

단일 관성 센서와 초음파를 이용한 실내 위치추정 방법

Indoor Localization Method using Single Inertial and Ultrasonic Sensors

유승범*, 송창우*, 정경용**, 임기욱***, 이정현****

인하대학교 정보공학과*, 상지대학교 컴퓨터정보공학부**, 선문대학교 컴퓨터정보공학부***,

인하대학교 컴퓨터정보공학부****

Seoung-Bum Ryu(lager000@gmail.com)*, Chang-Woo Song(ph.d.scw@hanmail.net)*,
Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)** , Kee-Wook Rim(rim@sunmoon.ac.kr)** ,
Jung-Hyun Lee(jhlee@inha.ac.kr)****

요약

현재 제공되고 있는 지능화된 서비스들은 사용자의 위치를 기반으로 동작한다. 실내 위치 측정 서비스를 위한 수많은 장비들은 각각의 특징된 동작과 운영체제를 가지므로 다양한 기기들을 연결하고 제어할 수 있는 미들웨어의 상호 운용성과 다양성이 필요하다. 기존 관성 센서를 이용한 실내 위치추정 방법은 공간 크기에 따른 추가 비용이 발생하여 상대적인 효율성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서 제안하는 실내 사용자 위치추정 방법은 오픈소스 프로젝트인 OSGi 프레임워크를 이용하여 통합서비스를 지원하고, 초음파 센서를 이용하여 특정 물체와의 정확한 근접 거리를 통해 관성 센서의 문제점을 보완하였으며, 신뢰도의 항목을 추가하여 반응속도 차이에 따른 오차율을 줄였다.

■ 중심어 : | 실내 위치추정 |

Abstract

Most of intelligent services provided today work based on the users' location. Numerous devices for indoor localization services have their own characteristic functions and operating systems, we need the interoperability and diversity of middleware to connect and control these devices. The indoor localization method using existing inertial sensors are relatively less efficient because of additional cost according to the size of space. Accordingly, the indoor user localization method proposed in this study supports integrated services using OSGi framework, an open source project, and solves problems in inertial sensor based on accurate distance to a specific object measured using ultrasonic sensor. Furthermore, it reduces errors resulting from difference in response rate by adding the reliability item.

■ keyword : | Indoor Localization |

I. 서론

일반적으로 지능화 서비스들은 사용자의 위치를 알

아냄으로서 정보를 제공하는 방식으로 구성되어 있다. 특히 스마트 홈 서비스 분야는 인터넷, 핸드폰, 주 거지등 여러 가지 기기와 설비를 통해 구현하고 있다.

접수번호 : #100325-001

접수일자 : 2010년 03월 25일

심사완료일 : 2010년 03월 31일

교신저자 : 유승범, e-mail : whrma@hanmail.net

GPS(Global Positioning System)을 기반으로 한 기기인 경우엔 실외에선 정확한 위치 정보를 얻을 수 있지만, 실내에선 수신을 문제로 정확한 위치 정보를 얻을 수 없다[1-3]. 이러한 문제점을 보완하기 위해 여러 연구가 선행되어 왔었고, 최근 스마트 홈 환경에서 RFID와 관성 센서(Inertial Sensor)를 이용한 스트랩다운 관성 항법 실내 위치 추정 시스템 연구가 진행되고 있다[4]. 하지만, 이 방법은 시스템이 장기간 초기화를 할 수 없을 때 센서의 오차가 계속 누적되는 단점이 있다. 과거엔 이 단점을 위해 더 많은 RFID를 통해 위치 초기화를 늘려가는 방안을 제안했으나, 위치추정에 필요한 공간이 증대됨에 따라 초기 투자비용이 같이 증가하게 된다. 이러한 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는, 미리 자신의 주변 환경이 입력된 곳에 도착하면 초음파 센서를 통해 그 물체와 거리를 계산하여 이동 중간에 위치 보정이 가능한 방식을 도입한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 위치추정 방법에 관련된 연구들을 2장에서 소개한다. 3장에서는 관성 센서를 이용한 위치추정 방법을 설명하고 4장에서 위치 보정을 정의한다. 5장에서는 시스템을 설계하고 6장에서 실험한다. 마지막으로 7장에서는 결론과 향후 연구에 대해 종합한다.

