

선박 내 위치인식 및 개인 정보 전달을 위한 WBAN 기반 WUSB 기술 연구

김범무*, 허경*, 이연우**, 이성로^o

Research for applying WUSB over WBAN Technology to Indoor Localization and Personal Communications in a Ship

Beom-mu Kim*, Kyeong Hur*, Yeonwoo Lee**, Seong Ro Lee^o

요 약

본 논문에서는 선박 내 실내에서 개인 정보 전달의 효율성을 높이는 WUSB over WBAN 프로토콜 구조와 본 프로토콜에 기초한 실내 위치인식 기술을 제안한다. 이를 위해 전력 소모를 최소화 하면서 정밀한 위치 인식이 가능한 위치인식알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 위치인식알고리즘은 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서 노드에서 GPS 없이 독립적으로 실행되어 측정된 값을 사용하여, 각 센서 노드의 위치를 추정함으로써 전력소모를 최소화한다.

Key Words : Localization, Wireless USB, Distributed MAC, WBAN, Ship

ABSTRACT

In this paper, a novel WUSB (Wireless USB) over WBAN (Wireless Body Area Networks) MAC protocol is proposed to improve efficiency of sensing the personal information. Furthermore, a localization technique based on that protocol is also proposed for indoor localization in a ship. For this purpose, the proposed localization algorithm minimizes power consumption and estimates location with accuracy. It is executed independently at each sensor node on the basis of WUSB over WBAN protocol. And it minimizes power consumption by estimating locations of sensor nodes without GPS (Global Positioning Systems).

I. 서 론

최근 물류의 양이 증가함에 따라 컨테이너를 사용한 해상 물동량이 급격히 증가되어 부두에서 처리하여야할 컨테이너 양이 많이 증가되었다. 이에 항만에서의 물류비용 절감을 위해 항만 자동화에 관한 관심이 증대되고 있다. 항만의 자동화는 선박에서 컨테이너를 운반할 트레일러가 통과하는 RFID

를 이용한 게이트의 자동화, 정박한 선박에 설려 있는 화물을 취급하는 Quay-Side 컨테이너 크레인(QC)의 자동화, 야드에서 컨테이너를 이적하는 갠트리크레인(GC), 게이트 사이에서 컨테이너를 수송하는 컨테이너 트랜스 포터의 자동화로 크게 분류할 수 있다. 부두의 운용 효율을 증가시키기 위해서는 야드 크레인의 정확한 위치 검출이 상당히 중요한 과제이다. 참고문헌 [1]에서는 UWB위치인식 시

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2011-0029321).

• 주저자 : 목포대학교 전자공학과, ktiger1907@mokpo.ac.kr, 학생회원

o 교신저자 : 목포대학교 정보전자공학과, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

* 경인교육대학교 컴퓨터교육과, khur@ginue.ac.kr, 중신회원

** 목포대학교 정보통신공학과, ylee@mokpo.ac.kr, 중신회원

논문번호 : KICS2013-01-033, 접수일자 : 2013년 1월 14일, 최종논문접수일자 : 2013년 3월 8일

시스템을 적용한 야드 크레인의 자동화에 대하여 논의하고 개발방향을 제시하였다. 또한 선박 내 실내 위치인식에 대해서도 참고문헌 [2]와같이, 선박 내 위치인식 및 정보전달을 위한 IEEE 802.15.4 기반 기술 도입연구가 이루어졌다. 그러나, 선박 내 실내에서 개인 정보 전달의 효율성을 높이는 무선 프로토콜 기술에 대한 연구 및 실내 위치인식기술에 대한 연구는 미흡하다.

사용자의 위치정보를 획득할 수 있는 대표적인 시스템으로는 GPS(Global Positioning System)와 이동통신망을 이용한 위치 측정 시스템을 들 수 있다. 특히 GPS의 경우는 이동통신망을 이용하는 위치 측정 시스템에 비하여 보다 정밀한 위치 측정이 가능하고 지구상의 모든 장소에서 사용이 가능하다는 장점으로 인하여 널리 사용되고 있다. 그러나, LoS(Line of Sight)를 요구하는 GPS의 특성상 실내에서는 사용이 곤란하며, 수십cm 이하의 오차 범위를 요하는 정밀한 위치 측정은 어렵다는 단점이 있다. 또한, 임베디드 컴퓨터가 주변 환경과 사물에 내재되어 사용되는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 장치의 가격이 매우 중요한 요소이므로 비교적 가격이 고가인 GPS는 적합하지 않다고 할 수 있다. 한편, 실내의 경우처럼 범위가 한정된 특정 지역에 있어서는 위도와 경도 등으로 표현되는 절대적인 위치정보보다는 기준 위치에서 어느 정도의 거리에 놓여 있는가 하는 상대적인 위치정보가 더욱 유용할 것이다. 이상과 같은 관점에서 실외에서 널리 사용되는 GPS를 대체할 수 있는 새로운 위치 측정 시스템에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 이에 따라 사용자의 장치 혹은 센서노드 등에 장착되어 상대적인 위치를 파악할 수 있는 저가의 저전력 소모 위치 측정 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다³⁻⁷⁾.

