

SOFM을 이용한 Wireless Nurse Call System의 위치추정방식

최정연*, 정경권**, 현교환*, 박선호*, 박민섭***, 엄기환*

*동국대학교

**한림대학교

*** (주) 영우시스템

Location Estimation Method of Wireless Nurse Call System using the SOFM

Jeong Yeon Choi* · Kyung Kwon Jung** · Kyo Hwan Hyun* · Sun Ho Park* · Min Sup Park**** ·

Ki Hwan Eom*

*Dongguk University

**Hallym University

****Young Woo System

E-mail : kihwanum@dongguk.edu

요 약

기존의 Nurse Call 제품은 환자가 비상 call을 하였을 때 환자의 이름과 병실만 간호사의 단말기에 표시되므로, 환자가 병실이 아닌 다른 장소에 있는 경우에는 환자의 위치를 찾기가 어려운 상황이다. 따라서 환자가 병실이 아닌 다른 장소에서 긴급 call을 하는 경우에는 환자의 위치를 알 수 없어 찾는데 많은 시간을 소요할 수가 있어 위급한 환자에게는 큰 타격을 줄 수 있다. 따라서 본 논문에서는 SOFM을 이용하여 중계기를 최적으로 배치하고 배치한 정보와 RSSI를 이용하여 환자의 위치를 찾아낼 수 있는 무선 너스 콜 시스템을 제안하였다. 제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 실험한 결과 위치 정보를 오차 범위 내에서 얻을 수 있었다.

ABSTRACT

When a patient did emergency call, only the name of the patient and a hospital room are shown to nurse's terminal. So, it's so difficult that a nurse looks for the location of the patient. Therefore we have much time about search patient when a patient does emergency call at the other places of their hospital room. This paper proposed optimal repeater's location using SOFM and patient's location estimation using repeater's location information and RSSI database. We performed simulations on searching patient's location using location estimation algorithm.

키워드

Location, Estimation, RSSI, Wireless Nurse Call, SOFM

1. 서 론

갈수록 늘어나는 노령인구로 인해, 실버 산업과 의료산업은 이전에 비해 더욱 고급화 되고 성장하고 있는 추세이다. 현재 실버타운이나 의료계에서 사용하고 있는 Nurse Call 제품은 환자가

비상 call을 하였을 때 환자의 이름과 병실만 간호사의 단말기에 표시되므로, 환자가 병실이 아닌 다른 장소에 있는 경우에는 환자의 위치를 찾기가 어려운 상황이다[1-3]. 따라서 환자가 병실이 아닌 다른 장소에서 긴급 call을 하는 경우에는 환자의 위치를 알 수 없어 찾는데 많은 시간을

소요할 수가 있어 위급한 환자에게는 큰 타격을 줄 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 이러한 기존 제품의 문제점을 해결하고, 경제성 및 병원의 환경 등을 고려한 지능적이며 최적의 위치추정방식을 제안한다. 제안한 방식은 중계기에는 Texas Instrument사의 CC2430칩과 단말기에는 Location Engine을 포함한 CC2431칩을 이용한다. 단말기는 위치추적을 위하여 CC2431칩을 이용해야 하지만, 중계기의 경우에는 기존과 같이 CC2430을 이용한 중계기를 사용할 수 있기 때문에 기존의 제품을 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위하여 위치 추정에 대한 실험을 한다.

II. 제안하는 시스템

제안하는 위치추정 무선 너스콜 시스템에서는 군집화 알고리즘에서 비지도 학습 신경회로망인 SOFM (Self-Organizing Feature Map)을 이용하여 중계기를 지능적으로 배치하고, 신호세기(Received Signal Strength)를 측정하여 Database를 구축한 뒤 그 데이터를 이용하여 모델식을 만들고, 이를 실험을 위치 추정 알고리즘을 이용하여 위치를 추정한다. 제안하는 무선 너스콜 시스템은 단말기, 중계기, 서버로 이루어진다. 전체 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

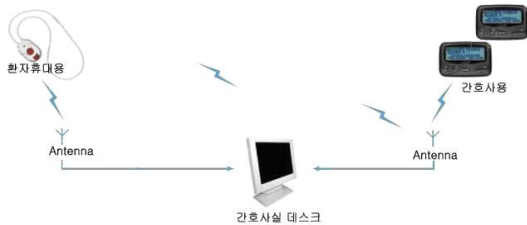


그림 1. 시스템 구성도

병원 전체 범위에서 통신 가능하며 효율적인 중계기의 배치를 위하여 각각의 중계기의 전파 도달 범위가 겹치지 않고, 최적으로 배치 될 수 있도록 군집화 알고리즘에서 비지도 학습 신경회로망인 SOFM을 이용하여 중계기를 배치하였다.

