

# 가전제품을 위한 프로젝터 기반의 컨트롤 장치

이중배, 박한훈, 박종일  
한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 가상현실연구실  
{zubei,, hanuni}@mr.hanyang.ac.kr, jipark@hanyang.ac.kr

## Projector-based Control Unit for Home Appliance

Jung Bae Lee, Hanhoon Park, Jong-Il Park  
Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea

### 요약

과거에는 시스템이 돌아가기만 하면 되지 편리함이나 사용자의 취향을 고려하는 것은 모두 사치라는 생각이 있었다. 그러나 현재는 단순히 사용성에 근거한 시스템만으로는 그 시스템이 좋은 시스템이라고 평가 받기에는 부족한 면이 있다. 이제는 시스템이 HCI 관점에서 평가되며, 이때 시스템개발의 최종목적은 단순히 동작하는 시스템을 만드는 것이 아니라 사용자들에게 최적의 경험을 제공할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다. 이러한 최적의 경험은 시스템과의 상호작용이 유용하고, 편리하며, 직관적이어야 얻을 수 있다. 일반적으로 TV 리모컨은 화면에 미리 지정된 부분들을 순차적으로 이동하는 간접 이동 방식으로 매우 간단한 인터랙션만을 제공해 준다. 본 논문에서는 사용자에게 보다 직관적인 인터페이스를 제공해주기 위해 리모컨의 기능을 확장한 프로젝터 기반의 가상 리모컨을 제안한다. 가상리모컨은 사용자가 원하는 위치에 생성될 수 있으며, 기존의 TV 리모컨과 같이 미리 지정된 메뉴 사이를 이동해서 제한된 선택을 하는 것이 아니라, 보다 직관적인 인터페이스를 통해 직접 기기를 동작시키는 가상 체험을 느끼면서 조작할 수 있도록 해 준다. 실험을 통해, 기존의 TV 리모컨이 일정한 학습을 필요로 했던 것과는 달리, 체험자들은 사전 학습없이 TV의 주요 기능을 가상리모컨을 사용함으로써 쉽고 빠르게 컨트롤할 수 있음을 확인하였다.

Keyword : HCI, virtual remote controller, projector-based user interface

### 1. 서론

최근 유비쿼터스 환경에 대한 연구는 통신이 가능한 디지털 가전제품을 사용하는 가정집의 거실을 배경으로 이러한 환경에 지능적인 요소가 반영된 형태로 나아가고 있다[1]. 본 논문에서는 지능적인 Home 환경에서 인간과 가전제품간의 통신수단으로 가상리모컨 도구를 제안하고자 한다. 인간의 의사전달에 관한 연구는 오랜 시간 동안 연구되어 왔고 컴퓨터의 발전과 더불어 최근에는 컴퓨터와의 의사전달을 위해 인간의 행동을 인식하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다[2]. 본 논문에서는 Home 환경에서 사용자가 의도하는 바를 익숙한 행동을 통해 가전제품에게 전달함으로써 동작자가

친밀감을 느낄 수 있는 지능적인 시스템을 구현하고자 한다. 구체적으로, 가전제품을 사용하는 사람이 마치 실제 세계에서 행동하듯이 자연스러운 동작으로 인식 시스템에게 명령을 내리고, 인식된 동작을 이용하여 가상공간에 나타나는 가상의 리모컨장치와 상호작용이 가능하도록 한다. 본 연구에서는 인간 중심의 인터페이스 구현에 비중을 둔다. 지금까지 손의 동작 인식을 위한 연구는 Data Glove 에 의해 많이 이루어졌다[3]. 그러나 HMD 나 Data Glove 와 같은 장비는 정밀도는 뛰어나지만, 항상 착용해야 하고 또한, 고가이기 때문에 인간 행동의 흐름을 해석하기 위한 장치로는 적절하지 않다. 그러므로, 다중 CCD 카메라를 이용하여

아무런 장비를 부착하지 않은 동작자의 동작을 해석하는 것이 필요하다. 이와 관련된 연구도 활발히 진행되고 있으며[4], 논문에서는 손동작 인식방법 중 하나를 구현하여 실험에 사용하였다[5].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 본 연구와 관련된 연구에 대해 알아본다. 그리고 3 장에서는 구현 되어질 몇 가지 간단한 시나리오와 구체적 방법에 대해서 알아본다. 4 장에서는 제안된 시스템의 구현 및 실험에 대해 알아보고, 마지막으로 5 장에서 결론 및 앞으로의 연구 방향에 대해 살펴본다.

