
협업 환경에서의 인터랙션을 위한 적외선 LED 포인터

Infrared LED Pointer for Interactions in Collaborative Environments

진윤석, Yoonsuk Jin*, 이규화, Kyuhwa Lee**, 박준, Jun Park***

요약 본 연구는 Tiled Display 기반의 협업 환경에서 인터랙션을 위한 적외선 포인터를 구현하는 목적으로 진행되었다. 적외선 발광 다이오드에서 나오는 빛을 인지하여 포인터의 궤적을 인식하는 기술과 이를 응용하여 여러 분야에 접목시키는 것에 주안점을 두었다. 기본적인 마우스 클릭 기능과 단순 포인팅 기능을 제공하는 기존의 포인터와는 달리 적외선 발광 다이오드가 탑재된 포인터를 조립, 이용하여 기존의 기능뿐만 아니라 컴퓨터와 사용자 간의 새로운 커뮤니케이션 수단을 제공하고 있다. 장점으로는 책상, 테이블과 같은 제한된 공간을 벗어나서 적외선 투과 필드가 장착된 카메라 하나만 설치할 수 있는 곳이면 구현이 가능하며 적외선을 이용하므로 가시광선의 영향을 적게 받아 효율적으로 영상 처리를 할 수 있다는 데에 있다. 그리고 적외선을 이용한 사용자의 모션을 추적, 인식하여 복합적이 여러 가지 기능을 실행할 수 있으며, 보다 더 사용자와 인터랙티브한 작업이 가능하다. 구현된 하드웨어와 소프트웨어 시스템은 프레젠테이션 및 게임 컨트롤 등에 사용되었다.

Abstract Our research was performed in order to implement a new pointing device for human-computer interactions in a collaborative environments based on Tiled Display system. We mainly focused on tracking the position of an infrared light source and applying our system to various areas. More than simple functionality of mouse clicking and pointing, we developed a device that could be used to help people communicate better with the computer. The strong point of our system is that it could be implemented in any place where a camera can be installed. Due to the fact that this system processes only infrared light, computational overhead for LED recognition was very low. Furthermore, by analyzing user's movement, various actions are expected to be performed with more convenience. This system was tested for presentation and game control.

핵심어: HCI, Infrared LED, LED Detection, Gesture Recognition, Pointer

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠연구소 지원사업의 연구결과로 수행되었음

*주저자 : 홍익대학교 컴퓨터공학과 연구원

**공동저자: 홍익대학교 컴퓨터공학과 연구원

***공동저자: 홍익대학교 컴퓨터공학과 조교수

***교신저자: 홍익대학교 컴퓨터공학과 조교수; e-mail: jpark@hongik.ac.kr

1. 서론

1.1 개요

현대 사회에 들어 컴퓨터-사용자간의 상호작용을 만족시킬 수 있는 기기들의 필요성이 증가함에 따라 이를 위한 연구가 많이 진행되고 있다 [1,2]. 여러 컨퍼런스에서 버튼 클릭 등의 마우스 기능과 기본적인 레이저 포인팅 기능을 탑재한 포인터의 사용은 필수가 되었으며 이를 게임 분야에서도 활용하기 위한 시도도 다수 진행되고 있다 [3, 4].

광주 과학 기술원의 UCN 프로젝트에서는 그림 1과 같이 여러 대의 스크린을 네트워크를 통해 연결하여 보다 높은 해상도를 지원하는 Tiled Display 기반의 Smart-Space라는 협업 환경 과제를 연구하고 있다. 이 연구에서 카메라와 적외선 레이저를 이용해서 스크린 포인팅 및 사용자의 제스처 인식을 지원하고 그 결과를 Smart-Space에 적용하여 보다 더 인터랙티브하고 직관적인 협업 환경 시스템을 연구하고 있다.

이 과제에서 우리 연구팀은 1394 카메라를 통해 입력받은 영상을 분석하여 적외선의 위치 추적과 적외선을 이용한 사용자의 제스처 인식 등을 구현하였는데 그 결과는 매우 만족스러웠다. 이러한 연구를 토대로 본 논문에서는 적외선 LED 포인터의 인식과 이를 응용한 총체적인 시스템에 대해 설명하고 차후 여러 분야에의 응용 가능성에 대하여 언급하고자 한다.