기존의 유선 USB는 각 장치와 Host를 연결하는데 유선 케이블이 필요하기 때문에, USB 호스트와 연결된 디바이스와의 거리에 대한 제약, 복잡하게 연결된 케이블의 외관, 그리고 USB 허브에 부착된 슬롯 개수에 따른 설치의 복잡성과 같은 단점들을 가지고 있다. 이러한 문제점들을 해결하고자 Intel 등의 기업들을 중심으로 형성된 WiMedia Alliance는 WiMedia MAC의 무선 기술을 이용한 Wireless USB 규격을 개발하였다⁸⁾. WiMedia MAC은 WiMedia Alliance에서 개발한 UWB 기반의 분산화된 D-MAC (Distributed MAC) 프로토콜이며, WUSB는 유선 USB와 동일한 기능을 제공하도록

설계되었으며 호스트와 디바이스간 3m이내 거리에서 최대 480bps의 전송대역폭을 제공하며 최대 거리 10m이내까지 동작되도록 설계되었다⁹⁾.

WBAN (Wireless Body Area Networks) 표준은 근거리, 저전력, 고신뢰성 무선통신을 목표로 하고 있으며, 용도에 따라 전송속도가 10Kbps~10Mbps 범위로 의료용 또는 비의료용 서비스에 활용된다. 의료용의 경우 인체 내부에 이식되는 이식형과 인체 외부에 부착되는 부착형 장치로 나누어지며, 비의료용은 실시간 오디오/비디오 스트림, 데이터 파일 전달, 엔터테인먼트 등의 분야에 활용된다. 미래 사회에는 다양한 무선 장치들이 인체에 구성되어 네트워크를 형성할 것이다. 이때 전파가 인체에 미치는 영향, 통신에 사용되는 소모전력, 응용 서비스에 요구되는 다양한 특성 등을 만족하는 WBAN 기술이 필요하다. WBAN의 공통적인 목표는 처리량 향상, 지연시간 최소화, 소모전력 최소화를 지원하는 것이다¹⁰⁾.

본 논문에서는 선박 내 실내에서 개인 정보 전달의 효율성을 높이는 WUSB over WBAN 프로토콜 구조와 본 프로토콜에 기초한 실내 위치인식 기술을 제안한다. 이를 위해 전력 소모를 최소화 하면서 정밀한 위치 인식이 가능한 위치인식알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 위치인식알고리즘은 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서 노드에서 GPS 없이 독립적으로 실행되어 측정된 값으로부터 각 센서 노드의 위치를 추정함으로써 전력소모를 최소화한다.

II. 개인 정보 전달의 효율성을 높이는 WUSB over WBAN 프로토콜

2.1. Wireless USB 기술

WUSB는 기존의 USB와 마찬가지로 PC를 WUSB Host로 하고 무선 USB 규격을 적용한 주변 WUSB Device가 중앙집중방식으로 접속하는 형태이다. 또한 WUSB 표준 규격에서는 하나의 송수신기를 갖춘 특정 디바이스가 WUSB Host와 WUSB Device 기능을 동시에 수행할 수 있는 DRD (Dual Role Device)를 정의하고 있다. 이러한 DRD 기능의 사례로는 그림 1에 나타난 바와 같이 PC와 무선 WUSB 채널을 통해 연결된 WUSB Device 기능을 하는 WUSB HDTV 디바이스(DRD)가 또 다른 WUSB 채널을 통해 WUSB Host 기능을 하면서 디지털 카메라와 연결된 경우가 있다. 이

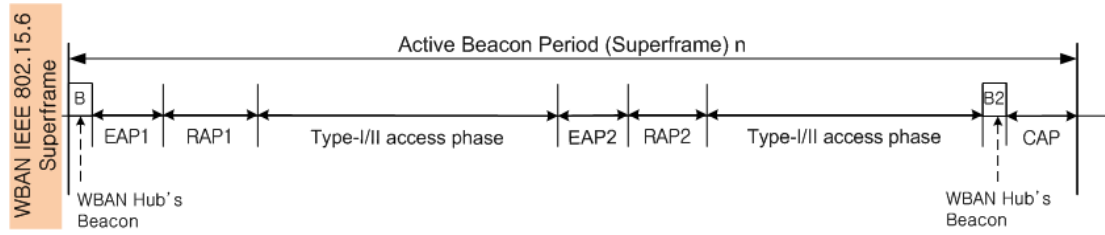


그림 2. IEEE 802.15.6 Beacon mode에서의 Superframe 구조
 Fig. 2. A Superframe Structure of IEEE 802,15,6 Beacon mode

러한 DRD를 이용하여 다수의 WUSB 클러스터들 간 상호 통신이 가능하게 된다⁸⁾.

