

Study on Implicit Associations between Gestures and Commands

Ji Hyoun Lim, Chun Ik Jo, Junho Kim

Department of Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791

ABSTRACT

Objective: This study presents a method to investigate implicit associations between gestures and commands when people use gestures to control a device. **Background:** Selecting motions for gesture interaction is critical for its usability. The design of motion is, however, limited by the technology utilized in motion recognition system. Therefore, proposing a gesture considering technology limitation is necessary. **Method:** Thirty nine gestures for the depth camera recognition system were listed, and 30 commands for smart TV control were identified. For each gesture, 30 participants rated top three commands which would match up with the given gesture. **Results:** Agreement scores were calculated for each gesture, and the association between the gesture element and the command element were calculated. **Conclusion:** Complex gestures showed low agreement scores, and the association matrix was calculated. **Application:** This study could be applied to any device considered to adopt gesture interaction for device control.

Keywords: Gesture interaction, TV control, natural interaction

1. Introduction

인간과 기계 상호작용은 인간이 기계를 제어하기 위한 방식을 익히는 단계에서부터 사용자 친화적인 상호작용 설계를 거쳐 사용자 중심의 상호작용 방식에 이르고 있다. 상황인지, 음성인식, 동작인식 등은 사용자 중심의 ‘자연스러운’ 상호작용을 가능하도록 하는 요소이다. 특히 동작인식은 비언어적인 ‘행동’을 사용하여 기계와 상호작용하는 방법으로, 동작인식 분야에서 인간요인을 고려하여 시스템의 성능을 향상시키려는 연구(Stern, Wachs, & Edan, 2008)를 포함하여 동작인식을 위한 시스템 구성에서 인식 알고리즘에 이르기까지 다양한 방면의 연구가 진행되고 있다.

기존 연구들은 동작인식이 적용될 수 있는 상황을 판별하고, 주어진 조건에서 가장 적절한 동작을 도출하기 위한 방법들을 제시하고 있다. 기존 연구에서는 동작을 명령어로 사용할 때, 상황의 속성, 사용자의 인지적인 속성, 그리고 동작 자체의 물리적인

속성을 분석하여 적합도를 판정하였다 (Kühnel et al., 2011; Neßelrath et al., 2011). 이러한 기존 연구들은 동작인식을 사용하는 user interface 의 개념적인 설계에 활용될 수 있다.

한편, 동작인식을 위한 시스템은 카메라, 가속도센서, 적외선 장치, 터치패널 등 다양한 하드웨어를 활용하여 구성된다. 이때 동작 인식을 위해 사용하는 핵심 센서와 알고리즘의 종류에 따라 인식 가능한 동작의 종류와 범위가 달라진다(Do et al., 2006; Lee et al., 2010; Chang et al., 2011). 본 연구는 기기조작 상황이 주어지고, 인식 시스템의 특성에 따라 사용 가능한 동작의 범위가 제한되었을 때, 기기조작 명령어 집합인 command pool과 사용 가능한 동작 집합인 gesture pool을 정의하고, 이들 간의 연합 관계를 분석하여 적절한 command - gesture mapping을 제안하는 방법을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 동작인식을 적용할 기기를 스마트 TV로 제한하여 command pool을 구성하였다. 동작 인식을 위한 장치로는 2개의 카메라를 사용한 3차원 동작 인식 상황을 가정하고 gesture pool을 구성하였다. Command와 gesture는 각각을 구성하는 속성값들로 분석하는 한편, command와 gesture 간의 mapping

에 대한 preference 데이터를 수집하였다. 이를 토대로 기기조작에 사용되는 command의 속성과 gesture를 구성하는 속성들에 대하여 사용자들이 암묵적으로 인식하고 있는 연합(association)을 도출해 낼 수 있다.

2. Method

본 연구에서 사용한 command pool은 스마트 TV에서 사용되는 30개의 commands로 구성되어 있다. 본 연구에서 가정한 동작 인식 시스템은 손끝의 궤적을 추적하여 그 동선을 파악하는 방식으로, 이때 활용 가능한 gesture 39가지를 gesture pool로 정의하였다. Command pool과 gesture pool은 Table 1과 같다.

