



모바일폰 네트워크 데이터 기반 생활통행권 도출을 통한 택시사업구역 재설정 연구*

A Data-driven Approach for Adjusting Taxi Business Zone based on Travel Boundary using Mobile Phone Network Data

김규혁** · 송태진***

Kim, Kyu Hyuk · Song, Tai Jin

Abstract

Housing development projects generate residents' trips, which leads to the supply of transportation services to the region. Taxi service is the most suitable service in these area without additional investments and spatio-temporal constraints. They can be served within a taxi business zone which overlaps in administrative districts. This calls for solving difficulties in business operation to the zone. Several jurisdictions are breaking the difficulties down in the modification of the zone. The modified zone is limited to simply integrating or dividing administrative zones without assuming homogeneous travel patterns which trigger problems such as supply imbalance. This study proposed an approach to modify the taxi business zone that considers the homogeneity using mobile phone network data. Community detection technique was used to cluster homogeneous travel boundaries. The travel boundaries were clustered with four folds: 1) existing, 2) integrating, 3) separating, and 4) mixed. With the result, this study adjusted taxi business zones in Chungcheong metropolitan area. A total of 27 districts were found, and the existing type, the integrated, the separated, and the mixed types was 8, 9, 2, and 9 zones respectively. Note that traffic volumes change flexibly over time, this study also conducted a cluster analysis by time to determine which type of the taxi business zones can be adjusted variably. This study results in no meaningful result was found in the cluster analysis by time. It is our hope that the result can be used as a fundamental information when a new mobility as a service is introduced in near future.

주제어 모바일폰 네트워크 데이터, 생활통행권, 택시사업구역, 커뮤니티 디텍션
Keywords Mobile Phone Network Data, Travel Boundary, Taxi Business Area, Community Detection

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

택시는 구역여객운송수단으로, 정해진 사업구역 내를 이동하며, 목적지 사업구역이 출발지 사업구역과 다를 경우 할증요금이

적용된다. 최근 시계의 택시통행량은 증가추세로 할증요금을 부담하는 택시 이용객 수가 점차 늘고 있기 때문에(송재룡·김현주, 2018), 택시사업구역의 광역화 또는 기존 택시사업구역의 통합이 필요한 실정이다.

그러나, 통합된 택시사업구역 간 영업활동이 자유로워짐에 따라, 택시수요 집중지역만을 중심으로 영업권이 활성화될 수 있다

* 본 논문은 김규혁의 2022년도 석사학위논문을 활용하여 재구성하였음

** Ph.D. Candidate, Department of Urban Engineering, Chungbuk National University (First Author: kyuhyuk@chungbuk.ac.kr)

*** Assistant Professor, Department of Urban Engineering, Chungbuk National University (Corresponding Author: tj@chungbuk.ac.kr)

(송제룡·김현주, 2018). 충청남도 홍성군과 예산군 택시사업구역 통합 사례의 경우, 내포신도시 개발에 따라 2개 군을 통합하였으나, 홍성권역에 개발이 집중됨에 따라 홍성군 위주로 수요가 증가하자 예산군 택시가 홍성군 전역에서 영업활동을 하고 있어 홍성군 택시업계에서 불만을 토로하고 있다.

이에 따라, 사업구역 간 영업권 침해를 최소화하기 위해 일부 지자체에서는 택시공동사업구역을 지정하였다. 일례로, 전주시와 완주군의 경우 전북혁신도시 개발에 따라 두 지자체의 일부가 택시공동사업구역으로 지정되었다(송제룡·김현주, 2018). 그러나, 전주시와 완주군은 지리적으로 동일한 생활권을 형성하고 있으므로, 공동사업구역이 아닌 행정구역 간에는 사업구역이 분리되어 있어 택시 이용객의 할증요금 부담이 가중되고 있는 실정이다. 따라서, 전주시와 완주군 전역의 택시사업구역 통합 필요성이 대두되고 있다.

이와 같이 여러 시·군을 하나의 사업구역으로 통합하는 방안 또는 각 시·군 일부 행정구역만을 공동사업구역으로 지정하는 방안 중 어떠한 방안을 채택하더라도 이용자와 종사자 양측의 니즈를 완벽히 충족할 수 없다는 한계가 존재한다. 따라서, 본 연구에서는 전수 통행을 묘사할 수 있는 모바일폰 네트워크 데이터를 활용하여 행정구역 간 통행량을 도출하고, 통행량의 동질성에 기반하여 행정구역을 군집해 생활통행권을 도출한 뒤 생활통행권의 도출 유형에 따라 택시사업구역을 재설정하고자 한다.

II. 이론 및 선행연구 고찰

1. 택시사업구역

택시사업구역은, “택시가 여객을 운송할 수 있는 행정단위 사업”으로 정의되며, “운행계통을 정하지 아니하고 국토교통부령으로 정하는 특별시·광역시 또는 시·군 등 단일 행정구역이 기준이 되는 사업구역”을 뜻한다. 또한, 택시사업구역은 생활권을 기준으로 협의에 의해 행정구역을 통합하거나 구역을 조정할 수 있다(송제룡·김서정, 2011).

현재 국내에서는 155개의 택시사업구역이 지정되어 있으며, 수도권에서는 안양·군포·과천·의왕, 남양주·구리, 화성·오산, 광주·하남시는 택시사업구역 통합이 이루어졌다. 그 외 지역에서는 충청남도 홍성군과 예산군이 하나의 택시사업구역으로 통합되었다.

기존 택시사업구역 재설정 관련 연구는 대부분 연구 대상 지역 내 도시 및 교통 현황과 KTDB OD 데이터, DTG 데이터 등을 기반으로 한 실제 통행을 중심으로 이루어졌다(송제룡·김서정, 2011; 안기정, 2013; 송제룡·김현주, 2018). 또한, 단순 시·군 단위의 택시사업구역 조정보다는 생활권의 동질성을 기반으로 택시사업구역을 조정하려는 추세이다.

그러나, 선행연구에서 택시사업구역을 조정하기 위해 활용되

는 KTDB OD 자료는 데이터 수집에 과도한 노동력과 재정이 소요되며(Jiang et al., 2017), 조사 오차가 발생할 가능성이 높고(Bwambale et al., 2019; Bwambale et al., 2021), 사람의 기억에 의존하기 때문에 일부 데이터에서 통행 누락이 발생한다.

본 연구에서는 기존 택시사업구역 통합 및 택시공동사업구역 지정에 관한 정책 결정의 근거로 활용되는 설문조사, 지역 현황 분석, KTDB 데이터 등의 한계를 극복하기 위해 모바일폰 네트워크 데이터를 활용하여 택시사업구역을 재설정하고자 한다. 모바일폰 네트워크 데이터는 데이터 오차 발생 확률이 조사 데이터에 비해 낮으며(한국교통연구원, 2020), 국민의 대부분이 모바일폰을 사용하므로 연령과 성별 편향을 최소화하며 모집단 통행특성을 묘사할 수 있다는 장점이 있다.

2. 모바일폰 네트워크 데이터

데이터 수집 기술이 발달하며 방대한 양의 통행 관련 데이터 수집이 가능해짐에 따라 모바일폰 네트워크 데이터 등 통행 빅데이터를 활용한 다양한 통행패턴 관련 분석이 수행되는 추세이다(Phithakkitnukoon et al., 2015). 수집된 데이터는 조사 데이터가 제공할 수 없는 대규모의 고해상도 통행궤적을 제공하며, 이러한 통행궤적 데이터는 지역계획, 도시계획, 대중교통, 공중보건, 재난대응 등 다양한 분야를 연구하는 데 활용된다(Simini et al., 2012; Madhawa et al., 2015; Alexander et al., 2015).

모바일폰 네트워크 데이터는 데이터가 수집되는 방식에 따라 크게 CDR(Call Detailed Record)과 Sightings 데이터로 구분된다. 대부분의 연구에서는 CDR 데이터를 사용하고 있으나(Anda et al., 2016), CDR 데이터는 전화, 문자 등 휴대폰을 사용할 때만 데이터가 수집되기 때문에 공간적 해상도 측면에서 제약이 존재한다(Toole et al., 2012; Chen et al., 2016; Sadeghvaziri et al., 2016). 반대로 본 연구에서 활용하는 Sightings 데이터는 휴대폰을 사용하지 않아도 일정시간마다 데이터가 기록되므로, 높은 시공간적 해상도를 가진다(Chen et al., 2014; Chen et al., 2016; 송태진·이해선, 2018; 원민수 외, 2021; 김규혁 외, 2021).

본 연구에서는 행정구역 간 통행량을 기반으로 택시사업구역을 재설정하기 위해 모바일폰 네트워크 데이터의 원천궤적 데이터에서 이상치를 제거하고, 체류시간을 기준으로 이동 및 체류를 구분한 뒤, 로그 기록순으로 개별 통행을 정렬하고 출도착지별 통행량을 집계하여 OD 자료를 생성하였다(김규혁 외, 2021). 생성된 OD 자료의 출·도착지 공간 단위는 기지국을 기반으로한 Polygon 단위이며, 이는 주 기지국에 보로노이 기법을 적용한 뒤 집계구와 기지국 수신범위를 중첩하고, 도출된 Polygon을 보정하여 생성되었으며, 읍면동보다는 작고 집계구보다는 큰 공간 단위를 가진다.