## 2. 관련연구

### 2.1 가상현실 관련연구

현재까지 진행되고 있는 연구들은 상황인지(context-aware) 미들웨어에 관한 연구와 상황인지를 위한 구성 데이터인 컨텍스트 분석에 관한 연구, 그리고 분석된 컨텍스트를 기반으로 애플리케이션에 관한 연구로 활발히 진행되고 있다. 상황인지 미들웨어로는 Microsoft 의 Easy Living[6]등이 연구되었다. 상황인지를 위한 구성 데이터인 컨텍스트 분석에 관한 연구로는 실내의 사용자의 행동에 있어서 사용자의 위치 및 사용자 움직임 인식에 관한 연구[7], 사용자의 감정 상태파악을 위한 얼굴표정인식 및 사용자 얼굴인증에 대한 연구[8]가 활발히 진행되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 컨텍스트 기반 애플리케이션 구조는 라이브러리 형태로 제공되는 규격화된 형태의 초기 컨텍스트를 통해 공유되고 서비스되는 연구[9]가 진행되고있다.

본 논문에서는 지능형 Home 이 존재하며 이러한 미들웨어가 사용되고 있다고 가정하게 된다.

### 2.2. 손동작 인식연구

인간의 손동작은 가상현실에서 키보드, 마우스 터치패널을 대신하는 중요한 역할을 한다. 초기 연구에서는 Glove-based 시스템을 이용한 연구[3]가 대부분이었지만, 이것은 장갑을 끼어야 하는 단점 때문에 최근의 연구에서는 스테레오 혹은 여러대의 카메라를 이용하여 손동작을 인식하도록 하고

있다[4]. 이러한 손동작 인식은 본 논문에서 제안하는 가상리모컨기능을 조작하는 동작자의 움직임 을 인식하는데 사용하게 된다. 일반적으로 컴퓨터 비전에 기반한 효율적인 HCI 환경을 제공하기 위해서는 여러가지(반응시간, 신뢰성등) 조건이 만족 되어야 한다. 외부에 카메라를 장착하지 않고 단순히 손 동작을 인식하기 위한 또 다른 방법으로 관성 센서를 사용하는 방법이 있으며, 이를 이용하여 동작 기반 리모컨[10]의 연구도 활발이 이루어지고 있다.

### 2.3 3D 객체조작연구

3D 객체조작은 여러관점에서 분류할 수 있다. 먼저 Bowman[11]은 가상공간에서의 3D 객체조작을 크게 선택(Selection), 조작(Manipulation), 해제(Release)등 세가지로 구분하였고, Foley 등 여러 연구자들은 컴퓨터 그래픽스 인터랙션을 선택(Selection) 배치(Postion), 회전(Orient), 텍스트입력(Text), 숫자입력(Quantify)등의 다섯 가지로 구분하였다. 객체 선택 기법은 몰입형 가상현실 분야에서 비교적 많은 연구가 되어왔다. 이 몰입형 가상현실 분야에서의 대표적인 객체조작기법들은 'Simple virtual hand', 'Ray-casting'[12], 'Go-go technique'[13]등이 있고 이외에 'Flash light', 'Aperture', 'Image Plan', 'World-in Minature'등 다양한 기법들이 있으며, 여러 기법들을 혼합하여 사용하는 형태도 존재한다[13]. 이처럼 몰입형 가상현실에서의 선택 혹은 조작기법은 다양한 방향에서 연구가 진행되었으나 비몰입형 가상환경, 특히 하드웨어의 제약으로 소프트웨어적인 방법에 의존하는 실제 인간과 시스템과의 상호작용에서 객체 선택과 조작에 관련된 상대적으로 미미한 수준이다. 객체조작에서 중요한 요소는 객체조작 상태를 상호 대화적으로 사용자에게 알려주는 피드백 기능이다. 사용자는 자신이 하는 행동의 결과를 실시간으로 확인하면서 조작하므로 정확한 조작을 하기 위해서는 적절한 피드백이 필수적이다. Bowman[14]은 피드백의 종류를 'graphical', 'force/tactile', 'audio'로 구분하였다. 본 논문에서 실험을 통하여 graphical 피드백을 사용하여 현재

어떤 객체가 선택되었는지를 사용자에게 알려주도록 하였다.