Table 1. Command Pool & Gesture Pool

| Command Pool (30) | |
|----------------------------|-------------------|
| Home | [VOD]재생 멈춤(Pause) |
| Home/이전 메뉴로 복귀 | [VOD] forward |
| PIP(Dual View) 구동 | [VOD] backward |
| PIP(Dual View) 전환 | TV 시청 대기 |
| PIP(Dual View) 닫기 | TV 시청으로 복귀 |
| Menu 호출 | 전체 화면 |
| Menu 닫기 | 화면 잠금 |
| 채널 조회 | 화면 잠금 해제 |
| 채널 간 이동 | 음소거 |
| 선택 방송 보기 | 음소거 해제 |
| 선호 채널 설정 | Volume Up |
| 선호 채널 간 이동 | Volume Down |
| 선호 채널 해제 | 시청 중 전화 받기 |
| 검색창(브라우저) 닫기 | 시청 중 전화 거절하기 |
| Recording | 현재 명령 취소 |
| Gesture Pool (39) | |
| 오른손, 좌측상단에서 우로 이동 | |
| 왼손, 우측상단에서 좌로 이동 | |
| 오른손, 좌측하단에서 우로 이동 | |
| 왼손, 우측하단에서 좌로 이동 | |
| 왼손, 좌측상단에서 아래로 이동 | |
| 왼손, 좌측하단에서 위로 이동 | |
| 오른손, 우측상단에서 아래로 이동 | |
| 오른손, 우측하단에서 위로 이동 | |
| 오른손, 우측상단에서 좌측하단방향 사선이동 | |
| 오른손, 우측하단에서 좌측상단방향 사선이동 | |
| 왼손, 좌측상단에서 우측하단방향 사선이동 | |
| 왼손, 좌측하단에서 우측상단방향 사선이동 | |
| 오른손, 우측상단에서 하단 - 좌측방향 직각이동 | |
| 오른손, 좌측상단에서 하단 - 우측방향 직각이동 | |
| 왼손, 좌측상단에서 하단 - 우측방향 직각이동 | |
| 오른손, 좌측상단에서 우측 - 하단방향 직각이동 | |
| 오른손, 좌측상단에서 우측하단 - 좌측방향 이동 | |
| 왼손, 우측상단에서 좌측하단 - 우측방향 이동 | |
| 오른손, 좌우로 가로 켜기 | |
| 오른손, 인사하는 동작 | |
| 양손, 위에서 좌로 이동 | |
| 양손, 좌에서 우로 이동 | |

양손, 하단에서 위로 이동
 양손, 상단에서 아래로 이동
 양손, 우측상단에서 좌측하단방향 사선이동
 양손, 좌측상단에서 우측하단방향 이동
 양손, 좌우방향으로 벌림
 양손, 좌우방향에서 가운데로 모음
 오른손, 우측상단에서 좌측상단 - 좌측하단 - 우측하단 이동
 오른손, 좌측상단에서 우측상단 - 우측하단 - 좌측하단 이동
 양손, 오른손 고정 - 왼손 위에서 좌로 이동
 양손, 왼손 고정 - 오른손 좌에서 우로 이동
 양손, 왼손 하단에서 위로 - 오른손 상단에서 아래로 이동
 오른손, 가위모양
 오른손, 주먹 모양
 오른손, 손바닥과 손가락을 핀 모양
 양손, 손바닥과 손가락을 핀 모양
 양손, 손가락과 손바닥을 퍼 삼각형을 만들
 양손, 하단에서 주먹을 쥔 모양

여기에서 명시된 gesture 각각과 command 각각의 쌍에 대하여 gesture와 command 사이의 연관도에 대한 사용자의 주관적인 preference 정보를 다음과 같은 실험을 통하여 수집하였다.

2.1 Participants & Apparatus

남성 20명 여성 10명(총 30명)의 실험참여자가 본 실험에 참여하였으며, 평균 연령은 23.1세였다. 실험참여자가 모두 TV를 손동작 제스처로 조작해 본 경험이 없었다. 그리고 실험참여자 중 남 15명, 여 8명이 Kinect나 Wii 등 제스처 기반 인터페이스를 사용해 본 경험이 있었다. 앞서 정의된 gesture pool에 포함된 39가지 동작을 동영상으로 제작하고, 인물보다는 동작을 부각시키기 위하여 이미지 프로세싱을 통하여 시연자의 윤곽선이 두드러지도록 영상을 편집하였다. 실험진행을 위한 프로그램은 Visual Basic로 작성되었고, 17inch 모니터를 통해 1280 x 1024 해상도로 제시하였다. 실험에 사용한 프로그램은 Figure 1과 같다.

