

스마트홈 내 기기와의 상호작용을 위한 사용자 중심의 핸드 제스처 도출

최은정 · 권성혁 · 이동훈 · 이호진 · 정민근[†]

포항공과대학교 산업경영공학과

Design of Hand Gestures for Smart Home Appliances based on a User Centered Approach

Eunjung Choi · Sunghyuk Kwon · Donghun Lee · Hojin Lee · Min K. Chung

Department of Industrial and Management Engineering Pohang University of Science and Technology

With the progress of both wire and wireless home networking technology, various projects on smart home have been carried out in the world (Harper, 2003), and at the same time, new approaches to interact with smart home systems efficiently and effectively have also been investigated. A gesture-based interface is one of these approaches. Especially with advance of gesture recognition technologies, a variety of research studies on gesture interactions with the functions of IT devices have been conducted. However, there are few research studies which suggested and investigated the use of gestures for controlling smart home appliances. In this research the gestures for selected smart home appliances are suggested based on a user centered approach. A total of thirty-eight functions were selected, and a total of thirty participants generated gestures for each function. Based on the Nielsen (2004), Lee *et al.* (2010) and Kuhnel *et al.* (2011), the gesture with the highest frequency for each function (Top gesture) has been suggested and investigated.

Keywords: Gesture, Gesture-Based User Interface, Smart-Home Appliance, User Experience

1. 서 론

스마트홈은 거주자에게 편리하고 안전하며 쾌적한 환경을 제공하기 위하여 다양한 서비스가 통합되어 제공되는 새로운 주거형태로(Choi *et al.*, 2005), 가전기기나 멀티미디어 기기들의 제어 및 네트워크 연결을 통하여 가사활동을 지원해주고 나아가 센서들을 이용한 온도, 습도, 조도, 환기 등의 실내 환경 제어에 이르기까지 다양한 서비스를 제어해주는 서비스를 의미한다(Stephen, 2006). 유비쿼터스 기술을 기반으로 한 유무선 홈네트워킹 기술의 진보는 점차 스마트홈을 실현하기 위한 기술적인 제약을 없애고 있으며, 이에 따라 최근 스마트홈과 관련한 다양한 연구 분야 중 다양한 기기를 효율적이고 효과적으로

제어할 수 있는 인터페이스에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Wilson *et al.*, 2003; Ouchi *et al.*, 2005; Dipietro *et al.*, 2008; Saffer, 2009; Pan *et al.*, 2010; Bhuiyan *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2011; Kuhnel *et al.*, 2011; Neßelrath *et al.*, 2011; Ng *et al.*, 2011; Zhong *et al.*, 2011).

이러한 대부분의 연구에서 제스처는 스마트홈 시스템의 제어 수단으로 사용되고 있다. 제스처는 마우스, 키보드와 같은 전통적인 입력 장치의 도움 없이 디지털 시스템이 응답할 수 있는 물리적 움직임을 의미한다(Saffer, 2008). 스마트홈의 제어수단으로 제스처 인터페이스를 활용한 연구는 크게 손에 모션 인식기기를 들고 제스처를 취하는 방식(Wilson *et al.*, 2003; Ouchi *et al.*, 2005; Pan *et al.*, 2010)과 글로브를 착용하여

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0015523).

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0007550).

[†] 연락처 : 정민근 교수, 790-784 경상북도 포항시 남구효자동 산 31번지 포항공과대학교 산업경영공학과, Fax : 054-279-2820,

E-mail : mkc@postech.ac.kr

2012년 3월 5일 접수; 2012년 4월 25일 수정본 접수; 2012년 5월 19일 게재 확정.

손가락의 구부림 등으로 기기를 조작하는 글로브 방식(Dipietro *et al.*, 2008; Ng *et al.*, 2011) 그리고 터치 스크린에서 제스처로 기기를 조작하는 방식(Seifried *et al.*, 2009)을 중심으로 연구가 진행되어 왔다.