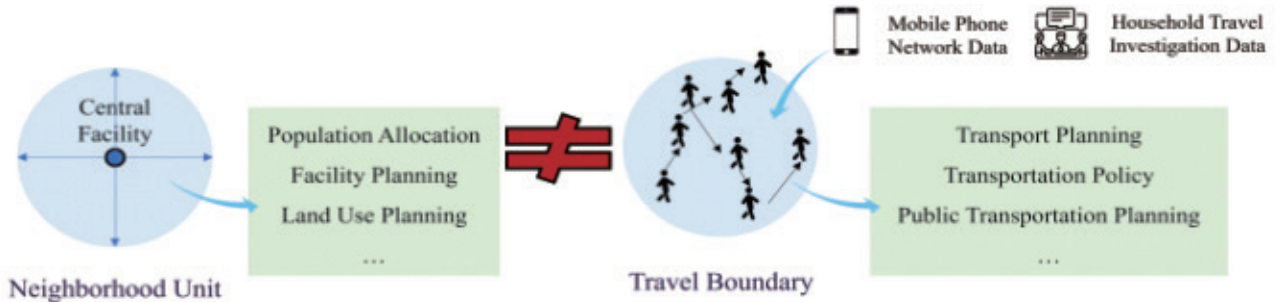


Figure 1. Concept of travel boundary

3. 생활통행권

생활통행권(Travel boundary)은 가구통행실태조사, 모바일폰 네트워크 데이터 등 ‘통행’ 정보를 포함한 데이터를 활용해 사람들의 통행이 어떠한 Boundary까지 뻗어 있는지를 도출하고, 이를 기반으로 교통정책, 계획, 대중교통 측면에서 시사점을 도출하기 위한 목적으로 사용된다. 이는 중심시설에서의 영향권을 도출하고 이를 기반으로 시설계획, 토지계획, 인구계획 등 도시 골격을 수립하고자 하는 목적으로 사용되는 생활권(Neighborhood unit)과는 물리적으로는 유사하지만, 그 목적과 도출 과정에서 (Figure 1)과 같이 차이를 보인다.

선행연구에서는 생활통행권의 개념이 확립되지 않았으므로, 본 연구에서는 이와 물리적으로 유사한 개념인 생활권에 대한 이론 및 선행연구 고찰을 수행하였다. 생활권은 “행정구역과 관계 없이 통근·통학·오락·쇼핑 등 일상생활을 하는 활동 범위(국립국어원, 2021)”, “거주자의 개별적인 생활 범위를 수용하는 공간 단위(백혜선, 2008)” 등 다양하게 정의되며, 생활권 분류 및 계획은 각 지자체의 법정계획 등에서 임의적으로 수행되었다.

생활권 도출에 관련한 대부분의 연구는 도시 내 주요 시설과의 접근성을 기준으로 생활권을 정의하거나, 생활권 설정에 큰 영향을 미치는 주요 시설을 밝혀내는 등의 연구가 주를 이루었다(정태순·유완, 1988; 권혁심 외, 2008; 황희돈·김찬호, 2008; 박중순 외, 2011; 이대일·장한두, 2013). 이는 생활권 개념이 Perry의 근린주구 이론을 전신으로 하며, 해당 이론에서 근린주구 내 중심 시설을 초등학교, 적정 보행반경을 400m로 정의한 데서 기인한다(Katz, 1994).

그러나, 전술한 유형의 생활권 연구는 도시의 중심시설을 설정하거나, 영향권을 설정하는 등 이상의 시사점을 도출하는 데 한계가 있어, 가구통행실태조사 등 사람들의 실제 통행이 기록된 조사 자료를 기반으로 생활권을 수립하는 연구들이 등장했다(노승철 외, 2012; 정창호 외, 2014; 오병록, 2014; 홍성조 외, 2018).

4. 연구의 차별성

첫 번째, 모바일폰 네트워크 데이터를 기반으로 읍면동을 군집

하여 광역권 단위의 생활통행권을 도출하였다. 노승철 외(2012)는 전국 단위 생활권을 도출하였지만 군집한 공간 단위가 시군구로 설정되어 실제 정책에 적용하기에 한계가 있으며, 정창호 외(2014)는 동남권의 생활권을 읍면동 단위로 도출하였으나 조사 기반 데이터를 활용하였다는 한계가 존재한다. 본 연구에서는 모바일폰 네트워크 데이터를 활용하여 공간적 범위를 충청권으로, 군집 공간 단위를 읍면동으로 설정하여 생활통행권을 도출, 이를 기반으로 택시사업구역을 재설정했다.

두 번째, 기존 방식이 아닌 새로운 방식의 택시사업구역 조정 방법을 제시하였다. 지역 현황과 조사 데이터에 근거해 여러 시군구를 통합하거나 신도시 진입 지역을 공동사업구역으로 지정하는 기존 택시사업구역 조정 방법과 달리, 본 연구에서는 모바일폰 기지국 데이터의 통행량을 군집하여 도출된 생활통행권의 군집 유형에 따른 택시사업구역 및 공동사업구역 도출 방법을 제시하였다.

세 번째, 시간대별 택시사업구역을 도출하였다. 기존의 생활통행권 도출 관련 연구들은 하루 전체 또는 며칠치의 데이터를 기반으로 생활통행권을 도출하거나 택시사업구역을 재설정하였으며, 시간대별 생활통행권을 도출한 연구는 거의 존재하지 않았다. 시간대별 생활통행권을 파악할 수 있다면 각 시간대에 따라 가변적으로 택시사업구역을 변동 운영하며 영업이익을 극대화할 수 있을 것이다. 모바일폰 네트워크 데이터의 경우 시간대별 OD 정보를 포함하고 있기 때문에 시간대에 따른 통행량 분석이 가능하다는 장점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 모바일폰 네트워크 데이터의 장점을 활용하여 시간대별 택시사업구역을 추가로 도출하였다.

III. 분석 방법론

1. 연구의 범위 및 흐름

본 연구에서는 통행량에 따라 택시사업구역을 재설정하기 위해 (주)KT에서 제공하는 2017년 5월 중 평일 20일치 모바일폰 네트워크 데이터를 활용함에 따라, 연구의 시간적 범위는 2017년 5월로 설정하였으며, 연구의 공간적 범위는 충청권(대전광역시, 세종특별자치시, 충청북도, 충청남도)으로 설정하였다.

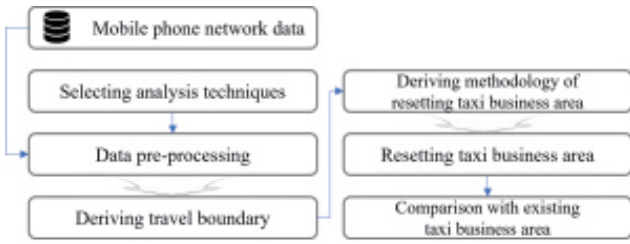


Figure 2. Overall research flow

본 연구의 흐름은 <Figure 2>와 같다. 첫 번째, 생활통행권을 도출하기 위한 분석 기법을 선정한다. 두 번째, 분석 기법이 적용 가능하도록 모바일폰 기지국 데이터를 가공한다. 세 번째, 가공된 모바일폰 기지국 데이터에 첫 번째 단계에서 선정한 분석 기법을 적용하여 생활통행권을 도출한다. 네 번째, 생활통행권 도출 결과를 기반으로 택시사업구역을 재설정하는 방법론을 도출한다. 다섯 번째, 네 번째 단계에서 도출한 방법론을 적용하여 택시사업구역을 재설정한다. 여섯 번째, 재설정된 택시사업구역을 기존 택시사업구역과 비교한다.

2. 분석 기법 선정

본 연구에서는 생활통행권을 도출하기 위한 분석 기법으로 커뮤니티 디텍션(Community detection)을 선정하였다. 커뮤니티 디텍션은 노드와 링크로 이루어진 네트워크 구조 내에서 군집 내 링크 가중치를 최대화함과 동시에 군집 간 링크 가중치는 최소가 되도록 하는 군집을 도출하는 네트워크 분석 기법이다(Newman and Girvan, 2004). 이러한 군집을 모듈성(Modularity)이 높은 군집이라 하며, 모듈성은 군집 내 상호연계성과 군집 간 상호배타성을 나타내는 척도이다. 보통 -1에서 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 군집이 잘 형성되었다고 할 수 있다(김진광 외, 2016; 하재현·이수기, 2016; 김수현 외, 2020). 모듈성의 식은 다음과 같이 표현한다.

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(C_i, C_j) \quad (1)$$

Q 는 모듈성, m 은 전체 통행 수를 의미하며, A_{ij} 는 i 에서 j 가 통행량을 뜻한다. k_i 와 k_j 는 i 와 j 에서의 통행발생 및 통행유입량을 뜻한다. C_i 와 C_j 는 i, j 노드가 할당되는 생활통행권을 나타내며, $\delta(C_i, C_j)$ 은 통행 발생과 유입이 이루어지는 노드가 동일할 때 생활통행권 내 통행만 모듈성에 반영한다는 것을 의미한다.

