

멀티센서 기반 차량 위치인식 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of Multi-Sensor-based Vehicle Localization and Tracking System

장 윤 호* 남 상 균** 배 상 준*** 성 태 경**** 곽 경 섭*****
(Yoon-Ho Jang) (Sang-Kyoon Nam) (Sang-Jun Bae) (Tae-Kyung Sung) (Kyung-Sup Kwak)

요 약

본 논문에서는 가우시안 정규분포 모델 기반의 멀티센서 데이터 퓨전 알고리즘을 이용한 차량 위치인식 시스템을 제안한다. 기존의 차량 위치인식 시스템은 GPS를 중심으로 제공되어 왔으나 위성 신호 수신에 어려운 실내나 빌딩이 빽빽하게 들어선 도심에서는 제대로 작동하지 않는 문제가 있었다. 이를 해결하기 위해 GPS와 UWB를 결합하는 방법이 연구되었으나 위치변화에 따라 각 측위매체를 이산적으로 전환하여 차량과 같은 이동이 잦은 대상에게 끊임없이 유연한 위치 정보를 제공하지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 가우시안 정규분포 모델을 바탕으로 GPS 위치 데이터와 UWB 센서 데이터를 유기적으로 결합하는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템을 구성하여 측위시스템의 적용범위에 민감하지 않고 유연한 위치정보를 제공하도록 한다. 제안된 시스템을 Ubisense와 Asen GPS를 이용하여 12m × 8m 크기의 실외 환경에서 실험하였으며, 구현된 시스템을 통해 기존 UWB 및 GPS 시스템에 비해 정밀도 및 연동성이 향상되었음을 확인하였다. 이를 통해 차량에서 주차 관리 및 차량추적 관리 등 다양한 CNS를 지원할 수 있다.

Abstract

In this paper, Gaussian probability distribution model based multi-sensor data fusion algorithm is proposed for a vehicular location awareness system. Conventional vehicular location awareness systems are operated by GPS (Global Positioning System). However, the conventional system is not working in the indoor of building or urban area where the receiver is difficult to receive the signal from satellites. A method which is combined GPS and UWB (Ultra Wide-Band) has developed to improve this problem. However, vehicular is difficult to receive seamless location information since the measurement systems by both GPS and UWB convert the vehicle's movement information separately at each sensor. In this paper, normalized probability distribution model based Hybrid UWB/GPS is proposed by utilizing GPS location data and UWB sensor data. Therefore the proposed system provides information with seamless and location flexible properties. The proposed system tested by Ubisense and Asen GPS in the 12m×8m outdoor environments. As a result, the proposed system has improved performance for accurateness and connection ability between devices to support various CNS (Car Navigation System).

Key words: UWB, GPS, multi-sensor network, gaussian probability distribution, CNS

† 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업(IITA-2009-C1090-0902-0019)의 연구결과로 수행되었습니다.

* 주저자 : 인하대학교 정보공학과 석사과정

** 공저자 : (주)아이큐브 네트워크팀 연구원

*** 공저자 : 인하대학교 정보통신대학원 석사과정

**** 공저자 : 인하대학교 초광역무선통신연구센터 전임연구원

***** 공저자 : 인하대학교 정보통신대학원 교수

† 논문접수일 : 2009년 11월 6일

† 논문심사일 : 2009년 12월 19일

† 게재확정일 : 2009년 12월 21일

I. 서론

GPS는 위성 수신신호의 시간차를 측정하여 위성 과 수신기 사이의 거리를 통해 위치를 추정하는 시스템이다. 이는 지구 전역을 수용하는 24개의 위성을 통해 어디서나 접근이 용이하다는 장점으로 차량 위치인식에 보편적으로 이용되고 있다. 하지만 건물 내부지역과 같은 음영지역에서는 새로운 측위방식을 필요로 하고 있으며, 무선통신 인프라 기반의 측위 기술이 연구되어오고 있다. 특히 차량과 같은 이동체의 정밀한 위치를 측정해야 하는 주차관리 시스템의 경우 정확한 실시간 위치추적기술이 요구되며, CNS (Car Navigation System)가 제시하는 다양한 서비스를 제공하기 위하여 GPS 위성정보와 다른 측위매체와의 결합을 고려할 필요성이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 보다 비교적 적은 기반 시설을 요구하며 거리분해력과 투과력이 우수한 UWB(Ultra Wideband)를 연동하는 기술이 연구되고 있다. 기존의 GPS와 UWB 결합 시스템을 살펴보면, 인식대상의 위치변화에 따라 사용하는 측위시스템의 전환에 중점을 두어 차량과 같이 이동이 잦은 대상의 위치인식에 대해서는 유연한 위치 정보를 제공하지 못하였다 [1, 2].