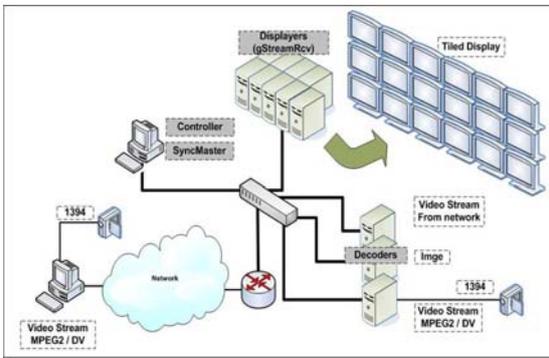


그림 1. Smart-Space의 시스템 설계도

사용자가 적외선 레이저를 이용해서 시스템과 interaction하는 개략적인 구조는 그림 2와 같다. Tiled Display를 기준으로 Calibration된 카메라는 사용자에게 의해서 포인팅 된 Tiled Display상의 적외선 레이저의 위치를 인식하고, Pointer Tracker 머신은 네트워크를 통해 연결된 일련의 머신들을 통해 이 위치를 전송해줌으로써 Tiled Display상에 사용자가 직관적으로 인식할 수 있도록 적외선의 위치를 나타낸다. 그리고 이를 조금 더 확장시킨 방식으로 사용자가 적외선 레이저를 통해서 행동을 제스처를 인식함으로써 특정 제스처에 맵핑시켜놓은 여러 가지 작업들을 수행할 수

있도록 하였다.

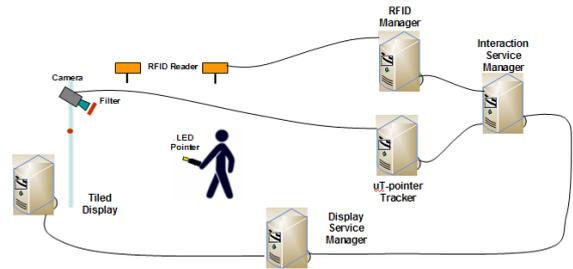


그림 2. 사용자와 시스템의 Interaction

현재 실제로 쓰이고 있는 대부분의 포인팅 기기들은 단순히 마우스 버튼 클릭이나 미리 정의된 키보드의 기능키를 누르는 등의 기본적인 기능만 제공되었다. UCN 프로젝트에서 사용된 적외선 포인팅 장비의 연구를 위해 프로토타입으로 제작된 적외선 발광 다이오드를 탑재한 포인터는 이런 기본적인 기능뿐만 아니라 회의, 게임 등 여러 분야에 적용시킬 수 있도록 구현하였고, 실제로 많은 사용자들에게 테스트를 실시하였으며 그에 대한 결과를 본문에 기술하였다.

1.2 연구 내용

본 연구는 크게 하드웨어적인 측면과 소프트웨어적인 측면으로 나누어서 생각해볼 수 있다. 전자의 경우에는 기존의 컨트롤 디바이스보다 사용자에게 더욱 직관적이고 손쉽게 사용할 수 있고, 후자의 경우에는 개선된 하드웨어를 이용하여 의료, 복지, 교육 등의 많은 분야에 직관적이고 편리한 User Interface를 제공해 줄 수 있기 때문이다.

하드웨어적인 측면에서 크게 적외선을 방출하는 발광부와 필터를 통과한 빛을 받아 해석하는 수광부로 나누어진다. 발광부는 간단한 구동회로와 배터리, 적외선 발광 다이오드만으로 이루어지므로 적은 예산으로도 구현할 수 있는 장점이 있다. 수광부는 시중에서 쉽게 구할 수 있는 표준적인 PC 카메라에 적외선 투과 필터를 장착하여 처리하게 되는데 이 방법은 상대적으로 적은 컴퓨팅 자원으로도 사용자의 움직임 감지할 수 있는 장점이 있다.

소프트웨어적인 측면에서 실험에 행하여진 제스처 인식은 NN(Neural Network)을 적용시켜 구현한 프로그램 모듈을 사용하였다 [6]. 이러한 사용자와 시스템의 직관적이고 동적인 커뮤니케이션 방법은 기존의 다른 입력 방식들보다 직관적이고 편리하므로 여러 분야에 응용될 수 있다.

