
실내 환경에서 ZigBee를 이용한 Zone 기반 위치추적 시스템 설계 및 구현

남진우* · 정영지*

*원광대학교 컴퓨터공학과

Design And Implementation of Zone Based Location Tracking System Using ZigBee in Indoor Environment

Jin-Woo Nam* · Yeong-Jee Chung*

*Dept of Computer Engineering, Wonkwang University

E-mail : pote333, yjchung@wonkwang.ac.kr

“이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임”(지역거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대한 관심이 높아짐에 따라 다양한 응용 서비스를 만족하기 위한 객체의 인식 및 위치 기반 서비스의 필요성이 증대하고 있다. 이러한 위치추적 기술은 유비쿼터스 환경에서 사용자의 상황인지에 관한 기본요소로서 기존 무선 센서 네트워크 인프라에서 통용되는 IEEE 802.15.4 ZigBee를 이용하여 효율성을 높여야 한다. 하지만 IEEE 802.15.4 프로토콜은 ToA, TDoA 등의 위치추적 기술을 적용하기에는 한계가 있으므로 RSSI를 이용한 Zone 기반 위치추적 기술을 필요로 한다.

본 논문에서는 유비쿼터스 환경의 위치추적 서비스를 지원하기 위한 802.15.4 ZigBee의 RSSI 기반 위치검출 알고리즘을 제안한다. 또한 실제적인 실내 위치추적 서비스를 위한 Zone 기반 위치추적 시스템을 설계 및 구현한다.

ABSTRACT

Recently, Ubiquitous computing technology is increasing necessity for object recognition and a location tracking technology to meet various applications.

The location tracking technology is the fundamental to the Context-Aware of users in Ubiquitous environment and its efficiency has to be improved using IEEE 802.15.4 ZigBee used in current infra such as ubiquitous sensor network. But because the IEEE 802.15.4 ZigBee protocol has limitation to apply location tracking technology such as ToA and TDoA, Zone-based Location Tracking technology using RSSI is needed.

In this paper suggests RSSI-based 802.15.4 ZigBee local positioning protocol to support a positioning tracking service in Ubiquitous environment. And Zone-based location tracking system is designed for actual the indoor location tracking service.

키워드

Ubiquitous Service, Location Tracking, Positioning Algorithm

1. 서 론

최근 정보통신 기술의 급격한 발전으로 인해 네트워크 인프라가 광범위하게 보급되어감에 따

라 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 이동성을 지닌 컴퓨팅 능력이 사용자를 둘러싼 환경에 자연스럽게 녹아 있는 기술을 의미한다[1]. 따라서

유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 구현하기 위해서는 컴퓨팅 서비스가 사용자와 함께 이동할 수 있어야 하며 사용자를 둘러싼 환경과의 상호작용을 통해 실시간으로 상황을 인지하여 처리할 수 있어야 한다[2]. 이러한 관점에서 위치추적 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 상황인지에 관한 중요 연구 분야로 인식되어 왔다.

유비쿼터스 컴퓨팅에서 제시하는 많은 사용자 위주의 서비스들은 사용자의 주 생활 공간인 실내에서 제공된다. 그러나 GPS와 같은 기존의 위치추적 서비스는 실내 환경에 부적합한 특성을 보이므로 실내 환경에 적합한 위치추적 시스템에 대한 연구들이 진행되고 있다[3]. 이러한 실내 위치추적 기술에서 WPAN 기술을 이용하는 경우, 위치 정확성 측면에서 초음파를 이용한 방법에 비해 부족하지만 기존 무선 센서 네트워크 인프라를 그대로 이용할 수 있다는 점에서 경제적인 방법이다.

그 중 ZigBee[4]는 WLAN과 Bluetooth에 비해 저전력, 저비용으로 구현되어 실제 실내 환경에서 다양한 적용 솔루션으로 주목 받고 있다. 하지만 ZigBee의 MAC, PHY에 해당하는 IEEE 802.15.4 프로토콜[5]은 ToA, TDoA 등의 위치추적 기술을 적용하기에는 한계가 있으므로 RSSI를 이용한 Zone 기반 위치추적 기술을 필요로 한다.

본 논문에서는 실내 위치추적 서비스를 지원하기 위한 802.15.4 ZigBee의 RSSI 이용 위치검출 알고리즘을 제안한다. 또한, Zigbee의 RSSI 이용 위치검출 알고리즘을 적용한 실내 환경에서의 Zone기반 위치추적 서비스 시스템을 설계하고, 구현한다.

