

CSS 방식의 위치인식 시스템에 관한 연구

A Study on Chrip Spread Spectrum Based Location Awareness System

신준호

송병훈

(전자부품연구원, 선임연구원) (전자부품연구원, 선임연구원)

Key Words : CSS, 위치인식

목 차

- I. 서론
- II. 관련연구동향
- III. 실내위치인식에 대한 연구
 - 1. 초음파 기반의 실내 위치인식
 - 2. CSS 기반의 실내 위치인식
- IV. 비교성능시험 및 결론
- V. 참고문헌

I. 서론

최근 정보통신기술의 발달로 유비쿼터스 환경이 도래하고 있으며 이러한 유비쿼터스 환경에서 여러 가지 서비스가 이루어지고 있는 시점에서 서비스 제공 측면에서 사용자의 위치를 파악하는 것이 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 이와 더불어 GPS의 범용화로 인한 내비게이션의 대중화로 사용자 측면에서도 위치 파악의 요구가 그 어느 때보다 높아지고 있다. 이에 GPS를 이용한 실외 환경에서의 위치 인식뿐만 아니라 실내에서의 위치 인식의 연구가 활발히 진행되고 있는 시점이다. 실내에서의 위치인식이란 위성을 이용한 GPS의 신호가 도달하지 못하는 환경에서 다른 매개체를 이용하여 위치를 인식하는 기술로서 초음파를 이용하는 방식과 WIFI, 802.15.4a 등의 RF를 이용하는 방식을 이용한다.

본 논문에서는 실내에서의 위치 인식 기술에 대한 연구동향을 살펴보고 3장에서는 연구한 초음파를 이용한 실내 위치인식 시스템과 802.15.4a 기반의 CSS 기반의 위치인식 시스템 및 구성에 대해서 하드웨어적으로 기술하고자 한다.

II. 관련 연구 동향

GPS 등의 신호를 수신하지 못하는 상황에서 실내에서 위치인지를 하는 방안은 여러 가지 연구되어 지고 있다. 기존은 적외선 방식이나 초음파 방식과 RF를 병행해서 사용하는 방식의 연구가 진행되었으나 현재의 연구는 RF만을 이용해서 실내 위치 인식을 하는 연구가 진행되어가고 있다. 일반적으로 실내 위치인식 방식은 RFID를 이용하는 방식, 적외선을 이용하는 방식, 초음파를 이용하는 방식, 무선랜을 이용하는 방식 그리고 UWB 등을 이용하는 방식이 있다 [1][5][6].

RFID를 이용하는 방식은 RFID의 리더가 통신할 수 있는 거

리를 가정하고 그 거리 내에 RFID 태그가 통신이 이루어졌을 때 RFID 태그의 위치를 판단하는 알고리즘으로 동작한다. 다른 위치인식 방식에 비해 가격이 싸다는 장점이 있는 반면에 RFID의 통신 반경이 좁다는 단점이 있다. 이러한 통신 반경을 해결하기 위해서 Active 방식의 RFID를 이용한 위치인식 방식도 연구 중에 있다.

적외선을 이용한 위치인식 방식은 적외선 태그가 확산되는 적외선을 발산하면 근접한 광학센서를 가지는 모듈이 적외선 태그를 검지하고 이 검지된 신호를 위치인식 서버에 알려주게 된다. 적외선 위치인식은 벽에 의해 차단된다는 단점이 있다.

초음파를 이용하는 방식은 Cricket에서 사용하는 915MHz 등의 RF와 초음파 센서를 동시에 사용하여 거리를 측정하는 방식이다 [1]. RF의 도달시간과 초음파의 도달 시간의 차를 측정하여 거리를 계산하는 방식이다. 초음파를 이용하는 방식은 일반적으로 삼각 측량의 방식을 사용하므로 미리 정해진 위치에 고정된 센서 모듈이 설치되어야 하는 선행조건이 수반된다.