### 3. 가상컨트롤장치

가상의 컨트롤장치는 사용자가 원하는 위치에 프로젝션 되어야 한다. 그러기 위해서는 임의의 위치에 프로젝션을 하기 위한 연구가 필요하다[15]. 본 연구는 다중의 프로젝터와 다중의 카메라에 의해 사용자의 동작을 인식할 수 있는 환경에서 사용자가 시스템을 조정하기 위해 어떠한 인터페이스가 기존의 방법보다 더 유용한가에 대해서 새로운 가상의 리모컨 장치를 제안한다. 최종 구현될 다중 프로젝터와 다중 카메라가 갖춰진 환경에서는 일정한 영역을 다중 카메라에 의해 실시간으로 감시 하고 있다가, 사용자의 어떤 시작동작에 의해서 시나리오가 시작되어야 할 것이다. 하지만, 본 논문에서는 실험에서 하나의 카메라와 하나의 프로젝터로 한정하여, 고정된 특정 영역을 카메라가 지속적으로 감시하고, 사용자의 손가락끝이 이 영역안에 들어오게되면 그림 1 에서와 같이 사용자가 원하는 위치에 가상의 리모컨이 프로젝터에 의해 투사되고 가상의 리모컨과 상호작용이 이루어지게 된다.

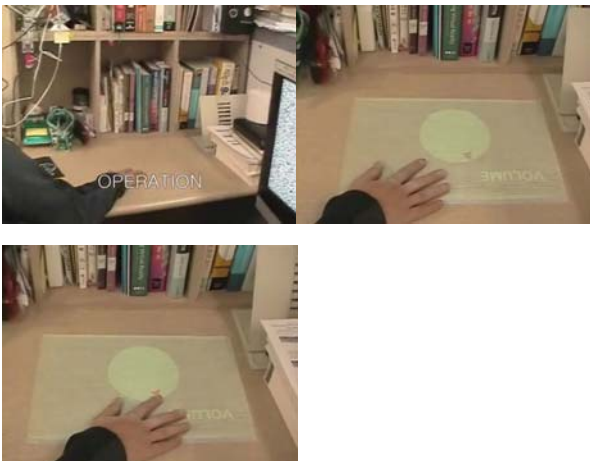


그림 1. a) 보통 상태 b) 가상의 리모컨이 나타난 상태 c) 조정중인 상태

본 시스템에서는 손동작 중 손가락 끝점을 탐지하고 추적하여 사용자가 선택하고 조정하고자 하는 객체를 인식하도록 하였다. 우선, 카메라로부터 사

용자의 손동작을 인식 하고 색상을 이용하여 손 영역을 분리해 내기 위해 본 시스템에서는 HSV 색상중 V(value)를 제외한 H(Hue)와 S(Saturation)만을 이용하였다.(식 1)

$$HR(x, y) = \begin{cases} 1 & 340^\circ \leq H \leq 360^\circ \text{ and } S \geq 20\% \\ 1 & 0^\circ \leq H \leq 60^\circ \text{ and } S \geq 20\% \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

HR: 후보 손 영역

식(1)로 찾아진 손 후보 영역에서 유사한 색을 가지는 다른 객체 또는 잡음을 제거하고, 영역 내에 구멍(hole)을 제거해 주기 위해, 메디안 필터(median filter)와 모폴로지 닫힘(morphological closing)을 적용시킨다. 손 영역은 후보영역에서 가장 움직임이 많은 영역으로 가정하고 첫번째 프레임에서 영역들의 중심점과 두 번째 프레임에서 영역들의 중심점 간에 거리를 계산하여 거리가 가장 먼 영역을 손 영역으로 간주 하였다.