II. Zone 기반 위치추적 서비스 시스템 구성 및 시나리오

2.1 위치추적 서비스 시스템 구성

ZigBee를 활용한 위치추적 서비스 시스템의 구성에 대하여 설명한다. 본 시스템의 구성은 위치추적 서비스 서버부분, 위치추적 서비스를 위한 ZigBee AP 부분, ZigBee End-Device 3개의 부분으로 나뉜다.

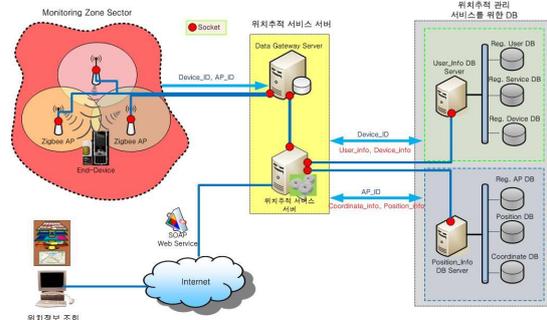


그림 1. Zone 기반 위치추적 서비스 시스템 구성도

2.2 위치추적 서비스 시나리오

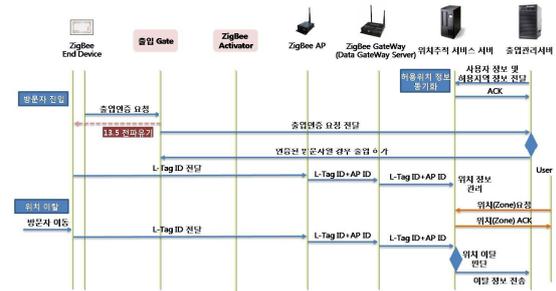


그림 2. Zone 기반 위치추적 서비스 시스템 흐름도

사용자의 ZigBee Tag가 Turn On 되었을 시 주변의 ZigBee AP로 Tag_Id를 전송하고 ZigBee AP는 Tag_Id를 송신한 Tag로 해당 메시지에 대해 응답하고 Tag_Id와 자신의 AP_Id를 첨부한 위치정보 메시지를 ZigBee GateWay로 전송한다.

이때, Tag_Id에 대한 응답 메시지를 수신한 ZigBee Tag는 응답 메시지에 대한 RSSI 값을 측정하여 일정 임계치 값 이하인 경우, 해당 ZigBee AP Zone에서 벗어난 것으로 간주하여 근처 ZigBee AP들로 Tag_Id를 전송(Broadcasting)하고 일정시간 동안 응답 메시지를 수신하여 RSSI 값이 가장 큰 ZigBee AP로 Tag_Id를 전송하여 Tag의 위치변화에 따른 이동 메커니즘을 수행한다. 한편, 위치정보를 수신한 ZigBee GateWay는 해당 위치정보를 출입관리 서버로 전송하며, 출입관리 서버로 전송된 위치정보는 출입관리 DB에 저장된다. 저장된 위치정보는 출입관리 Web Server에 의해 관리자로 하여금 Web UI를 통해 사용자의 위치를 실시간으로 파악할 수 있도록 서비스를 제공한다.

III. 위치추적 서비스 시스템 설계

본 절에서는 위치추적 서비스 시스템의 구성요소인 위치추적 서비스 서버와 위치추적 서비스 ZigBee Data Gateway, ZigBee End-Device, ZigBee AP에 대한 구성에 대하여 설명한다. 또한 위치추적 서비스에 따른 ZigBee Part 메시지 흐름과 관련하여 RSSI 기반 Zone(AP) 검출 알고리즘의 동작과정에 대하여 설명한다.

3.1 위치추적 서비스 서버 설계

위치추적 서비스 서버는 Data Gateway로부터 전달되어진 위치추적 관리 정보를 데이터베이스에 저장 / 유지 관리하며, 이를 이용하여 웹을 통하여 위치추적 관리 정보를 제공하고, 사용자로 하여금 서비스를 제공받을 수 있는 웹 인터페이스를 제공한다.