본 연구에서는 여러 커뮤니티 디텍션 알고리즘 중 Louvain 알고리즘(Blondel et al., 2008)을 적용하였다. Louvain 알고리즘은 타 커뮤니티 디텍션 알고리즘에 비해 모듈성의 계산시간이 짧아 수백만 개에 달하는 모바일폰 네트워크 데이터를 분석하기에

적합하며, 타 선행연구 사례(Madhawa et al., 2015)에서 여러 커뮤니티 디텍션 알고리즘의 모듈성 성능을 비교한 결과, Louvain 알고리즘의 모듈성이 가장 높게 도출되었기에 본 연구의 분석 알고리즘으로 채택하였다.

Louvain 알고리즘은 총 2단계에 걸쳐 수행된다. 첫 번째, 한 개의 노드를 기존 군집에서 추출해 다른 인접 군집에 배치한 뒤 이때의 모듈성을 측정한다. 만약, 모듈성이 더 커지는 군집이 존재할 경우 해당 노드를 그 군집에 배속시킨다. 해당 단계는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\Delta Q = \left[\frac{\sum_i i + 2k_{j,i}}{2m} - \left(\frac{\sum_a a + k_j}{2m} \right)^2 \right] - \left[\frac{\sum_i i}{2m} - \left(\frac{\sum_a a}{2m} \right)^2 - \left(\frac{k_j}{2m} \right)^2 \right] \quad (2)$$

$\sum_i i$ 는 군집 내 통행량 합계, $\sum_a a$ 는 군집에서 발생하는 모든 통행량 합계를 뜻한다. $k_{j,i}$ 는 j 에서 군집 내 타 노드로 연결되는 통행량 합계를 뜻하며, k_j 는 j 에서 발생한 통행량 합계를 뜻한다. m 은 모든 통행량 합계를 뜻한다. ΔQ 는 모듈성 변화량으로, 노드 i 가 군집에 배속되었을 때와 그렇지 않을 때의 모듈성 차이로 계산하며, 첫 번째 단계는 모듈성을 더 이상 개선 불가능할 때까지 반복된다.

두 번째, 앞서 생성한 군집을 기반으로 새로운 군집을 도출한다. 새로운 노드 간 통행량은 두 군집 간 노드들 사이의 통행량 합계로 계산된다. 같은 군집 내 노드 간 링크는 Self-loop으로 대체되며, 해당 단계가 종료되면 다시 첫 번째 단계를 수행한다. 그 후, 앞선 두 단계를 계속 반복한다.

3. 데이터 전처리

본 연구에서 활용한 모바일폰 네트워크 데이터는 <Table 1>과 같은 데이터 구조를 가지고 있으며, 출발지와 출발일시, 시간, 체

Table 1. Dataset of mobile phone network data

Column name	Column type	Notation	Example
Origin code	Numeric	xxxxxx	110001
Origin date	Numeric	yyyymmdd	20170101
Origin time	Numeric	00~23	12
Origin place	String	S, C, H, N, X, R	S
Destination code	Numeric	xxxxxx	110002
Destination date	Numeric	yyyymmdd	20170101
Destination time	Numeric	00~23	13
Destination place	String	S, C, H, N, X, R	C
Age	Numeric	00~110	30
Gender	String	F, M	M
# of trip	Numeric		3

류지, 도착지와 도착일시, 시간, 체류지, 연령과 성별, 통행량 등의 정보를 포함한다.

출발지 및 도착지의 폴리곤 코드는 6자리 숫자로 표기되며 앞의 2자리 숫자는 시도코드이다. 출발 및 도착시간대는 1시간 단위로 표기되며, 01은 01시 00분 00초부터 01시 59분 59초까지의 데이터를 의미한다. 출발지 및 도착지 체류지 유형은 크게 학교(S), 회사(C), 집(H), 집 이외 주체류지(N), 종교활동지(R), 여가활동지(X) 등 6가지로 구분된다. 연령은 10세 단위로, 성별은 남성(M)과 여성(F)으로 표기된다.

본 연구에서는 2017년 5월 평일에 해당하는 데이터를 병합하고 출발지 및 도착지가 충청권에 해당하는 데이터만을 추출했다. 그 후, 커뮤니티 디텍션 기법을 적용하기 위해 전체 컬럼 중 출·도착지 폴리곤 코드, 통행량 컬럼만을 추출하고 행압축하여 데이터를 정방행렬화 하였다. 분석을 위해 도출된 충청권 통행량은 <Table 2>와 같다. 통행량은 전수화되지 않았으며, 개인정보보호를 위한 통행량 보정이 추가로 수행되었다.

커뮤니티 디텍션을 적용할 때, 동일한 읍면동을 기점 및 종점으로 하는 통행에 대해 이를 제거할 것인지 포함할 것인지에 대한 문제가 발생한다. 대부분의 관련 연구에서는 이러한 통행에 대해 고려하지 않았으나, 통행의 포함 여부에 따라 분석 결과가 달라지므로 이러한 통행을 고려하는 것은 중요한 문제이다. 본 연구에서는 동일한 읍면동을 기점 및 종점으로 하는 통행을 포함하여

분석하였는데, 전체 통행량의 절반 이상이 거주지 내에서 발생하며, 이러한 통행행태를 무시할 수 없기 때문이다(He et al., 2020).

4. 택시사업구역 재설정 방법론

국내 기존 택시사업구역 재설정 방법은 크게 두 가지 Case로 나뉜다. 첫 번째, 유사한 생활통행권으로 판단되는 두 개 이상의 행정구역을 통합한다. 두 번째, 두 개 이상의 행정구역 내 진입하는 신도시는 택시공동사업구역으로 지정한다. 그러나, 첫 번째 Case는 택시 수요가 집중되는 행정구역만을 중심으로 택시 영업권이 활성화될 수 있다는 한계가 존재하며, 두 번째 Case는 공동사업구역에 해당하는 행정구역을 제외하고는 사업구역이 분리되기에 분리된 사업구역을 이동하는 택시 이용객의 요금부담을 해소하지 못한다는 한계가 존재한다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 통행량을 기반으로 행정구역을 군집하여 생활통행권을 도출하였으며, 생활통행권의 도출 유형에 따라 택시사업구역 재설정 방법을 <Figure 3>와 같이 크게 네 가지로 구분하였다. 첫 번째, Case 1과 같이 도시 A와 B가 하나의 생활통행권을 형성하고 있는 경우, 동일 생활통행권에 소속된 도시를 하나의 택시사업구역으로 설정한다(택시사업구역 통합). 두 번째, Case 2와 같이 하나의 도시가 하나의 생활통행권을 형성하고 있는 경우, 해당 생활통행권을 하나의 택시사업구역으로 설정한다. 세 번째, Case 3과 같이 도시 A가 A1, A2와 같이 여러 개의 생활통행권으로 이원화되는 경우, 생활통행권의 개수와 관계없이 도시 단위로 택시사업구역을 설정한다. 이러한 Case는 생활통행권이 세분화되는 특별시, 광역시에서 주로 나타난다. 마지막으로 Case 4와 같이 동일한 생활통행권이

Table 2. Descriptive statistics of mobile phone network data

	Sum	Average	SD
Total trip generation	436,728,188	15,597,435	26,357,644
# of trip in the area	406,302,750	14,510,813	25,425,495
# of trip out of area	30,425,348	1,086,620	1,067,213

Unit: trip

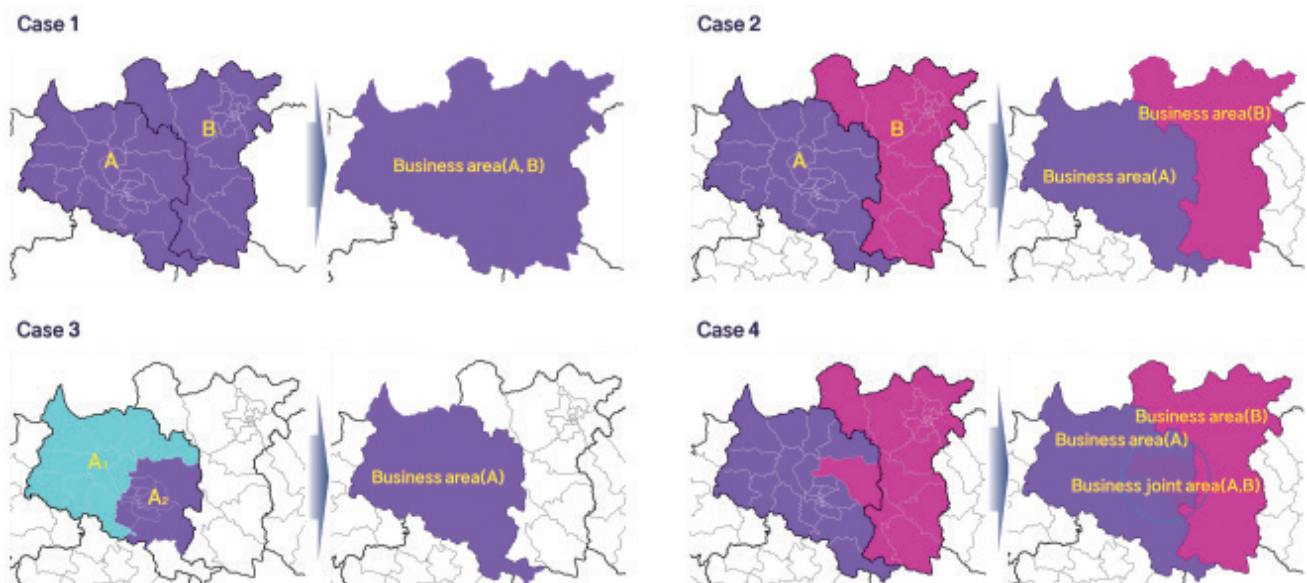


Figure 3. New method of resetting taxi business area

A와 B 도시로 이원화되는 경우는 해당 생활통행권을 A와 B 도시의 택시공동사업구역으로 설정한다(택시공동사업구역 설정).

