

DTG 자료 기반 택시 이용자 통행패턴 분석: 부산시 택시 사례

Analysis of Tax Passenger Travel Patterns based on Busan DTG Data

저자 (Authors)	안상하, 신용은 Ahn, Sang Ha, Shin, Yong Eun
출처 (Source)	대한토목학회논문집 38(6) , 2018.12, 907-916(10 pages) JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS 38(6) , 2018.12, 907-916(10 pages)
발행처 (Publisher)	대한토목학회 KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07591957
APA Style	안상하, 신용은 (2018). DTG 자료 기반 택시 이용자 통행패턴 분석: 부산시 택시 사례. 대한토목학회논문집, 38(6), 907-916
이용정보 (Accessed)	제주대학교 223.194.***.198 2020/09/23 17:12 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

DTG 자료 기반 택시 이용자 통행패턴 분석: 부산시 택시 사례

안상하* · 신용은**

Ahn, Sang Ha*, Shin, Yong Eun**

Analysis of Tax Passenger Travel Patterns based on Busan DTG Data

ABSTRACT

This study presents a methodology that can integrate the information generated by the Busan taxi DTGs and Tachometers. Utilizing the results by the methodology, travel patterns of taxi users were analyzed. Also to verify the reliability of the methodology was conducted by comparing its results with those of O-D information of the National Transportation DB (KTDB). Despite the limited number of samples, the results of this study showed that DTG data, which can reflect changes in status and conditions in real time, can be used as a replacement for KTDB. It is expected that the results generated by the suggested methodology can be useful for developing and executing desirable taxi related policies.

Key words : Taxi, Travel patterns, DTG, GPS, Taxi O-D, Tachometers

초 록

본 연구의 목적은 부산시 택시 운행기록계(DTG)와 타코메터에 의해 생성되는 개별 정보의 통합 방법론을 제시함에 있다. 통합방법론에 의해 도출된 정보를 활용하여 다양한 택시이용자 통행패턴을 분석하여 도출정보 활용성을 검토하였다. 또한 제시 방법론에 의한 O-D정보와 국가교통DB(KTDB)의 O-D정보와의 비교를 통해 방법론에 대한 신뢰성 검증을 시도하였으며, 제한된 표본 수에도 불구하고 상당히 유사한 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 본 연구 결과는 현황 및 여건변화를 실시간 반영 가능한 DTG 자료가 향후 KTDB의 대체자료로 활용 가능성을 보였으며, 또한 국가 주도의 택시 정보플랫폼 구축시 매우 유용한 기초 연구로서, 또한 택시 정책 수립과 집행에 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

검색어 : 택시, 통행패턴, DTG, GPS, 택시 O-D, 타코메터

1. 서론

1.1 배경

“교통안전법” 제55조에 의거 여객자동차, 화물자동차 등은 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합한 속도, 거리 위치 등을 자동으로 저장하는 장치인 디지털 운행기록장치(DTG - Digital TachoGraph)의 장착이 의무화되어 있으며, 현 시점에서 전국적으로 도시부 운행 법인택시와 시내버스는 100% 장착률을 보이고 있다.

기존 택시 운행기록계인 타코메터(Tachometer)에 의해 생성되는 정보는 실시간이 아닌 요금수집과 운행관리에 필요한 정보만 생성하기 때문에 교통계획 및 정책적 용도로 활용하기에는 한계가 있었으나, GPS 수신기가 장착된 디지털 운행기록계(DTG)는 유용한 실시간

* 동의대학교 공간정보시스템학과, 석사과정 (Dong-Eui University · dkstkdgk@nate.com)

** 정희원 · 교신저자 · 동의대학교 도시공학과 교수 (Corresponding Author · Dong-Eui University · yshin@deu.ac.kr)

Received July 31, 2018/ revised August 6, 2018/ accepted October 8, 2018

위치정보를 제공하기 때문에 최근 국가주도로 DTG 빅데이터 기반 택시정보 플랫폼 구축을 위한 노력이 활발히 진행되고 있다.

GPS생성 정보와 기존 타코미터 정보가 통합된 형태로 생성되어 특별한 가공과정 없이도 포괄적인 택시 운행과 이용자 통행에 관한 정보가 용이하게 추출되는 서울시 통합형 DTG와 달리 부산시 DTG는 타코미터 정보에 GPS 정보가 단순히 추가되는 형태로 정보를 생성하기 때문에, 별도의 가공과정으로 분리된 정보의 통합 과정이 필요하다.¹⁾ 즉, 부산시 개인 및 법인택시에 장착된 DTG는 타코미터 자료와 GPS 위성정보 자료로 분리되어 생성되기 때문에 분리된 정보의 가공 및 통합을 통해 통합형 DTG와 유사하거나 동일한 정보 생성 방법론이 필요한 상황이다.

1.2 목적

본 연구는 타코미터 정보와 GPS 정보로 분리되어 제공되는 부산시 택시 운행기록계(DTG) 생성 정보의 통합 방법론을 제시하고, 제시된 방법론을 통해 도출된 정보를 기반으로 부산시 택시 이용자 통행패턴 분석을 하고자 한다. 이를 위해 부산시 개인택시에 장착된 DTG 생성 타코미터 자료와 GPS 자료를 수집하고, 각 자료의 속성 분석을 통해 가공 정보의 통합 방법론을 강구한다. 또한, 제시된 통합방법론을 통해 파악된 정보를 기반으로 부산시 택시 이용자의 기종점 정보를 파악하여 O-D 도출과 다양한 통행패턴 분석을 시행한다.

본 연구의 주요 결과물인 이용자의 승하차 지점정보 기반 택시이용자 O-D정보는 국가교통DB(KTDB)의 검증자료로서 활용 가능하며, 향후 택시 정보플랫폼 구축 시 매우 유용하게 활용될 수 있을 것이며, 택시 정책 수립과 집행에 주요 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

1.3 선행연구 고찰

서울시의 경우 통합형 DTG 장착이 완료된 2013년부터 택시의 DTG 제공 자료의 활용방안에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 우선 서울연구원에서는 2013년 말까지 장착이 의무화된 통합형 디지털운행기록계(IDTG: Integrated Digital TachGraph)가 제공하는 정보 활용 방안에 관한 연구를 수행하였고, 이를 기초로 Seok(2014)은 위험도로 및 구간 선정에 DTG 자료의 활용 가능성에 관한 연구를 진행하였다. 이후 통합형 DTG 정보를 활용한 다양한 연구가 최근까지 진행되어 왔다.