$$H_c = \max\left(\sum_{n=1}^R |C_{i-1}^i - C_i^i|\right) \quad (2)$$

$H_c$ : 실제 손 영역의 중심점

$C_{i-1}^i$ : 첫번째 프레임의 i번째 영역의 중심점

$C_i^i$ : 두번째 프레임의 i번째 영역의 중심점

R: 영역의 총수

식(2)를 통해 실제 손 영역을 찾은 뒤에, 손가락 끝점은 손 영역의 중심점으로부터 가장 먼 거리의 점으로 가정하였다.

본 시스템의 장점은 기존의 리모컨에서와 같이 화면상의 한정된 메뉴를 보면서 조작하는 것이 아니라 가상의 그래픽 이미지와 직접 인터랙션을 하는데 있다. 실험에서 사운드 조정바 같은 경우 사용자는 직접 스위치를 조정하는 것과 같은 느낌으로 조절할 수 있는 것이다. 그림 2 와 같이 사운드 equalizer 를 조정하는 메뉴를 리모컨으로 조절하는 것은 매우 불편하지만, 본 시스템을 사용하게 되면 간단히 조정됨을 확인할 수 있다.

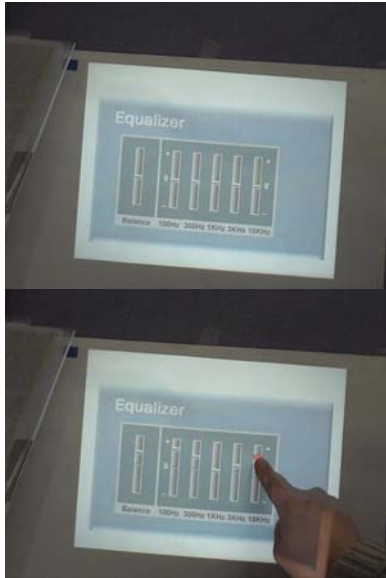


그림 2. 사운드 Equalizer 조정화면

#### 4. 구현 및 실험

구현한 시스템 Hardware 는 그림 3 과 같이 TV 와 PC 및 Camera, Projector, 로 이루어 진다. PC 와 PC Camera 는 USB 로 연결되어 있고, 프로젝터 영 상을 송출하기 위해 PC 의 RGB 출력을 이용한다.

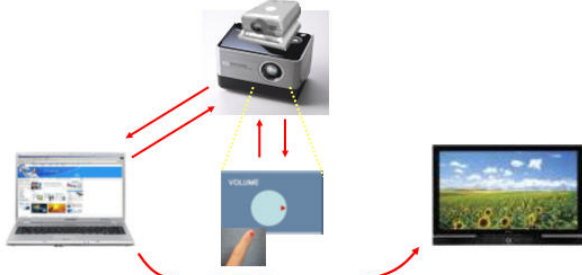


그림 3. 시스템 구성

User 의 손가락 끝이 카메라에 의해 관측되는 영 역안에 들어오게되면, 프로젝터를 통하여 손의 위 치에 가상의 컨트롤 장치를 보여주고, 사용자가 수행하는 동작을 인식하여 PC 의 Serial Cable 을 통하여 TV 에 명령을 전송한다. TV 는 PC 로부터 전송되는 명령을 수신하고 그에 맞는 동작을 수행 함으로써 User Event 에 대한 반응을 수행한다. PC Part 는 Camera 영상입력부, 입력영상 분석부, 시 나리오처리부, 통신부, 영상 출력 부로 구성되며, TV Part 는 통신부, 기능 처리 부로 구성 되어진다. 개발 Platform 은 아래와 같다.

