

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 초음파를 이용한 다중 객체 위치 인식 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Multiple Objects Localization System using Ultrasound for the Ubiquitous Computing

성동욱, 박준호, 이지희, 포미미, 강광구, 장용진, 임종태,
유재수
충북대학교 정보통신공학과

Seong dong-ook, Park jun-ho, Lee Ji-hee,
Bao weiwei, Kang gwang-goo, Jang yong-jin,
Lim jong-tae, Yoo jae-soo
Dept. Information & Communication Engineering,
Chungbuk National Univ.

요약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 위치 기반 서비스(LBS)를 위해 객체 위치 인식은 필수적인 기술이다. 객체의 위치를 판별하기 위해서 GPS 시스템, 다수의 RF 신호 세기를 이용한 시스템이 이용되고 있다. GPS 시스템의 경우 고가의 수신기가 필요하며 실내 측위 환경에서 활용될 수 없으며, RF 신호를 이용한 위치 인식 시스템의 경우 빠른 신호 속도와 페이딩의 영향으로 충분한 신호의 해상도 확보하기 어렵다. 하지만 상대적으로 느린 초음파를 이용한 경우 신호의 해상도가 높아 RF 기반 위치 측위 시스템보다 높은 정확도의 위치 인식이 가능하다. 초음파를 이용한 위치 인식 기술은 RF 통신을 통해 해당 초음파의 정보를 식별하고, 초음파와 RF 신호의 도달 시간의 차를 이용해 위치를 판별한다. 본 논문에서는 초음파 신호 부호화 기법을 통해 RF 통신 모듈 없이 다중 객체의 위치를 인식하는 시스템을 설계하고 구현한다.

I. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 사람들이 생활하는 환경의 도처에 소형 컴퓨 터들이 위치하여 사용자가 언제 어디서나 컴퓨팅 네트워크에 접근 가능하여, 시공간적 제약 없이 서비스를 이용할 수 있는 환경을 제공한다. 이러한 유비쿼터스 환경에서 제공될 수 있는 다양한 서비스 중 객체의 위치를 인지하여 그 상황에 최적화된 개인화 서비스를 제공하는, 스마트 위치 기반 서비스(LBS: Location Based Service)는 앞으로 다양한 형태의 응용으로 발전할 가능성이 크다. 이러한 위치 기반 서비스에서 특정

객체를 식별하고, 위치를 판단하는 기술은 상황인지(Context Awareness)를 통해 개인화된 서비스를 제공하기 위한 필수적인 기술이다.

객체의 위치를 판단하기 위해 RF, 레이저, 초음파 등의 여러 신호 기술들을 기반으로 하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구들에서 바탕으로 하는 대표적인 이용되는 시스템으로는 캠브리지 대학의 Active Bat[1]와 MIT의 Cricket[2]이 있다. 이 두 시스템 모두 초음파를 이용하여 객체의 위치를 판단한다. 초음파는 RF 신호나 무선 LAN 신호 등에 비해 상대적으로 느린 속도의 특성을 가짐으로써 시간 측정의 정밀도 확보 측면에서 상대적인 장점을 가진다. Active Bat 시스템의 경우 위치를 판단할 객체에서 신호를 발생시켜 주변 기준 노드들에서 위치를 판단하는 알고리즘을 이용한다. 하지만

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과임.(No. 2009-0080279)

이 알고리즘의 경우 객체의 수가 증가하게 되면 시스템 내의 발생 신호의 수도 증가하여 신호 간의 간섭/충돌이 발생할 가능성이 높아진다. 반면 Cricket 시스템은 주변 기준노드들에서 신호를 발생 시키고, 탐지 객체들이 이 신호를 수신하여 위치를 판단하는 방법을 적용하였다. 따라서 객체의 수가 증가하더라도 시스템 내의 신호 발생 밀도가 증가하지 않는다.