무선랜을 이용하는 방식은 2.4GHz ISM 밴드의 신호만을 이용하여 거리를 측정하는 방식이다. 무선 표준인 802.11b 또는 g 등을 이용하여 기존의 설치된 무선 AP와의 신호 세기를 통해 거리를 측정하는 방식이다. 추가적인 설치비가 소요되지 않는다는 장점이 있지만 정확성이 적외선 및 UWB 등을 이용하는 방식에 비해 떨어진다는 단점이 있다. 이와 유사한 방식으로는 동일한 2.4GHz ISM 밴드를 사용하는 블루투스를 이용하여 거리를 측정하는 방식이 있다. 블루투스를 이용하여 거리를 측정하는 방식은 무선랜을 이용하는 방식과 비교하여 측정 범위는 줄어드나 무선랜에 비해 전원소모가 적고 소형화 측면에서 장점이 있다.

UWB를 이용하는 방식은 최근 연구되고 있는 실내 위치인식 방식으로 적은 듀티 사이클을 가지고 임펄스 방식으로 데이터를 전송하게 된다. 주파수 도메인으로 보았을 때 시스템은 광대역 밴드를 사용하게 된다. UWB 방식은 전파의 도달 시

간을 체크하여 거리를 측정하게 된다. 임펄스 통신을 통해 정확성이 타 RF 방식보다 뛰어나고 저전력으로 동작하는 장점이 있다.

III. 실내 위치인지에 대한 연구

1. 초음파 기반의 실내 위치인지

초음파 기반의 실내위치 연구는 초음파와 RF가 송신부에서 동시에 전송하게 되면 수신부에서 RF가 도착한 후 초음파가 도착하기까지의 시간을 측정하여 거리를 계산하는 방식을 사용한다 [1][5]. 본 연구에서는 위치인지를 수행할 수 있는 송신부와 수신부를 연결할 수 있을 뿐만 아니라 다른 센서를 부착하여 사용할 수 있는 범용적인 2.4GHz 기반의 RF 모듈로 개발되었다. 하드웨어 구성은 8비트 AVR 코어를 가지는 ATmega128L, 2.4GHz의 RF를 사용하는 CC2420 RF 트랜시버, SPI 호환 시리얼 인터페이스 4Mbit 플래시메모리, 48 bit 고유번호 IC, 시리얼, ADC, GPIO, JTAG 인터페이스를 지원하는 24핀 커넥터로 구성되어 있다.

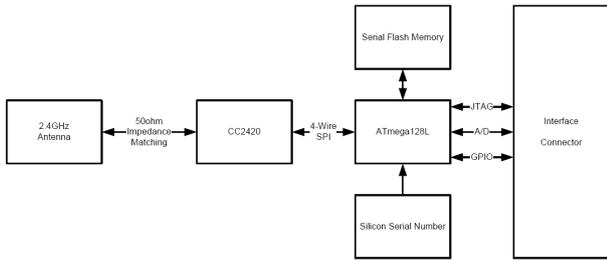


그림 1 초음파 기반의 실내위치인지 블록다이어그램

초음파 기반의 실내위치 보드의 프로그래밍 및 위치 계산을 위해 이용되는 송신, 수신 보드와의 인터페이스를 위해서 24핀 인터페이스 커넥터가 구성되어 있다. 이 24핀 인터페이스는 프로그래밍 및 위치 계산용도 뿐만 아니라 타 센서의 인터페이스를 할 수 있는 범용성을 확보하기 위해 A/D 변환 포트와 GPIO, Serial 통신용 포트 등의 역할을 수행할 수 있게 설계되었다. 초음파 송, 수신 보드는 기존의 연구된 보드들에서 초음파와 관련된 송, 수신부를 분리하여 초음파 기반의 실내위치 보드와 연결하여 RF신호와 초음파센서의 시간차를 이용하여 거리를 측정하는 방식을 이용하여 위치를 인지하는 역할을 수행하는 보드이다. 초음파 송신단은 40KHz 중심 주파수를 가지는 초음파 센서 송신부와 초음파 송신을 위한 전압 증폭단으로 구성되어 있고 초음파 수신단은 초음파 수신을 위한 미세 신호 증폭단, 초음파 수신 감도 및 레벨 조정을 위한 디지털 저항계로 구성되어 있다. 인터페이스 커넥터를 통해서 전달되는 초음파 관련 데이터는 초음파 송신 센서를 통해서 전송하게 된다. 반대로 초음파를 통해서 초음파 수신 센서에 수신하게 되는 신호는 증폭, 필터링, 검지, 비교의 순서를 통해 인터페이스 커넥터를 통해 초음파 기반의 실내위치 보드에 전달되게 된다.