II. 관련 연구

MIT에서는 센서 네트워크에서 초음파와 RF 전파 신호의 시간차이를 이용해 이동하는 물체의 핸드셋(Handset)에서 수신기와 저가의 비컨(Beacon), 수신기 유닛(Unit)으로 구성된 Cricket 시스템을 공개하였다. 이것은 분산형 시스템으로 확장성은 용이하나 이동체가 가지는 핸드셋의 성능에 위치 탐색의 정확도의 편차가 심하며, 에너지 소모 문제가 발생하게 된다[10].

AT&T 캠브리지 연구소에서는 적외선을 이용한 액티브 배지 시스템을 공개하였다. 이것은 적외선을 이용한 방식으로 배지와 수신기가 저렴하고 단순하여 관리가 쉽다. 하지만, 햇빛이나 형광등의 간섭으로 인해 정확도와 신뢰도가 급격히 감소하는 단점이 있다[11].

무선랜을 이용한 미국의 마이크로소프트에서 제안한 RADAR 기술은 IEEE 802.11 내장 호환기기가 필요해 소형화가 힘든 단점이 있지만, 설치와 관리가 용이한 장점도 있다[3][9].

최근 부각되는 기술은 RFID를 이용한 위치기술은 비접촉식이며 태그정보를 이용한 개인화도 가능한 LANDMARC 방식이다. 이것은 고정되어 있는 태그들의 신호세기와 수신기를 이용해서 이동 객체가 가지는 위치를 판별한다[7]. 하지만, 실내의 위치가 커지게 되면 많은 태그의 정보가 필요하며 연산량이 증가하는 단점이 있다. 이것을 보완하기 위해 적은양의 RFID와 관성 센서를 활용한 스트랩다운 관성 항법 시스템을 제안하였으나, 이것 또한 위치 보정을 위하여 많은 양의 RFID 수신기가 필요하다. 이 방법을 보완하기 위해 이동 객체가 이미 알고 있는 특정지역에 위치를 단일 초음파 센서로 검색하여 초기화하는 RFID를 줄이는 방식을 제안한다.

III. 관성 센서를 활용한 위치 추정

관성 센서에서 측정되는 정보는 현재 위치에서 이동 객체가 얼마나 움직였는가에 대한 정보이다. 따라서 이것을 실제로 활용하려면 항법 좌표계로 변환이 필요하다.

- 관성 좌표계

지구 중심을 원점으로 하고 지구의 자전과는 관계없이 X, Y축은 적도의 평면상에 위치하고 Z축은 지구의 회전축과 일치하는 좌표계이다.

- 지구 좌표계

지구 중심을 원점으로 하고 경도와 적도가 만나는 점을 X축으로 북극을 향하는 축을 Z축으로 X축에서 반시계 방향으로 90도 회전한 방향을 Y축으로 하는 좌표계이다.

- 항법 좌표계

이동 객체의 중심을 원점으로 하고 X, Y, Z 세 축을

북, 동, 수직 아래로 삼은 NED(North, East, Down) 좌표계이다.

