

---

# 유전 알고리즘을 이용한 위치 시스템에서의 효과적인 실내 위치 측위 기법

윤창표\* · 황치곤\*\*

\*경기과학기술대학교 · \*\*경민대학교

## Using Genetic Algorithms for Effective Location Determination Method in the Positioning System

Chang-Pyo Yoon\* · Chi-Gon Hwang\*\*

\*GyeongGi College of Science and Technology · \*\*Kyungmin College

E-mail : cpyoon@gtec.ac.kr

### 요 약

최근 인터넷을 기반으로 사물을 연결하여 사람과 사물 간의 정보 소통을 가능하게 하는 지능형 서비스로서 사물 인터넷 서비스(IoT)에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 스마트 기기의 발전과 더불어 실내 위치 기반 서비스에 대한 수요는 급격히 증가하고 있다. 실내 위치 정보 측정을 위해 BLE(Bluetooth Low Energy) 기술의 iBeacon이 제공하는 기본적인 신호만을 이용하면 신호 간섭 등의 다양한 이유로 신뢰할 수 없는 신호 데이터로 인해 실내 위치 정보의 신뢰도는 현격히 낮아지게 된다. 본 논문에서는 iBeacon의 신호 정보로부터 신뢰성 있는 위치 정보를 얻기 위해 유전 연산을 통해 효과적이고 신뢰도 높은 위치 정보를 얻는 기법을 제안한다.

### ABSTRACT

Recently, There is increasing interest in the IoT(Internet of Thing) as intelligent information service that enables communication between people and things based on internet. In particular the demand for indoor location-based services with the development of smart devices is rapidly increasing. If iBeacon of BLE(Bluetooth Low Energy) is made available to provide a basic signal for the indoor location information measurement then reliability of Indoor location information for unreliable signal data for a variety of reasons, such as signal interference is significantly lowered. In this paper, Proposes a technique for obtaining an effective and reliable location information via genetic operations in order to obtain reliable location information from the iBeacon signal information.

### 키워드

유전알고리즘, Bluetooth Low Energy, iBeacon, 위치 기반 서비스, 사물 인터넷

### 1. 서 론

최근 스마트 기기의 발전으로 개인이 소지하고 있는 단말을 이용하여 위치를 측정하는 측위 기술은 GPS와 상업 통신 사업자의 기지국 및 Wi-Fi를 이용하는 형태로 제공되고 있다. 특히 실내 측위를 대상으로 하는 위치 서비스의 수요 또한 점진적으로 증가하고 있다. 그러나 GPS의 실

내 측위의 문제점과 Wi-Fi의 신호 간섭의 다양한 문제들로 인해 증가하는 오차 범위는 실내 위치 측위에 한계점으로 볼 수 있다[1][2].

최근 실내 위치 측위를 위한 기술로 BLE (Bluetooth Low Energy) 기반의 비콘이 있는데 이는 저 전력으로 단말의 위치를 파악할 수 있는 특징이 있으며 현재 위치 측위 기술로 가장 주목 받고 있다[1][3]. 그러나 RSSI(Received Signal

Strength Indicator)를 사용자 위치 측위 정보로 사용한다는 점에 있어 수신된 신호 정보의 큰 편차로 정확한 위치 서비스를 제공하기 힘들다 [3][4].

본 논문에서는 실내 위치 측위 시스템의 신뢰도를 높이기 위해 RSSI의 신뢰 구간 신호 값을 이용하여 유전 연산을 통한 비콘과 단말 사이의 최적의 거리 및 위치 값을 찾는 최적화 기법과 오차 범위 보정을 통한 향상된 실내 측위 기법을 제안 한다.

## II. 본 론

실내 측위를 위해서는 BLE 기반 비콘과의 거리 측정 값이 필요하다. 거리 측정을 위해서는 iBeacon의 RSSI 신호 값을 사용하여 거리 정보 값으로 변환하여 사용한다. 이렇게 수집된 단말과의 거리 정보는 단말의 실내 위치 측위를 위해 일반적으로 삼각 측량 방법을 이용하여 단말의 위치를 예측할 수 있다[4][5].

위 두 과정을 통해 얻은 위치 정보의 신호 정보는 장애물과 같은 간섭에 민감하며 이는 오차가 큰 값으로 인해 정확한 위치 정보를 얻는데 문제가 된다. 또한 신호의 강도를 나타내는 RSSI 신호 정보 역시 동일 위치에서 측정된 값임에도 편차가 심한 값이라는 점에서 정확한 정보로 사용하는데 문제가 된다. 즉, 단말과의 부정확한 거리 값은 측위를 위한 기본 정보로 사용될 수 없다는 결론에 도달하게 된다.