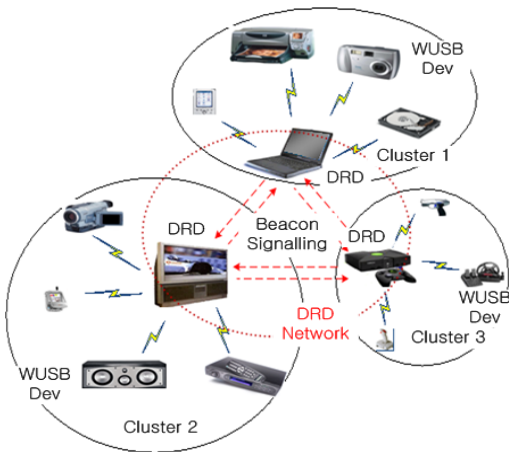


그림 1. WUSB Cluster 기반 DRD 네트워크 토폴로지 구성 사례
 Fig. 1. A topology configuration of WUSB Cluster based DRD Networks

WUSB는 WiMedia D-MAC 상에서 동작할 경우, WUSB 채널은 WiMedia D-MAC 수퍼프레임에서 Private DRP로 예약한 DRP 구간들의 집합으로 형성된다. Private DRP 구간은 특정 어플리케이션 그룹 멤버 디바이스들만 예약 전송 가능한 구간으로, 다른 어플리케이션의 디바이스들의 이 Private DRP 구간에 대한 정보를 얻을 수 없다. 이러한 Private DRP 구간들의 설정은 DRP 예약 및 MMC (Micro-scheduled Management Commands) 제어 패킷이 담당하게 된다. WUSB Host는 D-MAC 계층에서 수퍼프레임 단위로 비컨에 DRP IE를 담아 전송하므로써 WUSB 그룹 통신에 필요한 Private DRP 시간 구간을 예약하고, MMC 스케줄링을 수행하게 된다. MMC는 WUSB 호스트가 자신의 클러스터에 속한 디바이스들에게 방송하는 제어 패킷으로 다음 MMC 패킷이 전송될 시간정보, I/O control 시간정보, 호스트와 디바이스들간 통신 스케줄 정보 등을 포함하고 있다. 하나의 MMC는 다음 MMC전까지 이루어질 USB 트랜잭션에 대한

스케줄링 정보를 포함하며 모든 WUSB 호스트와 WUSB 디바이스간 통신은 MMC에서 스케줄 된 순서와 시간에 맞추어 통신하게 된다⁸⁾.

2.2. IEEE 802.15.6 WBAN MAC 기술

IEEE 802.15.6의 연구 범위는 움직이거나, 정지 상태에서 3m 범위까지 사람의 활동 공간에서 무선 접속을 제공할 수 있는 물리 계층과 데이터 링크계층을 표준화하고, 저전력, 소형화에 초점을 맞추고 있다. WBAN 표준화의 요구사항을 살펴보면 응용에 따라 소리, 영상 등을 전송하기 위해 고속의 데이터 전송 속도가 요구되고, 생체 신호의 전달을 목적으로 할 경우 저속 전송과 전력 소모의 효율성이 요구된다. 특히 인체에 이식되거나 착용할 경우 배터리 교체가 어렵기 때문에 기존의 센서 네트워크 기술에 비해 더 효과적인 저전력 기술이 요구된다. 다른 IEEE 802.15 WPAN 그룹과 전송속도 및 전력을 비교했을 경우에도 WBAN이 요구하는 전력량이 40mW이내로 다른 것에 비해 낮는데 반해 전송속도는 응용에 따라 UWB 기술을 이용해 고속으로 제공되어야 한다¹⁰⁾.

IEEE 802.15.6은 하나의 허브와 여러 개의 노드가 스타 토폴로지를 구성하여 하나의 독립적인 네트워크를 형성한다. IEEE 802.15.6 MAC 프로토콜은 수퍼프레임 구간 내 Beacon Period를 설정하여 허브 디바이스가 비컨을 전송하는 Beacon mode로 동작한다. Beacon mode는 비교적 많은 양의 트래픽이 발생하는 Non-Medical 환경에서 사용된다. Beacon mode의 Active Beacon Period는 그림 2와 같이 Exclusive Access Phase 1 (EAP1), Random Access Phase 1 (RAP1), Type-I/II Access Phase, EAP2, RAP2, Type-I/II Access Phase, Contention Access Phase (CAP)로 나누어 진다. EAP1과 EAP2는 높은 우선순위를 갖는 데이터를 보내기 위해 할당된 구간이고 RAP1, RAP2, CAP는 나머지 데이터를 전송하기 위해 할당된 구간으로 경쟁 기반의 접속 방식이다. 여기서 각 구간의 접속을 위