IV. 분석 결과

1. 생활통행권 도출 결과

본 연구에서는 평일 충청권 모바일폰 네트워크 데이터에 커뮤니티 디텍션을 적용하여 생활통행권을 도출하였다. <Table 3>와 <Figure 4>는 평일 충청권의 생활통행권 도출 결과이다.

충청남도 홍성군과 예산군, 보령시 천북면이 하나의 생활통행권, 충청북도 제천시와 단양군이 하나의 생활통행권, 충청남도 서천군이 하나의 생활통행권, 충청북도 청주시 청원구 북이면과 괴산군, 증평군 증평읍과 도안면이 하나의 생활통행권, 충청남도 천안시와 아산시 음봉면이 하나의 생활통행권, 충청남도 서산시, 태안군이 하나의 생활통행권, 대전광역시 서구와 유성구 진잠동,

충청남도 계룡시가 하나의 생활통행권, 충청남도 당진시, 서산시 대산읍이 하나의 생활통행권, 충청남도 공주시, 진천군, 음성군이 하나의 생활통행권, 대전광역시 유성구와 충청남도 공주시 반포면이 하나의 생활통행권, 대전광역시 중구와 충청남도 금산군이 하나의 생활통행권, 충청남도 보령시, 청양군이 하나의 생활통행권, 충청남도 논산시, 부여군, 청양군 청남면과 장평면이 하나의 생활통행권, 충청남도 아산시가 하나의 생활통행권, 충청북도 충주시와 제천시 한수면, 음성군 감곡면이 하나의 생활통행권, 대전광역시 유성구와 대덕구, 충청북도 청주시 서원구 현도면이 하나의 생활통행권, 대전광역시 동구, 대덕구, 중구와 세종특별자치시가 하나의 생활통행권, 세종특별자치시 조치원읍, 연서면, 전동면, 전의면, 충청북도 청주시 흥덕구 강내면, 오송읍이 하나의 생활통행권, 마지막으로 충청북도 보은군, 영동군, 그리고 옥천군이 하나의 생활통행권으로 도출되었다.

2. 택시사업구역 재설정 결과

<Figure 4>와 같이 도출된 생활통행권의 정보를 기반으로 <Figure 3>의 방법론을 적용하여 충청권의 택시사업구역을 도출한 결과는 <Table 4>, <Figure 5>와 같다.

먼저, Case 1의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 서산시와 태안군, 충청남도 홍성군과 예산군, 충청남도 보령시와 청양군, 충청남도 논산시와 부여군, 충청북도 진천군과 음성군, 충청북도 제천시와 단양군, 충청북도 증평군과 괴산군, 충청북도 보은군, 옥천군, 영동군 등 총 8개로 나타났다.

다음으로, Case 2의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 당진시, 충청남도 서천군, 충청남도 아산시, 충청남도 천안시, 충청남도 공주시, 충청남도 계룡시, 충청남도 금산군, 충청북도 청주시, 충청북도 충주시 등 총 9개로 나타났다.

또한, Case 3의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 세종특별자치시와 대전광역시 두 곳으로 나타났으며, Case 4인 택시공동사업구역의 경우 총 9개가 도출되었다. 충청북도 음성군 감곡면이 충청북도 충주시와 음성군의 공동사업구역으로, 충청남도 공주시 계룡면이 충청남도 공주시와 논산시의 공동사업구역으로, 충청남도 서산시 대산읍이 충청남도 당진시와 서산시의 공동사업구역으로, 충청남도 공주시 반포면이 대전광역시와 충청남도 공주시의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 청원구 북이면이 충청북도 청주시와 증평군의 공동사업구역으로, 세종특별자치시 소정면이 세종특별자치시와 충청남도 천안시의 공동사업구역으로, 충청남도 부여군 양화면이 충청남도 부여군과 서천군의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 흥덕구의 오송읍과 강내면이 충청북도 청주시와 세종특별자치시의 공동사업구역으로, 충청남도 아산시 음봉면이 충청남도 아산시와 천안시의 공동사업구역으로 도출되었다.

Table 3. Travel boundary of Chungcheong area

No.	Administrative districts
1	Hongseong-gun, Yesan-gun, Cheonbuk-myeon (Boryung-si)
2	Jecheon-si, Danyang-gun
3	Seocheon-gun
4	Goisan-gun, Bugi-myeon (Cheongju-si Cheongwon-gu), Jeungpyeong-eup (Jeungpyeong-gun)
5	Cheonan-si, Eumbong-myeon (Asan-si)
6	Seosan-su, Taean-gun
7	Seo-gu (Daejeon-si), Gyeryong-si, Jinjam-dong (Daejeon-si Yuseong-gu)
8	Dangjin-si, Daesan-eup (Seosan-si)
9	Gongju-si, Jincheon-gun, Eumseong-gun
10	Yuseong-gu (Daejeon-si), Banpo-myeon (Gongju-si)
11	Jung-gu (Daejeon-si), Geumsan-gun
12	Boryung-si, Cheongyang-gun
13	Nonsan-si, Buyeo-gun, Cheongnam-myeon and Jangpyeong-myeon (Cheongyang-gun)
14	Asan-si
15	Chungju-si, Hansu-myeon (Jecheon-si), Gamgok-myeon (Eumseong-gun)
16	Yuseong-gu and Daedeok-gu (Daejeon-si), Hyeondo-myeon (Cheongju-si Seowon-gu)
17	Dong-gu and Daedeok-gu and Jung-gu (Daejeon-si), Sejong-si
18	Jochiwon-eup and Yeonseo-myeon and Jeondong-myeon and Jeoneui-myeon (Sejong-si), Gangnae-myeon and Osong-eup (Cheongju-si Heungdeok-gu)
19	Boeun-gun, Yeongdong-gun, Okcheon-gun

