

분산 ZigBee 네트워크 환경을 이용한 위치 기반 시스템 설계

김병욱*, 김철중**, 박석천***

*경원대학교 전자계산학과

E-mail : bwdream@gmail.com, huntcj@empal.com

, scpark@kyungwon.ac.kr

Design of Location Based System in Distributed ZigBee Network Environment

Byung-Wook Kim*, Chul-Jung Kim**, Seok-Chun Park***

*Dept of Software, Kyungwon University

요 약

무선통신기술의 발전과 전자기술의 발전으로 저가격, 저전력, 다기능 센서 노드로 구성된 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network)에 대한 관심이 급격히 고조되고 있으며 또한 무선 센서 네트워크를 응용한 서비스들이 많이 개발되고 있는 추세이다. 본 논문에서는 ZigBee Device를 이용한 위치추적 시스템을 제안한다. ZigBee Device의 한계 때문에 평상시에 불특정한 넓은 범위를 이동하는 일반인을 대상으로 할 수는 없지만 평상시 고정된 위치를 이동하는 아동이나 노인들을 대상으로 활용할 수 있는 시스템으로써 저렴하면서 효과적으로 구축가능하고 통신 데이터의 무결성과 보안을 제공하는 ZigBee 무선 통신 기술에 기반한 위치파악시스템을 제안하고 설계한다.

1. 서론

최근의 무선통신기술의 발전과 전자기술의 발전으로 저가격, 저전력, 다기능 센서 노드로 구성된 무선 센서 네트워크[1](Wireless Sensor Network)에 대한 관심이 급격히 고조되고 있다. 무선 센서 네트워크는 기존의 유선으로 구축된 센서 네트워크를 무선 네트워크로 대체하는 기술로서, 각 센서노드는 센서에 의한 센싱, 센싱된 데이터의 처리, 멀티 홉에 걸친 네트워크 등의 기능을 가지고 있으며 이는 기존의 전통적 의미의 센서에서 중요한 정보처리 능력의 향상을 의미한다. 또한, 향후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 자율적인 센싱, 저전력 통신기능 제공 및 수천 개 이상의 노드 객체들로 무선 센서 네트워크를 구성하여 언제 어디서나 다양한 정보 서비스 제공이 가능할 것으로 예상된다. IEEE 802.15.4 LR-WPAN(Low Rate-Wireless Personal Area Network; ZigBee[2][3])은 유비쿼터스 환경에 적극 대처하여 다양한 컴퓨팅 환경에 응용 가능한 기술로서 많은 기관에서 ZigBee의 구현을 위한 요소 기술들을 연구 및 개발 중에 있고 그 중 위치파악에 관한 연구에 대한 관심이 점차 높아지고 있다.

본 논문에서 제안하는 위치추적 시스템은 ZigBee Device의 한계 때문에 평상시에 불특정한 넓은 범위를 이

동하는 일반인을 대상으로 할 수는 없지만 평상시 고정된 위치를 이동하는 아동이나 노인들을 대상으로 활용할 수 있다. 실제로 아동 및 노인에 관한 범죄나 유괴 등이 날로 증가하고 있는 실정이며 이로 인해 부모 및 가족들의 걱정이 날로 증가하고 있고 이러한 예로 아동의 유괴 및 힘없는 노인들의 대한 범죄와 사건들이 연일 뉴스 및 신문에 오르내리고 있다. 이에 국가 차원에서 여러 가지 안전환 도시 만들기 프로젝트를 계획 및 실행 중에 있다. 노인 및 아동에게 무슨 일이 생기거나 위급한 일이 생길 시에는 노인 및 아동의 위치가 제일 먼저 파악되어야 하고 이는 가장 중요한 정보 중 하나이다. 특히 인구 고령화로 독거노인들이 점차 증가한다는 점과 아동들의 유괴사건의 74%가 남치 3시간 이내 피살된다는 점을 감안하면 이러한 위치에 대한 정보는 실시간으로 파악되어야 한다. 그렇기 때문에 언제 어디서나 제공이 가능한 표준적인 무선 네트워크를 구성하여 노인 및 아동의 위치정보를 제공해야 한다. 따라서 본 논문에서는 저렴하면서 효과적으로 구축가능하고 통신 데이터의 무결성과 보안을 제공하는 ZigBee 무선 통신 기술에 기반한 위치파악시스템을 제안하고 설계한다.