제안된 시스템은 GPS 위성 신호 및 UWB 측위시스템의 위치추적 기술을 연동하여 위치인식을 수행하며, 나아가 TOA 측위 방식의 기본 개념을 기반으로 한 가우시안 정규분포를 이용하여 UWB와 GPS의 센서 정보를 바탕으로 확률적 모델을 만들어 보다 높은 정밀도와 유연성을 가진 멀티센서 기반의 위치인식 시스템을 구성하였다. 또한 이동이 잦은 인식대상에게 GPS와 UWB의 적용범위에 민감하지 않고 유연하게 위치정보를 제공하기 위해 거리 인식이 가능한 UWB 센서의 수가 적은 경우에도 확률모델의 연산을 통해 인식대상의 측위 정보를 제공하는 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 I장에 이어 II장에서는 GPS와 UWB를 이용하는 측위기술에 관한 기존 연구 사례들을 살펴본다. 이후 III장에서는 본 논문에서 제안하는 Hybrid 측위시스템의 센서 모

델 및 위치추정 알고리즘을 소개하고, 이를 수행하는 각 구성요소의 동작과정을 설명한다. IV장에서는 수집된 센서 정보와 확률 모델을 바탕으로 제안된 시스템의 성능을 도시하고 그 의미를 해석한다. 마지막으로 V장에서는 지금까지 연구결과를 정리하고 향후 연구방향을 논의하며 결론을 맺는다.

II. 관련연구

이 장에서는 본 논문에서 구현하고자 하는 GPS와 UWB를 이용한 통합 위치인식 시스템에 대한 기존 연구 사례들을 살펴보고, 제안하는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템의 필요성에 대하여 소개한다. 또한 각 측위기술에 따른 위치추정 방식에 대해 설명한다.

1. GPS와 UWB 측위 결합 시스템

GPS와 UWB를 결합한 기존의 연구를 살펴보면 여러 가지 측위 방식을 이용하여 보다 높은 정확성을 가진 시스템의 개발이 이루어지고 있으며, 로봇 위치 추적분야에서 다양한 필터를 사용하는 방식도 고려되고 있다 [3-5]. 그러나 로봇의 제어 정보 및 속도를 포함하여 위치를 추정하므로 사용자가 제어하는 차량에 적용하기 어렵다는 문제점이 있다. 또한 기존의 통합시스템은 각 측위매체를 이산적으로 전환하여 환경변화에 민감하고, 이동범위가 넓은 경우 AOA 및 TDOA를 수행하기 위한 센서 신호 수신을 보장하지 못하는 단점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 측위 상황의 변화에 유연하고, 센서정보를 최대한 활용하기 위해 GPS 및 UWB의 통일된 측위기술을 이용한 결합이 요구되는 시점이며, 차량의 이동성을 고려한 통합 측위시스템의 연구가 필요하다.

2. 기본적인 UWB의 무선측위 알고리즘

IEEE 802.15.4a에서 고려하는 UWB 무선측위 방법들은 센서와 태그 사이의 RTT (Round-Trip Time) 정보를 이용한 전형적인 비동기식 TOA (Time Of Arrival) 방법과 모든 센서들 간에 완벽한 시각 동기

화가 요구되는 전형적인 동기식 TDOA (Time Difference Of Arrival) 방법이 대표적이다.

2개의 쌍곡선이 얻어지며 이 때 쌍곡선들의 교차점이 바로 태그가 위치한 곳이 된다 [6-8].

1) TOA

<그림 1(a)>에 전형적인 비동기식 TOA 무선측위 과정을 도시하였다.

$$d_1 = \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2} \quad (1)$$

$$d_3 = \sqrt{(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2}$$

식(1)에서 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ 는 각 센서들의 위치 정보를 나타내며, (x, y) 는 추정되어야 할 태그의 위치정보를 의미한다. TOA 무선측위 방법에서는 시각 동기화가 요구되지 않아 시스템 복잡도 측면에서 유리하지만, 총 3번의 UWB 펄스 송수신 과정이 요구되어 전력 소모뿐만 아니라 처리 시간의 증가가 불가피하다.