본 연구를 통해 프레젠테이션 뿐 아니라 가정에서도 활용할 수 있는 다기능 입력 장치로서의 역할을 하는 시스템의 구현이 가능해질 것이며 이는 앞으로 여러 가지 응용 기반 기술의 확장을 통하여 보다 효율적이고 상호 협력적인 컴퓨팅 환경을 구축하는데 도움이 될 것이다. 사용하기 쉬우면서도

낮은 컴퓨팅 환경에서 높은 정밀도와 빠른 속도로 사용자의 움직임을 포착하여 사용자가 여러 가지 기능을 손쉽게 구현할 수 있도록 하는 것이 최종 목표이다.

본 논문의 전반부에서는 하드웨어 적외선 LED의 추적 및 인식에 대한 알고리즘과 실제 응용 가능성에 대하여 설명하고자 한다.

2. 하드웨어

2.1 하드웨어 구조

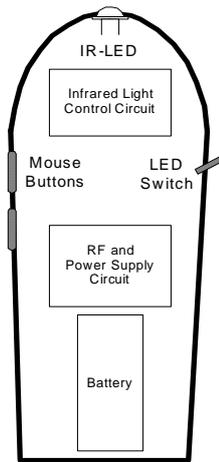


그림 3. 하드웨어 구성

실제 동작을 위한 하드웨어의 설계는 그림 3과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 적외선 발광 다이오드를 전면부에 배치하였다. 2D 카메라 영상에서 적외선 발광 다이오드의 위치를 인식하는데 있어서 정확도를 높이기 위하여 다이오드의 적외선 발광 범위와 발광 강도(high radiant intensity)의 특성을 최우선으로 고려하였다. 본 실험에서는 발광 각도 20°, 발광 강도 40mw/sr, 그리고 950nm 파장의 적외선을 주로 방출하는 특성을 가지고 있는 다이오드를 사용하였다. 이에 대하여 적외선을 인식하기 위한 장치로는 적외선 투과 필터를 씌운 640×480 화소의 해상도를 지닌 일반적인 PC 카메라를 이용하였다. 마지막으로 전원을 절약하기 위하여 다이오드의 전원을 켜고 끌 수 있도록 ON/OFF 스위치를 부착하였다. 본 실험에 사용한 기기의 프로토타입은 시중에서 시판되고 있는 일반적인 포인터에 적외선 발광 회로를 삽입하고 스위치를 추가하여 필요할 때만 동작할 수 있도록 하였다.

그림 4에서 알 수 있듯이, 적외선 발광 다이오드의 각도가 약간 아래로 향하므로 사용자가 굳이 포인터를 리모컨 쓰듯이 손목을 구부릴 필요가 없다. 실험에서 설정한 카메라와 사용자 사이의 거리는 2~3M로 제한하였으나 (실용적으로 이 거리에서는 인식률이 매우 높았다) 신뢰 거리를 늘리기

위해서는 다른 종류의 발광 다이오드를 사용하여 해결할 수 있다.



그림 4. 실험에 사용된 포인터

3. 적외선 LED의 위치 추적과 제스처 인식

3.1 적외선 LED의 위치 추적

적외선 LED의 위치 추적은 카메라가 사용자를 향하게 하고 포인터의 적외선 LED 스위치를 켜는 것으로 시작한다. 준비가 되면 위치 추적 프로그램을 구동하여 카메라를 통하여 입력된 매 프레임을 그림 5와 같이 Gray Level 영상으로 변환한 후, 화면상의 2차원 좌표를 계산한다. 그림의 Scan Line은 입력된 프레임을 Line을 따라서 왼쪽부터 오른쪽 방향으로 밝기값을 그림 6과 같이 나타내기 위하여 임의로 그려 놓은 것임을 밝혀둔다.

