Ecology and Resilient Infrastructure (2019) 6(4): 250-257
https://doi.org/10.17820/eri.2019.6.4.250

http://www.kseie.or.kr/
Online ISSN: 2288-8527

ORIGINAL ARTICLE

통신 빅데이터와 무인기 영상을 활용한 하천 친수지구 이용객 추정

Estimating Visitors on Water-friendly Space in the River Using Mobile Big Data and UAV

김서준[1] · 김창성[2*] · 김지성[3]

[1]명지대학교 토목환경공학과 연구교수, [2]한국수자원조사기술원 하천조사실 선임연구원,
[3]한국건설기술연구원 국토보전연구본부 수석연구원

Seo Jun Kim[1], Chang Sung Kim[2*] and Ji Sung Kim[3]

[1]Research Professor, Department of Civil and Environmental Engineering, Myongji university, Yongin 17058, Korea
[2]Senior Researcher, River Survey Division, Korea Institute of Hydrological Survey, Goyang 10390, Korea
[3]Senior Researcher, Department of Land, Water and Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang 10223, Korea

Received 25 November 2019, revised 29 November 2019, accepted 29 November 2019, published online 31 December 2019

ABSTRACT: Recently, 357 water-friendly space were established near the main streams of the country through the Four Major Rivers Project, which was used as a resting and leisure space for the citizens, and the river environment and ecological health were improved. We are working hard to reduce the number of points and plan and manage the water-friendly space. In particular, attempts are being made to utilize mobile big data to make more scientific and systematic research on the number of users. However, when using mobile big data compared to the existing method of conducting field surveys, it is possible to easily identify spatial user movement patterns, but it is different from the actual amount of use, so various verifications are required to solve this problem. Therefore, this study evaluated the accuracy of estimating the number of users using mobile big data by comparing the number of visitors using mobile big data and the number of visitors using drone for Samrak ecological park located in the mouth of Nakdong River. As a result, in the river hydrophilic district, it was difficult to accurately estimating the usage pattern of each facility due to the low precision of pCELL, and it was confirmed that the usage patterns in the park could be distorted due to the signals stopped at roads and parking lots. Therefore, it is necessary to improve the number of pCELLs in the water-friendly space and to estimate the number of visitors excluding facilities such as roads and parking lots in future mobile big data processing.

KEYWORDS: Mobile big data, UAV, Visitors, Water-friendly space

요 약: 최근 4대강사업을 통해 국가 주요하천 인근에 약 357개소의 친수공원을 조성하여 국민의 휴식 및 레저공간으로 활용하고, 하천 환경 및 생태적 건강성을 높이고자 하였으나 실제 활용도가 저조하여 친수지구의 수를 297개소로 축소하고, 친수지구 계획 및 관리를 위한 노력을 많이 하고 있다. 특히 이용객 수 조사 및 예측을 좀 더 과학적이고 체계적으로 하기 위해 통신 빅데이터를 활용하는 시도가 이루어지고 있다. 하지만 기존 사람이 현장 조사를 하는 방식과 비교하여 통신 빅데이터를 활용할 경우 공간적인 이용객 이동 패턴을 간편하게 파악할 수 있지만 실제 이용객 수와는 차이가 있기 때문에 이를 해결하기 위한 다양한 검증이 필요하다. 이에 본 연구에서는 낙동강 하구에 위치한 삼락생태공원을 대상으로 통신 빅데이터를 활용한 이용객 이동 패턴과 무인기를 활용한 이용객 수를 비교하여 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추정의 정확도를 평가하였다. 그 결과 하천 친수지구의 경우 pCELL의 정밀도가 낮아 시설물별 이용 패턴을 정밀하게 추정하기 어려웠으며, 도로 및 주차장 등에 멈춰 있는 신호들 때문에 공원 내 이용 패턴이 왜곡될 수 있음을 확인하였다. 따라서 향후 통신 빅데이터 처리에 있어서 친수지구 내 pCELL 수를 확충하고 도로 및 주차장 등의 시설물을 제외한 이용객 수 추정할 수 있도록 개선이 필요한 것으로 나타났다.