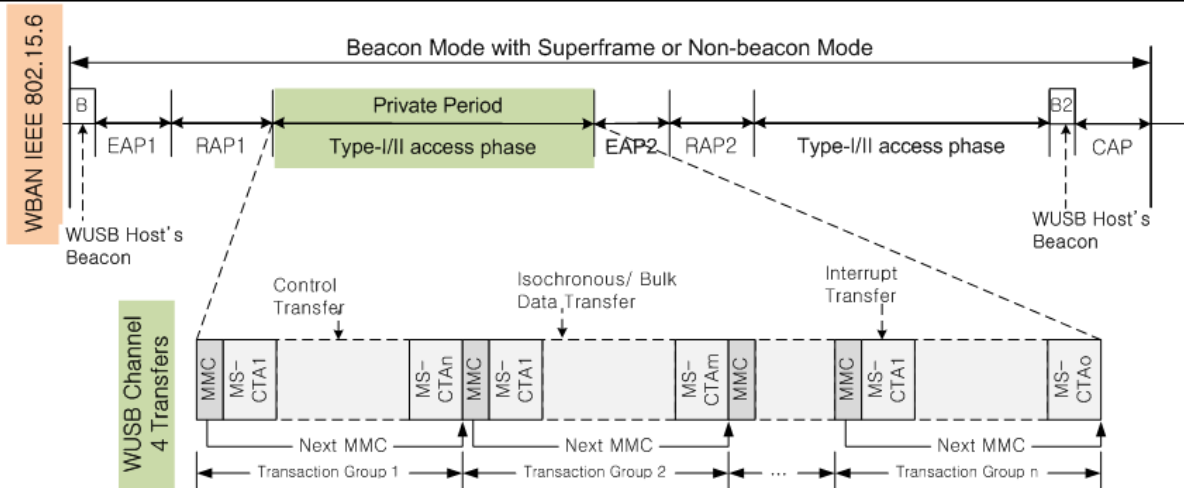


그림 3. WUSB over IEEE 802.15.6 MAC
Fig. 3. WUSB over IEEE 802.15.6 MAC Configuration

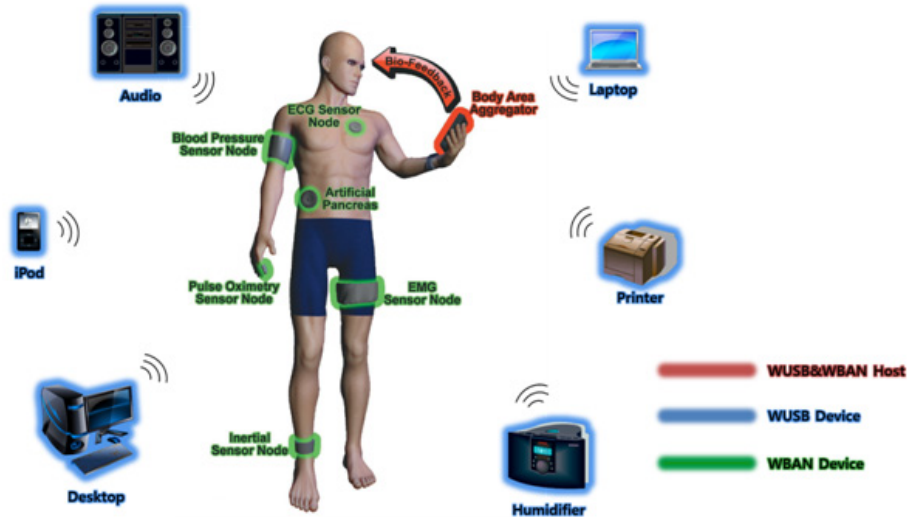


그림 4. WUSB over WBAN 기반 개인정보전달 시스템
Fig. 4. WUSB over WBAN based Personal Communication Systems

해, CSMA/CA 또는 Slotted Aloha 방식을 이용한다. Type-I/II Access Phase은 비경쟁 기반의 접근 방식으로 허브와 노드는 미리 할당된 구간을 이용한다. 본 논문에서는 그림 3와 같이 WUSB 호스트와 디바이스들 간 통신을 위해 Type-I/II Access Phase 구간을 할당하여 MMC 스케줄링 기능을 지원한다. 그림 4는 사용자가 WUSB 호스트와 WBAN 허브 호스트의 기능을 동시에 수행하는 경우, 하나의 WUSB 클러스터와 하나의 WBAN 클러스터가 결합되어 구성된 개인정보전달 시스템 사례를 나타낸다.

III. WUSB over WBAN 기반 위치 인식 기술

전력소모 최소화를 위한 위치 인식 시스템은 리

시버, 비컨, 상황인식 서버로 구분된다. 리시버는 각 비컨과의 거리 값 계산을 위한 시간정보 Data(TCNT: 초음파 도달시간)을 획득하여 이를 중계(Relay) 노드 역할을 하는 비컨을 통해 상황인식 서버와 연결된 싱크 노드(Sink node)에게 전달하고 상황인식 서버는 싱크 노드로부터 전달받은 시간정보 Data를 이용해 비컨과 리시버간의 거리 값을 계산, 이를 이용하여 삼각 측량 방식으로 리시버의 위치 좌표를 계산하고 디스플레이한다. 비컨은 각각 고유(Unique)ID와 Numbered ID를 가지고 있다. 고유 ID는 시스템을 구성하는 비컨의 마다 다르지만, Numbered ID는 시스템을 구성하는 비컨의 수와 관계없이 1번부터 4번까지 할당된다. 할당된 Numbered ID는 시간 동기화를 통한 Auto Beaconsing시 이용되어 시스템 내의 RF사용을 최소

화하여 시스템 전체 전력 소모를 최소화하는데 기여하게 된다.

