

인공위성 이미지를 활용한 공유 자전거 대여 수요 예측

김세형, 박재형, 안상호, 강주영
아주대학교

sehyoung66@ajou.ac.kr, gkrwogud@ajou.ac.kr, ash1151@ajou.ac.kr, jykgang@ajou.ac.kr

Rental Demand Forecasting for Bike Sharing System using Satellite Image

Sehyeong Kim, Jaehyeong Park, Sangho Ahn, Juyoung Kang

Ajou Univ.

요 약

본 논문은 공유 경제 시장이 점차 커져가는 추세에서 효율적으로 사용자에게 서비스를 제공하는 것은 상당히 중요하다. 따라서 서비스의 효율적인 설계 및 개선을 위해서 사용자의 수요를 예측하는 것은 필수적이다. 이 연구는 ‘서울시 공공자전거 따릉이’의 대여 수요를 CNN(Convolutional Neural Network) 기반의 BikeNet 과 Night Light 를 활용한 Transfer Learning 을 통해 예측하는 방법론을 제안한다. LandSAT 인공위성 이미지 기반의 대여소 주변의 이미지를 통한 수요 예측은 데이터 갯수의 부족으로 인해 일반화에 어려움을 겪을 수 있지만, BikeNet 은 Night Lights 를 활용하여 효과적으로 CNN 레이어를 학습하고 이를 전이(Transfer) 하여 해결한다. 또한 BikeNet 을 평가하는 과정을 통해 적은 데이터셋을 가지고도 목적 Task 에 일반화된 성능을 보일 수 있음을 보이고, 실용적으로 사용할 수 있는 수요예측 모델을 제안한다.

I. 서 론

몇 년 전만 해도 추상적이었던 공유 경제 개념은 이제 일상에서 어렵지 않게 누릴 수 있을 정도로 점점 그 활용 영역이 넓어지고 있다. 따라서 이제는 공유 경제가 어떤 것들을 제공할 수 있는지에서 얼마나 효율적으로 자원을 분배할 수 있는지가 더 중요한 문제가 되었다 [1]. 사용자에게 서비스를 제공할 때에, 방법의 비효율로 인해 분배의 비효율이 일어나는 것을 방지하는 것이 핵심이다. 이를 위해서는 사용자의 수요를 제대로 예측하는 것이 우선되어야 한다.

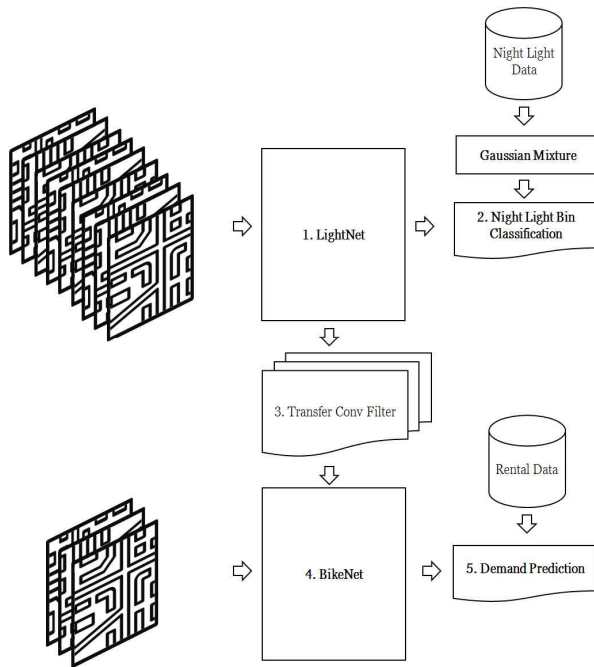
우리나라에도 이미 수많은 해외, 국내 공유경제 기반 서비스들이 시행되고 있는데, 그 중 사용 빈도가 높고 이용 진입 장벽이 낮은 서비스는 서울시에서 시행하고 있는 공공자전거 서비스인 ‘따릉이’가 있다 [2]. 서울시에서 2015 년 10 월부터 2019 년 9 월까지 4 년간 따릉이의 이용현황을 분석하여 확인한 결과, 누적 이용자수는 약 3100 만건이고 일평균 이용자수는 2015 년 이후 매년 2 배 이상 증가하고 있다고 한다. 현재 따릉이 회원 가입자 수는 166 만명으로 서울 인구의 약 17%를 차지한다. (2020 년 4 월 기준 서울특별시 인구 9,726,787 명)

하지만, 이렇게 많은 인구가 유동적으로 서비스를 이용하고 있음에도 효율적인 수요 예측을 통한 재배치가 이루어지고 있지 않은 실정이다 [3]. 또한 많은 연구들에서 수요 예측 방안을 제시하였더라도, 중요한 중 하나인 지리학적 특성을 고려하지 못한 방법론들을 제시했다는 한계점이 존재했다. 이에 본 연구는 ‘서울시 공공자전거 따릉이’의 대여 수요를

CNN 기반의 Bikenet 과 Night Light 를 활용한 Transfer Learning 을 통해 예측하는 방법론을 제안한다. LandSAT 인공위성 이미지 기반의 대여소 주변의 이미지를 통한 수요 예측은 데이터 개수의 부족으로 인해 일반화에 어려움을 겪을 수 있지만, BikeNet 은 Night Lights 를 활용하여 효과적으로 CNN 레이어를 학습하고 이를 전이(Transfer) 하여 해결한다 [4]. 또한 BikeNet 을 평가하는 과정을 통해 적은 데이터셋을 가지고도 목적 Task 에 일반화된 성능을 보일 수 있음을 보이고, 실용적으로 사용할 수 있는 수요예측 모델을 제안한다.