핵심어: 통신 빅데이터, 무인기, 이용객 수, 친수지구,

***Corresponding author:** csckim@kihs.re.kr, ORCID 0000-0002-3309-3931

ⓒ Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. All rights reserved.
This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

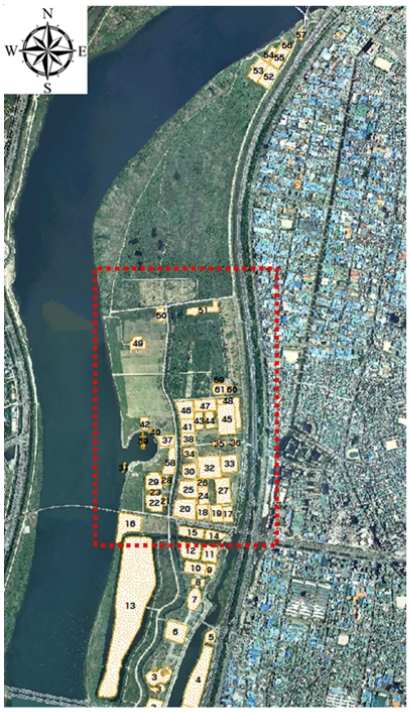
도시지역 내 주민의 휴식과 레저를 위한 공간 부족을 해소하고, 하천이 제공하는 자연경관, 생태체험 등의 기회를 살려 지역의 활기를 높이는 데 친수지구 운영과 관리의 중요성이 점차 커지고 있다 (이종소 등 2019). 친수지구는 하천구역 가운데 친수활동을 체계적으로 수용하기 위해 지정한 곳으로 2007년 하천법이 개정되면서 국가하천에 친수지구를 대규모로 조성하고 있다. 특히 지난 4대강사업을 통해 국가 주요하천 인근을 대상으로 357개소를 친수지구로 지정하고, 벤치 파고라, 조망 데크, 산책로 자전거도로 및 부대시설 등을 설치하고, 초화류와 수목 등을 심었다 (국토해양부 2012). 그러나 친수지구 조성 직후 이용객 저조로 인해 친수지구의 효용성에 대한 사회적 문제점이 제기되어 2016년에 국가하천 내 친수지구의 수를 297개소로 축소한 바 있다 (국토교통부 2016). 친수지구 지정에 있어 가장 큰 문제점은 친수지구 도입 초기 수요예측의 불확실성이라 할 수 있으며, 이를 해결하기 위해서는 하천관리 정책과 실무 차원의 친수지구 이용객 수요를 잘 이해하고, 친수지구의 계획, 유지관리 및 인허가에 있어서 합리적인 결정을 하는 것이 중요하다고 할 수 있다 (이종소 등 2019).

