

# 이동 플랫폼을 위한 실내외 위치 기반 서비스 프레임워크

강종구<sup>o</sup> 김대영 김은조 김영수  
한국정보통신대학교  
{jjang9dr<sup>o</sup>, kimd, imikej33, pineland}@icu.ac.kr

## Seamless Localization Service Framework for Mobile Platforms

Jonggu Kang<sup>o</sup> Daeyoung Kim Eunjo Kim Youngsoo Kim  
Information and Communications University

### 요 약

이동 플랫폼들의 위치 인지는 유비쿼터스 환경에서의 많은 응용들에서 가장 중요한 요인 중 하나이다. 이로 인해 현재까지 다양한 위치 인식 방법이나 프로토콜이 연구 되어 지고 있으며 많은 측위 시스템이 개발되고 있다. 이러한 측위 시스템들은 각기 다른 위치 정확도, 측위를 위한 요구 사항을 가지고 있어 안정적이고 연속적인 위치 정보를 제공하지 못하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 RF 기반의 다양한 측위 시스템을 통합하는 방안을 제시함으로써 실내외 통합 위치 인식을 가능하게 하고, 이를 통해 획득한 위치 정보와 비위치 속성 데이터의 결합을 통하여 seamless한 전천후 위치 기반 서비스를 제공을 위한 프레임워크를 제시한다.

### 1. 서 론

유비쿼터스 환경에서의 많은 응용들에서 위치 정보의 인지는 중요한 요인으로 인식되어 왔으며, 효율적이고 정확한 위치 정보 획득을 위한 많은 연구들이 수행되어 왔다.[1]-[8] 예로서, 실외 측위 시스템으로 널리 쓰이고 있는 GNSS(Global Navigation Satellite System)는 위성 기반의 측위 시스템으로서 미국의 GPS, 구소련의 GLONASS, 유럽의 Galileo 등이 실제 필드에서 군사적 목적, 민간 목적으로 운용 중에 있다. 그리고 CDMA나 GSM과 같은 무선통신망 또한 측위 시스템에 이용되고 있다. 이같은 실외 위치 인식 시스템의 음영지역에 해당하는 실내 위치 인식은 최근 들어 많은 주목을 받는 연구 분야로서, 초음파나 적외선을 이용한 전통적인 방법에서부터 현재 전망 있는 측위 시스템으로 여겨지는 센서 네트워크나 RFID, Wi-Fi와 같은 RF를 이용한 다양한 연구가 진행 중에 있다.[7]-[11]

위에서 언급한 위치 인식 시스템들은 각기 다른 위치 인식 정확도, 측위를 위한 요구 사항, 강점 및 약점을 가지고 있다. 예를 들어, GPS는 세계적으로 가장 널리 쓰이는 측위 시스템이지만, 항상 4개 이상의 위성 신호를 받아야만 한다는 제약 사항 때문에 하늘이 열린 공간에서만 사용이 가능하다는 단점이 있다.[16,17] 무선통신망을 이용한 측위 시스템은 실내외 모두 이용 가능하나, 위치 정확도가 매우 낮다. 초음파나 적외선을 이용한 측위 시스템은 높은 위치 정확도를 가지지만, 가시선상의 매우 한정된 범위에서만 사용이 가능하는 문제점을 가진다.[4][5] 오랜 연구 역사를 가지고 있는 로보틱스 기반의 측위 시스템 또한 현재 많이 사용되고

있는 레이저 레인지 파인더나 비전 시스템과 같이 일반적으로 높은 계산량을 요구하고 주변 환경에 따라 많은 불확실성을 내포한다.[14] 이처럼 현재 개발되어 있는 어떤 측위 시스템도 한결 같고 안정적인 위치 정확도의 위치 서비스를 보증하지 못하고 있는 실정이다.

이러한 문제로 인해 실내외의 구분 없이 자유자재로 이동할 수 있는 이동 플랫폼을 위한 단절없는 위치 서비스 제공에 대한 요구가 더욱 커지고 있으며 그 필요성은 매우 크다.