서울연구원의 Ahn(2014)은 서울시 통합형 DTG자료를 활용하여 택시이동거리 및 요금지불형태, 택시 이용자의 공간적 승하차 행태분석, 도시철도 막차시간과 택시수요의 관계, 날씨와 택시

이용 빈도, 택시 수요 및 공급 분석, 평균속도 분석, 속도와 요금의 상관관계 등 다양한 분석을 시도하였다. 이어서 Ahn(2015)은 서울 택시 이용실태와 운행실태를 추가로 분석하고 택시 이용과 운행개선을 위한 정책을 제시하였고, 서울시 택시 승하차는 주로 상업시설 업무지구와 대규모 교통시설 주변에 집중되고, 택시 승객의 60% 이상이 단거리(5km 이하) 이용자이며, 택시 수요 공급의 지역적 불균형으로 인한 승차난, 택시 수요의 쏠림현상 등을 분석하고, 이에 대응한 다양한 정책방향도 제시하였다.

Kim(2014)은 택시통행에 영향을 미치는 요인을 토지이용변수, 사회경제적 변수, 대중교통변수로 나누어 자료를 수집하고 회귀분석을 통해 일평균택시통행 및 시간대별 택시통행발생량 모형을 개발하였다. Park(2016)은 서울시 통합형 DTG 데이터의 승하차지점을 행정동 단위로 변환하여 정적 통행배정모형에 이용할 수 있는 1일 택시 O/D 와 동적 통행배정모형에 이용 가능한 5분 단위 O/D를 각각 구축하였다. 또한, 도출된 1일 O/D와 국가교통 DB상의 택시수단 O/D와 비교를 통한 검증을 시도하였다.

DTG 정보 제공이전 택시 타코미터 생성 정보를 활용한 연구도 다양한 측면에서 진행되었다. Lee(2001)는 서울시 택시 타코미터 자료를 기반으로 운송수입금, 운행거리, 주행거리, 영업률 등 4개 항목으로 구분하여 요일별, 오전·오후별 차별성 분석을 시행하였다. 타당성 검토를 위한 요인분석으로 분산분석(ANOVA)을 통해 평균치의 차이를 검증하였고, 분석결과 각 분석항목 별로 요일별 차이는 거의 없는 것으로 나타났으나 오전·오후간의 항목별로는 대부분 매우 큰 차이로 나타남을 보였다. Lee and Kim(2001)은 광주광역시 법인택시 타코미터 출력자료를 이용하여 운행특성을 분석하고 정책적 시사점을 제안하였다. 빈도분석에 사용한 변수의 분포형으로 부터 요일 간 차이 검증을 위해 데이터를 서열 척도화하여 맨휘트니 검증을 실시하였다. 본 연구의 한계는 한정된 지역만을 대상으로 한 결과 수집 타코미터 정보량의 한계로 인해 시계열적 변화 등의 파악이 어렵다는 점이었다.

Hwang and Yoon(2006)은 법인택시와 개인택시의 운행실태 비교분석을 시도하여 법인택시의 차량 당 영업 효율성이 개인택시에 비해 높음을 보였고, 개인택시의 대기식 영업방식으로 인해 법인택시에 비해 빈차거리가 적은 것으로 판단하였다. Kim(2007)은 타코미터 자료에 의한 경기도 법인택시 운행실태와 시군별 특성분석을 시도하였다. 경기도 31개 시군은 총 4개의 군집으로 분류하여 각 군집에 대한 분석을 시행하여 실차율을 제외하고는 뚜렷한 차별성을 보이고 있다고 주장하였다. 또한, 31개 시군 중 13개 시군의 자료가 누락되어 경기도 전체의 택시운행특성 추정에는 한계가 있음을 약점으로 지적하였다.

국외의 경우도 최근 DTG 자료를 활용한 택시이용자의 통행패턴 분석에 관한 연구가 진행되는 등 다양한 교통분야에 적용 가능성이

1) 통합형 DTG는 부산시 일부 콜택시에 장착되어 있으며, 일반택시에는 분리형 DTG가 장착되어 있다.

타진되고 있는 상황이나, 본 연구의 주제 과제인 분리형 DTG 생성자료의 통합방안과 통합된 자료를 활용한 택시 이용자 O-D도출을 포함한 통행패턴 파악과 이를 기반으로 수요-공급의 매칭을 위한 분석기법에 관한 연구는 현재까지 매우 미미한 상황이다.

서울시 통합형 DTG를 활용한 선행연구를 제외하고 선행연구들은 타코미터 자료만을 기반으로 운행특성을 분석하였으나, 본 연구는 분리된 정보의 시간속성을 기초로 위치정보를 구축하여 주행경로와 승·하차 지점을 도출하는 통합방법론을 제시한 점에서 기존 연구와 차별성이 있다고 하겠다.

2. 부산시 디지털 운행기록계(DTG) 자료 수집 및 구조

2.1 자료 수집

본 연구는 개인택시조합을 통해 개인택시 100대의 24시간 DTG 생성자료를 수집하였다. 법인택시의 경우 지속 운행으로 인해 자료 수집이 용이하지 않아 본 연구에서는 개인택시만을 대상으로 하였다. 수집된 자료 중 타코미터 생성 정보는 택시 이용자 요금계산을 위한 버튼 작동시 기록된 시간 정보로서 승하차시간 기록되기 때문에 자료수가 제한적이나 GPS 정보의 경우 초 단위의 방대한 자료가 수집되었다.

- 수집 자료일: 2015년 12월 1일
- 대상 대수: 개인택시 100대(24시간 DTG 자료)
- 수집자료: 타코미터, DTG자료

수집 자료 중 오류자료인 좌표 이상치(누락 등) 및 타코미터와 GPS의 날짜 불일치 자료를 제외한 자료를 대상으로 분석을 진행하였다. 각 자료의 속성 및 구조를 타코미터와 GPS 자료로 구분하여 살펴본다.

