

# 유비쿼터스 오토노믹 컴퓨팅을 위한 위치인식

한국IBM 김수연

## 1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)은 단순히 컴퓨터가 곳곳에 내재되는 것을 의미하는 것이 아니라 내재된 컴퓨터들을 상호 연결하고 센서 등과 결합하여 주위 환경을 지능적으로 파악하여 사용자가 원하는 동작을 자율적으로 수행하는 오토노믹 컴퓨팅(autonomic computing)을 지향하는 개념이다. 오토노믹 컴퓨팅이 자율적인 판단을 기초로 하는 만큼 이를 실현하기 위해서는 다양한 장치를 통해 관찰 내지는 측정된 물리적인 데이터를 통해 사용자의 주변 환경을 의미있게 파악해내는 상황인지 기술이 필수적이다.

어떤 사용자의 상황에는 여러 가지 요소가 있을 수 있으나 그 가운데 사용자에게 적절한 동작을 수행하는 데 있어 필수적으로 파악되어야 하는 것이 위치정보이다. 본 기고에서는 유비쿼터스 오토노믹 컴퓨팅을 실현하기 위하여 이용가능한 위치인식 기법의 원리와 위치인식에 활용될 수 있는 인프라스트럭처들을 나열하고, 최근 주목을 받고 있는 RFID를 활용한 위치인식 응용들을 소개한다.

## 2. 위치인식 원리

사물의 위치를 인식하는 기법들은 크게 삼각측량(triangulation)에 기반한 방법과 장면분석(scene analysis)에 의한 방법, 그리고 근접성(proximity) 분석에 의한 방법으로 분류될 수 있다[1]. 본 절에서는 위치인식을 위한 이 세 가지 기반기술의 원리와 적용 예를 간단히 소개한다.

### 2.1 삼각법에 의한 위치 인식

삼각법에 기반한 위치 인식 기법은 사물의 위치를 계산하는 데 있어서 삼각형의 기하학적인 특성을 이용하는 데, 위치 계산의 기준이 되는 지점으로부터의 거리를 측정하여 위치를 추론하는 방법과 기준 지점으로부터의 각도를 측정하여 위치를 추론하는 크게 두 가지 방법으로

다시 분류된다.

거리를 이용하여 사물의 위치를 계산해내는 경우 어떤 사물의 2차원 좌표를 얻기 위해서는 그림 1과 같이 동일 직선 상에 놓이지 않은 세 개 이상의 지점으로부터의 거리가 필요하다. 같은 원리로 대상이 되는 사물의 3차원 좌표를 추론해내기 위해서는 동일 평면에 놓이지 않은 네 개 이상의 지점으로부터의 거리가 필요하다. 각도를 이용하여 2차원 좌표를 계산해내기 위해서는 참조하는 두 점으로부터의 각도와, 두 참조점과 계산 대상이 이루는 삼각형 상의 최소 한 변의 길이를 알아야 한다.

두 지점 간의 거리를 측정하는 방법으로는 한 지점에서 다른 한 지점으로 알려진 속도로 움직이는 데 소요된 시간을 이용하는 방법이 있으며, 한 지점에서 다른 지점으로 송신한 신호의 감쇄 정도로 미루어 추측하는 방식이 있다. 로봇이나 기타 측량도구를 이용하여 직접 거리를 측정할 수도 있으나 자동화가 어려운 관계로 잘 쓰이지 않는다.

삼각법에 의한 위치인식 기법으로는 위성을 이용하는 GPS(global positioning system)가 대표적이다.