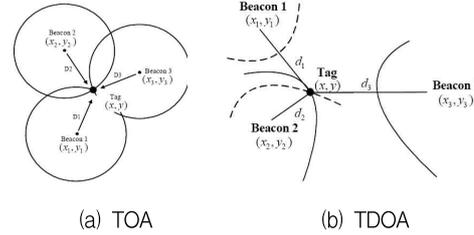
2) TDOA

모든 센서들 간에 완벽한 시각 동기화가 요구되는 동기식 TDOA 과정을 <그림 1(b)>에 나타내었다.

$$d_{32} = \sqrt{(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2} - \sqrt{(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2}$$

$$d_{31} = \sqrt{(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2} - \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2} \quad (2)$$

각 센서들은 태그로부터 송신된 펄스의 수신 시각 정보를 PU(Processing Unit)로 전달하게 되고 PU는 이를 이용하여 d_1, d_2, d_3 간의 거리 차 정보인 d_{32}, d_{31} 을 산출하게 된다. 이를 기반으로 식(2)를 적용하여 태그에 대한 최종적인 무선측위를 수행하게 된다. 두 센서에서 태그까지 거리의 차에 비례하는 전파 도달 시간차가 측정되고 두 센서에서 거리차가 일정한 곳, 즉 두 센서를 정점으로 하는 쌍곡선 위에 태그가 위치하게 된다. 그림과 같이 무선측위를 위해 3개의 센서를 배치하는 경우를 가정하면 최종적으로



<그림 1> 전형적인 무선측위과정
<Fig. 1> Typical processes of wireless location measurement

III. 시스템 구성

이 장에서는 본 논문에서 제안하는 Hybrid 측위시스템의 센서 모델 및 위치추정 알고리즘을 소개하고, 이를 수행하는 각 구성요소의 동작과정을 설명한다. 또한 UWB 시스템의 위치인식 범위를 벗어날 경우 GPS와의 유연한 연동성으로 오차범위를 최소화 시키는 과정에 대해서 소개한다.

1. Hybrid UWB/GPS 측위시스템 개요

제안된 시스템은 GPS와 UWB 센서의 정보를 동시에 측위에 사용하여, 센서의 영역 내부 및 외부 환경의 변화에 큰 영향을 받지 않고, 유연하게 사용자의 위치정보를 제공하도록 구현한다. 따라서 측위대상 차량이 UWB 센서 적용범위 외부로 이동하여 거리측정이 가능한 센서가 적은 경우에도 측정 가능한 센서의 정보를 최대한 활용하여 측위가 가능도록 시스템을 설계하였다. 각 UWB 센서의 설치위치를 GPS의 위도 및 경도와 정확히 매칭하여 통합지도에 멀티센서의 통합 좌표를 표시하도록 시스템을 구성한다.

2. 가우시안 확률 모델을 이용한 위치추정 방법

GPS와 UWB 센서는 서로 측위 방식이 달라 데이

터의 효율적 결합을 위해 동일한 측위 방식이 필요하다. 본 논문에서 제안하는 위치인식 알고리즘은 TOA 방식을 기반으로 센서의 측정값에 정규분포 확률모델을 할당하여 센서 정보를 결합하고 좌표마다 확률 값을 설정하는 방법으로 가장 높은 확률값의 좌표를 추정하도록 구성한다.

멀티센서 확률 모델은 다음과 같이 설정하였다. 관측값 z_t 는 단위 시간 t 마다 GPS 좌표 z_t^{GPS} 와 각 UWB 센서와 위치인식 대상 사이의 거리값 z_t^{UWB} 를 포함하며, 관측 변수 설정은 과 같다.

$$z_t = z_t^{GPS}, z_t^{UWB,1}, \dots, z_t^{UWB,N} \quad (3)$$

GPS 센서는 기준 평면에 2차원 가우시안 확률분포를 적용하여 모델화하였다. 식(4)는 GPS 시스템의 관측확률분포 $p(z_t^{GPS}|s_t)$ 에 대하여 나타내었다.

$$p(z_t^{GPS}|s_t) = N(x_t; z_t^{GPS}, \Sigma_t^{GPS}) \quad (4)$$

여기서 s_t 는 시스템 상태를 나타내며, x_t 는 GPS에서 측정하여 계산된 좌표를 말한다. 공분산 Σ^{GPS} 는 매 측정시간에 관찰하는 총 위성의 수와 관련된 함수로 8개의 위성이 관측한다고 가정하면, 표준편차는 2미터로 설정할 수 있다.