또한, 위치 정보는 그 자체로서 위에서 언급한 바와 같이 환경, 구조 모니터링 시스템이나 인적 자원 관리, 물류 관리, 이벤트 기반 시스템 등에서 중요한 의미를 갖고 있다. 하지만 위치 정보 자체보다는, 해당 위치에 관련된 속성 데이터의 획득을 통하여 상황과 응용에 적합한 보다 다양하고 유연한 서비스 제공이 가능해진다.

본 논문에서는 크게 두 가지 공헌을 한다. 먼저, 끊임없는 실내외 연속 위치 정보 획득을 위한 통합 위치인식시스템을 제안하고, 이를 통해 얻어진 위치 정보를 기반으로 한 위치 기반 서비스 프레임워크를 제시함으로써, 최종적으로 이동 플랫폼을 위한 전천후 위치기반 서비스를 구현하는 것을 목표로 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 통합 위치 기반 서비스 프레임워크를 제안한다. 4장에서는 제시한 프레임워크를 검증하기 위한 구현을 설명한다. 마지막으로 5장의 결론으로 논문을 마친다.

## 2. 관련 연구

위치는 예로부터 중요한 정보로서 인식되어 왔으며, 다양한 위치 인식 시스템과 방법들이 개발되어 있다. 실외 위치 시스템은 군사적 목적에 의해 시작된 GPS로 대변되며, 현재는 민간용으로 널리 쓰이고 있다. GPS는 미국방성에 의해 지원되고 조정되는 GNSS의 일종으로 6개의 공전궤도 당 4개씩, 모두 24개의 GPS 위성에서 전송된 메시지를 지상의 수신기가 받아 위치를 계산할 수 있다. 보통 20m 정도의 정확도를 가지고 있다. 하지만 일반적으로 GPS는 네 개 이상의 위성이 보이는 열린 공간에 있어야 정상적인 위치 계산이 가능하며, 실내에서의 이용은 불가하다. DGPS는 GPS의 상대적으로 큰 위치 정확도인 수십m를 개선하기 위한 방법으로서, GPS 수신기에서 계산된 위치 정보에서 고정된 위치의 기준 관측점에서 전송된 에러 보정 정보를 소거함으로써 1m 이하의 높은 정확도를 보이지만 역시 실내에서 사용할 수 없다.[16,17]

실내 위치 인식 시스템으로 현재 많은 주목을 받고 있는 센서 네트워크와 RFID 등의 RF 기반의 위치 인식 시스템에 대한 많은 연구가 수행되고 있다. 센서 네트워크는 전력 사용에 큰 제약과 연산능력이 낮은 단점을 가지고 있어 전력 소모가 큰 GPS를 채용하기가 힘들며, RSSI를 이용한 위치 측정 방식이나 RF 전송 시간차를 이용하여 거리를 측정하는 위치 인식 프로토콜이 많이 사용되어진다.[6]-[11] 현재 표준화를 마친 IEEE 802.15.4a 는 거리 측정을 기본 사항으로 채택하였고, 수십cm 단위의 정확한 ranging이 가능하여 새로운 측위 시스템으로 각광을 받고 있다.[13] 이러한 기존 연구 및 시스템들의 단점을 보완하기 위한 많은 연구들이 수행되고 있다. 본 연구에서는 측위 시스템의 단점들을 보완하기 위한 개선안으로서 어떠한 한 위치 인식 기술에 대한 연구가 아니라 다양한 위치 인식 시스템의 통합을 통한 방식을 이용한다.

본 연구와 같은 통합 방식을 이용하는 Location Stack은 워싱턴대학교에서 연구 되고 있으며, 다양한 측위 시스템에 대한 통합 프레임워크를 제공하고 응용을 위한 프로그래밍 인터페이스를 제공하기 위한 목적으로 개발되고 있다. 또한 위치 시스템을 위한 Sensor, Measurements, Fusion, Arrangement, Contextual Fusion, Activities로 구성된 6계층의 스택 구조를 제안하였다. [1][12]

### 3. 통합 위치 기반 서비스 프레임워크

본 논문은 실내외 전천후 연속 측위를 가능하게 하기 위한 통합 측위 시스템을 제안하고 이를 기반으로 한 위치기반 서비스 프레임워크를 제시한다.