단말기와 중계기의 통신 거리 실험을 통하여 중계기의 전파 범위를 구한 뒤, SOFM 알고리즘을 이용하여 중계기가 놓일 수 있는 최적 위치를 지능적으로 탐색하여 중계기를 최적 배치하였다. 이때, 배치를 위한 공간은 가상적으로 병원 내의 환경과 비슷한 환경을 찾기 위하여 공과대학 건물을 이용하였다. 평면도는 그림 2와 같다.

다음으로, 위치 추정을 위해서 단말기의 거리에 따라 다르게 나타나는 신호세기(Received Signal Strength)를 측정하여 모델식을 만들고, 모

델식을 이용한 위치 추정 알고리즘을 이용하여 위치를 추정하였다.

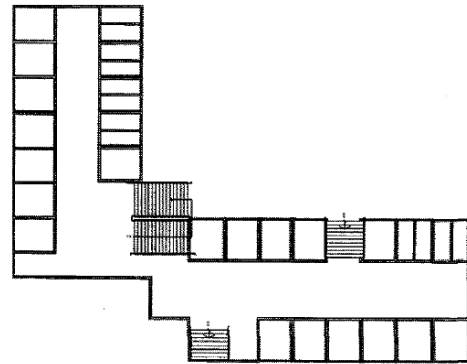


그림 2. 건물 평면도

보다 정확한 신호세기(Received Signal Strength)를 이용한 위치 추정을 위하여 반복된 실험을 통해 사람의 움직임, 다른 라디오신호, 건물의 층수, 건물의 구조, 건물의 재질, 시간대 등 환경적인 변화에 의한 RSSI의 데이터베이스를 구축하였다.

III. SOFM을 이용한 중계기의 최적 배치

본 시스템에 사용된 중계기의 무선 통신 소자는 TI의 CC2430 SOC Chip을 사용한다. 그림 3과 같이 CC2430의 RSSI 값과 RF level인 입력 파워는 선형성을 가진다[4]. 이를 이용하여 RSSI를 측정하여 위치인식에 사용하게 된다.

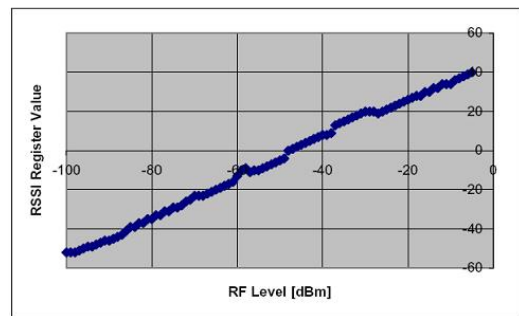


그림 3. 입력 파워 대 RSSI 값

RSSI를 이용한 위치 추정을 위해서는 단말기와 중계기 사이의 RSSI 값을 측정하여 위치식에 적용하는 것이 필요하다. 이를 위하여 중계기는 병원 내의 모든 구간을 커버하면서, 경제성을 살리기 위해 각 중계기가 커버하는 구간이 최소가 되도록 하는 중계기의 배치가 필요하다. 이를 위하여 그림 1의 시스템 구성도와 같은 무선 통신 시스템을 구축하고, 단말기가 보낸 데이터 패킷을

서버가 제대로 받아들일 수 있는 범위를 실험적으로 구하였다. 0.5m 단위로 측정된 패킷의 수신률 분포는 그림 4와 같다.

이때 본 시스템은 환자와 간호사 사이의 무선 호출시스템이므로 최대한 중간에 패킷이 소실되지 않도록 패킷 수신률이 최대가 되는 구간을 중계기의 수신 범위로 이용해야 한다.