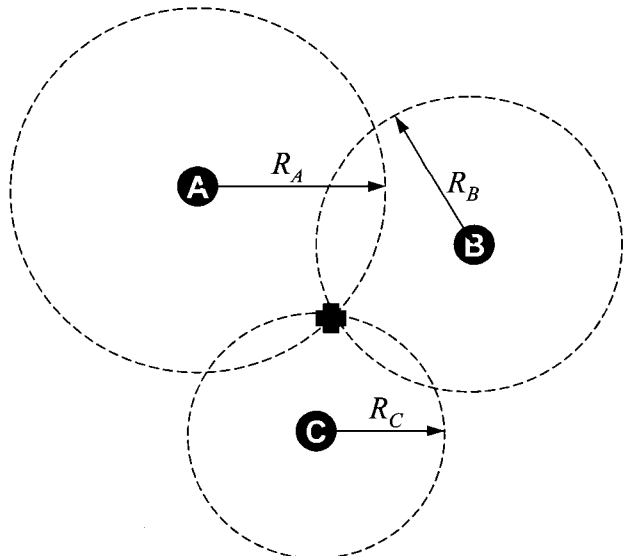


그림 1 삼각법에 의한 위치인식

## 2.2 장면분석에 의한 위치 인식

장면분석에 기반한 위치 인식 기법은 위치정보 파악의 대상에 의해 관찰된 장면과 이미 알려진 장면과의 차이를 비교하여 위치를 추론하는 방법이다. 이 때 장면이란 카메라로 촬영된 사진과 같이 시각적인 장면일 수도 있지만, 주변의 전자기적 특성과 같은 다른 종류의 물리적인 현상에 대한 기록이 될 수도 있다.

장면분석에 의한 대표적인 위치인식 기법으로는 802.11 무선 네트워크를 이용한 Microsoft Research의 RADAR[2]가 있다.

## 2.3 근접성을 이용한 위치 인식

위치 파악의 대상이 되는 사물이 알려진 위치로부터 가까이 있다는 사실을 바탕으로 위치를 추측하는 기법이다. 압력 센서나 접촉 센서 등을 이용하여 대상 물체가 알려진 위치에 접촉하는 것을 감지함으로써 위치를 파악하는 방법이 있고, 무선 네트워크 상에서 어떤 기지국(또는 접근점)들에 접근이 가능한지를 파악하여 위치를 추론하는 방법이 있으며, RFID(radio frequency identification) 등의 자동식별 시스템을 활용하여 대상 사물의 식별정보가 획득되는 지점을 파악함으로써 위치를 추측하는 방법이 있다.

무선 네트워크를 이용한 위치인식 예로써는 현재 국내 이동통신사들이 제공하고 있는 단말기 위치정보 서비스가 있으며, 802.11 무선랜 환경에서 사용할 수 있도록 고안된 Carnegie Mellon 대학의 Wireless Andrew[3]가 있다.

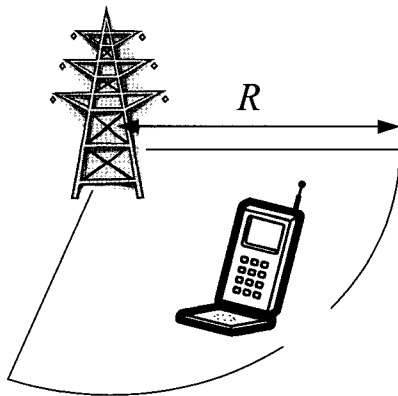


그림 2 셀룰러 망 기반 위치인식

## 3. 위치인식을 위한 인프라스트럭처

앞 절에서 설명된 세 가지 위치인식 원리 가운데 어떤 원리를 적용하더라도 위치를 파악하고자 하는 대상의 위치정보를 계산하기 위한 참조점의 존재는 필수적이다. 즉, 위치인식을 위해서는 적절한 위치에 참조점이 확보

되어야하며, 이와 같은 참조점들의 집합으로 이루어지는 위치인식 인프라스트럭처는 해당 물리적 환경 및 의도하는 위치인식 정확도 등에 적합한 형태여야 한다. 본 절에서는 위치인식에 사용될 수 있는 주요 인프라스트럭처를 소개한다.