2.2 타코미터 자료 구조

일반적으로 택시에 장착된 타코미터(Tachometer)는 날짜별 총 운행시간 및 거리와 택시 이용객 승하차 시간과 영업거리 그리고 지불 요금을 자동으로 기록하는 장치로서 분 단위 기록 자료이며, 거리는 km단위로 기록된다. 타코미터 생성 자료로부터 개별 차량의 영업상세정보인, 영업시간과 거리 및 빈차시간 및 거리의 계산과 공차율 등의 산출이 가능하다.

부산시 택시 DTG가 생성하는 타코미터 자료 구조는 차량별 일별 운행기록과 차량별 영업상세 정보로 구분되어 제공되며 생성되는 자료 상세 항목 및 속성은 Table 1에 제시되어 있다.

2.3 GPS Data Structure

GPS를 장착한 디지털운행기록장치(DTG)가 생성하는 원자료의 구조 및 속성은 Fig. 1과 같으며, 운행 시 초단위의 위치정보(경도, 위도 및 방위각 좌표), 운행거리, 속도, RPM 정보 등 운행관련 정보 및 차량등록 번호 등 12개 속성자료로 구성되며, 변환프로그램인 TachoConvert에 의해 링크정보와 분석결과로 구분되어 제공된다.

Table 1. Data Field and Attributes Generated by Taxi Tachometer

Field	Attributes
Daily Trip Records by Vehicle	Veh. Reg. No., Entry/Exit time, Service Dist.(km), Run Dist.(km) inc. etc.
Detailed Records by Vehicle	service boarding & alighting time, non-service dist. & time-Service dist.(km) & time, Fare collected, etc.

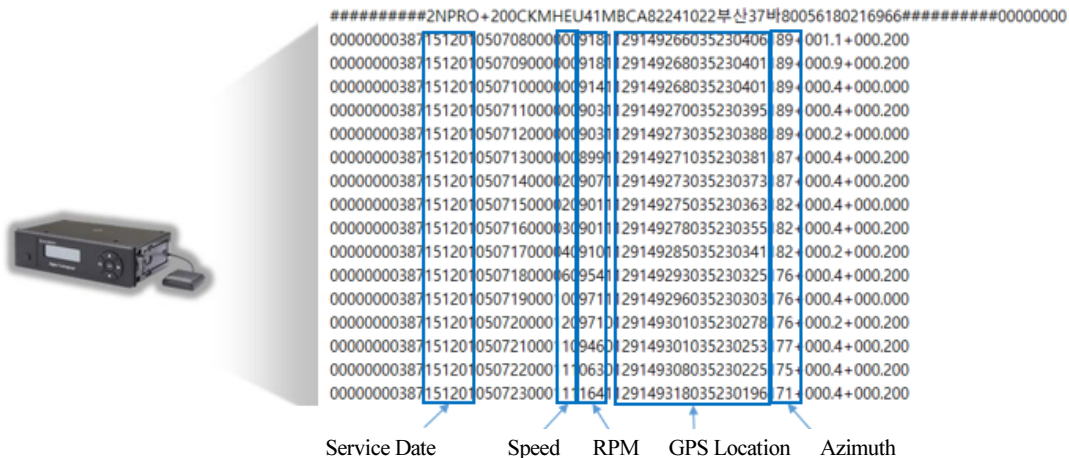


Fig. 1. Standard GPS Raw Data Structure and Attributes

3. 부산 DTG 자료 통합 모형

3.1 통합 과정

분리된 2개의 자료 통합을 위해 수집된 타코메터 자료(000000.SMF) 및 GPS자료(000000.TMF)를 WinTachos4.1과 TachoConvert를 활용하여 차량별로 엑셀파일(000000.xlsx)과 텍스트 파일(000000.txt)로 각각 변환한 후 필요자료를 추출하여 분석을 진행하였다. 모형 구축을 위한 자료 정리 및 추출 과정은 아래와 같으며 Fig. 2에 제시되어 있다.

첫째, 차량별 GPS자료와 타코메터 자료의 날짜 매칭 작업을 통해 차량별로 동일 날짜의 자료를 각각 추출한다.

둘째, 다음으로 초단위(GPS)와 분단위(타코메터)로 달리 생성된 2개 자료의 시간 통합 과정을 아래와 같이 진행한다.

- 초단위 생성 GPS 자료의 시간속성(hh:mm:ss로 생성) 중 초단위인 마지막 2자리 수가 30인 자료만 추출한다.
- 분단위 생성 타코메터 시간속성(hh:mm 생성)의 모든 자료를 hhmm30로 변환한다.

셋째, Fig. 3과 같이 GPS자료와 타코메터 차량별 자료의 시간속

성이 일치하는 위치(좌표) 정보만을 GPS자료로부터 추출하여 분석 자료를 구성한다.

3.2 통합 모형식

위 과정을 수식화된 모형식으로 표현하기 위해 필요 기호를 아래와 같이 가정한다.

$i = 1, \dots, n$ 차량번호

C = 위치정보로서 경도와 위도로 구성됨

t = 시간

G = gps자료 속성

TC = 타코메터 자료 속성

$t^G(hhmmss)$ 는 GPS 원자료의 시간속성을 나타내며, $t^{TC}(hh:mm)$ 는 타코메터 원자료의 시간속성을 나타낸다. GPS자료는 시간속성 중 ss 가 30으로 표현된 $t^G(hhmm30)$ 자료만을 추출한다. 총 ℓ 개가 추출되었다고 가정할 시 추출된 시간은 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$t^G \ni \{t_1, t_2, \dots, t_\ell\} \quad (1)$$

반면 타코메터 생성 정보는 택시 이용자 요금계산을 위한 버턴 작동시의 시간 정보로서 승하차 시에만 기록된다. 하루 k 번 각각 승차 및 하차가 이루어진 차량 i 의 시간속성 자료는 승차와 하차가 번갈아 가며 기록된 정보로 승하차 시간정보의 조합을 원소로 하는 집합으로 표현할 수 있다.