초음파 송신단은 인터페이스 커넥터 단에서 출력되는 신호

를 전압증폭을 통해 초음파의 출력을 강화시켜 더 장거리의 수신단까지 초음파가 도달할 수 있도록 하는데 그 목적이 있다.

인터페이스 커넥터 단에서 출력의 여부를 결정하는 Enable 신호와 데이터 신호를 초음파 송신단으로 전달하게 된다. 이때 Enable 신호에 의해 전압증폭단은 약 3V의 데이터 신호를 +6V와 -6V의 신호를 만들어서 증폭단에 제공하게 된다. 따라서 초음파 센서가 최종적으로 받게 되는 신호는 인터페이스 커넥터 단에서 제공하는 데이터 신호를 +6V, -6V사이에서 증폭된 신호를 제공받게 된다.

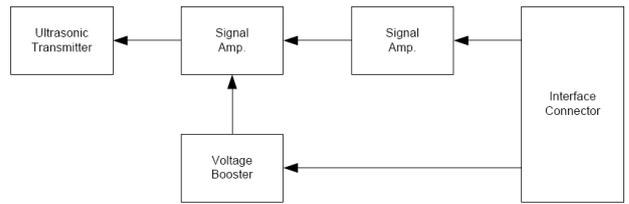


그림 2 초음파 송신부 블록다이어그램

초음파 수신단은 초음파 수신 센서로부터 받게 되는 미세 초음파 신호를 증폭하여 인터페이스 커넥터 단이 인지할 수 있는 레벨로 변환해 주는 역할을 수행한다.

초음파 센서를 통해서 수신되는 미세한 초음파 신호는 증폭기를 통해서 증폭되게 된다. 이렇게 증폭된 신호는 다시 한 번 증폭되게 되는데 이때는 고정적인 증폭치를 가지고 증폭되지 않고 인터페이스 커넥터 단이 제어하는 디지털 저항계를 통해 증폭치가 변하게 된다. 이렇게 증폭된 신호는 고주파 노이즈 필터링이 이루어진 다음 비교기를 통해 최종적으로 인터페이스 커넥터 단으로 전해지게 된다.

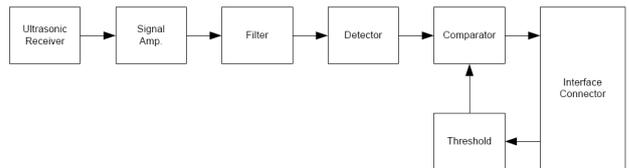


그림 3 초음파 수신부 블록다이어그램

2. CSS 기반의 실내 위치인지

본 CSS (Chirp Spread Spectrum) 방식을 이용한 실내 위치 연구는 임펄스파형을 이용한 위치인지 방식이다. 본 연구에서는 나노트론사의 RF IC인 NA5TR1을 사용하였고 NA5TR1의 주요 기능은 2.4GHz의 ISM 밴드를 사용하고 하드웨어적으로 거리 측정을 지원, 3개의 Non-Overlapping, 7개의 Overlapping 채널의 FDMA, 0 dBm 출력 등이다 [2].

CSS RF 블록은 나노트론의 NA5TR1을 사용하여 제작한 모듈로 본 연구에서 위치인지를 하기 위해서 사용하는 모든 보드에 공통적으로 부착되는 통신 모듈이다. CSS RF 블록은 위치인지를 위한 RF 통신 뿐만 아니라 기타 데이터 통신을 하기 위한 인터페이스를 제공한다.