II. 본론

본 연구의 목적은 서울시 공공자전거 따릉이의 수요 예측으로, 이를 위해서 인공위성 이미지를 활용한 대여량 예측 모델인 BikeNet 을 제안한다. BikeNet 을 활용한 대여량 예측을 위해서는 크게 두가지의 과정을 필요로 한다. 우선 이 방법론은 전이학습(Transfer Learning)에 기반한 방법론으로, 합성곱 필터(Convolutional Filter)를 인공위성 이미지라는 도메인은 같지만 다른 Task 로부터 학습한다. 구체적으로 야간 조명(Night Lights)을 라벨로 활용하여 합성곱 필터를 학습시킨다. 이후 이렇게 학습된 합성곱 필터를 BikeNet 으로 전이하여 대여소를 중심으로한 인공위성 이미지를 통해 대여량을 예측하도록 학습한다. 전체적인 연구 절차는 다음과 같다.



합성곱 신경망의 등장으로 컴퓨터 비전은 괄목할 만한 성장을 이루었으며, 다양한 분야에서 사용되고 있다 [5]. 특히 ImageNet 등에서 풍부한 데이터로 학습된 합성곱 필터를 도메인이 다른 이미지 분류나 이미지 회귀 모델에서 사용하였을 때, 전반적으로 성능이 향상되었으며 적은 데이터라도 일반화된 성능의 신경망이 학습되는 것으로 알려져왔다 [6]. 하지만 인공위성 이미지 데이터에서 이러한 일반적인 합성곱 필터를 적용하여 학습을 진행하는 것은 그렇게 좋은 효과를 거두지 못하였고, 이에 따라 인공위성 이미지의 합성곱 필터를 학습하기 위한 다양한 시도들이 존재해왔다 [7].

따라서 본 연구에서도 이렇듯 인공위성 이미지에 최적화된 합성곱 필터를 얻어내기 위해 미국 해양대기청에서 수집한 야간 조명 관찰 데이터를 활용한다. 우선 위도 경도를 기반으로 해당 야간 조명 관찰 데이터에서는 중심의 야간 조명에 대한 평균값을 획득하고 해당 위치에 대한 인공위성 이미지를 수집할 수 있었다(어디에서?). 이렇게 얻은 야간 조명 값들은 그대로 사용되는 것이 아닌, 가우시안 혼합 분포(Mixture of Gaussian Distribution)로 값의 크기에 따라 크게 3 가지 정도의 수준으로 분류한다. 이렇게 준비된 학습 데이터를 보면 입력은 인공위성 이미지이고 출력은 야간 조명 수준이고, 이를 34 층 레이어 구조의 ResNet 구조를 기반으로 한 합성곱 신경망을 통해 학습 시킨다.

따릉이 대여 수요 예측 모델은 분류 모델이 아닌 회귀 모델이기 때문에 앞선 과정에서 학습된 합성곱 필터를 활용하되, 회귀 분석을 하는 모델을 필요로 한다. 야간 조명 수준 분류의 기반 모델이 34 층 구조의 ResNet 모델 이므로, 이 구조를 따르되 분류 작업이 아닌 회귀 작업을 수행하는 모델을 생성하고 합성곱 필터를 전이하도록 한다.

결과는 따릉이 대여 모델을 아무런 사전 학습 데이터가 없는 모델, ImageNet 데이터를 학습한 동일한 ResNet34 모델의 합성곱 필터를 전이한 모델, 그리고 BikeNet 의 예측 결과를 R Square 와 같은 수치들로 비교하여 제시하도록 할 것이다.

III. 결론

본 연구는 인공위성 이미지에 적합한 합성곱 필터를 야간 조명 기반의 데이터를 활용하여 학습하고 이를 수요 예측에 적용하는 방법을 제안하는 연구이다. 따라서 전이학습의 특성상 데이터셋이 적은 작업에 적용되더라도, 일반화된 성능을 보이도록 학습될 것이며 기존 연구에서는 다루지 못했던 지형적 특성을 고려한 서울시 공공자전거 따릉이의 수요예측이라는 점에서 의의를 가진다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음

(IITP-2020-2018-0-01424)

참 고 문 헌

- [1] Guo, L., et al., Quick answer for big data in sharing economy: Innovative computer architecture design facilitating optimal service-demand matching. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2018. 15(4): p. 1494-1506.
- [2] 이근혁, and 박현주. "기상인자와 공공자전거 대여율에 따른 데이터 분석 및 공공자전거 수요예측." 한국정보과학회 학술발표논문집 (2019): 960-962.
- [3] 임희중, and 정광현. "서울시 공유자전거의 수요 예측 모델 개발." 한국콘텐츠학회논문지 19.1 (2019): 132-140.
- [4] Hestness, Joel, et al. "Deep learning scaling is predictable, empirically." arXiv preprint arXiv:1712.00409 (2017).
- [5] Mane, D. T., and Uday V. Kulkarni. "A survey on supervised convolutional neural network and its major applications." Deep Learning and Neural Networks: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications. IGI Global, 2020. 1058-1071.
- [6] Tan, Chuanqi, et al. "A survey on deep transfer learning." International conference on artificial neural networks. Springer, Cham, 2018.
- [7] Xie, Michael, et al. "Transfer learning from deep features for remote sensing and poverty mapping." Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence. 2016.