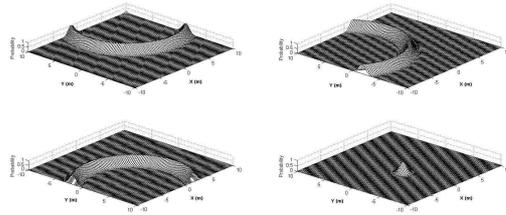
UWB 신호는 영평균 가우시안 잡음(zero-mean Gaussian noise)의 특성을 가진다. 따라서 UWB 센서는 거리정보에 σ_{UWB}^2 의 분산을 가진 영평균 가우시안 잡음을 합산하여 범위값을 모델링 할 수 있다. UWB 센서의 관측 확률 분포 $p(z_t^{UWB}|s_t)$ 에 대해 살펴보면 식(5)와 같다.

$$p(z_{k,t}^{UWB}|s_t) = N(r_{k,t} + b_{k,t}; z_{k,t}^{UWB}, \sigma_{UWB}^2) \quad (5)$$

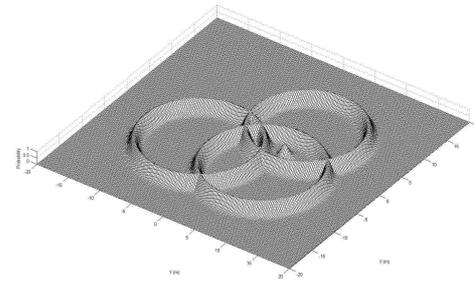
$b_{k,t}$ 는 센서모델에서의 가우시안 잡음을 나타내며, $r_{k,t}$ 는 시간 t 에서 k 번째 UWB 센서와 위치인식 대상 사이의 3차원 직선거리를 나타낸다 [9].

<그림 2>는 각 센서 및 Hybrid UWB/GPS 측위시스템에 대한 관측 확률 분포를 나타낸다. 각 UWB 센서로 측정된 거리 정보 및 GPS 위성정보를 이용하여, 확률 모델링을 하고 각 좌표의 확률 값을 합산하여 최대값을 갖는 좌표를 추출한다.

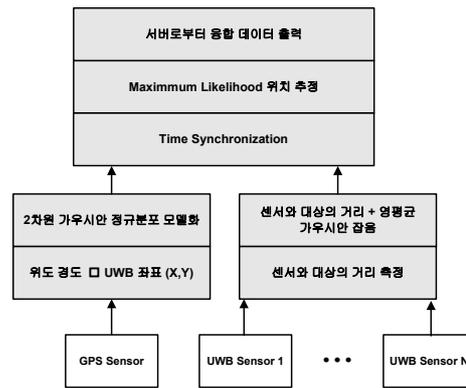
제안한 시스템은 멀티센서에 동일한 확률 모델을 사용함으로써 UWB 센서의 적용범위를 벗어나는 경우 GPS 정보와 거리 측정 가능한 UWB 센서의 정보를 합산하여 좌표 값이 실제위치에서 크게 벗어나지 않도록 시스템을 구성한다.



(a) 각 UWB 센서와 GPS의 확률분포



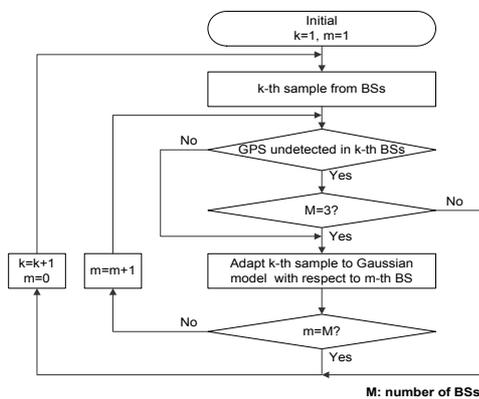
(b) 3개의 UWB 센서와 GPS의 확률 분포 결합
<그림 2> Hybrid UWB/GPS 측위시스템을 위한 관측 확률 분포 모델
<Fig. 2> Observation likelihood models for the Hybrid UWB/GPS tracking system



<그림 3> 시스템 동작과정
<Fig. 3> Operation process of the proposed system

3. 시스템 동작 과정

<그림3>에는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템의 동작 과정을 데이터 처리 순서에 따라 도시화 하였다. 시스템은 크게 센서부와 유닛부, 데이터 처리모듈로 구성된다. 위성신호를 통해 측정된 GPS 센서부의 위치 정보는 NMEA 0183의 형태로 GPS 유닛으로 전달된다. GPS 유닛은 위도와 경도를 UWB 기준 좌표 (X,Y)의 형태로 변환하고 좌표 평면을 기준으로 2차원 가우시안 정규 분포 모델화를 실행한다. 확률 모델은 시간 정보와 함께 데이터 처리 모듈로 전송된다. UWB 센서는 각 센서와 측위 대상사이의 거리를 측정하여, 거리값을 UWB 유닛으로 전달한다. UWB 유닛에서는 좌표평면 상에 각 센서를 중심으로 측정 거리에 있는 지점에 영평균 가우시안 잡음을 합하여 좌표에 대한 확률 모델을 설정하여 시간 슬롯과 함께 데이터 처리 모듈로 보낸다.