TV Part	CPU : S3C2800(ARM9) OS : pSOS Language : C
PC Part	CPU : P4 M 1.6 GHz, Memory : RDRAM 512M, Library : ARToolkit v2.52, OpenGL v1.1
기타	PC Camera Mobitech PC WebCam eye Image size : 320*240  Projector Samsung Pocket Imager (SVGA)

시스템의 동작은 먼저 일정영역을 감시하고 있는 카메라에 의해 사용자의 손을 발견하고, 그 위치 에 가상의 컨트롤 장치 메뉴를 디스플레이 해준다. 이후 사용자의 손 움직임에 따라서 가상 컨트롤 장치가 동작하게 되고, 이에 따라 TV 가 조정되게 된다. 그림 4 는 시스템의 동작순서를 보여준다.



a) 프로젝터에 의 해 일정 영역을 감시하고 있음



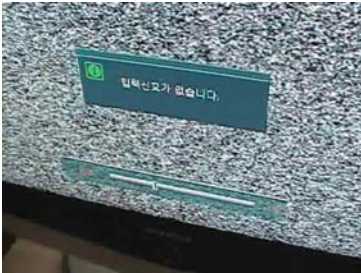
b) 감시영역내에 사용자의 손이 들 어올 경우 화면에 가상의 볼륨 컨트롤 장치를 디스플 레이 해줌



c) 손가락 끝이 현 재 컨트롤할 볼륨 의 위치에 오면, 객체를 하이라이 트 시켜 이제부터 조정 가능하다는 피드백을 줌.



d) 손의 움직임에 따라서 가상 볼륨 조정바가 움직임.



e) 손의 움직임에 따라 실제 TV 볼륨이 조정됨.

그림 4. 시스템 동작

실험에서 볼륨이나 채널변경과 비교적 간단한 그래픽화면에서의 인터랙션은 어려없이 잘 성공하였으나, 그래픽이 복잡하고 컨트롤할 것이 많은 사운드 조정 메뉴에서는 자주 컨트롤에 실패하는 경우가 발생하기도 하였으며, 이 부분은 추후 고려해야 할 사항이다.

제안된 인터페이스의 유용성을 실험하기 위하여 16 명에게서 데이터를 수집하였다. 이중 8 명은 가상리모컨에 대해 숙련된 사용자이며, 나머지는 처음 사용자이다. 먼저, 정해진 3 가지 시나리오를 주고 가상리모컨을 동작시키는 실험을 통하여 동작수행 성공률을 측정하였다. 3 가지는 볼륨변경(실험 1), 채널변경(실험 2), 사운드 equalizer 조정(실험 3)이었다. 두 그룹 각각의 경우 정해진 시나리오에 따른 동작수행의 성공률은 91.67% 와 50.0%로 숙련되지 않은 사용자는 실패를 많이 하였다.

표 1. 동작수행 성공률

	실험 1	실험 2	실험 3	전체
숙련자	100%	100%	75%	91.67%
비숙련자	62.5%	62.5%	50.0%	50.00%

실패의 주요 원인은 동작 수행 중 속도에 관련된 문제로 빠른 움직임에 대한 시스템의 대응이 느려서 발생한 것과 복잡한 컨트롤 객체의 선택이 제

대로 되지 않은 것이 주요 원인이었다. 그러나 이것은 손가락 끝점을 추출하는 알고리즘의 개선과 하드웨어적인 시스템장치의 성능이 향상되면 해결되어질 것으로 보인다. 다음으로는 사용자들의 호감도를 조사해 보았다. 앞서 3 가지 시나리오 동작 시나리오를 체험 한 후 시스템에 대한 호감도를 5 단계로 나누어 조사한 결과, 채널이나 볼륨조정과 같은 간단한 컨트롤에서는 기존리모컨이 오히려 더 편하거나, 가상리모컨이 더 좋다는 호감도가 떨어졌으나, 사운드 조정장치 사용에 있어서는 호감이 간다는 의견이 우세하였다.

## 5. 결론 및 향후연구방향

본 논문에서 제안한 시스템은 다중 프로젝터와 다중카메라가 설치되어 있어 인간의 움직임을 실시간으로 인지할 수 있는 환경아래에서 가전제품을 사용하고자 할 때 가상의 리모컨을 프로젝터를 이용하여 생성하여 주고, 카메라를 통하여 사용자의 동작을 인식하여 피드백을 제공해 주었다.