### 3.1 위성망

위치인식 기법으로 대표적인 GPS는 서로 다른 궤도로 지구 대기권을 회전하는 24개의 위성 중 4개 이상의 위성으로부터 신호를 수신하고, 위성이 신호를 송신한 시각으로부터 단말기가 신호를 수신한 시각까지의 시간을 서로 다른 위성의 경우와 비교하여 삼각법을 적용함으로써 대상의 위치를 계산하는 방법이다. 수 미터 수준으로 상당한 정확성을 유지하고 전세계를 아우르는 위성망을 사용하기 때문에 준비된 기간구조가 존재하지 않는 환경에서도 GPS 단말기를 갖춤으로써 위치정보를 얻을 수 있다는 장점이 있으나, 현재로서는 미국 국방부에서 띄운 위성에 의존할 수밖에 없다는 점에서 우려를 사기도 한다. 그밖에 단말기의 가격이 상대적으로 높고, 높은 빌딩이 많은 도심지역, 숲, 실내 내에서는 정확한 위성 신호를 받지 못해 위치 결정이 어렵다는 단점이 있다 [4].

### 3.2 802.11 무선 랜 기반

무선 랜 환경에서 접근점과 무선단말기 사이에 송수신 신호의 강도나 신호대잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 측정하여 위치를 추측할 수 있다.

예를 들어 Microsoft Research의 RADAR[2]의 경우 단말기가 무선 인터페이스를 통해 송신한 신호를 랜 접근점에서 수신하여 신호 세기 및 신호대잡음비를 분석하여 건물 내에서의 위치를 추측한다.

이와 같은 802.11 무선 네트워크 기반 위치인식 기법은 이미 해당 네트워크를 사용하는 환경인 경우 위치인식을 위해 별도의 기간구조를 갖추지 않아도 된다는 장점이 있다. 반면 위치를 파악하고자 하는 모든 객체가 무선 LAN 모듈을 가지고 있어야 한다는 문제점이 있으며, 2층 이상의 건물에서의 위치, 즉 3차원 좌표를 계산해내기는 어렵다는 한계를 가지고 있다.

### 3.3 셀룰러 망 기반

셀룰러 네트워크의 특성을 가장 단순하게 이용하는 방법으로 단말기를 서비스하는 기지국의 셀 식별자를 통해 대상의 위치를 파악하는 기법이다. 국내 이동통신사들이 이미 이 기법을 이용해 단말기 위치정보 서비스를 제공하고 있으며, 현재 역시 서비스 중인 공중 무선랜 서비스나 향후 상용화 될 와이브로(WiBro) 등의 네트

워크 서비스에도 역시 적용될 수 있는 기술이라고 하겠다.

802.11에 기반한 무선 네트워크와 유사하게 이미 해당 네트워크를 통신 목적으로 사용하고 있는 경우 위치인식을 위한 별도 인프라스트럭처가 필요하지 않다는 장점이 있으나 셀 반경이 큰 경우 위치정보의 정확도가 매우 떨어질 수 있다는 단점이 있다.

### 3.4 적외선 기반

건물 내에서의 위치인식을 위해 적외선을 활용할 수 있다. Active Badge[5]의 경우 적외선 송출모듈을 부착한 배지를 직원들이 휴대하도록 하고 건물의 곳곳에 네트워크를 통해 서버로 연결된 적외선 센서들을 설치하였다. 적외선 송수신 장치를 사용하는 경우 송수신 모듈의 가격이 저렴하다는 장점이 있으나 햇빛 등에 의해서 송수신 정확성이 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 또한 적외선은 라디오파와 달리 건물 벽을 통과하지 못하는 데, 이 점은 건물 내에서 방 단위의 위치인식을 하고자 하는 등 경우에 따라서는 장점으로 작용할 수 있다.

### 3.5 초음파

초음파가 물체에 도달한 후에 반사되어 다시 돌아오기까지 또는 단방향으로 송수신하는 데 걸리는 시간을 이용하여 대상 물체까지의 거리를 측정하고 위치를 계산할 수 있다. 초음파를 이용하여 구현한 Cricket Location Support System[6]과 Active Bat[7] 등의 예를 통해서도 알 수 있듯이 초음파를 위치인식에 활용하는 경우 수 센티미터 수준의 높은 정확도를 얻을 수 있으며 신호를 분석하면 방향성을 분석해낼 수도 있다. 상대적으로 송수신 장치도 저렴하지만 위치인식에 활용하기 위해서는 건물 천장에 초음파 수신기를 일정 간격으로 설치해야하는 등의 부담이 있다.

