

무선 USB 서비스 기반 웨어러블 컴퓨터 시스템의 Fast Range-Free 위치인식기법

허 경[†], 손원성^{**}

요 약

본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터 시스템을 위한 WUSB over WBAN 프로토콜에서 요구되는 저전력 소모 위치인식기술로서, 거리 정보를 필요로 하지 않는 위치인식알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 위치인식알고리즘은 웨어러블 컴퓨터의 주변 장치를 구성하는 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서노드에서 독립적으로 실행되어, range-free 한 방법을 사용하여, 각 센서노드의 위치를 신속하게 추정함으로써 전력소모를 최소화한다.

A Fast Localization Technique without Range Information in Wireless USB Services for Wearable Computer Systems

Kyeong Hur[†], Won-Sung Sohn^{**}

ABSTRACT

In this Paper, we propose an energy efficient localization technique based on WUSB (Wireless USB) over WBAN (Wireless Body Area Networks) protocol required for Wearable Computer systems. For this purpose, the proposed localization algorithm minimizes power consumption and estimates location without range information. It is executed independently on the basis of WUSB over WBAN protocol at each sensor node comprising peripherals of a wearable computer system. And it minimizes power consumption by estimating locations of sensor nodes with range-free method fast.

Key words: Localization(위치인식기술), Wearable Computer(웨어러블 컴퓨터), UWB(광대역무선전송), WBAN(무선 인체영역 통신망), Wireless USB(무선 USB)

1. 서 론

Localization이란 위치 정보를 알기 위한 알고리즘 또는 그 모든 과정을 포함하는 개념이라 할 수 있다. Localization 방법은 크게 두 가지로 분류될 수 있다. 그 중 첫 번째는 range-based 방법이다. 이

것은 노드와 노드 사이의 거리 또는 각도 정보를 통해서 위치를 가늠하는 방법이다. 그 정보는 TOA (Time Of Arrival), TDOA(Time Difference Of Arrival), AOA(Angle Of Arrival)의 방법을 통해서 얻어지게 된다. TOA 방법은 전파의 도달 시간을 이용하여 거리를 계산하는 방법이다[1]. 대표적으로 네

※ 교신저자(Corresponding Author) : 손원성, 주소 : 인천시 계양구 교대길 45(407-753), 전화 : 032)540-1289, FAX : 032)548-0288, E-mail : sohnws@ginue.ac.kr
접수일 : 2011년 12월 28일, 수정일 : 2012년 7월 12일
완료일 : 2012년 8월 8일

[†] 정회원, 경인교육대학교 컴퓨터교육과 부교수
(E-mail : khur@ginue.ac.kr)

^{**} 중신회원 경인교육대학교 컴퓨터교육과 부교수

※ 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0002366). 또한 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2011-0016145).

비게이션에 이용되는 GPS가 있다. 다음의 TDOA는 신호의 도착 시간 차이를 이용하는 방법이다[2]. 예를 들어 전파와 초음파 사이의 시간 차를 이용하면 거리 정보를 얻을 수 있다. 마지막으로 AOA는 신호가 들어오는 곳의 각도 정보를 가지고 위치를 예상하는 방법이다[3-4].

Range-based 방법은 높은 정확도를 보장해주는 장점이 있지만 이런 거리 또는 각도 정보를 얻기 위해서는 특별한 하드웨어가 필요하게 되므로 수천 또는 수만 개의 센서노드가 필요한 일반적인 환경에서는 적절하지 못하다. Localization의 두 번째 방법은 range-free 방법이다. 이것은 센서노드의 위치를 결정하는데 거리 또는 각도 정보를 쓰는 대신 이웃한 앵커 노드의 정보를 사용한다. 비록 range-based 방법에 비해서 오차의 크기는 커지지만 특별한 하드웨어가 필요하지 않게 됨으로 센서 네트워크와 같이 많은 수의 노드가 필요한 환경에서는 더 적절한 방법이라고 할 수 있다[5].

