

위치 인지를 위한 하이브리드 위치 측정 시스템에 관한 연구

A Study on the Hybrid Localization System for Location Awareness

이형수**, 송병훈**, 윤희용*

e-mail : hslee@keti.re.kr, bhsong@keti.re.kr, youn@ece.skku.ac.k

Abstract - 위치 인지(localization)는 유비쿼터스 응용의 중요 기술로서 사용자 및 센서 노드 주변의 환경 상태와 같은 정보를 지능적으로 판단하는 상황 인지(context awareness)와 더불어 실제 지리적 위치를 인지(location awareness)할 수 있는 지능화된 서비스를 말한다. 기존의 센서 네트워크를 이용한 위치 인지 기술들은 실내(Indoor) 공간에서 미리 설치된 센서 노드들을 기반으로 능동형 혹은 수동형 방식으로 움직이는 노드의 위치를 측정 하는 인프라스트럭처 기반의 기술 이었다. 그러나 이러한 방식은 위치 인지를 위해 미리 특정 노드 들을 설치해야 하는 근본적인 문제점이 있어서, 군사 작전이나 위급 상황과 같은 환경에서도 강건하게(robust) 사용하기 위해서는 새로운 구조가 필요로 하다. 본 논문에서는 인프라스트럭처 기반이 없는 환경에서도 센서 네트워크를 이용해서 강건하게 위치 인식을 할 수 있는 하이브리드(hybrid) 알고리즘 및 시스템을 제안하였다.

Key Words : Sensor Network, Localization, Ubiquitous Network, Location Awareness

1. 서 론

위치 인식 기술은 향후 전개되는 유비쿼터스 응용에 원초적 기술 제공을 하는 역할을 하게 될 것이다. 현재도 유비쿼터스 상황 인식 기반의 응용들이 위치 인식을 중요 기술 요소로 바로 보고 있으며 이를 기반으로 다양한 응용들을 비즈니스 모델화 하고 있는 실정이다. 특히, 본 기술은 응용 범위가 국방, 정보 기기, 엔터테인먼트, 환경, 보건 등 광범위 한 것이 특징이다.

현재 위치 인식 기술은 매크로 영역에서의 GPS 혹은 이동통신망에서 이루어지고 있으며, 실생활에서 쓰이는 실내의 제한된 공간에서의 위치 인식은 간섭등 여러 기술적 문제점들로 사용하는데 어려움을 겪고 있다[1]. 특히 위치 인식 기술의 정확성, 실시간 측정, 그리고 위치 인식 기술로 인한 개인 사생활 보호 등과 같은 여러 문제점들이 지적 되고 있다.

최근에 부각되는 실내서의 피페이지브 혹은 유비쿼터스 기반의 응용 개발은 위치 인식이라는 객체의 상황 인식으로부터 출발을 하게 된다. 위치 인식과 객체 추적의 가장 이상적인 디바이스 모델의 요구 사항은 다음과 같다[2].

- i) 소형 칩셋 및 소형 Object 형태로 구성되어야 한다
- ii) 구현 환경에는 다른 부분들이 설치되어서는 안 된다.
- iii) 3개의 위치와 3개의 방향을 추적할 수 있어야 한다.
- iv) 위치와 방향에 있어서 정확성을 갖추어야 한다.
- v) 실시간 위치 정보 취득을 해야 한다
- vi) 빛, 열, 전자장, 그리고 무선 라디오 등의 환경적 간섭 요소로 인한 성능 저하가 없어야 한다
- vii) 무선으로 이루어지며 거리의 제한이 없어야 한다.
- viii) 확장성이 보장되어야 한다.

현재로서는 이상의 조건을 모두 만족하는 시스템은 존재하지 않는다. 다만, 응용의 특성에 따라 여러 요소들이 선택 하는 방향으로 접근하고 있다. 또한 이러한 요구사항은 센서와 전파의 송수신 및 위치 계산의 방법에 따라 능동, 수동적 방법으로 분류된다[3]. 그러나 능동, 수동 방법들은 기본적으로 인프라스트럭처 기반이라 강건성(robust)에 문제가 있다.

본 논문에서는 위에서 열거한 요구 조건을 만족하면서 인프라스트럭처 기반의 방식들을 개선할 수 있는 하이브리드 위치인식 플랫폼을 개발하였다. 특히, 본 연구에서 개발된 실내용 위치 인식 플랫폼은 센서 네트워크를 위한 플랫폼으로 유비쿼터스 환경에서 다양한 응용으로의 확장이 용의하다.