제안한 시스템은 WUSB over WBAN 프로토콜에서 리시버와 비컨 사이의 시간에 의해 할당된 시간 구간을 가지며 해당 시간 구간은 초기 동기화 작업에 의해 동기화된다. 초기 구역을 결정하고 리시버와 비컨간의 동기화를 맞춘 후 4개의 비컨들로부터 초음파를 수신한 후 해당 초음파 수신 대기 시간을 통해 거리 값을 만들어 낸다. 구역 설정에는 비컨의 초음파 인터럽트를 이용하여 수행하게 되며 그 정보는 리시버에게 Numbered ID Ordering 스케줄 방식으로 전달되어 충돌을 방지하게 된다. 그 후 구역이 결정되면 해당 구역의 비컨들을 활성화하게 된다.

3.1. 리시버 시스템

리시버는 전체 시스템에서 매우 중요한 기능인 거리 측정을 위한 시간 정보 Data를 상황인식 서버로 전송하는 역할과 그리고 WUSB 호스트 기능을 갖는 WBAN 허브 노드의 Auto Beaconsing을 통한 비컨 스케줄링을 관장한다.

리시버 알고리즘의 중요한 부분은 비컨과 리시버 사이의 동기화를 통한 Auto Beaconsing 그리고 구역 결정이다. 구역 결정 부분은 다음과 같이 수행된다. 리시버는 처음 전원을 키게 되면 Solicitation message를 브로드캐스트하고 곧이어 초음파를 송출한다. Solicitation message는 구역 결정을 위한 비컨의 초음파 타이머 인터럽트에 사용된다. 리시버의 초음파를 수신한 비컨들은 초음파 인터럽트를 통해서 리시버와 자신간의 거리를 계산하여 구역 결정 임계값과 비교하여 결정되는 구역에 해당하게 되면 고유 ID를 리시버에게 전송하여 구역 결정 과정을 완료한다.

구역 결정은 리시버의 현 위치에 해당하는 구역을 설정하는 과정으로 설정된 구역의 비컨들만이 위치 인식에 참여하게 되므로 나머지 비컨들은 전력 절약의 효과를 가져올 수 있게 된다. 리시버의 초음파를 수신할 수 있는 비컨들만이 구역 결정에 참여하게 되므로 구역 결정을 위한 RF 사용의 최소화로 시스템내의 충돌 및 리시버의 초기 위치 결정 지연이나 전력 소모 최소화에 기여하게 된다.

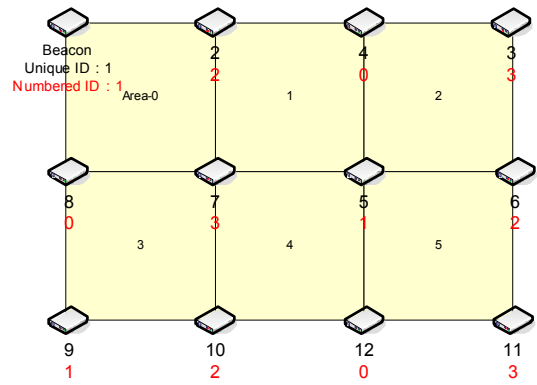


그림 5. Numbered ID 에 따른 비컨 배치 방식
Fig. 5. A Beaconsing Scheme according to Numbered ID

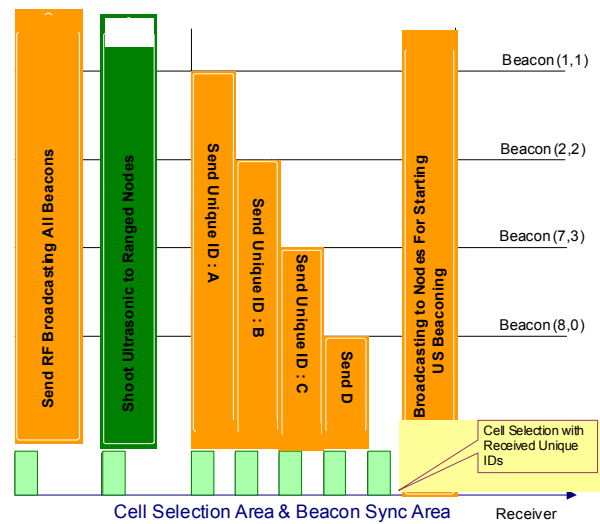


그림 6. 구역 설정과 비컨 동기화
Fig. 6. Beacon Synchronization and Area Selection

3.2. 비컨의 시스템 순서도

비컨은 리시버의 동작 지시에 따라 초음파를 발신하고 리시버의 위치 측정 데이터를 싱크노드로 릴레이하는 기능을 가지고 있다. 본 시스템에서는 비컨의 배치 방식을 고유 ID를 모듈로4 연산을 통해 Numbered ID를 구한 후 이를 사용하여 아래와 같이 배치하게 된다. 각 구역의 Numbered ID 는 유일해야하며 [0:1] 값의 범위를 갖는다.