<그림4> 멀티 센서의 확률 모델링 순서도
 <Fig. 4> Probabilly modeling flowchart of multi-sensor

데이터 처리 모듈로 전달된 GPS와 UWB 유닛의 확률 모델들은 시간 동기화 과정을 거친다. 동일한 시간 슬롯의 GPS 확률 모델과 UWB 확률 모델을 좌표평면 기준으로 합하여 최대 확률을 갖는 좌표 값을 산출하여, 지도에 출력한다. 차량과 같이 이동성이 많은 대상의 위치인식의 경우 UWB 센서의 적용 범위 밖으로 이동을 하면 측정 가능한 센서의 거리

값을 기반으로 확률 모델을 구성하여 단절없이 적은 오차의 위치좌표를 찾는다.

<그림 4>에는 센서 유닛의 확률 모델링 순서도를 나타내었다. 시스템은 측정되어 전송된 각 UWB 센서의 개수를 확인하고 각 거리값을 기준으로 가우시안 모델링을 실시한다. 실내와 같이 GPS의 측위가 불가능한 경우는 데이터 처리 모듈에서 UWB 단일 측위시스템으로 전환하여 동작하도록 한다.

IV. 실험 및 평가

1. 실험 환경

이 장에서는 수집된 센서정보와 확률모델을 바탕으로 본 논문에서 제안하는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템의 성능평가 실험을 수행하였다. UWB 센서 적용범위 내외에서 인식대상의 정지 및 이동 상태의 변화에 따른 차량용 위치인식 시스템의 성능 및 연동성에 대하여 측정을 하였다. 사용된 GPS는 MT3329 칩셋 기반 Asen GPS741 모델이며, 고정궤도의 위성으로부터 보정신호를 수신하여 정밀한 위치를 계산할 수 있도록 SBAS를 이용하여 측정하였다.

<표 1> UWB 기반 Ubisense 하드웨어 특성
 <Table 1> Characteristics of UWB-based Ubisense hardware

| 용도 | 1 / 2 / 3 차원 위치인식 |
|--------|--------------------------|
| 중심주파수 | 7 GHz |
| 점유대역폭 | 6000-8500 MHz [2500 MHz] |
| 전파출력 | -41.3 dBm/MHz |
| 동작거리 | 평균 60m 이내 (최대 100m) |
| 셀 적용범위 | 625m ² |
| 정확도 | ±15cm이내 |

Ubisense series 7000 UWB센서를 이용하여 대상과 센서와의 거리값을 측정하였으며, <표 1>에는 Ubisense의 하드웨어 특성을 나타내었다 [10].

Ubisense를 이용하여 센서와 태그사이의 거리 정보만을 측정하였으며, 3개의 측정된 거리 정보를 이

용하여 Chan 알고리즘 기반 TDOA 방식과 제한된 알고리즘의 성능을 비교하였다. <그림 5>는 실험에 사용된 데이터 처리용 노트북, 결합상태의 GPS 단말기 및 Ubisense 태그와 설치상태의 Ubisense 센서를 보인다. 멀티센서 시스템을 위해 실험에 사용된 노트북은 Wifi와 블루투스를 지원하며, UWB 센서로부터 Wifi를 이용하여 거리정보를 무선으로 전달받고, GPS 정보는 블루투스가 지원되는 GPS 741로부터 실시간으로 전송받아 처리 하도록 구현하였다.



(a) Notebook, AsenGPS741, Ubisense Tag (b)Ubisense

<그림 5> 실험에 사용된 측위 장치
<Fig. 5> Equipments for measurements



<그림 6> 실외 실험 장소의 위성사진 및 센서 설치 위치

<Fig. 6> The satellite image of outdoor experiments and the location of UWB sensors

<그림 6>은 실외 측정 지점의 위성사진을 Daum API를 통해 나타내었으며, 각 UWB 센서의 설치 위치를 표시하였다. 실험 장치는 인하대학교 9호관 앞의 12m x 8m 의 공간에 설치하였으며, GPS는 초당

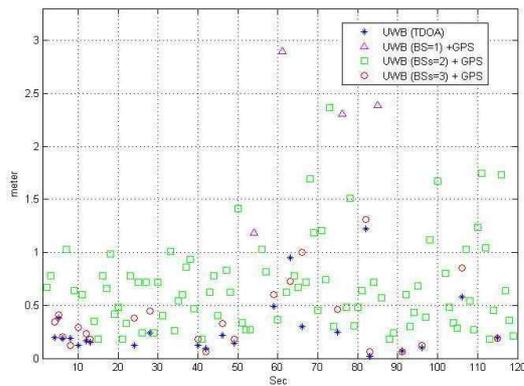
1번, UWB는 약 0.8초당 1번의 데이터를 전송하도록 설정하여, 4초마다 가장 적은 수의 거리값을 수신한 UWB 데이터를 한 개를 제외하고 4개의 데이터를 시간 동기화하였다.

