

구속형 위치인지 서비스 기술 및 응용

신준호* · 윤명현**

1. 서 론

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 때 보다 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.

본고에서는 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.

2. 관련연구동향

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 위치인지 방식은 RFID를 이용하는 방식, 적외선을 이용하는 방식, 초음파를 이용하는 방식, 무선랜을 이용하는 방식 그리고 UWB 등을 이용하는 방식이 있다[1,5,6].

그림 1의 RFID를 이용하는 방식은 RFID의 리더가 통신할 수 있는 거리를 가정하고 그 거리 내에 RFID 태그가 통신이 이루어졌을 때 RFID 태그의 위치를 판단하는 알고리즘으로 동작한다. 다른 위치인지 방식에 비해 가격이 저렴하다는 장점이 있는 반면에 RFID의 통신 반경이 좁다는 단점이 있다. 이러한 통신 반경을 해결하기 위해서 Active 방식의 RFID를 이용한 위치인지 방식도 연구 중에 있다.

적외선을 이용한 위치인지 방식은 그림 2와 같이 적외선 태그가 확산되는 적외선을 발산하면 근접한 광학센서를 가지는 모듈이 적외선 태그를

※ 교신저자(Corresponding Author): 신준호, 주소: 경기도 성남시 분당구 약답동 68(463-816), 전화: 031)789-7539, FAX: 031-789-7549, E-mail: jhshin@keti.re.kr

* 전자부품연구원 지능형정보연구센터 선임연구원

** 전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅연구센터 센터장
(E-mail: yoon@keti.re.kr)

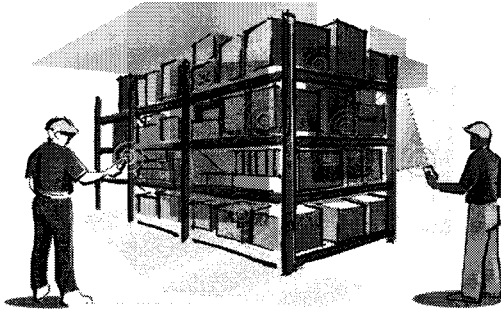


그림 1. RFID를 이용한 위치인지 방식

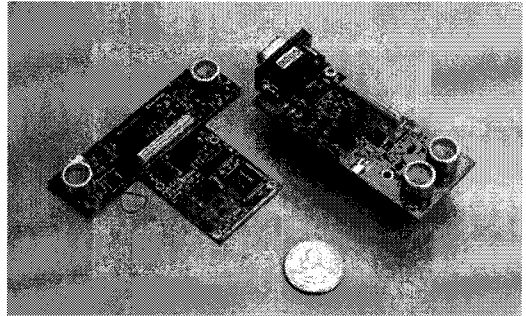


그림 3. 초음파를 이용한 위치인지 방식



그림 2. 적외선을 이용한 위치인지 방식

검지하고 이 검지된 신호를 위치인지 서버에 알려 주게 된다. 적외선 위치인지는 벽에 의해 차단된다는 단점이 있다.

초음파를 이용하는 방식은 Cricket에서 사용하는 915MHz 등의 RF와 초음파 센서를 동시에 사용하여 거리를 측정하는 방식이다[1]. RF의 도달 시간과 초음파의 도달 시간의 차를 측정하여 거리를 계산하는 방식이다. 그림 3과 같이 초음파의 송신부와 수신부를 하나의 보드에 장착하여 위치를 인지하는 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 위치인지 방식으로 적은 듀티 사이클을 가지고 임펄스 방식으로 데이터를 전송하게 된다. 주파수 도메인으로 보았을 때 시스템은 광대역 밴드를 사용하게 된다. UWB 방식은 전파의 도달 시간을 체크하여 거리를 측정하게 된다. 임펄스 통신을 통해 정확성이 타 RF 방식보다 뛰어나고 저전력으로 동작하는 장점이 있다.