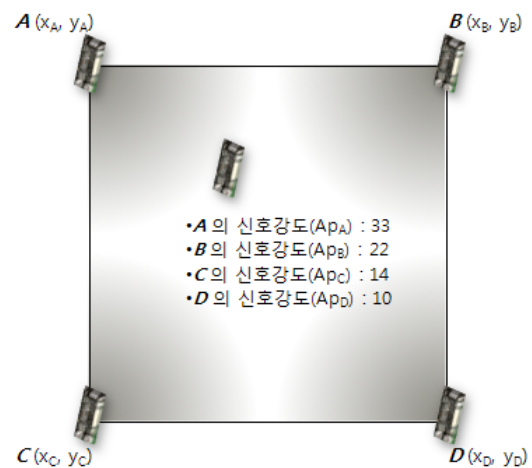
기존의 위치 측위 연구들인 ToA, TDoA, AoA, RSSI 등은 대부분 Cricket을 기반으로 동작한다. 기존 연구들의 기본적인 위치 측위 방식으로 기준 노드들의 좌표를 기준으로 상대적인 거리를 판단하고, 이를 이용하여 자신의 위치를 계산한다. 하지만 기반이 되는 Cricket에서는 초음파 신호에 정보를 포함시키지 않아 특정 초음파 신호의 송신단 정보(노드ID)를 표현하기 위해 RF 신호를 동시에 전송하여 신호의 출처를 확인한다. 이로 인해 RF 통신 모듈이 불가피하게 탑재되어야 하며, 이는 유비쿼터스 컴퓨팅의 단말 노드의 가격과 크기에 악영향을 미친다. 뿐만 아니라 Cricket은 RF 신호와 초음파 신호의 속도차이를 이용하여 해당 객체까지의 거리를 계산한다. 하지만 이방식의 경우 신호를 발생하는 노드의 수가 다수개 존재할 경우 RF 신호들과 초음파 신호들의 매핑의 혼선이 발생하여 오히려 객체의 인지 오류를 야기한다. 본 논문에서는 기존 시스템의 문제점들을 해결하게 위해 초음파만을 이용한 위치 인식이 가능한 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템에서는 초음파의 발생 시간을 제어하여 초음파 신호에 송신단의 정보를 나타내고, 이 기술 바탕으로 기준 노드들의 신호의 세기를 기반한 다중 객체의 위치를 판단한다.

II. 제안하는 다중 객체 위치 인식 시스템

제안하는 시스템에서 초음파만을 이용하여 송신단의 정보를 표현하기 위해 초음파의 발생 시점을 조절하여 비트 정보를 전송한다. 특정 단위 시간 내에 초음파 신호가 수신되면 해당 시간 슬롯의 비트 정보를 1로 표기하고, 신호가 수신되지 않으면 비트 정보를 0으로 표기한다. 이와 같이 신호 발생 시점을 조합하여 신호 수신단에 특정 패턴의 비트 코드를 전달 할 수 있으며, 이를 이용하여 송신단의 아이디를 식별할 수 있다.

초음파는 음파의 특성을 가지고 있어 신호 발생지에서 멀어질수록 신호의 크기가 줄어든다. 제안하는 위치 인

식 시스템에서는 이러한 초음파의 특성을 이용하여 각 기준 노드의 신호강도를 상대적으로 계산하여 객체의 위치를 계산한다. 그림 1은 대상 객체의 위치에 따라 각 기준노드로부터 수신한 초음파의 신호 강도의 차이를 보여준다. 각 기준 노드들의 신호 강도를 판단한 대상 객체는 식 1을 이용하여 자신의 좌표를 계산할 수 있다. 식 1은 기준 노드 {A, C, D}의 정보를 이용하여 위치를 계산한 예 이다. 추가적으로 {A, B, D}, {B, C, D}, {A, B, C}의 조합으로 위치를 계산하여 총 4개의 계산된 좌표가 산출된다. 최종적으로 4개의 좌표의 평균을 이용하여 신호 오차를 최소화 시킨 위치 좌표를 생성할 수 있다.