$$t_b^{TC} \ni \{t_{b_1}, t_{b_2}, \dots, t_{b_m}, \dots, t_{b_k}\} \quad (2)$$

$$t_a^{TC} \ni \{t_{a_1}, t_{a_2}, \dots, t_{a_m}, \dots, t_{a_k}\} \quad (3)$$

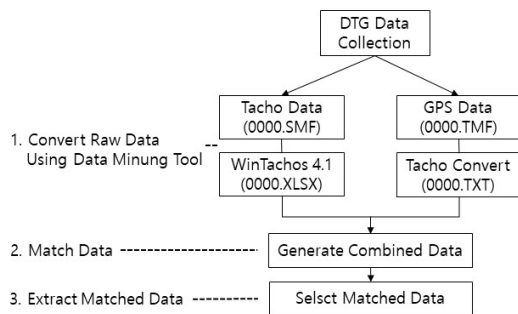


Fig. 2. Process of Model Construction

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Field	Time	Daily km	Total km	Speed	RPM	Brake	Long.	Lat.	Azimuth		Time	Long.	Lat.
10710	709	2015.12	54	18899	0	793	1	129.1583	35.23273	14		12:44	129.1583	35.23273
10711	710	2015.12	54	18899	0	756	1	129.1583	35.23273	14		12:44	129.1583	35.23273
10712	711	2015.12	54	18899	0	737	1	129.1583	35.23273	14		12:44	129.1583	35.23273
10713	712	2015.12	54	18899	0	710	1	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10714	713	2015.12	54	18899	0	714	1	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10715	714	2015.12	54	18899	0	712	1	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10716	715	2015.12	54	18899	0	725	1	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10717	716	2015.12	54	18899	0	746	0	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10718	717	2015.12	54	18899	1	1764	1	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10719	718	2015.12	54	18899	11	1584	0	129.1583	35.23273	14		12:45	129.1583	35.23273
10720	719	2015.12	54	18899	15	1643	0	129.1583	35.2327	214		12:45	129.1583	35.2327
10721	720	2015.12	54	18899	20	1640	0	129.1582	35.23266	213		12:45	129.1582	35.23266
10722														
10723	Number	Date	Boarding	Alighting	Driving(Km)	Fare	Empty (Km)	Empty time		Long.	Lat.			
10724	1	2015.12	12:45	12:50	1.9 Km	2900	5.499	0.056944		129.1583	35.23273			
10725														

Fig. 3. Matching Process between Tacho Data and GPS Data

여기서, 모든 승하차 시간의 속성을 GPS 시간속성과 동일하게 $t_a^{TC}(hhmm30)$ 와 $t_b^G(hhmm30)$ 표현하였고, 하차시간이 승차 시간보다 우선할 수 없기 때문에 $t_a > t_b$ 조건이 충족되어야 한다. 조건이 충족되지 않는 경우 오류자료로 처리되어 삭제한다.

차량번호 i 의 승차좌표는 타코미터 생성 승차로 기록된 시간정보의 시간단위와 분단위가 일치하는 GPS생성 시간정보의 좌표 값이 된다. 이를 식으로 표현하면,

$$C_b^G(t^G = t_b^{TC}) \quad (4)$$

마찬가지로 하차좌표는 타코미터 생성 하차 기록 시간정보의 시간단위와 분단위가 일치하는 GPS생성 시간정보의 좌표 값이 된다.

$$C_a^G(t^G = t_a^{TC}) \quad (5)$$

도출된 자료의 좌표 정보들을 활용하여 각 자료가 생성된 좌표 지점의 교통존, 행정동 혹은 행정구를 z 라 하면 승차와 하차지점의 위치는 각각 아래와 같다.

$$z_b^p = \sum_z C_b^G(t^G = t_b^{TC}) \quad (6)$$

$$z_a^p = \sum_z C_a^G(t^G = t_a^{TC}) \quad (7)$$

여기서, $z = 1...p$ 이며 p 는 교통존, 행정구 혹은 행정동의 개수이다.

4. 통합정보의 활용

DTG자료의 통합을 통해 도출된 정보를 활용할 시 기존 타코미터 정보로 파악이 불가능하였던 주행경로와 이용자 승하차 지점 정보로 이용자의 다양한 통행패턴 분석이 가능하다. 본 연구에서는 도출된 주행경로와 승하차 정보를 활용하여 부산시 택시 운행 및 이용자의 통행패턴을 분석 한다. 이를 위해 좌표 정보들을 활용하여 각 자료가 생성된 지점의 행정구를 파악하여 분석을 진행하였으며, QGIS ver.2.18.11을 활용하여 공간적으로 표현하였다.

4.1 택시 이용자 주행경로 및 승하차 지점 파악

도출된 시간 및 좌표정보를 활용하여 각 택시의 하루 주행경로 파악이 가능하다. Fig. 4에 특정 택시의 1일 주행경로가 공간적으로 표현되어 있다. 또한 타코미터의 승하차 시간과 GPS 시간자료의 매칭 정보로부터 좌표정보를 활용할 경우 모든 택시 이용자의 승하차 지점의 분포상황을 공간적으로 표현할 수 있다(Fig. 5 참고).

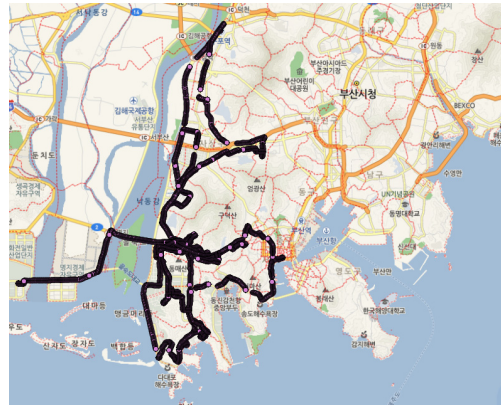


Fig. 4. Daily Taxi Trip Paths

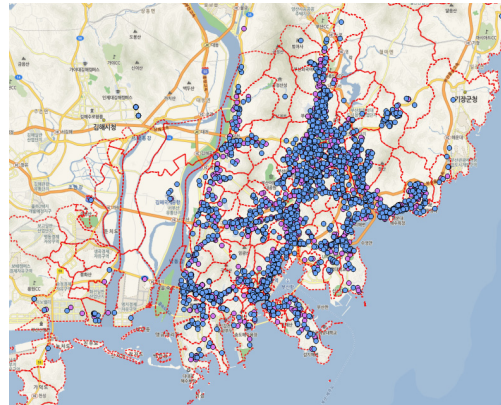


Fig. 5. Daily Passenger Boarding and Alighting Points

또한, 택시별로 이용자 1일 승차지점과 하차 지점, 그리고 승하차 시간 정보를 활용할 경우 특정 차량의 이용자 승하차 지점과 이를 연결한 1일 영업 주행경로를 공간적으로 표현할 수 있다.