3. 실내위치인지 방법

3.1 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

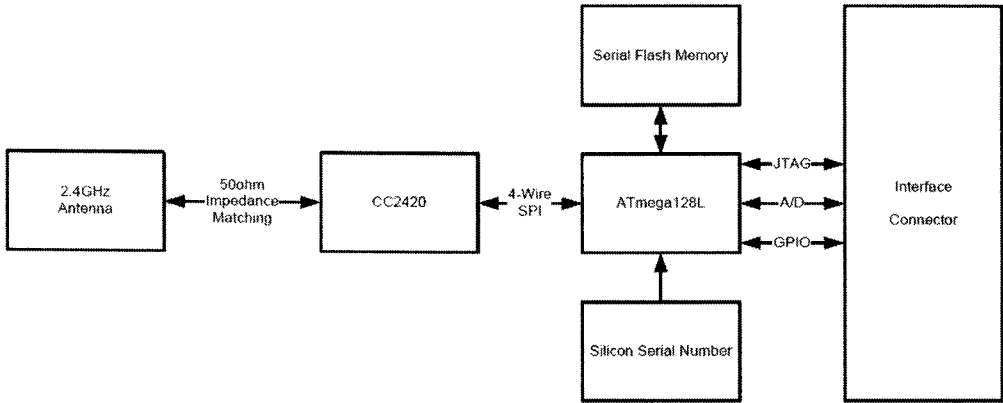


그림 4. 초음파 기반의 실내위치 블록 다이어그램

[1,5]. 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 4의 블록 다이어그램에서 보는 바와 같이 ATMEL사의 ATmega128L 프로세서를 메인프로세서로 사용하여 시리얼 플래시 메모리와는 클럭, Chip Select, 데이터 버스를 이용하여 연결되어 있다[3]. 또한 RF 트랜시버인 CC2420과는 4

Wire SPI 인터페이스를 사용해서 구성되어 있다 [4]. 각각의 초음파 위치인지 보드의 ID를 위해서 부착되는 고유번호 IC는 1-wire 인터페이스를 통해서 데이터 읽기만 가능하게 되어 있다.

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 실내위

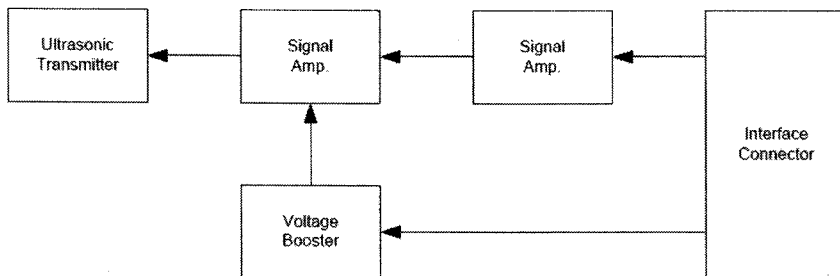


그림 5. 초음파 송신부 블록 다이어그램

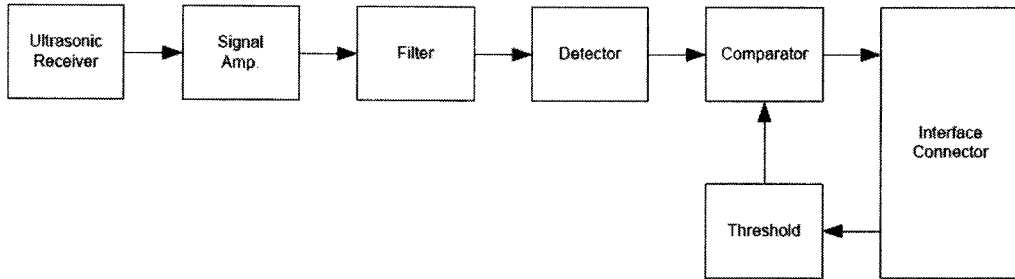


그림 6. 초음파 수신부 블록다이어그램

치 보드와 연결하여 RF신호와 초음파센서의 시간차를 이용하여 거리를 측정하는 방식을 이용하여 위치를 인지하는 역할을 수행하는 보드이다.

그림 5와 그림 6에서와 같이 초음파 송신단은 40KHz 중심 주파수를 가지는 초음파 송신부와 초음파 송신을 위한 전압 증폭단으로 구성되어 있고 초음파 수신단은 초음파 수신을 위한 미세 신호 증폭단, 초음파 수신 감도 및 레벨 조절을 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 신호를 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.

