구분할 수 있으며, 소요시간을 사용하는 내용에 따라 속도의 개념도 달라진다. 즉, 정지시간과 가·감속지체, 운행시간을 모두 포함한 시간을 통행시간으로 정의할 수 있으며, 이때의 속도를 통행속도(travel speed)라 한다. 반면, 통행

시간에서 정지시간을 제외한 소요시간을 주행시간이라 하며, 이때의 속도를 주행속도(running speed)라 한다. 이 두가지 속도는 도로의 설계와 도시부 도로의 관리운영에서 중요한 지표가 된다.

전체적으로 볼 때, 총 통행시간은 21분 6초(1,268초)가 소요되었으나, 순수하게 주행한 시간은 9분 16초(556초)로서 전체의 43.8%에 불과하다. 나머지 11분 52초(712초)는 차량이 운행하지 못하고 여러 가지 요인으로 인해 차량이 정지한 시간이다. 도시내 교통류의 관리와 운영에 있어서 차량의 정지는 정책과 직결되

TABLE4. Analysis of speed characteristics using the data received by DGPS

구 간	거리 (km)	통행시간 (sec)	통행속도 (km/h)	정지시간 (sec)	주행속도 (km/h)	
1구간	삼덕→봉산	0.31	146	7.64	104	26.57
	봉산→반월당	0.62	404	5.52	314	24.80
	반월당→계산	0.57	286	7.17	204	25.02
	합계 및 평균	1.50	836	6.46	622	25.23
2구간	계산→서성	0.42	84	18.00	36	31.50
3구간	서성→중앙	0.64	94	24.51	14	28.80
	중앙→공평	0.60	98	22.04	16	26.34
	공평→종각	0.38	50	27.36	4	29.74
	합계 및 평균	1.62	242	24.10	34	28.04
4구간	종각→삼덕	0.72	106	24.45	20	30.14
전 체	4.26	1,268	12.09	712	27.58	

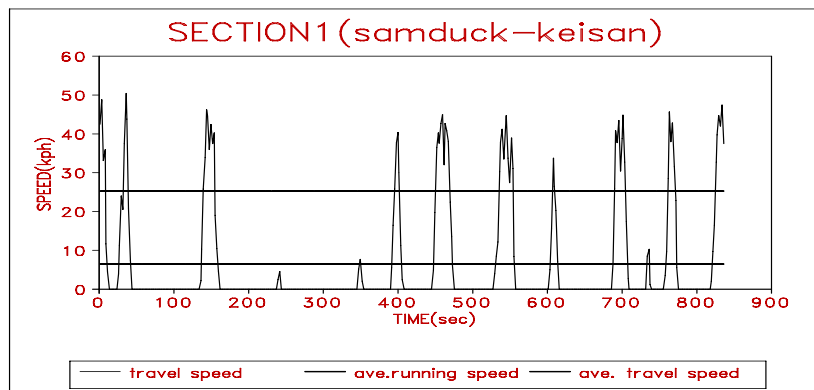


FIGURE 2. Representation of speed according to travel time(Section 1)

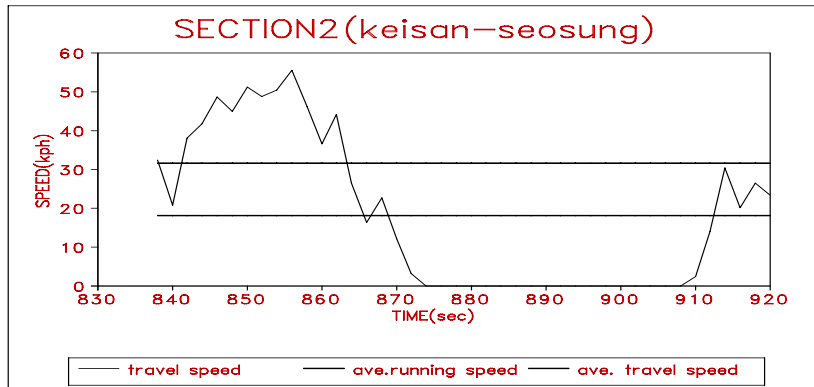


FIGURE 3. Representation of speed according to travel time(Section 2)

