

# 위치인지 서비스를 위한 Indoor Positioning System 기술 개발

## Development of Indoor Positioning System for Location-aware Services.

박우철\*, 이형수\*\*, 윤명현\*\*\*

Woo Chool Park, Hyung Soo Lee, Myung Hyun Yoon

**Abstract** - If we are to realize the everyday benefits promised by pervasive computing and context-aware applications, we must first develop the infrastructure to provide contextual location and orientation information through pervasive computing elements. We have implemented indoor positioning system to supply orientation information. We have used ultrasound in indoor positioning system for distance and orientation measurements, then propose a set of methods to calculate orientation from an array of well placed ultrasonic sensors operating in the indoor positioning system. We have design and implement a indoor positioning system using a combination of hardware and software and demonstrate end-to-end functionality of the system.

**Key Words** : Smart Home, Location-aware Service, Indoor Positioning System, Ultrasound, RF

### 1. 장 위치 인지 기술

본 논문은 지능형 홈에서의 지능화 서비스 제공을 위한 핵심 요소기술인 실내에서의 위치 인지관한 연구 및 개발에 관한 논문이다. 인간 삶의 질 향상을 제공하기 위해 거주자의 홈 내 위치를 파악하여 그에게 최적화된 서비스를 제공하는 지능화된 홈 구현 필요성이 대두하였다.

홈 내의 거주자 중 해당 거주자에게 맞는 서비스를 제공하기 위하여 보다 정확한 위치인지를 위한 거리 측정과 보정 기술이 가능한 센싱 기술과 위치 인식 시스템 개발 필요하다. 거주자에게 좀 더 지능화된 정보를 제공하기 위해 거주자의 생활 패턴과 움직임 그리고 홈 내 상황 정보를 수집하고 이를 가공하기 위한 정보 가공 처리 기술 개발 필요하다. 지능형 홈에서의 위치 인지 기술은 현재 전 세계적으로 연구되고 있는 핵심 이슈이다.

위치인지 기술이 요소 기술로서 이루어져야 다른 지능형 홈 서비스가 가능하다. 위치인식 기반 홈 시큐리티, 오토메이션, 헬스 케어 등과 같은 첨단화된 응용서비스 제공이 필요하다. 본 논문은 현재 진행중인 경남 지역혁신기술개발 사업의 일환인 지능형 홈에서 위치인지 기술개발 과제의 1차년도 개발 결과물이다.

#### 1.1 실내에서의 위치 인지 기술 동향

##### 저자 소개

- \*전자부품연구원 지능형정보시스템 연구센터 선임연구원
- \*\*전자부품연구원 지능형정보시스템 연구센터 수석연구원
- \*\*\*전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅 연구센터 수석연구원

위치인지 기술은 측정방식에 따라 크게 삼각 측정(Triangulation), 장면 분석(Scene Analysis), 근접방식(Proximity) 3가지로 구분된다[1].

삼각 측정은 다시 거리 측정 방식과 각도 측정방식으로 구분되는데, 거리 측정방식은 동일 직선상에 있지 않은 다수의 기준점으로부터 거리를 측정하며, 각도 측정방식은 각도, 기준점 간의 거리 및 방위를 이용하여 위치를 측정한다[2].

장면 분석은 특정 지점에서 관측된 장면의 특성을 이용하여, 미리 정의된 데이터 테이블의 물체의 위치와 매핑되어 관측된 특성을 이용하여 데이터 테이블에서 검색을 하여 물체의 위치를 알아낸다[3].

근접 방식은 물체가 알려진 위치 근처에 있을 때 이를 인식하여 물체의 위치를 파악한다. 압력센서나 터치 센서등을 이용한 물리적 접촉에 의한 방식, 무선 셀룰러 네트워크를 이용하는 방식, RFID에 의한 방식 등으로 구분된다[4].

위치인지 시스템은 위에서 언급한 위치인지 기술을 이용하여 물체의 위치를 구체적으로 수치화 혹은 기호화하여 특정의 문제를 해결하기 위한 시스템을 의미한다. 현재 위치인지 시스템으로는 Active Badge, Active Bat, Cricket, RADAR, MotionStar Magnetic Tracker, Easy Living, Smart Floor등이 있다.

### 2. 장 Indoor Positioning System

#### 2.1 IPS-G (Indoor Positioning System - Gateway)

IPS-G(Indoor Positioning System - Gateway)는 IPS-M(Indoor Positioning System - Mobile)과 연동하여 IPS-M에서 수집되는 데이터를 Ethernet으로 패킷화 하여 서버 단으로 전달하는 역할을 수행하는 보드이다.



<그림 1> IPS-G (Indoor Positioning System - Gateway)

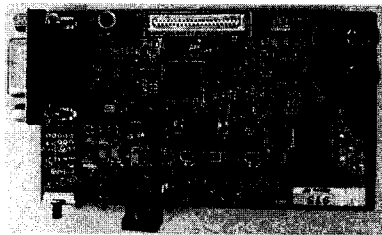
\* 하드웨어 구성

: IPS-G의 주요 사양은 다음과 같다.