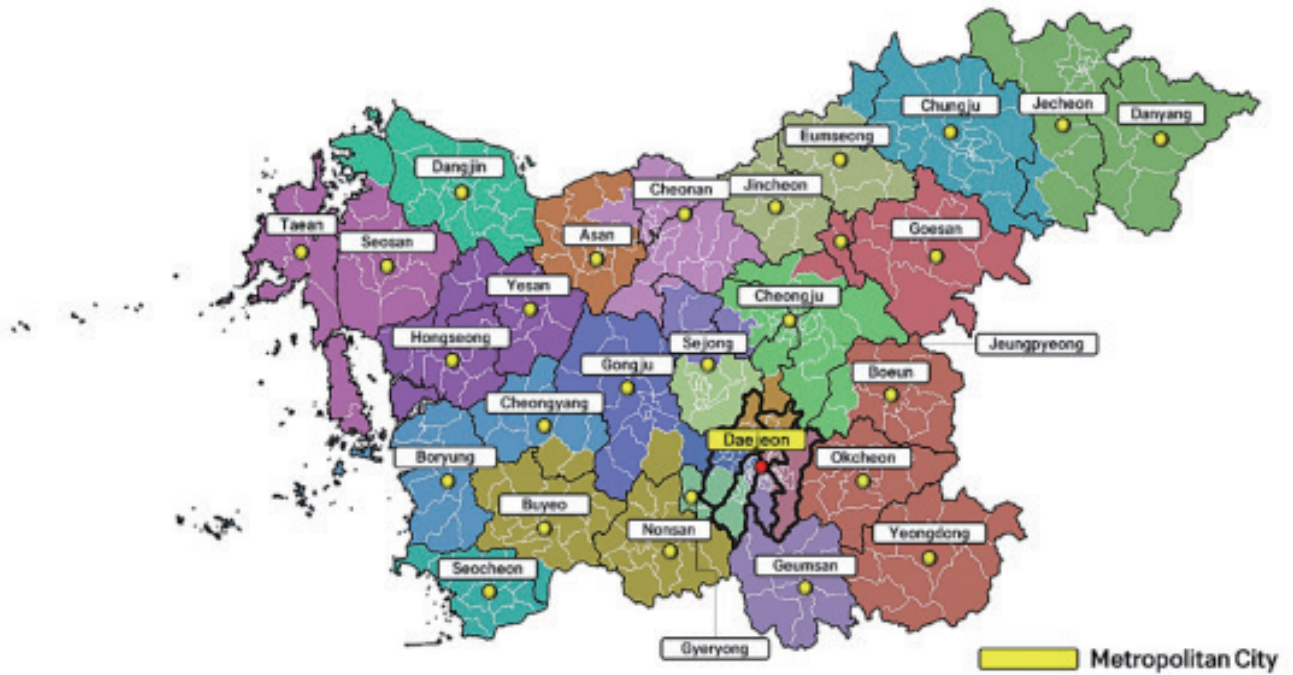


Figure 4. Travel boundary of Chungcheong area

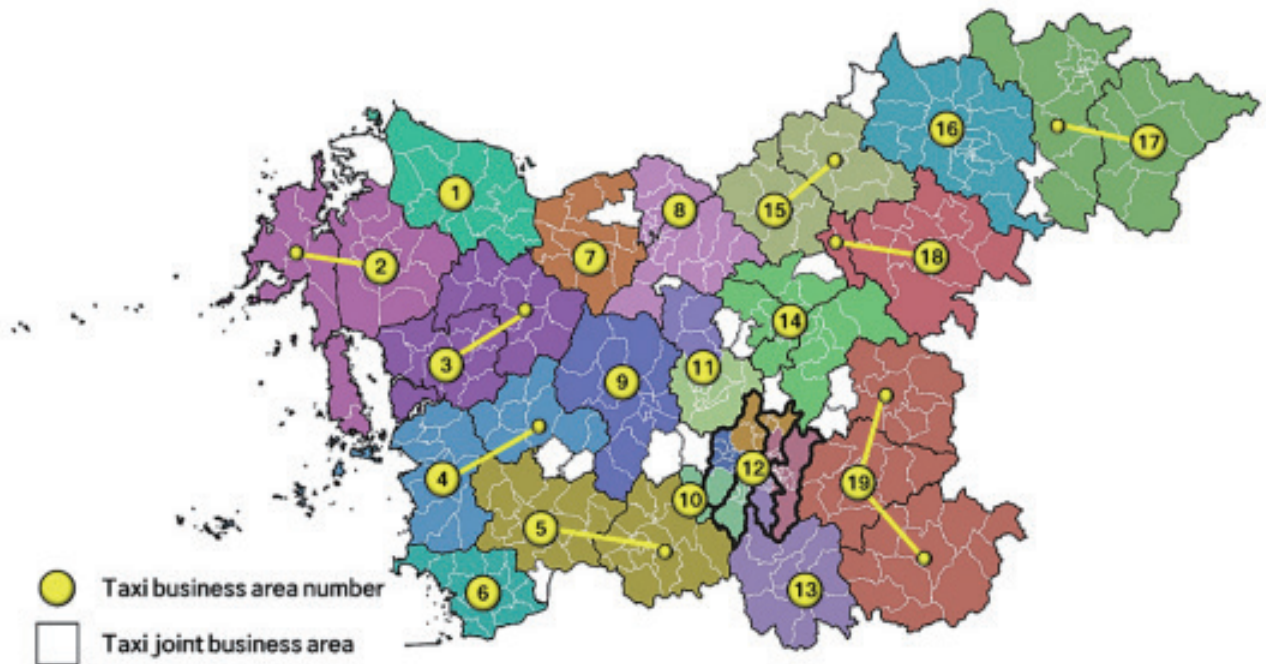


Figure 5. Taxi business area of Chungcheong area

Table 4. Taxi business area of Chungcheong area

Case	# of case	Administrative districts	
1	8	Seosan-si, Tae'an-gun	
		Hongseong-gun, Yesan-gun	
		Boryung-si, Cheongyang-gun	
		Nonsan-si, Buyeo-gun	
		Jincheon-gun, Eumseong-gun	
		Jecheon-si, Danyang-gun	
		Jeungpyeong-gun, Goisan-gun	
		Boeun-gun, Okcheon-gun, Yeongdong-gun	
2	9	Dangjin-si	
		Seocheon-gun	
		Asan-si	
		Cheonan-si	
		Gongju-si	
3	2	Gyeryong-si	
		Geumsan-gun	
4	9	Cheongju-si	
		Chungju-si	
		Sejong-si	
		Daejeon-si	
		Gamgok-myeon	Chungju-si
			Eumseong-gun
		Gyeryong-myeon	Gongju-si
			Nonsan-si
		Daesan-eup	Dangjin-si
			Seosan-si
		Banpo-myeon	Daejeon-si
			Gongju-si
Bugi-myeon	Cheongju-si		
	Jeungpyeong-gun		
Sojeong-myeon	Sejong-si		
	Cheonan-si		
Yanghwa-myeon	Buyeo-gun		
	Seocheon-gun		
Osong-eup	Cheongju-si		
Gangnae-myeon	Sejong-si		
Eumbong-myeon	Asan-si		
	Cheonan-si		

3. 시간대별 택시사업구역 재설정 결과

본 연구에서는 시간대에 따라 빠르게 변화하는 도시민의 통행 특성을 고려하여 시간대에 따른 가변적 택시사업구역 변동 운영

등의 정책적 시사점을 도출하기 위해 시간대별 택시사업구역을 추가로 도출하였다. 모바일폰 네트워크 데이터는 한 시간 단위의 OD 정보를 포함하고 있기 때문에 시간대별 통행량이 도출 가능하다는 장점이 존재한다. 본 연구에서는 주간시간대를 12시부터 14시까지 두 시간, 야간시간대를 18시부터 20시까지 두 시간으로 가정하고 주간시간대와 야간시간대의 택시사업구역을 재설정하였다. 먼저, 주간시간대의 택시사업구역 재설정 결과는 <Table 5>, <Figure 6>과 같다.

Case 1의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 홍성군과 예산군, 충청남도 보령시와 서천군, 충청남도 청양군과 부여군, 충청남도 공주시와 세종특별자치시, 충청북도 괴산군과 증평군, 충청북도 제천시와 단양군, 충청북도 보은군과 옥천군, 영동군 등 총 7개로 나타났다.

Case 2의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 당진시, 충청남도 아산시, 충청남도 천안시, 충청북도 청주시, 충청남도 논산시, 충청남도 계룡시, 충청남도 금산군, 충청북도 충주시 등 총 8개로 나타났다.

또한, Case 3의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 대전광역시 1곳으로 나타났으며, Case 4인 택시공동사업구역의 경우 총 13개가 도출되었다. 충청남도 서산시 대신읍이 충청남도 서산시와 당진시의 공동사업구역으로, 충청남도 부여군 양화면이 충청남도 부여군과 서천군의 공동사업구역으로, 충청남도 부여군 세도면, 석성면, 초촌면이 충청남도 부여군과 논산시의 공동사업구역으로, 충청남도 공주시 이인면과 탄천면이 충청남도 공주시와 청양군의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 현도면이 충청북도 청주시와 대전광역시의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 오송읍과 강내면이 충청북도 청주시와 세종특별자치시의 공동사업구역으로, 세종특별자치시 소정면이 세종특별자치시와 충청남도 천안시의 공동사업구역으로, 충청북도 음성군 감곡면이 충청북도 음성군과 충주시의 공동사업구역으로, 충청북도 제천시 한수면이 충청북도 제천시와 충주시의 공동사업구역으로 도출되었다.

야간시간대의 택시사업구역 재설정 결과는 <Table 6>, <Figure 7>과 같이 도출되었다. Case 1의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 태안군과 서산시, 충청남도 홍성군과 예산군, 충청남도 보령시와 청양군, 서천군, 충청남도 부여군과 논산시, 충청남도 공주시와 세종특별자치시, 충청북도 청주시와 증평군, 충청북도 진천군과 음성군, 충청북도 충주시와 괴산군, 충청북도 제천시와 단양군, 충청북도 보은군, 옥천군, 영동군 등 10개로 나타났다.

Case 2의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 충청남도 당진시, 충청남도 계룡시, 충청남도 아산시, 충청남도 천안시, 충청남도 금산군 등 5개로 나타났으며, Case 3의 방법으로 재설정된 택시사업구역은 대전광역시 1개로 나타났다.

