

크리켓(Cricket) 센서를 이용한 증강현실 기반 의 사용자 인터페이스

허경우*, 김병기, 고영웅
한림대학교 컴퓨터공학과

e-mail: {rapperkw, bkkim, yuko}@hallym.ac.kr

Design and Implementation of Augmented Reality User Interface using Cricket Sensor

Kyung-Woo Hur*, Byung-Ki Kim, Young-Woong Ko
*Dept of Computer Engineering, Hallym University

요 약

센서 네트워크의 발달과 보급으로 유비쿼터스 센서 네트워크(USN: Ubiquitous Sensor Network)를 이용해 실생활에서 다양하게 활용되고 있다. 이런 방법 중 하나로 본 논문에서는 크리켓 센서를 통하여 사용자가 직접 컴퓨터와 상호작용 할 수 있는 새로운 시스템을 개발하였고 그 결과를 기술하였다. 이 시스템 구축 과정을 통해 증강현실이 요구하는 인간 친화적이고 직관적인 인터페이스를 제시하였다.

1. 서론

유비쿼터스 센서 네트워크[1]는 각종 센서에서 감지한 정보를 무선 네트워크를 통하여 다양한 정보를 주고받을 수 있는 기술이다. 이 센서 네트워크를 바탕으로 홈 네트워크, 물류/유통 및 재해관리 등의 분야에 널리 활용되고 있다. 최근의 컴퓨터 패러다임은 보다 인간 친화적이고 직관적인 인터페이스로 변하고 있다. 이런 패러다임에 맞추어 최근 증강현실에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

증강 현실(Augmented Reality: AR)[2]은 실제 관찰하고 있는 사물이나 장소 등에 대한 부가적인 정보를 함께 보여줌으로써 사용자에게 효과적으로 정보를 전달할 수 있는 기술이다. 증강현실은 현실 영상과 가상의 그래픽을 겹쳐 보여주기 때문에 이때 정확한 영상을 얻기 위해서 가상 객체들을 화면에서 원하는 자리에 정확히 위치시켜야 한다.

본 연구에서는 증강 현실에 적용하기 위한 효율적인 위치 추적 기술을 제공하기 위해서 초음파 기술을 사용하는 크리켓(Cricket)[3]을 사용하였다. MIT에서 개발된 크리켓은 송신기(Beacon) 과 수신기(Listener)로 이루어져 있다. 크리켓 시스템은 송신기에서 초음파 신호와 RF신호를 동시에 발생시킨다. 이 두 신호의 전파 속도는 각각 다르기 때문에 수신기에 도착한 신호의 시간차를 이용하여 송신기와 수신기 사이에 거리를 측정하는 방식을 사용한다.

본 논문에서는 실내에서 크리켓을 기반으로 하여 사용

자의 움직임을 감지하고 증강현실 시스템에서 효과적이고 직관적인 컴퓨터 상호작용을 제시하였다. 크리켓을 통한 위치를 계산하여 윈도우 운영체제에서 마우스에서 발생하는 이벤트를 크리켓이 대신 전송해주는 테스트 모듈을 제작하여 실험하였다.