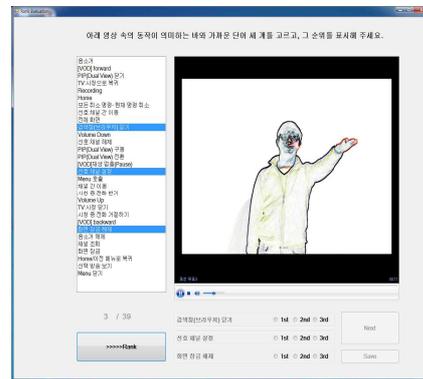


Figure 1. Program to prioritize pairs between gesture and command

2.2 Experiment Procedure

실험절차는 실험소개, 설문조사, 본실험, 그리고 사후인터뷰로 진행되었다. 실험소개단계에서는 실험의 목적과 방법에 대해 실험참여자에게 충분히 설명하였다. 설문조사 단계에서는 간단한 개인정보 및 제스처 기반 장비나 Smart TV 사용 경험에 대한 정보를 수집하였다. 본실험을 진행하기 전 실험참여자에게 TV를 제어하는 상황을 상상하도록 하였으며, 30가지의 TV조작명령 항목 모두를 충분히 숙지하도록 하였다. Figure 1에서 보듯이, 프로그램 우측에 동영상 을 통해 39가지의 손동작 제스처가 하나씩 제시되면, 좌측의 TV조작명령 항목들 중 연관관계가 높다고 생각하는 3개의 TV조작명령 항목을 선정하고, 이들의 우선순위를 1위부터 3위까지 각각 다르게 부여한다. 본실험 종료 후, 실험에 사용된 gesture에 대한 의견과 추가하고 싶은 gesture에 대한 의견을 인터뷰를 통하여 수집하였다.