비컨에 전원이 들어오면 대기 상태로 기다린다. 리시버로부터 Solicitation 메시지를 수신하면 타이머를 초기화하고 리시버로부터 초음파가 도달하기를 기다린다. 초음파를 수신하면 타이머를 정지시켜 리시버와 자신간의 거리를 계산하고, 일정 시간 동안 초음파를 수신하지 못하면 대기 상태로 회귀한다. 계산된 거리 값과 구역 내 한계 값인 CELL_SIZE_

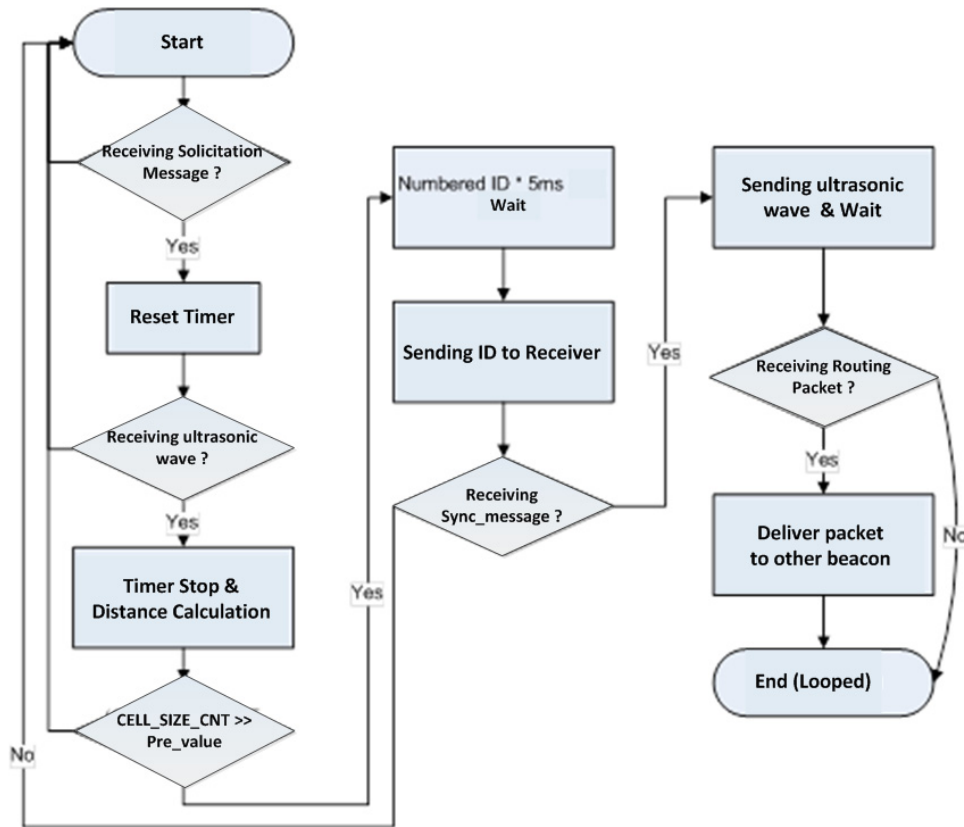


Fig. 7. A Beaconsing System Flowchart
 그림 7. 비컨 시스템 순서도

CNT를 비교하여 계산된 거리 값이 구역 내 한계 값보다 작은 비컨이 속한 구역이 결정된 것이다. 구역이 결정된 비컨 들은 자신의 Numbered ID * 5ms의 시간동안 대기한 후 자신의 고유 ID를 리시버에게 전송한다. 여기까지가 리시버의 구역결정에 비컨이 참여하는 부분이다.

구역 결정 과정이 종료되면 결정된 구역의 비컨 들은 리시버로부터 동기화 메시지가 수신되기를 기다린다. 동기화 메시지에는 리시버의 동기 정보와 비컨의 Numbered ID에 따른 초음파 송출 시간 구간정보가 포함되어 있으므로 비컨은 Local Clock에 Offset을 더하여 동기화를 수행한 후 정해진 순서에 따라 초음파를 1회 송출하고 대기 상태로 들어간다. 구역 결정에서 제외된 비컨들은 전력소모의 원인이 되는 초음파를 송출하지 않기 때문에 시스템 내 전력 소모 최소화에 기여하게 된다. 기존 시스템은 리시버의 라운드 로빈 방식의 호출에 의한 스케줄링이므로 전력 소모가 적게 되지만, 확장할 경우 위치 인식에 지연이 많이 발생하는 문제가 있었으나, 제안한 방식은 리시버의 트리거에 의해 주관되는 리시버 비컨 간 동기화에 따른 초음파만을 이용한

Auto Beaconsing이므로 충돌 및 지연 문제나 불필요한 에너지 소모를 줄이면서 확장까지 용이한 장점을 갖는다.

3.3. 상황인식의 시스템 순서도

상황인식 서버는 중계 노드 역할을 하는 비컨과 RF로 통신하는 싱크 노드를 시리얼 인터페이스로 연결하고 있다.