4.2 택시 이용자 통행패턴 분석 및 파악

시간대에 따른 택시이용자의 통행패턴 분석도 가능하다. 심야시간대의 승차와 하차 위치를 행정구별로 정리하여 살펴보면, 상업지역과 주거지역이 밀집되어 있는 해운대구가 택시이용자의 승차와 하차지점으로 각각 17.2%, 19.6%로 가장 높은 비율을 차지하고 있으며, 다음으로 2순위인 부산진구가 승하차 각각 15.2%, 13.2%로, 3순위의 경우 승차지점은 상업지역이 집중되어 있는 동래구가 13.2%, 하차 지점은 주거지역이 밀집되어 있는 연제구가 9.3%로 나타났다. Table 2와 Figs. 6(a) and 6(b)에 제시되어 있듯이 대체적으로 심야시간대 기점(승차)의 경우 상업지역이 집중된 지역에서 이루어지고 있으며, 종점(하차)의 경우 주로 주거지역임을 알 수 있다.

Table 3에 출퇴근 시간대(08-09시, 18-19시)의 구별 통행발생 및 유입교통량 비율이 제시되어 있다. 출근 시간인 오전 침두시는 (08-09시) 기점(승차)의 경우 동래구가 18.0%, 사하구가 15.7%

순으로 파악되었으며, 종점(도착)의 경우 금정구가 14.6%, 사하구가 11.2%의 순으로 나타났다. 퇴근시간인 오후 침두시(18~19시)의 경우 기점(승차)은 해운대구가 22.4%, 사하구가 19.4%의 순으로, 종점(하차)은 사하구가 19.4%, 해운대구가 17.9% 순으로 파악되었다. Fig. 7에 제시되어 있듯이 전체적으로 상업지역과 공업지역이 위치한 행정동에 통행량이 집중되고 있음을 알 수 있다.

4.3 택시 이용자 전수화 O-D 작성

도출된 승차 및 하차지점 정보를 활용하여 택시 이용자 O-D표 작성을 시도하였다. 이를 위해 KTDB 택시 수단O-D 수송실적 보정 방법을 적용하여 전수화 과정을 진행하였다. Table 4에 전수화된 택시 이용자 O-D 표가 제시되어 있으며, 금정구→동래구,

해운대구→동래구, 연제구→동래구, 동래구→금정구, 해운대구→수영구간의 통행량 순으로 나타났다.

5. 국가교통DB(KTDB 택시 O-D)와 비교 검증

한국교통연구원 국가교통DB센터가 정기적으로 구축 및 제공하는 자료인 KTDB상의 2015년도 부산시 택시 이용자 행정구간 O-D 자료인 Table 5와 본 과업 도출 행정구간 O-D 자료인 Table 4를 비교하여 연구 결과의 신뢰성 검증을 시도하였다.

5.1 행정구간 통행량 비교 검증

우선 행정구간 통행량의 직접적인 차이를 검증하기 위하여 GEH

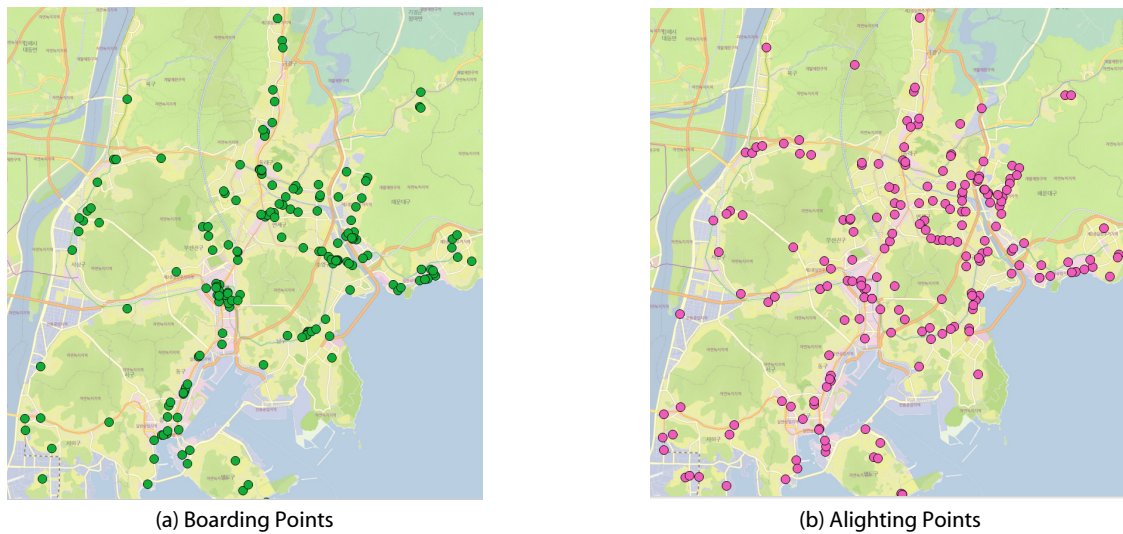


Fig. 6. Taxi Trip During Night-Owl Time

Table 2. % of Taxi Trip Prod/Attr. Volume by District During Night-Owl Time

Production	Haeundae	Busanjin	Dongnae	Suyeong	Yeonje
%	17.2%	15.2%	13.2%	13.1%	8.8%
Attraction	Haeundae	Busanjin	Dongnae	Suyeong	Yeonje
%	19.6%	13.2%	9.3%	9.2%	8.8%

Table 3. % of Taxi Trip Prod/Attr. Volume by District During Peak Hours

Morning peak (08~09)				Evening peak (18~19)			
Prod.	%	Attr.	%	Prod.	%	Attr.	%
Dongnae	18.0%	Geumjeong	14.6%	Haeundae	22.4%	Saha	19.4%
Saha	15.7%	Saha	11.2%	Saha	19.4%	Haeundae	17.9%
Busanjin	13.5%	Busanjin	10.1%	Dongnae	11.9%	Suyeong	11.9%
Haeundae	12.4%	Haeundae	9.0%	Yeonje	10.4%	Geumjeong	10.4%
Geumjeong	11.2%	Dongnae	7.9%	Suyeong	9.0%	Dongnae	7.5%

