

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 초음파 중첩 분석을 이용한 다중 객체 식별 알고리즘

Multiple Object Recognize Algorithm using Ultrasound Overlap Analysis
for the Ubiquitous Computing Environments

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 식별은 필수적인 기술이다. 객체 식별을 위해서 영상 분석 식별, 무선 신호(RF: Radio Frequency) 식별, MIT Cricket 시스템의 RF 신호와 초음파를 활용한 객체 식별 등의 시스템들이 제안되었다. 그 중 가장 널리 이용되는 Cricket 시스템은 RF 신호에 객체의 식별 정보를 포함시켜 초음파 신호와 동시에 송신하고, 수신단에서 RF 신호의 정보를 통해 객체를 식별하는 방식을 이용한다. 하지만 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 이용되는 단말 노드의 소형의 특성을 유지하기 위해 다수의 장치 모듈을 내장하기 힘들다. 본 논문에서는 신호의 정확도가 높은 초음파를 활용하여 RF 통신 모듈 없이 신호 중첩 분석으로 통해 다중 객체를 인식하기 위한 기술을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 가능성을 시뮬레이션을 통해 입증하였다.

I. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 사람들이 생활하는 환경의 도처에 소형 컴퓨터들이 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 서

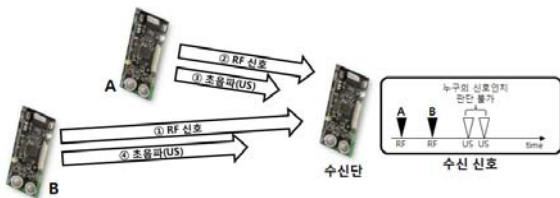
스에서 특정 객체를 식별하고, 위치를 판단하는 기술은 상황인지(Context Awareness)를 통해 개인화된 서비스를 제공하기 위한 필수적인 기술이다.

기존에 제안된 객체 인식 기법들은 무선 LAN 신호, RF 신호, 레이저, 초음파 등과 같은 다양한 신호 기술들을 이용한다. 무선 LAN 신호와 RF 신호를 이용한 방식은 신호의 속도가 빠르기 때문에 신호 도달 시간 측정에 대한 높은 정밀도를 요구한다. 이 때문에 위치 측정 정밀도를 높여주기 위해서는 신호의 다중경로 페이딩 및 비가시선 효과로 인한 신호 전달의 지연 문제를 최소화 하는 알고리즘을 필수적으로 요구되는 단점을 가지고 있다[1]. 레이저를 이용한 방식은 레이저광을 발사하고 반사되어 돌아오는 시간을 측정하여 거리를 판별 할 수 있다. 하지만 이 방식의 경우 레이저 센서 개

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

받이 어렵고, 비교적 고가인 단점이 있다. 초음파를 이용한 방식은 상대적으로 느린 음파의 전송 속도(340m/sec)를 이용한 거리측정 시스템에서 가장 많이 사용되는 방식이다. 대표적인 초음파 거리/위치 판별 시스템으로 캠브리지 대학에서 개발한 Active Bat[2]라는 시스템과 MIT에서 개발한 Cricket[3]이라는 시스템이 있다. Cricket은 수동형 방식으로써 탐지되는 객체가 미리 설치된 노드들로부터 신호를 받는 방식을 이용한다. 이로 인해 탐지 객체의 수가 증가하더라도 시스템에서 발생하는 신호가 증가하지 않는 장점을 가진다. 반면에 Active Bat는 능동적인 방식으로써 탐지되는 객체에서 신호를 발생시켜 미리 설치된 노드들에서 인지하는 방식이다. 따라서 탐지 객체의 수가 증가하게 되면 시스템의 발생 신호 또한 증가하여 신호 충돌 등의 문제가 발생한다.

Cricket 시스템은 객체를 탐지하기 위해 RF 신호와 초음파를 동시에 이용한다. RF 신호와 초음파를 동시에 송신하여 수신단에서는 도달시간의 차이를 이용하여 거리를 계산하고, RF 신호를 통해 전송되는 정보를 이용하여 송신단의 객체를 식별한다. 하지만 이러한 방식은 신호를 발생하는 객체가 다수 개 존재할 경우 신호의 속도 차이로 인해 그림 1과 같은 객체 인식 오류를 야기한다.



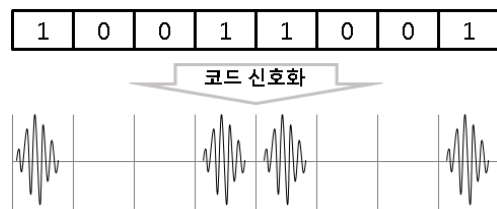
▶▶ 그림 1. Cricket 시스템의 다중 객체 인식 오류

II. 제안하는 객체 식별 알고리즘

본 논문에서는 기존의 시스템에 발생하는 다중 객체 인식 오류를 해결하기 위한 기법을 제안한다. 기존 시스템의 경우 RF와 초음파를 동시에 이용하므로 객체에 두 가지 모듈이 탑재되어야 한다. 뿐만 아니라 기존 시스템에서 초음파는 아무런 데이터를 가지지 않는다. 즉,

RF를 통해 데이터를 전송하여 해당 초음파의 정보를 나타낼 수 있다. 하지만 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용되는 기기들의 소형화를 위해서는 적절하지 않다. 따라서 제안하는 기법에서는 초음파만을 이용하여 해당 신호를 식별할 수 있는 식별 코드의 신호화 기법과 이를 바탕으로 다중 객체를 식별하기 위한 초음파 시간 윈도우(Time Window)를 이용한 초음파 중첩 분석 기법을 제안한다.