Case 4인 택시공동사업구역의 경우 총 13개가 도출되었다. 충

Table 5. Taxi business area of Chungcheong area in daytime

Case	# of case	Administrative districts
1	9	Hongseong-gun, Yesan-gun
		Seosan-si, Taean-gun
		Boryung-si, Seocheon-gun
		Cheongyang-gun, Buyeo-gun
		Gongju-si, Sejong-si
		Goisan-gun, Jeungpyeong-gun
		Jincheon-gun, Eumseong-gun
		Jecheon-si, Danyang-gun
		Boeun-gun, Okcheon-gun, Yeongdong-gun
2	8	Dangjin-si
		Asan-si
		Cheonan-si
		Cheongju-si
		Nonsan-si
		Gyeryong-si
		Geumsan-gun
Chungju-si		
3	1	Daejeon-si
4	9	Daesan-eup
		Seosan-si
		Dangjin-si
		Buyeo-gun
		Yanghwa-myeon
		Seocheon-gun
		Sedo-myeon
		Buyeo-gun
		Seokseong-myeon
		Chochoon-myeon
		Nonsan-si
		Iin-myeon
		Gongju-si
		Tancheon-myeon
		Cheongyang-gun
		Hyeondo-myeon
		Cheongju-si
		Daejeon-si
Osong-eup		
Cheongju-si		
Gangnae-myeon		
Sejong-si		
Sojeong-myeon		
Sejong-si		
Cheonan-si		
Gamgok-myeon		
Eumseong-gun		
Chungju-si		
Jecheon-si		
Hansoo-myeon		
Chungju-si		

청남도 서산시 대신읍이 충청남도 서산시의 당진시의 공동사업 구역으로, 충청남도 부여군 양화면이 충청남도 부여군과 서천군의 공동사업구역으로, 충청남도 청양군 장평면과 청남면이 충청남도 청양군과 부여군의 공동사업구역으로, 충청남도 공주시 계룡면과 반포면이 충청남도 공주시와 논산시의 공동사업구역으로

Table 6. Taxi business area of Chungcheong area in night time

Case	# of Case	Administrative districts
1	10	Taeon-gun, Seosan-si
		Hongseong-gun, Yesan-gun
		Boryung-si, Cheongyang-gun, Secheon-gun
		Buyeo-gun, Nonsan-si
		Gongju-si, Sejong-si
		Cheongju-si, Jeungpyeong-gun
		Jincheon-gun, Eumseong-gun
		Chungju-si, Goesan-gun
		Jecheon-si, Danyang-gun
		Boeun-gun, Okcheon-gun, Yeongdong-gun
2	5	Dangjin-si
		Gyeryong-si
		Asan-si
		Cheonan-si
3	1	Daejeon-si
4	13	Daesan-eup
		Seosan-si
		Dangjin-si
		Buyeo-gun
		Yanghwa-myeon
		Seocheon-gun
		Jangpyeong-myeon
		Cheongnam-myeon
		Cheongyang-gun
		Buyeo-gun
		Gyeryong-myeon
		Gongju-si
		Banpo-myeon
Nonsan-si		
Beolgok-myeon		
Nonsan-si		
Geumsan-gun		
Hyeondo-myeon		
Cheongju-si		
Daejeon-si		
Osong-eup		
Cheongju-si		
Gangnae-myeon		
Sejong-si		
Sojeong-myeon		
Sejong-si		
Cheonan-si		
Eumbong-myeon		
Asan-si		
Tanjeong-myeon		
Cheonan-si		
Baebang-eup		
Cheonan-si		
Eumseong-eup		
Eumseong-gun		
Soi-myeon		
Chungju-si		
Wonnam-myeon		
Goesan-gun		
Sari-myeon		
Goesan-gun		
Cheongan-myeon		
Cheongju-si		
Jeungpyeong-gun		
Yangseong-myeon		
Chungju-si		
Eumseong-gun		
Hansoo-myeon		
Jecheon-si		
Chungju-si		

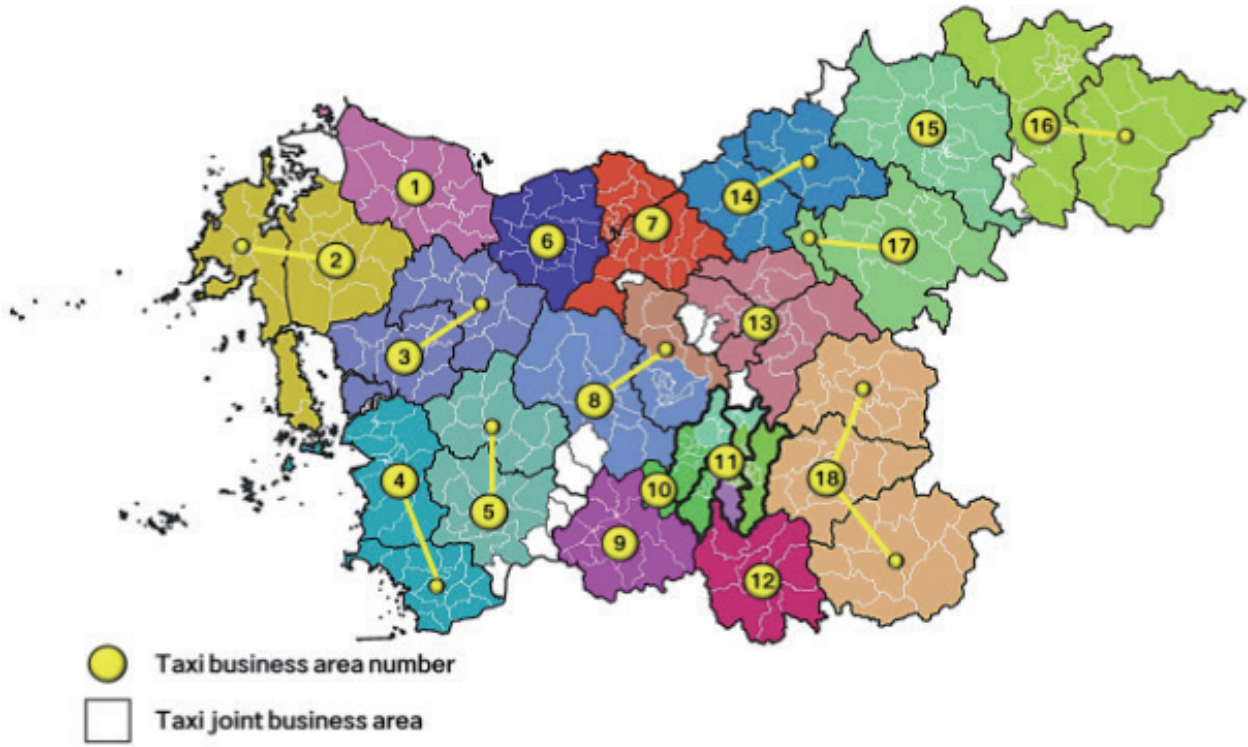


Figure 6. Taxi business area of Chungcheong area in daytime

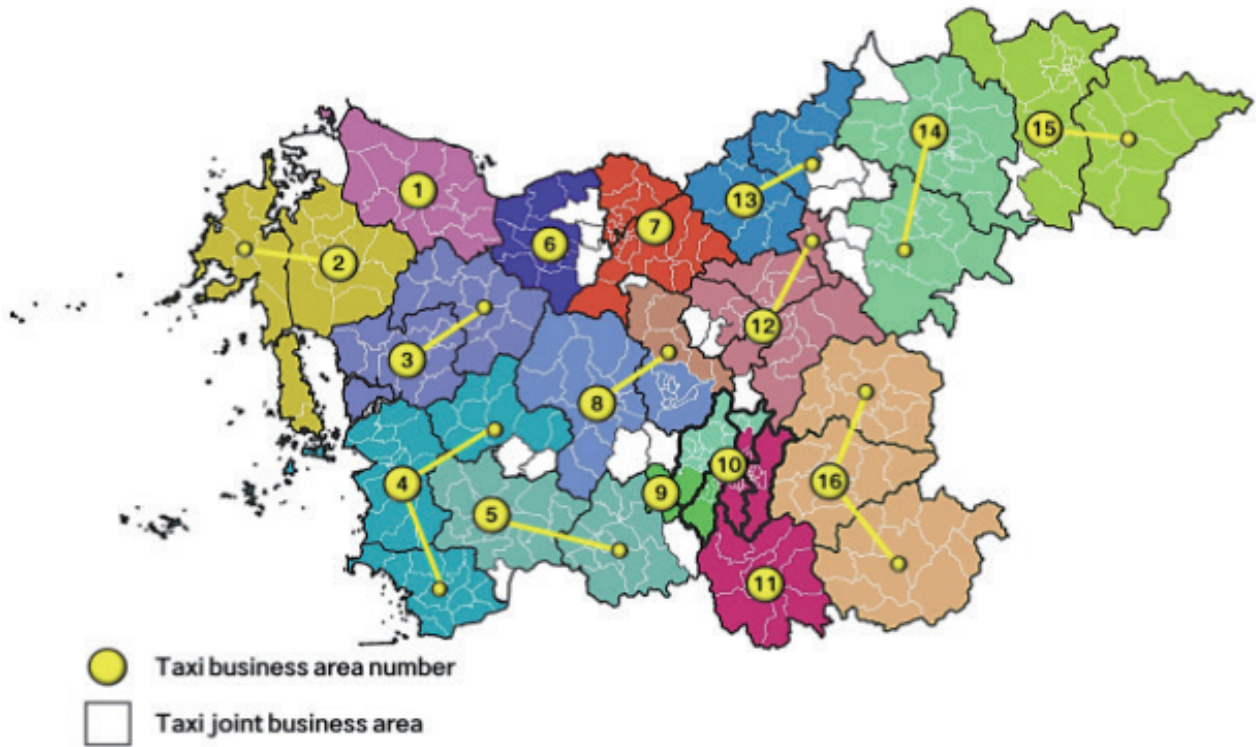


Figure 7. Taxi business area of Chungcheong area in night time

로, 충청남도 논산시 별곡면이 충청남도 논산시의 금산군의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 현도면이 충청북도 청주시와 대천광역시의 공동사업구역으로, 충청북도 청주시 오송읍과 강내면이 충청북도 청주시와 세종특별자치시의 공동사업구역으로, 세종특별자치시 소정면이 세종특별자치시와 충청남도 천안시의 공동사업구역으로, 충청남도 아산시 음봉면, 탕정면, 배방읍이 충청남도 아산시와 천안시의 공동사업구역으로, 충청북도 음성군 음성읍, 소이면, 원남면이 충청북도 음성군과 충주시, 괴산군의 공동사업구역으로, 충청북도 괴산군 사리면, 청안면이 충청북도 괴산군과 충청북도 충주시, 증평군의 공동사업구역으로 충청북도 충주시 양성면이 충청북도 충주시와 음성군의 공동사업구역으로, 충청북도 제천시 한수면이 충청북도 제천시와 충주시의 공동사업구역으로 도출되었다.