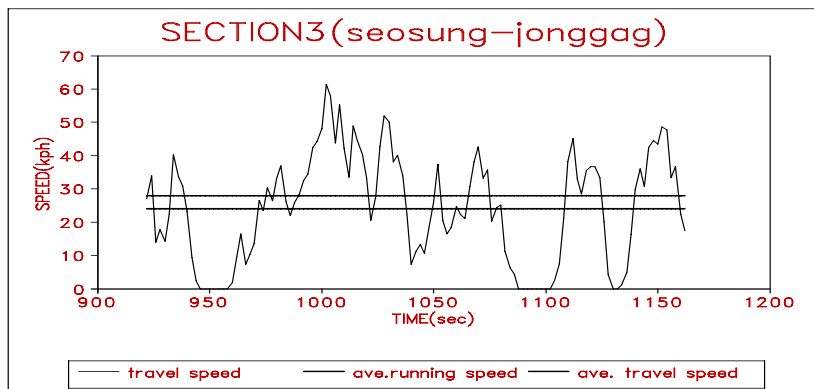


FIGURE 4. Representation of speed according to travel time(Section 3)

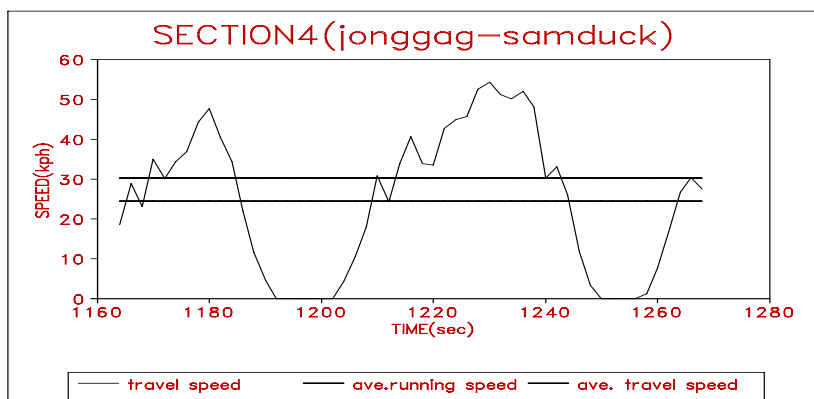


FIGURE 5. Representation of speed according to travel time(Section 4)

므로 이를 정확히 인식한 해결책의 모색이 필요하다. 정지시간을 최소화할 수 있는 적절한 소통방안이 제시된다면 이론적으로 운행 가능한 평균주행속도는 27.58 km/h 정도이다. 이에 비해 현실적으로 차량이 운행하고 있는 통행속도는 12.09 km/h로 분석되었다. 분석된 결과에 의하면, 삼덕네거리, 봉산속거리, 반월당네거리, 계산오거리로 이어지는 달구벌대로의 1구간 평균통행속도는 10.0 km/h 미만으로 나타나 정체가 매우 심한 것을 알 수 있다. 그림 2~5는 각 구간별로 이동된 차량의 속도변화를 나타낸 것이다. 차량이 정지한 부분은 속도가 '0'으로 표시되었다.

## 2. 속도의 통계적 분석

전체 구간을 통행하면서 산정된 속도자료의 기초적인 통계분석을 행하였다. 구간 내의 교통류를 적정수준으로 관리하기 위해 반드시 파악해야 할 최고속도와 최저속도, 그리고 속도의 편차에 대한 크기를 분석한 것으로서 표 5와 같다. 전체 634개의 데이터 중에서 차량이 정지한 356개를 제외한 278개에 대해 행하였다. 구간내의 최고속도는 61.4km/h 이었으며, 최저속도는 1.1 km/h로 나타났다. 속도의 표준편차가 14.875로서 크게 나타난 것은 가·감속시의 속도자료를 모두 포함해 분석하였기 때문이다.