2. 본 론

2.1 실내용 위치 인식의 전개방식

기존의 위치 인식 기술의 분류는 먼저 인프라스트럭처의 유무로 크게 분류된다. 그리고 인프라스트럭처 기반은 다시

*성균관 대학교 정보통신공학부

School of Information and Communications
Engineering Sungkyunkwan University, Korea

**전자부품연구원 지능형정보시스템 연구센터

Korea Electronics Technology Institute, Korea

전파 송수신 및 위치 계산 알고리즘의 위치에 따라 능동적 수동적 시스템으로 세부 분류 되고 여기에 전파의 물리적 매체 특성에 따라 분류 한다. 현재 실내 환경을 고려한 위치 인식의 많은 연구들에서 움직이는 객체의 위치 추적에는 능동식 방식과 수동식 방식을 주로 사용하고 있다. 우선 능동적 방식을 살펴보면 다음과 같다.

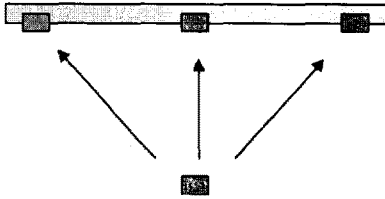


그림 1. 능동적 위치 인식 구조

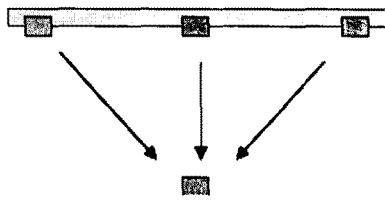


그림 2. 수동적 위치 인식 구조

첫째, 능동식 방식은 동시에 여러 움직이는 객체의 위치 추적을 할 수 있으나, 그 움직이는 대상에 수없이 늘어나는 확장성에 있어서는 한계에 도달하게 된다. 이는 능동형은 네트워크 기반으로 모든 위치에 대한 연산이 중앙에서 이루어지기 때문이다. 반면 수동식 방식은 움직이는 객체 자체에서 연산이 이루어지기 때문에 확장성에 있어 제한 요소가 적은 편이다.

둘째, 유비쿼터스 센서 네트워크에서와 마찬가지로 움직이는 객체의 컴퓨팅 자원 소모 측면에서 보면, 위치에 필요한 연산을 중앙에서 하여 움직이는 객체로 분포 하므로 소모되는 자원이 적은 반면, 수동식 방식은 연산처리를 움직이는 객체 자체에서 실시하므로 자원의 소모가 많다.

셋째, 구조상 능동식 방식은 수동식 방식에 비해 거리를 구하는 방식에서 약간의 지연이 발생하며, 이러한 지연 시간차는 정확한 거리 계산에 문제 요소가 된다.

기존의 능동적 방식의 대표적인 연구로는 Active Bat이 있었으며, 수동적 방식은 Cricket이 연구되었다 [1, 4]. 앞서 언급한 두 방식은 모두 인프라스트럭처 기반의 방법들이다. 그러나 이러한 방식은 위치 인지를 위해 미리 특정 노드 들을 설치해야 하는 근본적인 문제점이 있어서, 군사 작전이나 위급 상황과 같은 환경에서도 강건하게(robust) 사용하기 위해서는 새로운 구조가 필요로 하다.

2.2 거리측정 방식

인프라스트럭처의 유무와 상관없이 최근 실내용 거리측정 방식에서는 초음파를 이용한 방법을 많이 사용하고 있다. 이

는 초음파 센서의 정확성과 가격적인 요소가 실내용 센서로서 적합하기 때문이다. 또한 센서 네트워크에서 초음파 센서의 적용이 상대적으로 정밀한 모듈을 만드는데 적합하기 때문이다. 일반적으로 초음파 센서를 이용한 거리측정 방식에서는 비컨과 수신기 사이의 거리를 측정하기 위해 RF와 초음파의 시간차를 사용한다. 비컨은 주기적으로 RF를 전송하며 메시지 내용은 unique identifier, coordinates, space ID, 그리고 온도정보 등을 포함하고 있다. 이러한 메시지를 전송한 후, 각 비컨은 협대역의 초음파를 전송한다. 두 신호의 전파 확산 속도가 초음파 보다 RF가 월등히 빨라 수신기는 RF 수신 후 초음파를 수신한다. 이러한 두 신호간의 도착 시간 간격을 δT 라 하면