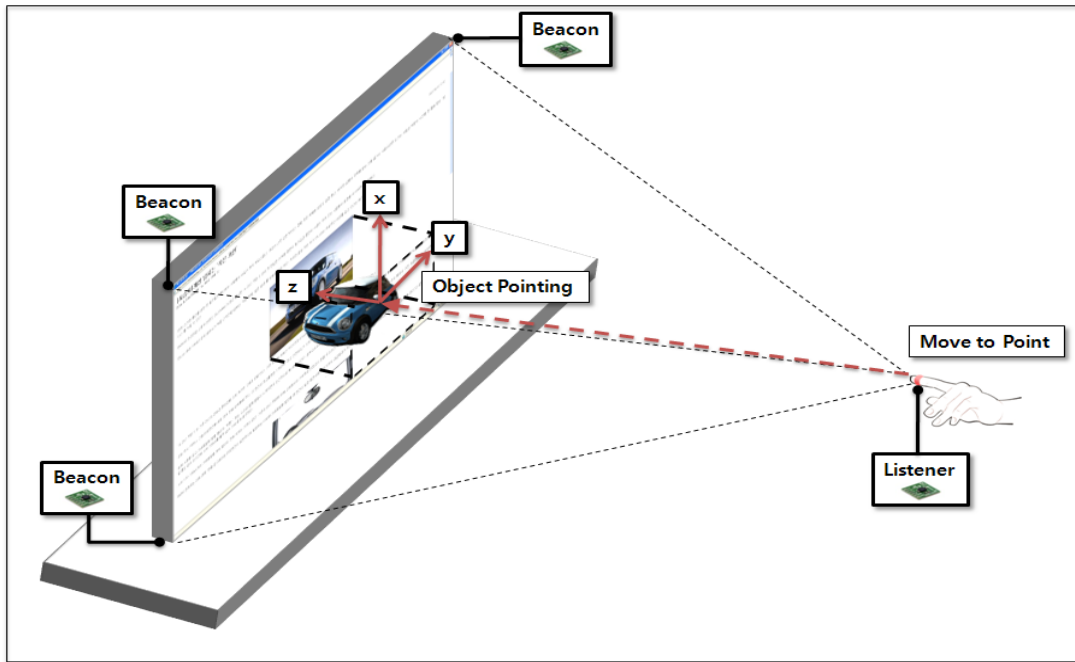
2. 관련 연구

위치 측정에서 널리 사용되는 대표적인 기술로는 GPS(Global Positioning System)를 들 수 있다. GPS는 세 개 이상의 GPS 위성으로부터 송신된 신호를 수신하여 송신된 신호와 수신된 신호의 시간차를 측정하고, 삼각측량과 같은 방법을 이용해 위치를 계산한다. 하지만 위성을 이용한 위치 측정이기 때문에 실내에서는 사용할 수 없다는 단점을 지닌다. 따라서 실내에서의 위치 측정을 위하여 여러 가지 하드웨어가 나오고 있는데 대표적으로 Active Badge[4], Active Bat[5], RFID, RADAR, 3D-iD, EasyLiving, UWB Radio System 등이 있다.

Active Badge는 적외선 수신기를 설치하고 적외선을 송신하는 배지 형태의 단말기를 이용하여 위치를 측정하며 양방향 통신을 제공한다. 하지만 적외선 통신의 특성상 제한된 거리 내에서만 가능하고, 태양광, 형광등 불빛에 노출되면 성능이 약해진다는 단점을 가지고 있다.

Active Bat은 초음파 위치 인식 시스템으로 Bat라는 초음파 송신기, 수신기, 중앙제어기로 이루어진다. Bat는 고유의 48비트 코드를 가지고 양방향 433MHz 무선링크를 통해 위치 인식 시스템 기반 시설과 연결된다. 네트워크 기반 위치 인식 시스템이기 때문에 시스템을 구축할 때

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업의 지원을 받아 연구되었음



(그림 1) 시스템 구성도

네트워크를 구축하고 관리해야 한다는 단점을 지닌다.

RADAR 은 RF 신호를 이용하여 AP 무선 LAN 기기들이 전송하는 신호의 세기를 수집하고 각각의 대한 표준과 편차를 계산한다. RADAR 방식을 사용하며 필요한 AP 수가 적고 동일한 기반 시설을 사용하는 장점이 있으나, 위치를 인식할 장치가 WLAN 을 지원해야 하기 때문에 크기가 작거나 전력이 제한된 장치에 사용하지 못하는 단점이 있다.

EasyLiving은 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 물체의 위치를 측정한다. 카메라로 찍힌 장면을 통하여 이동거리와 이동각도를 측정한다. 그러나 고성능 카메라를 사용하더라도 일반적으로 비전 시스템이 프레임을 분석하기 위해서는 엄청난 양의 프로세싱 전력이 필요하기 때문에 소형 기기에는 적합하지 않은 단점이 있다.