따라서 단말까지의 거리 정보의 보정 과정이 반드시 필요하며 오차 범위의 보정 연산을 수행하여 실제 거리와 부합되는 최적화가 필요하다.

### III. 거리 정보 개선 제안 기법

거리 정보로 활용할 RSSI의 신호 정보는 동일한 측정 거리에서 역시 그 편차가 크다. 또한 비콘의 TX Power의 신호 세기별 범위와 Signal Range가 나타내는 신호의 전달 거리는 이론상으로 70m 까지 가능하나 실제로 유효한 정보는 3m 내외이다. 그 이유는 3m 이상의 거리에서는 RSSI의 값의 오차가 급증하며 실제 거리 정보로 사용할 수 없는 값이 대부분이기 때문이다.

표 1은 실험에 사용된 비콘의 사양과 실험을 위한 비콘의 환경 설정이다. 표 2는 실측 실험을 통해 얻은 TX Power 별 유효 범위이다.

거리 정보 개선을 위해 신호 간격을 20Hz로 설정하였으며 이는 유전 연산에 필요한 최소한의 실시간 신호 데이터 집합을 얻기 위해서다. TX Power는 3m 이내의 유효한 데이터를 측정하기 위해 4dBm의 신호 세기를 사용하였다.

RSSI 신호 정보를 거리 정보로 변환하는 과정은 이론상으로는 RSSI값이 아주 간단하게 거리에

대한 정보를 줄 수 있을 것으로 보인다. 라디오 신호의 세기(파워)가 거리의 제곱과 반비례하고, RSSI값은 이 강도를 임의로 정한 기준에 로그로 비례하여 표현한 단위이기 때문이다. 그러나 현재의 BLE기술은 거리나 위치를 측정하는 용도로 설계된 것이 아니기 때문에 RSSI 값의 거리 측정으로 사용되기에는 한계가 있다[2][3][4].

RSSI 값의 무선 신호의 특성으로 인해 불규칙적인 신호 값을 수신하게 되는데 이 신호 값을 의미 있는 거리 값으로 활용하기 위해서 첫째, 칼만 필터(Kalman Filter) 알고리즘 이용하여 분산된 기본 신호에 편차를 줄이는 과정을 수행했다.

둘째, 실측 거리별 신호의 오차 범위를 계산하고 그 결과를 기반으로 수신 신호의 신뢰 구간을 계산하였다.

셋째, 비콘과 단말 사이의 거리를 실측 거리와 예측 거리를 통해 매핑하는 과정을 수행하였다.

마지막으로 실측 거리와 신뢰 구간 정보를 바탕으로 예측 거리의 최적화 과정을 유전 연산을 통해 수행하였다.

실험에 사용한 비콘 장치는 Dio Interactive사의 Wizturn pebble이며 안드로이드 4.4.4 Kitkat 버전의 삼성 갤럭시 S4 LTE-A 단말을 신호 수집 장치로 사용하였다.

표 1. 비콘 사양 및 실험 환경

	제품 범위	실험 환경
Advertising Time	0.2 ~ 20Hz	20Hz
TX Power	4 ~ -23dBm	4dBm
Signal Range	Up to 70m	Up to 70m

표 2. TX Power 실험 결과 유효 범위

TX Power 값	유효 범위
-16dBm	1m 이내
-9dBm	2m 이내
4dBm	3m 이내

### IV. 유전 연산을 통한 최적화 제안 기법

3장의 실측 거리와 측정 거리와의 매핑과정을 위해 거리 신호의 신뢰 구간을 이용하였다. 그러나 이는 신호의 허용 오차 범위를 이용하여 일대일 대입을 수행하는 과정으로 단순 대입 형태를 보인다. 따라서 수신 신호를 기반으로 예측한 거리와 실제 거리와의 차이는 여전히 존재한다.

실측 거리와 신뢰 구간의 값에 신뢰성 있는 최적의 거리 정보 예측이 필요하며 이 최적화 과정을 유전 알고리즘의 연산을 통해 수행하였다.

유전 연산 과정에서 가장 성능이 낮은 해를 선택하여 대체하는 Steady State GA를 사용하였으

며 이는 실내의 이동 상태를 갖는 단말에 실시간 위치 정보를 제공하기 위해 빠른 수렴을 선택하였다. 따라서 오차 범위를 통한 신뢰 구간의 특정 영역의 신뢰할 수 있는 거리 정보를 상대적으로 빠르게 얻기 위해 유전 연산의 설익은 수렴의 가능성은 배제 하였다[6].

