

# 향상된 실내 이동 경로 생성을 위한 인접 클러스터의 정보 확장에 관한 연구

윤창표<sup>1</sup> · 황치곤<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>경기과학기술대학교 · <sup>2</sup>광운대학교

## A Study on Information Expansion of Neighboring Clusters for Creating Enhanced Indoor Movement Paths

Chang-Pyo Yoon<sup>1</sup> · Chi-Gon Hwang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>GyeongGi University of Science and Technology · <sup>2</sup>Kwangwoon University

E-mail : cpyoon@gtec.ac.kr / duck1052@kw.ac.kr

### 요 약

전파 지문 기반의 실내 경로 생성 기술에 RNN 모델을 적용하기 위해서는 데이터 세트가 연속적이고 순차적이어야 한다. 그러나 Wi-Fi 전파 지문 데이터는 수집 시점의 특정 위치에 대한 특징 정보로서 연속성이 보장되지 않기 때문에 RNN 데이터로는 부적합하다. 따라서 순차적 위치의 연속성 정보를 부여해야 한다. 이를 위해서는 신호 데이터를 기반으로 각 지역의 구분을 통해 클러스터링이 가능하다. 이때 클러스터 간의 연속성 정보에는 전파 신호의 한계로 인해 실제 이동이 가능한지의 정보를 담지 못한다. 따라서 인접 클러스터간의 이동이 가능한지에 대한 연관성 정보가 필요하다. 본 논문에서는 딥러닝 네트워크인 순환신경망(RNN) 모델을 사용해 이동 중인 객체의 경로 예측을 위한 기술로서 실내 환경에서 경로 생성을 위해 연속적인 위치 정보를 생성하여 객체의 경로 예측 시 발생할 수 있는 오류를 낮추고 예측 경로상의 이동이 불가능한 잘못된 경로 예측을 회피할 수 있는 향상된 이동 경로 생성을 위한 클러스터링 상호간의 연관성을 부여하는 기법을 제안한다.

### ABSTRACT

In order to apply the RNN model to the radio fingerprint-based indoor path generation technology, the data set must be continuous and sequential. However, Wi-Fi radio fingerprint data is not suitable as RNN data because continuity is not guaranteed as characteristic information about a specific location at the time of collection. Therefore, continuity information of sequential positions should be given. For this purpose, clustering is possible through classification of each region based on signal data. At this time, the continuity information between the clusters does not contain information on whether actual movement is possible due to the limitation of radio signals. Therefore, correlation information on whether movement between adjacent clusters is possible is required. In this paper, a deep learning network, a recurrent neural network (RNN) model, is used to predict the path of a moving object, and it reduces errors that may occur when predicting the path of an object by generating continuous location information for path generation in an indoor environment. We propose a method of giving correlation between clustering for generating an improved moving path that can avoid erroneous path prediction that cannot move on the predicted path.

### 키워드

Positioning System, Wi-Fi Fingerprint, RNN, Movement Route Generation

### I. 서 론

실내 환경에서의 위치 정보는 위치 지점에서 수집 가능한 전파 지문 정보 값을 기록하고 위치 결정을 위해 입력 데이터와 기록된 데이터를 비교하

---

\* corresponding author

여 위치를 계산한다[1]. 또한 단말의 위치와 이동 경로를 예측하기 위해서는 각 위치 정보에 순차정보가 포함된 데이터의 연속성을 갖는 궤적 정보가 필요하지만 데이터셋 구성에 많은 비용이 필요하기에 실제 적용하기 어렵다[1][4]. 따라서 순차 정보가 없는 데이터에서 이동 가능한 경로를 예측하여 그 경로를 기반으로 사용자의 위치를 예측하는 기술이 필요하다[4]. 신호 기반 경로 생성 기술은 신호 영역 클러스터링을 구성하여 인접 클러스터와의 연관성을 통해 경로를 생성한다. 그러나 장애물로 인해 실제 이동 가능한 클러스터가 아닌 경우를 포함하기에 기술의 개선이 필요하다. 본 논문은 실내 이동 경로 데이터 생성 시 인접 클러스터의 이동 가능 정보 포함을 위한 클러스터의 가용성에 관해 연구이다.