4. 기존 택시사업구역과의 비교

본 연구의 공간적 범위인 충청권 내에서는 현재 내포신도시의 개발에 따라 홍성군, 예산군 등 2개 시·군에 대한 택시사업구역 통합이 이루어졌으며, 충북혁신도시의 조성에 따라 진천군 덕산면과 음성군 맹동면 등 2개 읍면동이 진천군과 음성군의 택시공동사업구역으로 지정되었다. 그 외 시·군은 택시사업구역의 통합 또는 택시공동사업구역의 지정이 이루어지지 않은 실정이다.

본 절에서는 모바일폰 네트워크 데이터에 커뮤니티 디텍션을 적용하여 도출한 생활통행권 기반의 택시사업구역을 기존 택시사업구역과 비교한다. 앞서 언급한 택시사업구역 재설정 방법론의 네 가지 Case는 본 절에서 기존 택시사업구역과 생활통행권 기반 택시사업구역의 정량적 비교를 위해 활용되었다.

〈Figure 8〉은 기존 택시사업구역과 본 연구의 분석에 의해 재설정된 택시사업구역은 Case별로 분류한 것이다. 기존 택시사업구역의 경우, 택시사업구역의 통합에 해당하는 Case 1 도시의 수가 2개에 불과하였으나, 본 연구에서 재설정된 택시사업구역에서는 17개 도시가 Case 1에 해당하는 것으로 나타났다.

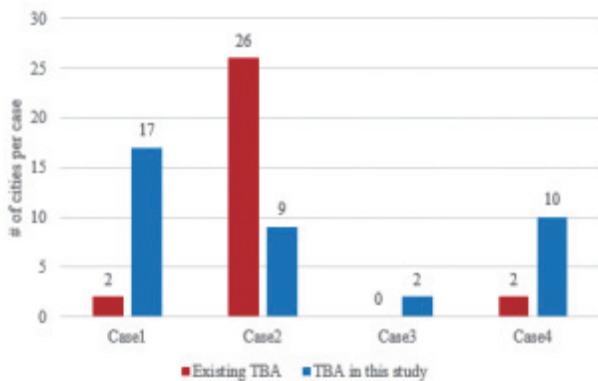


Figure 8. Comparison of distribution characteristics of taxi business area between existing and this study

뿐만 아니라, 택시공동사업구역 지정에 해당하는 Case 4의 경우 역시 기존 택시사업구역에서는 2개 읍면동에 불과하였으나, 본 연구에서 재설정된 택시사업구역에서는 10개 읍면동이 Case 4에 해당하는 것으로 나타났다.

이는 통행량 기반의 택시사업구역 재설정을 통해 택시사업구역 재설정을 통해 택시사업구역의 광역화가 가능함을 시사한다.

V. 결론

본 연구는 기존 택시사업구역 통합이 가지고 있는 통합 사업구역 내 택시 영업권 불균형 문제와 택시공동사업구역 지정이 가지고 있는 사업구역 내 이용자 요금 불균형 문제를 해결하기 위해, 전수 통행 묘사가 가능한 모바일폰 네트워크 데이터를 활용해 생활통행권을 도출하고, 생활통행권 도출 유형을 기반으로 충청권의 택시사업구역을 재설정하였다.

본 연구는 모바일폰 네트워크 데이터를 활용해 통행량을 기반으로 택시사업구역을 재설정하였으며, 설문조사와 지역 현황분석을 중심으로 하는 기존 택시사업구역 조정 방법론에서 벗어나 생활통행권 기반의 새로운 택시사업구역 재설정 방법론을 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 존재한다.

모바일폰 네트워크 데이터 기반으로 재설정된 택시사업구역을 현행 택시사업구역과 비교한 결과, 재설정된 택시사업구역이 현행 택시사업구역에 비해 택시사업구역 통합과 택시공동사업구역 지정이 활발하여 시계의 택시통행량 증가, 교통수단의 발달 등 택시산업계 이슈에 대응하기에 보다 적합할 것으로 판단되며, 시간대별 택시사업구역의 도출을 통해 본 연구에서 제시한 택시사업구역 재설정 방법론이 시간대별로 상이한 통행수요에 대응 가능함을 확인하였다.

본 연구의 결과는 택시사업구역 통합 혹은 공동사업구역의 지정을 위한 지자체 간 협약 시 근거 자료로 활용될 수 있을 것이라 판단되며, 택시사업구역 재설정에 활용한 통행량 기반 생활통행권은 지자체 및 공공기관에서 생활권 계획 또는 교통서비스·인프라 공급 등의 교통계획을 수립할 때 활용 가능할 것으로 보인다.

본 연구는 추후 연구를 위해 다음과 같은 한계점을 보완하여야 한다. 첫째, 읍면동 단위로 도출한 생활통행권의 경우, 자전거, 전동킥보드 등 단거리 모빌리티 수단 계획을 수립하기에는 공간적 한계가 존재하므로, 추후 읍면동 이상의 공간해상도를 가지는 집계구 등을 근접한 생활통행권 도출이 필요하다.

둘째, 본 연구는 단순 시·군 단위에 한정된 분석에서 벗어나 광역권 단위의 분석을 통해 시·군 경계를 벗어나는 통행을 생활통행권 도출에 고려할 수 있었지만, 광역권 경계를 넘는 통행은 고려하지 못하였으므로, 추후 전국 단위 분석을 통해 광역권 경계를 넘는 통행을 고려한 생활통행권 도출이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

마지막으로, 본 연구에서는 평일 통행에 초점을 맞추어 생활통행권 도출 및 택시사업구역 재설정을 진행하였으나, 사람의 생활통행반경은 평일·주말, 시간대별, 성별, 연령 등 시간적·인적 특성에 따라 상이하게 도출될 것이라 판단되므로, 추후 이를 고려한 분석이 진행된다면 택시산업 서비스 측면에서 의미 있는 시사점을 도출할 수 있을 것이라 판단된다.