웨어러블 컴퓨터 (Wearable Computer)는 인간 중심의 기술 경향과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 근간으로 하는 차세대 컴퓨팅 분야에서 그 중심에 위치한다고 말할 수 있다. 이것은 사용자와 컴퓨팅 기기간의 상호교감을 극대화시키는 사용자 중심의 인터페이스와 유비쿼터스 인프라에서 정보이용의 시공간적 제약을 극복하는 사용자의 정보 접근성 및 이동성을 증대시키는 무선 통신 기술과 시스템을 소형화·의류화·내장화·자유 변형화하여 사람·기기·미디어 간의 경계를 허무는 하드웨어 플랫폼 기술을 지향하기 때문이다[6,7].

USB (Universal Serial Bus)기술은 PC와 주변장치를 쉽게 연결해주는 대표적인 Host to Devices 통신 버스기술로 현재까지 20억 개 이상의 디바이스들이 사용되고 있다[8]. USB는 사용자에게 PC와 디지털 캠, 하드 드라이브, 스캐너, 프린트, 카메라, 마우스 등 다양한 주변장치를 드라이버 설치와 재부팅 등의 번거로움 없이 연결시켜주는 편리한 버스 프로토콜이다. 하지만 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 해결하고

자 Intel 등의 기업들을 중심으로 형성된 WiMedia Alliance는 WiMedia MAC의 무선 기술을 이용한 Wireless USB (WUSB) 규격을 개발하였다[9]. WiMedia MAC은 WiMedia Alliance에서 개발한 UWB 기반의 분산화된 D-MAC (Distributed MAC) 프로토콜이며, WUSB는 유선 USB와 동일한 기능을 제공하도록 설계되었으며 호스트와 디바이스간 3m 이내 거리에서 최대 480bps의 전송대역폭을 제공하며 최대 거리 10m이내까지 동작되도록 설계되었다[10].

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 것이다[11].

본 논문에서는 웨어러블 컴퓨터 시스템을 위한 WUSB over WBAN 프로토콜에서 요구되는 저전력 소모 위치인식기술로서, 거리 정보를 필요로 하지 않는 위치인식알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 위치인식알고리즘은 웨어러블 컴퓨터의 주변장치를 구성하는 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서노드에서 독립적으로 실행되어, range-free한 방법을 사용하여, 각 센서노드의 위치를 빠르게 추정함으로써 전력소모를 최소화한다.

2. 웨어러블 컴퓨터 시스템을 위한 WUSB over WBAN 프로토콜

WUSB는 기존의 USB와 마찬가지로 PC를 WUSB Host로 하고 무선 USB 규격을 적용한 주변 WUSB Device가 중앙집중방식으로 접속하는 형태이다[8, 9]. WUSB는 WiMedia D-MAC 상에서 동작하는데,

WUSB 채널은 WiMedia D-MAC 수퍼프레임에서 Private 구간들의 집합으로 형성된다. Private 구간은 특정 어플리케이션 그룹 멤버 디바이스들만 예약 전송 가능한 구간으로, 다른 어플리케이션의 디바이스들의 이 Private 구간에 대한 정보를 얻을 수 없다. 이러한 Private 구간들의 설정은 MMC (Micro-scheduled Management Commands) 제어 패킷이 담당하게 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 된다[8-9].

IEEE 802.15.6 WBAN의 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[11]. IEEE 802.15.6은 하나의 허브와 여러 개의 노드가 스타 토폴로지를 구성하여 하나의 독립적

인 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 1과 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 위해, CSMA/CA 또는 Slotted Aloha 방식을 이용한다. Type-I/II Access Phase은 비경쟁 기반의 접근방식으로 허브와 노드는 미리 할당된 구간을 이용한다. 본 논문에서는 그림 2와과 같이 WUSB 호스트와 디바이스들간 통신을 위해 Type-I/II Access Phase 구간을 할당하여 MMC 스케줄링 기능을 지원한다.