시간동기화 된 데이터는 확률 모델링 과정을 거쳐 확률값으로 변환되고, 통합 좌표상에서 최대값을 갖는 좌표를 추정하였다. 좌표는 한 칸 당 3cm x 3cm 단위로 나누어 설정하였으며, 통합측위 시스템의 추정된 좌표를 지도상에 표시하도록 하였다[11].

정확한 위치추정을 위한 가우시안 알고리즘을 위해 UWB는 0.3m, SBAS는 2m의 표준 편차를 각각 할당하였고, 이동하는 상황에는 DGPS의 표준편차를 1.5m로 할당하여 실험을 수행하였다.

2. 정지상태의 위치인식 오차 측정 실험

결합한 GPS 단말기와 UWB 태그를 센서 적용범위 내의 임의의 좌표에 위치하여 위치추정을 하였다. <그림 7>에 TDOA 방식과 Hybrid 통합 시스템을 사용했을 경우 시간에 따른 위치 오차를 그래프로 나타내었다. 센서의 적용범위 내에서도 지속적으로 3개 이상의 센서가 인식되지 않아 간단한 구조의 Vertical Filter를 사용하여 정확한 값을 측정하도록 하였으며, 거리를 측정한 UWB 센서의 수에 따라 오차를 계산하여 그래프에 나타내었다.



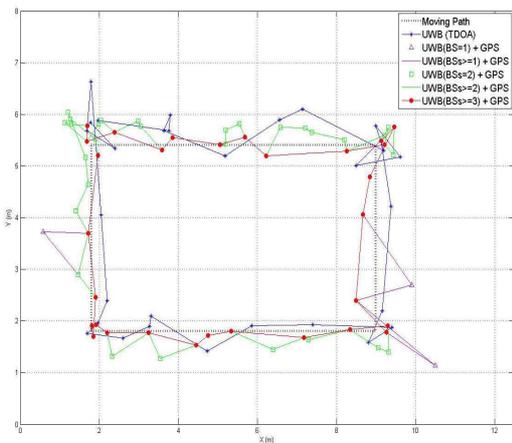
<그림 7> 실외 정지 상태에서 위치인식 오차
<Fig. 7> Localization error of outdoor-stop position

TDOA 방식은 거리측정 가능한 UWB 센서가 3개 일 경우만 동작함을 그래프를 통해 확인 할 수 있으며, hybrid UWB/GPS 측위시스템의 경우 측정 가능한 센서의 수가 적은 경우에도 시간단위에 맞추어 끊임없이 연산을 수행하여 근접한 위치를 추정하는 것을 확인하였다.

주차와 같은 정밀한 위치를 필요로 하는 상황에는 3개 이상의 UWB 센서의 정보와 GPS를 이용하여 측위를 하고, 차량추적 시스템의 경우 2개 이상의 UWB 센서와 GPS의 정보를 사용하여 위치인식을 하도록 설정한다면 다양한 용도의 차량용 위치인식 시스템에 적용 가능함을 확인하였다.

3. 적용범위 내에서 경로 이동시 위치측정 실험

<그림 8>은 위치인식 대상을 적용범위 내에서 정해진 루트를 따라 일정 속도를 유지하며 이동했을 때 측위 방식에 따라 추정된 좌표를 나타낸다. 첫 번째 실험과 같이 거리측정 가능한 UWB 센서의 수에 따라 센서의 이동경로를 표시하였다.



<그림 8> 경로 이동시 측정된 위치 좌표

<Fig. 8> Measured coordinates of moving position

UWB 센서가 3개이상 시간동기에 맞추어 거리값을 측정할 경우 TDOA 및 제안한 시스템 대부분 30cm 이내의 오차를 가졌다.