2. 관련 연구

2.1 ZigBee

ZigBee는 'Zigzag'와 벌을 뜻하는 'Bee'의 합성어로 벌

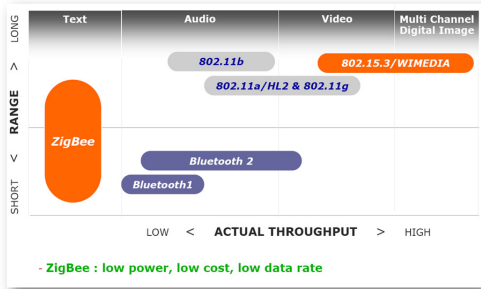
* 경원대학교 일반대학원 전자계산학과 석사과정
** 경원대학교 일반대학원 전자계산학과 박사과정(교신저자)
*** 경원대학교 IT대학 교수(교신저자)

이 여기저기 구석구석 움직이며 모든 것을 통신한다는 의미의 합성어로서 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 근거리 통신을 지원하는 IEEE 802.15.4 표준 중 하나이다. 표 1은 ZigBee 기술 주요 특징을 나타낸 것이다.

<표 1> ZigBee 기술 주요 특징

요구 사항	ZigBee
저전력 소모	WPAN 기술 최저 전력소모 (100mW 미만)
소형화	1cm 미만 소형 모듈
단순프로토콜 (사용 편리)	50Kb 프로토콜 (Bluetooth 1/4 수준)
멀티 모드 네트워크 지원	1:1, 1:n, Mesh, 다단계 호핑 (8단계)
대규모 네트워크 구성지원	최대 65,536 노드 수용
세계 표준 기반	IEEE 802.15.4(4b) 업계표준(ZigBee Alliance)
네트워크의 보안성과 신뢰성	최신 암호화 알고리즘 (보안성) 신뢰성 있는 라우터 지원(네트워크 신뢰성)

IEEE는 2003년 5월 저가격, 저전력과 간단한 Network 구조를 갖는 WPAN 기술을 정의하는 802.15.4를 발표했다. ZigBee Alliance는 IEEE에서 정의하는 PHY, MAC에 네트워크/보안 계층을 추가로 정의하여 ZigBee 표준화 SPEC Version 1.0을 2005년 1월에 발표했다. ZigBee는 무선통신 기술이지만 WPAN 프로토콜의 모든 장점을 부각시키진 않는다. 단순한 프로토콜과 긴 배터리 수명 등이 중요한 센서 네트워크, 홈 오토메이션, 모니터링 시스템, 지능형 액세스 컨트롤 기능 등에 최적화 된 기술이다. ZigBee는 가정이나 사무실의 조명, 보안 등을 무선으로 조절할 수 있는 무선 네트워크를 구축하는 무선 표준의 하나로 연결 기기들의 전력 소모가 적은 것이 특징이다. 다음 그림 1은 타 기술과 ZigBee 포지셔닝을 나타낸 것이다.



(그림 1) ZigBee 포지셔닝

ZigBee 기기는 성능별과 기능별로 나누어 볼 수 있으며 성능별 ZigBee기기는 FFD에서의 Coordinator, 라우터, 종단기기와 RFD에서의 종단기기로 나누어 볼 수 있다. 기능별 ZigBee기기는 다른 네트워크와 사이에 라우터처럼

트리의 루트 역할을 하는 Coordinator, 모든 네트워크 형태에서 작동 가능하고 필요한 경우 Coordinator로도 작동 가능한 라우터, 꼭 필요한 기능만 살리고 나머지는 모두 버려서 아주 값싸게 만들려는 목적인 종단기기로 나누어 볼 수 있다. ZigBee스펙은 IEEE 802.15.4 표준을 골격으로 하였다. ZigBee표준을 제정하기 위해 국제민간단체인 ZigBee Alliance가 만들어졌고, 이 단체가 IEEE 802.15.4를 기반으로 표준 스펙을 제정한 것이 ZigBee 스펙이다. ZigBee와 IEEE 802.15.4의 관계는 ZigBee가 IEEE 802.15.4를 모두 포함하고 있다. ZigBee는 계층구조를 이루는데, 하위계층이 IEEE 802.15.4이며 상위계층이 ZigBee로 구성이 된다.

2.2 위치 기반 서비스(LBS)

위치 기반 서비스(LBS : Location Based Service[4][5])란 위치 및 지리정보를 활용해 다양한 서비스를 제공하는 것을 말한다. 처음에는 군사용으로 시작되었지만, 그 효용성이 입증되면서 교통, 치안 등 공공부문에서 널리 활용되고 있다. 다양한 측위기술의 개발과 응용 서비스들의 확산으로 인해 현재는 일상생활 곳곳에서 LBS 관련 서비스를 접할 수 있으며 LBS를 응용한 새로운 서비스 모델 연구도 꾸준히 진행 중이다.