그림 3은 사용자가 WUSB 호스트와 WBAN 허브 호스트의 기능을 동시에 수행하는 웨어러블 스마트

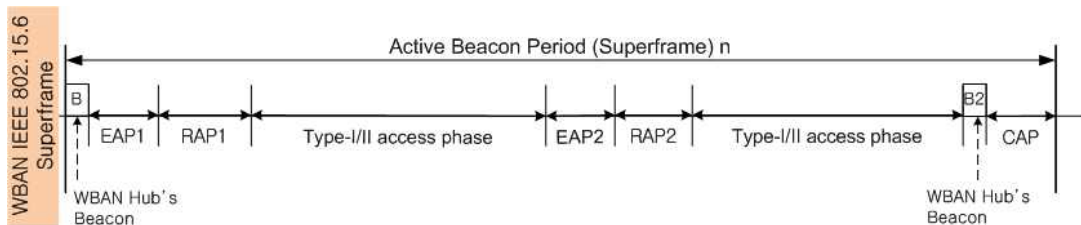


그림 1. IEEE 802.15.6 Beacon mode에서의 Superframe 구조

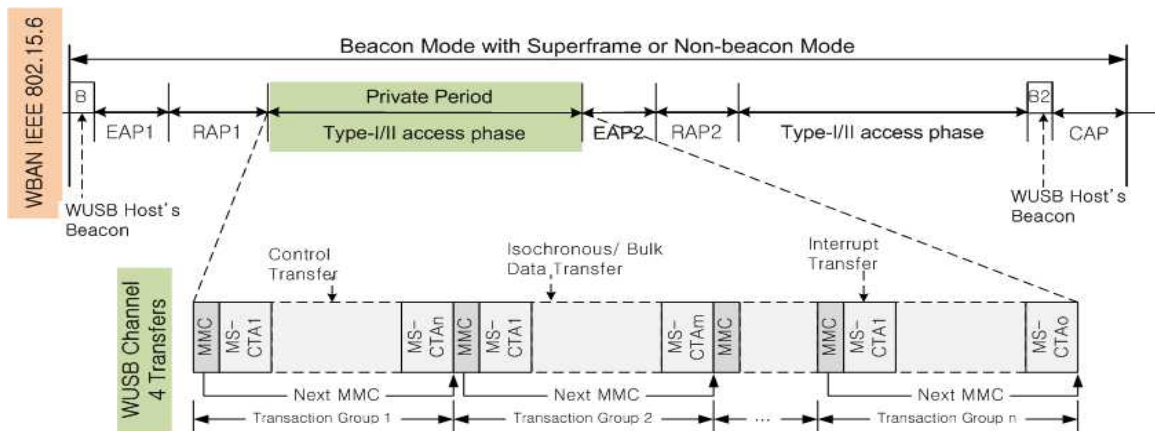


그림 2. WUSB over IEEE 802.15.6 MAC 구성

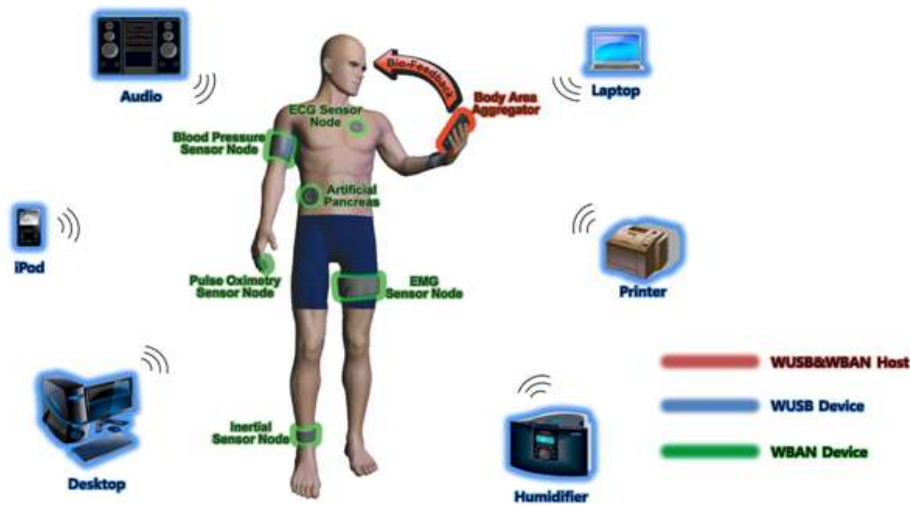


그림 3. WUSB over WBAN 기반 웨어러블 컴퓨터 시스템

컴퓨터를 갖는 경우, 하나의 WUSB 클러스터와 하나의 WBAN 클러스터가 결합되어 웨어러블 컴퓨터 시스템을 구성한 사례를 나타낸다.

3. Fast Range-Free 위치 인식 알고리즘

본 논문에서는 저전력 기반의 WBAN 환경에서 필요한 위치 정보를 얻기 위해서 range-free 방법을 이용한 새로운 localization 방법을 제안하고자 한다. 위치정보를 계산하여 새로운 위치정보를 획득한 모든 센서노드는 사용자의 WUSB/WBAN 호스트에게 계산된 위치정보를 전송한다.

웨어러블 시스템에서 앵커센서 노드 기능이 적용되어 무선 위치인식기술을 필요로 하는 경우는 Body 모션 위치인식 미들웨어 설계인 경우이다[7]. 이 경우 웨어러블 시스템에 설치된 앵커센서 노드들과 주변 Indoor 환경의 정보를 전달하는 앵커 센서노드들과의 무선 통신을 통해, Body 모션 변화를 무선 위치인식을 통해 감지할 수 있다. 그림 4의 퓨전 모션 감지 알고리즘[14]와 같이 수정된 UWB ranging 시스템을 통해 위치를 새롭게 획득할 때마다 동작인식 시스템에서의 결과를 다시 수정된 UWB ranging 시스템으로 변환하는 기술을 적용할 수 있다. 본 논문에서는 UWB ranging 시스템 단계에서 요구되는 range-free 방법을 이용한 새로운 localization 방법을 제안하고자 한다.