3. Results

39가지 gesture에 대하여 선호하는 command를 응답하게 한 후, 모든 실험참여자의 응답을 취합한 결과가 Figure 2에 제시되어 있다. Figure 2는 실험을 통해 수집된 ranking data를 토대로, 특정 gesture에 대하여 특정 command가 1순위로 평가되면 3점, 2순위는 2점, 3순위는 1점으로 점수화하여 합산한 결과이다.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Gestur01 | 0 | 4 | 6 | 1 | 5 | 9 | 11 | 20 | 1 | 0 | 20 | 4 | 1 | 0 | 8 | 9 | 1 | 6 | 0 | 3 | 16 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 1 | |
| Gestur02 | 0 | 5 | 6 | 9 | 3 | 5 | 5 | 14 | 10 | 0 | 20 | 3 | 5 | 1 | 0 | 9 | 8 | 11 | 9 | 3 | 2 | 9 | 0 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Gestur03 | 0 | 9 | 1 | 3 | 0 | 12 | 3 | 12 | 39 | 3 | 0 | 23 | 3 | 7 | 0 | 1 | 10 | 10 | 4 | 4 | 1 | 4 | 12 | 1 | 1 | 2 | 3 | 7 | 1 | 4 | |
| Gestur04 | 2 | 21 | 3 | 6 | 4 | 5 | 3 | 10 | 30 | 4 | 0 | 12 | 6 | 3 | 1 | 1 | 7 | 6 | 3 | 6 | 3 | 4 | 14 | 2 | 7 | 3 | 5 | 9 | 2 | 6 | |
| Gestur05 | 0 | 1 | 2 | 2 | 13 | 15 | 18 | 7 | 4 | 0 | 5 | 2 | 2 | 15 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 34 | 3 | 0 | 5 | 1 | 13 | 1 | 0 | 40 | 1 | 7 | 6 |
| Gestur06 | 0 | 15 | 7 | 1 | 4 | 13 | 8 | 11 | 5 | 2 | 2 | 0 | 2 | 11 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 12 | 4 | 0 | 3 | 0 | 9 | 16 | 0 | 9 | 1 | 0 |
| Gestur07 | 1 | 5 | 1 | 3 | 8 | 11 | 16 | 2 | 2 | 7 | 0 | 1 | 4 | 10 | 8 | 0 | 0 | 3 | 18 | 5 | 0 | 3 | 1 | 17 | 3 | 3 | 46 | 4 | 2 | 4 | |
| Gestur08 | 10 | 5 | 7 | 5 | 1 | 24 | 2 | 6 | 13 | 7 | 4 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 3 | 6 | 0 | 2 | 16 | 0 | 11 | 2 | 0 | |
| Gestur09 | 0 | 2 | 4 | 2 | 14 | 3 | 9 | 6 | 6 | 2 | 1 | 2 | 7 | 24 | 0 | 3 | 0 | 0 | 21 | 3 | 8 | 5 | 4 | 8 | 11 | 4 | 6 | 4 | 6 | 15 | |
| Gestur10 | 5 | 16 | 6 | 9 | 10 | 16 | 8 | 3 | 14 | 1 | 2 | 11 | 1 | 7 | 2 | 1 | 2 | 5 | 6 | 7 | 1 | 9 | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 14 | 6 | 6 | |
| Gestur11 | 7 | 7 | 2 | 4 | 5 | 4 | 25 | 10 | 3 | 2 | 0 | 5 | 5 | 19 | 0 | 1 | 0 | 6 | 21 | 9 | 4 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 3 | 5 | 9 | 12 | |
| Gestur12 | 5 | 13 | 5 | 11 | 7 | 14 | 9 | 8 | 11 | 10 | 4 | 5 | 3 | 6 | 0 | 0 | 5 | 2 | 3 | 14 | 3 | 5 | 8 | 2 | 4 | 7 | 0 | 8 | 5 | 3 | |
| Gestur13 | 6 | 5 | 4 | 3 | 1 | 5 | 16 | 7 | 7 | 3 | 1 | 12 | 9 | 7 | 2 | 0 | 4 | 1 | 14 | 5 | 2 | 14 | 13 | 6 | 0 | 0 | 5 | 8 | 7 | 6 | |
| Gestur14 | 2 | 4 | 8 | 4 | 11 | 16 | 9 | 7 | 3 | 7 | 2 | 7 | 5 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 20 | 14 | 17 | 5 | 6 | 4 | 1 | 0 | 5 | 3 | 0 | 5 | |
| Gestur15 | 1 | 14 | 9 | 8 | 7 | 6 | 10 | 18 | 6 | 4 | 2 | 5 | 5 | 10 | 0 | 4 | 0 | 6 | 1 | 15 | 4 | 9 | 9 | 6 | 1 | 0 | 3 | 2 | 6 | 9 | |
| Gestur16 | 8 | 5 | 4 | 5 | 8 | 16 | 9 | 11 | 5 | 9 | 13 | 4 | 6 | 10 | 5 | 5 | 7 | 3 | 8 | 6 | 6 | 7 | 1 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 6 | |
| Gestur17 | 0 | 4 | 4 | 10 | 7 | 6 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 | 8 | 15 | 5 | 2 | 5 | 6 | 7 | 5 | 0 | 5 | 15 | 6 | 6 | 3 | 2 | 5 | 15 | 23 | |
| Gestur18 | 1 | 1 | 9 | 1 | 5 | 9 | 0 | 6 | 5 | 3 | 3 | 18 | 11 | 2 | 5 | 3 | 1 | 11 | 5 | 0 | 10 | 11 | 8 | 10 | 0 | 9 | 12 | 15 | 0 | 0 | |
| Gestur19 | 2 | 5 | 5 | 10 | 4 | 2 | 2 | 11 | 8 | 1 | 1 | 13 | 14 | 0 | 7 | 5 | 0 | 2 | 1 | 6 | 5 | 6 | 14 | 0 | 11 | 0 | 8 | 28 | 14 | 0 | |