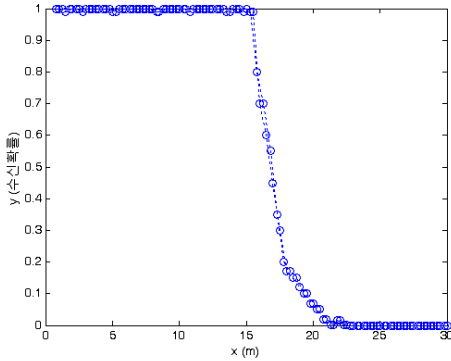
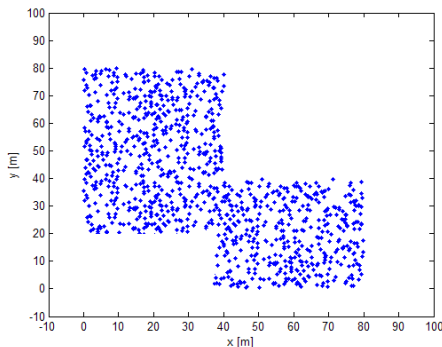


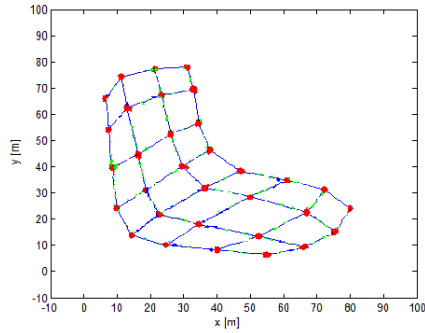
그림 4. 거리에 따른 패킷 수신 분포

따라서 본 시스템에서는 그림 4에서 확인할 수 있듯 패킷의 수신률이 거의 100%에 가깝게 나타내는 15m를 중계기의 전파 범위로 결정하였으며, 결정된 중계기의 전파범위를 이용하여 SOFM을 사용한 최적 중계기 배치는 그림 5와 같다. 본 최적 중계기 배치는 사각 배치법을 사용하여 결정하였다.

그림 5-(a)는 중계기가 설치될 수 있는 가능성이 되는 위치를 나타낸 것이고, 그림 5-(b)는 중계기가 설치될 수 있는 위치를 기반으로 SOFM을 이용하여 구현된 최적 배치 위치이다.



(a) 중계기가 분포 가능한 위치



(b) SOFM 특징지도를 이용한 네트워크의 구성
그림 5. 최적 중계기 배치

IV. RSSI를 이용한 위치 추정 알고리즘

본 논문에서 위치추적을 위해서는 실험을 통한 RSSI 값을 구하고 이를 데이터베이스화 하여 모델식을 구하는 방식을 제안하였다. 실험적으로 결정한 중계기의 전파범위인 0~15미터 범위에서 0.1m 단위로 측정된 RSSI 값의 실제 측정 데이터는 그림 6과 같다.

측정 데이터는 그림 2의 건물에서 진행하였으며, 0.1m 단위로 100회씩 RSSI값을 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 각 환경 변화에 따라서는 장애물 없는 복도에서 RSSI 값을 측정하였을 때, 철제 문이 닫힌 상황에서 RSSI 값을 측정하였을 때의 두 가지 경우의 값을 측정하였다.

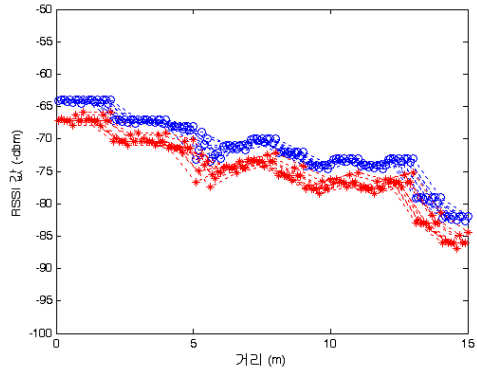


그림 6. 거리에 따른 RSSI 값의 변화

실험에 의한 데이터베이스와 그림 6을 이용한 거리에 대한 모델식은 식 1과 같다. 여기서 y는 거리(m)이고 R_r 은 RSSI(dbm)을 나타낸다.

$$y = 54.2 - \frac{1}{1.2}P_r \quad \text{식 1}$$

실험한 그래프를 확인했을 때 다소간의 오차를 확인할 수 있으나 거리에 따른 RSSI 값은 선형에 가깝게 변화하는 것을 확인해 볼 수 있었다.