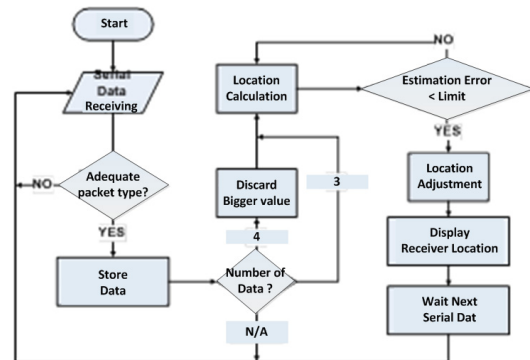


그림 8. 상황인식 서버 시스템 순서도
 Fig. 8. A System Flowchart of Context-aware Service Servers

상황인식 서버는 위치 계산 알고리즘과 GUI를 갖는다. 따라서 리시버가 중계 노드를 통해 RF로 전송한 비컨과의 시간 정보 Data는 싱크 노드를 통해 상황인식 서버의 위치 계산 알고리즘에 입력되고 사용자의 위치좌표를 계산하면 GUI를 통해 디스플레이된다.

IV. 시뮬레이션 결과 분석

제안한 시스템의 거리 오차 및 위치 오차를 측정하여 분석한다. 특히 오차 발생의 큰 요소를 차지할 수 있는 리시버와 비컨 간의 거리 오차를 중점적으로 다루었다^[11]. 다음은 리시버와 비컨 간 간격을 실측거리 49.6cm로 두고 초음파를 이용하여 2000회 측정된 결과이다. 측정된 데이터로 분산형 그래프를 그려 보았다. 위의 수집된 데이터를 X_1, X_2, \dots, X_n 이라 할 때, 표 1과 같이 결과를 나타내었다. 오차 실험의 신뢰성 확보를 위해 두 배인 실측 거리 100cm에서 똑같은 측정을 하였다.

표 1. 실측거리 49.6cm에서의 2000회 측정 통계 결과
Table 1. Statistics of 2000 Times Measurements at 49.6cm Distance

mean \bar{X}	49.64515 cm
variance S^2	0.001517 cm
standard deviation S	0.038945 cm
standard error SE	0.000871 cm
average variation 2000 times	$49.64515 \pm 2 \times 0.000871$ cm

측정된 데이터들을 분석하기 위해, 그림 10에서 수집된 데이터를 X_1, X_2, \dots, X_n 이라 할 때, 표 2와 같이 분석되었다.

표 2. 실측거리 100cm에서의 2000회 측정 통계 결과
Table 2. Statistics of 2000 Times Measurements at 100cm Distance

mean \bar{X}	100.0541 cm
variance S^2	0.00168062 cm
standard deviation S	0.04099536 cm
standard error SE	0.00091668 cm
average variation 2000 times	$100.0541 \pm 2 \times 0.00091668$ cm

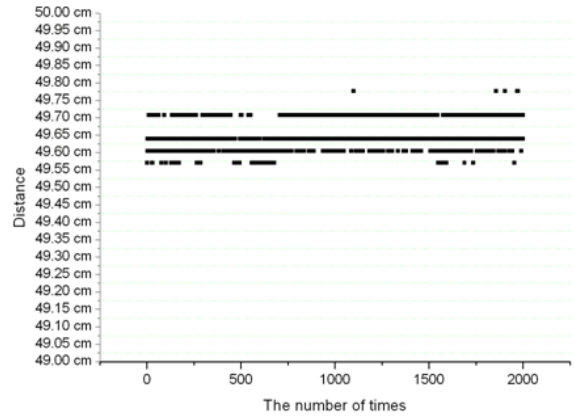


그림 9. 실측거리 49.6cm에서의 2000회 측정 결과
Fig. 9. Results of 2000 Times Measurements at 49.6 cm Distance.

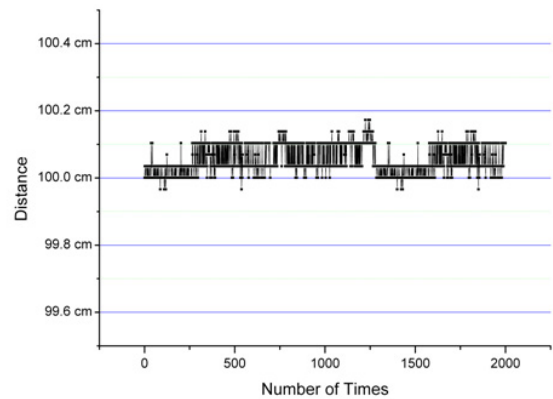


그림 10. 실측거리 100cm에서의 2000회 측정 결과
Fig. 10. Results of 2000 Times Measurements at 100 cm Distance.