| Gestur20 | 6 | 2 | 1 | 2 | 9 | 3 | 9 | 7 | 7 | 2 | 4 | 3 | 11 | 10 | 10 | 7 | 2 | 3 | 9 | 1 | 0 | 1 | 12 | 5 | 6 | 0 | 0 | 13 | 18 | 17 | |
| Gestur21 | 7 | 18 | 4 | 14 | 3 | 3 | 10 | 4 | 21 | 2 | 0 | 14 | 3 | 11 | 0 | 3 | 12 | 2 | 16 | 5 | 0 | 5 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 4 | 2 | |
| Gestur22 | 5 | 12 | 7 | 9 | 9 | 6 | 0 | 3 | 21 | 4 | 3 | 27 | 4 | 3 | 0 | 0 | 15 | 10 | 5 | 9 | 3 | 0 | 9 | 0 | 3 | 3 | 0 | 4 | 3 | 3 | |
| Gestur23 | 16 | 14 | 9 | 12 | 9 | 16 | 7 | 6 | 7 | 1 | 3 | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 4 | 5 | 6 | 0 | 3 | 0 | 5 | 14 | 0 | 7 | 3 | 1 | |
| Gestur24 | 4 | 6 | 1 | 2 | 16 | 10 | 16 | 4 | 0 | 2 | 3 | 0 | 5 | 11 | 3 | 2 | 0 | 0 | 28 | 0 | 4 | 5 | 0 | 18 | 3 | 0 | 22 | 1 | 2 | 12 | |
| Gestur25 | 3 | 5 | 4 | 8 | 22 | 6 | 14 | 0 | 6 | 0 | 1 | 0 | 7 | 26 | 0 | 5 | 0 | 2 | 19 | 1 | 0 | 3 | 7 | 8 | 1 | 0 | 2 | 0 | 8 | 22 | |
| Gestur26 | 5 | 10 | 2 | 0 | 11 | 5 | 14 | 0 | 2 | 6 | 0 | 3 | 9 | 21 | 0 | 1 | 3 | 0 | 11 | 2 | 7 | 0 | 5 | 8 | 5 | 0 | 3 | 6 | 12 | 29 | |
| Gestur27 | 12 | 7 | 10 | 5 | 6 | 14 | 5 | 10 | 0 | 7 | 6 | 3 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 5 | 14 | 13 | 5 | 15 | 0 | 6 | 1 | 0 | 3 | 1 | 8 | |
| Gestur28 | 1 | 1 | 5 | 11 | 19 | 0 | 14 | 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 11 | 2 | 8 | 0 | 0 | 26 | 3 | 4 | 28 | 13 | 4 | 4 | 5 | 0 | 0 | 3 | 9 | |
| Gestur29 | 3 | 5 | 2 | 9 | 5 | 3 | 2 | 5 | 0 | 4 | 8 | 10 | 8 | 4 | 7 | 0 | 0 | 3 | 9 | 2 | 22 | 21 | 14 | 2 | 3 | 0 | 1 | 12 | 5 | 2 | |
| Gestur30 | 9 | 9 | 9 | 4 | 7 | 7 | 5 | 7 | 5 | 1 | 9 | 8 | 10 | 6 | 4 | 2 | 1 | 3 | 9 | 6 | 24 | 11 | 4 | 2 | 4 | 5 | 0 | 0 | 8 | 2 | |
| Gestur31 | 0 | 6 | 17 | 9 | 6 | 12 | 7 | 9 | 6 | 14 | 5 | 7 | 10 | 3 | 8 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 5 | 4 | 17 | 0 | 4 | 2 | 2 | 5 | 7 | 0 | |
| Gestur32 | 0 | 3 | 19 | 14 | 1 | 12 | 0 | 7 | 9 | 12 | 10 | 7 | 7 | 3 | 9 | 1 | 3 | 2 | 6 | 3 | 4 | 20 | 0 | 1 | 4 | 4 | 9 | 6 | 4 | 0 | |
| Gestur33 | 3 | 6 | 23 | 28 | 5 | 13 | 4 | 13 | 6 | 12 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | 19 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 5 | 1 | 4 | |
| Gestur34 | 9 | 1 | 25 | 21 | 6 | 5 | 0 | 3 | 2 | 14 | 8 | 6 | 1 | 3 | 11 | 11 | 1 | 3 | 4 | 7 | 3 | 13 | 2 | 4 | 3 | 0 | 0 | 2 | 7 | 5 | |
| Gestur35 | 13 | 2 | 4 | 0 | 13 | 3 | 3 | 0 | 3 | 6 | 1 | 0 | 1 | 15 | 26 | 0 | 0 | 4 | 1 | 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 13 | 0 | 6 | |
| Gestur36 | 7 | 3 | 3 | 0 | 3 | 8 | 2 | 5 | 0 | 5 | 3 | 0 | 4 | 8 | 4 | 34 | 0 | 2 | 8 | 5 | 10 | 13 | 1 | 20 | 5 | 0 | 0 | 11 | 8 | 8 | |
| Gestur37 | 2 | 2 | 4 | 0 | 11 | 4 | 6 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 5 | 4 | 44 | 2 | 3 | 15 | 1 | 0 | 18 | 5 | 15 | 4 | 0 | 0 | 6 | 12 | 11 | |
| Gestur38 | 8 | 2 | 2 | 0 | 5 | 8 | 2 | 5 | 0 | 12 | 5 | 0 | 3 | 4 | 8 | 37 | 0 | 9 | 0 | 0 | 23 | 2 | 14 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 15 | 13 | |
| Gestur39 | 9 | 2 | 5 | 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 0 | 8 | 9 | 0 | 2 | 5 | 13 | 27 | 0 | 0 | 10 | 0 | 5 | 19 | 4 | 10 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | |

