

MGlove: 센서 네트워크 환경에서의 사용자 센싱에 기반한 입력 장치

김효승^o 박광규 박현구 차호정
연세대학교 컴퓨터과학과

hskim@cs.yonsei.ac.kr, {scheme, tax99}@yutar.net, hjcha@cs.yonsei.ac.kr

MGlove: A Sensor-based Input Device for Sensor Network Environment

Hyoseung Kim^o Kwangkyu Park Hyungu Park Hojung Cha
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요약

본 논문은 센서 네트워크 환경에서 사용자 센싱을 통한 입력 장치인 MGlove (Multiple-sensing Glove)의 구현에 대해 기술한다. 본 입력 장치는 버튼 없이 2축 가속 센서, 2축 자기 센서, 포토 다이오드의 세가지 종류의 센서를 사용하여 사용자의 손동작을 통해 입력을 감지하고 RF 모듈을 이용하여 무선으로 통신 가능하다. 구현한 MGlove는 유비쿼터스 센서네트워크 환경을 위한 입력 장치로 context-aware input device로의 발전 가능성이 있으며, 센서 추적 기법을 통해 사용자의 자세, 위치, 방향에 관계없이 입력 가능하고 RF 모듈을 통해 먼 거리에서도 조작성이 가능한 특징을 가진다.

1. 서론

유비쿼터스 시대로의 도약을 앞두고, 급격히 증가하는 컴퓨터 시스템의 효율적인 사용을 위한 직관적인 인터페이스의 개발이 널리 진행 중이다. 기존의 마우스를 이용한 사용자 입력은 데스크탑 컴퓨터의 GUI 환경에서의 입력으로는 적합하지만, 프레젠테이션이나 게임 등의 인터랙티브한 환경에서는 제한된 거리와 직관적이지 않은 인터페이스로 인해 불편함을 준다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 많은 연구가 이루어지고 있다.

사용자의 컴퓨터와 상호작용을 위한 움직임 추적법으로는 Vision Tracking 기법이 널리 사용되었다. 이 기법은 사용자의 움직임을 카메라를 통해 포착하여 위치나 움직임 정보를 영상 샘플링 과정을 통해 직접적으로 추출해낼 수 있다는 이점이 있다. 하지만 장치의 사용을 위해서는 카메라의 적절한 위치 및 초점, 광량 등의 초기 세팅이 까다롭고 사용자가 항상 카메라 앞에 위치해야 한다는 단점이 있다. 또한 You[1]에 의하면 Vision Tracking은 화면의 포착에서 샘플링 처리까지의 시간 지연으로 인해 낮은 주기의 움직임 측정에 적합하다.

사용자 움직임 추적의 다른 방법으로는 관성 센서나 가속 센서 등의 센서 하드웨어 장치를 이용한 기법이 있다. 본 기법은 센서의 노이즈나 drift 현상 등의 문제점이 존재하지만 Vision Tracking 기법보다 잦은 움직임을 포착하기에 적합하고 설치가 간단하다. 센서 추적 기법의 적용은 주로 wearable computing 분야에서 많은 연구가 이루어 졌다. Farrington[2]은 가속 센서와 직물 신축성 (Fabric stretch) 센서를 이용하여 Wearable sensor badge & jacket 을 제작하였으며, Randell[3]은 가속센서를 이용하여 context awareness를 구현하였다.

최근 활발한 연구가 이루어지고 있는 유비쿼터스 센서 네트워

크 분야에서는 센서 모드의 특성을 살린 인터페이스의 개발이 이루어지고 있다. 센서 모드는 일반적으로 여러 센서와 무선 송수신을 위한 RF모듈, 프로세서가 장착되어 있으며 센서들을 통해 환경을 감지하고 무선으로 모드 간에 통신이 가능하며 설비의 크기가 작다. 센서 네트워크의 특징을 이용한 사례로는 Perng[4]의 ASG (Acceleration Sensing Glove)가 있다. ASG는 각 손가락 끝에 2축 가속 센서를 장착하여 손가락의 가속도 추출을 통해 손동작을 알아내는 기법으로, 가속 센서가 중력 방향에 영향을 받는 특성상 손 자체가 기울어질 경우 인식이 되지 않는 단점이 있다.

본 논문에서는 센서 네트워크 환경에서 사용자 센싱을 통한 입력 장치인 MGlove (Multiple-sensing Glove)를 제안한다. 본 입력 장치는 버튼 없이 2축 가속 센서, 2축 자기 센서, 포토 다이오드의 세가지 센서로 사용자의 입력을 감지하고, RF 모듈을 이용하여 무선으로 통신한다. 개발한 MGlove는 유비쿼터스 센서네트워크 환경을 위한 입력 장치로 context-aware 입력 장치로의 발전 가능성이 있으며, 센서 추적 기법을 통해 사용자의 자세, 위치, 방향에 관계없이 입력 가능하고 RF 모듈을 통해 먼 거리에서도 조작성이 가능한 특징을 가진다.