## 3. 가·감속도 특성

차량이 통행중 정지하거나, 정지한 차량이 다시 출발하는 경우에는 반드시 감속(deceleration)과 가속(acceleration)이 이루어지는데, DGPS 수신자료를 이용함으로써 가·감속도의 측정이

용이하게 되었다. 가·감속도의 측정은 도로의 종단구배나 평면선형 설계시, 교통류의 역학이론 중 추종이론에서 중요한 지표로 사용되지만, 측정상의 어려움 때문에 적용에 제한이 있었다. 금희의 연구는 차량의 거동에 관한 연속성 있는 자료가 2초 단위로 집계되므로 차량의 가속과 감속과정을 정확히 파악하는 것이 가능하다. 통상  $m/sec^2$ 으로 표시되는 가속도( $a$ )는 다음과 같이 표시할 수 있다. 즉, 속도를  $v$ 라 두고, 시간을  $t$ 라 한다면,

$$\frac{dv}{dt} = a \quad (1)$$

$$\int_{v_0}^v dv = \int_0^t a dt \quad (2)$$

$$v = v_0 + at \quad (3)$$

로 표현할 수 있다. 여기서  $v_0$ 는 최초의 속도이며, 속도  $v$ 는 최종속도를 의미한다. 또한, 속도  $v$ 는  $\frac{dx}{dt}$ 이므로 위의 식 (3)을 식 (4)와 같이 표현하는 것이 가능하다.

$$\int_0^x dx = \int_0^t (v_0 + at) dt \quad (4)$$

그리고 시간  $t$ 동안에 이동한 차량의 거리를  $x$ 라 할 때, 속도와 가속도, 시간을 고려한 이동거리는 다음과 같이 유도할 수 있다.

$$x = v_0t + \frac{1}{2} at^2 \quad (5)$$

식 (3)을 식 (5)에 대입하여 가속도를 식 (6)과 같이 속도와 이동거리에 대한 함수로 정리할 수 있다.

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} \quad (6)$$

TABLE 5. Statistical analysis for running speed

	데이터 수	평균속도 (km/h)	표준편차	분 산	최대속도 (km/h)	최저속도 (km/h)	중위치 (km/h)
전 체	278	27.58	14.875	221.280	61.4	1.1	30.2



시험차량은 통행 중 전체 구간에서 총 18회의 정지가 있었는데, 각 지점에서의 가·감속도를 산정하였다. 표 6은 각 지점에서의 가·감속도를 구간별로 평균하여 나타내었는데, 차량의 통행속도가 떨어지는 구간에서는 감속도가 높고 가속도는 낮은 것으로 분석되었으며, 통행속도가 양호한 구간에서는 반대의 결과를 나타내었다. 전체적인 평균감속도는 1.94 m/sec<sup>2</sup>이며, 평균가속도는 1.43 m/sec<sup>2</sup>으로 나타났다.

TABLE 6. Acceleration and deceleration

구 간	정지횟수 (회)	평균감속도 (m/sec <sup>2</sup> )	평균가속도 (m/sec <sup>2</sup> )
1구간	12	2.09	1.23
2구간	1	1.45	1.87
3구간	3	1.87	1.76
4구간	2	1.40	1.91
전 체	18	1.94	1.43

위의 식 (6)으로부터 유추할 때 가·감속도는 주행거리와 반비례하고, 속도와는 비례하는 경향을 보인다. 관측된 데이터로부터 각각에 대한 관련성의 크기를 파악하기 위하여 상관분석(correlation analysis)을 행하였다. 두 변

수 사이의 선형관계에 대한 강도(strength)를 규명하는 방법인데, 각 변수 사이의 상관계수(correlation coefficient)의 크기가 클수록 밀접한 관계가 있음을 의미한다. 분석은 각 구간의 정지지점에서 이루어진 가속과 감속의 18개 자료를 가지고 시행되었는데, 표 7과 같은 결과를 얻었다. 전체적으로 음(-)과 양(+에 대해 아주 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다. 이때 사용된 초속(혹은 종속)과 통행거리는 DGPS 수신자료에 의한 실제 측정 결과로서 시험차량이 해당구간의 평균치 혹은 안정적인 값에 도달할 때의 속도를 말하며, 이를 기준으로 소요시간을 산정하고 가·감속도를 산정하였다. 주행거리도 속도가 안정된 값에 도달할 때까지의 소요시간을 기준으로 산정하였다.

