

# RFID센서를 이용한 실내 기호공간내의 이동객체의 위치 추적 + Tracking in Indoor Symbolic Space with RFID Sensors

강혜영, 이기준

Hye-Young Kang, Ki-Joune Li

부산대학교 컴퓨터공학과

{hyezzero, lik}@pnu.edu

## 요약

이에 본 논문에서는 이동 객체의 위치를 항상 명시적으로 결정할 수 있는 추적 가능 실내 기호 공간(Trackable Indoor Symbolic Space)을 정의하고, 이러한 공간을 정의하기 위한 규칙들을 제안한다. 위치를 좌표로 나타내는 실외 공간의 응용 프로그램들과는 달리, 대부분의 실내공간의 응용 프로그램들은 위치를 방 번호와 같은 기호적 값으로 표현하는 기호참조체계를 이용한다. 이에, 본 논문에서는 실내기호공간의 개념과 실내 기호공간에서의 이동객체의 위치 추정에 대해 소개하고, 추정 가능한 실내공간을 만들기 위한 규칙과 방법을 제안하고 있다.

## 1. 서론

객체의 위치는 좌표 혹은 기호로 나타낼 수 있다. 실내공간의 위치정보 응용프로그램에서는 좌표보다는 기호 식별자가 객체의 위치를 표현하는데 더 유용하다.

실내에서 이동 객체의 위치를 결정하는 방법으로는 Time of Arrival(TOA)[1], Angle of Arrival(AoA)[2] and Received Signal Strength(RSS)[3]와 같은 라디오 신호를 기반으로 하는 연구들과, 카메라, laser range-finder, RFID 등과 같은 센서로 구성된 센서 네트워크를 이용하는 방법[4]들이 연구되어 왔다.

이에 본 논문에서는 수동태그를 각 이동객체에 부착하고, RFID 리더를 특정실내 위치에 설치하여 이동객체의 위치를 표현하고 추정하는 방법을 제시한다.

## 2. 실내 기호공간과 RFID 센서

본 논문에서는 실내 기호공간을 RFID 리

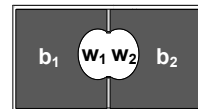
더로 태그를 감지할 수 있는 화이트 셀과 태그를 감지할 수 없는 블랙 셀로 구분한다. 또한 블랙셀과 화이트셀의 경계는 명확하게 주어지며, 블랙셀과 화이트셀의 교차, 블랙셀간의 교차는 없다고 가정한다.

[정의1] RFID센서를 위한 기호공간

$w_i$ 는  $i$ 번째 RFID리더의 커버리지이고,  $b_j$ 는  $j$ 번째 블랙셀이라고 할 때, 기호공간  $S$ 는 다음을 만족한다.

$$S = \left( \bigcup_{i=1}^m w_i \right) \cup \left( \bigcup_{j=1}^n b_j \right)$$

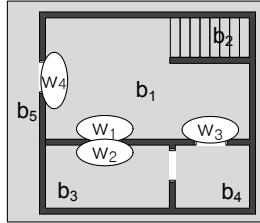
(그림 1)과 같이 RFID 리더를 설치하여 객체를 인식할 수 있는 곳은 화이트 셀이고 그 이와 영역은 블랙 셀이 된다. 각 블랙 셀들은 서로 분리되어 있다.



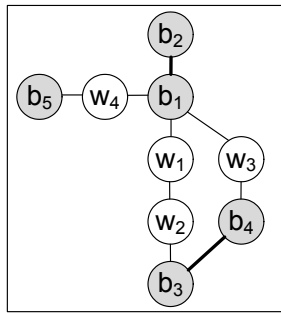
(그림 1) 화이트 셀과 블랙 셀

+ 본 연구는 두뇌한국21사업 및 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술 혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C04)에 의해 수행되었음

(그림 2)와 같이 화이트 셀과 블랙 셀이 배치된 실내 기호 공간은 (그림 3)과 같이 [6]에서 제시한 접근성 그래프(Accessibility Graph)로 표현할 수 있다.



(그림 2) 실내 기호 공간의 예



(그림 3) 그림2의 접근성 그래프

[정의2] 추적 가능한 실내 기호 공간 (Trackable Indoor Symbolic Space)

RFID리더가 배치된 기호공간에서 모든 태그의 위치를 항상 명시적으로 결정할 수 있다면 그 공간은 추적 가능한 실내 기호 공간이다.

(그림 2)와 같은 공간에서 이동객체  $m$ 이  $t_1$ 에  $w_1$ 에서 감지되었으나,  $t_2$ 에 어떠한 리더에서도 감지되지 않는다면 이동객체  $m$ 은  $b_1$ 에 있음을 직관적으로 알 수 있다. 하지만, 이동객체  $m$ 이  $t_1$ 에  $w_4$ 에서 감지되었으나,  $t_2$ 에 어떠한 리더에서도 감지되지 않는다면 이동객체  $m$ 은  $b_1$  또는  $b_5$ 에 있음을 직관적으로 알 수 있다. 이러한 관찰을 기반으로 추적 가능한 실내 기호 공간 (TISS)이 되기 위한 필요조건은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 화이트셀은 최대 1개의 이웃을 가질 수 있다.
- 블랙셀의 모든 이웃은 반드시 화이트셀이다.

이와 같은 조건을 만족하는 실내 기호 공간의 접근성 그래프(AG)가 주어진다면, 우리는 다음과 같은 방법으로 이동객체의 위치를 결정할 수 있다.

1. 가장 최근의 이동객체의 위치 정보 (pos)와 종료시간( $t_e$ )를 확인한다.
2. 종료시간( $t_e$ )이 현재시간과 같으면, 현재 위치는 가장 최근의 위치정보 (pos)이다.
3. 종료시간이 현재시간과 다르면, 현재 위치는 접근성 그래프 내의 pos의 이웃 노드 중 블랙 노드이다.

### 3. 요약 및 결론

본 논문에서는 실내 공간을 셀들의 집합으로 구성되는 기호 공간으로 정의하였다. 또한, 이동 객체의 위치를 추정하기 위한 기호공간을 정의하여, TISS상의 이동객체들의 위치를 항상 명확하게 결정할 수 있다. 차후, 실내 공간의 레이아웃을 고려한 기호 공간과의 오버레이를 통하여 다양한 확장이 가능하다.

### 참고문헌

- [1] A. Sawide, C.-C. Han, and M.B. Strivastava, "Dynamic find-grained localization in ad-hoc networks of sensors", In Mobile Computing Networking, pp.166-179, 2001
- [2] D. Niculescu and B. Nath. "Ad hoc positioning system (aps) using AoA", In proceedings of INFOCOM, 2003
- [3] N. Patwari, A. III, M. Perkins, N. Correal, and R. O'Dea., "Relative location estimation in wireless sensor networks", IEEE Transaction on Signal Processing, pp. 2137-2148, 2003
- [4] Lin Liao, Fox, D., Hightower, J., Kautz, H., Schulz, D., "Voronoi Tracking: Location estimation Using Sparse and Noisy sensor Data", In Proceedings of the International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 723-728., 2003
- [5] C.S. Jense, H. Lu, and B. Yang, "Graph model based indoor tracking", In Proceedings of the International conference on Mobile Data Management, pp.1-10, 2009