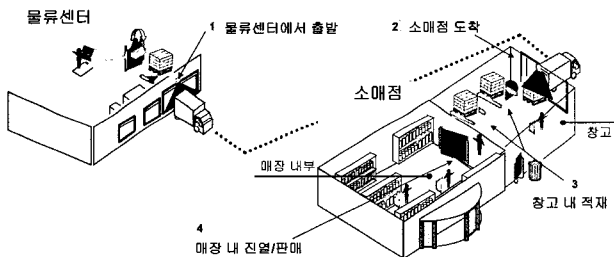


그림 3 유통망에서의 화물 위치 추적

### 3.6 RFID

앞서 언급된 바와 같이 RFID를 이용한 위치인식은 근접성에 기반한 위치인식으로, 위치인식의 대상이 되는 사물에 RFID 태그를 부착하고 사물이 판독기 근처를 지나면서 판독이 이루어지는 경우에 판독기의 위치로부

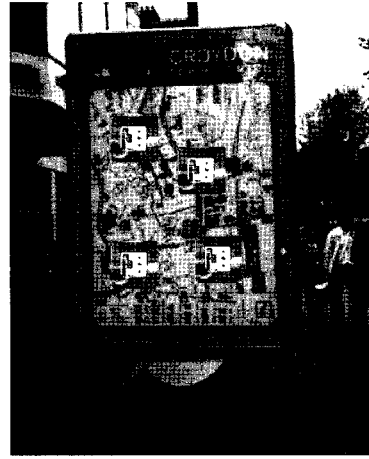


그림 4 RFID 태그를 부착한 지도(KDDI의 예)

터 판독범위 내에 있음을 파악하게 된다. 파악된 위치정보의 오차범위는 판독기의 판독반경에 의해 결정되며, RFID 관련 ISO/IEC 등 주요 국제 표준 및 국가 규정을 준수하는 경우 태그 및 판독기 종류에 따라 수 센티미터에서 수 미터에 이르게 된다.

RFID는 한번에 여러 태그를 판독할 수 있고 수동형 태그를 사용하는 경우 태그에는 별도의 전원이 필요하지 않는 등의 장점이 있으나 아직 태그 가격이 상대적으로 높아 광범위한 적용이 어렵고 금속이나 액체가 대상 물체 가까이 있는 경우 인식률이 떨어지는 단점이 있다.

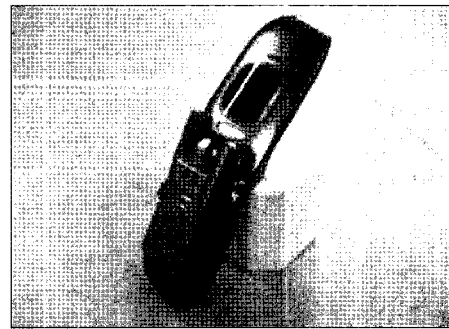


그림 5 RFID 판독기 장착 휴대전화(KDDI의 예)

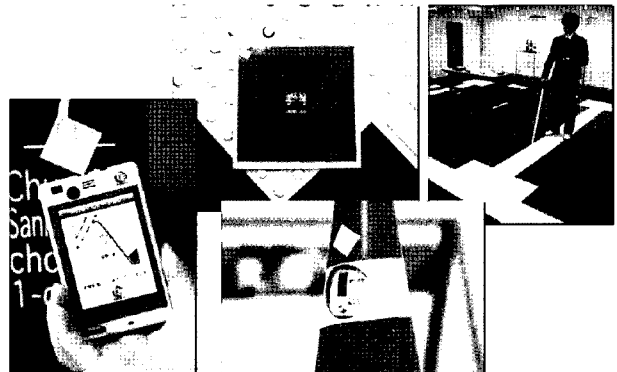


그림 6 시각장애인을 위한 길 안내(uiDCenter의 예)