#### 3.1. 정의 및 가정

표1은 전체 시스템에 대한 설명을 용이하게 하기 위한 이동 플랫폼의 분류에 대한 정의를 나타낸다.

표 1 이동플랫폼 분류 및 정의

Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
<b>Sensor Nodes</b>	<b>Handheld Devices</b>	<b>Mobile Robots</b>	<b>Vehicles</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tags</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobile phone</li> <li>PDA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Security robot</li> <li>URC robot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commercial cars</li> <li>Trains</li> </ul>
			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vary limited resources</li> <li>8/16bit microprocessor (Atmega, MSP430, 8051)</li> <li>Dedicated function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>enough computing power</li> <li>mobile processor (ARM)</li> <li>limited battery life</li> <li>Additional function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>enough computing power</li> <li>Pentium processor</li> <li>enough battery life</li> <li>Additional/Mandatory function</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>extra resources</li> <li>any system can be adapted</li> <li>Additional/Mandatory function</li> </ul>

Class1은 가장 소형의 이동 플랫폼으로서 센서 노드나 태그 등과 같이 사람이나 사물에 부착되어 모듈 자체의 의지와는 관계없이 이동을 하는 플랫폼이다. 8비트 또는 16비트의 저사양 마이크로프로세서를 탑재하고 있으며, 전력 소모에 대한 제약이 매우 크다. 주로 측위를 위한 특정 목적으로만 이용되는 경우가 많다.

Class2는 핸드폰이나 PDA 같은 소형 기기로서, 사람과 사물에 의해 이동되는 점과 전력 소모의 제약이 있다는 점은 class1과 같으나, 32비트 마이크로프로세서와 수십메가에서 수십기가의 메모리를 가지고 있어 보다 높은 연산 능력을 가지고 있고 위치 측정 외의 전화나 메시징, 응용 실행 등 다른 목적이 주요 목적이 된다.

Class3은 청소로봇, URC 로봇, 보안 로봇 등 모바일 로봇 계열로서, 펜티엄급 이상의 높은 연산 능력 뿐만 아니라 충분한 전력을 내포한다. Class1, 2와 달리 스스로 이동하는 능력을 가지고 있어, 측위 시스템을 통해 부가적으로 위치를 외부에 알리는 기능 뿐만 아니라, 자체적으로 위치 정보를 이용하여 주행에 이용할 수 있다.

Class4는 차량이나 기차와 같은 운송 수단으로서, 어떤 컴퓨팅 디바이스나 쉽게 탑재할 수 있기 때문에, 충분한 연산 능력과 전력을 가지고 있고, class3와 마찬가지로 측위 정보를 통해 자신의 위치를 알릴 뿐 아니라 자율적인 주행을 가능하게 할 수 있다.

본 시스템은 다음과 같은 사항을 가정한다.

- 모든 건물이나 장소는 적어도 하나 이상의 위치 인식 기반 인프라를 채용한다.
- 위치 인식 서비스는 위치 서비스 공급자나 독립적으로 구축된 사설 위치 서버에 의해 제공 가능하다.
- 위치 서비스 인프라는 위치 인식 뿐만 아니라 기본적인 광역 통신 서비스를 지원한다.

#### 3.2. 프레임워크

본 시스템 프레임워크의 전체적인 운용 구조는 그림1과 같다. 각 빌딩 안팎과 도시 전역에 걸친 위치 기반

인프라가 설치되어 있어 언제 어디서든지 위치정보나 위치기반서비스를 제공할 수 있고, 사람이나 사물에 부착된 태그(class1), 휴대폰, PDA(class2), 각종 서비스를 제공하는 모바일 로봇(class3), 차량이나 기차와 같은 운송수단(class4)이 도시전역에 공존한다.