관성 센서는 크게 가속도계와 각속도계로 이루어진다. 가속도계는 현재 위치에서 센서가 위치한 X, Y, Z 방향을 기준을 정하여 어디로 움직이는가에 대한 결과가 산출되고, 각속도계는 센서의 위치에서 얼마나 회전되는가에 대한 결과가 도출된다. 관성 센서의 특성상 자신의 절대적인 좌표값을 알아낼 수 없기 때문에 초기 정렬이 매우 중요하다. 일반적인 관성 센서의 초기 상태의 동체 가속도는 식 (1)과 같다[5].

$$f^b = [f_x f_y f_z] = c_n^b = \begin{bmatrix} \sin\theta g^n \\ -\sin\Phi \cos\theta g^n \\ -\cos\Phi \cos\theta g^n \end{bmatrix} \quad (1)$$

이 상태에서 초기의 속도는 정지된 상태이므로 X축과 Y축에 대한 가속도는 0이다. 따라서 정지된 상태의 가속도는 $f^n = [0, 0, -g^n]^T$ 로 나타낼 수 있다. 이것은 X, Y, Z축 방향에 따른 정지상태의 가속도이고, 이것을 센서의 자세각인 Φ (롤:roll)각, Θ (피치:pitch), Ψ (요:yaw)각을 이용해 초기의 좌표 변환 행렬 C_b^n 을 구하면 식 (2)와 같다[5].

$$C_b^n = \begin{bmatrix} c(\theta)c(\psi), s(\Phi)s(\theta)c(\psi) - c(\Phi)s(\psi), c(\Phi)s(\theta)c(\psi) + s(\Phi)s(\psi) \\ c(\theta)c(\psi), s(\Phi)s(\theta)s(\psi) + c(\Phi)c(\psi), c(\Phi)s(\theta)s(\psi) + s(\Phi)c(\psi) \\ -s(\theta), s(\Phi)c(\theta), c(\Phi)c(\theta) \end{bmatrix}$$

c = cos s = sin

(2)

이렇게 측정된 동체 좌표계의 선형가속도 f^b 와 좌표 변환 행렬 C_c^n 을 이용하여 항법 좌표계의 가속도 f^n 로 변환한 후 항법 방정식을 계산하여 위치와 속도를 얻는다. 속도를 계산하기 위한 방정식은 식 (3)과 같다[5].

$$v^n = C_b^n f^b - (2w_{ie}^n + w_{en}^n) \times v^n + g^n \quad (3)$$

식 (3)에서 나오는 결과물인 $v^n = [v_N, v_E, v_D]^T$

는 항법 좌표계에서 표현된 속도의 성분이고, w_{ie}^n 은 항법 좌표계의 관성 좌표계에 대한 각속도를 나타내며 w_{en}^n 은 지구 고정 좌표계의 관성 좌표계에 대한 각속도를 나타낸다. 이것을 정리하여 수식으로 나타내면 식 (4)(5)(6)과 같다[5].

$$w_{ie}^n = [\Omega \cos L, 0, -\Omega \sin L] \quad (4)$$

$$w_{en}^n = [\rho_N, \rho_E, \rho_D] = [l \cos L, -L, l \sin L] \quad (5)$$

$$= \left[\frac{v_E}{(R_t + h)}, -\frac{v_N}{(R_m + h)}, \frac{v_E \tan L}{(R_t + h)} \right]$$

$$R_m = \frac{R_0(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 L)^{3/2}} \quad (6)$$

$$R_t = \frac{R_0}{(1 - e^2 \sin^2 L)^{1/2}}$$

L은 좌표계의 X축의 값, l은 Y축, h는 Z축의 값을 의미하고 R_0 는 지구 타원체의 적도 반경, e 는 지구 이심률, Ω 는 지구의 자전 각 속도를 의미한다. 이때의 수식을 관성 센서에서 얻을 수 있는 정보들을 이용해 좌표로 표현[5]하면 식 (7)과 같다[5].

$$L = \int_0^t \frac{v_N}{(R_m + h)} d\tau + L(0) = \frac{V_N}{R_m + h}$$

$$l = \int_0^t \frac{V_E}{(R_t + \cos L)} d\tau + l(0) = \frac{V_E}{(R_m + h) \cos L} \quad (7)$$

$$h = \int_0^t (-v_D) d\tau + h(0) = -V_D$$

식 (7)을 항체의 좌표계에서 초음파 센서를 이용한 위치 계산 방식을 적용한다. 초음파 센서는 자기 자신의 위치를 좌표로 알 수는 없지만, 이미 알고 있는 물체와 거리를 비교해 현재 위치를 추정할 수 있다. 식 (7)의 3개 미분 방정식에서 단일 초음파 센서로 얻을 수 있는 것은 속도이다. 단일 초음파 센서의 특성상, X, Y, Z로 표현되는 좌표의 위치를 알아내기가 어렵