기존의 알고리즘에서 문제점으로 지적되어온 큰 위치인식 오차율을 줄이기 위해서, 본 논문에서는 기

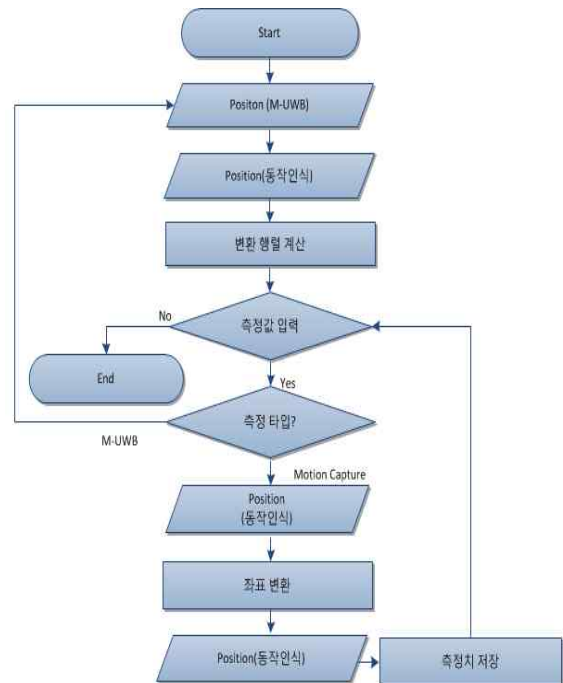


그림 4. 퓨전 모션 감지 알고리즘

존의 centroid [12], APIT [13] 방식과 달리, 앵커센서 노드만을 위치 결정을 위해 사용하지 않고, 새롭게 위치를 알게 된 센서노드 또한 localization에 사용함으로써 이전에 제안된 알고리즘에 비해 위치 오차를 줄일 수 있는 새로운 방안을 제시하였다. 센서 필드에는 두 종류의 노드들이 함께 뿌려진다. 자신의 위치 정보를 알고 있는 앵커센서노드와 알지 못하는 센서노드들이 그것이다. 자신의 위치를 알고 있는 앵커센서노드들은 GPS 모듈을 가지고 있어서 자신의

위치를 정확하게 알 수 있다. 또한 통신 반경이 일반적인 센서노드들에 비해서 훨씬 크다. 이런 이유로 인해서 앵커센서노드들의 가격은 고가이며 이로 인해서 센서 필드 내에서 앵커센서노드의 개수에는 제한을 받을 수 밖에 없다. 처음 센서 필드 내에는 앵커센서노드와 센서노드가 무작위로 위치하게 된다. GPS를 통하여 자신의 절대 위치를 알고 있는 앵커는 통신 반경 안에 존재하는 센서노드들에게 자신의 위치 정보를 신호에 실어서 전송한다. 이를 수신한 센서노드들은 앵커의 위치와 RSSI값을 자신의 메모리에 저장하고 같은 RSSI값을 가진 또 다른 앵커가 발견되면 하나의 현을 완성 할 수 있게 되고 또 다른 쌍의 앵커를 찾게 되면 두 개의 현의 수직 이등분선 교점이 자신의 위치가 되는 것이다[12].

반드시 두 개의 현의 위치가 반드시 같은 원상에 있을 필요는 없다. 동심원 상에 존재하는 또 다른 현을 찾을 수 있다면 같은 결과 값을 얻을 수 있다. 제안하는 알고리즘은 3단계로 이루어진다. 첫 번째는 앵커센서노드를 이용한 센서노드의 위치 결정 단계이고 두 번째는 앵커와 첫 번째 단계를 통해서 위치를 알게 된 센서노드 또는 그 센서노드 만을 이용하여 위치를 결정하는 단계이다. 마지막으로 첫 번째와 두 번째 단계를 통해서도 위치를 알지 못한 센서노드들은 centroid 방식을 통하여 자신의 위치를 계산하는 단계이다.

센서 필드 내에서 앵커센서노드는 자신의 위치 정보를 통신 반경에 있는 센서노드들에게 신호를 전송한다. 이를 수신한 센서노드들은 앵커센서노드 A가 보낸 신호를 수신하고 RSSI값을 저장한다. 그림 5에서 앵커 A와 앵커 B가 보낸 신호를 수신한 센서노드들은 자신이 가지고 있는 테이블에 같은 크기의 RSSI값이 존재하는지 여부를 찾게 된다. 그림에서 보면 같은 크기를 가진 센서노드들이 세 개 있음을 알 수 있다. 즉, 테두리가 두껍게 표시된 센서노드들은 메모리에 저장된 RSSI값을 통하여 앵커센서노드 A, B를 현의 양 끝점으로 하는 노드들을 나타낸 것이다.

다음으로 이 센서노드들은 다른 앵커센서노드들이 보낸 신호를 수신하게 될 것이며 이를 자신의 메모리에 저장되어 있는 RSSI값을 비교하여 일치하는 또 다른 앵커센서노드의 쌍을 찾게 되면 두 개의 현이 발견되었기에 자신의 localization을 수행 할 수 있게 된다. 그림 6은 RSSI값을 통하여 구한 두 개의