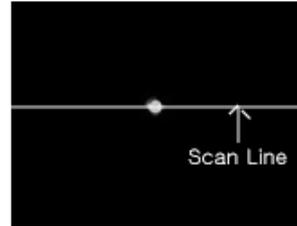


그림 5. Gray Level로 변환된 화면

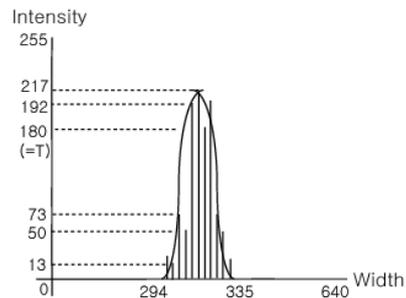


그림 6. Scan Line을 따라 분석한 픽셀들의 밝기값

좌표의 계산은 여러 번의 테스트를 통한 최적의 임계값인 180을 기준으로 그보다 밝은 픽셀들의 평균 중심 좌표를 구하는 방법을 사용하였다. 밝기가 임계값(T)인 180 이상의 값을 가지고 있는 픽셀들이 적외선 LED 영역에 해당하는 픽셀들이므로 이 픽셀들의 평균 중심 좌표를 적외선 LED의

위치라고 말할 수 있다. 그리고 이렇게 구한 좌표들 간의 차이를 비교하여 위치 벡터를 구한다. 위치 벡터를 마우스 커서의 움직임에 대응시켜 사용자가 실시간으로 확인할 수 있도록 한다.

또한 적외선 LED의 인식은 포인터의 각도에 따라 영향을 받게 된다. 이 때, 각도는 포인터가 카메라를 정면으로 바라보고 있을 때를 90°로 정의하며, 카메라에 대해 수직 아래 방향으로 바라볼 때를 0°로 정의한다. 이와 마찬가지로 수직 위 방향을 바라볼 때를 180°로 정의한다.

각도와 인식을 사이의 관계에 대한 실험 결과를 표 1에 정리하였다.

표 1. 적외선 LED와 카메라의 각도에 따른 인식률

각도(°)	인식률(%)
0	~ 0
45	~ 27
90	~ 99
135	~ 34
180	~ 0

3.2 제스처 인식

사용자의 제스처 패턴을 해석하고 인식하기 위하여 Konstantin Boukreev의 신경망을 이용한 마우스 제스처 학습 모듈을 기반으로 하여 사용자가 적외선 LED를 움직여 만든 심볼을 인식하는 프로그램을 구현하였다 [5,6]. 신경망을 학습시킨 알고리즘은 Back-Propagation 방식으로써 입력층(Input Layer), 은닉층(Hidden Layer), 출력층(Output Layer)에 각각 32, 32, 29개의 layer를 할당하였다. 입력층과 은닉층이 각각 32개인 이유는 입력되는 값들은 좌표의 벡터가 sine, cosine으로 나누어지기 때문에 비교점이 16개이기 때문이다. 그리고 패턴인식의 오차율(Error Rate)은 2%, 즉 학습 결과 2%의 오차율이 발생하도록 하였다. 여기에서 출력층(Output Layer)은 프로그램이 검증할 수 있는 제스처 패턴의 수이므로 지금은 테스트를 위해서 임의로 29개의 제스처 패턴을 설정하였다. 즉, 벡터에 따라서 제스처가 판별되므로 출력층의 개수를 조절함으로써 사용자가 원하는 임의의 개수의 제스처 패턴을 결과로 나타낼 수 있다.

또한 제스처를 취하더라도 개인차로 인해서 어느 정도의 왜곡이 생길 수 있으므로 동일한 제스처에 대해서 다른 모양으로 조금 왜곡시킨 비슷한 패턴들을 미리 학습시킴으로써 이로 인한 오차를 줄일 수 있었다. 실제로 30명 정도로 구성된 그룹을 대상으로 테스트를 했을 때, 동일한 제스처에 대해서 위의 언급한 방법으로 테스트한 결과 인식률이 더 향상됨을 알 수 있었다.

제스처 인식이 따르는 절차는 다음과 같다.

1. 화면에 감지되는 적외선 LED의 연속적인 좌표들을 기록한다.
2. 기준 좌표들 사이의 경로를 평활화(Smoothing)한다.
3. 각 좌표들을 각도로 나타내어지는 벡터 정보로 바꾼다.
4. 벡터의 sine, cosine 값을 계산한다.
5. 신경망의 입력으로 4에서 계산한 값을 넘겨준다.
6. 출력값 중 가장 합당한 값을 찾아내어 판별한다.