다. 따라서 일정한 시간동안에 특정 물체와의 방향성과 거리를 측정된 값을 속도로 표현하는 방법을 사용해 오차를 줄이게 된다. 이것을 이용하여 위치 계산을 보정하는 방법을 4장에서 설명한다.

IV. 위치 보정

초음파 센서는 관성 센서와는 다르게 측정된 위치가 절대적 좌표로 나오지 않는다. 또한 초음파가 도달되지 않는 거리에 있는 경우에는 거리가 무한대로 표시되거나 센서가 측정 가능한 도달범위로 표시되기도 한다. 하지만, 센서와 특정 물체가 근접한 경우에는 높은 정확도를 가지는 것이 장점이다[9].

물체가 가까이 있을 경우에는 초음파 센서가 측정된 위치에 높은 가중치를 주면 조금 더 좋은 위치 측정의 결론을 얻을 수 있고, 반대로 멀리 있을 경우에는 초음파 센서의 정확도가 낮아지므로 관성 센서가 측정된 위치에 높은 가중치를 주어야 한다. 따라서 초음파 센서와 관성 센서의 위치 보정을 위해 신뢰도(reliability)라는 기준을 추가한다.

알고 있는 물체의 위치와 초음파 센서와의 거리가 D 라 하면 식 (8)과 같다.

$$D = c \times TOF \times d_0 \quad (8)$$

$$c = 331.5 + 0.60714 \times \text{Temperature}_{Celsius}$$

c 는 섭씨온도일 때 음속임을 나타내고 d_0 는 송수신부의 위치 오프셋(offset)을 의미한다. 송수신부의 위치의 오차는 매우 작다고 가정하면 거리는 음속과 초음파가 발신되어 수신부로 들어온 비행시간 (Time of Flight)이 거리를 결정하는 요인이라고 할 수 있다. 식 (8)을 이용해 이전 물체와의 거리를 D_0 라 하고 현재 측정된 물체와의 거리를 D_1 이라 하면 임의의 벡터로 향하는 속도 V^{ult} 는 식 (9)와 같이 정의할 수 있다.

$$V^{ult} = \frac{D_1^2 - D_0^2}{t_s} \quad (9)$$

속도를 나타내는 V^{ult} 의 정확도를 높이기 위해 초음파 신뢰도 변수 k 를 추가한다. 이 변수 k 는 초음파의 종류와 특성에 따라 다르게 표현되지만 일반적으로 근접 초음파 센서 거리에 따른 오차변동 값을 기준으로 데이터를 적용한다. [그림 1]에서는 센서로부터 받은 데이터의 수치를 실시간으로 측정된 값과 평균적인 값과의 오차변동을 나타내고 있다.

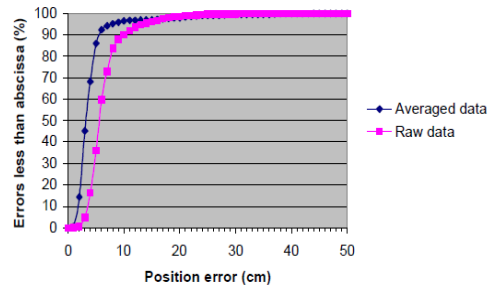


그림 1. 근접 초음파 센서 거리에 따른 오차변동

이것을 이용하여 식 (7)과 신뢰도 변수 k 와 속도 V^{ult} 를 적용하면 식 (10)을 얻을 수 있다.

$$L' = \frac{((100 - k)V_N - kV_N^{ult})/100}{R_m + h}$$

$$l' = \frac{((100 - k)V_E - kV_E^{ult})/100}{(R_m + h)\cos L} \quad (10)$$

$$h' = -V_D$$

V. 시스템 설계

1. 초기 위치 설정

관성 센서와 초음파 센서는 초기 위치 설정을 하기 매우 힘든 장비이다. 두 센서가 상대적인 위치를 측정하기 때문에 절대위치를 설정할 방법이 필요하다.