Figure 2. Summary of preference rank data

이 행렬 데이터를 토대로, 피실험자들이 선호하는 gesture와 command 쌍을 파악할 수 있으며, 비교적 연관이 높아 보이는 gesture-command 쌍의 집합을 도출할 수도 있다.

한편, 39가지 gesture 각각에 대하여 1순위로 응답된 command의 의견 일치도(agreement score)를 Wobbrock et al. (2009)이 제안한 식을 사용하여 도출하였다. 원 식에서는 주어진 command에 대하여 응답된 gesture의 의견 일치도를 계산하였으나, 본 연구에서는 gesture가 주어졌을 때, 연상되는 command에 대한 응답을 받았으므로, command 응답에 대한 의견 일치도를 계산하였다. 계산식은 (1)과 같다.

$$A_r = \sum_{P_i \subseteq P_r} \left(\frac{|P_i|}{|P_r|} \right)^2 \quad (1)$$

A_r : gesture r 에 대한 의견 일치도

P_r : size of command pool = 30

P_i : Command i 로 의견이 일치한 수

Agreement score

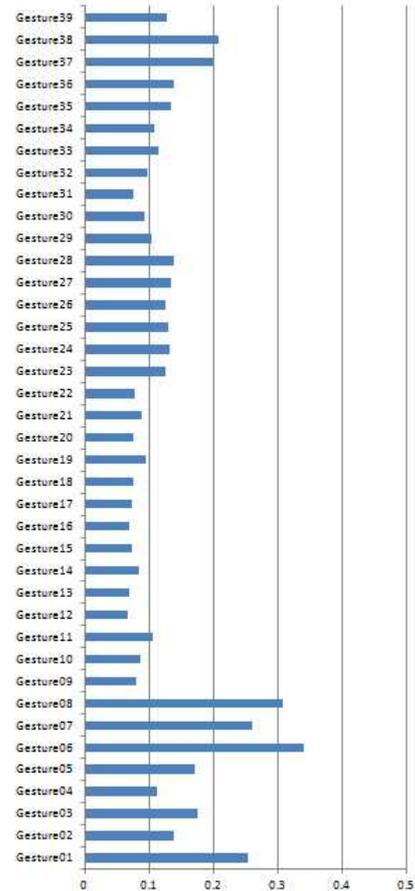


Figure 3. Agreement score for each gesture

전체적으로 각각의 gesture에 대하여 연관되는 command에 대한 의견 일치도는 평균 0.23이었다. 이는 Wobbrock et al. (2009)의 연구 결과 한 손 터치동작의 의견 일치도의 평균은 0.32, 양손 동작의 경우 평균 0.28이었던 것과 비교하면 더 낮은 값이다.

이는 3차원 상의 동작이 터치 상의 손동작에 비해 복잡하고, 동작이 복잡해질수록 의견 일치도가 낮다는 Wobbrock et al. (2009)의 예측과 일치한다. 본 실험에서도 양 손을 사용하거나 동작이 복잡한 경우에 비해, 한 손만 사용한 단순한 동작의 경우에 의견 일치도가 높게 나타났다.

4. Analysis

각각의 gesture와 command들 간의 matching에서도 선호가 드러나고 있지만, gesture와 command를 구성하는 요소로 분석한다면, gesture와 command의 연관성에 대하여 사용자들이 가지고 있는 암묵적인 패턴이 드러날 것이다. 따라서 다음과 같이 gesture와 commands를 단위요소의 조합으로 분석하였다.