실험을 통해 이전의 리모컨에서처럼 한정된 메뉴 사이에서 선택하는 것이 아니라 직관적인 인터페이스를 제공함으로써 사용자는 훨씬 자연스럽게 가전제품과 상호작용이 이루어지는 것을 확인하였으며, 유비쿼터스 환경, 지능적인 Home 환경에서 인간과 가전 제품간의 통신수단으로 프로젝터기반의 인터페이스의 가능성을 확인할 수 있었다. 실험에서는 TV 에 한하여 실험을 하였으나, TV 이외의 모든 Home Appliance 의 패널을 가상으로 보여주고 직접 physical control 을 통하여 인터랙션을 하도록 할 수 있도록 향후 다양한 애플리케이션을 개발하여야 하겠다.

## 참고문헌

- [1] Y. Rasheed, J. Edwards, C. Tai, "Home Interoperability Frameworks for the Digital Home", Intel Technology Journal, November 2002
- [2] I. Marsic, A. Medl, J. Flanagan, "Natural communication with information systems", Proceedings of the IEEE, vol88, no8, pp.1354-1366, Aug, 2000

- [3] G. D. Kessler, L. F. Hodges, and N. Walker, "Evaluation of the cyberglove as a whole-hand input device", *ACM Transactions on Computer-Human Interface*, 2(4), 263-283, 1995.
- [4] 김성은, 조강현, 전희성, 최원호, 박경섭, "인간의 행동 인식을 위한 얼굴 방향과 손 동작 해석", *제어 자동화 시스템 공학 논문지*, 제 7 권, 제 4 호, pp309~318, April, 2001
- [5] 고병철, 변혜란, "제스처를 이용한 새로운 내용기반 영상 검색 기법", *정보과학회 가을 학술발표논문집*, 제 27 권, 제 2 호, pp. 368~370 2000
- [6] B. Brumitt J, Krumm, and S. Shafer, "Ubiquitous computing & the role of geometry", *IEEE Personal communications*, Pages 41-43, October 2000
- [7] P. Perusum, S. Venkatesh, G.A.W.West, H.H.Bui, "Object labeling from human action recognition", *Pervasive Computing and Communications*. 2003
- [8] C. Nebauer, "Evaluation of convolutional neural networks for visual recognition", *Neural Networks*, *IEEE Transactions on*, Volume.9, Issue.4, Pages.685-696, July 1998
- [9] S. Jang and W. Woo, "Architecture of Context based Application in Ubiquitous Computing Environment," *Proc. of Korea Humam Computer Interaction (KHCI)*, pp. 346-351, Feb. 10-13, 2003.
- [10] W.-C. Bang, W. Chang, K.-H. Kang, E.-S. Chio, J. Yang, S.-J. Cho, J.-K. Oh, J.-K. Cho, D.-Y. Kim, "Gesture-Based Remote Controller Using Inertial Sensors" *Proc. of Korea Humam Computer Interaction (KHCI)*, pp. 298-302, Feb. 9-12, 2004.
- [11] Doug A. Bowman, Donald B. Johnson, and Larry F. Hodges, "Testbed evaluation of virtual environment interfaction techniques," *Proc. Of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, pp.26-33, 1999
- [12] M. Mine, "Virtual environment interaction techniques," *UNC ChanepI Hill computer Science Tech. Report TR95-018*, 1995
- [13] I. Poupyrev, M. Billinghurst, S. Weghorst, and T. Ichikawa, "The go-go interaction technique: non-linear mapping for direct manipulation in VR," *Proceedings of the ACM symposium on User interface software and technology*, November 1996
- [14] D. A. Bowman, et al. "3D User Interface Design : Fundermental Techniques, Theory, and Practice," *SIGGRAPH 2000 Course Notes*, 2000
- [15] H. Park, M.-H. Lee, S.-J. Kim, and J.-I. Park, "Surface-Independent Direct-Projected Augmented Reality," *Lecture Notes in Computer Science 3852*, *Computer Vision, Proceedings of ACCV'06*, pp.892-901, Jan. 2006