https://doi.org/10.5392/JKCA.2017.17.03.074

소형 원통형 디스플레이를 위한 사용자 정의 핸드 제스처

User-Defined Hand Gestures for Small Cylindrical Displays

김효영, 김희선, 이동언, 박지형
한국과학기술연구원

Hyoyoung Kim(the.kimyo@gmail.com), Heesun Kim(pure4eva@gmail.com),
Dongeon Lee(091089@kist.re.kr), Ji-hyung Park(jhpark@kist.re.kr)

요약

본 연구는 아직 제품으로 등장하지 않은 플렉시블 디스플레이 기반의 소형 원통형 디스플레이를 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처 도출을 목표로 한다. 이를 위하여 먼저 소형 원통형 디스플레이의 크기와 기능을 정의하고, 해당 기능 수행을 위한 태스크를 도출하였다. 이후 가상의 원통형 디스플레이 인터페이스와 이를 조작하기 위한 물리적 오브젝트를 각각 구현하여 사용자들이 실제 원통형 디스플레이를 조작하는 것과 유사한 환경을 제작하였고, 제스처 도출을 위한 태스크를 수행했을 경우 발생하는 결과를 가상의 원통형 디스플레이에 제시하여 사용자들이 해당 조작에 적합하다고 판단되는 제스처를 정의할 수 있도록 하였다. 도출된 각 태스크 별 제스처 그룹에서 빈도수를 토대로 대표 제스처를 선정하였으며, 각 제스처에 대한 의견 일치 점수를 도출하였다. 마지막으로 제스처 분석 및 사용자 인터뷰를 기반으로 제스처 도출에 활용되는 멘탈 모델을 관찰 하였다.

■ 중심어 : | 원통형 디스플레이 | 플렉시블 디스플레이 | 핸드 제스처 | 사용자 정의 제스처 | 사용자 인터페이스 |

Abstract

This paper aims to elicit user-defined hand gestures for the small cylindrical displays with flexible displays which has not emerged as a product yet. For this, we first defined the size and functions of a small cylindrical display, and elicited the tasks for operating its functions. Henceforward we implemented the experiment environment which is similar to real cylindrical display usage environment by developing both of a virtual cylindrical display interface and a physical object for operating the virtual cylindrical display. And we showed the results of each task in the virtual cylindrical display to the participants so they could define the hand gestures which are suitable for each task in their opinion. We selected the representative gestures for each task by choosing the gestures of the largest group in each task, and we also calculated agreement scores for each task. Finally we observed mental model of the participants which was applied for eliciting the gestures, based on analyzing the gestures and interview results from the participants.

■ keyword : | Cylindrical Display | Flexible Display | Hand Gesture | User-Defined Gesture | User Interface |

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2015년도 문화기술연구개발사업인 '소형 플렉시블 디스플레이를 위한 UI/UX 및 콘텐츠 저작도구 개발' 연구 과제의 지원을 받아 수행되었음.

접수일자 : 2017년 01월 04일
수정일자 : 2017년 02월 14일
심사완료일 : 2017년 02월 23일
교신저자 : 박지형, e-mail : jhpark@kist.re.kr

I. 서 론

1. 연구 배경

플렉시블 디스플레이(Flexible Display)는 1세대 디스플레이인 CRT, 2세대 평판 디스플레이에 이은 차세대 디스플레이의 일종으로, 일반적인 평판 디스플레이의 유리기판 대신 얇고 유연한 플라스틱 소재의 기판을 채택하여 자유롭게 휘거나 접거나 둥글게 말 수 있는 디스플레이를 의미한다. 이러한 플렉시블 디스플레이는 다양한 형태의 혁신적인 디자인 제품에 활용될 수 있어 패널 업체들이 적극적으로 개품 개발을 진행 중에 있다[1].

이러한 플렉시블 디스플레이는 이미 출시된 커브드 TV를 비롯하여 삼성 스마트폰 Galaxy Edge와 LG 스마트폰 GFlex으로 대표되는 커브드(curved) 디스플레이를 시작으로, 종이처럼 휘어지는 벤더블(bendable) 디스플레이, 접을 수 있는 폴더블(foldable) 디스플레이, 둥글게 말 수 있는 롤러블(rollable) 디스플레이, 자유자재로 늘어나는 스트레처블(stretchalbe) 디스플레이로의 진화를 예고하고 있다. 이러한 디스플레이의 변화는 새로운 개념의 전자기기 시대를 의미하는 것으로, 플렉시블 디스플레이가 현존하는 디스플레이 시장을 대체할 것으로 예상되고 있으며, 휴대폰, 스마트 워치 등 모바일 기기의 상용화를 시작으로 접거나 둘둘 말 수 있는 태블릿, 노트북, TV 등 중대형 전자제품과 의복과 같은 웨어러블 디스플레이에 본격적으로 적용되면 새로운 형태의 디스플레이 어플리케이션 시장 창출이 가능할 것으로 기대되고 있다[2]. 시장조사기관 디스플레이서치(Display Search)는 플렉시블 OLED 시장 규모가 2020년까지 연평균 151% 성장할 것으로 예측했고, 플렉시블 OLED 시장 매출은 2020년에는 200억 달러를 초과할 것으로 전망한 바 있다[3].

2016년 1월에 개최된 세계 최대 전자 전시회 'CES 2016'에서는 18인치 롤러블 유기발광다이오드(OLED) 패널이 소개된 바 있어, 멀지 않은 시일 내에 이러한 디스플레이를 둥글게 말아 고정한 원통형 디스플레이가 출시될 수 있을 것으로 예상된다. 원통형 디스플레이는 360도 전 방향에서 콘텐츠를 감상할 수 있다는 강력한 장점과 더불어 형태적, 공간적 특성으로 인하여 입체 콘텐츠 디스플레이에 최적화 될 수 있다는 점 때문에 플렉시블 디스플레이 등장 이전부터 입체 프로젝션 방식[4][5][7], LED 회전 방식[6][8] 등 다양한 기술적 구현 시도가 이어져왔다. 원통의 전면이 디스플레이로 이루어진 원통형 디스플레이 기반의 디바이스는 기존 평면 디스플레이의 한계에서 벗어난, 새롭고 강력한 시각 매체로서 기능할 수 있다. 뿐만 아니라 기존의 평면 디스플레이 기반의 정형적 형태에서 벗어난 참신하고 다양한 형태적, 기능적 특성을 갖는 새로운 디바이스의 등장 또한 가능하다.

이러한 시점에서 본 연구는 근시일 내에 등장 가능한 소형 플렉시블 디스플레이 기반의 원통형 디스플레이를 위한 간편한 조작 방법으로서 비접촉식 핸드 제스처 기반 인터랙션을 제안하고, 인터랙션 적용을 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처를 도출하고자 하였다.