그림 1 통합 위치기반 서비스 프레임워크 운용 개념도

이동 플랫폼은 다양한 위치 인식 시스템으로 구성된 공간을 지나다니며 위치 서비스를 제공받게 된다. 서로 다른 위치 인식 기술들 사이에서 연속적이고 안정적인 위치 정보를 얻기 위해 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- 사용 가능한 위치 인식 인프라 검색
- 다른 위치 인식 기술 사이의 핸드오프
- 여러 기술이 사용 가능할 경우의 퓨전
- 또는, 여러 기술이 사용 가능할 경우의 선택
- 지역 좌표에서 광역 좌표계로의 변환
- 빌딩 내에서의 층간 변화

이동 플랫폼들은 위치 서비스에 등록되어 고유한 ID를 부여받는다. 이동 플랫폼은 처음 위치 서비스에 등록될 때, 재시작을 요할 때 위치 서비스 서버에 위치 서비스의 공급을 요청할 수 있다. 적절한 사용자인지에 대한 인증을 거친 후, 위치 서버는 연속적으로 이동 플랫폼의 위치를 계산하고 추적한다. 위치 정보는 사용자나 이동플랫폼의 요청에 따라, 연속적, 주기적, 요구가 있는 즉시 등의 방식으로 제공된다.

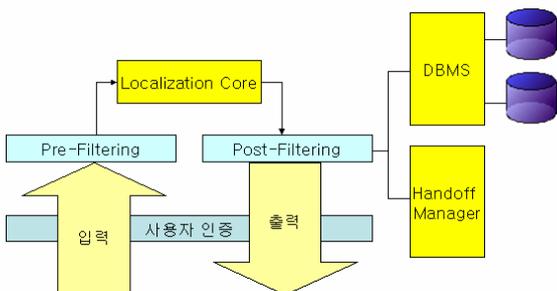


그림 2 위치 서버의 개략적인 구조

위치 서비스 공급자에 의해 운용되는 위치 서비스 서버는 위치 서비스 인프라를 관리하고 등록된 이동 플랫폼들의 위치를 추적한다. 이동 플랫폼으로부터 들어온 거리/위치 정보는 Pre-filtering에서 적법하지 않은 레포팅이나 예러가 있는 값이 제거되고 예측 과정을 통해 안정적인 센싱 데이터를 보장한다. Pre-filtering을 거친 인풋 데이터는 Localization core에서 퓨전 기반의 위치 계산이 이루어진다. 계산된 위치 정보는 Post-filtering을 거쳐 계산 오류나 적절하지 않은 위치 변화 등을 제거하고 안정적인 위치 정보를 제공한다. 이렇게 얻어진 위치 정보는 데이터베이스에 저장되며 동시에 핸드오프의 잠재적 가능성에 대한 검사가 이루어진다.

위치 서비스 인프라에서의 핸드오프는 이동 플랫폼에 대한 위치 서버의 위치 추적에 의해 이루어지며, 이동 플랫폼이 기존에 서비스를 받던 위치 서비스 셀을 지나 다른 위치 서비스 셀로 이동이 예측될 경우 위치 서버는 미리 해당 지역의 셀을 활성화시키고 Make-and-Break 방식으로 핸드오프를 처리한다.

한 장소에서 두가지 이상의 측위 시스템이 동시에 사용 가능할 경우, 이에 대한 퓨전 및 선택에 대한 고려가 이루어져야한다. RF기반의 측위 시스템은 각기 다른 신뢰도 및 정확도를 가진다. 802.15.4 기반의 측위 시스템은 3~5m의 정확도를 가지고 있으며, 802.15.4a 기반 시스템은 수십cm에서 1m 정도의 높은 정확도와 신뢰도를 보인다. RFID는 최대 통신 거리의 정확도를 가지며, 접촉방식을 이용해 신뢰도는 높다. GPS는 상대적으로 낮은 신뢰도를 가지고 있고, 일반적으로 20m 정도의 정확도를 보인다. 이와 같은 신뢰도 및 정확도에 대한 데이터를 얻기 위해 위치 서버는 각 기술에 대한 데이터의 에러율을 측정하고 통계를 작성함으로써 동적으로 할당한다. 평가를 바탕으로 Localization core는 간단히 신뢰도가 낮은 위치 정보를 무시할 수 있으며, 신뢰도가 같은 위치 정보가 공존할 경우, 확률적인 분석을 통하여 최적의 위치를 찾는 방식을 사용한다.