$$\delta T = \frac{d}{v_{us}} - \frac{d}{v_{rf}}$$

수신기가 비컨까지의 거리를 계산할 수 있다. 이때 공간의 정상적인 온도와 습도 상태이며 RF와 초음파의 현격한 속도차(초음파 344 m/s \ll RF 3×10^8 m/s)로

$$d \approx \delta T \cdot v_{us}$$

비컨에서 수신기까지의 거리를 계산 할 수 있다. 또한 노드의 전력 소모를 최소화하기 위해 하드웨어의 최적화와 초음파 신호를 단순화 시킨다. 이러한 거리 측정 방식은 초음파 센서를 장착한 센서 네트워크 플랫폼에서도 효과적으로 사용할 수가 있다. 본 논문에서도 이러한 초음파 센서의 장점을 이용한 새로운 위치 인지 플랫폼을 개발하여 사용하였으며, 이를 통해 센서 네트워크에서의 다양한 확장성을 유도할 수 있었다.

3. 하이브리드 위치 인지 시스템

3.1 위치 인지 플랫폼의 하드웨어 구성

본 논문에서 실내 환경에서 정확한 위치 인지를 측정하기 위한 센서 네트워크 기반의 플랫폼을 개발하였으며 여기에 개방형 위치 인식용 소프트웨어 환경을 탑재 하였다. 먼저 하드웨어적인 구성을 살펴보면 그림 3에서처럼 본 플랫폼은 저전력 프로세서로 Atmel ATmega128L을 사용하였으며, 위치 인지를 위한 저전력 센서로는 40KHz Ultrasonic Transceiver를 사용하였다.

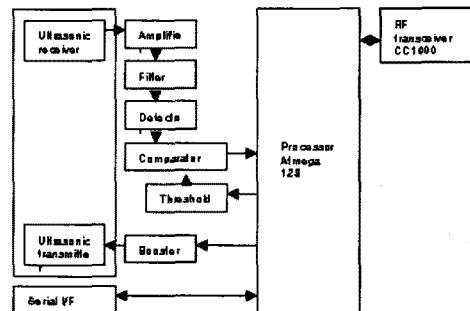


그림 3. 플랫폼의 하드웨어 구조

본 플랫폼의 RF는 915Mhz를 채용하였으며 부가적 객체의 상황정보를 추출하기 위해서 온도, 조도등의 센서를 적용하였다. 전력은 3.0V Battery 운용을 한다.

3.2 위치 인식 플랫폼의 소프트웨어 구조

본 연구에서는 앞서 언급한 능동형, 수동형 방식들의 문제점을 고려하여 새로운 하이브리드 위치 인식 시스템 HLS(Hybrid Localization System)을 제안하였다. 본 방법은 위치 인식 플랫폼을 장착한 노드들이 서로 양방향 위치 측위를 시도 하는 모델로, 위치 측정을 해야 하는 모든 노드들이 각각 위치 측정의 기준이 되어 위치가 변화하는 각각의 노드와 초음파 센서를 통한 거리 측정을 시도 하는 방식이다. 이러한 방식을 인프라스트럭처가 없는 방식이라고 말할 수 있다. 즉, 각각의 위치 인식 플랫폼은 초음파의 송신/수신을 번갈아 수행하는 하이브리드형 구조를 갖게 된다.

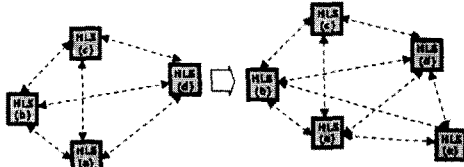


그림4. 하이브리드 위치 인식 기법

또한 본 플랫폼에 온도, 습도 센서를 위한 센싱 기능을 제공하고 있기 때문에, 센싱 에이전트를 통해 센서들에서 습득된 센싱 결과들을 판리하고 이를 전송할 수 있는 상황인지 기능도 제공한다. 이때 인접하는 노드들에게 ad-hoc으로 연결하여 전달하는 Beacon 프레임 포맷은 그림 5와 같다. 이러한 포맷은 위치 인식 데이터와 온도, 조도 센서를 통해 얻은 센싱 데이터를 효율적으로 전달하기 위한 구조이다.