2. 연구 방법

최근 들어 디자인 프로세스의 각 단계에서 상품이나 서비스의 최종 소비자(end user)의 필요, 요구, 제한 사항 등을 고려하는 사용자 중심 디자인(User-Centered Design)[9]의 중요성이 대두됨에 따라 제스처 인터페이스 분야에서도 사용자 중심 제스처 도출 연구에 대한 필요성이 강조되고 있다. 본 연구는 아직 등장하지 않은 플렉시블 디스플레이 기반의 소형 원통형 디스플레이를 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처 도출을 목표로 한다. 이를 위하여 먼저 소형 원통형 디스플레이의 크기와 기능을 정의하고, 해당 기능 수행을 위한 태스크를 도출하였다. 이후 가상의 원통형 디스플레이 인터페이스와 이를 조작하기 위한 물리적 오브젝트를 각각 구현하여 사용자들이 실제 원통형 디스플레이를 조작하는 것과 유사한 환경을 제작하였고, 제스처 도출을 위한 태스크를 수행했을 경우 발생하는 결과를 가상의 원통형 디스플레이에 제시하여 사용자들이 해당 조작에 적합하다고 판단되는 제스처를 정의할 수 있도록 하였다. 도출된 각 태스크 별 제스처 그룹에서 빈도수를 토대로 대표 제스처를 선정하였으며, 각 제스처에 대한 의견 일치 점수를 도출하였다. 마지막으로 제스처 분석

및 사용자 인터뷰를 기반으로 제스처 도출에 활용되는 멘탈 모델을 관찰 하였다.

II. 관련연구

1. 제스처 인터페이스 관련 연구

대표적인 접촉 방식 제스처 인터페이스가 적용되는 멀티터치스크린 기반 디스플레이를 위한 다양한 제스처 연구를 찾아볼 수 있다. 이는 주로 테이블 탑 디스플레이를 주제로 나타나는데, 그 중 대표적으로 Wu와 Balakrishnan은 다중 사용자를 위한 테이블 탑 디스플레이를 위한 제스처 연구로서 다수의 손가락과 손 전체를 사용하는 핸드 제스처 인터랙션을 제안하였고[10], Seifried et al.은 멀티터치스크린 기반 테이블 탑 디스플레이를 컨트롤러로 이용한 가정 내 다중 디바이스 제어 시스템을 소개한 바 있다[11]. 이러한 터치스크린 기반 인터페이스 외에도 사용자가 제스처 인식이 가능한 콘트롤러(controller)를 손에 쥐고 제스처를 취하는 하는 방식에 대한 Ouch et al.[12], Pan et al.[13]의 연구를 비롯하여 데이터 장갑을 활용하여 손의 움직임 데이터를 획득하는 기술을 기반으로 핸드 제스처 인터페이스를 선보인 Dipietro와 Sabatini의 연구[14] 등 다양한 기술 기반의 접촉식 제스처 인터페이스 관련 연구를 찾아볼 수 있다.

최근에는 컴퓨터 비전 기술의 발달로 인하여 RGB 카메라 또는 깊이 카메라(depth camera)를 이용한 3D 공간 제스처 인터페이스 개발 사례가 다수 등장하고 있다. 김헌과 박수헌은 차내 정보시스템 조작을 위한 인터페이스로서 음성과 비접촉 제스처의 혼합 조작 방식을 제안하였고[15], 유승헌과 이태일은 스마트 디바이스 조작을 위한 비접촉식 제스처의 활용 가능성과 이를 위한 직관적 UX 프레임웍을 제안하였다[16]. 유사한 연구로 정혜선과 김후성은 비언어커뮤니케이션 수단인 일상의 몸짓언어 중 손짓을 제스처 인터랙션에 보다 적극적으로 응용하기 위하여 한국인의 손짓언어를 대상으로 제스처 인터랙션에 활용하기 용이한 핸드 제스처를 도출하는 연구를 수행하였다[17]. Kim et al.은 스마트 홈 환경에서 대형 엠비언트 디스플레이를 제어하기 위한 간단한 비접촉 제스처를 제안한 바 있다[18].

그러나 상기 연구들은 모두 제스처 도출에 있어 디자이너 중심 도출 방식을 취하고 있어 사용자 중심 디자인 측면에 입각한 인터랙션 도출과는 거리가 있다.

2. 사용자 중심 제스처 도출 연구

최근 들어 NUI(Natural User Interaction)과 UX(User Experience)의 중요성이 강조되면서 제스처 도출 방식에 있어서도 사용자의 참여를 토대로 제스처를 설계하는 연구들이 최근 몇 년간 눈에 띄게 늘어나는 추세이다. Pan et al.은 스마트 홈 환경에서 다수의 가전기기 조작을 위하여 스마트폰을 이용한 제스처 인터페이스를 제안하는데 있어서 제스처 도출 초기 단계부터 사용자를 참여시키는 사용자 중심의 제스처 도출을 실시하였고[13], Dipietro와 Sabatini는 변형 가능한 디스플레이의 조작을 위하여 디스플레이를 움직이는 (변형시키는) 형태에 대한 제스처를 사용자 정의 방식으로 도출하였다[14]. 그러나 이러한 연구들은 스마트폰 또는 디스플레이 자체를 움직이는 접촉식 제스처로, 손을 이용한 비접촉 제스처와는 구분된다. 또한 본 연구의 연구 방법과 유사한 핸드 제스처 도출 연구인 Wobbrock et al.의 연구에서는 테이블 탑 디스플레이 환경에서 한 손 사용과 양손 사용 제스처 도출을 위하여 일반인 사용자를 대상으로 WOZ(Wizard of OZ) 기법으로 사용자 정의 제스처를 도출하였는데, 이 또한 터치스크린을 위한 제스처 방식으로 3D 기반의 비접촉 제스처와는 차별된다[19]. 반면 Neßelrath et al.은 스마트 홈 환경에서 손을 활용한 비접촉 제스처 도출에 있어 사용자 정의 도출을 시도하였는데[20], 제스처 도출 시 사용자에게 해당 기능에 대한 2차원의 움직임 경로를 그리도록 제안하여 3차원의 움직임을 갖는 핸드 제스처에 적용되기에는 한계가 있다.

III. 소형 원통형 디스플레이 정의 및 핸드 제스처 조작을 위한 기능 도출

1. 원통형 디스플레이 특성 분석

원통형 디스플레이는 기존의 평면 디스플레이와 비교할 때, 그 형태 뿐 아니라 적용 콘텐츠와 적용 가능 인터페이스 측면에서 상당한 차이를 갖는다. 평면 디스플레이의 콘텐츠는 좌에서 우로 흘러가는 방향성을 갖지만, 원통형 디스플레이는 시작과 끝의 경계가 없는 끊어짐 없고(seamless), 프레임 없는(frameless) 디스플레이의 특성 상 디스플레이 되는 콘텐츠 또한 끊어짐 없이 연결되고(continuous), 시작 및 끝점이 없는 360도 전방향 콘텐츠가 적절하다. [표 1]은 일반적인 평면 디스플레이와 아직까지는 연구 사례로만 찾아볼 수 있는 원통형 디스플레이의 차이점을 정리한 것이다.

표 1. 평면 디스플레이와 원통형 디스플레이 비교

요소	평면 디스플레이	원통형 디스플레이
형태	직사각형	원통형
프레임	직사각형 프레임	세로 프레임 없음. 가로 프레임만 존재
콘텐츠 방향성	좌에서 우 또는 위에서 아래	시작 및 끝점이 없이 360도로 이어짐[21-23]
적용 기기	TV, 모니터, 스마트폰, 태블릿 PC, 노트북, 키오스크 등	실제 적용 사례 없음(연구 사례만 존재)
적용 기기 인터페이스	터치, 멀티터치, 기타 입출력 장치 및 컨트롤러	비접촉(in-air) 핸드 제스처, 모션 인식[24-26] 등

위의 표를 통해 알 수 있듯이, 원통형 디스플레이는 평면 디스플레이와 형태적, 디스플레이 영역 차원, 콘텐츠 방향성 및 인터페이스 측면에서 모두 확연한 차이를 갖는다. 특히 디바이스 적용 인터페이스의 경우, 현재까지 소형 디스플레이에서 가장 많이 적용된 멀티터치 기술이 곡면에 적용될 수 없다는 기술적 한계로 인하여 직접 터치 이외의 인터페이스 적용이 필요한 상황이다. 기존 원통형 디스플레이를 위한 인터페이스 연구를 통하여 비접촉 방식 핸드 제스처와 모션 인식 인터페이스가 주된 적용 기술임을 알 수 있다. 그러나 모션 인식 인터페이스의 경우는 디스플레이와 사용자와의 거리가 충분히 확보되어야만 하고, 동작 반경이 넓기 때문에 소형 원통형 디스플레이에는 적합하지 않다. 따라서 본 연구에서는 소형 원통형 디스플레이를 위한 비접촉 핸드제스처를 적용 인터페이스 기술로 선정하고, 이를 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처 도출 실험을 진행하고자 하였다.