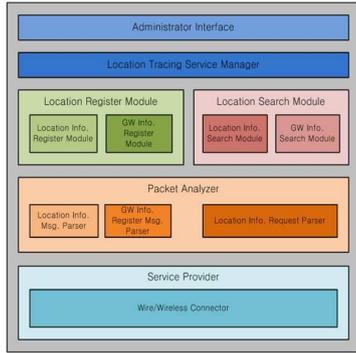


그림 3. 위치추적 서비스 서버 구성도

3.2 위치추적 서비스 ZigBee Data Gateway 설계

ZigBee Data Gateway는 위치추적을 위한 ZigBee AP의 망 구성을 담당하고, 각 ZigBee AP로부터 수집되어 전달되어지는 위치정보를 취합하여 상위 위치추적 서비스 서버로 전달하는 일을 수행한다.

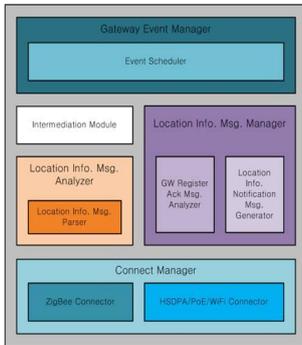


그림 4. 위치추적 서비스 ZigBee Data Gateway 구성도

3.3 ZigBee AP 설계

ZigBee AP는 ZigBee End-Device의 진입에 의해 위치 정보를 수집하여 상위 계층에 전달을 수행한다. ZigBee AP는 고유한 위치값을 가지고, 자신만이 담당하는 영역(Zone)을 가진다. ZigBee End-Device의 고유 ID를 전송받고, 그에 응답하는 응답 메시지를 ZigBee End-Device로 전송하는 기능을 수행함으로써, 사용자의 위치추적 메시지를 전송할 수 있는 망을 형성하는 기능을 수행한다.

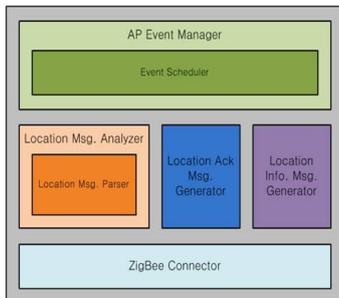


그림 5. ZigBee AP 구성도

3.4 ZigBee End-Device 설계

ZigBee End-Device는 ZigBee AP 영역(Zone)에 진입시 Active 상태로 전이되고, 자신의 ID를 Broadcasting 한다. 주위의 ZigBee AP로부터 수신확인 메시지를 받음으로써, 전파 수신세기를 이용한(RSSI) 위치 검출 알고리즘으로 자신의 위치 정보값을 선택된 ZigBee AP에게 송신한다. ZigBee End-Device는 주위의 ZigBee AP와 정기적으로 신호를 주고 받으며, RSSI값을 임계값과 비교하여 자신의 위치 정보를 항상 유지한다.

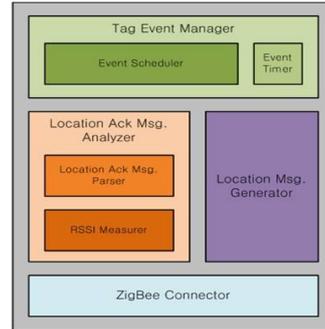


그림 6. ZigBee End-Device 구성도

3.5 ZigBee Part 메시지 흐름

다음 그림 7은 위치추적 서비스 시스템의 ZigBee Part에 해당하는 ZigBee End-Device, ZigBee AP, ZigBee Data Gateway간 메시지 흐름을 보여준다. ZigBee Part는 ZigBee End-Device의 동작을 중심으로 위치정보에 대한 전달이 수행되는 Active State, ZigBee End-Device의 Sleep Mode를 수행하는 Idle State로 구분된다.

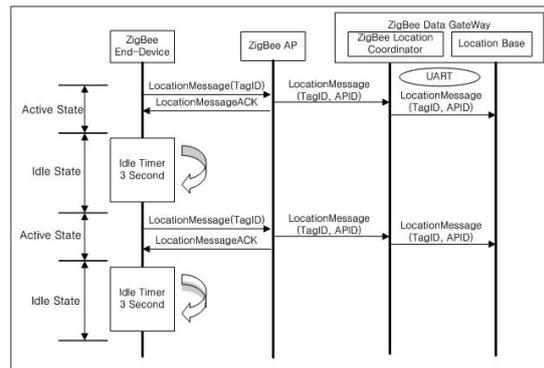


그림 7. ZigBee End-Device 구성도

3.6 RSSI 기반 Zone(AP) 검출 알고리즘

위치추적 서비스 시스템은 사용자의 ZigBee End-Device가 Turn On 되었을 시 주변의 ZigBee AP로 Tag_Id를 전송하고 ZigBee AP는 Tag_Id를 송신한 Tag로 해당 메시지에 대해 응답하고

Tag_Id와 자신의 AP_Id를 첨부한 위치정보 메시지를 ZigBee Data Gateway로 전송한다.