3. 시스템 설계

3.1 시스템 개요

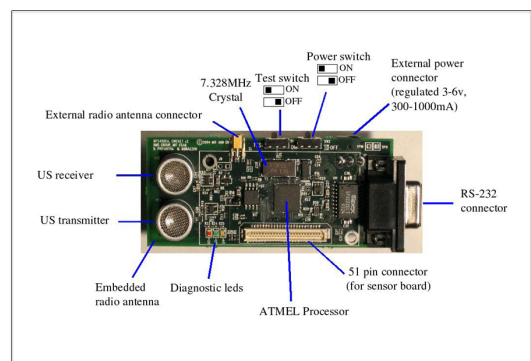
그림 1 과 같이 사용자와 컴퓨터간의 상호작용을 증대하기 위하여 사용자의 움직임을 감지하는 시스템을 제안하였다. 미리 설치된 한 화면에 사용자가 사용할 프로그램 또는 객체 영상을 출력한다. 삼각측량을 위해 화면의 상단 2곳과 하단 1곳에 크리켓 Beacon 이 설치되어있고 사용자의 손에는 Beacon들의 신호를 수신할 수 있는 Listener 로 수신된 거리 정보를 수집하여 사용자의 현재 위치와 동작을 감지 할 수 있다. 인식된 정보로 사용자는 화면에 출력되어 있는 프로그램 또는 3D 객체를 손쉽게 조작할 수 있다.

중전의 카메라와 마커를 이용하는 경우 해당 객체를 움

직이거나 제어하기 위해서는 실제 객체 또는 카메라를 움직여야 했지만 본 논문에서는 사용자의 움직임을 판단하여 객체들을 조작한다. 예를 들어 화면에 자세히 보고 싶은 객체가 있다면 사용자의 손으로 객체의 한 부분을 가리키고, 사용자가 원하는 방향으로 움직이면 객체가 이동하거나 확대, 축소 또는 회전을 할 수 있다.

본 연구에서는 사용자의 위치와 객체간의 거리를 계산하여 객체와의 상호작용을 하기 위해 프로그램을 제작하고 간단하게 사용자가 조작해 볼 수 있는 시스템을 제안하였다.

3.2 Cricket 의 구성요소



(그림 2) 크리켓 구조도

본 논문에서는 그림 2에서 보는 것과 같이 MIT의 인공지능 연구실에서 개발한 크리켓 보드를 사용하였다. 정밀도는 1cm~3cm 로 높은 정밀도를 지니고 있고 플랫폼의

크기도 매우 작다. 크리켓은 다음과 같이 구성되어있다.

- Microcontroller : 크리켓은 Atmega 128L microcontroller 이고 7.3728 MHz 로 작동된다. Atmega 128L 는 8-bit 프로세서로 3V 로 작동된다.
- RF transceiver : CC1000 RF 송수신기를 사용하고 433 MHz 로 작동된다. 이 송수신기는 맨체스터 인코딩과 FM 을 사용한다. 전송속도는 19.2kilobits/s 이다.
- Ultrasonic transmitter : 12V 로 작동되는 40kHz 압전기로 되어있다.
- Ultrasonic receiver : 40kHz 의 초음파 신호를 검출할 수 있다.
- Unique ID : 8 바이트의 하드웨어 아이디로 이더넷의 MAC 어드레스와 비슷한 것으로 독립적인 식별자를 가진다.

3.3 크리켓의 동작 원리

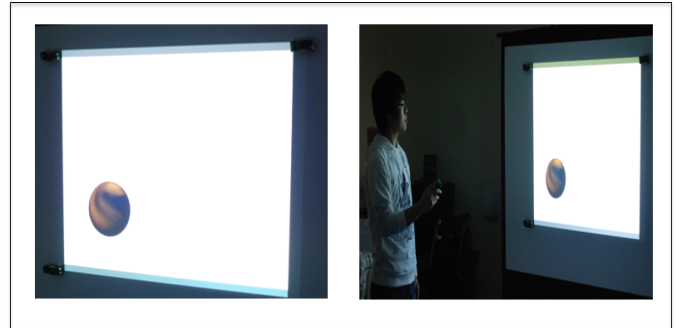
크리켓의 거리 인식 방법은 초음파를 이용한 거리 측정 방식이다. 초음파와 RF 신호를 동시에 보내어 각 전파의 속도 차이를 이용하여 거리를 측정한다. RF신호는 초음파 신호보다 매우 빠르기 때문에 송신기와 수신기의 동기화를 위해 RF 신호를 이용하고 초음파 신호의 비행시간을 측정한다. 다수의 송신기(Beacon) 를 이용하여 거리를 수집하고 삼각측량을 이용하여 수신기(Listener)의 위치를 파악할 수 있다. 삼각측량법은 3개의 센서로부터의 거리를 측정하여 그 교차점으로부터 현재 위치를 찾아내는 방법이다. 이런 방법은 측량, 항해, 로켓 공학 등에 주로 쓰인다.