2. 소형 원통형 디스플레이의 정의 및 기능 도출

소형 원통형 디스플레이는 기존에는 존재하지 않던 새로운 형태와 기능을 갖는 기기로서, 인터랙션의 정의를 위해서는 먼저 해당 기기에 대한 정의와 그에 따른 기능 정의가 선행되어야 한다. 따라서 본 절에서는 최근 출시되고 있는 소형 원통형 스마트 디바이스의 조사 및 분석을 통해 원통형 디스플레이의 기능을 정의하고, 이러한 기능 조작을 위해 필요한 입력 명령을 도출하고자 하였다.

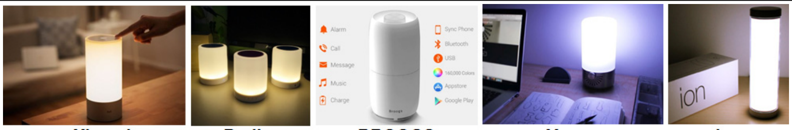
본 연구에서는 소형 원통형 디스플레이의 기능 정의를 위하여, 건축을 비롯하여 제품 디자인, 소프트웨어 분야 까지 널리 적용되고 있는 FFF(Form Follows Function)이론[27]을 근거로 최근 출시되고 있는 원통형 스마트 디바이스를 분석하였다.

[표 2]에서 나타난 바와 같이, 원통형 형태를 갖는 스마트 디바이스의 기능은 크게 정보제공, 장식, 조명, 스피커, 헬스케어로 구분할 수 있는데, 헬스 케어 기능의 경우는 웨어러블 디바이스에만 한정된 기능이므로, 해당 기능은 제외하였다.

따라서 본 연구에서는 정보 제공, 장식, 조명, 음악 재생의 4가지 기능을 갖는 소형 원통형 디스플레이를 정의하고자 하였다. 또한 크기 면에 있어서는 전면에 디스플레이가 장착된 형태이므로, 사람의 손에 쥘 수 있으면서 정보 제공 및 조명의 역할을 할 수 있는 크기로서, 일반적인 스마트 조명의 크기(평균 지름 약 8cm, 높이 약 15cm)를 기준으로 하였다. 우리는 편의를 위하여 해당 디스플레이가 갖는 4가지 기능을 각각 하나의 모드(mode)로 정의하였다. 다음은 각 모드에 대한 간략한 설명이다.

- 정보(Information) 모드: 현재 시간, 날짜, 날씨, 실시간 뉴스, 수신 문자 메시지 등을 디스플레이 한다.

표 2. 원통형 스마트 디바이스 사례 분석

Type	Examples	Function(s)
Smart Watch	Samsung, Samsung, Apple, Apple, Nissan	Providing Information
Smart Speaker/ Lamp/ both	 Xiaomi, Parihy, BROOGS, Yanos, ion Amazon, Samsung, iRiver, Easy World, BASN	Playing Music Lighting Decoration
Smart Bracelet	Intel, LookSee Labs, elemoon, LinkMe	Decoration Providing Information Health Care

- 장식(Decoration) 모드: 주변 환경에 어울리는 심미적 영상 또는 이미지 또는, 사용자의 개성을 표현할 수 있는 디자인된 콘텐츠를 디스플레이 한다.
- 조명(Lighting) 모드: 무드등과 같이 램프의 기능을 하며, 사용자는 조명의 색깔과 밝기를 자유롭게 조정할 수 있다. 기분에 따라 다양한 패턴 또는 애니메이션을 갖는 조명을 연출 할 수 있다.
- 음악(Music) 모드: 디스플레이에 내장된 스피커를 통해 음악을 재생하며, 재생되는 음악에 대한 정보 또는 음악에 맞는 이퀄라이저 등 관련 콘텐츠를 디스플레이 한다.

해당 디스플레이는 일종의 ambient 또는 pervasive 디스플레이로, 사용자와 일정 거리를 두고 기능하며, 4가지 모드가 갖는 기능과 연관된 화면을 디스플레이 한다. 이러한 디스플레이를 위한 조작 방법으로 현재 대부분의 소형 스마트 디바이스에서 채택하고 있는 터치를 통한 직접 조작은 적합하지 않다. 이는 사용자와 디스플레이와의 거리적 제약 이외에도, 소형 원통이라는 디스플레이의 형태적 특성상 디스플레이의 곡률이 높아 디스플레이를 한 방향에서 터치를 통해 조작할 수 있는 물리적 공간의 제약이 따른다. 따라서 우리는 이러한 크기 및 형태의 디스플레이는 비접촉 인터랙션 방식이 적당하며, 소형 디바이스이므로 TV와 같이 원거리 조작이 아닌 사용자가 근거리에서 디스플레이를 보면서 제어하는 형태가 적합하다고 판단하였다. 이에 본 연구에서는 대표적인 비접촉 제어 방식인 제스처 인터랙션 중, 사용자의 몸의 형태를 인식하는 것이 아닌, 작은 크기의 디바이스의 제어에 보다 적합한 핸드 제스처 기반의 인터페이스를 선정하였다.

3. 사용자 정의 핸드 제스처 도출을 위한 태스크

소형 원통형 디스플레이를 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처 도출을 위하여 먼저 어떤 조작을 위한 제스처가 필요한지, 즉 명령 수행을 위한 태스크 정의가

필요하다. 따라서 본 절에서는 앞의 3.1에서 정의된 원통형 디스플레이의 기능을 토대로 기본적인 기능 조작을 위해 필요한 조작 명령 즉 태스크를 정의하였다.

본 연구에서는 해당 디바이스가 갖는 4가지 대표 기능을 하나의 '디스플레이 모드'로서 정의하고, 각 모드별로 다양한 영상, 또는 이미지 콘텐츠를 갖는 개념을 적용하였다. 따라서 사용자는 별도의 메뉴 체계 또는 GUI, 위젯 없이 4개의 모드를 탐색하여 원하는 모드를 선택하고, 해당 모드가 갖는 다양한 콘텐츠를 탐색하여 최종적으로 원하는 콘텐츠를 재생한다. 이를 위한 부가적 기능으로서 조작을 위한 핸드 제스처가 아닌 의도하지 않은 핸드 제스처의 인식을 막기 위한 핸드 제스처 인식 잠금(디스플레이 잠금) 및 잠금 해제, 디스플레이되는 콘텐츠의 확대 및 축소, 영상 또는 음악 콘텐츠의 음량 제어, 조명 모드의 조명 색상 설정 및 밝기 제어의 조작 태스크를 정의하였다[표 3].