통계량을 계산하였다. GEH는 2개의 동일구간/지점 통행량을 비교하는 교통모형 및 공학적인 기법으로 활용되고 있으며 통계적기법이 아닌 경험적 자료에 기반한 방정식으로 아래와 같이 표현된다. (NCHRP, 2014).

$$GEH = \sqrt{\frac{2(v_i - v_j)^2}{v_i + v_j}} \quad (8)$$

여기서, v 는 시간당 교통량(veh/h) i 와 j 는 각각 모형식의 수치와 실제 수치를 나타낸다. 만약 GEH 값이 5이하인 경우 2개의 값이 일치한다고 판단하며, $5 < GEH < 10$ 인 경우 주의할 정도의 유사성

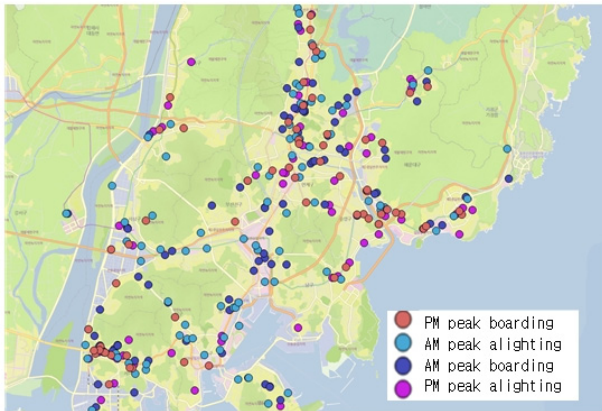


Fig. 7. Taxi Trip Boarding and Alighting Points During Peak Hours

이 있다고 판단하며, 10 이상인 경우는 모형 혹은 실제 값에 문제가 있어 유사하지 않다고 판단한다.

총 256개 구간 통행량 중 총 107개의 Zero Cell 값을 제외한 149개 구간 통행량에서 GEH 값이 5이하인 경우가 53.0%인 79개로 파악되었고, 10이상인 통행이 22개로(14.8%) 나타나, DTG O-D의 추정값이 KTDB O-D와 큰 차이가 없는 것으로 결론지을 수 있다.

5.2 통행분포 비교검증

전수화된 DTG의 행정구간 O-D와 KTDB 행정구간 O-D의 통행량을 살펴보면 다소 간의 차이에도 불구하고, 전체적인 통행분포는 매우 흡사한 것으로 나타났다. DTG자료의 경우 Table 4에서 보는바와 같이 금정구→동래구(20,126통행/일), 해운대구→동래구(13,615통행/일), 연제구→동래구(12,431통행/일) 순으로 분석되었으며, KTDB의 경우 Table 5에서 보는바와 같이 수영구→해운대구(11,710통행/일), 중구→서구(10,889통행/일), 해운대구→수영구(10,859통행/일) 순으로 통행량이 많은 것으로 분석되어 통행량은 다소 차이가 나는 것으로 분석되었으나, Figs. 8(a) and 8(b)에서 보는바와 같이, 통행분포 내용은 전체적으로 유사한 것으로 나타났다.

통행분포의 차이를 DTG자료와 KTDB의 구별 발생량과 도착량의 분포를 Levene의 등분산 검정값으로 분석한 결과, $F=0.004$ 및 P-value .948로 나타나 구간 통행량의 분산이 동일한 것으로 나타나 유사성이 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Expanded Busan DTG Taxi Passenger O-D Table by District (Unit : prs/day)

DTG	Jung	Seo	Dong	Yongdo	Busanjin	Dongnae	Nam	Buk	Haeundae	Saha	Geumjeong	Gangseo	Yeonje	Suyeong	Sasang	Gijang	Sum
Jung	5,919	1,184	3,552	1,184	2,368	592	1,184	592	592	1,776	-	-	592	-	3,552	-	23,086
Seo	592	4,144	-	1,184	2,368	-	-	592	592	4,736	-	-	592	-	1,184	-	15,983
Dong	3,552	592	8,287	1,776	8,879	1,184	2,368	592	3,552	1,776	1,776	592	592	1,184	592	-	37,293
Yongdo	2,368	592	1,776	16,575	-	-	-	-	-	1,184	-	-	1,184	592	-	-	24,270
Busanjin	1,776	592	4,144	592	53,275	5,919	4,144	1,184	5,328	1,184	3,552	-	7,695	4,144	7,103	-	100,631
Dongnae	-	-	1,184	-	2,368	60,970	-	-	7,103	-	11,839	-	9,471	2,960	1,184	-	97,079
Nam	-	1,184	2,960	-	5,328	1,184	18,942	-	4,736	-	1,184	-	592	7,103	592	-	43,804
Buk	-	-	592	-	1,776	2,368	-	14,207	-	592	1,184	-	1,776	-	4,736	-	27,230
Haeundae	-	-	2,960	592	3,552	13,615	4,736	592	74,585	592	2,368	592	6,511	10,655	592	3,552	125,493
Saha	592	1,776	592	592	1,776	-	592	1,184	-	56,827	-	1,776	592	-	2,960	-	69,258
Geumjeong	-	-	-	-	2,368	20,126	-	592	3,552	-	38,477	-	3,552	592	-	-	69,258
Gangseo	-	-	-	-	-	1,776	-	-	592	3,552	592	3,552	-	-	592	-	10,655
Yeonje	-	-	592	-	6,511	12,431	1,184	592	6,511	592	2,960	-	20,126	5,328	592	-	57,419
Suyeong	-	-	-	-	1,184	2,368	7,695	-	7,695	592	592	-	3,552	15,391	-	-	39,068
Sasang	592	-	-	592	5,919	2,368	592	2,960	592	4,736	2,960	592	592	-	21,310	-	43,804
Gijang	-	-	-	-	592	-	-	-	1,776	-	592	-	592	592	-	1,776	5,919
Sum	15,391	10,063	26,638	23,086	98,263	124,901	41,436	23,086	117,205	78,137	68,074	7,103	58,011	48,540	44,988	5,328	790,249