인용문헌
References

1. 국립국어원, 2021. “생활권”, 국립국어원 표준국어대사전. National Institute of Korean Language, 2021. “Neighborhood Unit”, National Institute of Korean Language, Standard Korean Dictionary.
2. 권혁심·백혜선·정화진, 2008. “국내 주거지 계획의 생활권 공간 구성 변화에 관한 연구”, 『한국도시계획학회지 도시설계』, 9(4): 39-60.
Kwon, H.S., Paik, H.S., and Jeong, H.J., 2008. “A Study on the Transition of Spatial Organization of Neighborhood Applying for the Urban Residential Design in Korea”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 9(4): 39-60.
3. 김규혁·이동엽·김동호·원민수·홍성민·송태진, 2021. “모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구 규모별 생활권 분류 및 특성 파악”, 『대한교통학회지』, 39(5): 662-679.
Kim, K.H., Lee, D.Y., Kim, D.H., Won, M.S., Hong, S.M., and Song, T.J., 2021. “A Study on the Classification and Understanding of Travel Boundary by City Population Scale Based on Mobile Travel Data”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 39(5): 662-679.
4. 김수현·임형준·허준, 2020. “휴대전화 빅데이터 기반 기종점 통행량 자료를 활용한 서울시 생활권 분석”, 『대한공간정보학회지』, 28(1): 3-10.
Kim, S.H., Lim, H.J., and Heo, J., 2020. “Analysis of Seoul Living Sphere using Origin-Destination Data from a Mobile Phone Network”, *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science*, 28(1): 3-10.
5. 김주영·김동호·김병관·성홍모, 2019. 「빅데이터 기반 교통수요 예측의 신뢰도 제고 연구 (2차년도)」, 한국교통연구원.
Kim, J.J., Kim, D.H., Kim, B.K., and Seong, H.M., 2019. *Upgrading Reliability of Estimating Big Data-Driven Transport Demand*, The Korea Transport Institute.
6. 김진광·김소형·오창혁, 2016. “KCI 등재 학술지의 분류를 위한 네트워크 군집화 방법의 비교”, 『한국데이터정보과학회지』, 27(4): 947-957.
Kim, J.K., Kim, S.H., and Oh, C.H., 2016. “A Classification of the Journals in KCI using Network Clustering Methods”, *Journal of the Korean Data and Information Science Society*, 27(4): 947-957.
7. 노승철·심재현·이희연, 2012. “지역 간 기능적 연계성에 기초한 도시권 설정 방법론 연구”, 『한국도시지리학회지』, 15(3): 23-43.
Noh, S.C., Sim, J.H., and Lee, H.Y., 2012. “A Study on the Delimitation of City-Regions based on Inter-Regional Functional Linkages in Korea”, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 15(3): 23-43.
8. 박종순·신우화·류형철, 2011. “GIS를 활용한 생활권 설정에 관한 연구: 대구광역시 달성군의 사례를 중심으로”, 『도시행정학보』, 24(2): 69-84.
Park, J.S., Shin, W.H., and Ryu, H.C., 2011. “Determining Neighborhoods Based on Accessibility by use of GIS: A Case Study on Dalseung-Gun of Daegu City in South-Korea”, *Journal of The Korean Urban Management Association*, 24(2): 69-84.
9. 백혜선, 2008. “국내 주거지 생활권 계획개념 및 사례분석”, 가정과삶의질학회 춘계학술대회, 서울: 성신여자대학교, 121-135.
Paik, H.S., 2008. “Plan Concept and Case Analysis of Residential Living Area in Korea”, paper presented at Association of Families and Better Life Spring Conference, Seoul: Sungshin Women's University, 121-135.
10. 송제룡·김서정, 2011. 「택시 사업구역 통합 및 시계의 할증요금 개선방안」, 경기연구원.
Song, J.R. and Kim, S.J., 2011. *A Study on the Service Zones and Extra Fare of Gyeonggi-do Taxis*, Gyeonggi Research Institute.
11. 송제룡·김현주, 2018. 「경기도 택시사업구역 조정방안 연구」, 경기연구원.
Song, J.R. and Kim, H.J., 2018. *A Study on the Improvement of Taxi Service Zones in Gyeonggi-Do*, Gyeonggi Research Institute.
12. 송태진·이해선, 2018. “모빌리티 분석을 위한 모바일 빅데이터 활용성 검토”, 『한국도로학회논문집』, 20(6): 199-209.
Song, T.J. and Lee, H.S., 2018. “The Promise of Mobile Phone Signaling Data for Inferring Mobility Patterns”, *International Journal of Highway Engineering*, 20(6): 199-209.
13. 안기정, 2013. 「택시사업구역 통합 개선방안 연구」, 서울연구원.
An, K.J., 2013. *Improvement of the Consolidated Taxi Service Region Policy in Seoul*, Seoul Institute, 1-113.
14. 오병록, 2014. “가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구: 서울시를 중심으로”, 『서울도시연구』, 15(3): 1-18.
Oh, P.R., 2014. “A Study on Travel Characteristics and the Establishment of Criterion for the Size of the Neighborhood Unit by Using the Data of Household Travel Diary Survey in Seoul”, *Seoul Studies*, 15(3): 1-18.
15. 원민수·최정윤·이해선·김주영, 2021. “모바일기지국 데이터를 이용한 출퇴근 통행 분석 알고리즘 개발: 집, 직장 추정을 중심으로”, 『대한교통학회지』, 39(3): 383-398.
Won, M.S., Choi, J.Y., Lee, H.S., and Kim, J.Y., 2021. “Development of an Algorithm to Analyze Home-based Work Trips Using Mobile Phone Data”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 39(3): 383-398.
16. 이대일·장한두, 2013. “GIS를 이용한 지가 및 생활중심시설 분석을 통한 생활권 중심과 범위 설정에 관한 연구 - 전주시를 대상으로 -”, 『대한건축학회논문집』, 29(3): 71-81.
Lee, D.I. and Jang, H.D., 2013. “Quantitative Analysis of Urban

- District Centers and Community Spheres Using GIS, A Case Study in Jeonju City - Focused on Analyzing Land Prices and Major Facilities of Communities”, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 29(3): 71-81.
17. 정창호·이태곤·안재락, 2014. “지역 간 통행에 따른 생활권 설정에 관한 연구: 부산·울산·경남지역을 중심으로”, 『주거환경』, 12(3): 363-373.
Jung, C.H., Lee, T.G., and Ahn, J.R., 2014. “A Study on the Regional Settlement Areas by Intercity Travel - The Focus on Busan-Ulsan-Gyeongnam -”, *Journal of The Residential Environment Institute of Korea*, 12(3): 363-373.
18. 정태순·유완, 1988. “군집분석을 위한 서울시 생활권 설정”, 『대한건축학회학술발표논문집』, 8(2): 285-288.
Jung, T.S. and Yu, W., 1988. “Clustering the Neighborhoods in Seoul”, *Proceeding of Architectural Institute of Korea Conference*, 8(2): 285-288.
19. 하재현·이수기, 2016. “통행특성별 OD 자료와 Community Detection 기법을 활용한 공간위계별 생활권 설정 연구: 2010년 수도권 가구통행실태조사 자료를 중심으로”, 『국토계획』, 51(6): 79-98.
Ha, J.H. and Lee, S.G., 2016. “A Study on the Designation of Living Zones by Its Spatial Hierarchy Using OD Data and Community Detection Technique: Focused on the 2010 Household Travel Survey Data of the Seoul Metropolitan Area”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(6): 79-98.
20. 홍성조·이경주·최지연, 2018. “통행실태조사 자료를 활용한 중 생활권 설정에 관한 연구: 수원시를 대상으로”, 『부동산학보』, 72: 87-98.
Hong, S.J., Lee, G.J., and Choi, J.Y., 2018. “Classification of Mid-Size Neighborhood Unit by Using Household Travel Diary Survey Data: Focused on Suwon in Korea”, *Korea Real Estate Academy Review*, 72: 87-98.
21. 황희돈·김찬호, 2008. “신도시 근린생활권 계획 기준에 관한 연구”, 『국토계획』, 43(4): 49-64.
Hwang, H.D. and Kim, C.H., 2008. “A Study on the Standards for Planning Neighborhood Unit in Korean New Towns”, *Journal of Korea Planning Association*, 43(4): 49-64.
22. Alexander, L., Jiang, S., Murga, M., and Gonzalez, M.C., 2015. “Origin-Destination Trips by Purpose and Time of Day Inferred from Mobile Phone Data”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58(Part B): 240-250.
23. Anda, C., Erath, A., and Fourie, P.J., 2017. “Transport Modelling in the Age of Big Data”, *International Journal of Urban Sciences*, 21(sup1): 19-42.
24. Blondel, V.D., Guillaume, J.L., Lambiotte, R., and Lefebvre, E., 2008. “Fast Unfolding of Communities in Large Networks”, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008: P10008.
25. Bwambale, A., Choudhury, C.F., and Hess, S., 2019. “Modelling Trip Generation Using Mobile Phone Data: A Latent Demographics Approach”, *Journal of Transport Geography*, 76: 276-286.
26. Bwambale, A., Choudhury, C.F., Hess, S., and Iqbal, M., 2021. “Getting the Best of Both Worlds: A Framework for Combining Disaggregate Travel Survey Data and Aggregate Mobile Phone Data for Trip Generation Modelling”, *Transportation*, 48(5): 2287-2314.
27. Chen, C., Bian, L., and Ma, J., 2014. “From Traces to Trajectories: How Well Can We Guess Activity Locations from Mobile Phone Traces?”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 46: 326-337.
28. Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., and Wang, M., 2016. “The Promises of Big Data and Small Data for Travel Behavior (Aka Human Mobility) Analysis”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 68: 285-299.
29. He, M., Glasse, J., Pritchard, N., Bhamidi, S., and Kaza, N., 2020. “Demarcating Geographic Regions Using Community Detection in Commuting Networks with Significant Self-loops”, *PLoS one*, 15(4): e0230941.
30. Jiang, S., Ferreira, J., and Gonzalez, M.C., 2017. “Activity-based Human Mobility Patterns Inferred from Mobile Phone Data: A Case Study of Singapore”, *IEEE Transactions on Big Data*, 3(2): 208-219.
31. Katz, P., 1994. “The New Urbanism. Toward an Architecture of Community”.
32. Madhawa, K., Lokanathan, S., Samarajiva, R., and Maldeniya, D., 2015. “Understanding Communities Using Mobile Network Big Data”, *CPRSouth 2015*.
33. Newman, M.E. and Girvan, M., 2004. “Finding and Evaluating Community Structure in Networks”, *Physical Review E*, 69(2): 026113.
34. Phithakkitnukoon, S., Horanont, T., and Witayangkurn, A., Siri, R., Sekimoto, Y., and Shibusaki, R., 2015. “Understanding Tourist Behavior Using Large-Scale Mobile Sensing Approach: A Case Study of Mobile Phone Users in Japan”, *Pervasive and Mobile Computing*, 18: 18-39.
35. Sadeghvaziri, E., Rojas, M.B. IV, and Jin, X., 2016. “Exploring the Potential of Mobile Phone Data in Travel Pattern Analysis”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2594(1): 27-34.
36. Simini, F., Gonzalez, M.C., Maritan, A., and Barabasi, A.L., 2012. “A Universal Model for Mobility and Migration Patterns”, *Nature*, 484: 96-100.
37. Toole, J.L., Ulm, M., Gonzalez, M.C., and Bauer, D., 2012. “Inferring Land Use from Mobile Phone Activity”, paper presented at 14th ACM International Conference on Ubiquitous Computing, Pennsylvania: Pittsburgh.

Date Received 2022-07-05
 Reviewed(1st) 2022-09-17
 Date Revised 2022-09-26
 Reviewed(2nd) 2022-10-09
 Date Accepted 2022-10-09
 Final Received 2022-10-20