본 논문에서는 초기 위치 설정에 용이하도록 LANDMARC 방식을 사용한다. RFID를 사용한 LANDMARC 방식은 고정된 위치에 리더기가 배치되어 있고 주변에 고정된 참조태그가 위치하는 방식이다. 이동 객체의 태그가 접근해오면 리더기는 이미 알고 있는 고정된 태그의 신호 세기와 현재 이동 객체가 가지고 있는 신호 세기를 비교해 현재의 좌표를 알아낸다. LANDMARC 방식은 많은 태그를 사용했을 때 서로간의 간섭에 인해 태그 인식이 저하되고 지속적인 위치 측정을 위해 높은 연산량이 요구되지만, 초기 위치의 탐색에는 매우 높은 효율을 보이므로 초기화가 필요한 좁은 위치에 태그를 배치하면 다른 이동 객체 추적 방식보다 유리하다[8].

2. 전체 시스템 구성

본 논문에서 제안한 방법은 RFID와 관성 센서, 초음파 센서 등 다양한 기기들을 연결하고 제어하며 그 결과를 모두 피드백 할 수 있는 미들웨어의 상호 운용성과 다양성이 필요하다. 따라서 여러 센서와 무선 네트워크를 사용하기 위한 자바 기반의 개방형 프로그래밍 인터페이스를 제공하는 OSGi 프레임워크를 사용한다 [8].

시스템은 [그림 2]와 같이 직접 이동 객체에 부착된 관성 센서와 초음파 센서를 담당하는 센서 제어장치 (Sensor Control), 초기화와 RFID의 위치를 측정하고 센서 데이터와 비교하여 위치를 계산해주는 위치 계산기(Localization Calculator), 신뢰도를 이용하여 보정된 위치를 추정하는 신뢰도 장치(Reliability Machine), 보정된 위치를 받아서 현재 알고 있는 데이터와 비교하는 지도 관리자(Map Data Manager)로 구성되어 있다. 센서를 담당하는 부분과 위치를 계산하는 부분을 따로 분리하여 이동 객체의 부담을 최소화 하고 초기화와 위치 계산을 통합하여 기존 시스템의 복잡한 데이터 이동을 줄인다.

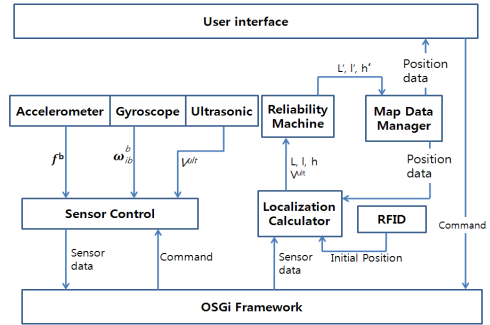


그림 2. 전체 시스템 개요

[그림 3]은 시스템의 동작을 설명한다. Sensor Control, RFID Data, Reliability Machine, Localization Calculator, Map Data Manager는 OSGi 프레임워크 상에서 구동되는 번들이다. 센서 제어장치에서는 가속도계(Accelerometer)와 각속도계(Gyroscope)로 측정된 가속도와 각속도 정보, 초음파 정보를 OSGi 서비스로 전송한다. 위치 계산기는 각 센서에서 받아온 정보와 RFID에서 받아온 위치 초기화 정보를 이용해 현재 이동 객체의 위치를 계산한다. 만약 위치초기화가 없다면 이것은 무시된다. 이렇게 계산된 위치좌표 L, l, h 와 초음파 센서에서 받아온 속도 정보 V^{ult} 를 신뢰도 장치에 입력하여 보정된 정보인 L', l', h' 를 계산한다. 이렇게 계산된 이동 객체의 위치 정보를 이미 알고 있는 지도 데이터와 함께 지도 관리자가 비교하여 실제 위치를 추정하여 그것을 사용자 인터페이스(User Interface)와 위치 계산기에 넘겨준다.