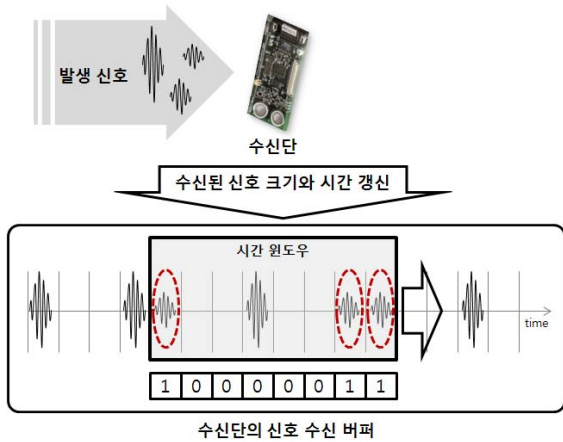
일반적으로 객체를 표현하는데 가장 기본적인 기법은 유일한 식별 코드를 할당함으로써 각각의 객체를 구분하는 방식이다. 다수개의 객체를 유일하게 나타내기 위해서는 해당 개수만큼의 서로 다른 코드가 필요하며, 이러한 코드들을 표현하기 위한 방법으로 비트를 이용할 수 있다. 그림 2는 특정 객체 부여된 비트 기반 식별 코드를 초음파 발생 시간을 제어하여 신호화하는 것을 보여준다. 표현해야 할 객체의 수에 따라 필요한 비트의 수가 결정되고, 각 객체의 식별 코드는 시스템 운영 시 선-결정되어 할당된다.



▶▶ 그림 2. 식별 코드의 신호화

제안하는 식별 코드 신호화를 이용하여 객체를 식별하기 위해서는 수신단에서 이를 처리하기 위한 기법이 필요하다. 본 기법은 특정 한 시점의 신호를 통해 판단하는 것이 아니라 특정 범위의 시간상의 신호 발생 패턴을 분석하여 판단해야 하므로 시간 윈도우 기반 초음파 패턴 분석 알고리즘이 필요하다. 그림 3은 제안하는 기법의 처리 알고리즘을 보여준다. 수신단에서 수신되는 모든 신호는 각각의 신호 크기와 발생 시간을 이용하여 자신의 신호 수신 버퍼에 갱신하고, 코드 신호판별 프로세스는 코드를 표현하는 크기의 시간 윈도우를 생성하여 수신 버퍼 상에서 이동시켜가며 신호 발생 패턴을 분석한다. 여기서 신호의 크기를 이용하여 동종의 신호들을 판별한다. 그림에서 시간윈도우의 4번째 칸의 신호는 나머지 1번, 7번, 8번의 신호의 크기와 상이하

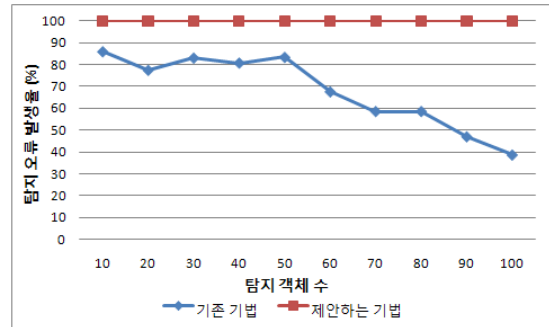
여 패턴 분석에서 제외된다.



▶▶ 그림 3. 시간 윈도우를 이용한 신호화된 코드 식별

Ⅲ. 성능평가

본 장에서는 제안하는 기법의 동작을 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 시뮬레이션 환경은 RF 모듈을 끄고, 초음파 모듈을 적재한 ZigbexII 모드를 다수 배치하여 시스템을 구축하였다. 다수의 객체는 무작위 위치선정을 통해 배치하였으며, 신호발생 시간 또한 무작위로 대기시간을 설정하여 발생시켰다. 제안하는 기법의 객체 식별 정밀도의 우수성을 보이기 위해 MIT Cricket 시스템과 비교평가 하였다. 그림 4는 탐지 객체의 수에 따른 식별 정밀도를 비교한 결과이다. Cricket의 경우 탐지 객체의 수가 증가할수록 RF와 초음파의 수신 순서가 상호 혼선을 주는 빈도가 증가하여 그림과 같이 탐지 오류가 증가하지만 제안하는 시스템의 경우 초음파만을 이용하여 객체를 식별하여 혼선을 발생되지 않아 높은 정확도를 보인다.



▶▶ 그림 4. 탐지 객체의 수에 따른 식별 정밀도

■ 참고 문헌 ■

- [1] L.Zhu, "A New Model and its Performance for TDOA Estimation", IEEE Vehicular Technology Conference 2001, Vol.2, Oct. 2001, pp.2750-2753.
- [2] A. Harter, A. Hopper, P. Steggle, A. Ward, and P. Webster, "The Anatomy of a Context-Aware Application", ACM Mobicom '99, pp. 59-68, Aug. 1999.
- [3] A. Smith, H. Balakrishnan, M. Goraczko, and N. Priyantha, "Tracking Moving Devices with the Cricket Location System", ACM MobiSYS '04, June. 2004.