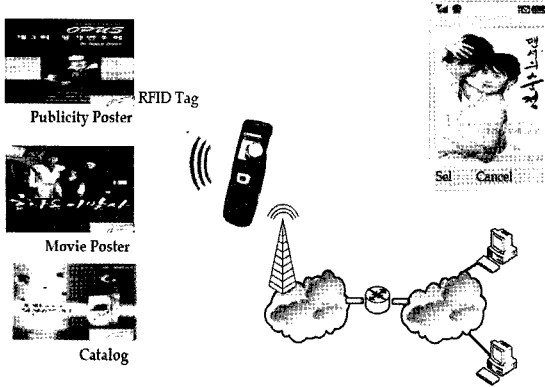


그림 7 RFID 판독기 장착 휴대전화를 이용한 관심 정보 검색(모바일RFID포럼의 예)[8]

#### 4. RFID를 이용한 위치기반 응용

본 절에서는 앞서 기술된 위치인식에 활용될 수 있는 인프라스트럭처 가운데 최근 주목을 받고 있는 RFID를 이용한 위치인식 기반 응용들을 소개한다.

##### 4.1 화물 위치 추적

RFID 기술의 가장 대표적인 응용으로 꼽히는 유통망 등의 환경에서 수시로 발생하게 되는 사물의 위치 변동을 파악하는 응용이다. RFID 태그를 부착한 제품이 제조 현장에서부터 최종적으로 판매되기까지 유통되는 과정에서 입출고 시 등에 RFID 판독기를 지나도록 함으로써 제품이 지나는 주요 위치를 파악할 수 있다. 현재 전자상거래 분야에서 많이 쓰이고 있는 것과 같이 고객이 주문한 물건의 배송 단계를 알려주는 것도 한 가지 예가 될 수 있다.

##### 4.2 자산관리

손실되어서는 안되는 중요 자산에 대해서 자산의 위치 변동 여부를 관리하고, 자산의 위치가 변동되는 경우 해당 조치가 허가된 것인지를 검사하도록 할 수 있다. 예를 들어 렌터카 회사에서 렌터카가 렌터카 지점을 빠져나가는 경우 RFID 판독기를 통해 읽어들이 해당 렌터카의 식별자를 회사 데이터베이스에서 조회하여 차량 렌탈과 관련한 적절한 조치가 이루어진 차량인지 아닌지를 검사하여 출구의 차단기 개폐 여부를 결정할 수 있다. 유사하게 도로나 기타 매체 및 장비 대여 및 관리 응용을 구현할 수 있다.

##### 4.3 주변정보 서비스

일본의 KDDI나 우리나라의 모바일RFID포럼 등에서는 휴대전화에 RFID 판독기를 장착하여 사용자에게 보

다 다양한 응용을 제공하려는 노력을 기울이고 있다. 그 가운데 대표적인 응용이 주변정보 서비스로서, 버스 정류장이나 극장, 기타 거리 주변에 RFID 태그를 설치하고 사용자가 주변을 지나는 경우 관련 정보를 제공한다. 특별히 유동인구가 많은 지역에 대해서는 보행자 도로를 따라 태그를 설치함으로써 GPS 단말기를 가지지 않은 사용자도 길 안내를 받을 수 있도록 하는 응용도 가능할 것으로 예상된다. 또한 유사한 형태로 건물 또는 캠퍼스 내에서 원하는 위치를 찾아갈 수 있도록 안내하는 서비스를 제공할 수 있다.

교통 분야에서는 차량에 RFID 태그를 장착하고 시내 주요 지점에 RFID 판독기를 설치하여 교통정보를 수집하고 사용자가 관심을 가지는 지역의 교통 상황을 제공함으로써 교통혼잡과 관련한 비용을 줄이려는 시도가 이루어지고 있다.

##### 4.4 접근제어 등 보안 관련 응용

접근제어 분야는 건물 출입을 제한하는 사원증 등의 형태로 이미 RFID 기술이 흔히 적용되고 있는 분야이다. RFID 태그가 포함되어 있는 신분증을 RFID 판독기에 접근시킴으로써 해당 건물 내지는 구역에 대한 진입 허용 여부를 확인하게 된다. 최근 들어 RFID가 점차 확대적용되고 있는 접근제어 분야는 바로 차량에 대한 접근제어이다. 차량과 연결되어 있는 RFID 태그를 휴대한 사용자가 차량에 접근하는 경우 차량은 사용자를 식별하고 문의 잠금을 해제하고 반대로 사용자가 차량으로부터 일정 거리 이상 멀어지는 경우 자동으로 잠금을 실시한다.