그러나 상기 방법들은 해당 기능을 조작하기 위하여 사용자가 해당 컨트롤러를 항상 휴대하거나 필요할 때마다 해당 컨트롤러로 이동해야 함으로 사용자에게 불편함을 야기할 수 있다(Kim *et al.*, 2011). 이러한 문제를 해결하기 위하여 Kim *et al.* (2011)은 Ambient Wall을 제안하였다. Ambient Wall은 스마트홈에서 가전기기들을 조작하기 위해 벽에 가전기기의 현 상태를 디스플레이 형태로 보여주고 이를 핸드 제스처로 조작하는 방법을 의미한다. 그러나 이때 핸드 제스처는 단순한 포인팅을 위한 제스처였으므로, 포인팅 위치에 대해 피드백 해 줄 수 있는 디스플레이(Wall)가 필요하다.

최근 Microsoft 사의 키넥트 등 3차원 공간에서 사용자가 별도의 장비를 사용하지 않고 제스처를 인식하는 기술이 개발됨에 따라 사용자의 자유로운 표현이 가능한 3차원 핸드 제스처를 활용한 인터페이스 개발이 진행되고 있다(Henz, 2010; Mauney *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2011). 이러한 3차원 핸드 제스처를 스마트홈 인터페이스에 적용한다면 상기 문제점을 해결할 수 있을 것이다. 기술이 해결되었다는 가정 하에, 문제는 어떠한 제스처들을 도출하고 이용해야 하는지가 관건이다.

한편, 제스처 인터페이스 관련 초기 연구는 제스처 인식 기술 개발 및 인식을 향상에 초점을 맞추고 연구자들이 제스처를 제시하는 방식을 취하였으나, 최근에는 제스처의 직관성 및 자연스러움을 향상시키기 위해 제스처를 도출하는 자체에 목적을 두는 연구가 증가하고 있으며, 이러한 연구들은 사용자로부터 직접 제스처를 도출하는 연구가 주를 이루고 있다(Nielsen *et al.*, 2003; Nielsen *et al.*, 2004; Akers 2006; Epps *et al.*, 2006; Stern *et al.*, 2008; Wobbrock *et al.*, 2009; Grandhi *et al.*, 2010; Henz *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2010; Mauney *et al.*, 2010; Kuhnel *et al.*, 2011; Neßelrath *et al.*, 2011). 그러나 상기 연구들은 휴대전화, Table PC 등과 같은 IT 기기를 대상으로 한 연구가 대부분이며, 스마트홈 내의 다양한 기기를 대상으로 사용자에게서 제스처를 도출한 연구는 Kuhnel *et al.*(2011)과 Neßelrath *et al.*(2011) 연구를 제외하고는 찾을 수 없었다. 하지만 앞선 두 연구의 경우도 사용자가 스마트폰과 Will 리모컨을 들고 제스처를 도출한 것으로 본 연구의 대상인 3차원 공간을 활용한 핸드 제스처에 적용하기에는 한계가 있다.

한편, 사용자는 일상생활에서 문, 창문, 커튼, 수도꼭지 등의 다양한 PUI(Physical User Interface) 기기와 빈번히 상호작용을 함에도 불구하고(Lee *et al.*, 2011) 기존연구들은 제스처 인터페이스를 탑재할 대상으로 주로 TV, 에어컨, 전등 등과 같은 기기만을 중심으로 연구를 수행하였다. 그러나 만일 상기 PUI 기기가 자동화된다면 이를 제어하기 위하여 핸드 제스처를 적용시킬 수 있을 것이다. 이러한 핸드 제스처 인터페이스의 사용은 기기를 조작하기 위해 기기까지 움직이는 수고와 조작 하는데 필요한

물리적인 힘을 덜어주기 때문에 특히 신체적 움직임이 불편한 고령자 또는 장애인에게 효과적일 수 있다. 따라서 이러한 PUI 기기를 대상으로 한 제스처 도출 연구 역시 필요하다.

