

# WLAN 실내 측위 결정을 위한 KNN/PFCM Hybrid 알고리즘

김경성\*, 이장재\*\*\*\*, 오일환\*\*, 이연우\*, 정민아\*\*\*, 이성로\*\*  
 \*목포대학교 정보통신공학과, \*\*목포대학교 정보전자공학과,  
 \*\*\*목포대학교 컴퓨터공학과, \*\*\*\*목포대학교 정보산업연구소  
 e-mail:RoomNo.410@gmail.com

## KNN/PFCM Hybrid Algorithm for Indoor Location Determination in WLAN

Kyoung-Soung Kim\*, Jang-Jae Lee\*\*, Il-Whan Oh\*, Yeonwoo Lee\*\*,  
 Min-A Jung\*, Seong-Ro Lee\*

\*Dept of Information and Communication Engineering, Mokpo University

\*\*Dept of Electronic Engineering, Mokpo University

\*\*\*Dept of Computer Engineering, Mokpo University

\*\*\*\*Institute of Information Science and Engineering Research

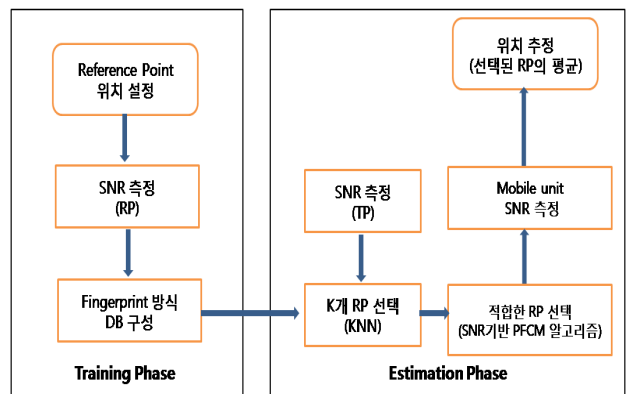
### 요약

무선 네트워크 기반 실내 측위는 측위를 위한 특수 장비를 필요로 하지 않고, Fingerprinting 방식은 무선네트워크 기반 측위를 위한 기술 중에서 가장 정확도가 높기 때문에 무선 네트워크 Fingerprinting 방식이 가장 적당한 실내 측위 방법이다. Fingerprinting 방식에서 KNN은 WLAN 기반 실내 측위에 가장 많이 적용되고 있지만 KNN의 성능은 k개의 이웃 수와 RP의 수에 따라 민감하다. 논문에서는 KNN 성능을 향상시키기 위해 PFCM 군집화를 적용한 KNN과 PFCM을 혼합한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 신호잡음비 데이터를 KNN 방법에 적용하여 k개의 RP를 선택한 후 선택된 RP의 신호잡음비를 PFCM에 적용하여 k개의 RP를 군집하여 분류한다. 실험 결과에서는 위치 오차가 2m 이내에서 KNN/PFCM 알고리즘이 KNN과 KNN/FCM 알고리즘보다 성능이 우수하다.

### 1. 서론

최근 새로운 실내 위치 측위 방법으로 무선랜(WLAN : Wireless Local Area Network)을 사용하는 방법이 대두되고 있다. 무선랜은 현재 가장 널리 쓰이고 있는 무선 통신 방식 중 하나로 이미 여러 분야에서 안정성이 검증되어 있다. 곳곳에 설치되어 있는 무선 인터넷 망을 활용하여 실내 위치를 식별하기 때문에 적은 비용으로도 시스템을 구축할 수 있으며 외부 인터넷 연결이 용이한 AP(Access Point)를 활용하기 때문에 위치 측정과 동시에 인터넷 통신도 사용할 수 있다<sup>[1]</sup>. 본 논문은 무선 환경 하에서 패턴 매칭 알고리즘을 위해 training 단계에서 여러 개의 AP로부터 수신된 신호 잡음비(SNR)를 측정하여 fingerprinting 방식의 데이터베이스를 만들어 활용해서 측위를 위한 특수 장비를 전혀 사용하지 않고 기존에 설치된 AP를 이용한 SNR (Signal to Noise Ratio) 데이터에 관한 KNN/PFCM 혼합된 군집화 방법으로 무선 실내 측위 방법을 제안한다....

여 fingerprinting 방식의 데이터베이스를 만들어 활용해서 측위를 위한 특수 장비를 전혀 사용하지 않고 기존에 설치된 AP를 사용하면서 KNN과 PFCM 군집화 기반의 혼합된 알고리즘을 이용한 무선랜 실내 측위를 결정하는 절차는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) KNN/PFCM 혼합 알고리즘 흐름도

### 2. KNN/PFCM Hybrid Algorithm

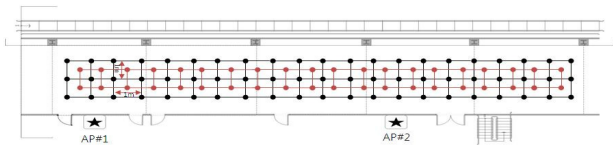
무선 환경 하에서 패턴 매칭 알고리즘을 위해 training 단계에서 여러 개의 AP로부터 수신된 SNR 값을 측정하