표 3. 실측거리 49.6cm 및 100cm에서의 2000회 측정 결과
Table 3. Results of 2000 Times Measurements at 49.6cm and 100cm Distances

Distance (cm)	times	Distance (cm)	times
99.9664	10	49.5704	71
100.0008	325	49.6048	454
100.0352	949	49.6392	1004
100.0696	65	49.708	471
100.104	571	total times	2000
100.1384	74		
99.072	6		
total times	2000		

거리가 두 배(100cm)로 바뀔에 따라 표준 오차가 약간 상승하였으나, 그다지 오차에 큰 영향은 미치지 않았다. 위의 결과로 비컨과 리시버 간의 매우 신뢰할 만한 거리 값의 측정이 가능하다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 선택 내 실내에서 개인 정보 전달의 효율성을 높이는 WUSB over WBAN 프로토콜 구조와 본 프로토콜에 기초한 실내 위치인식 기술을 제안하였다. 본 논문에서 제안하는 위치인식 알고리즘은 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서 노드에서 GPS 없이 독립적으로 실행되어 측정된 값을 사용하여, 각 센서 노드의 위치를 추정함으로써 전력소모를 최소화한다. 특정 위치에서 발생하는 물리적인 현상을 관측하는 경우 센서 노드가 센싱한 값과 센서 노드의 위치가 매핑되지 않을 경우 센싱한 값으로부터 얻을 수 있는 정보는 매우 한정된다. 하지만 GPS가 아닌 다른 방식으로 센서 노드들의 위치를 찾는 저가의 저전력 위치 측정 방식의 개발은 반드시 필요하며, 본 시스템에서는 WUSB 호스트가 전송한 WBAN 비컨이 수신된 정보에 따라 계산하여 수신기의 위치를 결정하고, 물체의 동작을 결정하게 된다. 그러나 real-time 어플리케이션을 위해서는 보다 빠른 처리속도가 요구된다. 또한 많은 어플리케이션은 위치 인식뿐만 아니라 방향 인식에도 관심을 기울여야 한다.

참 고 문 헌

[1] D. H. Park, B. J. Kang, J. W. Park, and S. E. Cho, "Applying ultra-wideband location system toyard crane," in *Proc. Conf. Korea Inst. Commun. Eng. (KIICE)*, pp. 134-139, Daejeon, Korea, June 2007.

[2] S. Y. Choi, "Research for applying IEEE 802.15.4 to indoor location positioning and communication system of ship," M.S. thesis, Inha Univ., Incheon, Korea, 2010.

[3] N. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The cricket location support system," in *Proc. Ann Int'l Conf. Mobile Comput. Networking (MobiCom '00)*, pp. 32-43, New York, U.S.A., Aug. 2000.

[4] P. Bahl and V. N. Padmanabhan, "RADAR: an in-building RF based user location and tracking system," in *Proc. IEEE Infocom 2000*, IEEE CS Press, pp. 775-784, Los Alamitos, Calif., 2000.

[5] V. Ramadurai and M. L. Sichitiu,

"Localization in wireless sensor networks: a probabilistic approach," in *Proc. Int. Conf. Wireless Networks (ICWN 2003)*, pp. 275-281, Las Vegas, U.S.A., June 2003.

[6] A. Savvides, C.-C. Han, and M. B. Strivastava, "Dynamic fine-grained localization in ad-hoc networks of sensors," in *Proc. ACM MobiCom*, pp. 166-179. Rome, Italy, July 2001.

[7] L. Doherty, L. El Ghaoui and K. S. J. Pister, "Convex position estimation in wireless sensor networks," in *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Commun. (INFOCOM)*, pp. 324-334, Apr. 2001.

[8] Universal Serial Bus, *Wireless USB from the USB-IF* [Online], retrived (2010 Sep. 9), available: <http://www.usb.org/developers/wusb/>.

[9] WiMedia MAC Release Spec. 1.5, *Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks* [Online], retrieved (2009 Dec. 1), available: <http://www.wimedia.org/en/index/asp>.

[10] IEEE 802.15, *IEEE 802.15 WPAN task group 6 body area networks (BAN)* [Online], available: <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>.

[11] K.I. Kim, "Adjusting transmission power for real-time communications in wireless sensor networks," *J. Inform. Commun. Convergence Eng.*, vol. 10, no. 1, pp.21-26, Mar. 2012.

김 범 무 (Beom-mu Kim)



Smart device

2012년 2월 목포대학교 정보
전자공학과 공학사
2012년 3월~현재 목포대학교
전자공학과 석사과정
<관심분야> Machine to
Machine Network,
Communication Network,

허 경 (Kyeong Hur)



1998년 2월 고려대학교 전자
공학과 공학사
2000년 2월 고려대학교 전자
공학과 공학석사
2004년 8월 고려대학교 전자
공학과 통신공학 박사
2004년 9월~2005년 8월 삼

성종합기술원(SAIT) 전문연구원

2005년 9월~현재 경인교대 컴퓨터교육과 부교수
<관심분야> 통신시스템설계, 상황인지기술, 컴퓨터
교육

이 연 우 (Yeonwoo Lee)



1994년 2월 고려대학교 전자공
학과 석사
2000년 2월 고려대학교 전자공
학과 박사
2000년 10월~2003년 12월 영국
Edinburgh 대학교 Research
Fellow

2004년 1월~2005년 8월 삼성종합기술원

2005년 9월~현재 국립목포대학교 공과대학 정보
통신공학과, 부교수

<관심분야> 해상무선통신, e-Navigation, Cognitive
Radio, 4G 이동통신

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 고려대학교 전자
공학과 공학사
1990년 2월 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학석사
1996년 8월 한국과학기술원
전기및전자공학과 공학박사
1997년 9월~현재 목포대학교

공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시
스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템