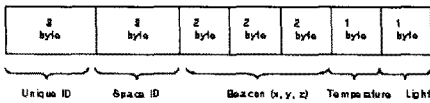


그림5. Beacon 포맷 구조

4. 위치 인식 센서의 설계 및 구현

본 연구에서는 개발한 플랫폼을 통해 실제 실내 환경에서 임의로 배치하여 동작을 시현하여 보았다.

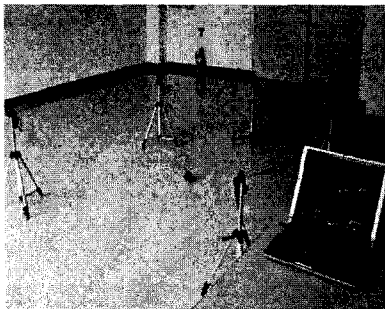


그림 6. HLS 플랫폼의 테스트환경

각 HLS 플랫폼들은 서로가 서로를 마주보는 구조로 배치되어 있으며, 이때 마주보는 HLS 플랫폼의 좌표가 바뀌게 되면 각각의 HLS 시스템에서 노드들의 좌표를 다시 계산하게 된다. 그림 7은 그림 6의 테스트 환경을 통해 얻은 실측 데이터이다. 그림 7은 노드 0xe7에서 얻은 상대적 좌표이다. 즉, 각각의 노드들 0x19, 0x2c, 0x73, 0x0e, 0x44, 0xcd의 변화는 곧 0xe7에서 상대 좌표로 계산되어 표현된다. HLS 플랫폼은 인프라스트럭처 기반의 방식들과는 달리 초기 설정이 필요없는 구조이므로 상대 좌표들의 변화와 노드 추가에 매우 강건하다. 그림 7에서 T는 온도센서의 값을 나타내며, D는 0xe7을 기준으로한 각 노드들의 거리(cm)를 나타낸다. 이때 표준 오차는 2cm 미만이다..

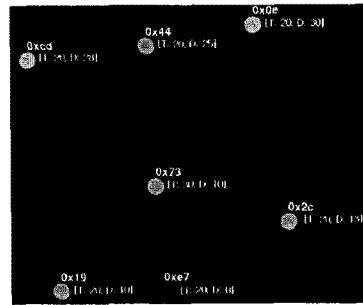


그림 7. HLS 플랫폼을 통한 위치 인지

5. 결론

현재 유비쿼터스 센서네트워크 응용에서 실내의 위치정보의 정확성과 확장성에 관한 연구들이 매우 중요하게 대두되고 있다. 기존의 센서 네트워크를 이용한 위치 인지 기술들은 실내 공간에서 미리 설치된 센서 노드들을 기반으로 능동형 혹은 수동형 방식으로 움직이는 노드의 위치를 측정하는 인프라스트럭처 기반의 기술이었다. 그러나 이러한 방식은 위치 인지를 위해 미리 특정 노드들을 설치해야 하는 근본적인 문제점이 있어서, 군사 작전이나 위급 상황과 같은 환경에서도 강건하게 사용하기 위해서는 새로운 구조가 필요로 하다. 본 논문에서는 인프라스트럭처 기반이 없는 환경에서도 센서 네트워크를 이용해서 강건하게 위치 인식을 할 수 있는 하이브리드 알고리즘 및 시스템을 제안하였으며, 이를 통해 실제 실내 환경에서 잘 동작함을 보였다.

참 고 문 헌

- [1]Nissanka B. Priyantha, Anit Chakraborty, and Hari Balakrishnan "The Cricket Location-Support System" 6th ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (ACMMOBICOM '00)
- [2]Greg Welch and Eric Foxlin. Motion Tracking: No Silver Bullet, but a Respectable Arsenal. In IEEE Computer Graphics and Applications, special issue on "Tracking", pages 3438, November/December 2002.
- [3]John Krumm, Steve Harris, Brian Meyers, Barry Brumitt, Michel Hale, Steve Shafer, "Multi-Camera Multi-Person Tracking for EasyLiving," Third IEEE International Workshop on Visual Surveillance, July 1, 2000.
- [4]Andy Ward, Alan Jones, Andy Hopper, "A New Location Technique for the Active Office," IEEE Personal Communications, Oct. 1997.