2. MGlove : 사용자 센싱에 기반한 입력장치

2.1 시스템 개요

구현에 사용한 하드웨어 장비는 CrossBow MPR400CB MICA2 모드와 MTS310 멀티 센서 보드, MIB510 인터페이스 보드로 구성된다. MICA2 센서 모드는 Atmel ATmega128L 프로세서를 장착하고, 128Kb의 Program memory, 4Kb의 RAM, 512Kb의 Non-volatile Flash memory를 가진다. 그리고 Multi-channel RF 모듈을 포함하여 868/916Mhz로 모드간에 무선 송수신이 가능하다. MTS310 멀티 센서 보드는 Clairex CL94L 광량 센서와 ADXL202JE 2축 가속도 센서, Honeywell HMC1002 2축 자기장

• 본 논문은 대학 IT 연구센터 육성 지원 사업의 연구 결과임.

센서를 포함한다. 광량 센서는 최대 690nm의 민감도를 가지며 2축 가속도센서는 $\pm 2g$ 의 범위로 인식 가능하며 $2mg$ 의 감도를 가진다. 2축 자기장 센서는 ± 2 gauss의 범위와 평균 $27 \mu\text{gauss}$ 의 감도를 가진다. MTS310 센서 보드는 MICA2 모트위에 장착하며, MICA2 모트는 ADC를 통해 센서값을 읽을 수 있다. MIB510 인터페이스 보드는 시리얼 포트를 통해 MICA2 모트의 프로그래밍 환경을 제공하며 모트의 데이터를 호스트 PC로 전송하는 역할을 한다. 시스템의 구성은 그림 1과 같다. MICA2 모트는 사용자가 착용할 장갑에서 사용자의 움직임을 감지하는 센서 모트와, 호스트 PC와 연결되어 데이터를 수신하는 베이스 모트로 총 2개가 사용된다. 그리고 센서 모트에 장착될 1개의 MTS310 센서 보드와 베이스 모트를 HOST PC에 연결하는 1개의 MIB510 보드를 사용한다.

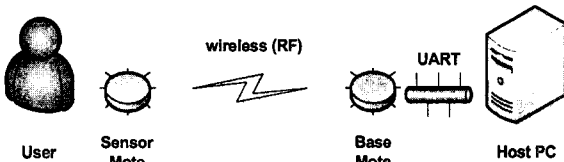


그림 1. MGlove 시스템 구성도

각 모트는 TinyOS[5] 상에서 nesC 언어를 통해 프로그램 하였다. 호스트 PC는 Microsoft Windows XP 운영체제를 이용하였고 MS WindowsXP Driver Development Kit를 통해 마우스 제어 드라이버를 제작하였다. 데이터 추출 및 가공은 프로그래밍 보드에 연결된 베이스 모트에서 수행하고 계산된 결과를 UART로 호스트 PC에 전송하는 구조를 가진다.

2.2 MGlove의 동작 방법

MGlove는 한 손(오른손)으로 작동 가능한 입력 장치로 마우스 포인팅 장치의 역할을 수행한다. 오른손 장갑에 사용자의 손동작을 센싱하는 모트를 장착하여 마우스 포인터의 이동 및 좌우 클릭의 동작을 조작할 수 있으며, 리셋시 사용자의 손의 각도, 광량 등의 환경을 인식하여 기준점으로 잡는다. 이를 통해 사용자의 손이 지면에 수직이 되지 않는 범위 내의 각도에서 마우스 포인터의 이동이 가능하며, 최소 광량 조건이 만족되는 환경에서 동작이 가능하다.

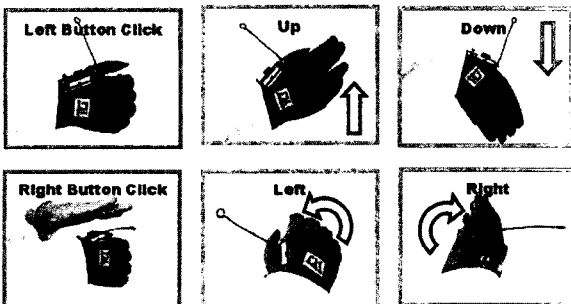


그림 2. MGlove의 동작 방법

작동 방법은 그림2와 같다. 자주 사용하는 마우스 왼쪽 버튼의 클릭은 단순히 주먹을 쥐는 것으로 가능하고, 마우스 오른쪽 버튼의

클릭은 왼쪽 손으로 오른쪽 손등을 가려주는 것으로 제어 가능하다. 마우스 포인터는 리셋시 결정된 초기 오른손의 위치와의 각도 차로 제어된다. 움직이고자 하는 아래쪽, 위쪽, 왼쪽, 오른쪽 방향으로 손목을 회전하면 포인터의 움직임이 제어되며, 기울어진 각도에 따라 마우스 포인터의 이동속도가 달라진다.