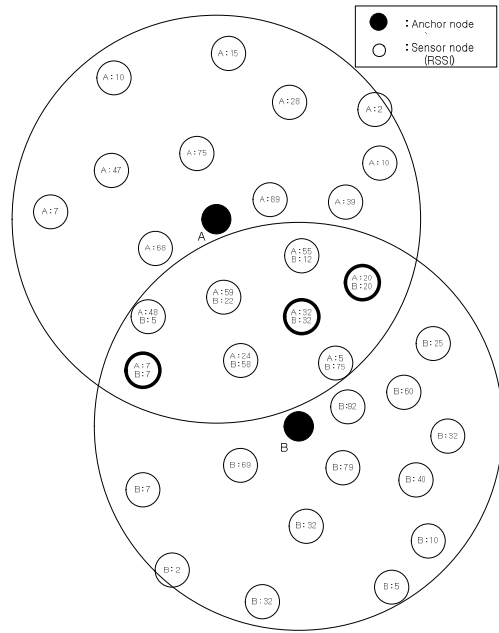


그림 5. 두 앵커로부터 RSSI값 수신

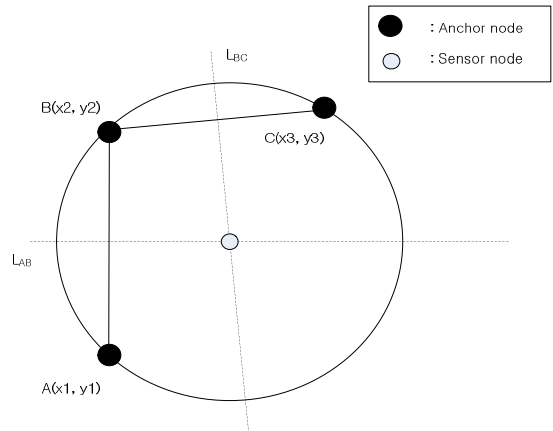


그림 6. 현의 수직 이등분선을 이용한 위치 측정

현을 가지고 실제 수식을 이용하여 센서노드의 위치를 구하는 과정을 설명하고 있다. 식(1)에서 L(AB)는 A, B를 끝점으로 하는 현의 수직 이등분선을 나타내며 L(BC)는 B, C를 끝점으로 하는 현의 수직 이등분선을 나타낸다. 위에서와 같이 두 개의 현의 수직 이등분선의 교점을 구하면 자신의 위치를 구할 수 있다.

$$L(AB) = -\frac{(x_1 - x_2)}{(y_1 - y_2)} * \left(X - \frac{(x_1 + x_2)}{2} \right) + \frac{(y_1 + y_2)}{2}$$

$$L(BC) = -\frac{(x_2 - x_3)}{(y_2 - y_3)} * \left(X - \frac{(x_2 + x_3)}{2} \right) + \frac{(y_2 + y_3)}{2}$$

(1)

험을 진행하였다[15].

모든 통신 반경에 있어서 제안한 알고리즘이 가장 작은 위치 오차를 발생시키는 것을 알 수 있다. 이는 앵커센서노드는 정확한 자신의 위치를 가지고 있기 때문에 주변의 센서노드들에게 되도록 많이 참조 될 수록 이를 수신한 센서노드가 localization을 수행 할 시 오차를 줄이는 역할을 하기 때문이다. 이에 반해 centroid는 비록 많은 수의 위치정보신호를 수신 할 지라도 앵커센서노드까지의 거리가 길기 때문에 오차를 크게 발생시킨다. 또한 APIT의 경우 많은 수의 삼각형을 만들 수 있어서 처음에는 위치 오차가 줄어들다가 어느 한계에 이르러서는 edge effect에 의해서 위치 오차를 크게 만들기 시작한다.