그림 7은 학습된 제스처 패턴을 테스트하기 위해 만들어진 프로그램의 학습 화면이다. 이 때 어떤 제스처가 올바르게 입력되었는지 사용자가 테스트 결과를 확인하기 위해서 그림에서 볼 수 있듯이 각각의 제스처마다 어플리케이션 실행 파일들을 임시적으로 맵핑시켜 놓은 것을 볼 수 있다.



그림 7. 제스처에 따라 실행할 프로그램의 학습

LED 포인터의 단순한 움직임과 사용자가 의도하는 제스처 패턴의 움직임은 구분되어야 하는데 이 때 적용된 것이 윈도우 시스템에서 제공하는 Message Hook이다. 이것은 여러 가지 Hook 타입을 지원하는데, 우리는 이 중에서 WH_MOUSE를 사용함으로써 마우스 메시지에 대해서 처리하였다. 그림 8에서도 볼 수 있듯이 Message Hook Chain을 구성하고 있는 Hook Procedure는 시스템에서 원하는 Message가 발생하면 Signal을 통해서 Target Window에게 알림으로써 모니터의 역할을 수행한다. 이를 적용한 것은 전체 시스템에서 포인터를 이용한 단순한 움직임과 사용자가 의도한 제스처 패턴의 움직임은 포인터의 특정한 메시지(마우스 오른쪽 버튼)를 발생시킴으로써 두 가지의 움직임을 구분해야 하기 때문이다.

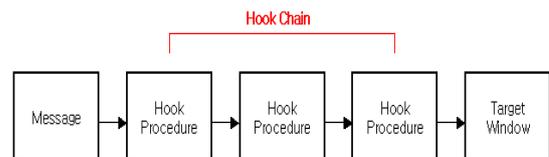


그림 8. Message Hook의 처리 과정

4. 실험 및 결과

4.1 실험 결과

단순한 마우스 이동에 관련된 기능들뿐 아니라, 행동 인식은 프레젠테이션을 함에 있어서 매우 효율적인 방법을 제공해 주었다. 구현한 프로그램에는 11개의 미리 정의된 인식에 대응한 액션들과 추가로 사용자 정의 가능한 액션이 10개가 있다. 29개의 출력층을 통해서 29개의 제스처 인식이 가능하지만 21개의 제스처로 구분한 이유는 임시적인 테스트 목적으로 제작했기 때문이다. 그러나 학습 정도와 시간에 따라 더욱 여러 가지 종류의 액션을 취할 수 있을 것이며 프로그램의 수정으로 액션 수의 추가는 얼마든지 가능하다. 만약 액션 수가 늘어난다면 각각의 액션을 구분하는 차이가 커져야 하므로 더욱 정확한 학습과 더 많은 Training Data를 필요로 하게 될 것이다.

그림 9에 사용자가 발표 자료를 프리젠테이션 하는 도중 'e' 제스처를 통해 인터넷 익스플로러 어플리케이션을 실행시키는 장면을 보여주고 있다.



그림 9. 프리젠테이션 중에 새로운 제스처를 취하는 장면

위에서 언급한 제스처 인식과 마우스 이벤트 등의 기능들 외에도 프레젠테이션 시 사용자가 화면에 글자들을 직접 기록하는 것도 가능하였다. 글자 인식부분은 현재 아직 구현되어 있지 않지만 이 기능만으로도 원격 회의 등에서 매우 유용하게 쓰일 수 있다는 것을 알 수 있었다. 그러나 심볼 인식 기능은 원활히 수행되므로 현재까지의 기능만으로도 매우 다양한 작업을 수행할 수 있다. 본 포인터를 사용한 사용자들이 주로 지적한 부분으로는 기존의 프레젠테이션용 포인터 또는 자이로스코프 마우스에 비하여 직관적인 인터페이스를 가지고 있다는 점, 그리고 상대적으로 더욱 세밀하게 움직이는 것이 가능하다는 점 등이 있었다. 특히 직관적인 인터페이스라는 특성은 본 포인터가 여러 연령층에 걸쳐 어려움 없이 사용될 수 있다는 점에서 주목할 만하다.