표 3. 9가지 태스크와 설명

Task	Description
디스플레이 잠금	핸드 제스처 인식 비활성화를 위한 디스플레이 잠금
디스플레이 잠금 해제	핸드 제스처 활성화를 위한 디스플레이 잠금 해제
모드 변환	모드 간 이동
콘텐츠 탐색	모드 내 콘텐츠 선택
줌 인	콘텐츠 확대
줌 아웃	콘텐츠 축소
색상 선택	조명 색상 선택
밝기 조절	조명 밝기 조절
음량 조절	재생 중인 콘텐츠의 음량 조절

Ⅳ. 사용자 정의 핸드 제스처 도출

1. 실험 개요

사용자 정의에 의한 제스처 도출에 관한 연구는 디스플레이 접촉 유무(접촉 방식/ 비접촉 방식)과 적용 디바이스와 플랫폼에 무관하게 다양한 영역에서 적용되고 있다. Wobbrock et al.은 Microsoft사의 Surface에서 기 제안된 제스처와 사용자 정의 기반제스처가 확연한 차이를 갖는다는 연구를 진행한 바 있고[28], Ruiz et al.은 모바일 디바이스를 이용한 모션 제스처를 제안하였으며[29], Microsoft Kinet를 이용한 제스처 인식 기반의 핸즈 프리 인터랙션 도출 연구[30]에도 적용되었다. 또한 Vatavu와 Dong et al., 그리고 Morris는 TV 환경을 위한 제스처 도출 연구를 진행한 바 있다[31-33]. 이러한 연구들은 공통적으로 사용자에게 정해진 태스크(인터랙션 기능)를 제시하고, 사용자가 직접 해당 태스크를 수행하는데 적절하다고 생각하는 제스처를 정의하도록 한 후, 유사한 또는 가장 빈도수가 높은 제스처 그룹에 대한 의견 일치 점수(agreement score)를 도출하는 방식을 채택하고 있다. 본 연구에서도 이들 연구의 실험 방법과 동일한 절차를 거치되, 실험을 통해 도출된 대표 제스처를 토대로 사용자의 멘탈 모델 분석을 실시하여 원통형 디스플레이에서 특수하게 나타나는 제스처에 대한 고찰을 진행하였다.

사용자 정의 핸드 제스처 도출에 앞서 필수적으로 정의되어야 하는 것은 조작을 위해 한 손만을 사용할 것인지, 양 손을 모두 사용할 것인지, 또는 두 가지 모두의 경우를 허용할 것인지 이다. 일반적으로 한 손과 두 손 사용을 자유롭게 허용하는 연구의 경우, 두 가지 상황에 대한 사용자의 선호도 또는 사용성을 살펴보고자 하는 목적을 갖는다. 반면 본 연구는 크기가 작은 소형 원통형 디스플레이의 간단한 기능 조작을 위한 핸드 제스처 도출을 목표로 하므로 제스처 도출 시 한 손 조작 상황으로 한정하여 실험을 진행하였다.

실험참가자 그룹은 20-30대 일반인 20명(남자 11명, 여자 9명)로 구성하였다. 실험참가자 연령 평균은 31.8세(sd=3.12)이고, 모두 오른손잡이이며, 근골격계 질환이 없었다. 또한 제스처 도출 과정에서 편견을 배제하기 위하여 실험참가자 모집 시 핸드 제스처 기반의 인터페이스 사용 경험이 없으며, 컴퓨터 공학 관련 직종 종사자 및 인터페이스 디자이너 등 관련 직종 종사자는 제외하였다. 같은 맥락에서 해당 실험 장비에 대한 스펙과 작동 방식에 대하여 어떠한 정보도 제공하지 않았다.

2. 실험 장비 및 실험 환경

핸드 제스처 도출을 위한 태스크 제공과 시각적 피드

백 제공을 위해서는 실제 원통형 디스플레이가 필요하지만, 현재의 플렉시블 디스플레이 양산 기술 및 시장 상황에서는 원통형으로 제작 가능한 플렉시블 디스플레이의 구매가 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 앞서 Ⅲ에서 정의한 소형 원통형 디스플레이의 크기와 형태, 기능을 갖는 가상의 디스플레이 인터페이스를 구현하여 실험참가자가 모니터를 통해 볼 수 있도록 하였다. 더불어 실제 원통형 디스플레이를 손동작으로 제어하는 것과 동일한 환경을 제공하기 위하여 모니터 앞에는 동일한 크기 및 형태를 갖는 물리적 오브젝트에 손동작 인식을 위한 깊이 카메라(depth camera)를 부착하고, 실제 해당 오브젝트 앞에서 핸드 제스처를 취할 수 있도록 하였다[그림 2][그림 3].

그림 1. 가상의 실린더 디스플레이 인터페이스와 depth 카메라를 장착한 물리적 인터페이스

그림 2. 실제 실험 장면

가상의 원통형 디스플레이는 Unity 3D 기반으로 개발되었으며, Ⅲ에서 정의한 것과 마찬가지로 4개의 모드로 구성되며, 각 모드별로 해당 모드를 잘 표현할 수 있는 10개의 이미지를 자체 제작하여 삽입하고 모든 이미지에는 해당 이미지가 포함되는 모드 이름을 텍스트로 명시하여 모드의 변화를 직관적으로 인지할 수 있도록 하였다. 또한 물리적 오브젝트로서 본 연구의 목표로 설정한 소형 원통형 디스플레이의 크기와 형태를 갖는 컵을 선정하고, 컵의 전면에 손동작을 인식할 수 있는 깊이 카메라의 일종인 Leap Motion을 장착하여 실험참가자들로 하여금 실제로 손동작이 인식되는 것과 같은 느낌을 받을 수 있도록 하였다.

실험자는 실험참가자의 뒤편에서 참가자와 동일한 화면을 바라보며 사전 정의된 키보드 조작을 통하여 가상의 원통형 디스플레이에 9개의 태스크에 대한 수행 결과를 보여줄 수 있도록 설계하였다.

3. 실험 절차 및 방법

실험은 1회에 1명씩 순차적으로 이루어 졌으며, 대기자들의 학습효과 및 편견을 제외하기 위하여 독립된 실험실에서 진행하였다. 실험에 앞서 원통형 디스플레이에 대하여 소개하고 해당 디스플레이가 갖는 기능을 간략히 설명하는 시간을 통하여 실험참가자들로 하여금 실험에 필요한 기본적 지식을 습득하도록 하였다.

실험이 시작되면 각 실험참가자는 모니터에 나타나는 가상의 원통형 디스플레이의 화면이 바뀌는 것을 보고, 해당 조작(태스크)에 적합한 핸드 제스처를 정의하도록 지시받았다. 요구되는 태스크의 순서는 매 실험마다 임의적으로 변경하여 진행하였고, 9개의 태스크를 위한 제스처가 중복되지 않도록 정의할 것임을 사전에 명시하였다. 1차로 9개의 태스크 모두에 대하여 제스처 정의가 완료된 이후에 일련의 과정을 반복하여 실험참가자들이 스스로 제스처를 수정하여 재 정의할 수 있도록 하였으며, 이를 위하여 시간의 제한은 두지 않았다. 모든 실험 장면은 영상으로 기록하였다.

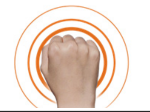
V. 실험 결과

1. 각 태스크에 대한 사용자 정의 핸드 제스처

실험을 통해 도출된 각 태스크에 대한 핸드 제스처

그룹 중 빈도수가 가장 높은 핸드 제스처를 대표 핸드 제스처로 선정하였으며, 해당 내용을 [표 4]에 정리하였다.