친수지구의 이용객 수요 조사는 과거 2014년부터 2016년까지 국토교통부 지방국토관리청에서 현장인력을 동원하여 실제 이용객 수를 조사하였고, 무인기를 시범적으로 운용하기도 하였다 (국토교통부 2016). 또한 백준욱 등 (2013)은 하천생태공원 시설물 이용패턴을 확인하기 위해 대상지별 설문조사 결과를 토대로 시설이용패턴을 분석하였다. 하지만 인력을 동원한 이용객 조사는 많은 비용과 인력이 필요하고, 지점 조사 방식이다 보니 친수지구 전체를 조사 하는데 있어 많은 어려움이 있었다. 이에 최근에는 통신 빅데이터를 활용한 인구 또는 인구밀도를 추정하는 연구들이 다수 진행되고 있다. 김동한 등 (2014)는 모바일 빅데이터를 활용하여 인구의 시공간적 분포와 변화를 분석하였고, De Jonge et al. (2012)은 통신 빅데이터를 활용하요 주간 인구 밀도와 이동성을 추정하는 연구를 수행하여 가능성을 확인하였고, Deville et al. (2014)는 포루투칼과 프랑스를 사례로 모바일폰 위치 데이터 (셀 단위 밀도)를 이용하여 대상지역의 인구밀도를 추정하였고, Douglas et al. (2015)는 모바일폰 위치 데이터와 지형데이터를 이용하여 실시간에 가까운 인구 추정 가능성을 검토하였다. 오장근 등 (2017)은 국립공원의 이용 주체인 탐방객의 이용 영향에 따른 공원 자원, 시설 및 안전 등 통합적인 공원관리시스템 기반 구축 시 통신 빅데이터의 활용성이 높다고 하였다. 또한 이종소 등 (2019)이 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 수 조사 방식을 도입하여 시범 운영하였고, 최근 국토교통부에서는 4대강 친수지구 297개소를 대상으로 통신 빅데이터를 활용한 이용도 조사를 수행하여 활용 빈도에 따라 친수지구 규모를 확대하거나 축소하는 방향을 검토하고 있다. 이와 같이 통신 빅데이터는 하천 분야에서는 낯선 자료이지만 자료 활용의 효율성이 높기 때문에 향후 더 많은 활용이 예상된다. 하지만 지금까지의 통신 빅데이터를 활용한 이용객 예측에 대한 검증은 점 단위의 현장조사에만 의존하고 있어 친수지구의 공간적인 검증이 아직 이루어지지 않았기 때문에 하천 관리 정책 수립에 통신 빅데이터를 활용 시 개선사항들에 대한 검토가 필요하다. 이에 본 연구에서는 낙동강 하구의 삼락생태공원을 대상으로 통신 빅데이터와 무인기를 활용한 이용객 수 추정을 통해 통신 빅데이터 활용 시 문제점과 개선 방안을 도출하고자 한다.

2. 대상지 선정 및 방법론

2.1 대상지 선정

본 연구에서 선정한 대상 친수지구인 삼락생태공원은 부산광역시 사상구 삼락동 일원에 조성되어 낙동강 본류의 대표적인 수변문화공간으로 자리 잡았으며, 각종 행사와 축제를 개최하여 시민들의 여가 및 휴식공간으로 활용 중이다. 삼락생태공원은 친수 목적뿐만 아니라 주변 시설들과의 완충 역할과 철새 서식환경을 보호하고, 수변공간으로 유입되는 오염된 샛강의 정비도 함께 실시하여 수질 및 수변의 건강성을 높이는 목적으로 조성하였다. 삼락생태공원은 Fig. 1과 같이 다양한 친수 시설물들이 분포하고 있으며 그 중에서 본 연구 대상지역은 휴일 공원 이용객이 많은 수상레포츠타운, 인라인스테이트장, 테니스장 및 야구장 등의 친수 시설이 조성된 지역으로 결정하고 통신 빅데이터와 무인기 정사영상을 활용하여 이용객 수를 추정하였다.



Target area

No	Name	No	Name
1	야생화전시원	31	삼락선착장
2	주차장	32	축구장
3	연꽃단지	33	럭비구장
4	감전야생화단지	34	리틀야구장(D)
5	주차장	35	문화마당광장
6	블루25삼락야외수영장	36	시계탑
7	문화마당	37	주차장
8	X게임장	38	보조야구장(E)
9	주차장	39	계류장
10	인라인스케이트장	40	삼락수상레포츠타운
11	문화마당꽃단지	41	보조야구장(F)
12	연꽃단지	42	주차장
13	사계절꽃단지	43	배드민턴장
14	청보리밭	44	농구장
15	코스모스꽃단지	45	싸이클경기장
16	철새전망대	46	코스모스단지
17	주차장	47	파크골프장
18	배드민턴장	48	주차장
19	테니스장	49	강나루갈대광장
20	성인야구장(A)	50	주차장
21	족구장	51	국궁장
22	오토캠핑장(A)	52	주차장
23	취사장	53	축구장
24	테니스장	54	농구장
25	성인야구장(B)	55	인라인스케이트장
26	축구장	56	테니스장
27	축구장	57	주차장
28	주차장	58	일반캠핑장
29	오토캠핑장(B)	59	양떼목장
30	성인야구장(C)	60	자전거대여소
		61	인라인스케이트장

Fig. 1. Water-friendly facilities elements of the Samrak ecological park.