4.2 토의 및 분석

본 포인터는 여러 방면의 충분히 많은 수의 사람들에게 테스트 되었으며 실내에서는 안정적인 결과를 보여주었으나

실외에서는 태양에서 나오는 강한 적외선 때문에 많은 양의 노이즈가 발생하는 문제가 있음을 밝혀준다. 실외에서 사용할 때에 노이즈의 영향을 최소화시키기 위해서는 후드를 씌우거나 각도 조절 등의 유동적인 방법이 필요하다. 그 밖의 적외선 LED가 발광하는 각도의 한계로 인하여 사용자가 움직일 수 있는 범위에 제한이 생기는 문제가 제기되었는데 이는 더 넓은 발광각도를 가진 소자로 교체함으로써 해결할 수 있다. 그러나 일반적으로 LED의 발광 각도가 커질수록 강도가 약해지는 경향이 있어 노이즈에 대한 처리가 어려워지므로 소자를 선택함에 있어 발광 각도와 발광 강도의 두 가지 요소를 동시에 고려하여 이에 대한 많은 실험을 행해야 한다. 본 연구를 위해 사용된 적외선 LED의 발광 각도는 비교적 평범한 20° 이지만 시중에서 판매되고 있는 적외선 LED중에서는 그보다 넓은 30°~120°의 발광각도를 가지고 있는 하드웨어들을 통해 거리의 제약이나 적외선 영상의 선명도를 효율적으로 극복할 수 있다.

그리고 기존의 특정 마커 등을 표지로 삼는 방식과 비교해 볼 때, 마커가 어느 정도 충분한 크기를 가지고 있어야 하며 카메라가 인식할 수 있을 만큼의 정확한 각도를 유지해야 한다는 제약이 있었던 반면에 적외선 LED를 사용한 방법에서는 가시광선의 차단으로 인해서 적외선 영역을 확실히 추출할 수 있으므로 기존의 방법에 비하여 인식률이 높고 또한 크기가 매우 작으므로 마크 방식에서 존재하던 제약 사항들을 보다 효율적으로 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

구현된 포인터의 높은 기능 확장성과 여러 디바이스에서의 응용 가능성은 중요한 특성 중 하나이다. 앞으로 다가올 유비쿼터스 환경에서의 확장성과 응용성도 또한 빼 놓을 없다. 예를 들어, 많은 종류의 가전 제품의 제어뿐만 아니라 여러 개의 적외선 발광 다이오드를 적용하여 더욱 많은 종류의 작업을 실현할 수도 있다. 그리고 사용자는 개별적인 3차원의 심볼을 정의하여 기존의 단순한 실내등이나 TV, 세탁기 등의 가전제품을 켜고 끄는 등의 기능을 넘어 더욱 세밀한 기능을 하는 것도 가능하다. 또한 노안 등 여러 가지 이유로 글씨가 잘 안 보이는 고령층이나 안구 질환을 겪고 있는 환자들에게 직관적인 UI를 통하여 글씨를 모두 읽을 필요 없이 전자 디바이스들을 제어하는 것이 가능해진다.

그리고 선천적인 장애나 사고 등으로 인해서 동작이 불편한 장애인들에게 커뮤니케이션 도구로서의 기능을 제공하는 것에 있다. 본 논문에서 제작한 다기능 제스처 인식 포인터를 팔이나 옷 등에 부착하여 사용자 간에 게임을 하거나 커뮤니케이션을 하는 것이 가능하다. 조이스틱 등 기존의 비디오 게임 컨트롤러를 사용하는 것에 비하여 몸을 직접 움직여 활동에 참여하는 것이 가능하다.

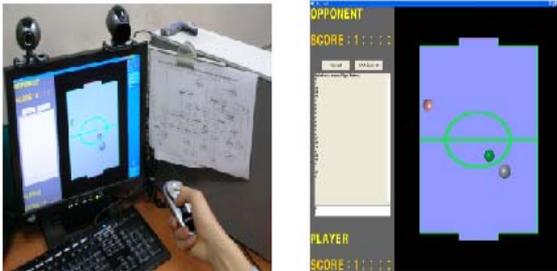
또한 소음이 심한 협업 환경에서 응용한다면 사용자들은 카메라가 장착된 콘솔에 제스처를 통하여 다른 작업자나 기계

에 직접적으로 간단한 메시지나 요구사항 등을 전달할 수 있을 것이다.