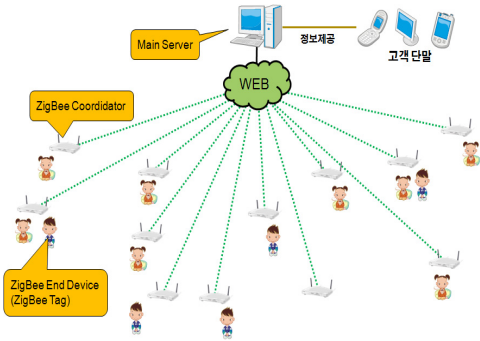
LBS서비스의 예를 들면 현금 출납기나 식당 등 가까운 위치의 서비스나 시설 정보를 조회하거나, 할인 중인 주요 소 위치 정보나 교통 정체상황 경고 등 알림 서비스, 친구 위치 찾기 등의 서비스 등이 있다.

위치 기반 서비스의 구성 요소(기술)은 크게 측위 기술(LDT : Location Determination Technology), 위치 처리 플랫폼(LEP : Location Enabled Platform), 위치 응용 프로그램(LAP : Location Application Program)의 3가지 부분으로 나누어 볼 수 있다. 측위기술은 보통 GPS나 이동통신 기지국에서 측정된 값을 이용하여 사용자의 위치를 찾는 기술이며 최근에는 다른 여러 가지 기술로 위치 정보를 측위 하는 추세이다. 위치 처리 플랫폼이란 측위 기술에 의해 얻어진 사용자나 사물의 위치를 취합하고 일관된 표현의 정보로 가공하여 네트워크와의 인터페이스를 통해 위치 응용 프로그램단의 구성요소들에 서비스하거나, 저장하는 기능을 하는 위치 기반 서비스 구성요소를 통틀어 일컫는다. 마지막으로 위치 응용 프로그램은 위치 처리 플랫폼과 통신하여 개별 사용자 및 사물의 위치를 기반으로 동적으로 가공된 콘텐츠를 제공하거나 수집된 위치 정보를 관리할 수 있는 서비스를 말한다.

3. 실시간 위치추적 시스템 설계

본 논문에서 제안하고자 하는 시스템은 분산된 ZigBee 네트워크 환경을 이용한 사용자 위치추적 시스템이다. 이미 상용화된 셀룰러 망을 이용한 친구 찾기 서비스 등의 기존 모델이 있지만 사용 요금문제로 인해 실제로 많이 사용하기에는 부담스러운 측면이 없지 않다. 따

라서 Infrastructureless한 ZigBee 기기를 이용해 마치 Infrastructured 네트워크 기반인 셀룰러망 처럼 중요 위치에 설치하여 위치 추적을 하게 된다. 그림 2는 본 논문에서 제안하는 시스템 구성도이다.



(그림 2) 분산 ZigBee 네트워크 환경을 이용한 위치 추적 시스템 구성도

ZigBee 기기의 특성상 커버리지가 크지 않아 정해진 PAN 영역을 벗어나면 태그가 센싱 되지 않지만 일정한 장소를 움직이는 아동이나 노인, 그리고 항상 같은 지역을 움직이는 영업사원들 에게는 적합한 서비스이다. 특히 아동이나 노인은 움직이는 장소가 한정되어 있기 때문에 커버리지가 그리 크지 않은 ZigBee 디바이스로도 충분히 위치 파악을 할 수 있다. 그리고 사회적으로 약자이기 때문에 외부 위험에 노출 될 가능성이 많고 그들을 지켜주어야 하는 가족 입장에서 그들의 위치를 자주 파악할 수 있기 때문에 이 서비스를 이용하면 불의의 사고를 미연에 방지할 수 있다는 이점이 있다.

분산 ZigBee네트워크 환경을 이용한 위치추적 시스템은 다음 표2와 같은 구성요소를 갖는다.

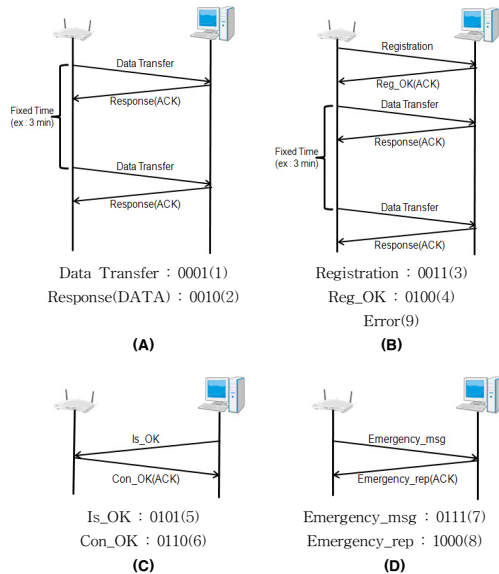
<표 2> ZigBee 위치추적 시스템 구성요소

구성요소	기능
MAIN SERVER	ZigBee Coordinator, DB 관리
ZigBee Coordinator	각 PAN에서 ZigBee 태그 센싱, MAIN SERVER로 정보 전송
ZigBee 태그	위치정보를 제공하는 사용자가 소지하는 ZigBee Device
WEB SERVER	위치정보 조회를 원하는 사용자에게 정보 제공