Table 5. KTDB Busan Taxi Passenger O-D Table by District (Unit : prs/day)

DTG	Jung	Seo	Dong	Yongdo	Busanjin	Dongnae	Nam	Buk	Haeundae	Saha	Geumjeong	Gangseo	Yeonje	Suyeong	Sasang	Gijang	Sum
Jung	8,069	10,889	2,408	8,390	1,939	857	1,216	230	962	3,758	-	64	685	-	1,459	-	40,926
Seo	6,276	22,846	1,206	1,788	1,240	563	1,043	-	162	4,015	104	-	-	-	572	-	39,815
Dong	3,178	919	9,610	1,644	5,033	1,252	2,910	216	2,597	482	55	199	171	239	482	378	29,368
Yongdo	2,756	1,537	727	10,747	457	89	1,204	-	378	257	-	-	-	1,048	1,369	-	20,568
Busanjin	828	1,318	4,617	1,701	110,997	3,560	3,928	852	2,096	2,138	1,627	1,927	4,201	3,620	4,875	-	148,286
Dongnae	923	54	208	-	3,818	24,847	436	2,669	4,695	126	5,956	-	5,148	1,215	1,130	140	51,366
Nam	860	927	1,238	1,270	6,524	543	31,377	21	3,179	50	820	-	563	6,668	1,059	-	55,101
Buk	7	-	181	-	442	1,181	14	16,241	668	682	363	327	348	322	3,088	-	23,865
Haeundae	-	-	697	227	3,012	5,267	3,686	428	69,589	235	2,116	166	1,176	10,859	655	1,310	99,423
Saha	2,140	4,606	803	183	654	-	272	1,116	235	52,057	-	428	121	168	3,336	-	66,119
Geumjeong	87	423	148	36	2,312	7,762	36	720	2,034	404	21,604	7	1,877	204	471	135	38,258
Gangseo	-	-	213	-	608	232	-	756	204	1,550	-	1,921	1,540	-	119	-	7,143
Yeonje	869	1,085	43	-	4,151	7,396	1,515	760	2,031	639	2,085	-	19,788	6,032	841	77	47,310
Suyeong	-	-	446	863	3,435	1,545	8,185	243	11,710	524	-	-	4,735	29,128	1,285	-	62,100
Sasang	1,551	794	318	1,181	4,346	1,105	661	5,533	713	3,620	503	734	43	1,423	25,354	7	47,887
Gijang	-	-	240	-	-	-	-	-	661	-	805	-	-	-	-	11,007	12,714
Sum	27,544	45,398	23,103	28,029	148,968	56,201	56,483	29,786	101,914	70,539	36,039	5,772	40,397	60,927	46,096	13,055	790,249

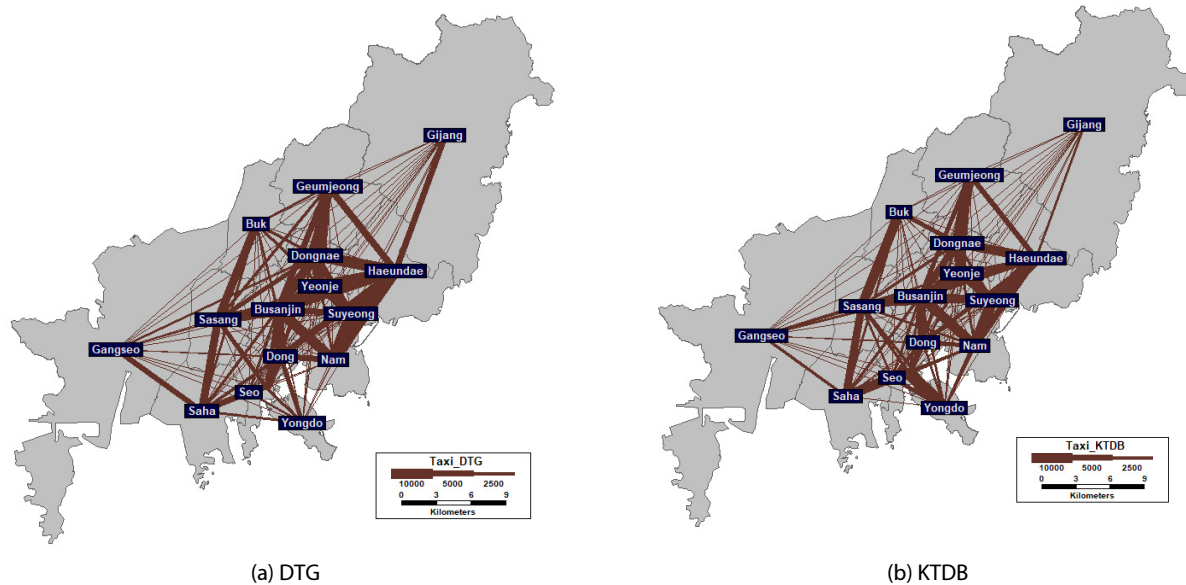


Fig. 8. Comparison of Taxi O-D Trips

5.3 통행량 우선 순위

Table 6에 행정구별 택시 가·종점(승·하차) 통행량 순위가 제시되어 있다. DTG 자료와 KTDB 자료 1,2순위가 모두 부산진구와 해운대구로 나타났으며, 다만, 하차 통행량은 DTG 자료상의 동래구가 KTDB에 비해 많은 것으로 나타났다.

위 순위간의 관계를 순서형 변수간의 단순관계를 평가하는 비모수상관계수인 Spearman's Rho로 Table 7을 살펴보면 기점순위는

0.812, 종점 0.793으로 나타나 유의수준 0.000에서 순위간 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 즉 통행량의 다소간 차이에도 불구하고 2개 자료가 유사한 통행분포를 나타냄을 알 수 있다.