기타 보안 관련 응용으로서 자녀의 등하교 시 학부모가 자녀의 도착 또는 출발 여부를 휴대폰 메시지로 확인할 수 있도록 하는 응용이 현재 일부 학원 등에서 실용화되어있는 것으로 알려져 있다.

##### 4.5 기타

RFID를 이용한 기타 위치기반 응용으로 오락 및 소비자 응용 등이 있다. 앞서 언급된 RFID 판독기 장착 휴대전화를 이용하여 인접 지역에 있는 기호가 일치하는 사람을 서로 만나게 해주는 서비스라든가 RFID 태그가 부착된 보물을 찾는 이벤트 등이 이동통신사를 중심으로 개발되고 있다. 또한 현재도 대규모 전시회 등에서 활용되고 있는 것과 같이 RFID 태그를 소지한 관람객이 특정 부스에 방문하는 경우 관람객의 관심 제품을 파악한 판촉이 가능하다. 이와 같이 RFID를 이용하여 사용자의 관심을 파악하여 상업적으로 연결하는 활용은 매우 다양한 환경에서 폭넓게 적용될 수 있을 것으로 보인다.

## 5. 결 론

사용자의 명시적인 개입 없이도 사용자가 원하는 정보를 제공하고 원하는 동작을 수행하는 유비쿼터스 오토노믹 컴퓨팅 환경에 있어서 위치인식의 중요성은 따로 언급할 필요가 없다. 본 기고에서는 위치인식을 가능하게 하는 원리와 인프라스트럭처 개괄적으로 소개하였으며, 그 중 최근 새로이 관심의 대상이 되고 있는 RFID를 이용하는 위치기반 응용 예를 들었다.

RFID의 경우 사용 주파수 대역 및 태그/판독기 종류에 따라 수 센티미터에서 수 미터 수준으로 다양한 위치인식 정확도를 가진다. 따라서 응용에 따라 적절한 태그와 판독기를 사용할 필요가 있으며, 경우에 따라서는 다른 종류의 위치인식 기술과 상호보완적으로 적용함으로써 보다 넓은 범위의 응용을 실현할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] Jeffrey Hightower and Gaetano Borriello, "A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing," University of Washington Technical Report UW-CSE 01-08-03, Aug. 2001.
- [2] Paramvir Bahl and Venkata Padmanabhan, "RADAR: An In-building RF-based User Location and Tracking System," IEEE INFOCOM 2000, Tel-Aviv, Israel, Mar. 2000.
- [3] Alex Hills, "Wireless Andrew," IEEE Spectrum, vol. 36, no. 6, pp. 49-53, June 1999.
- [4] 이성호, 민경욱, 김재철, 김주완, 박종현, "위치기반서비스 기술 동향", 전자통신동향분석, 제20권, 제3호, pp. 33-42, 2005년 6월.
- [5] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jonathan Gibbons, "The Active Badge Location System," ACM Transactions on Information Systems, vol. 10, no. 1, pp. 91-102, Jan. 1992.
- [6] Nissanka B. Priyantha, Anit Chakraborty, and Hari Balakrishnan, "The Cricket Location-Support System," Mobicom 2000, Boston, MA, USA, Aug. 2000.
- [7] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggle, Any Ward, and Paul Webster, "The Anatomy of a Context-aware Application," Mobi-

- com 1999, Seattle, WA, USA, Aug. 1999.
- [8] 김형준, "Mobile RFID Services," KRnet 2005, 서울, 한국, 2005년 6월.

---

### 김 수 연



1996. 2 서울대학교 컴퓨터공학과(학사)  
1998. 2 서울대학교 컴퓨터공학과(석사)  
2005. 2 서울대학교 전기컴퓨터공학부  
(박사)  
2005. 1~현재 한국IBM 유비쿼터스  
컴퓨팅 연구소 연구원(과장)  
관심분야: RFID, 센서 네트워크  
E-mail : sooyeon.kim@kr.ibm.com

---