또한 본 연구에서는 좀 더 정확한 위치 측정을 위해 Kalman Filter[10] 를 이용하여 센서의 노이즈를 감소하였다. Kalman Filter 는 1960년 Rudolph Kalman 이 고안해 내었다. Kalman Filter 는 최소자승법(Least Square Method)을 사용해서 실시간으로 잡음으로부터 신호를 찾아내기 위해 사용된다. 칼만 필터의 처리과정은 크게 두 가지로 나뉘는데 예측 단계와 갱신 단계가 있다. 예측 단계에서는 현재 상태와 모델을 이용해서 다음 측정 시간의 상태와 모델의 부정확한 정도(Process Noise)를 구한다. 그리고 계산된 Process Noise 측정 노이즈의 분산을 이용하여 Kalman Gain 을 계산한 후 측정을 한다. 업데이트 단계에서는 측정된 값과 예측한 측정치에 Kalman Gain 을 곱하여 예상된 상태 값에 더해주고 대표 값을 계산한다. 이 방법을 반복하면 노이즈가 감소하여 좀 더 정확한 사용자의 동작을 검출해 낼 수 있다. 칼만 필터는 실제로 우주선의 궤도나 미사일 유도에 사용된다.

4. 시스템 구현

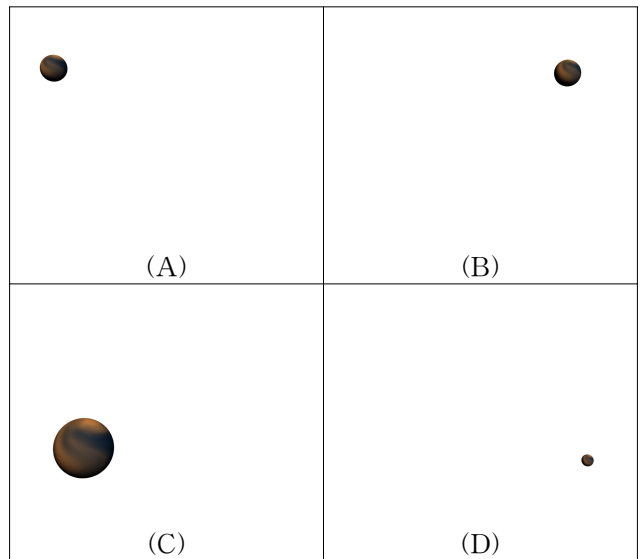
실험 환경은 160Cm X 120Cm 의 스크린과 빔 프로젝터, 데스크톱으로 구성하였다. 스크린의 모서리에 각각 3

개의 Beacon 을 부착하고 스크린 앞에는 데스크톱의 화면을 사용자가 볼 수 있도록 프로젝터로 3D 객체를 출력하였다. 사용자는 객체를 제어하기 위해 손에 Listener를 들고 움직이면서 3D 객체를 조작한다.



(그림 3) 실험 환경

본 연구에서는 사용자의 위치에 따른 3D 객체의 움직임과 확대, 축소를 수행하였고 그 결과 그림 4 와 같은 결과를 얻었다.



(그림 4) 사용자 위치에 따른 3D 객체 변화

그림 4-A 는 사용자가 Listener를 들고 스크린의 왼쪽으로 이동하였을 때 3D 객체의 움직임이 왼쪽으로 바뀐 것을 볼 수 있다. 다시 그림 4-B 와 같이 사용자가 오른쪽으로 이동하면 객체가 오른쪽으로 이동한다. Listener 의 위치에 따라서 상하좌우의 움직임을 가질 수 있다. 추가적으로 사용자의 위치를 측정하여 스크린과의 거리에 따라서 객체의 확대, 축소 기능을 구현하였는데, 그림 4-D는 사용자가 스크린에서 멀어지게 되면 객체가 축소되는 모습을 보여주며 그림 4-C는 반대로 사용자가 스크린에 가까워 질 때 객체가 확대 되는 것을 볼 수 있다.