5.4 소 결

본 연구에서는 DTG 택시 총 통행량이 KTDB 부산시 총 통행량과 동일 하다고 가정하고, 이를 기반으로 분석을 수행한 결과,

Table 6. Taxi Trip Production and Attraction Rank by District (Unit : Rank)

Category		Jung	Seo	Dong	Yeongdo	Busanjin	Dongnae	Nam	Buk
DTG	Prod.	13	14	10	12	2	3	7	11
	Attr.	13	14	10	11	3	1	9	12
KTDB	Prod.	9	10	12	14	1	6	5	13
	Attr.	14	8	14	12	1	6	5	11
Category		Haeundae	Saha	Keumjeong	Gangseo	Yeonje	Suyeong	Sasang	Gijanggun
DTG	Prod.	1	4	5	15	6	9	8	16
	Attr.	2	4	5	15	6	7	8	16
KTDB	Prod.	2	3	11	16	8	4	7	15
	Attr.	2	3	10	15	9	4	7	16

Table 7. Spearman's Coefficients of Selected Variables in DTG and KTDB Data

Item	Spearman's Rho	p-value	N
Prod. Vol. rank by District	0.812	0.000	16
Attr. Vol. rank by District	0.793	0.000	16

2개 자료가 행정구간의 통행량에 있어서 유사한 통행분포를 나타내고 있다. 다만 현재 배포되고 있는 KTDB의 최초 가구통행실태조사의 조사 시점이 2010년이며, 2010년 이후 현행화한 최근 배포된 2015년 기준 택시 O-D와 실제 주행한 DTG자료의 행정동간의 다소의 차이가 있음은 유념해야한다.

6. 결론

본 연구는 서울시의 통합형 택시 DTG와 달리 타코미터 정보와 GPS 정보로 분리되어 제공되는 부산시 택시 DTG 생성 정보의 통합 방법론을 구축하고, 구축된 방법론의 신뢰성 검증과 도출 정보의 활용성을 검토하였다.

부산시 개인택시에 장착된 DTG 생성 타코미터 자료와 GPS 자료를 수집하고, 각 자료의 속성 분석과 자료간의 매칭을 통한 통합방법론을 제시한 후, 도출된 통합정보 상의 택시 운행위치 정보와 매칭을 통해 파악된 기종점의 위치 정보를 기반으로 부산시 택시 이용자의 O-D 표를 작성하였다. 본 과업 제시 방법론의 검증을 위해 도출된 O-D정보와 국가교통DB(KTDB) 상의 부산시 택시 이용자 O-D 정보를 비교하였다. 그 결과 행정구별 교통량 차이가 크지 않았으며, 특히 행정구간 교통량 분포 순위간 유사성의 상관관계는 통계적으로 매우 유의미한 것으로 파악되어 제한적인 표본수임에도 불구하고 통합방법론을 통해 생성된 정보가 신뢰성이 있음을 확인할 수 있었다. 또한 활용성 검토를 위해 택시 주행시간 및 경로 분석, 심야시간대를 포함한 시간대 패턴분석 및 승하차지점 분석 등 다양한 택시 이용자 통행패턴분석을 시도하였다.

5년에 한번 시행하는 가구통행실태조사 결과를 바탕으로 매년 총량 보정을 통해 배포하고 있는 국가교통DB 택시O/D 정보보다는 DTG자료를 통해 좀 더 현실성있는 통행자료의 구축이 가능할 것으로 판단된다. 다만 DTG자료의 오류자료인 좌표 이상치 및 타코미터와 GPS자료의 날짜 불일치 등 DTG 자료의 오류에 대한 보완은 필요하며, 동시에 자료수집의 용이성이 보장되어야 할 것으로 판단된다. 마지막으로 현재 콜택시, 카카오택시 이용자 정보를 통해 택시 O-D를 보다 정확하고 용이하게 도출할 가능성도 있으나, 모든 택시에 장착된 방대한 Big-Data인 DTG자료를 수집하여 파악된 O-D와 통행패턴은 택시 운영 정책에 보다 효율적으로 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의글

이 논문은 2015년 정부(국토교통부)의 재원으로 공간정보 융복합 핵심인재 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2015-10-01).

References

- Ahn, K. J. (2014). *Analyzing the usage and operation behavior of taxis through integrated digital tachograph(IDTG)*, The Seoul Institute (SDI) (in Korean).
- CDM, Smith, Horowitz, A., Creasey, T., Pendyalam, R. and Chen, M. (2014). *Analytical travel forecasting approaches for project-level planning and design*, NCRHP Report 765, Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington DC, USA.

- Ha, J. H. and Lee, S. G. (2016). "The estimation of commuting pattern and the analysis of the commuting network structure using smart card data : Focused on the possibility of application through the validation process with household travel survey data." *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 51, No. 4, pp. 123-143.
- Hwang, J. H. and Yoon, D. S. (2006). "A comparative analysis of operational of corporation-owned and owner-driver taxis using tachometer output data." *Journal of Korea Society of Transportation*, Vol. 24, No. 6, pp. 45-54 (in Korean).
- Kim, J. Y. (2014). *A Study on Key Factors to Affect Taxi Travel Using DTG Data in Seoul*, Master's Thesis, Hongik University (in Korean).
- Kim, R. K., Kim, C. M. and Koo, J. E. (2007). "An analysis of operation condition and characteristics of corporation taxi using tachometer output data in Gyeonggi-do." *Proceedings of the KOR-KST Conference*, pp. 459-468 (in Korean).
- Kim, S. Y. (2014). *Impact analysis of digital tachograph installation of commercial vehicles*, Master's Thesis, Ajou University (in Korean).
- Korea Institute of Transportation (KOTI) (2016). *Actualization of nationwide passenger O/D*, Korea Transport DataBase (in Korean).
- Lee, J. W. and Kim, H. J. (2001). "Analysis of operation of corporation taxicab using the tachometer output data." *KSCE Journal of Civil Engineering*, pp. 785-797 (in Korean).
- Lee, S. J., Kim, J. H. and Choi, I. J. (2001). "A study on taxi revenue analysis in Seoul." *Journal of Korea Society of Transportation*, Vol. 21, No. 6, pp. 241-251 (in Korean).
- Park, H. S. (2016). *Estimating taxi origin-destination trip table using digital tachograph(DTG) data*, Master's Thesis, Myongji University (in Korean).
- Seok, J. S. (2014). "The idea about using digital tachograph data for improve the urban road traffic safety." *Transportation Technology and Policy*, Vol. 11, No. 5, pp. 52-61 (in Korean).
- Zhang, Z., Rasouli, S. and Timmermans, H. (2014). "Evaluating the accuracy of GPS-based taxi trajectory records." *12th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, DDSS*, Procedia Environmental Sciences, Vol. 22, pp. 186-198.