아래의 그림은 CSS RF 블록의 블록다이어그램이다. Nano-LOC은 크게 Level Shifter, CSS(Chirp Spread Spectrum) RF, BALUN, Bandpass Filter, 안테나, 전원 관리 단으로 구성된다.

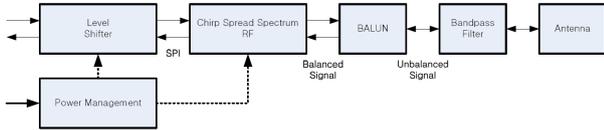


그림 4 CSS RF 블록다이어그램

IV. 비교 성능 시험 및 결론

실내 위치 연구의 두 가지 방법인 초음파를 이용한 위치인지, CSS를 이용한 위치인지 두 가지 플랫폼에 대한 하드웨어를 설명하였다. 실제 위치인지를 위한 구성은 3개 이상의 고정적인 노드를 설치한 후 이동 노드의 위치를 삼각 측량 방식을 이용하는 유사한 방식을 사용한다 [1][8].

실제 두 시스템의 성능 비교를 위해서 6m X 6m 환경의 실험실 환경에서 테스트를 진행하였을 때 초음파를 이용한 위치인지 연구는 ±10Cm 이내의 오차를 가졌으며 CSS를 이용한 위치인지 연구는 ±2m 이내의 오차를 가졌다. 참고 논문과 데이터시트의 성능은 각각 수 Cm 와 1m 이내의 오차를 가진다고 하였으나 실제 측정시 각 X, Y, Z 축에 대한 오차의 누적으로 인해 위와 같은 결과를 가졌다. 실제 표를 정리하면 다음과 같이 정리 할 수 있다 [1][2][7].

표 3 방식별 실내위치방식의 비교

	초음파+RF 위치인식	CSS 위치인식
오차	±10Cm 이내	±2m 이내
장점	- 정밀 위치인식 - CSS 대비 단가 저가	- RF 만을 이용하여 구조가 단순
단점	- 초음파 센서의 신호 왜곡 발생할 경우와 센서 사이의 장애물이 있을 경우 거리 측정 불가	- 초음파 방식 대비 오차가 큼 - 초음파 방식 대비 고가

향후 연구 과제로는 실내 위치 방식의 확장 및 응용으로 진행되어야 할 것으로 본다 [9]. 실내 위치인지의 확장은 고정 노드 간의 그룹화를 통한 확정성 제공 및 실외 위치 인지와 연동 그리고 센서 노드 자체에서의 저전력 기반의 측정거리 확장 등의 연구 분야가 진행되어야 할 것이다. 응용연구 분야는 현재 물류 등의 특정 응용연구분야에 국한되어 있는 부분에서 사용자 위치기반의 정보 제공 서비스와 같은 실제 유틸리티 환경에서 위치인지 서비스의 응용을 목표로 연구

가 진행되어야 할 것이다.

* 본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발사업 - 지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Cricket Homepage, <http://cricket.csail.mit.edu>
2. Nanotron Homepage, <http://www.nanotron.com>
3. ATmel Homepage, <http://www.atmel.com>
4. Chipcon Homepage, <http://www.chipcon.com>
5. 윤정미, 정진욱, “유비쿼터스 홈을 위한 실내위치인지 시스템 개발에 관한 연구”, 전자부품연구원 전자정보센터, 2006
6. 한기준, “위치기반 서비스의 표준화와 연구동향”, 정보화정책 제 10 권 제 4 호, 2003
7. J. Heidemann et al., “Building Efficient Wireless Sensor Networks with Naming”, Proc. of the Symposium on Operating Systems Principles, pp.146-159, Oct. 2001.
8. N.B. Priyantha et al., “Anchor-Free Distributed Localization in Sensor Networks,” MIT LCS (Laboratory for Computer Science), no. 892, Apr. 2003.
9. R. Hull, J. Reid, and A Kidd. Experience design in ubiquitous computing. Technical Report HPL-2002-115, HP Labs, 2002.