본 연구는 사용자가 빈번히 상호작용할 것이라고 판단되는 스마트홈 내의 다양한 기기를 조작하기 위한 3D 핸드 제스처 도출을 목적으로 한다. 따라서 제스처를 통한 조작이 유용할 것이라고 판단되는 가전기기 뿐 아니라 문, 창문, 커튼, 수도꼭지 등의 PUI 기기도 본 연구 대상으로 포함하였다. 제스처를 도출하기 위하여 사용자 중심도출 방식을 활용하여 사용자로부터 직접 해당 기기-기능에 대한 핸드 제스처를 도출하였으며 사용자로부터 가장 많은 빈도수로 도출된 제스처(이하 Top 제스처)를 제시하였다. 이때 도출된 제스처의 동의 정도를 분석하기 위하여 각 기기-기능 별 도출된 제스처에 대하여 Wobbrock *et al.*(2005)이 제안한 의견일치도 점수를 계산하였다.

또한 사용자로부터 도출된 제스처의 전반적인 특성을 파악하고 본 연구에서 도출된 제스처를 실제 기기에 적용할 경우 유의점을 파악하기 위하여 사용자가 각 제스처를 도출한 직후 인터뷰를 수행하여 해당 제스처가 의미하는 바와 제스처를 취한 이유를 수집하고 이를 분석하였다.

2. 문헌 조사

2.1 스마트홈 내 가전기기를 대상으로 한 제스처 인터페이스 연구

최근 제스처를 인식하기 위한 기술이 일정 수준 이상 발전함에 따라 제스처 인식 기술 자체에서 확장하여 ‘어떠한 제스처를 사용할 것인가’에 관심을 두고 직관적이고 용이한 제스처를 도출하기 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다(Lee *et al.*, 2010). 하지만 이러한 시도는 주로 Table Top, 스마트폰 등 IT 기기를 대상으로 이루어지고 있을 뿐 에어컨, 전등, 블라인드 등 스마트홈 내에서 사용자와 잦은 상호작용이 일어나는 다양한 기기들을 조작하기 위한 연구는 미비한 실정이다.

스마트홈 내 가전기기의 효율적인 조작을 목적으로 한 제스처 인터페이스 형태는 가전기기를 통합적으로 컨트롤하기 위한 통합 리모컨 형태인 XWand(Wilson *et al.*, 2003), Magic Wand(Ouchi *et al.*, 2005), GeeAir(Pan *et al.*, 2010)와 손에 글로브를 착용하여 손가락의 구부림 등으로 기기를 조작하는 글로브 형태(Dipietro *et al.*, 2008; Ng *et al.*, 2011)가 있으며, 최근에는 Table Top(Seifried *et al.*, 2009) 또는 Smart wall display(Kim *et al.*, 2011) 등을 활용하여 실내에 있는 가전 기기를 영상으로 보여준 후 스크린을 통해 조작하는 형태가 개발되고 있다. 그러나 상기 제스처 인터페이스에 적용된 제스처의 경우 기기가 인식하기 용이한 제스처를 엔지니어 또는 전문가가 임의로 제시하는 방식을 취하고 있을 뿐 직관적이고 용이한 제스처를 도출하기 위한 시도는 Kuhnel *et al.*(2011)와 Neßelrath *et al.*(2011)의 연구 외에 찾아볼 수 없었다.