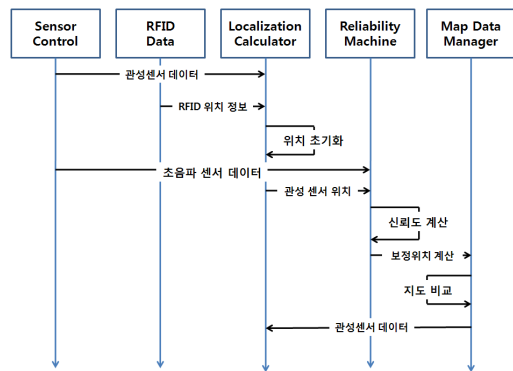


그림 3. 시스템 동작 과정

VI. 실험 및 평가

본 논문에서 제안한 실험을 구성하기 위해 실제 하드웨어와 위치 정보를 계산할 OSGi 프레임워크를 제작한다. [표 1]은 하드웨어의 구성 [표 2]는 소프트웨어의 구성을 보여준다.

표 1. 하드웨어 구성

CPU	Atmel mega128 16Mhz
가속도 센서	Freescale MMA 7260Q
각속도 센서	Murata ENV05G
초음파 센서	HG-B40C-AS
RFID	Sirit Infinity 210
	900Mhz Gen 2 Tag
통신모듈	Chipcon CC2420

표 2. 소프트웨어 구성

OSGi Framework	Knopflerfish 2.0.1
Java	Java 1.6.0
User Interface	Visual Studio MFC 6.0
Operating System	Window XP

실험은 Knopflerfish에서 받은 데이터를 Java를 이용해 데이터를 수집해오고, 수집한 데이터를 MFC를 이용해 수행하였다. Knopflerfish의 RFID, Gyroscope, Ultrasonic 센서 번들에서 데이터를 수집하면 일정한 포맷으로 저장하여 User Interface에서 해석한다. [그림 4]는 전체적인 지도를 나타낸 것으로 RFID를 이용한 위치 초기화 지점과 보정 물체를 두어 초음파 센서를 활용한 위치보정이 가능하게 한다.

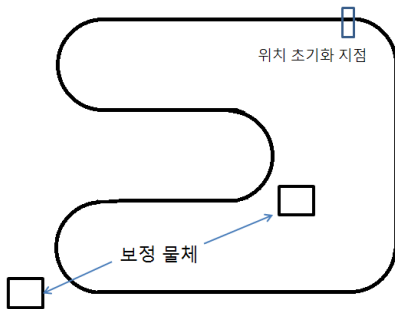


그림 4. 실험 수행 공간

초음파 센서의 특성상 반사파가 날아가 물체에 반사되어 오는 시간이 걸리므로 일정 시간이 경과되면 이동체와 보정물체의 거리가 멀다고 판단하여 초음파의 신뢰도 수치를 0으로 만들고 강제적으로 초기화한다. 실험 수행에서는 센서의 반응 속도 시간을 일정하게 고정하여 50회 반복 실험하여 평균을 계산하였다. [그림 5]는 초음파 응답이 길어졌을 때 센서의 응답과 시간분할을 보여준다. 그림에서는 두 센서가 반응에서 계산까지의 시간이 일정하게 고정된 것처럼 표시하였지만, 실제적으로는 초음파가 도착한 시간을 기준으로 계산을 수행하므로 보정위치에 근접할수록 높은 안정성을 얻을 수 있었다.