5. 응용분야

5.1 게임

최근의 여러 게임에서 마우스와 조이스틱이 사용자에게 친근한 인터페이스와 편리성을 제공하지만 이런 기기들의 가장 큰 단점들 중 하나는 상호 작용을 위한 공간이 마우스 패드나 테이블 등에 제한되어 있으며 사용자가 바라보는 모니터 등의 화면과 분리되어 있다는 점이다. 그러나 제시된 포인터를 이용하면 사용자들은 마치 화면을 직접 보며 컨트롤 할 수 있는 효과를 낼 수 있다. 그림 10에서는 사용자가 포인터를 이용해서 3-Ball 게임을 하는 장면을 보여주고 있다. 포인터를 이용해서 게임을 해 본 사용자들은 기존의 키보드나 마우스와 같은 장치들보다 직관적이며 컨트롤에 익숙해지기까지 시간이 거의 들지 않았음을 지적하였다. 이러한 특성은 게임에 익숙하지 않은 사람들이 같이 참여하는데 있어 진입 장벽을 낮추는 계기를 마련해 줄 수 있을 것이다.



(a) 사용자가 포인터를 이용해 게임을 플레이하는 장면 (b) 3-Ball 게임 실행 화면

그림 10. 게임에 적용시킨 예

5.2 의료 및 교육

움직임을 인식하여 의사 결정에 이용하는 또 다른 가능성으로는 규칙적인 운동과 관련된 부분이 있다. 이러한 부분은 포인터의 개념이 아니라 그림 11은 여러 개의 적외선 LED를 사용해서 만든 밴드를 머리, 양 손목, 양 발목 등에 착용함으로써 그 움직임을 인식할 수 있도록 확장 응용한 예이다. 이 때 시스템은 지속적으로 적외선 LED를 클러스터링하는 방법을 이용하여 위치를 추적할 수 있다.

예전부터 행해지고 있는 재활훈련 등과 같은 특수한 훈련은 훈련 요원이 있는 특정한 공간에서 훈련을 받아야 하므로 시간 및 공간적 제약을 받을 수밖에 없었다. 그리고 그 이후로 오랜 기간 동안 훈련을 받아야 한다면 이에 추가로 발생하는 비용 또한 적지 않을 것이다.

또한 현대인들 사이에서는 점차 웰빙 문화가 급속도로 퍼져나가고 있다. 에어로빅이나 웨이트 트레이닝에 관한 운동 기구들이 다른 어떤 때보다 성황을 누리고 있고, 이와 관련된 멀티미디어 동영상 콘텐츠들은 많은 사람들에게 수익을 얻고 있다. 하지만 이러한 것들도 역시 시간적, 공간적인 제약이 심하고 비용이 많이 들어간다는 단점이 있다. 이러한 훈련 상황이나 교육 등에 관한 시뮬레이션을 간단한 패키지 식으로 만들어서 응용할 수 있다면 위에서 언급한 몇 가지 문제점들을 해소할 수 있을 것이다.



(a) 적외선 LED 밴드를 착용한 사용자의 모습 (b) 클러스터링 알고리즘을 이용한 적외선 LED의 추적

그림 11. 특정 동작 훈련에 적용시킨 예

위에서 언급한 일련의 방법들을 수행하기 위해서는 먼저 사용자의 움직임에 따른 이동 패턴의 인식을 행하게 되는데, 예를 들어 재활훈련을 할 때 적외선 LED 포인터를 옷에 부착하고 이를 바탕으로 행동의 정확도를 평가하고자 한다면 다음과 같은 절차를 따른다.

1. 기본적인 장비들을 설치한 후, 프로그램을 시작하고 사용자를 등록한다.
2. 카메라로 입력되는 사용자의 영상을 분석한다. 이 때 사용자의 영상은 다수의 적외선 LED들을 구분하고 서로의 관계 등을 정의해주어야 하므로 클러스터링이나 패턴 매칭 등의 알고리즘 등이 필요하다.
3. 분석된 사용자의 영상과 저장해 놓은 템플릿(표준) 영상과의 패턴 유사도를 계산한다.
4. 사용자에게 계산된 유사도 등의 결과를 보여주고 훈련의 재실행 여부를 묻는다.