4.1 Command Element and Gesture Elements

본 연구에서 사용한 30개의 TV조작 명령은 다음과 같은 7가지 속성의 조합으로 분류할 수 있다. Command의 실행이 단계적인 변화(음량, 채널의 단계적인 변화)를 호출하는 경우와 도약변화를 호출하는 경우(이전 채널, 선호 채널로 이동 등), 그리고 진행, 증가의 변화와, 하향, 후퇴의 변화, 선택 및 확인, 그리고 해제 및 복귀, 마지막으로 화면 전체의 변화를 호출하는 경우가 있다. 30가지의 command는 이들 command element의 속성을 가지고 있는지 여부로 표시된다.

39개의 손동작 제스처는 14 가지 속성으로 분류할 수 있다. 오른손과 왼손에 각각에 대하여 손의 움직임 방향을 각각 ‘상’, ‘하’, ‘좌’, ‘우’의 속성으로 분류하였고, 여러 동작이 동시에 포함될 경우 방향전환 속성, 특정 위치에서 고정하여 이동이 없는 경우 정지 동작 속성, 손모양이 의미가 있는 경우에 대해 ‘손모양’ 속성을 부여하였다. 따라서 39가지의 gesture는 14가지 gesture element 각각의 속성을 가지고 있는지 여부로 표시된다.

4.2 Gesture – Command Associations

30가지 command 각각은 7가지 속성 중 특정 속성을 가지는 것으로 표현될 수 있으므로, 이러한 gesture와 gesture element 간의 관계는 행렬 C_{hj} 로 나타낼 수 있다. 이때, h 는 command, 이 경우는 30개의 commands 각각의 index, 그리고 j 는 command element, 이 경우 7개의 속성의 index를 나타낸다. Command A가 command element B를 가지는 경우, $C_{AB} = 1$ 로 나타나며, command A가 속성 B를 가지지 않는 경우, $C_{AB} = 0$ 이다. 마찬가지로 39가지 gesture와 14가지 gesture element의 관계도 행렬 G_{ki} 로 나타낼 수 있다. 이때, k 는 gesture index이고, i 는 gesture element index이다. 한편, 실험을 통해 얻어진 gesture와 element간의 matching에 대한 선호도는 행렬 R_{kh} 로 나타낼 수 있다. 따라서 아래와 같은 행렬 계산을 통해서 gesture element와 command element간의 인지적 연합 정도 L_{ij} 을 행렬연산 (2)를 사용하여 추론할 수 있다.

$$L_{ij} = (G_{ki})^T R_{kh} C_{hj} \tag{2}$$

Gesture element와 command element 사이의 인지적 연합강도를 figure 4의 L 값에 의해 추론해 볼 수 있다. 우선 전반적으로 오른손에 해당하는 gesture element들이 왼손의 경우보다 L 값이 컸고, 도약변화의 경우, 오른손과 왼손에 해당하는 gesture element가 함께 높은 L 값을 보이고 있다. 즉, 양손 사용이 선호되었다고 볼 수 있다. ‘화면전환’의 경우, 상하 방향보다는 좌우방향 요소에 대한 L 값이 컸고, ‘도약 변화’의 경우, 오른손은 우방향, 왼손은 좌측방향에 대한 L 값이 크게 나타났다. ‘복귀’의 경우, 양손을 사용한 하방향 움직임에 대한 L 값이 크고, ‘확인’에는 정지상태에서 손모양을 사용하는 동작에 대한 L 값이 크게 나타났다.

| | | Command Element | | | | | | |
|-----|-----|-----------------|----------|------|-------|------|------|-----|
| | | forward | backward | 화면전환 | 단계적변화 | 도약변화 | 확인명령 | 복귀 |
| 오른손 | 상 | 105 | 7 | 150 | 112 | 212 | 117 | 114 |
| | 하 | 30 | 119 | 293 | 149 | 385 | 385 | 543 |
| | 좌 | 45 | 51 | 320 | 96 | 489 | 499 | 517 |
| | 우 | 60 | 66 | 336 | 126 | 614 | 545 | 392 |
| | 각 | 19 | 26 | 94 | 45 | 138 | 154 | 168 |
| | 정지 | 10 | 15 | 153 | 25 | 175 | 266 | 153 |
| | 손모양 | 4 | 10 | 116 | 14 | 125 | 204 | 134 |
| 왼손 | 상 | 108 | 2 | 78 | 110 | 111 | 94 | 120 |
| | 하 | 9 | 89 | 227 | 98 | 277 | 258 | 411 |
| | 좌 | 43 | 34 | 198 | 77 | 357 | 278 | 285 |
| | 우 | 36 | 34 | 171 | 70 | 266 | 271 | 351 |
| | 각 | 3 | 10 | 43 | 13 | 59 | 97 | 92 |
| | 정지 | 10 | 11 | 75 | 21 | 91 | 166 | 88 |
| | 손모양 | 3 | 5 | 38 | 8 | 38 | 101 | 75 |