2.3 센싱 및 데이터 해석

사용자의 움직임은 오른손 장갑에 장착되는 센서 모트에서 감지한다. 센서 모트는 30 ms 마다 센서의 값을 읽으며, 센싱된 데이터는 가공하지 않은 형태로 10Byte의 패킷으로 호스트 PC에 연결된 수신부 모트로 전송된다. 표 1은 ADC를 통해 읽는 센서 값의 종류와 데이터 패킷의 구성을 나타낸다. 센싱하는 값은 2축 가속센서의 X, Y축 값과 자기장 센서의 X축값, 그리고 광량 센서의 값이며, 데이터 패킷은 각 센싱된 16bit 데이터와 모트의 ID를 나타내는 변수로 인해 총 10Byte가 된다.

ADC Reading	패킷 구성
Acceleration of axis X	<pre> #ifndef __GLOVE_MSG__ #define __GLOVE_MSG__ typedef struct GloveMsg { uint16_t accX, accY; uint16_t magX, photoDeg; int src; } GloveMsg; #endif </pre>
Acceleration of axis Y	
Magnitude of axis X	
Photodiode	

표 1. ADC를 통해 읽는 센서값의 종류와 데이터 패킷 구성

마우스 포인터의 움직임은 2축 가속센서를 통해 추적한다. 2축 가속센서는 중력 방향에 영향을 받으므로 지면에 대해 손이 기울어진 정도를 알 수 있다. 왼쪽 버튼 클릭은 자기장 센서를 이용한다. 그림 3의 검지 위치에 자석을 장착하여 주먹을 쥐는 행동으로 손등 좌측에 부착된 모트의 자기장 센서가 자기장의 변화를 감지한다. 우측 버튼 클릭은 광량 센서를 이용한다. 왼손으로 모트 위를 가릴 경우 광량값의 변화를 감지할 수 있다.

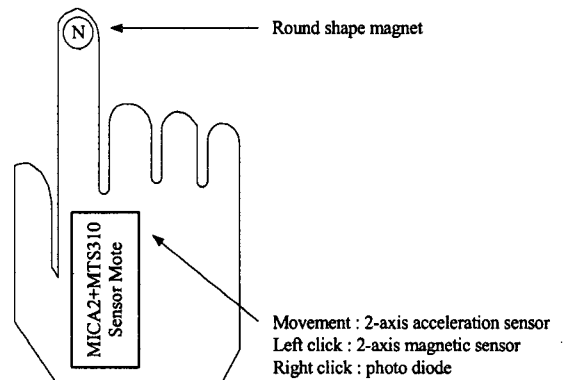


그림 3. 우측 손의 구성

오른손의 센서 모트에서 읽은 데이터는 베이스 모트로 전송되어 샘플링된다. 그림 4는 베이스 모트에서의 샘플링 과정을 나타낸다.

베이스 모드는 리셋시 센서 모드의 초기 상태를 기준값으로 저장하여 사용자가 편한 초기 손의 각도 설정이나 광량이 다른 곳에서의 사용이 가능하다. 기준값 설정 후 전송된 데이터는 기준값과의 차를 통해 초기화 과정을 거친 후, 간단한 threshold 기법으로 noise를 제거하고 마우스 포인터의 이동 및 좌우 클릭 정보를 해석한다. 마우스 이동의 경우 가용여진 정도가 클수록 많은 이동량을 구현하기 위해 식 (1)의 2차원 곡선에 데이터를 매핑한다.

$$f := x \rightarrow ax^2 \quad (1)$$

클릭의 경우, 전송된 데이터에 threshold를 이용하여 버튼 클릭 여부를 결정한다. 이와 같이 베이스 모드에서 샘플링된 결과는 곧 마우스 포인터의 X, Y방향의 이동량 및 버튼의 클릭 상태를 나타내며, 호스트 컴퓨터에 시리얼 전송된다.