## II. 제안 기법

본 논문에서 K-means 클러스터링을 이용하여 실내 위치 영역을 분리하는 클러스터를 만든다. 생성된 클러스터와 이러한 클러스터에 대한 인접 행렬은 마르코프 체인의 상태 및 상태 전환 확률로 변환하여 경로 데이터를 생성하는 데 사용한다 [2][3][4].

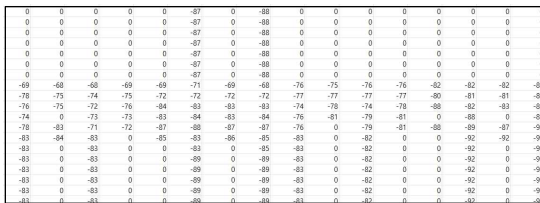


그림 1. Wi-Fi 전파지문 데이터

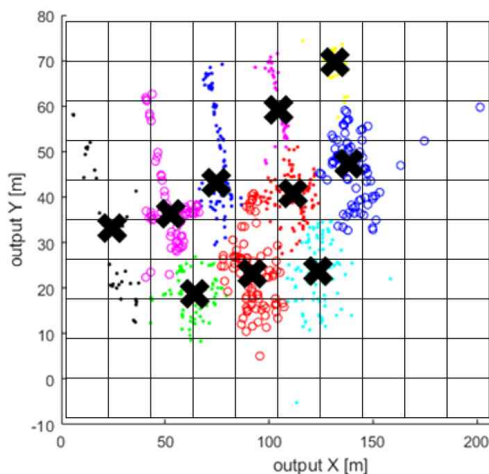


그림 2. 클러스터와 인접 클러스터 구분

그림 1은 클러스터링을 위한 전파지문 데이터의 일부이다. 이동 경로를 생성하기 위해 측위 지점을 바탕으로 K-means clustering 기법으로 cluster을 생성해 실내 영역을 구분한다[4]. 이때 다음 cluster의 위치는 현재 cluster 위치에 영향을 받기에 마르코프 속성을 갖는다[4]. 그림 2는 선행 연구에서 구현한 클러스터 영역과 마르코프 속성을 나타낸다. 그림 3은 마르코프 속성에 적용 가능한 인접 클러스터의 상태 전이 결과 즉 이동 가능 정보를 기록한 데이터의 일부이다. 이때 각 클러스터는 대각선을 포함하는 상, 하, 좌, 우의 8방향에 대한 이동 가능 정보를 저장하여 선행 연구로 생성한 경로에 대한 단말의 이동 정보를 저장하여 경로 그래프를 갱신한다. 제안하는 기법을 이용하여 개선된 실내 이동 경로 생성이 가능하다.

up	down	left	right	left up	right up	left down	right down
1	1	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0

그림 3. 인접 클러스터의 이동 가용성 데이터

## V. 결 론

본 논문에서는 K-means clustering과 Markov chain을 기반으로 생성된 이동 경로의 개선 및 장애물 회피를 위한 인접 클러스터의 가용성 기술을 연구했다. 연속성이 없는 전파지문을 기반으로 단말의 이동 경로 및 실내의 구조를 파악하는데 필요한 정보를 확보하는 기술을 적용해야 한다. 본 논문에서는 전파지문의 측위 지점으로 생성된 클러스터들로 측위 영역을 나누고 갱신된 인접 클러스터의 연관성 정보를 바탕으로 향상된 이동경로를 생성을 위한 기법을 연구했다. 향후 이동 패턴에 대한 정보를 갱신하고 그 변화를 사전에 인지할 수 있는 기술이 추가 연구 과제이다.

## References

- [1] Sahar, Ayesha, and Dongsoo Han, "An LSTM-based Indoor Positioning Method Using Wi-Fi Signals," Proceedings of the 2nd International Conference on Vision, Image and Signal Processing. No. 43, 2018.
- [2] Elena Simona Lohan, Joaquín Torres-Sospedra, Helena Leppäkoski, Philipp Richter, Zhe Peng, and Joaquín Huerta, "Wi-Fi crowdsourced fingerprinting dataset for indoor positioning," Data, 2017
- [3] Lloyd, Stuart. "Least squares quantization in PCM." *IEEE transactions on information theory* 28.2 (1982): 129-137.

- [4] H. G. Shin, Y. H. Choi, and C. P. Yoon, "Movement Path Data Generation from Wi-Fi Fingerprints for Recurrent Neural Networks," *Sensors*, vol. 21, no. 8, pp. 2823, Apr. 2021.