좌표계는 위치 측위에 있어서 중요한 지표로서 세계적으로 다양한 측위 기준계가 존재한다. 이러한 측위 기준계의 혼란은 큰 위치 오차를 가져오게 된다.[15] 기존의 위치 인식 시스템은 지역적으로 운용하는 시스템으로서 상대적인 좌표나 국지 기준 좌표계를 사용하였기 때문에 넓은 지역이나 세계적인 운용이 힘들다. 현재 GPS에서 사용하는 기준계는 전 세계에서 사용할 수 있는 WGS-84로서 세계기준계이다.[16] 따라서 위치 서비스 공급자에 의해 관리되어지는 위치 서비스 인프라는 이러한 세계측위기준계를 바탕으로 위치 서비스 인프라를 설치하고 좌표 정보를 미리 알고 있어야 한다. 또는 공통기준계를 위한 변환식을 제공한다.

실외와는 달리 빌딩 내에는 층이라는 삼차원적인 위치 인식이 필요하게 되며, 위치 서비스 인프라는 층간 변화를 반영하기 위해 입출구, 계단이나 엘리베이터 구간에 변화를 알리는 구조적 방법이나 위치 인식 패킷에

층 정보를 넣는 운용상 방법을 적용한다.

### 3.3. 통합 측위 시스템

통합 측위 시스템은 언제 어디서든지 실내외의 구분 없이 연속적이고 안정적인 위치 정보를 제공하기 위한 플랫폼으로서 RF기반의 실내 측위 시스템과 GPS를 이용한 실외 측위 시스템을 통합한 Hybrid 방식을 사용한다. 본 측위 시스템은 그림 3에서 보이는 것과 같이 크게 각 RF기반 측위 기술을 활용하기 위한 측위 모듈과 이들로 부터 얻은 위치 데이터를 통합하기 위한 측위 메인 보드로 구성이 된다.

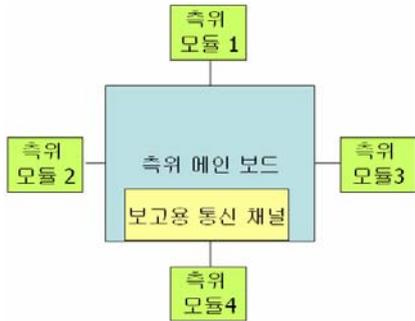


그림 3 측위 시스템 하드웨어 구조

측위 모듈에서 사용하는 측위 기술은 다음과 같다.

- IEEE 802.15.4 기반 RSSI 방식
- IEEE 802.15.4a 기반 TW-TOA 방식
- RFID 기반 Proximity 방식
- Wi-Fi 기반 RSSI 방식
- 실외 측위용 GPS

측위 모듈은 각각 class1 타입의 이동 플랫폼으로서 이용가능하며, 한가지 이상의 모듈이 class2에 적용될 수 있다.

측위 메인 보드는 측위 모듈에서 측정한 거리/위치 데이터를 받아 자체적으로 위치 계산을 수행할 수 있고, 보고용 통신 채널을 통해 위치 서버에 결과를 전송하는 역할을 수행한다. 측위 모듈로부터 들어오는 데이터와 위치 계산을 빠르게 처리하기 위해 충분한 연산력과 처리량을 가져야 한다. 측위 메인 보드는 Class3, Class4의 내부에 채용되어 위치 정보를 제공하는 역할을 한다.