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.

초음파 센서는 40KHz의 중심 주파수를 사용하여 송신, 수신을 하는 센서로 나누어진다. 특성곡선은 다음과 같이 나타난다. 그림 7과 그림 8에서 보는 바와 같이 일반적인 초음파 센서의 ±30° 범위에서 신호의 왜곡이 적은편이며 그 이상을 넘어설 경우 신호 감쇄가 많이 일어난다.

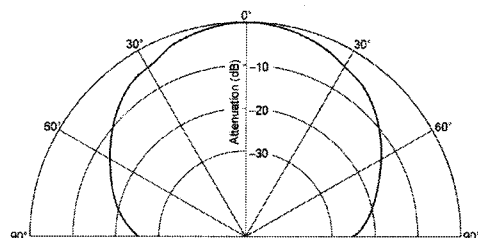


그림 7. 초음파 수신 센서 특성곡선

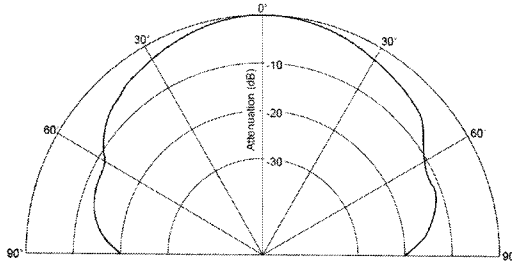


그림 8. 초음파 송신 센서 특성곡선

3.2 CSS 기반의 실내 위치인지

본 CSS (Chirp Spread Spectrum) 방식을 이용한 실내 위치 연구는 임펄스파형을 이용한 위치인지 방식이다. 본 연구에서는 나노트론사의 RF IC 인 NA5TR1을 사용하였고 NA5TR1의 주요 기능은 2.4GHz의 ISM 밴드를 사용하고 하드웨어적으로 거리 측정을 지원, 3개의 Non-Overlapping, 7

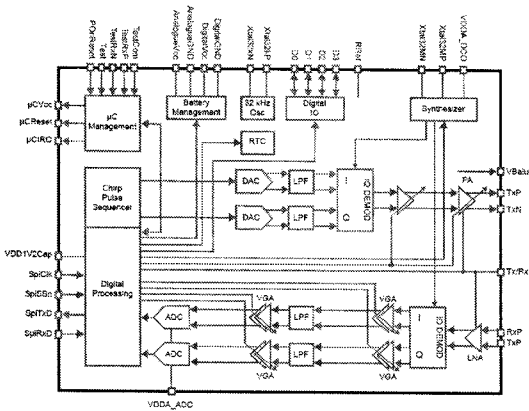


그림 9. NA5TR1의 블록다이아그램

개의 Overlapping 채널의 FDMA, 0 dBm 출력 등이다[2].

내부적으로 2.5V 기준으로 동작하고 대부분의 USN PHY의 경우처럼 전원 절약 모드가 있을 뿐만 아니라 추가적으로 외부 마이크로컨트롤러에 의해서 제어되는 소프트웨어 인터페이스를 지원한다. 마이크로컨트롤러와의 인터페이스는 SPI 인터페이스로 연결되며 프레임버퍼, MAC 엑셀레이터를 내장하고 있다[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.

그림 10은 CSS RF 블록의 블록다이아그램이다. Nano-LOC은 크게 Level Shifter, CSS (Chirp Spread Spectrum) RF, BALUN, Bandpass Filter, 안테나, 전원 관리단으로 구성된다.

RF단은 NA5TR1을 사용하여 Chirp 방식의 RF 방식을 사용한다. SPI를 통해서 데이터를 받게 되면 Balanced Signal을 생성하여 RF로 데이터를 내보내게 되고 반대로 RF데이터를 받아서 SPI 포트를 통해서 데이터를 입력받게 된다[2].

