

# 학습기반 측위 DB 를 이용한 미수집지점에서의 측위 인프라 유사도 분석

지명인, 조영수

한국전자통신연구원 지능융합연구소 도시·공간 ICT 연구실

{myungin, choys}@etri.re.kr

## Analysis of positioning infrastructure similarity at non-collection points using learning-based positioning DB

Myungin Ji, Youngsu Cho

Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

### 요 약

LTE 기반 측위는 위성신호의 수신에 어려운 실내 또는 지하 공간에서도 측위가 가능하므로 스마트폰에서 사용가능한 측위 자원 중 가장 가용성이 높다. 하지만, 넓은 실내, 사유지 등 차량수집 음영구간의 경우 측위 DB 생성이 어려운 문제가 있어 주변 수집정보를 이용한 추정이 필수적이다. 실데이터 학습을 통해 실제와 유사한 가상데이터를 생성하는 생성적 적대 신경망[1]은 일부 수집데이터를 이용한 전역 측위 DB 생성에 있어 좋은 해법이 될 수 있으며, 본 논문에서는 이를 활용하여 생성한 위치인식 용 DB 의 효용성을 미수집지점에서 측정한 정보와 가상으로 생성한 DB 정보 간의 유사도를 분석하여 제시한다.

### I. 서 론

최근 다양한 통신 인프라의 발전과 다량의 데이터 축적을 통해 언제 어디서나 정확한 위치정보를 제공하는 기술이 활발하게 개발되고 있다.

실외 환경에서는 주로 GPS 신호를 기반으로 하여 단말에 위치정보를 제공하지만 실내 환경에서는 LTE, Wi-Fi, BLE 등의 무선통신 신호를 활용하여 위치를 추정하며, 유동인구가 많은 큰 쇼핑몰 같은 경우에는 도보를 이용한 세부수집을[2], 이외 지역에는 차량을 이용한 건물주변 수집을 일반적으로 진행한다.

차량수집의 경우 차량에 GPS, LTE, Wi-Fi, BLE 등의 모듈을 설치한 후 차량이 이동할 수 있는 도로 상에서 수집한 무선통신 인프라 정보에 경위도 좌표 정보를 태깅하며 수집을 진행하는데, 넓은 지역에 대해 빠른 수집이 가능한 장점과 차량진입이 어려운 곳에는 수집이 이뤄지지 않는 단점이 존재한다.

이에 따라 [3]에서는 생성적 적대 신경망(Generative Adversarial Network, GAN) 방법을 활용하여 수집지역뿐만 아니라 미수집지역에 대해서도 LTE 측위 DB 를 생성하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 생성한 측위 DB 가 실환경을 잘 모사하는 지 검증하기위해 여러 미수집지역에서 상용 스마트폰으로 수집한 측위 인프라 측정정보를 생성된 측위 DB 에 저장된 정보와 비교한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 생성된 측위 DB 를 수집데이터 만을 이용한 전파지도 DB 와 비교하고, 3 장에서는 미수집지점에서의 수집한 데이터에 대해 각 DB 와의 유사도를 평가하며 4 장에서는 결론을 맺는다.

### II. 생성적 적대 신경망 개념을 활용한 측위 DB[3]

LTE 측위 DB 생성에 생성적 적대 신경망 개념을 활용하기 위해, 먼저 차량수집 데이터를 판별자(Discriminator)가 학습하도록 하였다. 학습에 사용하는 데이터는 수집위치 정보와 해당 수집위치에서의 무선통신 인프라 정보 및 수신 신호세기 정보이다.

생성적 적대 신경망에서 생성자(Generator)는 가상의 무선통신 신호세기 정보를 생성하여 판별자가 갖는 정보와 유사한 전파지도도를 만들어 내는데, 이를 위해 ① 각 기지국 위치를 임의로 설정, ② 기지국 위치로부터 각 수집지점과의 거리와 수신된 신호세기를 이용하여 전파모델 생성, ③ 생성한 전파모델을 이용하여 서비스 지역 전체에 수신 신호세기 추정 과정을 순차적으로 진행한다.