TABLE 7. Result of correlation analysis

구 분	주행거리	통행속도 (초속/종속)
가속도	-0.7220	0.7193
감속도	-0.7137	0.7018

표 7의 결과로부터 가·감속도와 주행거리, 통행속도는 밀접한 상관이 있는 것으로 나타났다. 그 크기를 파악하고, 일반화된 모형을

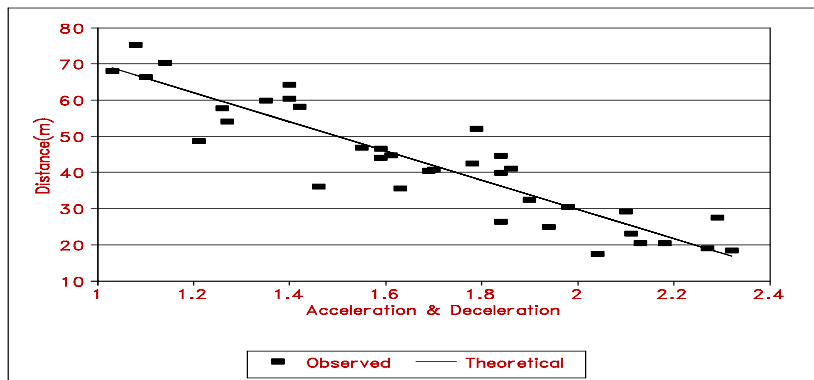


FIGURE 6. Comparison of observed and theoretical running distance for acceleration

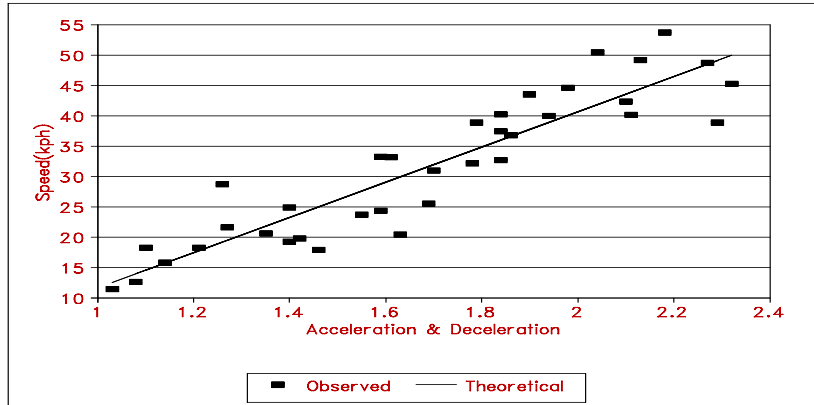


FIGURE 7. Comparison of observed and theoretical travel speed for acceleration

구축하기 위해 회귀분석(regression analysis)을 실시하였다. 가·감속도의 36개 자료를 독립변수로 두고 주행거리와 통행속도를 종속변수로 하여 분석한 결과가 표 8과 같다. 일반식을  $Y = a + bX$ 로 두고, 계수  $a$ ,  $b$ 의 값을 산정하였는데 양호한 결과를 나타내었다. 그림 6, 그림 7은 관측된 값과 회귀모형에 의한 이론치를 비교하여 나타낸 것이다.

TABLE 8. Regression models for acceleration distance or travel speed relationship

	상 수	회귀계수	결정계수 (R <sup>2</sup> )
주행거리	110.52	-40.39	0.8343
통행속도	-17.40	29.02	0.8358

4. 통행차량의 정지에 대한 해석

수신자료로부터 통행중 차량의 정지에 대


TABLE 9. Analysis for stop factor and time

구 간	구 분	교 차 로 신호대기	단 일 로 신호대기	전방정체	혼 잡 교 통 류	합 계
1구간	정지요인	3(25.0%)	2(16.7%)	6(50.0%)	1( 8.3%)	12(100.0%)
	시간(초)	188(30.2%)	112(18.0%)	308(49.1%)	14( 2.7%)	622(100.0%)
2구간	정지요인	0( 0.0%)	0( 0.0%)	1(100.0%)	0( 0.0%)	1(100.0%)
	시간(초)	0( 0.0%)	0( 0.0%)	36(100.0%)	0( 0.0%)	36(100.0%)
3구간	정지요인	1(33.3%)	1(33.3%)	0( 0.0%)	1(33.3%)	3(100.0%)
	시간(초)	16(47.1%)	14(41.2%)	0( 0.0%)	4(11.7%)	34(100.0%)
4구간	정지요인	1(50.0%)	1(50.0%)	0( 0.0%)	0( 0.0%)	2(100.0%)
	시간(초)	8(40.0%)	12(60.0%)	0( 0.0%)	0( 0.0%)	20(100.0%)
전 체	정지요인	5(27.8%)	4(22.2%)	7(38.9%)	2(11.1%)	18(100.0%)
	시간(초)	212(29.8%)	138(19.4%)	344(48.3%)	18( 2.5%)	712(100.0%)
정지 1회당	시간(초)	42.4	34.5	49.1	9.0	39.6