Kuhnel *et al.*(2011)은 집안에서 다양한 가전기기를 조정하기 위하여 스마트폰을 이용한 제스처 인터페이스를 제안하였으며, 해당 기기를 조정하기 위한 제스처 도출을 위해 사용자를 제스처 도출 초반 단계부터 참여시켜 제스처를 도출하였다. 그러나 스마트폰을 이용하여 제스처를 인식하는 방법을 사용하였기 때문에 사용자는 제스처 도출 시 손에 스마트폰을 들고 해당 기능에 대한 제스처를 도출하여야 했다. 이 경우 손에 든 기기로서 인하여 사용자의 자유로운 표현에 제약이 따랐을 수 있으므로, 도출된 제스처는 자유로운 표현이 가능한 3차원 공간에서의 핸드 제스처와 다를 수 있다. Neßelrath *et al.*(2011) 역시 스마트홈 내 다양한 기기를 대상으로 직관적인 제스처를 도출하기 위하여 제스처 도출 초반부터 사용자를 참여시켜 제스처를 도출하였다. 그러나 제스처 도출 시 사용자에게 해당 기능에 대한 2차원의 움직임의 경로만을 종이에 그리게 하였다. 따라서 이때 도출된 제스처 역시 다양한 표현이 가능한 3차원의 제스처에 그대로 적용시키기에 한계가 있다.

2.2 제스처 도출방법

제스처 도출 방법은 제스처 세트 결정 시 디자이너에 의해 제스처 세트가 결정되었는지, 사용자 참여로 제스처 세트가 결정되었는지에 따라서 크게 두 가지 방식인 디자이너 중심 도출 방식과 사용자 중심 도출 방식으로 나눌 수 있다. 디자이너 중심 도출 방식은 기기의 기능에 해당하는 제스처 세트가 디자이너에 의해 결정되고 이후 사용자로부터 사용성 평가가 이루어지는 반면, 사용자 중심 방식은 해당 기기의 기능에 대한 제스처 세트가 사용자에게 의해 결정되는 것을 의미한다. 초창기 제스처 도출 연구는 제스처 인식 기술의 한계로 인하여 인식이 용이한 제스처 세트를 디자이너가 선택하는 디자이너 중심 도출방식이 주를 이루었으나, 최근에는 제스처 인식기술의 발달과 함께 제스처 인터페이스를 더욱 직관적으로 만들기 위하여 사용자로부터 제스처를 도출하는 사용자 중심 도출 방식이 증가하고 있다.

사용자 중심 도출 방식은 제스처 인터페이스 초반 디자인 단계부터 사용자를 참여시켜 사용자에게 해당 기기의 기능에 대한 제스처를 도출하는 방법으로, 사용자의 경험이 충분히 반영되어 도출되는 제스처의 직관성이 향상된다는 장점이 있다(Park, 2012). 이러한 방식은 해당 기기-기능과 관련한 직접적인 사용경험의 반영여부에 따라 크게 시나리오 기반 제스처 도출과 개념적 기능 기반 제스처 도출로 구분할 수 있다.

시나리오 기반 제스처 도출 방식은 기기-기능에 대한 직접적인 사용경험이 아닌 유사 경험을 활용하여 제스처를 도출하는 방식을 의미한다. 즉 실험자가 제스처를 도출하고자 하는 기능을 의미하는 유사 어휘를 포함하는 시나리오를 사용자에게 제시한 후 사용자의 역할극(role play)을 통해 해당 제스처를 도출하는 방식을 의미한다. 예를 들어 Nielsen *et al.*(2004)는 제스처 인터페이스를 적용할 기능들을 선정하고 각 기능을 의미하는 유사 어휘를 일상생활 맥락에 적용시켜 시나리오를 만들었으며, 실험

참여자 시나리오를 수행할 때 해당 기능에 취하는 제스처들을 묶어 분석한 후 제스처 세트를 도출하였다. 예를 들어, 컴퓨터 프로그램에서 사용하는데 필요한 ‘Select’라는 기능에 대한 제스처를 도출할 경우, 일상생활에서 발생하는 유사한 상황, 즉, 컵을 선택하다(Select) 등을 시나리오에 포함하였다. 실험참여자들은 해당 시나리오 속에서 역할극을 수행하였고 실험자들은 해당 단어(Select)에서 도출되는 사용자의 제스처를 관찰하였다.