무선랜 실내 측위 결정을 위해 training 단계와 estimation 단계로 구분한다. training 단계에서는 각 RP에서 수집된 SNR 데이터를 fingerprinting 방식으로 DB화 한다. estimation 단계에서는 KNN/PFCM 혼합 알고리즘을 사

용하여 무선랜 실내 위치를 추정하고 결정한다. 첫 번째로 training 단계에서 측정된 SNR 데이터를 KNN 방법을 이용하여  $k$ 개의 RP를 선택한다. 두 번째로 선택된  $k$ 개 RP의 SNR 데이터를 PFCM방법을 이용하여 군집화한다. 이 군집은 군집 중심벡터와 각 AP로부터 측정된 SNR 데이터에 대한 거리 제곱합을 이용하여 군집화한다. SNR 데이터에 대한 거리 제곱합이 최소인 클러스터에 속한 RP는 TP(Test Point)에서 측정된 SNR 데이터와 가장 유사한 특징을 갖는다고 가정하면 선택된 RP를 사용하여 실내 위치 추정의 성능을 향상시킨다. 세 번째로 두 번째 단계에서 선택된 군집 중에서 MU에서 측정된 SNR 데이터와 가장 적합한 군집을 선택한 후 군집 내에 있는 RP들의 평균을 산출하여 위치를 추정한다.

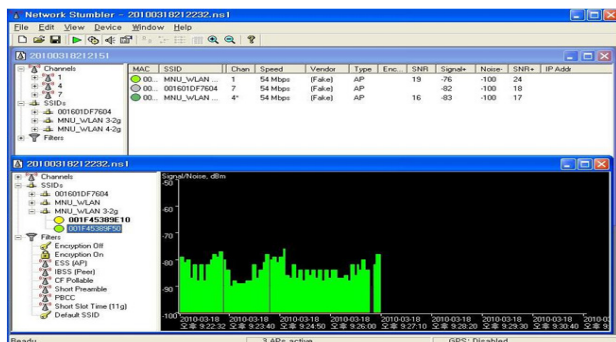
3. 실험 및 결과

실험 장소는 (그림 2)에서 보이는 목포대학교 대외 협력관 4층 복도이다. 총길이 25m×4m인 복도에 1m 간격으로 63개의 RP 포인트와 40개의 TP 포인트를 (그림 2)와 같이 바둑판 모양으로 지정하였고 RP 포인트는 검정색으로 TP 포인트는 빨간색으로 표시하였다. 2개의 AP로부터 1초 간격으로 RP 포인트에서 100회 반복하여 측정하였고 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 TP 포인트에서 60회 반복하여 측정하였다.



(그림 2) 실험환경

실험 장비는 Samsung SENS Q70, NetStumbler 프로그램, AP 2개를 이용하였고 (그림 3)은 무선 랜 신호 강도를 측정하는 NetStumbler 프로그램이다. 2개의 AP로부터 각 RP포인트에 수신된 SNR 값을 연속된 그래프와 값으로 측정되었으며 1초 간격으로 SNR 값을 구하여 fingerprinting 방식으로 데이터베이스화 하였다.



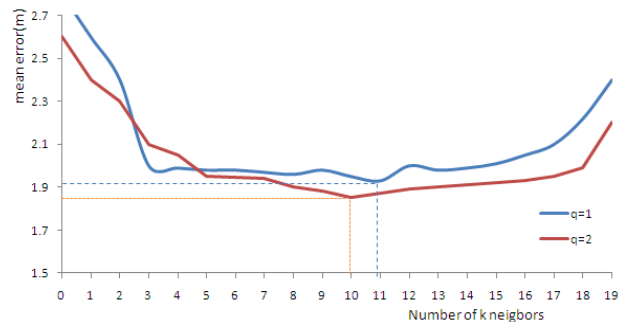
(그림 3) NetStumbler

식 (1)에서 모수  $k$ 와  $q$ 에 따라 KNN의 성능 결과가 다양하게 나타난다. 일반적으로 모수  $q$ 가 1 일 때는 맨하탄 거리이고 모수  $q$ 가 2 일 때는 유클리드 거리이다.

$$D_{qi} = \left( \sum_{j=1}^n |s_j - S_{ij}|^q \right)^{1/q} \quad i=1,2,\dots,m \quad (1)$$

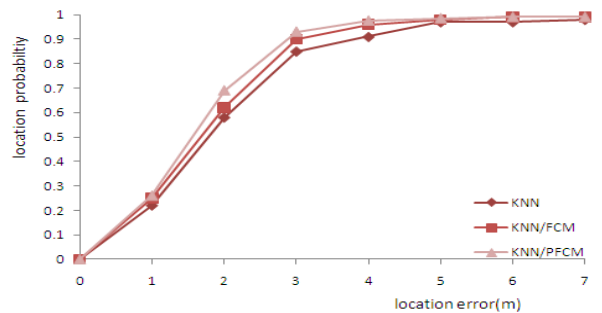
(그림 4)는 알고리즘의 복잡성과 위치 예측을 고려했을 때  $q$ 는 1과 2를 사용하므로 모수  $k$ 에 따라 평균 거리 오차를 나타낸 결과이다.