### 3.4. 위치 기반 서비스 모델

위치 기반 서비스는 위치 정보와 그 위치에 해당하는 다양한 속성 데이터를 정의하고 제공하는 서비스이다. 이러한 서비스는 현재 지리 정보 시스템(GIS)의 정의와 부합되며, 점차 GIS로 흡수, 통합되면서 GIS의 적용 범위가 점차 커지고 있다. 특정 위치와 관련된 속성 데이터와의 관계를 통해 중요한 정보를 얻을 수 있으며, 이는 GIS가 가진 가장 중요한 성능과 유연성의 원천이다. [15]

위치 정보와 위치 기반 서비스의 요구는 두 가지 방

식으로 이루어진다. 먼저, 각 이동 플랫폼들은 위치 인식 시스템을 통하여 계산된 위치 정보가 다시 플랫폼으로 돌아와 능동적으로 자체의 위치를 활용할 수 있고, 위치 기반 서비스를 제공받을 수 있는 회귀 방식이다. 다른 방식은 이동 플랫폼의 위치 정보나 센싱 정보가 외부 통신망을 통하여 접속하는 유저들에게 전달되어 관찰, 감독되고 센싱한 정보를 제공하는 전달 방식이다.

본 프레임워크에서는 통합 위치 시스템을 통하여 얻은 위치 정보를 기반으로, 해당 위치 기반 서비스를 위하여 GIS를 활용한다. GIS에서 사용되는 모든 데이터는 지구 표면상의 특정 지역과 연결 짓는 georeferencing 과정을 거쳐야 한다. 통합 위치 시스템에서 수행된 Localization 과정을 통해 연산된 위치는 GIS에서 사용하는 GRS83 기준계로의 변환이나 광역좌표계의 변환 등의 georeferencing과정을 거쳐 위치 기반 서비스를 받는다.

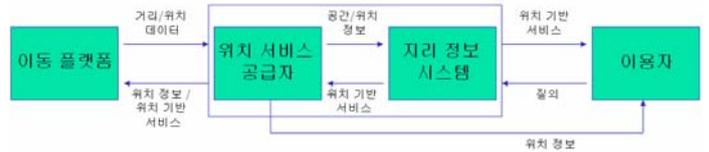


그림 4 위치 기반 서비스 모델

위 그림4는 GIS를 이용한 위치 기반 서비스 모델을 묘사하고 있다. 이동 플랫폼과 사용자는 모두 위치 서비스 공급자가 제공하는 위치 서비스 뿐만 아니라 GIS 결합을 통하여 위치 기반 서비스를 받을 수 있다. 사용자는 직접 GIS에 질의를 함으로서 보다 능동적인 서비스를 제공 받는다.

## 4. 구현

본 논문에서 제시한 실내외 연속 위치 인식과 위치 기반 서비스 프레임워크를 검증하기 위해 모바일 로뎀을 이용한 Class3 타입의 테스트베드를 구축하였다.

### 4.1. 실내외 연속 측위 시스템

본 구현에서는 실내외 연속 측위를 위해 제안한 통합 측위 시스템 중 일부인 802.15.4a 기반의 실내 측위와 GPS 기반의 실외 측위 기술을 사용한다. 실내외 연속 측위를 위한 하드웨어는 크게 실내 측위의 기준점이 되는 4개 이상의 앵커와, 앵커와 GPS로부터 전달된 신호를 받아 위치 정보를 전달하는 태그로 구성이 된다.

두가지 종류의 노드는 모두 8비트 RISC 마이크로프로세서인 ATmega128 프로세서와 RF트랜시버로서 Nanotron사의 NA5TR1칩을 탑재하고 있다. NA4TR1은 IEEE802.15.4a 표준안 중 하나인 Chirp Spread Spectrum 방식을 사용하며 하드웨어적으로 Ranging 기능을 포함하고 있다. 태그는 추가적으로 실외 위치 인식

을 위한 GPS모듈을 포함한다.



그림 5 실내의 측위 모듈

실내의 알려진 위치에 설치되어 있는 앵커들은 각기 고유한 ID를 가지고 있고 태그까지의 거리를 Two-way TOA방식으로 측정한다. 이렇게 얻어진 거리 정보는 위치 정보를 직접적으로 전달해주는 GPS모듈과는 달리 위치를 측정하기 위한 연산을 필요로 한다. 거리 정보와 앵커의 위치를 이용한 위치 계산은 일반적으로 8비트 마이크로 프로세서가 처리하기에는 힘든 행렬과 소수점 연산을 포함한다. 그러므로 빠른 위치 정보 획득을 위하여 태그의 역할은 앵커로부터 얻어진 거리 데이터와 GPS로부터의 위치 정보를 전송하는 것으로 한정하고 위치 계산 및 위치 에러 보정은 외부 서버나 이동 플랫폼에서 수행하기로 한다.