2.2 통신 빅데이터 추출

빅데이터는 통상 기존 데이터에 비해 양이나 종류가 커서 기존 방법으로는 수집, 저장, 검색 및 분석 등이 어려운 데이터를 총칭해서 일컫는 용어인데, 그 중에서 통신 빅데이터는 통신사의 기지국에서 스마트폰 신호로부터 짧은 시간단위로 파악한 위치정보와 사용자 정보를 의미한다. 통신 빅데이터는 기지국 단위로 원시데이터를 수집하고 생성된 기지국 단위의 미가공 데이터와 정보데이터를 연계하여 기지국 단위의 인구데이터를 생성하며 공간회귀분석 모형을 이용하여 기지국 단위의 인구 데이터를 격자단위 인구데이터로 생성할 수 있으며 최종적으로 친수지구 공간 영역을 고려하여 유동인구를 추출한다 (이종소 등 2019). 본 연구에서는 Fig. 2와 같이 삼락생태공원 내 분포되어 있는 pCELL을 기준으로 공원 이용객 수를 추정하였다. pCELL은 SK Telecom이 상용화한 네트워크 방식의 위치 기반 솔루션으로 위성 위치 확인 시스템 (GPS)이 아닌 네트워크 방식으로 사용자의 동선을 유추해 위치를 추적하는 기술이다 (Fig. 3). 이동통신 3사의 모든 통신 데이터

Fig. 2. pCELL position of the Samrak ecological park.

를 활용할 이동 통신 3사 간의 데이터 호환 문제, 데이터 추출 방식 차이 등의 한계가 있기 때문에 이동통신 시장

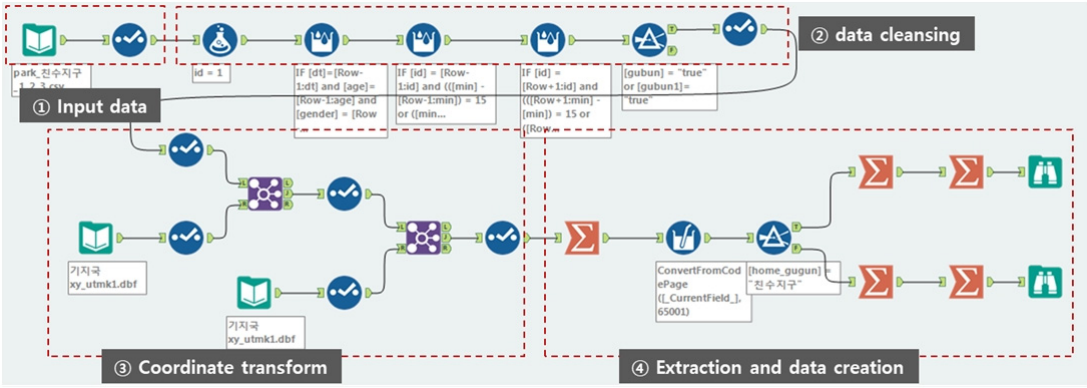


Fig. 3. Algorithm for estimating visitors on water-friendly space using mobile big data.

의 점유율이 가장 높은 SK Telecom의 통신 빅데이터를 활용하였다. 또한 통신 빅데이터 처리에 있어서 두 가지 가정을 하였는데 첫째, 한 사람이 1일 두 번 이상 공원을 방문하더라도 한번만 방문한 것으로 추출하여 시간대별 중복을 피하도록 하였고, 둘째, 체류시간이 15분 이하인 경우는 이용객 수 집계에서 제외하여 주변 강변도로와 교량 등의 친수지구 외 지역의 유동인구는 포함하지 않도록 하였다.

본 연구에서는 삼락생태공원의 이용객이 많을 것으로 예상되는 10월 9일 휴일 오후 4시를 기준으로 통신 빅데이터를 분석하였고, 무인기 정사영상 촬영을 실시하여 이용객 추정 정확도를 평가하였다.