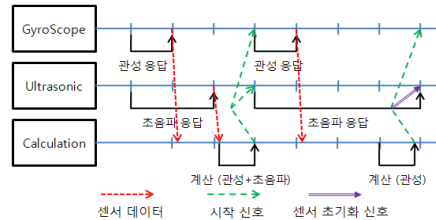


그림 5. 각 센서의 응답과 시간 분할

[그림 6]은 수행 결과를 보여주는 User Interface이다. 코너가 연속적으로 이루어지는 구간에서는 관성센서의 측정 시기에 따라 오차가 급격히 쌓이는 것을 측정할 수 있었지만, 초음파 센서를 활용한 실험에서는 [그림 7]에서 보여주는 수행 백분율 대비 픽셀거리 평균값에 대한 결과에서 나타났듯이 급격한 커브에서 측정된 오차에 대한 보정을 확인할 수 있었다.

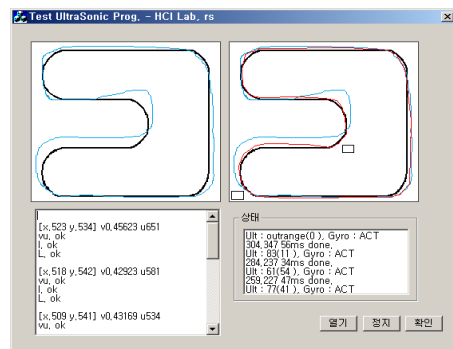


그림 6. 수행 결과 화면

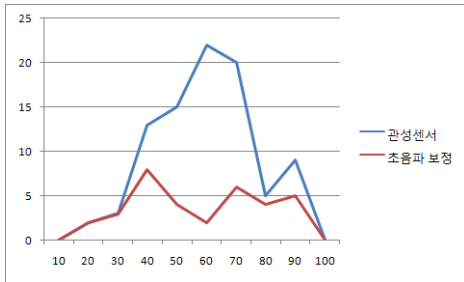


그림 7. 수행 백분율 대비 오차 픽셀의 평균

VII. 결론 및 향후연구

실험을 통해 일반적인 RFID만을 이용한 방식보다는 장기간의 오류에 대해 더 강한 신뢰도를 가진다는 것을 알 수 있다. 또한 장기간에 발생할 수 있는 오차율의 발생을 저렴한 비용의 투자로 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 여러 센서와 각종 기기의 상호 운용성을 위해 OSGi 프레임워크에서 동작하는 위치추정 시스템을 설계하였다. 임베디드 기술과 실내 지도장치를 이용하여 이동 물체에 부착하여 실험을 실시하였다. 그리고 설치와 사용을 단순화하여 Java언어를 사용한 번들형태의 어플리케이션을 이용하였고 다양화를 위해 MFC로 제작된 인터페이스를 구성하였다.

하지만, 센서 초기화의 기회가 높다면, 각 센서의 동기화 문제로 인해 오히려 오차가 증가할 확률이 있고, 신뢰도 수치가 초음파의 종류에 따라 의존하는 경향이 있다. 또한 높은 신뢰도를 위해서 보정물체를 미리 맵 데이터에 입력해놓는 노력도 필요하다. 이런 단점에도 불구하고 신뢰도 수치를 경험적 또는 실험적인 데이터에 근거하여 세워진다면 실내 크기에 비해 매우 적은 비용으로도 높은 신뢰도를 가지는 위치추정 시스템을 구성할 수 있다.

향후연구에서는 여러 센서를 사용하는 시스템의 특성상 센서의 동기화 오차율을 줄이는 방법의 연구와 센서가 가지는 바이어스에 대한 필터의 설계가 필요하다.

