

Smart Home을 위한 위치 정보 지원 시스템에 관한 연구

이상빈^o 한규호, 임경수, 안순신
고려대학교 전자컴퓨터 공학과
{kulsbin^o, garget, angus, sunshin}@dsys.korea.ac.kr

A Study on Location Supporting System for Smart Home

Sangbin, Lee^o Kyuho, Han, kyungsu, Lim, Sunshin Ahn
Computer Network Lab. Dept. of Electronics Eng., Korea University

요 약

Ubiquitous Computing 시대가 도래 하면서 집이나 빌딩 같은 실내 환경에서도 Ubiquitous Computing을 도입하려는 여러 연구가 진행되고 있다. 특히 Smart Home은 집 안에 여러 종류의 센서를 설치하여 센서로부터 얻는 정보를 바탕으로 사용자에게 다양한 서비스를 제공한다. 이와 같은 Smart Home을 구현하기 위해서는 사용자나 물체의 위치 정보가 매우 중요하다. 본 논문에서는 Smart Home에서 위치 정보를 지원하기 위해 초음파와 IEEE 802.15.4 기반의 센서 시스템을 제안한다. 이 시스템에서는 초음파를 사용함으로써 생기는 문제와 센서의 효율적인 에너지 관리를 위해 IEEE 802.15.4를 적용하였다. 이 시스템은 초음파 송신부를 가지고 있는 S-node와 수신부를 가지고 있는 R-node로 구성되어 있으며 본문에서 각각의 구조와 알고리즘에 대해 기술할 것이다.

1. 서 론

Smart Home[1]에서는 사용자에게 서비스를 제공하기 위해서 그 사용자의 원하는 사물의 위치를 아는 것은 매우 중요하다. 특히 집이나 빌딩 안과 같은 실내 환경에서는 GPS를 사용할 수 없으므로 새로운 위치 지원 시스템이 필요하다. 이를 위해 초음파를 이용한 Cricket[2], Active Bat[3]이나 RF를 이용한 RFID Tagging system[4], IEEE 802.11 무선 네트워크 기술 기반의 RADAR system[5] 등이 제안되고 있다. 이와 같이 다양한 시스템이 존재하지만 저전력, 저비용을 위해서는 초음파 기반의 시스템이 적절하다. 하지만 초음파 기반의 시스템에서는 위치 정보를 얻고자 하는 대상이 많을 경우 각각의 RF와 초음파 신호가 정확히 매칭되지 않아 잘못된 위치 정보를 얻는 경우가 발생할 수 있다. 또한 모든 수신노드가 계속 작동할 경우 에너지가 많이 쓰므로 필요한 몇 개의 수신 노드만 동작시킬 필요가 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 최근 큰 이슈가 되고 있는 IEEE 801.15.4를 이용한 시스템과 알고리즘을 제안할 것이다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 초음파 기반의 위치 인식 시스템과 IEEE 801.15.4에 관한 연구에 대해 기술하고 3장에서는 기존 방법의 문제점과 이를 해결하기 위한 각 노드의 구조와 알고리즘에 대하여 기술한다. 4장에서 결론 및 향후 연구 계획에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구

1) 2.1 초음파 위치 인식 시스템

초음파 위치 인식 시스템으로서 AT&T가 개발한 Bat 시스템이 있다[3]. 이는 송신기인 Bat, 수신기, 중앙제어기로 이루어진다. 송신기는 물체에 부착하거나 사람이 가지고 다닐 수 있다. 각 송신기마다 고유의 48비트 코드를 가지고 양방향 433MHz 무선링크를 통해 위치 인식 시스템 기반시설과 연결된다. 수신기는 천장에 부착되고 초고속 네트워크에 연결되며, 네트워크는 모든 수신기로부터 결과 값을 수집하여 송신기 위치를 계산한다. 중앙제어기는 모든 Bat와 수신기 체인을 조정한다. Bat의 위치를 찾고자 할 때 초음파 펄스를 전송하고 위치를 찾으면 결과를 클라이언트 미들웨어에 전송한다