한 요인별 정지시간을 분석하였다. 표 9에 의하면 전체구간에서 18회의 정지가 있었고, 전방의 정체로 인한 정지 7회, 교차로의 신호대기로 인한 정지 5회, 단일로 횡단보행신호에 의한 정지 4회, 통행중 갑작스런 끼어들기나 교통류의 충격으로 인한 정지가 2회로 나타났다. 정지시간 비율은 전방정체로 인한 것이 48.3%로 가장 많고, 교차로 신호대기 29.8%, 단일로 신호대기 19.4%의 순으로 나타났다.

## 결 론

본 연구에서는 수치지도와 GPS 수신자료를 이용하여 차량의 통행에 관한 특성을 분석하였다. 먼저, 수신된 자료를 보정하고 속도특성을 분석하였으며, 가·감속도와 주행거리, 통행속도의 상관관계를 규명하고 회귀모형을 구축하였다. 또한 통행중 정지한 지점에 대한 정지시간과 요인을 분석하여 통행장애에 따른 각각의 크기를 제시하였다.

이상과 같이 도로 교통류의 특성을 파악할 수 있는 기본적인 몇가지를 분석하였으나, 이 중에는 단순한 측정만 가지고도 분석이 가능한 부분도 있고, GPS 수신자료를 이용함으로써 가능한 분석도 있다. 따라서 대구시의 대표적 정체구간인 1차 순환선의 도로 교통류 특성을 파악함과 더불어 첨단 기술에 의한 미세 분석이 가능함을 시도한 데 본 연구의 의의가 있다고 하겠다. 본 연구에서는 사정상 많은 자료를 확보하지 못한 채 수행된 아쉬움이 있으나, 이를 기초로 향후에는 교통역학적인 분야에 보다 심도있고, 광범위하고, 일반적인 연구가 진행되어야 할 것이다. 

## 참고문헌

김육, 이재환, 지규인. 1998. GPS 위치결정에 포함된 편향오차 추정을 통한 향상된 지도 정합법. 제5차 GIS Workshop:596-599.

이승준, 김재석, 우용한. 1999. GIS/GPS를 활용한 대중교통운행정보체계의 개발. 대한토목학회 학술발표회논문집(4):51-54.

이영진. 1999. 기준점측량학(1). 45쪽.

정연박. 2000. GPS/GIS를 이용한 도시교통운행 Data의 신뢰성검정. 경일대학교 석사학위논문.

홍성래. 1999. Differential GPS 구축과 성능특성에 관한 연구. 군사과학대학원 석사학위논문. 25-28쪽.

Allen, R.W. and E.M. Raymond. 1997. Driver car following behavior under test track and open road driving condition. ITS SP-1230:7-17.

Chundury, S. and B. Wolshon. 2000. Evaluation of the CORSIM car following model using GPS field data. TRB.

Draijer, G., N. Kalfs and J. Perdok. 2000. GPS as data collection method for travel research. TRB Papers 00-1176.

Guo, B. and A.D. Poling. 1994. Geographic Information Systems/Global Positioning Systems design for network travel time study. TRR 1497:135-139.

Hatipkarasulu, Y., B. Wolshon and C. Quiroga. 2000. A GPS approach for the analysis of car following behavior. TRB.

Kerner, B.S. 1998. A theory of congested traffic flow. Third International Symposium on Highway Capacity. TRB:621-642.

Khisty, C.J. 1990. Transportation Engineering an Introduction. Prentice-Hall, Inc. 94pp.