참고 문헌

- [1] J. G. Lee, C. G. Park, H. W. Park, "Multiposition Alignment of Strapdown Inertial Navigation System", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol.29, No.4, pp.1323-1328, 1993.
- [2] P. Enge, T. Walter, S. Pullen, C. D. Kee, Y. C. Chao, Y. J. Tsai, "Wide Area Augmentation of the Global Positioning System" In Proceeding of the IEEE, Vol.84, No.8, 1996.
- [3] 박찬국, "관성항법 시스템의 원리 및 전망", 전자공학회지, 제26권, 제4호, pp.59-66, 1999.
- [4] 심재호, 김종훈, 김태간, 한승진, 임기욱, 이정현, "스마트 홈 환경을 위한 관성 센서 기반의 위치추정 방법", 정보과학회 가을 학술발표논문집 제34권, 제2호, pp.575-579, 2007.
- [5] D. H. Titterton, and J. L. Weston, "Strapdown Inertial Navigation Technology," Peter Pegerinus, London, 1997.
- [6] A. Ward, A. Jones, A. Hopper, "A New Location Technique for the Active Office," IEEE Personal Communications, Vol.4, pp.42-47, 1997.
- [7] L. M. Ni, Y. Liu, Y. C. Lau, A. P. Patil, "LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID," Wireless Networks, Vol.10, No.6, 2004.
- [8] 이승근, 김인태, 김태간, 이경모, 임기욱, 이정현, "OSGi 기반 이동 에이전트 관리 시스템 설계", 대한전자공학회, 전자공학회 논문지, 제42권, 5호, pp.41-48, 2005.
- [9] 김보미, 심민진, 이종은, 최상호, "유비쿼터스 센서 네트워크의 위치탐지 기술 및 동향", 정보통신연구진흥원 주간기술동향 1291호, pp.27-37, 2000.
- [10] MIT, "The Cricket Indoor Location System," <http://cricket.csail.mit.edu>.
- [11] AT&T, "The Active Badge System," <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attachiv>

e/ab.html.

저 자 소 개

유 승 범(Seoung-Bum Ryu)

정회원



- 2008년 2월 : 인하대학교 컴퓨터 정보공학과(공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 정보공학과 석사과정
- <관심분야> : RFID/유비쿼터스 시스템

송 창 우(Chang-Woo Song)

정회원



- 2004년 8월 : 한국교육개발원 학점은행제 컴퓨터공학 전공(공학사)
- 2007년 2월 : 인하대학교 컴퓨터 정보공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 인하대학교

정보공학과 박사과정

<관심분야> : 임베디드/유비쿼터스 시스템, 데이터마이닝

정 경 용(Kyuung-Yong Chung)

정회원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터 정보공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터 정보공학과(공학박사)

▪ 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 한세대학교 IT학부 교수

▪ 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 인공지능시스템, 데이터마이닝, U-CRM

임 기 옥(Kee-Wook Rim)

정회원



- 1977년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 전자계산학(공학석사)
- 1994년 8월 : 인하대학교 전자계산학(공학박사)

▪ 1977년 ~ 1988년 : 한국전자통신연구소 시스템소프트웨어 연구실장

▪ 1989년 10월 ~ 1996년 12월 : 한국전자통신연구원 시스템연구부장, 주전산기(타이컴)Ⅲ,Ⅳ 개발사업 책임자

▪ 2001년 7월 ~ 1999년 12월 : 한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어 연구소장

▪ 2000년 ~ 현재 : 선문대학교 컴퓨터정보학부 교수

<관심분야> : RDBMS, 운영체제, 시스템구조

이 정 현(Jung-Hyun Lee)

정회원



▪ 1977년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학사)

▪ 1980년 9월 : 인하대학교 전자공학과(공학석사)

▪ 1988년 2월 : 인하대학교 전자공학과(공학박사)

▪ 1979년 ~ 1981년 : 한국전자기술연구소 연구원

▪ 1984년 ~ 1989년 : 경기대학교 전자계산학과 교수

▪ 1989년 1월 ~ 현재 : 인하대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> : 자연어처리, HCI, 음성인식, 정보검색, 고성능 컴퓨터구조