3. 무인기 영상을 활용한 친수지구 이용객 수 추정

3.1 무인기 정사영상 제작 및 분석

통신 빅데이터를 활용한 삼락생태공원의 이용객 수 추정의 정확도를 확인하기 위해 본 연구에서는 무인기 정사영상의 이용객 위치와 수를 정량적으로 확인하여 비교하고자 한다. 무인기 정사영상의 경우 임재형 등(2017)이 비측량용 드론의 고정밀도 정사영상 제작 정확도를 평가한 결과 촬영고도 140 m에서 A3규격의 내 공표지를 명확히 인식할 수 있고, 촬영고도가 60 m인 경우 최대 오차가 5.2 cm 정도로 비교적 정확도가 높다고 평가를 하였기 때문에 이용객 위치와 수를 파악하는데 무인기 정사영상이 매우 유용할 것으로 판단하였다.

이에 본 연구에서는 삼락생태공원의 이용객 수와 위치를 확인하기 위해 무인기(Mavic pro)의 고해상도 4K 영상 카메라를 이용하여 40 m 고도에서 삼락생태공원의 대상지역을 Fig. 4와 같은 촬영경로로 촬영을 하였고, 촬영중복도는 종중복도와 횡중복도 모두 80%로 설정하였다. 또한 Pix4D Mapper를 이용하여 현장에서 취득한 촬영한 영상을 보정하고 정합하여 대상지역의 정사영상을 제작하였다. 무인기 정사영상은삼락생태공원의 이용객이 가장 많은 시간대인 16시 00분부터 16시 30분까지 촬영한 영상으로 제작하였고, 특히 이용객이 가장 많았던 인라인스케이트장 주변이 포함되도록 촬영 범위를 설정하였다.

Fig. 4. Flight routes designed for the study area.

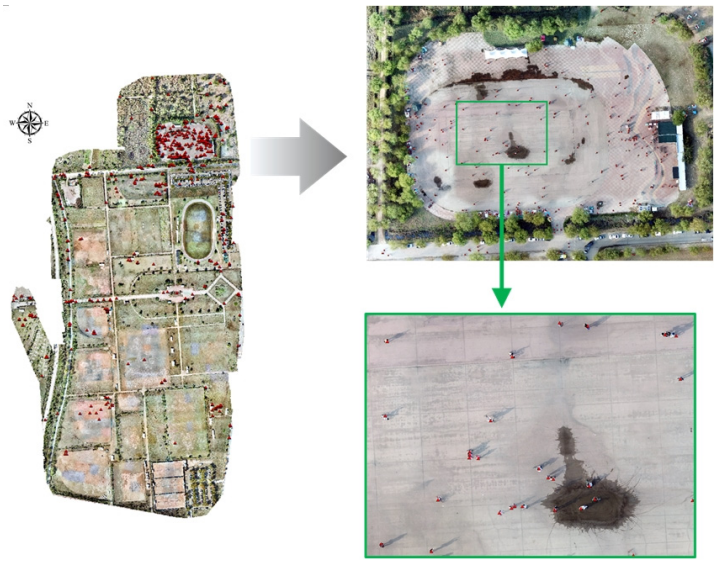


Fig. 5. Orthomosaic image as a result of topographic surveying and estimating visitors.

3.2 무인기 영상을 활용한 친수지구 이용객 수 추정 결과

삼락생태공원에 대해 무인기로 촬영하여 제작한 정사영상 내 정확도 높은 이용객 위치 정보를 확인할 수 있도록 다수의 정사영상에 지상기준점 (GCP, Ground Control Point)을 설치하여 정사영상을 제작하였고, 정합 결과를 검증하였다. 또한 삼락생태공원 내 이용객 위치는 GIS 기반의 정사영상 내에서 Fig. 5와 같이 이용객의 위치정보를 추출하였다. 이용객 위치데이터를 공간적으로 분석한 결과 삼락생태공원 내 인라인스케이트장과 이동 통로가 이용객 밀집도가 높은 것으로 나타났고, 다른 체육시설인 배드민턴장, 골프장, 축구장, 테니스장 및 싸이클경기장 등은 이용객 밀집도가 낮은 것으로 나타났다. 또한 이용객이 많았던 인라인스케이트장 주변에 주차장이 부족하여 인접 도로에 차량들이 대기하는 시간이 길어 이용객들이 주차장 주변에서 이용객 위치정보가 많이 확인되었다.