2.2 IEEE 802.15.4

IEEE 802.15의 무선 PAN 기술로서 Zigbee[5] (IEEE 802.15.4 프로토콜)가 제안되어 개발되고 있는데 이 Zigbee는 868M, 915M 및 2.4GHz의 주파수, DSSS 변조 방식, CSMA/CA MAC 채널 접속(채널 할당), 250K, 40K 및 20kbps의 데이터 전송율, 10~75m의 전송거리, 254개의 노드수, 600k, 2M 및 5MH의 채널대역, -40~-20dBm의 전송 전력을 표준 규격으로 하고 있으며, Zigbee 칩의 목표가는 대략 2달러 정도이다.

한편, Zigbee는 저가격, 저소비 전력의 무선전송 기술의 표준이다. 향후 Zigbee는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 대비

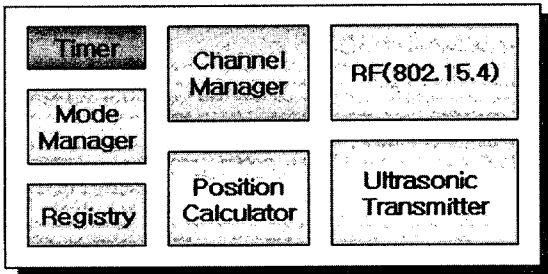
할 수 있는 무선 통신 기술의 핵심 기술의 하나로서 역할을 할 것이다.

3. Smart Home 위한 위치 지원 시스템

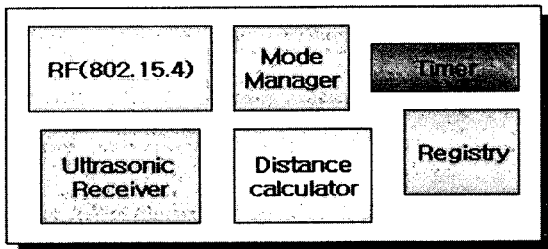
초음파 위치 인식 시스템은 3차원으로 위치를 찾아내는 저전력, 저비용 시스템이다. 이 시스템은 삼각 측량법 [7]에 의해 이동 시간을 측정 한 후 위치를 찾아낸다. 위치 인식 대상체에 부착된 송신기로부터 초음파의 짧은 펄스가 전송되면 천장에 달린 수신기에 이 펄스가 도달하는 시간을 측정하고, 이로부터 송신기와 각 수신기간 거리를 계산 한다. 삼각 측량법으로 대상체의 위치를 알아 내려면 적어도 자신의 위치를 아는 세 개의 수신 노드가 필요하다. 이 경우 대상체가 하나 일 경우는 문제가 되지 않지만 대상체가 여럿일 경우 수신 노드를 획득(채널 할당) 하기 위해 대상체간의 경쟁이 발생할 경우가 있다. 다음에 이와 같은 충돌 문제를 해결하고 동시에 노드의 효율적인 에너지 관리를 가능하게 하는 시스템구조와 알고리즘에 대해 기술한다.

3.1. 시스템 구조

시스템 구조는 초음파 송신부를 가지고 있는 S-node 와 초음파 수신부를 가지고 있는 R-node 로 구성 되어 있다.



<그림 1> S-node 구조



<그림 2> R-node 구조

여기서 S-node와 R-node의 역할을 쉽게 비유하자면 S-node는 이동성을 가지는 Tag 와, R-node는 고정적으로 Tag를 인식하는 Tag 리더(Infrastructure) 와 유사한 역할을 한다.