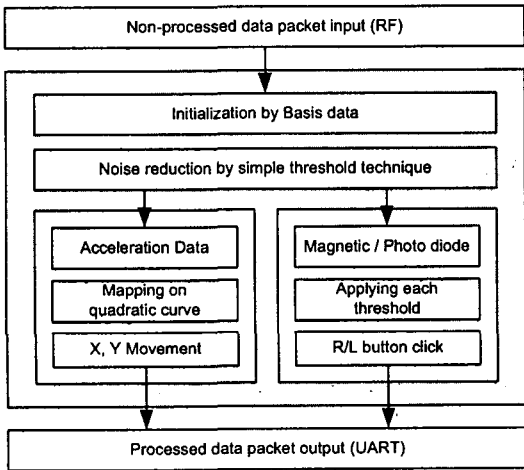


그림 4. 베이스 모드에서의 데이터 샘플링 과정

3. 시스템 응용

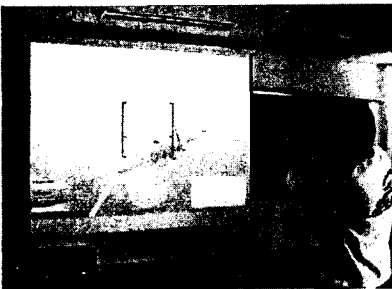


그림 5. MGIlove를 통한 3D비행시뮬레이션 게임

MGIlove의 응용 분야로 게임 분야가 있다. 그림 5은 자체 개발한 3D 비행 시뮬레이션 게임을 MGIlove를 통해 플레이하는 장면으로, 손목이 움직이는 방향대로 비행기의 상하좌우 조절이 가능하며, 왼손으로 오른손 위를 덮는 동작으로 기관포 발사, 주먹을 쥐는 행위로 미사일 발사 등의 조절이 가능하다. 이처럼 MGIlove는 기존 마우스

를 통해서서는 제어할 수 없는 움직임을 인식할 수 있으며, 무선으로 동작하여 자유로운 플레이가 가능하게 하며, 직관적인 인터페이스를 통해 인터랙티브한 게임 환경을 제공한다.

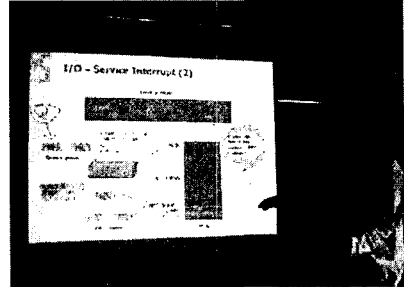


그림 6. MGIlove를 통한 프레젠테이션

다른 응용 분야로는 그림 6의 프레젠테이션 상황이 있다. MGIlove는 RF 모듈을 통해 무선 통신으로 원거리에서의 이용이 가능하고 센서 추적 기법으로 사용자가 바라보는 방향에 제약이 없으며, 리셋시 사용자 손의 각도 및 광량을 기준점으로 설정하여 사용자 환경에 제약이 적다. 따라서 청중을 바라보며 프레젠테이션을 하는 상황에서 효과적으로 이용 가능하다.

4. 결론

본 논문에서는 센서 네트워크 환경에서 사용자 센싱을 통한 입력 장치인 MGIlove를 제시하였다. 본 입력 장치는 TinyOS상에서 동작하며, MS Windows XP 운영체제 상에서 마우스 포인팅 장치로 사용 가능하도록 구현하였다. 무선으로 원거리에서의 사용이 가능하며 2축 가속 센서, 2축 자기장 센서, 광량 센서의 세가지 종류의 센서를 사용하여 사용자의 손동작을 통해 마우스 포인팅 장치의 역할을 수행한다. 구현한 MGIlove는 직관적인 인터페이스와 사용 환경의 제약이 적어 게임 및 프레젠테이션 분야에서 효과적으로 응용될 수 있다.

개발한 입력 장치는 센서 네트워크의 응용분야 연구로서의 의의를 가진다. 차후 Context-aware 기능의 추가 및 다양한 응용 분야로의 적용에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] S. You and U. Neumann, "Fusion of Vision and Gyro Tracking for Robust Augmented Reality Registration," *IEEE Conference on Virtual Reality*, pp. 71-78, 2001.
- [2] J. Farrington, A. J. Moore, N. Tilbury, J. Church, and P. D. Biemond, "Wearable Sensor Badge & Sensor Jacket for Context Awareness," *The Third International Symposium on Wearable Computers*, pp. 107-113, 1999.
- [3] C. Randell and H. Muller, "Context Awareness by Analysing Accelerometer Data," *The Fourth International Symposium on Wearable Computers*, pp. 175-176, 2000.
- [4] J. Kangchun Perng, B. Fisher, S. Hollar, and K. S. J. Pister, "Acceleration Sensing Glove," *The Third International Symposium on Wearable Computers*, pp. 178-180, 1999.
- [5] J. Hill, R. Szcwzyk, A. Woo, S. Hollar, D. Culler, K. Pister, "System architecture directions for network sensors," *In Proc. of ASPLOS 2000*, Cambridge, November 2000.