그림 1 은 특정 기지국(PCI: 289)에 대해 도심지역에서 차량수집 데이터를 활용하여 30m 간격으로 생성한 전파지도 DB(좌)와 생성적 적대 신경망 개념을 활용하여 생성한 측위 DB(우)를 비교한 것이다. 차량이 구석구석 진입하기 어려운 대규모 주거지역 및 상업지역, 공원 등의 구역에서는 미수집으로 인해 전파지도 DB 에 비어있는 공간이 측위 DB 에 비해 비교적 넓은 것을 볼 수 있다. 반면 측위 DB 는 수집되지 않은 지역에 대해서도 신호세기 정보를 추정하여 저장하므로 비어있는 공간없이 DB 가 생성되었다.

### III. 미수집지점에서의 측위 인프라 유사도 비교

심층학습 방법을 활용하여 생성한 측위 DB 가 차량수집이 진행되지 않은 지역에서 갖는 효용성을 분석하기 위하여 미수집지점에서 측정한 데이터를 전파지도 DB 와 측위 DB 를 이용하여 비교하였다. 시험지점은 테스트베드 내 차량으로 수집이 이루어지지 않은 구역의 중심부분

위주로 측정하였고, 일반적인 성능을 분석하기 위하여 총 14 개 지점에 대해 1,800 여 회의 LTE 시험데이터를 수집하였다.

그림 2 는 시험지점 중 한 곳인 모 중학교와 공영주차장 인접면에서 측정한 데이터에 대해 전파지도 DB 와 측위 DB 를 이용한 분석 결과를 도시화 한 것이다. 측정값과 DB 간 유사도는 두 집합의 유사도를 평가하는 대표적인 방법인 Jaccard 지수를 응용하여 측정값 중 DB 에 기록되어 있는 기지국의 수를 모든 측정된 기지국의 수로 나누어 계산하였고, 이는 다음의 식과 같다.

$$\text{Similarity} = \frac{\# \text{ of matched PCI}}{\# \text{ of scanned PCI}}$$

측정 가능 한 기지국의 수는 기지국 과의 통신환경뿐만 아니라 단말에 내장된 통신 칩셋에 따라 달라지게 되는데, 그림 2 의 시험에서는 총 8 개의 기지국이 검색되었다. 시험지점에서 반경 200m 이내에 있는 참조위치에 대해 전파지도 DB 를 사용한 경우 유사도는 평균 19.5%로 나타난 데에 비해 측위 DB 의 경우 평균 80.9%로 크게 향상되었다. 실제 위치추정 시 유의미한 지점으로 사용할 수 있는 측위 인프라 유사도 60% 이상을 보이는 지점의 유사도 평균은 63.8%에서 73.1%로 향상되어, 측위 DB 가 참위치 주변의 참조위치 유사도를 높이고 전체적인 유사도를 개선하는 효과를 확인하였다.

표 1 은 전체 14 개 지점의 시험데이터에 대해 참위치 반경 200m 이내 참조위치의 유사도 평균과 유사도 60% 이상 지점의 평균 유사도를 정리한 것이다. 그 결과, 심층학습 기반 측위 DB 를 이용한 위치추정 시 변별력을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대되었다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 차량수집 데이터를 활용하여 생성한 전파지도 DB 와 학습을 통해 미수집지역에서도 신호세기를 추정한 측위 DB 를 이용하여 미수집지점에서의 측위 인프라 유사도를 분석하였다. 그 결과, 측위 DB 사용 시 참위치 주변의 측위 인프라 유사도가 크게 향상되었고, 유사도 60%이상 지점의 평균 유사도 또한 전파지도 DB 대비 높아져 무선통신 인프라 기반 측위 DB 생성 분야에서 심층학습 알고리즘의 활용 가능성을 확인하였다.

#### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (2019-0-01401, 긴급구조용 측위 품질 제고를 위한 GPS 음영 지역 내 다중신호패턴의 학습 기반 3 차원 정밀측위 기술 개발).

#### 참 고 문 헌

- [1] Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., et al. 2014, Generative Adversarial Nets, in Proc. of Advances in Neural Information Processing Systems, Montreal, Canada, 8-13 Dec 2014.
- [2] Youngsu Cho, Myungin Ji, Jooyoung Kim, Yangkoo Lee, Sangjoon Park, Beomju Shin, and Taikjin Lee, "WARP-P: Wireless signal Acquisition with Reference Point by using simplified PDR-system concept and performance assessment," in Proc. ION PNT, 2013.
- [3] 지명인, 전주일, 조영수, "A Positioning DB Generation Algorithm Applying Generative Adversarial Learning Method of Wireless Communication Signals," JPNT 9(3), 2020.