표 4. 각 태스크에 대한 사용자 정의 기반 핸드 제스처

Task	Hand Gesture	Description(%)
디스플레이 잠금		주먹 쥐기(70%)
디스플레이 잠금 해제		손을 펴기 또는 손을 펴고 흔들기(80%)
모드 변환		손을 아래에서 위로 쓸어 올리기/ 손을 위에서 아래로 쓸어 내리기(75%)
콘텐츠 탐색		손을 오른쪽에서 왼쪽으로 넘기기/ 손을 왼쪽에서 오른쪽으로 넘기기 (70%)
줌 인-아웃		엄지와 검지를 오므리기/ 엄지와 검지를 벌리기 (90%)
색상 선택		검지 손가락을 왼쪽에서 오른쪽으로 또는 오른쪽에서 왼쪽으로 밀기 (40%)
밝기 조절		검지 손가락을 위에서 아래로 또는 아래에서 위로 밀기(35%)
음량 조절		검지 손가락을 이용하여 시계방향 또는 반시계 방향으로 원을 그리기 (45%)

각 태스크별 대표 핸드 제스처 그룹의 빈도율은 평균 60.63%(최대 90%, 최소 30%)이었다. 즉 평균적으로 각 태스크에 대하여 실험자 20명 중 약 12명이 대표 그룹에 속한 핸드 제스처와 유사한 제스처를 도출하였다.

대부분의 경우 디스플레이 잠금 설정/ 해제를 위하여 각각 주먹을 쥐기/ 펴기 또는 손바닥을 흔들기 제스처를 선정하였다. 이는 최초 제스처 도출 이후 제스처 조정 및 할당 단계에서 한 손만을 이용한 핸드 제스처 인터랙션에서 순서 또는 방향성이 있는 태스크(모드 변환, 콘텐츠 탐색, 색상, 밝기, 음량 조정)에 상-하 또는 좌-우의 움직임을 할당해야 하는 상황에서 방향성이 없으면서도 서로 상반되는 태스크(잠금-해제)에 반대되는 제스처를 매핑하는 과정에서 조정되는 경향을 보였다. 예를 들어, 최초에 디스플레이 잠금 해제 태스크를 위한 제스처로서 왼쪽에서 오른쪽으로 손가락 또는 손바닥을 미는 제스처를 할당하였으나, 이후 다른 태스크에 대한 제스처를 할당하는 과정에서 방향성을 배제하고 제스처의 일관성을 위하여 잠금과 해제 태스크를 손바닥을 쥐기와 펴기 제스처로서 수정하는 과정을 보인 것이다. 이는 대부분 스마트폰에서 잠금을 해제할 때 사용되는 터치 제스처인 '밀어서 잠금 해제' 또는 '화면을 흔들어 잠금 해제'에서 착안한 것임이 인터뷰 과정에서 도출되었다.

모드 변환과 모드 내 콘텐츠 탐색의 경우 대표적인 방향성 또는 순서를 갖는 조작 태스크로, 실험참가자들은 대부분 이 두 가지 태스크에 대하여 모드 변환으로는 상-하 움직임을, 모드 내 콘텐츠 탐색으로는 좌-우 움직임을 주로 할당하고자 하는 경향(각각 65%, 70%)을 보였는데, 이는 각 태스크에 대하여 서로 반대의 제스처를 할당한 비율(20%, 15%)에 비해 월등히 높은 결과이다. 인터뷰를 통하여 실험참가자들의 대부분이 각기 다른 기능을 갖는 모드를 TV의 채널과 같이 위-아래로 움직여 변화시키는 것과 유사하기 때문에 모드 변환을 위한 제스처로 손을 아래에서 위로 올리거나 위에서 아래로 내리는 행위로 정의하였고, 각 모드가 가지는 콘텐츠는 서로 동등한(수평적) 관계를 갖기 때문에 동일한 층위에서 일렬로 정렬된 콘텐츠를 탐색 하는 제스처로서 손을 왼쪽에서 오른쪽 또는 오른쪽에서 왼쪽으로 미는 행위를 할당한 것으로 짐작할 수 있었다.

디스플레이 되는 콘텐츠의 크기를 확대 또는 축소하는 태스크에 대하여는 실험참가자 20명 중 18명(90%)이 동일하게 '확대'에는 엄지와 검지를 붙인 상태에서

두 손가락의 사이를 떨어뜨리는(벌리는) 제스처를, ‘축소’에는 엄지와 검지 사이를 떨어뜨린 상태에서 오므려 붙이는 제스처를 정의하였다. 실험참가자들은 이에 대하여 현재 보편적으로 사용되는 스마트폰을 비롯한 멀티터치스크린 기반의 디바이스에서 동일하게 사용되는 터치 제스처를 그대로 적용 한 것이라고 응답하여 해당 제스처에 대한 비접촉 제스처 적용 가능성을 보여주었다. 나머지 10%의 응답의 경우에도 엄지와 검지의 두 손가락만을 이용한 확대-축소 제스처를 엄지와 나머지 네 손가락을 이용한 동일한 제스처로 할당한 것으로, 엄지와 기타 손가락의 간격을 크게 또는 작게 변화시켜 화면을 크게 또는 작게 조정한다는 동일한 맥락을 지닌다는 점 또한 해당 제스처에 대한 보편적 적용 가능성을 강하게 입증한다고 볼 수 있다.

색상 선택 태스크에 대하여는 손가락을 좌우로 움직이는(미는) 제스처로, 밝기 조절은 손가락을 위아래로 움직이는(올리거나 내리는) 제스처로, 음량 조절은 검지 손가락을 이용하여 시계방향 또는 반시계 방향으로 원을 그리는 제스처가 도출되었다. 색상 선택, 밝기 조절, 음량 조절 제스처는 모두 손 전체 대신에 손가락을 이용한다는 공통점을 갖는데, 이는 위의 세 태스크 모두 순서와 방향성이 존재하지만 모드 전환과 콘텐츠 탐색에 손을 이용한 움직임을 할당하였기 때문에, 특정 콘텐츠의 세부 속성을 변화시키는 세부 기능이라는 측면에서 손바닥의 하위 개념인 손가락 하나만을 이용한 상-하, 좌-우 움직임을 채택한 것이다.

2. 각 제스처 별 의견 일치 점수

의견 일치 점수(agreement score)는 실험참가자가 정의한 특정 태스크에 대한 제스처에 대한 실험참가자들의 의견 일치 정도(degree of consensus among participants)를 하나의 숫자로 도출한다. 이를 위하여 먼저 각 태스크에 대하여 도출된 제스처들을 각각 동일한 제스처끼리 그룹화한다. 각 그룹의 크기는 의견 일치 점수 A를 계산하는데 사용되며, 제안된 공식은 다음과 같다.

$$A = \frac{\sum_{r \in R} \sum_{P_i \subseteq P_r} \left(\frac{P_i}{P_r} \right)^2}{|R|} \quad (1)$$

공식 (1)에서, R은 전체 태스크 그룹을, r은 전체 태스크 그룹 R에 속하는 하나의 태스크를 의미한다. P_r은 태스크 r에 대하여 실험참가자들이 제안한 제스처 그룹을 의미하고, P_i는 P_r에 속하는 전체 제안된 제스처들 중에서 동일한 제스처들끼리 묶어 분류된 하위 그룹을 의미한다. 의견 일치 점수 A의 범위는 $[|P_r|-1, 1]$이다.