한편 무인기 기반의 공원 이용객 위치 정보를 추출 결과와 pCELL 지점의 위치를 결합하여 나타내면 Fig. 6과 같이 나타났고, 이를 pCELL 영역에 대하여 분포시킨 결과 Fig. 7과 같았다. 실제 분석 당일 이용객이 많이 분포한 인라인스케이트장 주변에는 통신 빅데이터를 활용하기 위한 pCELL의 정밀도가 떨어지는 것으로 나타났고, 특히 이동통로를 이동하는 이용객들의 경우 pCELL 데이터만으로는 친수시설을 이용하는 이동통로를 이동하는지 확인이 어려운 한계가 있을 것으로 예상된다.

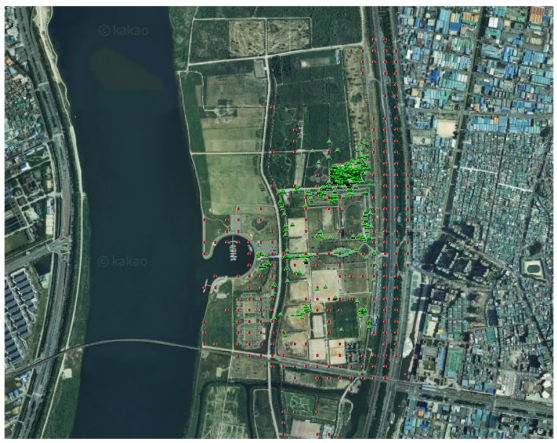


Fig. 6. Analysis results for estimating visitors using UAV image.

본 연구에서는 무인기를 이용한 공원 내 이용객 위치 정보를 추출하였는데 무인기의 특성상 지붕이 있는 시설물 내 이용객은 확인이 어려웠고, 특히 차량 내 이용객의 경우는 확인이 어려워 위치정보를 추출할 수 없는 한계가 있었다. 다만 친수지구 내 지붕이 없는 친수시설물을 이용하는 이용객 정보는 매우 정확하게 추출이 가능하였으며, 무인기 촬영 시간이 대부분 30분 이내이기 때문에 동 시간대 공원 내 이용객 현황을 비교적 정확하게 측정 가능한 것을 확인하였다.

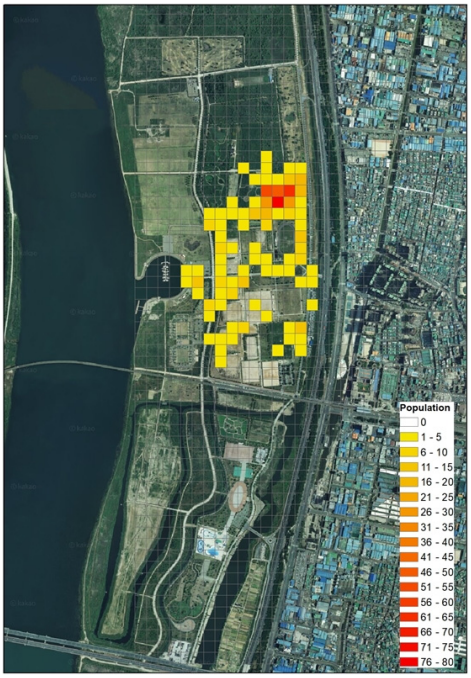


Fig. 7. Analysis results for distribution of estimating visitors using UAV image.