크리켓의 특성상 동기화 문제로 인해 사용자가 순간적으로 빠르게 움직일 때 실시간으로 처리하지 못하는 경우

가 있지만 곧바로 다시 위치를 계산하여 사용자의 움직임을 감지하였다. 이 실험을 통해 화면에 출력된 3D 객체를 사용자의 위치에 따라 상하좌우로의 움직임 뿐 아니라 확대와 축소도 할 수 있다. 이는 화면의 객체를 자유자재로 움직일 수 있다는 것이며, 본 논문에서 제안한 시스템이 인간 친화적이고, 사용하기 쉬우며, 직관적인 인터페이스에 대한 요구를 충족시키는 방법이 될 것으로 평가된다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 설치와 측정이 쉽고 초음파를 이용하여 정확한 위치 계산을 할 수 있는 크리켓을 사용하여 직관적인 컴퓨터와 상호작용을 위한 인터페이스를 제안하고 구현에 대해 기술하고 있다. 제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위하여, 사용자의 위치에 따른 3D 객체를 조작하였고 사용자가 정확하고 편리하게 3D 객체를 조작할 수 있었다. 이러한 기술은 정보의 복잡성과 양이 증가함에 따라 나타나게 되는 정보장애인에게 큰 도움을 줄 것이다. 또한 실제로 물건을 만지고 느끼고 잡고 옮기는 등의 행위를 통해 디지털 정보를 조작하게 하는 tangible 인터페이스의 한 방법으로 가상객체와 실감나는 상호작용을 할 수 있으며 최근 증가하고 있는 증강현실 기술 연구의 한 방법을 제시하여 사용자에게 편리함을 주는 컴퓨팅 방안을 제시하였다.

본 논문에서 제안한 시스템을 이용하여 실감적이고 효과적인 정보 전달을 할 수 있기 때문에 교육과 마케팅 분야에 유용하게 사용 할 수 있을 것이다. 특히 교육분야에서 학습자에게 높은 실재감을 제공하고 능동적인 학습을 도울 것이다.

향후 본 결과를 확장하여 크리켓 센서의 특성인 장애물 요인 부분을 해결할 방법을 모색하고 다양한 센서를 복합적으로 사용하여 정밀도를 높이고 다양한 분야에 활용할 수 있는 방안을 연구할 계획이다.

참고문헌

[1] Joshua Lifton, Mark Feldmeier, Yasuhiro Ono, Cameron Lewis and Joseph A. Paradiso. "A platform for ubiquitous sensor deployment in occupational and domestic environments." Proceedings of the 6th international conference on Information processing in sensor networks, April 2007.

[2] R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Juller, and B. MacIntyre. "Recent Advances in Augmented Reality." IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 21, No.6, pp.34-47, 2001.

[3] Nissanka Bodhi Priyantha, "The Cricket Indoor Location System" Massachusetts Institute of Technology, Ju

ne 2005.

[4] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jon Gibbons. "The active badge location system." ACM Transactions on Information Systems, page 91-102, January 1992.

[5] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggles, Any Ward, and Paul Webster. "The anatomy of a context-aware application." In Proceedings of the 5th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pages 59-68, August 1999.

[6] HITLabNZL(The Human Interface Technology Laboratory New Zealand). AR Book Website, <http://www.hitlabnz.org>

[7] Sony Computer Entertainment America Inc. Eye Pet Website, <http://www.us.playstation.com>

[8] Kancherla, Anantha R., Jannick P. Rolland, Donna L. Wright, and Grigore Burdea. "A Novel Virtual Reality Tool for Teaching Dynamic 3D Anatomy." Proceedings of Computer Vision, Virtual Reality, and Robotics in Medicine '95 (CVRMed '95), April 1995.

[9] Feiner, Steven, Blair MacIntyre, and Dorée Seligmann. "Knowledge-based Augmented Reality." Communications of the ACM 36, July 1993.

[10] RE Kalman. "A new approach to linear filtering and prediction problems." Journal of Basic Engineering, 1960