본 연구에서는 위의 공식(1)을 다음과 같이 정리하여 적용하였다.

$$A_i = \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{R_{ij}}{R_i}\right)^2 \quad (2)$$

A_i는 i번째 태스크에 대한 의견 일치 점수를 의미하며, R_i는 i번째 태스크에 대한 응답 제스처 전체의 수, 즉 전체 실험참가자 수를 의미하고, R_{ij}는 i번째 태스크에 대한 응답 제스처를 동일한 제스처끼리 그룹으로 분류했을 때 j번째 제스처 그룹에 해당하는 제스처를 취한 실험참가자의 수를 의미한다. 예를 들어 첫 번째 태스크인 ‘디스플레이 잠금(Locking Display)’ 기능에 대한 응답 제스처를 그룹으로 분류했을 때 총 3가지 그룹으로 구분할 수 있었고 각 제스처 그룹에 대한 응답의 수가 각각 14, 4, 2로 나타났으므로 해당 잠금 태스크에 대한 실험참여자들의 의견 일치 점수(A1)는 A1 = (14/20)2 + (4/20)2 + (2/20)2 = 0.54가 된다. 의견 일치 점수는 높을수록 해당 태스크에 대해 도출된 제스처에 대한 실험참가자들이 갖는 의견의 유사도가 높음을 의미하며, 최소값은 0보다 크게 되는데, 이는 모든 실험참가자가 각각 다른 제스처를 정의한 경우에도 각 제스처에 대하여 한 번씩의 동의는 발생한 것이기 때문에 0보다는 큰 값을 갖게 되기 때문이다.

[그림 3]은 본 실험을 통해 도출된 각 태스크별 의견 일치 점수를 그래프로 나타낸 것이다. 의견 일치 점수가 가장 높은 태스크는 ‘화면 확대/ 축소’로 0.82이며, ‘디스플레이 잠금 해제’와 ‘디스플레이 잠금’ 태스크가 각각 0.66, 0.60으로 2, 3번째로 높은 의견 일치도를 보

였다. 의견 일치 점수가 가장 낮은 태스크는 '음량 조절'로 0.24이며, 전체 8개 태스크에 대한 의견 일치 점수의 평균은 0.49이다.

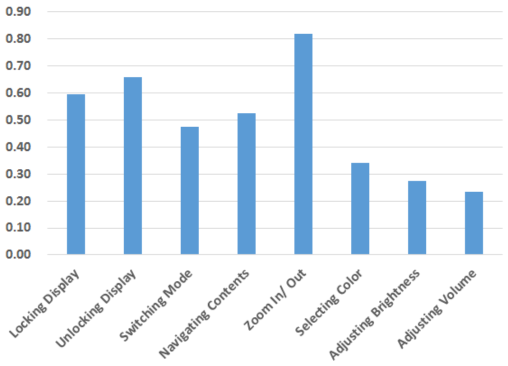


그림 3. 각 태스크에 대한 의견 일치 점수

3. 기존 연구 결과와의 비교 및 멘탈 모델(mental model) 분석

실험참가자에 의해 도출된 핸드 제스처와 인터뷰 내용을 토대로 사용자의 멘탈 모델을 관찰 및 분석하였다. 더불어 사용자 정의 기반 핸드 제스처 도출을 수행한 기존 연구 결과와의 비교를 통하여 유사점 및 차이점을 도출하였다.

3.1 손 vs. 손가락

한 손만을 사용한 제스처는 양 손을 모두 사용할 수 있는 경우와 비교하여 제스처 조합에 있어 매우 적은 경우의 수를 가질 수밖에 없다. 이러한 제한적 제스처 도출 상황에서 흥미로운 점이 발견되었는데, 실험참가자들은 상위 개념의 조작에 있어서는 손 전체를, 하위 개념 또는 세부 조작을 위해서는 손가락을 이용한 제스처를 할당하는 경향을 보였다. 즉 주어진 9개의 태스크 중 가장 중심이 되는 조작인 모드 변환과 모드 내 콘텐츠 탐색에는 손 전체를 상-하 또는 좌-우로 움직이는 제스처를 정의한 반면, 화면 크기 변경, 색상 선택, 밝기 및 음량 조절과 같이 특정 콘텐츠에 대한 세부 속성을 변경하는 작업에 대하여는 손가락을 이용한 제스처를 할당하였다. 이러한 이유에 대하여 대부분의 실험참가자들은 손 전체를 사용하는 제스처가 손가락을 사용하는 그것에 비해 더 '중요하고', '대표적이고', '상위 개념'의 의미를 갖기 때문이라고 응답하였다. 이러한 사실을 통하여 한 손 제스처 도출에 있어서 손을 상위 개념으로, 손가락을 하위 또는 세부 개념으로 설정하는 것이 관습적이고 자연스러운 제스처 도출 방향임을 확인할 수 있다.

3.2 방향성 부여

실험참가자들은 모드 전환, 콘텐츠 탐색, 색상 선택 태스크를 위한 제스처 정의에 있어서 임의로 방향성을 부여하는 경향을 보였다. 일반적으로 밝기 및 음량 조절의 경우는 증가 또는 감소라는 단계가 존재하므로 이러한 단계를 상-하 또는 좌-우의 방향성으로 인식하는 것이 자연스럽다. 예를 들면 일반적으로 음량을 조절할 때에는 (물리적 혹은 가상의)조절 키를 위아래 또는 좌우로 움직여 조절을 하고, 아래 또는 왼쪽이 감소를, 위 또는 오른쪽이 증가를 의미하는 것이다. 그러나 본 실험에서 제시한 '모드를 바꾸세요', '콘텐츠를 바꾸세요', '색상을 선택하세요'와 같은 태스크는 실질적으로는 방향성을 갖지 않음에도 불구하고, 실험참가자들은 '손을 위로 올리거나 내려서', '손가락을 왼쪽-오른쪽으로 움직여서'와 같이 하나의 태스크에 대하여 양분화된 두 개의 제스처를 정의하는 비율이 높았다. 이들은 대부분 "뒤로(전 단계로) 가려면 왼쪽으로 넘기고 앞으로(다음 단계) 가려면 오른쪽으로 넘겨요"와 같은 응답을 하였는데, 각 방향(상-하, 좌-우)에 대하여 서로 상반되는 개념(이전-다음, 전-후)을 적용하는 경우가 존재하였으나 방향성을 부여하는 경향은 동일하게 나타났다.

이러한 경향은 사용자 정의 기반 제스처를 연구한 다수의 논문에서 동일하게 나타남을 알 수 있다. TV조작을 위한 비접촉 방식 핸드 제스처 도출 연구[30-33] 뿐 아니라 모바일을 손에 쥐고 제스처를 수행하는 컨트롤러 기반 핸드 제스처 도출 연구[h]에서도 "앞으로가기(Go forward)"-"뒤로가기(Go back)" 기능과 "이전(Previous)"-"다음(Next)"을 위해 모두 손 또는 컨트롤러를 각각 오른쪽에서 왼쪽으로, 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하는 제스처가 모두 동일하게 선정된 것을 통해 수

평방향에 방향성을 부여하는 경향은 플랫폼에 무관하게, 그리고 접촉/ 비접촉/ 컨트롤러 방식 모두에서 나타남을 알 수 있다.