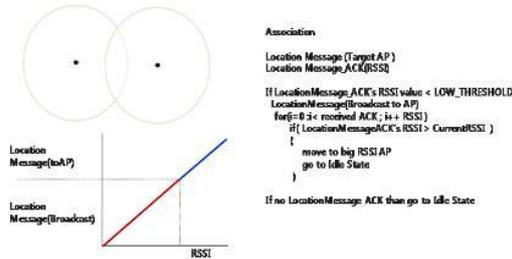


그림 8. RSSI 기반 Zone 검출 알고리즘

이때, Tag_Id에 대한 응답 메시지를 수신한 ZigBee End-Device는 응답 메시지에 대한 RSSI 값을 측정하여 일정 임계치 값 이하인 경우, 해당 ZigBee AP Zone에서 벗어난 것으로 간주하여 근처 ZigBee AP들로 Tag_Id를 전송(Broadcasting)하고 일정시간 동안 응답 메시지를 수신하여 RSSI 값이 가장 큰 ZigBee AP로 Tag_Id를 전송하여 Tag의 위치변화에 따른 이동 메커니즘을 수행한다.

IV. 위치추적 서비스 시스템 구현

본 논문에서는 위치추적 서비스 시스템 구현으로 ZigBee End-Device로 Radio Pulse MG2450 기반의 End-Device, ZigBee AP 및 위치추적 서비스 ZigBee Data Gateway로 Radio Pulse MG2455 기반의 EVK 모듈을 사용하였다.



그림 9. MG2450 기반 ZigBee End-Device



그림 10. MG2455 기반 EVK 모듈

다음은 위치추적 서비스 시스템 구현화면을 보여준다. 사용자의 ZigBee End-Device가 서비스 지역에 들어오면 해당 Zone(AP) 영역에서 사용자의 ID가 Display되어 Zone 기반 위치추적 서비스를 수행한다.

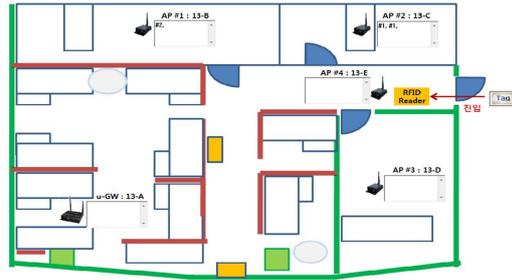


그림 11. Zone 기반 위치추적 서비스 UI

V. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 802.15.4 ZigBee를 이용한 RSSI 기반 위치검출 알고리즘을 통해, Zone을 기반의 실내 환경에서 사용자 위치추적 방법 및 위치추적 기반 서비스 모델을 제시하였다. 제시된 위치검출 알고리즘은 기존 무선 센서네트워크 인프라를 그대로 사용하며 저전력, 저비용의 특성을 유지함에 있어서 에너지 효율성을 보장한다. 또한, 이를 기반으로 유비쿼터스 응용 서비스를 지원하는 실내 위치추적 서비스 시스템을 설계 및 구현하였다.

이를 통해, ZigBee를 활용한 위치기반 서비스 모델을 제시하고, 이를 활용한 서비스의 확장 모델 및 방법을 제시할 수 있을 것이라 판단된다.

향후 본 연구를 기반으로 실내 환경에서 RSSI 기반 위치검출 알고리즘의 에너지 효율성 측면 성능분석을 통해 제안한 실내 위치추적 서비스 모델에 대한 효율성을 입증한다.

참고문헌

- [1] K. Lyytinen and Y. Yoo, "Issues and Challenges in Ubiquitous Computing", Communications of the ACM, Vol.45, No.12, Dec. 2002, pp. 62-65
- [2] Gregory D. Abowd, "Ubiquitous computing: Research themes and open issues from and applications perspective", Technical Report GIT-GVU 96-24, GVU Center, Georgia Institute of Technology, October 1996.
- [3] J. Hightower, G. Borriello, "Location systems for ubiquitous computing", IEEE Computer, Vol. 34, No. 8, August 2001, pp. 57-66
- [4] ZigBee Specification, ZigBee Alliance, ZigBee Document 053484r13, December, 2006
- [5] IEEE Standards, IEEE802.15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(LR-WPANs), September, 2006