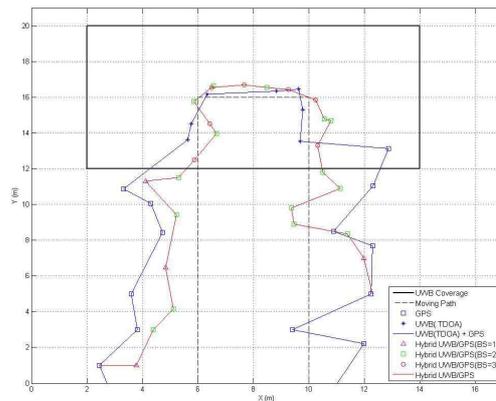
태그의 이동에 따라 UWB 센서의 거리측정이 원

활하게 이루어지지 않는 경우 측정 가능한 센서들의 확률모델과 SBAS의 위치정보를 결합하여 위치를 추정하였다. 2개의 UWB 센서와 SBAS의 결합은 1m 이내의 오차를 가졌으며, 1개의 거리값을 이용한 경우 약 1~2m 사이의 오차를 보였다.

TDOA방식은 연산을 수행하기 위해서 3개의 UWB 센서와 태그사이의 거리 값이 필요하기 때문에 이동 상황에서 2개 이하의 센서 정보로부터 연산을 수행할 수 없어 제안된 시스템보다 위치인식 간격이 넓은 것을 확인하였다. 하지만 제안된 알고리즘은 SBAS와 결합하여, 오차가 조금 커지더라도 단절없이 이동체의 위치를 추정하였다.

4. UWB 센서 적용범위 내외의 이동환경에서의 위치측정

<그림 9>에는 UWB 센서가 인식을 못하는 범위에서 이동을 시작하여 점선을 따라 적용범위 안으로 이동했을 때 GPS와 TDOA를 이용한 UWB 연동기술과 Hybrid UWB/GPS 측위시스템의 추정된 좌표를 그래프로 나타내었다.



<그림 9> 적용범위 내외로의 이동에 따른 위치인식 실험

<Fig. 9> Measured coordinates of moving position both inside and outside the coverage

센서의 정보를 받지 못한 시스템은 GPS의 정보를 통해 적용범위로부터 20m지점까지 위치인식을 하였

으며, 제안된 시스템은 UWB 센서의 거리정보를 수신함과 동시에 확률적 모델링을 사용하여 좌표값을 산출하였다. GPS와 UWB 결합 시스템은 UWB 센서의 적용범위에 위치함과 동시에 급격한 위치변화를 보였으며, 제안된 모델은 한 개 이상의 센서의 정보를 받아 측위에 이용하여 적용범위 내외의 경계선에서 영향을 비교적 적게 받음을 확인하였다.

5. 실험 평가

측정 실험을 수행한 결과 정지 및 이동 상태에서 GPS의 정보를 이용하여 보다 유연한 정보를 제공함을 확인하였다. 실제 차량의 크기를 감안하여 주차의 경우 0.5m이내, 주행시 1m이내의 오차가 요구된다고 가정했을 때 제안한 시스템의 측정 센서의 개수를 조절한다면, 사용자의 용도에 따른 CNS 역할을 수행할 수 있다. 또한 차량의 속도 정보를 이용하여 자동제어를 하는 방법도 가능하다. 예를 들어 주차시에는 3개 이상의 UWB 센서와 GPS의 정보를 활용하고, 주행시에는 2개 이상의 UWB 센서와 GPS의 측정 정보를 활용하도록 제어한다면, 차량의 상황 및 속도에 맞게 측위 정보를 제공하는 차량 위치인식 시스템에 활용될 수 있을 것으로 예상된다. 또한 맵매칭 및 관련 기술을 고려하여 시스템에 활용한다면 더욱 향상된 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

V. 결 론

지금까지 GPS의 위성신호와 UWB 센서의 거리정보를 멀티센서 데이터 퓨전 알고리즘을 이용하여 개체의 위치를 측정하는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템에 대하여 살펴보았다. 기존의 UWB와 GPS의 연동 시스템은 인식대상의 위치변화에 따라 각 측위매체를 이산적으로 전환하여 차량과 같은 이동이 잦은 대상의 위치인식에 유연한 위치 정보를 제공하지 못하였다. 멀티센서 기반의 차량용 위치인식 시스템은 인식대상의 이동범위가 넓거나 속도가 빠른 경우 위치의 정확성뿐만 아니라 위치의 변화에 따른 유연한

정보제공이 필요하다.

이에 본 논문에서는 GPS의 좌표 정보와 UWB 센서의 거리값을 이용한 확률적 결합을 통해 개체의 위치를 측정하는 Hybrid UWB/GPS 측위시스템에 대하여 제안하였다. 인식대상과의 거리를 인식하지 못하는 UWB 센서가 발생하는 경우에도 근사위치를 연속적으로 측정함으로써, 끊임없이 위치인식을 하도록 설계하였다.