- . 133MHz Samsung ARM9 Core Processor
- . 32비트의 데이터버스를 가지는 512Mbit SDRAM
- . 16비트의 데이터버스를 가지는 64Mbit Flash Memory
- . 144 마이크로셀을 가지는 Xilinx CPLD 95144XL
- . Console Interface 지원
- . 10/100 Mbps의 Ethernet 인터페이스 지원
- . 센서보드 인터페이스 지원
- . Power : 5V

2.2 IPS-M (Indoor Positioning System - Mobile)

IPS-M은 위에서 언급된 센서보드의 RF 신호에 추가적으로 초음파센서를 이용하여 RF신호와 초음파센서의 시간차를 이용하여 거리를 측정하는 방식을 이용하여 위치를 인지하는 역할을 수행하는 보드이다.



<그림 2> IPS-M 보드

\* 하드웨어 구성

IPS-M의 주요 사양은 다음과 같다.

- . 8비트 AVR 코어를 가지는 ATmega128L
- . 915MHz의 RF를 사용하는 CC1000 RF 트랜시버
- . 40KHz 중심 주파수를 가지는 초음파 센서 송신단과 수신단
- . 초음파 수신을 위한 미세 신호 증폭단
- . 초음파 송신을 위한 전압 증폭단
- . 초음파 수신 감도 및 레벨을 조정하기 위한 디지털 저장계

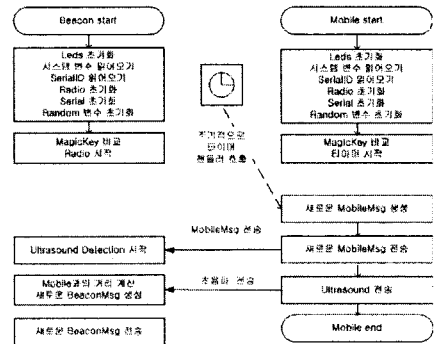
\* IPS-M 블록다이어그램

ATmega128이 중심기능을 하는 역할을 수행하게 되는데 동일

한 시간에 RF 신호는 CC1000을 통해서 그리고 초음파 신호는 초음파센서를 통해서 전송하게 된다. 반대로 수신하게 되는 신호 중에 초음파 센서단을 수신되는 신호는 증폭, 필터링, 검지, 비교의 순서를 통해 ATmega128이 초음파 신호가 들어왔음을 인식하게 된다. 또한 RF 신호는 CC1000을 통해서 수신하게 되는 구조를 가진다.

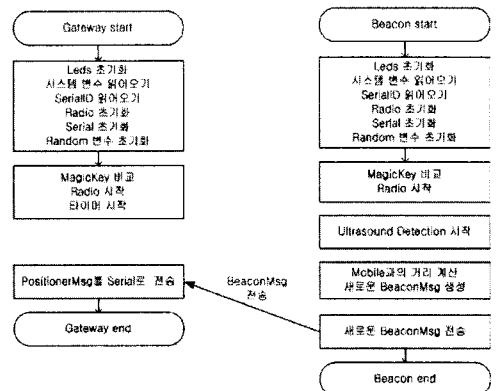
2.3 위치인지 알고리즘 실행 순서도

Mobile은 주기적(1초)으로 RF 메시지와 초음파 발생한다. Beacon은 이로부터 Mobile과의 거리를 구하고 RF 메시지 생성하여 Gateway에게 전송한다. Gateway는 Beacon들로부터 받은 거리정보를 호스트PC 전송하는 역할을 하며 호스트PC는 이 정보를 바탕으로 Mobile의 위치를 계산한다. 다음 그림은 Mobile과 Beacon간의 실행 순서도를 나타낸다.



<그림 3> Mobile과 Beacon간의 실행 순서도

Beacon은 Mobile로부터 RF 메시지가 전송되기 전까지는 아무일도 하지 않는다. Mobile이 동작하지 않으면 Beacon과 Gateway도 동작하지 않으므로 전력 소비량에서 매우 많은 이득을 볼 수 있다. Mobile의 동작 주기가 1초이기 때문에 실시간 트래킹시 1초의 지연이 생긴다. 다음 그림은 Beacon과 Gateway간의 실행 순서도를 나타낸다.



<그림 4> Mobile과 Beacon간의 실행 순서도

2.4 IPS\_M거리측정

Mobile과 Beacon 사이의 거리측정은 RF와 초음파 사이의 속도차에 의해 계산된다. RF는 초음파 보다 매우 빠르기 때문에 이를 이용하여 거리를 구할 수 있다. RF는 초음파보다  $10^6$  만 큼 빠르고 음파 속도는 약 340m/s 이다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{거리(m)} &= \text{시간(s)} * \text{속도(m/s)} \\ &\approx d = t * 340 \end{aligned}$$

단위를 cm와 us(마이크로 초)로 수정하여 재계산하면

$$\begin{aligned} \text{거리(cm)} &= \text{시간(us)} * \text{속도(cm/us)} \\ &\approx d = t * 340 * 100 / 1000000 \\ &\approx d = t / 29.4 \end{aligned}$$

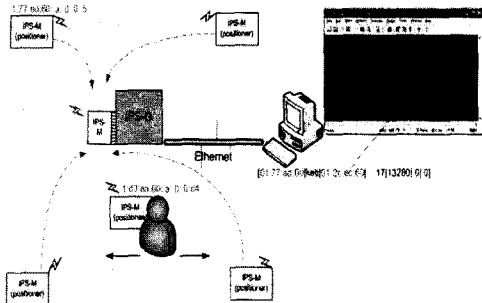
의 수식을 얻을 수 있다. IPS\_M에서 거리측정은 다음 수식이 사용되었다.

$$d = t / 30$$

이 수식을 이용하여 약 3cm 오차의 정밀도를 가진 거리를 계산할 수 있다.