3.3 화면 크기 고려

또 다른 흥미로운 발견 중의 하나는 실험참가자들이 제스처를 정의할 때 화면, 즉 디스플레이(디바이스)의 크기를 고려하여 움직임의 반경을 제한한다는 점이다. 실질적으로 핸드 제스처 인식 가능 영역은 디바이스의 크기와 관계가 있는 것이 아니라 깊이 카메라(depth camera)의 인식 영역, 즉 성능과 사용자와 카메라와의 거리에 의해 결정되지만, 실험참가자들은 대부분 실제로 손동작 인식을 위한 카메라가 작동하지 않음에도 불구하고, 실험에 사용된 작은 사이즈의 원통형 오브젝트에 손을 가까이 가져간 상태에서 제스처를 하거나, 원통형 오브젝트의 크기를 완전히 벗어나지 않는 반경 내에서 제스처를 수행하고자 하는 것을 알 수 있었다. 한 예로, 디스플레이 잠금 해제를 위하여 손을 흔드는 제스처를 정의한 사용자들 대부분은 원통형 오브젝트의 가로 폭을 크게 벗어나지 않는 영역 내에서 손을 가볍게 움직이는 모습을 보였다.

이러한 경향은 사후 인터뷰 내용을 토대로 크게 두 가지 원인으로 분석해 볼 수 있는데, 첫째는 실험참가자들이 핸드 제스처 기반의 인터페이스 사용 경험 또는 깊이 카메라에 대한 기술적 사전 지식이 없기 때문에 카메라와 가까운 범위 내에서 손을 움직이지 않으면 인식되지 않을 것이라고 판단한 경우이고, 다른 한 가지는 기존의 터치스크린 기반의 디스플레이 또는 디바이스에 익숙해져 스크린 영역을 벗어난 입력 조작에 대하여 관습적으로 생소함을 느꼈기 때문이다.

3.4 보급형 디바이스 조작법 차용

화면 확대 및 축소 태스크를 위한 제스처로서 90%의 실험대상자들이 엄지와 검지를 벌리거나 오므리는 행위를 정의하였는데, 이는 스마트폰을 비롯하여 대부분의 멀티터치스크린 환경에 적용된 접촉식 핸드 제스처를 그대로 비접촉식 핸드 제스처에도 적용하여 나타난 결과이다. 이러한 결과에 근거하여 입력 조작에 있어 같은 신체기관(감각기관)을 사용하는 인터페이스에서는 동일한 기능에 한하여 기존 보편화된 디바이스의 조작 방식과 동일한 방식으로 설계를 하는 것이 일반 사용자들에게 자연스럽게 느껴지고 혼돈을 최소화 할 수 있는 방안임을 고려해 볼 수 있다. 실제로 table top 디스플레이 환경인 Microsoft Surface 조작을 위한 멀티터치 핸드 제스처 도출 연구[28]에서 엄지와 검지를 이용하여 확대 및 축소를 하는 인터랙션이 동일하게 정의된 바 있다.

또한 모드 내 콘텐츠 탐색에 대하여 손을 좌-우로 움직이는 제스처를 타당하게 느낀 것에 대하여, 실험참가자들은 데스크탑의 브라우징과 유사한 방식이기 때문이라고 설명하였다. 대표적으로 한 실험참가자는 이에 대한 설명으로 “데스크탑 환경에서 특정 폴더 안에 들어있는 여러 개의 이미지를 브라우징하는 경우, 좌우 방향키를 이용하여 이전-다음 이미지를 보는 것에 익숙해져 있어서”라고 응답하였다. 즉, 이미 보편화되어 일반 사용자들에게 익숙해진 디바이스의 조작 방법과 조작을 위한 메타포 등이 새로운 디바이스 환경에서의 인터랙션에 큰 영향을 미치는 것이다.

Ⅵ. 결론

본 연구에서는 아직 등장하지 않은 소형 원통형 디스플레이를 위한 사용자 정의 기반의 핸드 제스처 도출을 위하여 먼저 소형 원통형 디스플레이의 크기와 기능을 정의하고, 해당 기능 수행을 위한 조작 명령을 태스크 형태로 도출하였다. 이후 가상의 원통형 디스플레이 인터페이스와 이를 조작하기 위한 물리적 오브젝트를 각각 구현하여 사용자들이 실제 원통형 디스플레이를 조작하는 것과 유사한 환경을 제작하였고, 제스처 도출을 위한 태스크를 수행했을 경우 발생하는 결과를 가상의 원통형 디스플레이에 제시하여 사용자들이 해당 조작에 적합하다고 판단되는 제스처를 정의하였다. 도출된 각 태스크 별 제스처 그룹에서 빈도수를 토대로 대표 제스처를 선정하였으며, 각 제스처에 대한 의견 일치 점수를 도출하였다. 마지막으로 제스처 분석 및 사용자 인터뷰를 기반으로 제스처 도출에 활용되는 멘탈 모델

을 관찰 하였다.

본 연구는 기존에는 없던 새로운 디바이스를 정의하고 이를 위한 사용자 인터페이스와, 직접 적용 가능한 인터랙션을 일반 사용자에 의한 정의를 토대로 도출하였다는 점에서 선구적 연구로서의 의의를 지닌다. 또한 실험 데이터를 토대로 한 멘탈 모델 분석 결과는 원통형 디스플레이 뿐 아니라 일반적인 비접촉 제스처 기반 인터페이스 설계 시에 고려해야 할 가이드로서 활용될 수 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 실제 플렉시블 디스플레이를 적용한 프로토타입을 기반으로 실험이 이루어지지 않았다는 점에서 한계를 갖는다. 비록 물리적 오브젝트와 시각적 피드백을 위한 디스플레이의 거리를 최소화하여 실험을 진행하였지만, 실제 원통형 오브젝트 자체가 디스플레이로 이루어진 환경과는 차이점이 발생할 수밖에 없다. 현재까지는 원통형으로 제작 가능한 디스플레이를 구매할 수 없는 상황이므로 향후 상용화가 된 이후에 실제 플렉시블 디스플레이를 적용한 프로토타입을 적용한 실험을 통해 연구 결과에 대한 비교와 검증이 필요할 것으로 보인다. 또한 제스처의 적용 가능성을 높이기 위하여 20-30대에 국한한 실험참가자 구성이 아닌, 더욱 폭 넓은 연령대의 일반인을 대상으로 연구를 진행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Flexible_display

[2] http://blog.samsungdisplay.com/836

[3] http://www.oled-info.com/displaysearch-flexible-oled-market-could-reach-20-billion-2020

[4] M. Bolas, J. Pair, K. Haynes, and I. McDowall, "Environmental and Immersive Display Research at the University of Southern California," In proceedings of IEEE Virtual Reality Conference, pp.317-317, 2006.

[5] T. Endo, Y. Kajiki, T. Honda, and M. Sato, "Cylindrical 3-D video display observable from all directions," In proceedings of IEEE Pacific conference on Computer Graphics and Applications, pp.300-306, 2000.

[6] B. Sajadi and A. Majumder, "Auto-calibration of cylindrical multi-projector systems," In proceedings of IEEE Virtual Reality Conference (VR '10), pp.155-162, 2010.

[7] T. Kawanishi, M. Tsuchida, S. Takagi, and H. Murase, "Small cylindrical display for anthropomorphic agents," In proceedings of International Conference on Multimedia and Expo(ICME '03), Vol.2, pp.85-88, 2003.

[8] T. Yendo, N. Kawakami, and S. Tachi, "Seelinder: the cylindrical lightfield display," In proceedings of ACM SIGGRAPH '05, Emerging technologies, Article No.16, 2005.