그림 10은 앵커의 개수에 따른 위치 오차를 나타낸 그래프이다. 이 실험에서는 앵커센서노드의 통신 반경을 60m, 센서노드의 개수는 3000개, 센서노드의 통신 반경을 20m로 고정한 상태에서 진행하였다. 이 그래프에서도 제안한 알고리즘이 가장 작은 위치 오차를 보이고 있다. 앵커센서노드의 개수가 많을수록 앵커센서노드 주변에 위치한 센서노드들은 많은 정보를 가지게 될 것이기 때문이다. Centroid의 경우도 앵커 개수에 비례해서 위치정보신호를 받게 될 것이고 이는 위치 오차를 감소시키겠지만 알고리즘의 한계상 위치 오차를 크게 줄이지는 못하고 있다. APIT 역시 앵커센서노드의 수가 증가하면서 좋은 성능을 보이고 있지만 제안한 알고리즘에 비해서는 현저하게 큰 오차를 보이고 있다.

그림 11은 센서노드의 통신 반경에 따른 성능을 나타낸 것이다. 여기서 앵커센서노드의 통신반경은

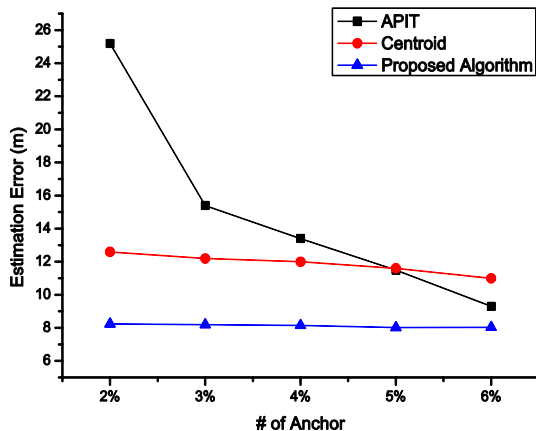


그림 10. 앵커의 개수에 따른 위치 오차

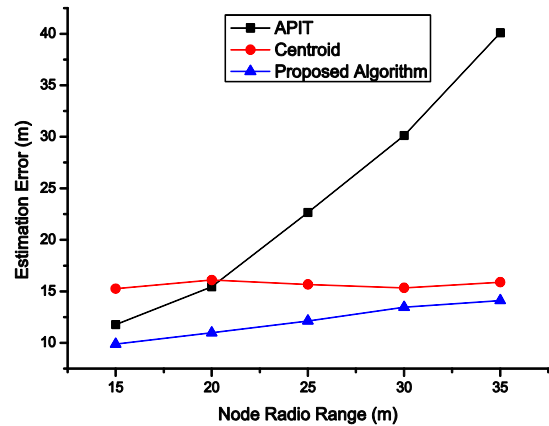


그림 11. 센서노드의 통신 반경에 따른 위치 오차

80m, 앵커센서노드의 개수는 90개, 센서노드의 수는 3000개로 고정하고 실험을 진행하였다. 여기에서도 다른 기존의 알고리즘에 비해서 우수한 성능을 보이고 있다. 제안한 알고리즘이 앵커센서노드를 통해서 센서노드의 위치를 결정하고 나면 자신의 위치를 알게 된 센서노드 역시 앵커센서노드와 같이 신호를 보내어 localization을 하는데 참여하게 되기 때문에 센서노드의 통신 반경이 작을수록 위치 오차를 줄일 수 있게 되는 것이다. 다만 통신 반경이 너무 작아지게 되면 참조 할 수 있는 센서노드의 수가 적어짐을 의미하기 때문에 적절한 조화가 필요하다. Centroid 방식은 앵커센서노드만이 localization에 쓰임으로 노드의 통신반경에 영향을 받지 않고, APIT의 경우는 통신 반경이 커질수록 edge effect가 발생 할 확률이 커짐으로 위치 오차가 급격하게 증가한다.

5. 결 론

본 논문에서 제안하는 위치인식알고리즘은 웨어러블 컴퓨터의 주변 장치를 구성하는 WUSB over WBAN 프로토콜 기반 센서노드에서 독립적으로 실행되어, 앵커센서노드를 사용한 Fast range-free 방법을 사용하여, 각 센서노드의 위치를 빠르게 추정함으로써 전력소모를 최소화한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 적은 수의 앵커센서노드만 있어도 APIT 알고리즘 보다 향상된 정확도를 제공하고 있다. 또한 앵커센서노드와 위치를 알게 된 센서노드의 신호만을 가지고 localization을 수행하므로 overhead가 크게 증가하지 않는다.