V. 실험

본 논문에서 제안한 위치추정 알고리즘의 유용성을 확인해 보기 위하여, 앞에서 얻어진 모델식을 이용하여 환자의 위치와 알고리즘을 통해 추정된 위치를 비교 실험해 보았다. 공간적인 제약으로 인해 실험은 병원과 유사한 구성을 가지고 있는 실내 복도를 실험 장소로 선택하였다.

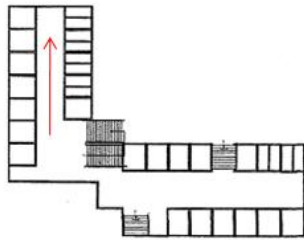
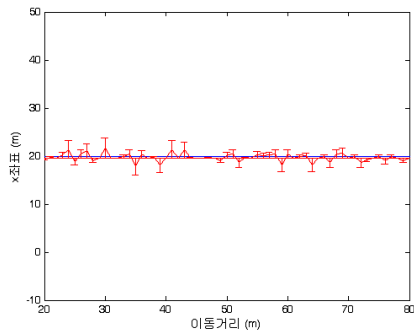
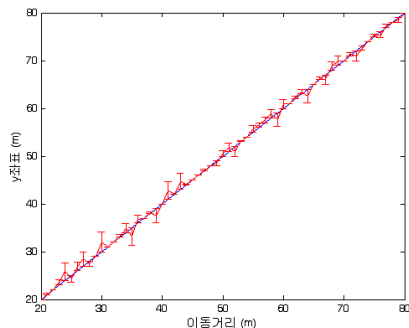


그림 7. 진행 방향

환자의 위치 추적을 위해서 그림 7과 같이 일정한 속도로 y-축 방향으로 이동하면서 실험은 10회 반복하여 평균값을 취하였다. 실험 조건은 한 번에 1m를 움직이고, (20,20)에서부터 (80,20)의 위치로 이동하며 데이터를 수집한 후 위치를 추정하였다. 추정된 위치와 실제 위치와의 오차를 나타낸 그래프는 그림 8의 (a), (b)와 같다. 실험을 통해 x축 최대오차범위 2.6미터, y축 최대오차범위 2.3 미터를 확인할 수 있었다.



(a) X축 오차



(b) Y축 오차

그림 8. 추정된 위치와 실제 위치의 오차

VI. 결론

본 논문에서는 기존의 너스콜 시스템이 환자의 위치를 파악할 수 없는 단점이 있어 환자가 긴급 호출을 했을 경우 쉽게 환자가 있는 위치를 파악하지 못해 환자가 큰 타격을 입는 것을 방지하기 위하여, 환자의 위치를 추정하여 호출시 환자의 위치를 알려주는 방식을 제안하였다.

본 시스템에서는 실험을 통해 중계기의 전파범위를 구하고, 이를 이용하여 SOFM을 이용한 중계기의 지능적인 배치를 통해 중계기는 건물의 전 범위를 커버하는 위치에 배치되도록 한다. 배치된 중계기의 위치 정보와, 실험을 통해 구해진 RSSI 값을 측정하여 데이터베이스화하고 구축된 데이터베이스를 이용하여 모델식을 이끌어 낸다. 이를 이용하여 환자의 위치를 추정하게 된다.

개발한 너스콜 시스템의 위치추정의 유용성을 확인하기 위하여 실험해 본 결과 x축 오차범위 2.6m, y축 오차범위 2.3m 내에서 환자의 위치를 추정할 수 있었다.

추후 연구 과제로서 보다 정밀한 위치추정을 통해 정확한 환자의 위치를 파악할 수 있도록 실험 데이터베이스의 추가가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 동국대학교 산업협력단과 영우시스템의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Shnayder, V. et al, "Sensor networks for Medical Care," Harvard University Technical Repor, TR-08-05, (2005).
- [2] Norgall, T. et al, "Body area network - a key infrastructure element for patient-centered telemedicine," International Workshop on New Generation of Wearable Systems for eHealth, Lucca, Italy, Dec. 2003, pp.142-148.
- [3] Ross, P.E, "Managing care through the air," Spectrum IEEE, Volume 41, Issue 12, Dec. (2004), pp:26 - 31.
- [4] <http://www.ti.com/>