Figure 4. Association value between gesture elements and command elements

4.3 Gesture Element and Agreement Score

한편, gesture element과 의견 일치도간의 관계를 분석해 본 결과, gesture element가 많이 포함된 gesture, 즉 복잡한 동작일 수록 의견 일치도가 낮고, 포함된 gesture element의 개수가 적은 동작일 수록 agreement score가 높은 것으로 나타났다. Figure 3에서 확인할 수 있듯이, gesture element의 개수가 2개인 gesture1 ~ gesture8과, 3개 이상인 gesture9 ~ gesture18 그룹간 의견 일치도의 현격한 차이가 존재했다.

5. Discussion

본 연구는 제한된 기기와 동작 내에서 동작 인식 시스템의 특성을 고려하여 활용이 가능한 gesture를 수집하고, 기기 작동에 필요한 command를 파악한 후, 이들 간의 연관에 대한 선호 데이터를 수집하였다. 이를 바탕으로 gesture를 구성하는 요소와 command를 구성하는 요소들 간의 상관을 도출하여 추후 gesture interaction 설계에서 활용할 수 있는 gesture-command association을 간접적으로 파악하였다.

이러한 접근방법을 통해 사용자의 gesture와 command에 대한 암묵적인 연함을 파악할 수 있다. 직접적인 동작의 제안은 사용자 입장에서 연상되는 동작에 대한 아이디어를 수집한다는 것에는 의미가 있다. 그러나, 사용자가 인식시스템의 한계를 인지하고, 실행 가능한 범주 안에서 적절한 동작을 직접 제안하는 데에는 한계가 존재한다. 따라서 본 연구는 기술적으로 사용 가능한 gesture pool과 command pool을 제시함으로써, gesture interaction 개발에 직접 적용하기 용이한 방법을 제안하고 있다.

References

Chang, M. S., Kwak, S. D., Kang, S. M., Presentation Control System using Gesture Recognition and Sensor, *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, 21(4), 481-486, 2011

Do, J. H., Jang, H., Jung, S. H., Jung, J. and Bien, Z., "Soft Remote control System in the intelligent Sweet home", *IEEE RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 3 (pp. 2193-2198), Edmonton,

Canada, 2005

Kühnel, C., Westermann, T., Hemmert, F., Kratz, S., Müller, A., and Möller, S., I'm Home: Defining and evaluating a gesture set for smart-home control, *International Journal of Human-Computer Studies*, 69(11), 693-704, 2011

Lee, J., Kim, J. H., Kim, T. Y., Fingertip Extraction and Hand Motion Recognition Method for Augmented Reality Applications, *Journal of Korea Multimedia Society*, 13(2), 316-232, 2010

Stern, H. I., Wachs, J. P., & Edan, Y., Designing hand gesture vocabularies for natural interaction by combining psycho-physiological and recognition factors, *International Journal of Semantic Computing*, 2(1), 137-160, 2008

Wichert, R. and Eberhardt, B., *Ambient Assisted Living: 4. Aal-kongress 2011*, Springer, 2011

Wobbrock, J. O., Morris, M. R., and Wilson, A. D., "User-Defined Gestures for Surface Computing", *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems.*, 2 (pp. 1083-1092), Boston, MA, 2009

Author listings

Ji Hyoun Lim: limjh@hongik.ac.kr

Highest degree: Ph.D., University of Michigan

Position title: Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: Computational Cognitive Modeling, User-Driven NPD

Chun Ik Jo: Chunikjo@gmail.com

Highest degree: BSE, Industrial Engineering, Hongik University

Position title: Graduate student, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: User Experience Analysis

Junho Kim: kevin.junho.kim@gmail.com

Position title: Undergraduate student, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: User Experience Analysis