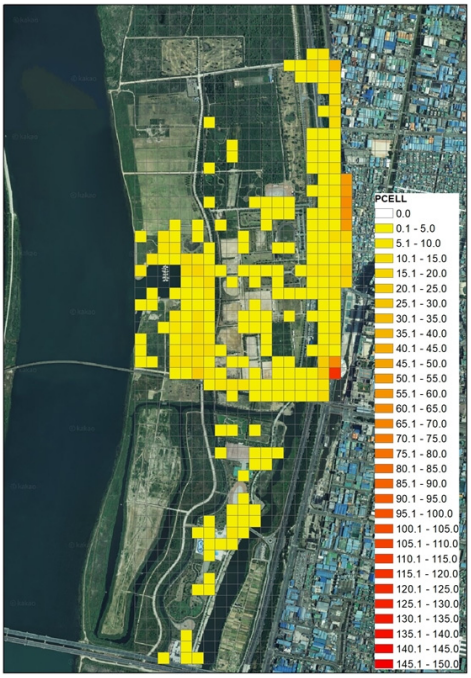


Fig. 8. Analysis results for distribution of estimating visitors using Mobile Big Data.

4. 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 수 추정

4.1 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 수 추정 결과

본 연구에서는 삼락생태공원 내 pCELL의 통신 빅데이터와 지형데이터를 기반으로 이용객 정보를 추출하였다. 2019년 10월 9일 오후 16시 기준으로 이용객 수를 추출한 결과를 삼락생태공원 내 연구 대상 지역에 분포 시켜 이용객 수 추정을 하였다. 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추출은 각 pCELL의 통신데이터와 지형데이터를 결합하여 이용객 수를 추출하였고, 그 결과를 pCELL 영역에 대하여 분포시킨 결과는 Fig. 8과 같았다.

통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추정 결과를 pCELL 영역을 기준으로 이용객 밀도를 추정하여 공간적인 이용객 패턴을 확인한 결과 우선 총 1,640명의 이용객이 삼락생태공원 대상지역 내에 방문한 것으로 나타났고, 가장 이용객이 많게 나타난 곳은 삼락생태공원 차량 도로 및 주차장과 삼락수상레포츠타운 주차장으로 나타났다. 이는 휴일 오후시간대에 이용객이 많이 몰리면서 주차장이 가득 찼고, 차량들이 줄을 서서 대기하는 상황이 통신 빅데이터 상에서 분석된 것으로 나타났다.

4.2 통신 빅데이터와 무인기 영상을 활용한 친수지구 이용객 수 추정 결과 비교

본 연구에서는 삼락생태공원의 무인기 영상에서 확인한 이용객 수와 위치정보와 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추출 결과를 비교하였다. 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추정 결과에서 무인기로 확인한 이용객 수를 뺀 값으로 비교하였으며 그 결과는 Fig. 9와 같았다. 비교 결과 두 방법으로 추정한 이용객 수 추정 결과가 많이 상이한 패턴을 갖는 것으로 나타났다. 예를 들어 이용객 수 추정 결과 주차장 진입도로의 경우 1시간 동안 약 120명이 이용한 결과를 나타냈으나 실제 무인기 영상에서는 이용객이 없는 것으로 나타나는 한계가 있었다. 즉, 차량 내의 이용객을 친수지구 이용객으로 판단하여 친수지구 이용객 조사가 이루어질 경우 이용객 수를 과다 산정하는 오류를 범할 수 있음을 확인하였다. 따라서 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 수 추정에 있어서 차량이 이동 가능한 주차장과 진입도

Fig. 9. Comparison of analysis results for estimating visitors using Mobile Big Data and UAV.

로 등의 통신 빅데이터 정보를 제외하여 이용객 수를 추정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구에서는 통신 빅데이터와 무인기 정사영상을 활용하여 부산시 삼락생태공원의 이용객 수를 추정하여 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 패턴 분석의 적용 가능성과 한계점들을 도출하고자 하였다. 본 연구에서 얻은 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 무인기 기반의 친수지구 이용객 위치 정보 추출과 이용객 수 추정을 실시한 결과 친수시설물을 이용하는 이용객 정보는 매우 정확하게 추출이 가능하였으며 동 시간대 공원 내 이용객 현황을 비교적 정확하게 측정 가능한 것으로 나타났으나, 무인기의 특성상 지붕이 있는 시설물 내 이용객은 확인이 어려웠고, 특히 차량 내 이용객의 경우는 확인이 어려워 위치정보를 추출할 수 없는 한계가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추정 결과를 pCELL 영역을 기준으로 이용객 밀도를 추정하여 공간적인 이용객 패턴을 확인한 결과 우선 총 1,640명의 이용객이 삼락생태공원 대상지역 내에 방문한 것으로 나타났고, 가장 이용객이 많게 나타난 곳은 삼락생태공원 차량 도로 및 주차장과 삼락수상레포츠타운 주차장으로 나타났다.