$q=1$  일 때 모수  $k$ 에 따른 평균 거리 오차에서  $k$ 가 11 일 때 평균 거리 오차가 1.93m로 가장 작았고  $q=2$  일 때  $k$ 에 따른 평균 거리 오차에서  $k$ 가 10일 때 평균 거리 오차가 1.85로 가장 작았고  $q$ 가 1인 맨하탄 거리를 이용하는 KNN 방법보다  $q$ 가 2인 유클리드 거리를 이용하는 KNN 방법이 오차를 줄일 수 있다.



(그림 4)  $k$ 개의 이웃 수와 평균 거리 오차

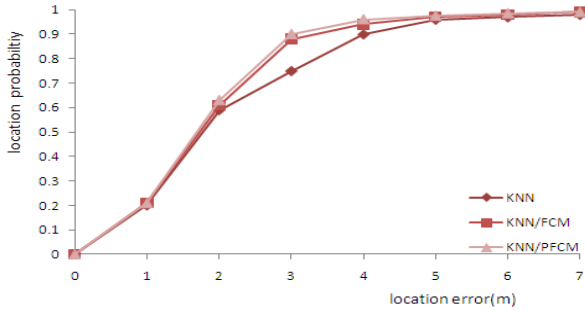
대외 협력관 4층 복도에서 실험한 SNR에 대한 KNN방법은  $k=10, q=2$ 일 때 최적의 결과가 나타난다. (그림 5)와 (그림 6)은 KNN방법, KNN/FCM방법과 KNN/PFCM 혼합 알고리즘을 이용한 위치 추정 오차와 누적 확률에 관한 결과이다.



(그림 5) 알고리즘 성능비교 ( $k=10, q=1$ )

$k=10, q=1$  일 때 각 RP에 채취한 SNR을 기반으로 실험한 결과 위치 추정 오차가 2m 이내에서 세 가지의 알고리즘의 누적 확률이 비슷하지만 2m-5m에서 KNN방법에 비해 KNN/FCM방법과 KNN/PFCM 혼합 알고리즘의 성능이 우수하다고 할 수 있다.  $k=10, q=2$ 일 때는 위치 추정 오차가 2m 이내에서 KNN 보다 KNN/FCM과

KNN/PFCM 혼합 방법이 더 성능이 우수하고 KNN/FCM 과 KNN/PFCM 혼합 방법의 비교에서는 KNN/PFCM 혼합 방법의 누적확률이 수치상으로 크지만 성능이 약간 우수하다고 할 수 있다. 또한 위치 추정 오차가 2m-5m에서도 KNN/ PFCM 혼합 방법의 누적확률이 다른 알고리즘 보다 성능이 다소 우수하다고 할 수 있다.



(그림 6) 알고리즘 성능비교( $k=10$ ,  $q=2$ )

KNN은 광범위하고 복잡한 실내환경에서 계산량이 많기 때문에 실제 환경에서 최적의 위치를 찾기가 어렵다. 따라서 KNN/PCM 혼합 알고리즘을 적용하면 이러한 문제점을 해결 할 수 있을 것이다.  $k=10$ ,  $q=2$ 일 때 KNN/PFCM 혼합 알고리즘을 적용한 실내 측위 결정이 위치 추정 오차에 상관없이 KNN방법과 KNN/FCM 방법보다 더 우수하다.

#### 4. 결론

실내 측위 방법 중에서 무선 네트워크를 사용하는 방법은 측위를 위한 특수 장비를 필요로 하지 않기 때문에 최근에 각광을 받고 있다. 무선 네트워크를 이용하는 방법 중에는 fingerprinting 방식이 가장 정확하다고 알려져 있다. 무선 환경 하에서 패턴 매칭 알고리즘을 위해 training 단계에서 여러 개의 AP로부터 수신된 SNR값을 측정하여 fingerprinting 방식의 데이터베이스를 만들어 활용해서 측위를 위한 특수 장비를 전혀 사용하지 않고 무선 랜을 위하여 기존에 설치된 AP를 사용하면서 KNN과 PCM 군집화 기반의 혼합된 무선 실내 측위 방법을 제안한다. KNN은 광범위하고 복잡한 실내 환경에서 계산량이 많기 때문에 실제 환경에서 최적의 위치를 찾기가 어렵다. 따라서 KNN/PFCM 혼합 알고리즘을 적용하면 이러한 문제점을 해결 할 수 있을 것이다.  $k=10$ ,  $q=2$ 일 때 KNN/PFCM 혼합 알고리즘을 적용한 실내 측위 결정이 다른 방법들보다 더 우수하다.

향후 연구에서는 퍼지 클러스터링 방법들은 기본적으로 사용하는 유클리드 거리 대신에 다양한 거리 측도 방법을 사용한 KNN과 PFCM 혼합된 알고리즘을 이용하여 더 정확한 위치 측위 결과를 얻을 수 있는 연구가 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] R. Bajaj, S. L. Ranaveera, D. P. Agrawal, "GPS

Location Tracking Technology", IEEE Computer, Vol. 35, 2002.