CSS RF에서 만들어진 Balanced Signal을 안테나로 전달하기 위해서 Unbalanced Signal로 만들어준다. 이때 BALUN을 사용하게 되고 이렇게

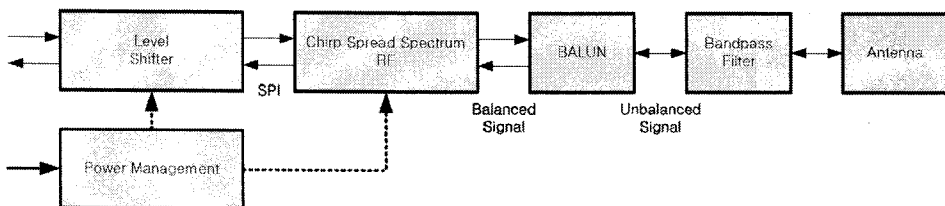


그림 10. CSS RF 블록다이아그램

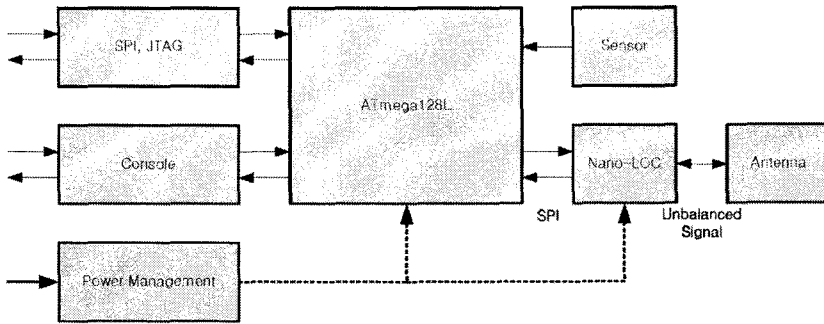


그림 11. CSS 기반 위치인지 플랫폼 블록다이어그램

만들어진 Unbalanced Signal을 2.4GHz를 중심으로 Bandpass 필터링하게 된다.

CSS 기반 위치인지 플랫폼은 CSS RF 사용하여 제작한 CSS RF 블록을 사용하여 실제 데이터 통신과 위치인지를 하기 위해서 제작된 보드이다. 마이크로컨트롤러를 사용하여 CSS RF 블록을 제어하는 동시에 위치인지 소프트웨어를 구동하는데 사용되고 LED와 버튼 등의 정보 표시와 사용자 입력을 받을 수 있는 기능을 가지고 있다.

그림 11은 CSS 기반 위치인지 플랫폼의 블록 다이어그램으로 CSS 기반 위치인지 플랫폼은 크게 마이크로컨트롤러, 전원입력단, 콘솔, CSS RF 블록 인터페이스, LED, 버튼 등으로 구성된다.

ATmega128L은 CSS 기반 위치인지 플랫폼의 메인컨트롤러로 사용된다[3]. SPI 인터페이스를 통해서 CSS RF 블록과 데이터 송수신을 수행하며 ADC 포트를 이용하여 센서의 입력을 받게 된다. 또한 LED를 통해서 상태 표시하고 버튼으로 사용자 입력을 받게 된다.

RF 부분을 담당하는 CSS RF 블록과의 인터페이스는 SPI 인터페이스를 통해서 이루어진다. SPI의 클럭에 동기해서 TX와 RX 데이터를 주고 받는 구조로 되어 있으며 개별적으로 인터럽트와 CSS RF 블록에 리셋을 시킬 수 있는 기능을 가지고 있다. 부가적으로 RF 상에서 데이터를 주고

받는 상태를 표시하기 위해서 TX/RX LED를 부착하였다.

위의 그림10의 CSS RF 블록 자체는 안테나를 가지고 있지 않다. 따라서 안테나를 연결할 수 있는 구조는 CSS 기반 위치인지 플랫폼에 있으며 SMA 커넥터를 사용하였다.

CSS 기반 위치인지 플랫폼의 전원단은 크레인 어댑터와 배터리 전원 입력을 받게 된다. 본 시스템에서는 3.3V전원을 주 전원으로 사용하는 구조를 가지고 있다. 따라서 1.2~3.0V의 유동적인 배터리 전원을 3.3V 안정화된 전원을 만들어주기 위해서 NCP1402를 사용하였다. 추가적으로 고정으로 부착되는 노드에서의 어댑터 공급 전원을 위해서 5V입력 전원을 받을 수 있는 커넥터를 장착하였으며 5V입력에서 NCP1402의 입력 허용 전압 범위로 조정하기 위해서 LM1117을 사용하였다.