[9] C. Abras, D. Maloney-Krichmar, and J. Preece, "User-Centered Design," In W. Bainbridge, *Encyclopedia of Human-Computer Interaction,* Thousand Oaks: Sage Publications, 2004.

[10] M. Wu and R. Balakrishnan, "Multi-finger and whole hand gestural interaction techniques for multi-user tabletop displays," In proceedings of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '03), pp.193-202, 2003.

[11] T. Seifried, M. Haller, S. D. Scott, F. Perteneder, C. Rendl, D. Sakamoto, and M. Inami, "Cristal : A collaborative home media and device controller based on a multi-touch display," In Proceedings of the international conference on interactive tabletops and surfaces (ITS '09), pp.37-44, 2009.

[12] K. Ouchi, N. Esaka, Y. Tamura, M. Hiraharam, and M. Doi, “Magic Wand : An intuitive gesture remote control for home appliances,” In Proceedings of the international conference on Active Media Technology (AMT '05), p.274, 2005.

[13] G. Pan, J. Wu, D. Zhang, Z. Wu, Y. Yang, and S. Li, “GeeAir : A universal multimodal remote control device for home appliances,” Personal and Ubiquitous Computing, Vol.14, No.8, pp.723-735, 2010.

[14] L. Dipietro and A. M. Sabatini, "A survey of glove-based systems and their applications," IEEE transactions on systems, man, and cybernetics-part C : Applications and reviews, Vol.38, No.4, pp.461-482, 2008.

[15] 김헌, 박수헌, “음성 및 비접촉 제스처 기반 차내 정보시스템 인터렉션의 조작 종류에 따른 효과,” 디자인학연구, Vol.25, No.2, pp.93-101, 2012.

[16] 유승헌, 이태일, “공간 제스처 UX (Airtouch UX) 디자인을 위한 정보 디스플레이 코드 활용,” 한국디자인지식저널, Vol.25, pp.21-30, 2013.

[17] 정혜선, 김후성, “한국인의 손짓언어를 활용한 3D 제스처인터랙션 어휘연구,” 한국디자인문화학회지, Vol.21, No.4, pp.633-646, 2015.

[18] H. J. Kim, K. H. Jeong, S. K. Kim, and T. D. Han, "Ambient Wall: Smart Wall Display interface which can be controlled by simple gesture for smart home," In proceeding of ACM SIGGRAPH Asia 2011, Sketches, Article No.1, 2011.

[19] J. O. Wobbrock, M. R. Morris, and A. D. Wilson, "User-Defined Gestures for Surface Computing," In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI '09), pp.1083-1092, 2009.

[20] R. Neßelrath, C. Lu, C. H. Schulz, J. Frey, and J. Alexandersson, "A gesture based system for context-sensitive interaction with smart homes," Ambient Assisted Living, Deutscher AAL-Kongress, Springer, pp.209-219, 2011.

[21] T. Kawasaki, M. Tsuchida, S. Takagi, and H. Murase, “Small Cylindrical Dispaly For Anthropomorphic Agents,” In proceedings of International Conference on Multimedia and Expo 2003.

[22] G. Bayer, F. Alt, and J. Müller, “Audience behavior around large interactive cylindrical screens,” In Proceedings of CHI 2011, pp.1021-1030, 2011.

[23] G. Bayer, F. Köttner, M. Schiewe, I. Haulsen, and A. Butz, “Squaring the circle: how framing influences user behavior around a seamless cylindrical display,” In Proceedings of CHI 2013, pp.1729-1738, 2013.

[24] K. Kim, J. Bolton, A. Girouard, J. Cooperstock, and R. Vertegaal, “TeleHuman: Effects of 3D Perspective on Gaze and Pose Estimation with a Life-size Cylindrical Telepresence Pod,” In Proceedings of CHI 2012, pp.2531-2540, 2012.

[25] J. Bolton, P. Wang, K. Kim, and R. Vertegaal, “BodiPod: interacting with 3d human anatomy via a 360° cylindrical display,” In Proceedings of CHI 2012, pp.1039-1042, 2012.

[26] R. Zarin, N. True, N. Papworth, K. Lindberg, and D. Fallman, “Be green: implementing an interactive, cylindrical display in the real world,” In proceedings of ACM PerDis 2013, pp.55-60, 2013.

[27] J. T. Cacioppo, W. L. Gardener, and G. G. Berntson, “The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function,” Journal of Personality and Social Psychology, Vol.76, No.5, pp.839-855, 1999.

[28] J. Wobbrock, H. Aung, B. Rothrock, and B. Myers, “Maximizing the guessability of symbolic input,” In Proceedings of CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp.1869-1872, 2005.

[29] J. Ruiz, Y. Li, and E. Lank, “User-defined motion gestures for mobile interaction,” In

Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.197-206, 2011.

[30] R. Vatavu, "User-defined gestures for free-hand TV control," In Proceedings of the 10th European Conference on Interactive TV and Video, pp.45-48, 2012.

[31] R. Vatavu, "There's a world outside your TV: Exploring interactions beyond the physical TV screen," In Proceedings of the 11th European Conference on Interactive TV and Video, pp.143-152, 2013.

[32] H. Dong, N. Figueroa, and A. E. Saddik, "An Elicitation Study on Gesture Attitudes and Preferences Towards an Interactive Hand-Gesture Vocabulary," In Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Multimedia, pp.999-1002, 2015.

[33] M. R. Morris, "Web on the wall: insights from a multimodal interaction elicitation study," In Proceedings of th 2012 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, pp.95-104, 2012.

저 자 소 개

김 효 영(Hyoyoung Kim) 정회원

- 2010년 : 중앙대학교 첨단영상 대학원(영상학 석사)
- 2014년 : 중앙대학교 첨단영상 대학원(영상학 박사)
- 2014년 ~ 현재 : 한국과학기술 연구원 로봇연구단 연구원

<관심분야> : 사용자 인터페이스(User Interface), 사용자 경험(User Experience), 플렉시블 디스플레이(Flexible Display), 투명 디스플레이(Transparent Display), 인터랙션 디자인(Interaction Design)

김 희 선(Heesun Kim) 정회원

- 2014년 : 한국과학기술원 문화기술대학원(공학석사)
- 2014년 ~ 현재 : 한국과학기술 연구원 로봇연구단 연구원

<관심분야> : 적응형 사용자 인터페이스(Adaptive User Interface), 정보 시각화(Information Visualization), 체화 인터랙션(Embodied Interaction), 감성 컴퓨팅(Affective Computing)

이 동 언(Dongeon Lee) 정회원

- 2016년 : 건국대학교 인터넷미디어공학과(공학석사)
- 2016년 ~ 현재 : 한국과학기술 연구원 로봇연구단 연구원

<관심분야> : 인터랙션 디자인(Interaction Design),적응형 사용자 인터페이스(Adaptive User Interface), 감성 컴퓨팅(Affective Computing)

박 지 형(Ji-hyung Park) 정회원

- 1981년 : 서울대학교 공과대학원 (공학석사)
- 1993년 : 서울대학교 대학원(공학박사-기계공학)
- 1984년 ~ 현재 : 한국과학기술 연구원 로봇연구단 책임연구원
- 2004년 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교 교수

<관심분야> : HCI(Human Computer Interaction), HRI(Human Robot Interaction), HMD(Head Mounted Display), 가상현실(Virtual Reality), 실감 인터랙션(Tangible Interaction), 소셜 로봇(Social Robot) 등