태그는 각 앵커로부터 측정된 거리 정보와 GPS 수신기로부터 추출된 위치 정보를 RS232통신이나 RF를 통하여 위치를 계산하기 위한 터미널로 전송한다. 주기적으로 태그로부터 정보를 획득하는 터미널은 Pre-filtering, Localization core, Post-filtering 과정을 거쳐 정확한 위치 정보를 추출해낸다.

#### 4.2. 이동 플랫폼

이동 플랫폼은 PWM 시그널로 제어되는 두 개의 서보모터를 통하여 조작하기 쉬운 RC카를 사용하였다. 이동 플랫폼에는 위치 정보를 받아 경로를 계획하고 주행하기 위한 커맨드를 만들어내는 고수준의 자율주행용 프로세서와 커맨드를 받아 실제 이동플랫폼을 구동시키는 저수준의 프로세서가 탑재되어 있다.

보다 많은 연산과 처리량을 필요로 하는 위치 인식을 통한 자율 주행을 실행하기 위해 펜티엄급 산업용 PC를 이동 플랫폼에 탑재하였다. 산업용 PC에는 운영체제로서 리눅스를 포팅했으며, 로보틱스를 위한 오픈소스 프레임워크인 Orca2를 채용하여 응용을 구현하였다.[18] 실내외 연속 측위 시스템으로부터 얻어진 위치 및 거리 정보는 모두 산업용 PC에서 구현되어진 Localization engine을 거쳐 자율주행 core로 전달되어진다. 자율주행 core로부터 발생된 커맨드는 RS232통신을 통하여

하부 프로세서로 전달된다.

자율주행 프로세서로부터 전달된 커맨드는 구동 프로세서에 의해 이동 플랫폼의 액추에이터가 구동됨으로써 실행이 된다. 상부에서 전달된 커맨드와는 별도로 전방, 측면 장애물과의 충돌을 피하기 위해 적외선 거리 측정 센서를 탑재하고 있으며, 충돌이 임박하면 별도의 레포팅 없이 일정 각도도 스티어링을 수정하는 저수준의 회피 알고리즘을 적용하였다. 서보 모터 제어 및 적외선 센서 제어, 회피 알고리즘은 모두 RC카에 탑재된 ATmega128 프로세서 보드를 통해 이루어진다.



그림 6 테스트용 이동 플랫폼

#### 4.3. 위치 기반 서비스

이동 플랫폼을 위한 위치 기반 서비스를 위하여 본 구현에서는 GIS의 단순한 기능인 수치 지도와 추가적인 교통 관련 정보를 활용한다. 실내외 측위 시스템으로부터 획득된 위치 정보를 이용하여 수치 지도의 해당 위치를 참조함으로써 길, 건물, 장애물의 여부를 판별할 수 있다. 현재 차량에서 많이 사용되고 있는 차량용 네비게이션 시스템과 비슷한 개념이다.

수치 지도로부터 얻어진 추가적인 정보는 자율 주행을 위한 진로 계획에 반영되어 안전한 주행을 가능하게 한다. 수치 지도는 GPS에서 사용하는 측지계인 WGS-84와 거의 유사하여 동일한 측지계로 사용 가능한 GRS83을 사용하여 제작되었고, 그로 인해 실내외 측위 시스템으로부터 얻은 정보를 바로 대응시킬 수 있다.

이러한 위치 기반 서비스를 바탕으로 주변 사물에 대한 불완전한 인지를 가지는 간단한 센서만 장착한 실험용 이동 플랫폼이 보다 넓은 시야를 가지도록 하였다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 RF기반의 위치 인식 시스템을 통합하고 GPS를 결합한 hybrid 방식의 통합 위치 인식 시스템 구조를 제안하여, 연속적이고 안정적인 위치 정보 획득

득을 가능하게 하였다. 또한 실내외에서 안정적이고 신뢰성 있는 위치 정보를 바탕으로 GIS와 연동하는 위치 기반 서비스 프레임워크를 제시하였다. 이를 통해 네 개의 class로 정의된 이동 플랫폼들은 능동적 또는 수동적으로 서비스를 받을 수 있으며, 사용자들도 외부망을 통하여 위치 서비스와 위치 기반 서비스를 사용할 수 있다.