외부 인터페이스는 상태 모니터링 및 명령을 할 수 있는 콘솔 포트와 메인 컨트롤러인 ATmega128을 프로그래밍 및 디버깅을 할 수 있게 하는 SPI포트와 JTAG 포트가 있다.

4. 비교 성능 시험 및 결론

실내 위치 연구의 두 가지 방법인 초음파를 이

용한 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].

	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

실내 위치인지 방식의 응용은 홈오토메이션, 물류 추적 등의 연구가 가장 활발히 진행되어지고 있다. 그림 12와 같이 실내 사용자의 위치의 변화에 따라 가전 기기의 제어 및 모니터링이 자동으로 변화하는 다기능 리모컨이 개발 진행 중에 있다.

뿐만 아니라 넓은 공간의 GPS 서비스 제공이 불가능한 지하 주차장이나 미술관 등에서 사용자에게 차량 위치 정보 또는 그림13의 응용과 같은 미술관 작품 정보를 제공하는 서비스도 실내 위치인지 방식의 응용이 될 수 있겠다.

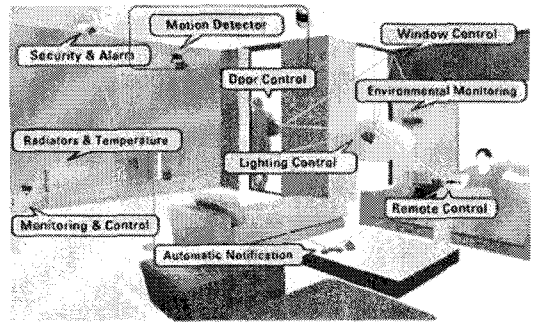


그림 12. 실내 위치인지 방식을 이용한 홈오토메이션 응용

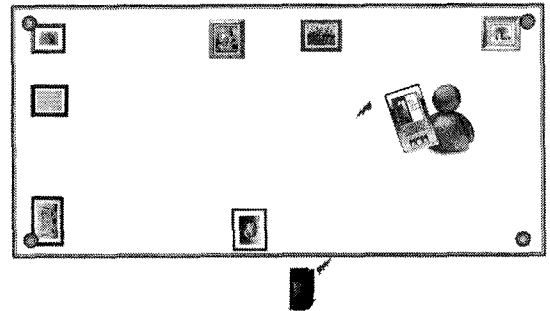


그림 13. 실내 위치인지 방식을 이용한 미술관 응용

향후 연구 과제로는 실내 위치 방식의 확장 및 응용으로 진행되어야 할 것으로 본다[9]. 실내 위치인지의 확장은 고정노드 간의 그룹화를 통한 확장성 제공 및 실외 위치 인지와의 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 유비쿼터스 환경에서 위치인지 서비스의 응용을 목표로 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[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.

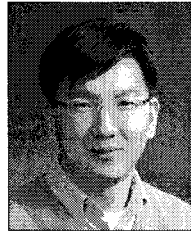
[6] 한기준, “위치기반 서비스의 표준화와 연구동향,” 정보화정책 제10권 제4호, 2003.

[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.

[10] Raskar, R et al., “RFIG Lamps: Interacting with a Self-Describing World via Photosensing Wireless Tags and Projectors,” ACM Transactions on Graphics (TOG) SIGGRAPH, ISSN: 0730-0301, Vol. 23, Issue 3, pp. 406-415, August 2004.



신 준 호

- 2000 아주대학교 전자공학과(석사)
 - 전자부품연구원 지능형정보연구센터 선임연구원
 - 관심분야 : 임베디드 시스템, USN
-
-



윤 명 현

- 1994 Iowa State University Electrical Eng. 박사
 - 전자부품연구원 유비쿼터스연구센터 센터장
 - 관심분야 : USN 응용, 지능형홈네트워크
-
-