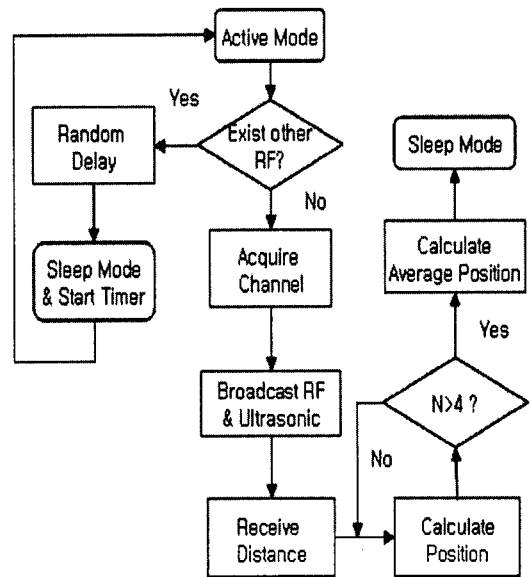
S-node 는 <그림 1> 과 같이 7 파트로 나누어져 있다. 초음파 송신부와 IEEE 802.15.4 프로토콜을 사용하는 RF,

S-node 간의 채널 할당을 관리하는 Channel Manager, R-node 와의 거리를 바탕으로 삼각 측량을 하는 position calculator, 동작 딜레이를 위해 필요한 Timer, S-node의 Mode를 관리하는 Mode Manager, S-node ID와 자신의 딜레이 시간 등을 저장하는 Registry 로 구성되어 있다.

R-node는 <그림 2> 와 같이 6파트로 나누어져 있다. 초음파 수신부와 IEEE 802.15.4 프로토콜을 사용하는 RF, 자신의 모드를 관리하는 Mode Manager, S-node와의 거리를 계산하기 위한 Distance calculator와 Timer, 목적 S-node ID 를 저장하는 Registry 로 구성되어 있다. 이와 같이 중앙 제어 장치를 따로 두지 않고 Calculator 와 Manager를 S-node 와 R-node에 분산시킴으로써 시스템 구성을 간단히 할 수 있고 처리량을 분산시킴으로써 각 노드의 에너지 소모를 줄일 수 있다. 여기서 IEEE 802.15.4 를 사용하는 이유는 저가격, 저소비 전력의 무선전송 기술 일 뿐만 아니라 RF 전송 범위를 최소화 할 수 있기 때문이다. RF의 전송 범위를 최소화함으로써 RF신호를 받아 Active mode로 변환 되는 R-node의 수를 최소화 할 수 있다. 또한 RF의 수신 범위에 있는 S-node 까리만 채널 할당을 경쟁 하므로 RF 전송 범위를 최소화함으로써 채널 할당 경쟁을 최대한 피할 수 있다. 이와 같이 IEEE 802.15.4 를 사용함으로써 노드에서 사용하는 에너지 소비를 최소화 할 수 있고 시스템 제작 가격을 최소화 할 수 있다.

3.2. 알고리즘

3.2.1 S-node 알고리즘



<그림 3> S-node Algorithm

처음 S-node를 동작시키면 자신의 RF 전송 범위 안에 다른 RF 신호가 있는지 감지한다. 이 때 전송 범위 안에 다른 RF 유무, 즉 다른 S-node의 유무에 따라 두 가지 경우가

생긴다.