### 2.5 IPS네트워크

IPS (Indoor Positioning System)는 House나 office와 같은 Indoor에서의 위치인지를 목표로 하는 시스템이다. 아래의 그림과 같이 구성될 수 있으며 위치 트래킹을 당하는 Positionee와 천정에 위치하여 RF와 초음파로 positionee의 위치를 인지하여 서버로 위치 정보를 전송하는 Positioner로 구성되는 IPS-M, IPS-M으로부터 위치 정보를 받아 서버로 전송해주는 게이트웨이 기능을 담당하는 IPS-G, 수집된 위치 정보에 기반하여 위치를 계산한 후 이를 GUI로 표현해주는 서버로 구성된다.



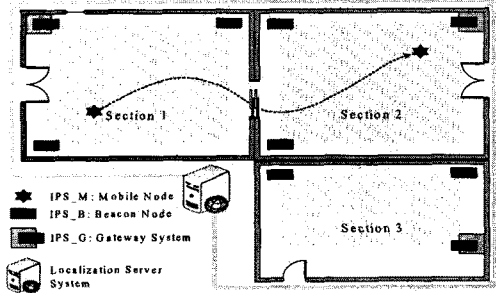
<그림 5> IPS-G 네트워크 구성도

Mode 0의 IPS-M과 연계되며 Mode 0 및 1과 Mode 2의 IPS-M 사이의 거리 정보를 Mode 0의 IPS-M으로부터 시리얼 인터페이스를 통해서 받아 이 정보를 이더넷 캡슐화를 통해 LAN 통신을 통해 응용 서버에게 제공할 수 있는 게이트웨이 이다.

### 2.6 Localization Server System 기술 개발

IPS\_M/IPS\_G를 이용하여 수집된 Raw Data의 수집 및 계산을 통하여 실제 사용자/사물의 위치를 계산하는 Localization Server System의 전체적인 구성도에 대하여 기술하고자 한다. 먼저 위치인지를 계측을 위한 전체 시스템 구성도를 살펴보면 그

림 6과 같다.



<그림 6> 전체 시스템 구조

그림에서 보는바와 같이 위치인지 시스템은 IPS\_M, IPS\_B, IPS\_G, Localization Server System등 크게 4가지 컴포넌트로 구성된다.

### 3. 장 결론

본 논문은 경남 지역산업기술개발 사업의 일환으로 저능형 홈에서의 위치인지 기술 개발에 관한 1차년도 개발 결과물이다. 저능형 홈에서 위치인지 기술은 유비쿼터스 홈 서비스에 기반 기술로서, 전 세계적으로 활발히 연구 및 개발 되고 있는 주제이다. 1 차년도 에는 초음파센서와 RF를 이용한 위치인지 시스템 기술을 개발하였다. 1차년도에 과제 결과물로는 위치인지 하드웨어 관련하여 IPS-M(Indoor Positioning System-Mobile), IPS-G(Indoor Positioning System-Gateway), 각종 센서 인터페이스 보드 등을 개발 완료하였다.

위치인지 알고리즘 및 펌웨어는 저 전력의 특성을 가지며, 여러 노드들이 동시에 데이터 전송시에 패킷 충돌 현상을 줄여주는 스케줄링 알고리즘 등을 개발 완료하였다. 위치인지 네트워크 구성을 위한 IPS-G 네트워킹 구성에 관련하여 개발을 완료하였다. 위치인지 기술의 편리한 응용을 위한 GUI 및 위치인지 서버 시스템 개발을 완료하였다.

### 참고 문헌

- [1] Nissanka B. Priyantha, Allen K. L. Miu, Hari Balakrishnan, and Seth J. Teller. The Cricket Compass for Context-Aware Mobile Applications. In Mobile Computing and Networking, pages 1-14, 2001.
- [2] Seth Teller, Jiawen Chen, and Hari Balakrishnan. Pervasive pose-aware applications and infrastructure. In IEEE Computer Graphics and Applications, pages 14-18, July/August 2003.
- [3] Nicholas Vallidis. WHISPER: A Spread Spectrum Approach to Occlusion in Acoustic Tracking. PhD thesis, University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Computer Science, 2002.
- [4] Seth Teller, Jiawen Chen, and Hari Balakrishnan. Pervasive pose-aware applications and infrastructure. In IEEE Computer Graphics and Applications, pages 14-18, July/August 2003.