본 시스템을 검증하기 위해 RF 기반 위치 인식 시스템과 GPS를 결합한 실내외 측위 시스템을 개발하였고, 이동 플랫폼에 탑재하여, 수치 지도를 통한 위치 기반 서비스를 통해 자율주행이 가능하게 하였다.

향후 과제로서는 보다 일반적이고 구체적인 위치 기반 서비스 프레임워크를 제시하고, 제안한 모든 측위 기술을 사용하는 통합 위치 인식 시스템을 개발하여, 전천후 위치 기반 서비스 프레임워크를 구현하도록 한다.

## 6. 참고 문헌

- [1] J. Hightower, G. Bordello, "Location Systems for ubiquitous computing", IEEE Comp, vol. 34, no. 8, pp. 57-66, 2001.
- [2] B. Brumitt, J. Krumm, B. Meyers, S. Shafer, "Ubiquitous Computing and the Role of Geometry," IEEE Personal Comm, Oct. 2000, pp. 41-43.
- [3] A.K. Dey, G.D. Abowd and D. Salber, "A Context-Based Infrastructure for Smart Environments" Managing Interactions in Smart Environments, Springer-Verlag, 1999, pp. 114-128.
- [4] R. Want et al., "The Active Badge Location System", ACM Trans. Information systems, Jan. 1992, pp. 91-102.
- [5] N.B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System", in Proceedings of the Sixth Annual ACM international Conference on Mobile Computing and Networking, 2000, pp. 32-43.
- [6] P. Bahl and V. Padmanabhan, "RADAR: An In-Building RF-Based User Location and Tracking System", in Proceedings of IEEE Infocom 2000, pp. 775-784.
- [7] N. Bulusu, J. Heidemann, and D. Estrin, "GPS-Less Low Cost Outdoor Low Cost Outdoor Localization for Very Small Devices", Special Issue on Smart Spaces and Environments, IEEE Personal Comm., Oct. 2000, pp. 28-34.
- [8] S. Capkun, M. Hamdi, J. Hubaux, "GPS-free positioning in mobile ad-hoc networks", in Proceedings of 34<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences, 2001, pp. 3481-3490.
- [9] N. Patwari, J. Ash, S. Kyperountas, I. Hero, A.O., R. Moses, and N. Correal, "Locating the nodes: cooperative localization in wireless sensor networks", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 22, no. 4, pp. 54-69, 2005.
- [10] K. Langendoen, N. Reijers, "Distributed localization in wireless sensor networks: a quantitative comparison", Computer Networks, vol. 43, pp. 499-518, 2003.
- [11] G. Mao, B. Fidan, B.D.O. Anderson, "Wireless sensor network localization techniques", Computer networks, vol. 51, no. 10, pp. 2529-2553, 2007.
- [12] J. Hightower, B. Brumitt, and G. Borriello, "The Location Stack: A Layered Model for Location in Ubiquitous Computing", in Proceedings of the 4<sup>th</sup> IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 22-28, 2002.
- [13] Z. Sahinoglu, S. Gezici, "Ranging in the IEEE 802.15.4a Standard", Invited Paper.
- [14] S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, *Probabilistic Robotics*, MIT Press, 2005.
- [15] T. Bernhardsen, *Geographical Information Systems: An Introduction*, 3rd ed., John Wiley and Sons, Inc., 2002.
- [16] Kaplan, Elliot D. ed. 1996. *Understanding GPS: Principles and Applications*. Boston: Artech House Publishers.
- [17] Parkinson, Bradford W. and J.J. Spilker. Eds. 1996. *Global Positioning System: Theory and practice. Volumes I and II*. Washington, DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.
- [18] Orca Robotics, [Online] <http://orca-robotics.sourceforge.net>