향후 연구과제로는 제안된 측위시스템을 이용하여 다양한 이용도의 응용시스템에 대한 구현을 통해 검증하는 작업이 필요하며, 고도까지 측정할 수 있는 UWB 센서의 특징을 이용하여 3차원 위치인식에 적용하는 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 IMU 및 가속도 센서 등을 활용하여 보다 정확도를 개선하고 유연하게 측위하도록 추가적인 알고리즘의 연구가 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. S. Chiu and K. O'Keefe, "Seamless outdoor-to-indoor pedestrian navigation using GPS and UWB," *Proc. Int. Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation*, 12 pgs., Sept. 2008.
- [2] D. S. Chiu, G. MacGougan, and K. O'Keefe, "UWB assisted GPS RTK in hostile environment," *Proc. Institute of Navigation National Technical Meeting*, 11 pgs., Jan. 2008.
- [3] G. R. Opshaug and P. Enge, "Integrated GPS and UWB navigation system," *Proc. IEEE Conf. Ultra Wideband Systems and Technologies*, pp. 123-127, May. 2002.
- [4] J. González, J. L. Blanco, C. Galindo, A. Ortiz-de-Galisteo, J. A. Fernández-Madrigal, F. A. Moreno, J. L. Martínez, "Mobile robot localization based on Ultra-Wide-Band ranging: A particle filter approach," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 57, no. 5, pp. 496-507, May. 2009.
- [5] K. M. Tan and C. L. Law, "GPS and UWB inte-

- gration for indoor positioning,” *Proc. Int. Conf. Information, Communications & Signal Processing*, pp. 1-5, Dec. 2007.
- [6] 정보통신부, *고속 UWB 신호 동기획득 기반의 고정밀 무선측위 기법 개발 연구보고서*, 2006. 7.
- [7] C. D. Wann and Y. J. Yeh, “A hybrid TDOA /AOA positioning technique for indoor UWB systems,” *Proc. Int. Symp. Communications*, 5 pgs., Nov. 2005.
- [8] H. Kong, Y. Kwon, and T. Sung, “Comparisons of TDOA triangulation solutions for indoor positioning,” *Proc. Int. Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation*, 11 pgs., Dec. 2004.
- [9] J. L. Gonzalez, J. L. Blanco, A. Ortiz-de-Galisteo, J. A. Fernandez-Madrigal, F. A. Moreno, and J. L. Martinez, “Combination of UWB and GPS for indoor-outdoor vehicle localization,” *Proc. IEEE Int. Symp. Intelligent Signal Processing*, pp. 1-6, Oct. 2007.
- [10] <http://www.ubisense.org/>
- [11] T. Moore, C. Hill, S. Ince, W. Ochieng, S. Feng, R. Ioannides, P. Cross, and L. Lau, “End-to-end testing of an integrated centimetric positioning test-bed,” *Proc. Int. Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation*, 11pgs, Sept. 2007.

저자소개



장 윤 호 (Jang, Yoon-Ho)

2008년 3월~현재 : 인하대학교 정보공학과 공학석사
2008년 2월 : 인하대학교 전자공학과 공학사



남 상 균 (Nam, Sang-Kyoon)

2009년 9월~현재 : (주) 아이큐브 네트워크팀 연구원
2009년 8월 : 인하대학교 정보공학과 공학석사
2007년 2월 : 인하대학교 컴퓨터공학과 공학사



배 상 준 (Bae, Sang-Jun)

2008년 3월~현재 : 인하대학교 정보통신대학원 공학석사
2008년 2월 : 인하대학교 전자공학과 공학사



성 태 경 (Sung, Tae-Kyung)

2006년 6월~현재 : 인하대학교 초광대역무선통신연구센터 전임연구원
2002년 7월~2004년 1월 : 동의대학교 전자세라믹스센터 선임연구원
2005년 8월 : 한국해양대학교 전파공학과 공학박사
1999년 2월 : 동의대학교 전자공학과 공학석사
1996년 2월 : 동의대학교 전자통신공학과 공학사



곽 경 섭 (Kwak, Kyung-Sup)

2009년 1월~현재 : 한국ITS학회 회장
2003년 8월~현재 : 인하대학교 초광대역무선통신연구센터 센터장
2000년 3월~현재 : 인하대학교 정보통신대학원 교수
2006년 1월~2006년 12월 : 한국통신학회 회장
2000년 3월~2002년 2월 : 인하대학교 정보통신대학원 원장
1989년 2월~1990년 3월 : 미국 IBM Network Analysis Center 연구원
1988년 2월~1989년 2월 : 미국 Hughes Network Systems 연구원
1988년 2월 : 미국 UCSD 통신이론 및 시스템 공학박사
1981년 12월 : 미국 USC 전기공학과 공학석사
1977년 2월 : 인하대학교 전기공학과 공학사