위와 같은 절차를 응용하여 재활 훈련 뿐만 아니라 유아 교육 및 기타 목적으로 활용하는 것도 가능하다.

6. 결론

지금까지 Smart Meeting Space 에 사용될 사용자와 시스템간의 직관적이고 효율적인 수단으로써 적외선 LED를 이

용한 포인터의 구현 및 사용자의 제스처 인식을 응용한 연구 결과를 언급하였다. 이미 시판되고 있는 포인터와 비교해서 사람들이 언급한 가장 두드러진 특성으로는 직관적인 커뮤니케이션 방식과 빠른 적응성이었다. 이러한 특성은 어린이나 기타 기계의 컨트롤에 익숙하지 않은 사용자가 사용할 때 특히 좋은 점이 될 수 있다.

우리 연구팀은 카메라 하드웨어와 직접적인 관련이 있는 부분인 인식 속도를 높이는 동시에 인식률에 대한 신뢰성을 유지하는 방법을 연구하고 있다. 이러한 개선 사항에는 인식 속도를 높이는 동시에 인식률에 대한 신뢰성을 유지하는 방법을 연구하고 있다. 이러한 개선 사항에는 인식 속도를 30 FPS (Frames Per Second) 까지 늘리는 점과 후드 등을 이용하여 외부 광원에 의한 간섭을 최소화하는 것이다. 그리고 소프트웨어적인 측면에서는 보다 더 효율적인 노이즈의 제거와 3차원 공간에서 사용자의 제스처를 정교하게 인식하는 것이 가능해지길 기대하고 있다. 또한 여기에 2개 이상의 적외선 LED를 부착하여 더욱 많은 종류의 작업을 할 수 있게 되길 기대하고 있다. 이러한 기능들을 실현하기 위하여 Perspective-N-Points 해법 [7]을 기본 알고리즘으로 삼아 3차원 좌표를 추적하고 응용할 계획이다. 본 연구는 실질적인 여러 환경에서의 테스트를 통하여 다양한 환경에서의 적용이 가능하고 정확한 인식이 가능하도록 계속 연구가 진행될 예정이다.

참고문헌

[1] Grant Wallace, Otto J. Anshus, Peng Bi, Han Chen, Yugun Chen, Douglas Clark, Perry Cook, Adam Finkelstein, Thomas Funkhouser, Anoop Gupta, Matthew Hibbs, Kai Li, Zhiyan Liu, Rudrajit Samanta, Rahul Sukthankar, and Olga Troyanskaya. "Tools and Applications for Large-Scale Display Walls," IEEE Computer Graphics and Applications, July 2005.

[2] J.Rekimoto and M.Saitoh, "Augmented Surfaces: A Spatially Continuous Work Space for Hybrid Computing Environments", Proc. ACM CHI '99, Pittsburgh, PA, May 15-20, 1999, pp. 378-85.

[3] D.J Sturman, D. Zeltzer, "A survey of glove-based input", IEEE Computer Graphics and Applications, Volume 14, Issue 1, Jan, 1994, pp. 30-39.

[4] D.H Wilson and A.Wilson, "Gesture Recognition Using the XWand", Technical Report CMU-RI-TR-04-57, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, April, 2004.

[5] Daw-Tung Lin, "Spatio-temporal hand gesture recognition using neural networks," Neural Networks Proceedings, 1998, IEEE World Congress on Computational Intelligence.

[6] <http://www.codeguru.com/Cpp/misc/misc/mouseandcursorhandling/article.php/c3819>

[7] M. A. Fischler, R. C. Bolles. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography. Comm. of the ACM, Vol 24, pp 381-395, 1981.



진 윤 석

2000년 3월 ~ 2007년 2월 홍익대학교 컴퓨터공학과 재학 중. 관심분야는 Augmented Reality, HCI



이 규 화

1999년 3월 ~ 2007년 2월 홍익대학교 전자공학부, 컴퓨터공학과 졸업(공학사, 복수학위). 관심분야는 로봇비전, HCI



박 준

1986년 3월 ~ 1993년 2월 서울대학교 계산통계학과 졸업(이학사). 1994년 1월 ~ 2000년 12월 USC 졸업(MS, Ph.D Computer Science). 2002년 3월 ~ 현재 홍익대학교 컴퓨터공학과 전임강사/

조교수