셋째, 통신 빅데이터를 활용한 이용객 수 추정 결과에서 무인기로 확인한 이용객 수를 비교한 결과 두 방법으로 추정한 이용객 수 추정 결과가 많이 상이한 패턴을 갖는 것으로 나타났다. 그 이유는 차량 내의 이용객을 친수지구 이용객으로 판단하여 친수지구 이용객 조사가 이루어질 경우 이용객 수를 과다 산정하는 오류를 범할 수 있음을 확인하였다. 따라서 통신 빅데이터를 활용한 친수지구 이용객 수 추정에 있어서 차량이 이동 가능한 주차장과 진입도로 등의 통신 빅데이터 정보를 제외하여 이용객 수를 추정하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 통신 빅데이터를 활용한 친수지구의 이용객 수를 추정하는데 있어서의 문제점들을 제시하였고, 실제 친수지구 계획 및 관리에 있어서 통신 빅데이터 활용 기술을 개선할 수 있는 기초 자료가 될 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 지원으로 수행되었음(과제번호 19AWMP-B121100-04).

References

Back, J.W., Park J.M. and Kim J.G. 2013. A study on the park using pattern focusing on user behavior in river-eco-park. Journal of the Korean Society of Civil Engineers. 22:2157-2168. (in Korean)

De Jonge, E., van Pelt, M. and Roos, M. 2012. Time patterns, geospatial clustering and mobility statistics based on mobile phone network data. In Proceedings of the Federal Committee on Statistical Methodology Research Conference, January 10-12. Washington D.C.: Washington Convention Center.

Deville, P., Linard, C., Martin, S., Gilbert, M., Stevens, F. R., Gaughan, A. E., Blondela, V. D. and Tatem, A. J. 2014. Dynamic population mapping using mobile phone data, Proceedings of the National Academy of Sciences, 111. 45: 15888-15893.

Douglass, R.W., Meyer, D.A., Ram, M., Rideout, D. and Song, D. 2015. High resolution population estimates from telecommunications data, EPJ Data Science, 4. 1: 1-13.

Kim J.H., Ko Y.S., Kim J.K. and Kim D.H. 2014. The Application of Smart Cell in Space Policy. Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements. (in Korean)

Kim K.Y. and Lee G.H. 2016. A study on improvement of estimating de facto population using mobile telecommunications big data. Journal of the Korean Urban Geographical Society 19. 2:181-196. (in Korean)

Lee J.S. and Lee S.E. 2019. A Study on Classification and Characterization of Water-Friendly Space for the Smart River Space Management Using the Mobile Big Data. Korea Research Institute for Human Settlements 9:69-82. (in Korean)

Lee J.S., Lee S.E. and Choi J.Y. 2019. Using the Mobile Big Data for the Smart River Space Management : Data Validation and Water-Friendly Space Indicators. Korea Research Institute for Human Settlements 6:3-18. (in Korean)

Lim J.H., Seo C.W., Hwang S.G. and Yun H.C. 2017. A study on the obtaining method of high accuracy ortho images by using non-surveying drone and cadastral boundary points. Journal of the Korean Society of Cadastre. 08:71-83. (in Korean)

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2012. The Four River Restoration Project: (1) Summary. Sejong: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2016. Study on River Maintenance Evaluation and Improvement Plan. Sejong: MOLIT.

Oh J.G., Heo H.Y., Sim G.W., Kim T.G. and Choi J.Y. 2017. A Study on National Park Visitor Survey and Pattern Analysis Using Mobile Big Data. Wonju: Korea National Park Service. (in Korean)