참 고 문 헌

- [1] J. Caffery Jr and G.L. Stuer, "Subscriber Location in CDMA Cellular Networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. 47, No. 5, pp. 406-416, 1998.
- [2] N.B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-support System," *Proc. of MOBICOM*, pp. 32-43, 2000.
- [3] D. Niculescu and B. Nath, "Ad Hoc Positioning System (APS) using AoA," *Proc. of INFOCOM*, pp. 1734-1743, 2003.
- [4] R. Klukas and M. Fattouche, "Line-of-sight Angle of Arrival Estimation in the Outdoor Multipath Environment," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. 47, No. 2, pp. 342-351, 1998.
- [5] Vijayanth Vivekanandan and Vincent W.S. Wong, "Concentric Anchor-Beacons(CAB) Localization for Wireless Sensor Networks," *Proc. of IEEE ICC2006*, pp. 215-225, 2006.
- [6] 이우훈, 손민정, "원키 키보드: 웨어러블 컴퓨팅 환경에서 문자입력을 지원하는 초소형 QWERTY 키보드," 한국디자인학회 학술발표대회, pp. 82-83, 2006.
- [7] Robert Rosenberg and Mel Slater, "The Chording Glove: A Glove-Based Text Input Device," *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Review*, Vol. 29, No. 2, pp. 223-231, 2009.
- [8] USB 2.0, USB-IF, <http://www.usb.org/home>, 2006.
- [9] Certified Wireless USB 1.1, <http://www.usb.org/developers/wusb>, Sep. 2010.
- [10] WiMedia MAC Release Spec. 1.5, *Distributed Medium Access Control (MAC) for Wireless Networks*, WiMedia alliance, <http://www.wi-media.org>, 2009.
- [11] IEEE, *WPAN Task Group 6 Body Area Networks (BAN)*, IEEE 802.15, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>, 2009.
- [12] N. Bulusu, J. Heidemann, and D. Estrin. "GPS-less Low Cost Outdoor Localization for Very Small Devices," *IEEE Personal Communications Magazine*, Vol. 7, No. 5, pp. 28-34, 2000.
- [13] T. He, C. Huang, B. Lum, J. Stankovic, and T. Adelszner, "Range-free Localization Schemes for Large Scale Sensor Networks," *Proc. of ACM Mobicom*, pp. 145-153, 2003.
- [14] 염정남, 이금분, 박정진, 조범준, "GPS와 가속도계를 이용한 이동 물체의 위치 추정 시스템," 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제4호, pp. 600-607, 2009.
- [15] K.I. Kim, "Adjusting Transmission Power for Real-Time Communications in Wireless Sensor Networks," *Journal of Information and Communication Convergence Engineering*, Vol. 10, No. 1, pp. 21-26, 2012.

허 경



1998년 고려대 전자공학과 학사
 2000년 고려대 전자공학과 석사
 2004년 8월 고려대 전자공학과
 통신공학 박사
 2004년 8월~2005년 8월 삼성중
 합기술원(SAIT) 전문연
 구원

2005년 9월~현재 경인교대 컴퓨터교육과 부교수
 관심분야: QoS, Wireless MAC, 컴퓨터교육

손 원 성



1998년 동국대 컴퓨터공학 학사
 2000년 동국대 컴퓨터공학 석사
 2004년 연세대학교 컴퓨터과학
 공학박사
 2004년~2006년 Carnegie
 Mellon Univ., Post Doc.

2006년~현재 경인교육대학교 컴퓨터교육과 부교수
 관심분야: HCI, 멀티미디어 문서처리, 컴퓨터교육