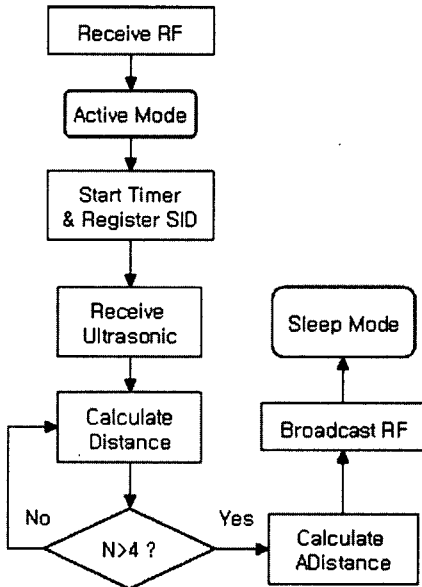
CASE 1) 다른 S-node가 없을 경우

다른 S-node가 없으므로 채널을 바로 획득하여 S-node 자신의 ID가 포함된 RF를 브로드캐스트하는 동시에 초음파를 송신한다. R-node로부터 두 노드간의 거리 값과 R-node의 좌표 값을 수신 받은 후 삼각측량[7]을 통해 S-node의 위치를 계산한다. 이 때 보다 정확한 값을 얻기 위해 5회의 반복 계산 후 평균값을 위치 정보로 얻는다. 그 후 S-node는 Sleep mode로 들어간다.

CASE 2) 다른 S-node가 있을 경우

다른 S-node가 있을 경우 다른 S-node가 채널을 점유하고 있다는 뜻이므로 Channel manager에서 Random 하게 딜레이를 주며 딜레이 값은 1초~2초 사이에서 결정 된다. 결정된 딜레이 시간 동안 Timer를 동작시키며 Timer가 멈춘 후 다시 Active mode 로 돌아간다. 여기서 딜레이 시간을 1초~2초로 한 이유는 위치 측정에 걸리는데 필요한 시간과 새롭게 들어오는 S-node와의 충돌, 사용자가 딜레이에 대한 불편을 느낄 수 있는 시간 간의 Trade-off 를 고려한 것이다. 이는 구체적인 실험을 통해 조절해야 할 부분이다.

3.2.2 R-node 알고리즘



<그림 4> R-node Algorithm

RF를 수신 받은 R-node는 Sleep Mode에서 Active mode 로 들어가면서 자신의 Timer를 동작시키고 RF에 실린 S-node ID 를 Registry 에 저장시킨다. 그 후 초음파가 도달한 시간으로부터 두 노드간의 거리를 계산[7]한다. 거리의 정확도를 높이기 위해 거리 계산 5회 반복 후 평균값을 두 노드간의 거리 정보로 얻는다. 이 거리 정보를 RF 로

목적 S-node에게 전송한다.

4. 결론 및 향후 과제

Smart-home에서 위치 정보를 지원하기 위해서 중요한 것은 시스템을 구성하기 쉽고 가격이 저렴하며 센서의 에너지 소모를 최소화 하는 것이다. 이를 위해 본 논문에서 제안한 초음파와 IEEE 802.15.4 기반의 위치 지원 시스템은 위의 조건을 잘 만족 한다. 초음파와 IEEE 802.15.4의 기본 특성상 에너지 효율적이고 구성이 쉬우며 가격이 저렴하기 때문이다. 또한 그에 더하여 위의 구조와 알고리즘을 적용하면 좀더 구성이 쉽고 에너지 효율적인 위치 정보 지원 시스템을 얻을 수 있다. 향후 제안한 시스템을 구현하여 시스템 성능을 측정하고 설계를 좀 더 보완 할 필요가 있다.

5. 참조 문헌

- [1] Markus C. Huebscher, Jlie A. McCagn, "Adaptive Middleware for context-aware applications in smart-homes" 2nd Workshop on Middleware for Pervasive abd Ad-Hoc Computing, ACM 2004
- [2] N.B. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The cricket location-support system," in ACM MOBICOM, August 2000, boston, MA.
- [3] R.Want et al., "The Active Badge Location System" ACM Trans. Information Systems, Jan. 1992, pp. 91 102.
- [4] Sanjay E. Sarma, Stephen A. Weis and Daniel W. Engels, White Paper: RFID Systems, Security & Privacy implications, AUTO-ID Center, MIT, Nov. 2002.
- [5] "RADAR : An in-building RF-based User Location and tracking System," *IEEE INFOCOM*, 2000.
- [6] Draft Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 15: Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks(WPAN)
- [7] Andy Ward, Alan Jones, Andy Hopper, "A New Location Technique for the Active Office," *IEEE Personal Communications*, Oct. 1997.