메인 서버는 각 요소에 배치된 ZigBee Coordinator로부터 센싱된 태그에 대한 정보를 주기적으로(ex : 3분) 받아 DB에 저장하고 사용자가 정보를 원할 때는 ASP등을 이용한 웹페이지나 모바일 기기를 통해 사용자에게 위치 정

보를 제공한다. ZigBee Coordinator는 사용자가 현재 지정된 위치에 존재 하는지의 여부를 알아야 하는 중요 장소에 설치되어 고유한 프로토콜로 MAIN SERVER와 주기적으로 통신하며 자신의 PAN 영역에 있는 태그 정보를 송신한다. ZigBee 태그는 위치 추적을 위해 아동이나 노인들이 소지하며 주기적으로 ZigBee Coordinator와 통신하며 자신의 위치를 알린다. 마지막으로 웹 서버는 최종 사용자와 직접적으로 연결되는 부분으로써 사용자가 현재의 위치정보를 조회하거나 과거의 위치 정보 이력을 확인할 때 사용자에게 해당 페이지를 Display 하게 된다.

제일 자주 통신이 일어나는 MAIN SERVER와 정해진 위치에 있는 ZigBee Coordinator간의 메시지는 크게 어렵게 정의하였으며 각 메시지의 용도에 알맞게 해당 코드를 데이터 앞에 붙여서 MAIN SERVER와 ZigBee Coordinator간의 통신을 수행한다.



(그림 3)메시지 코드 정의

의 메시지 코드는 데이터전송(1), 그에대한 응답(2)로 정의되어 있다. (B)는 ZigBee Coordinator가 간단한 인증 절차를 수행하는 것으로 먼저 정상적인 ZigBee Coordinator가 MAIN SERVER에 등록 메시지(3)를 보내면 MAIN SERVER는 등록에 대한 허가 메시지(4)를 보내게 된다. 만약 인증 시에 적합한 인증>Password, ID)를 통과하지 못하게 된다면 MAIN SERVER는 에러메시지(9)로 응답하게 된다. (C)는 ZigBee Coordinator가 주기적으로 메시지를 보내지 않을 때 MAIN SERVER가 ZigBee Coordinator의 상태를 확인하기 위해 보내는 메시지(5)를 보내게 되었을 때, 만약 ZigBee Coordinator가 정상상태라면 자신의 상태를 알려주는 확인메시지(6)을 보내는 것을

보여주는 그림이다. (D)는 일정한 알고리즘에 의해 만약 센싱 되어야 하는 태그가 센싱 되지 않고 부재중 일 때 사용자에게 응급메시지를 날려야 하므로 응급 메시지(7)를 메인 서버로 보내는 그림이며, 응급메시지를 정상적으로 수신한 MAIN SERVER는 응급 메시지에 대한 확인메시지(8)를 보내게 된다.

이러한 시스템을 이용해 아동 및 노인에게 ZigBee 태그를 소지하게 한 뒤 가족들은 아동 및 노인의 위치를 파악할 수 있게 됨으로써 현재 위치가 어디인지 그리고 만약 아동이나 노인이 평상시의 일반적인 동선을 벗어났을 때 응급메시지를 수신함으로써 비상상황에 대한 적절한 조치가 신속하게 취해질 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 ZigBee 기기를 이용해 사용자의 위치를 추적하여 가족 등에게 위치 정보를 제공하는 분산된 ZigBee 네트워크를 이용한 위치추적 시스템을 제안하였다. 물론 ZigBee 디바이스의 커버리지의 한계가 있긴 하지만, 이동 경로가 거의 일정한 아동이나 노인들에게 적용하기 적합한 시스템이며, 또한 그들은 사회적으로 보살피려야 할 대상이다. 이 시스템을 이용하여 아동이나 노인이 지정된 장소에 있을 때 확인할 수 있으며 혹시라도 일어날 수 있는 범죄나 사고 등에 조금 더 신속한 대응을 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 이재용 연세대학교, “유비쿼터스 센서 네트워크 기술“, TTA저널, 제95호, PP 78~83
- [2] IEEE, “802.15.4 Standard Part 15.4: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate WirelessPersonal Area Networks,” October 2003
- [3] 원광호 외 2명, “지그비(ZigBee)”, KETI, 2004.07.
- [4] Schiller, J. and Voisard, A, “Location-Based Services,” Morgan Kaufmann, 2004
- [5] Shu Wang, Jungwon Min and Byung K. Yi, “Location Based Services for Mobiles: Technologies and Standards,” IEEE International Conference on Communication (ICC) 2008, Beijing, China