표 3에 유전 연산 및 신뢰 구간의 최적화 연산에 적용된 환경 변수를 나타내었다.

그림 1은 실측 데이터를 기준으로 유전 연산을 수행한 후 얻은 최적화된 결과 데이터를 나타내었다.

표 3. 유전 알고리즘 환경 변수

환경 변수	값
Chromosome Length	50, 100, 200
Population Size	10 X Chromosome Length
# Generation	50
Selection	Tournament Selection
Crossover	1 Point Crossover
Mutation	Typical Genewise Mutation
Mutation Rate	0.005(=50/1000)

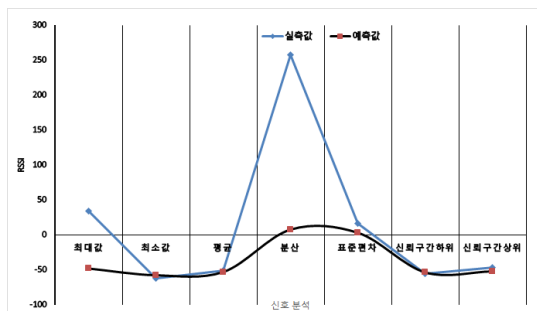


그림 1. 근거리(1미터 이내) 정보 최적화

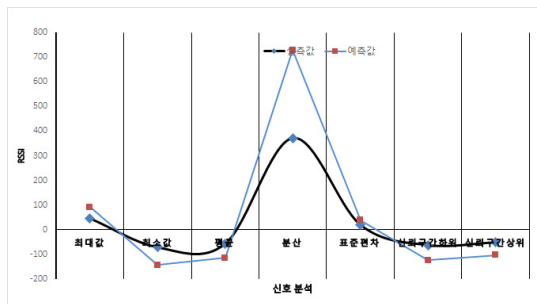


그림 2. 중거리(3미터) 정보 최적화

그림 1과 그림 2에서 최종 상위 하위 신뢰 구간이 최적화되었음을 확인할 수 있다. 또한 전체 연산 값 역시 완만한 곡선을 그리며 스무딩되는 효과를 얻을 수 있었으며 신호의 분석 과정으로 거리 신호의 신뢰도가 향상되는 것을 확인할 수 있다.

실험 결과 값을 통해 확인되듯이 유전 연산으로 개선된 거리 정보 값을 사용하여 삼각 측량을 통해 단말의 위치를 측정하면 보다 정확한 측위가 가능하다.

## V. 결 론

본 논문에서 제안하는 실내 측위 시스템을 이용하여 비콘으로 부터 단말에 수신된 신호를 통해 거리를 측정하는데 있어 개선된 결과를 확인할 수 있으며 나아가 실측 거리와의 매핑 과정에서 거리의 오차를 유전 연산을 통해 거리 정보의 정확도가 향상되는 결과를 확인할 수 있다. 그러나 비콘의 특성상 보다 다양한 환경 변수들을 고려하여 실제 측위에 정확도를 향상시켜야 하며 유전 연산의 다양성을 제공할 수 있도록 하는 실험이 향후 연구이다.

## 참고문헌

- [1] Sichitiu, Mihail L., and Vaidyanathan Ramadurai. "Localization of wireless sensor networks with a mobile beacon." Mobile Ad-hoc and Sensor Systems, 2004 IEEE International Conference on. IEEE, 2004.
- [2] A. Kotanen, M. Hannikainen, H. Leppakoski, T. D. Hamalainen, "Experiments on local positioning with bluetooth, " Information Technology: Coding and Computing, pp. 297-303, 2003.
- [3] M. M.organero, P. I. Munoz, and C. D. Kloos, "Using bluetooth to implement a pervasive indoor positioning system with minimal requirements at the application level, " Mobile Information Systems, 2012.
- [4] Oksar, Irfan. "A Bluetooth signal strength based indoor localization method." Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP), 2014 International Conference on. IEEE, 2014.
- [5] Bluetooth specification, (available online at: <http://www.bluetooth.com>)
- [6] Yoon, C. P., and Hwang-Bin Ryou. "A genetic algorithm for the routing protocol design of wireless mesh networks." Information Science and Applications (ICISA), 2011 International Conference on. IEEE, 2011.