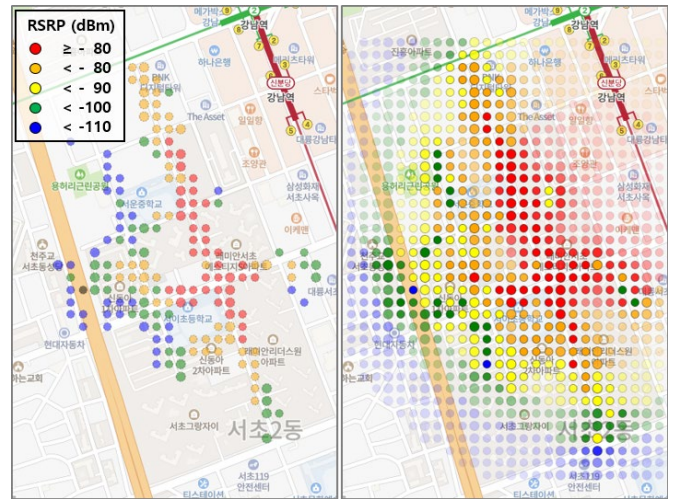


그림 1. 생성된 전파지도 DB 및 측위 DB 비교

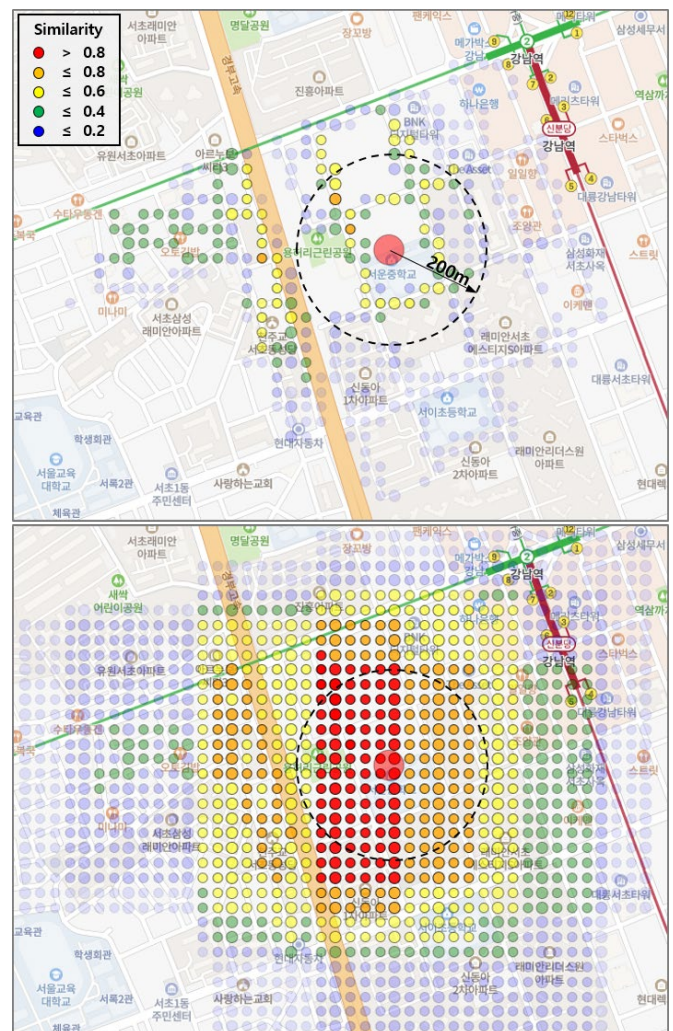


그림 2. 각 DB와의 측위 인프라 유사도 비교

표1. 전체 시험데이터의 유사도 평가 결과

|        | 참위치 반경 200m<br>이내 참조위치의<br>유사도 평균 | 유사도 60% 이상<br>지점의 유사도 평균 |
|--------|-----------------------------------|--------------------------|
| 전파지도DB | 15.6%                             | 67.7%                    |
| 측위DB   | 69.7%                             | 74.0%                    |