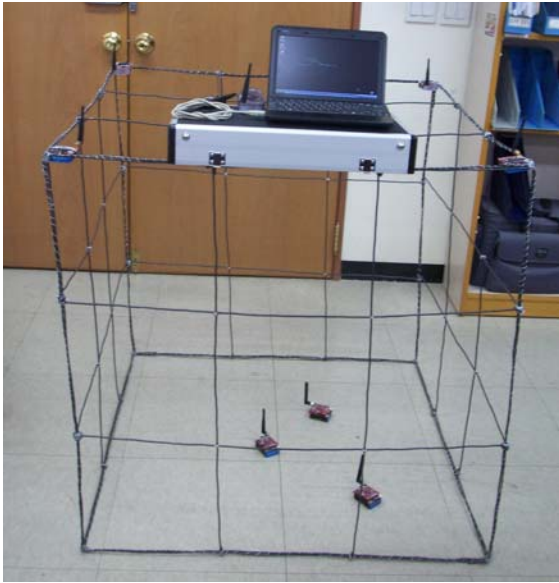
▶▶ 그림 1. 기준 노드의 신호강도를 이용한 객체의 위치 판별

$$\text{대상객체 } x\text{좌표} = x_A \cdot \left(\frac{A p_C}{A p_A + A p_C} \right) + x_C \quad (\text{식 1})$$

$$\text{대상객체 } y\text{좌표} = y_D \cdot \left(\frac{A p_C}{A p_C + A p_D} \right) + y_C$$

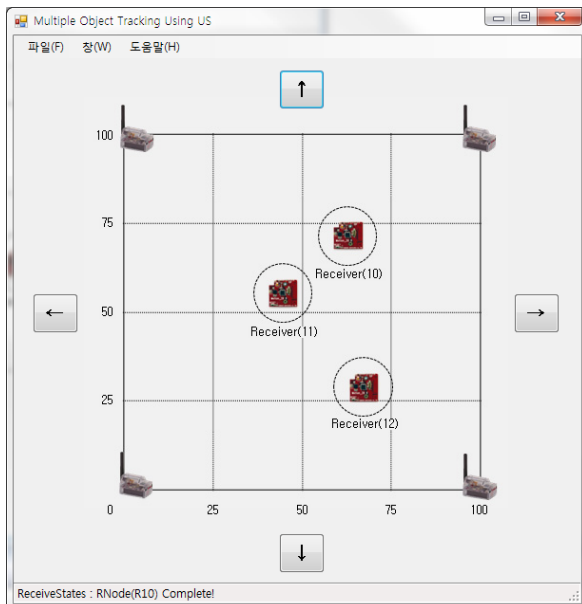
III. 성능평가

본 장에서는 실제 환경을 구축하고, 다중 객체의 위치 인식 알고리즘을 구현하여 제안하는 시스템의 동작을 확인한 결과에 대하여 기술한다. RF 모듈의 동작을 중지시킨 ZigbexII 모뎀과 초음파 모듈을 이용하여 그림 2와 같은 시뮬레이션 환경을 구축하였다. 기준 노드의 수는 총 4개이며 상단 네 곳의 모서리에 배치하였고, 위치를 측위 대상 객체로는 3개의 노드를 임의의 위치에 배치하여 실험하였다.



▶▶ 그림 2. 제안하는 시스템의 테스트 환경 구축

그림 3은 본 논문에서 제안하는 기법을 이용하여 대상 객체의 위치를 판단하고, 해당 위치 정보를 모니터링 하는 시스템의 모습이다. 테스트 결과 실제 배치된 대상 객체의 위치를 제대로 표현하는 것을 확인할 수 있다.



▶▶ 그림 3. 객체 위치 모니터링 시스템

■ 참고 문헌 ■

- [1] A. Harter, A. Hopper, P. Steggles, A. Ward, and P. Webster, "The Anatomy of a Context-Aware Application", ACM Mobicom '99, pp. 59-68, Aug. 1999.
- [2] A. Smith, H. Balakrishnan, M. Goraczko, and N. Priyantha, "Tracking Moving Devices with the Cricket Location System", ACM MobiSYS '04, June, 2004.