개념적 기능 기반 제스처 도출 방법은 사용자에게 대상 기기-기능을 언어로 제시한 후 사용자에게 충분한 시간을 주고 해당 기능과 가장 적합하다고 생각되는 제스처를 표현하게 하여 해당 제스처를 수집하는 방법을 의미한다. 이는 사용자가 기기-기능에 대한 직접적인 설명을 듣고 해당 제스처를 도출하므로 기기-기능에 대한 사용자의 직접적인 사용 경험이 충분히 반영될 수 있다는 장점이 있다. 따라서 기존 Tabletop, 스마트폰 등에 활용될 제스처 인터페이스와 관련하여 다양한 연구에서 이 방식을 채택하고 있다(Akers, 2006; Epps *et al.*, 2006; Stern *et al.*, 2008; Grandhi *et al.*, 2010; Henz *et al.*, 2010; Lee *et al.*, 2010; Kuhnel *et al.*, 2011; Neßelrath *et al.*, 2011).

한편, 최근 들어 언어로 기능을 설명할 경우 어휘의 의미 때문에 발생할 수 있는 편향을 피하기 위해 해당 기능이 수행되는 것을 기능 활성화 전/후의 이미지로 제시하는 연구들(Wobbrock *et al.*, 2009; Mauney *et al.*, 2010)이 나타나고 있다. 예를 들어, Wobbrock *et al.*(2009)는 zoom-out에 해당하는 제스처를 도출하기 위하여 화면에 디폴트 타겟 이미지와 타겟 이미지가 축소되는 이미지를 순차적으로 제시하고 사용자에게 이를 수행하기 위한 제스처를 취할 것을 요구하여 해당 제스처를 도출하였다.

3. 연구 방법

3.1 실험 참여자

남 15명 여 15명으로 구성된 총 30명의 실험참여자가 본 제스처 도출에 참여하였으며, 평균 연령은 23.2(± 2.89)세였다. 실험참여자 모두 오른손 잡이였으며, Kinect 등 3차원 핸드 제스처 인터페이스를 사용한 경험이 없었다. 또한 이들 모두 손, 팔에 대한 근골격계 질환이 없었다.

3.2 실험 장비 및 환경

본 연구는 제스처를 도출하기 위하여 실험참여자에게 제스처 도출 대상 기기의 기능을 언어로 제시하였다. 예를 들면, “에어컨의 온도를 올리다”에 해당하는 제스처를 도출하기 위하여 ‘에어컨의 설정 온도를 올려주세요’ 등과 같이 기능에 대한 설명을 사전에 녹음하였고 실험 시 녹음된 파일을 들려주었다. 또한 실험실 내 제스처 도출 대상 기기-기능과 관련된 사물은 제스처 도출 시 영향을 줄 수 있다는 판단 하에 창문을 포함한 실험 공간을 모두 흰색 벽지로 가렸다.

3.3 제스처 도출 대상 기기 및 기능 선정

스마트홈 내에서 제스처가 유용할 수 있는 기기-기능을 선정하기 위하여 기존 연구에서 제스처를 제안한 대상(Kohler, 1997; Wilson *et al.*, 2003; Ouchi *et al.*, 2005; Do *et al.*, 2006; Rahman *et al.*, 2009; Henze *et al.*, 2010; Kuhnel *et al.*, 2011; Mitchell *et al.*, 2011; Neßelrath *et al.*, 2011; Ng *et al.*, 2011)을 참고하였고, 4명의 전문가가 브레인스토밍을 통하여 제스처가 유용할 것이라고 판단되는 기기-기능을 선정하였다. 이를 통해 총 11개 기기인 에어컨, TV, MP3, 스피커폰, 전등, 스탠드, 커튼, 블라인드, 문, 창문, 수도꼭지가 선정되었고, 총 38가지 기능이 선정되었다. <Table 1>은 본 연구의 최종 제스처 도출 대상 기기-기능에 대한 설명이다.

Table 1. Target Products-Functions List

기기 명	기능 명
에어컨	1. 에어컨을 켜다.
	2. 에어컨을 끄다.
	3. 에어컨의 설정온도를 올린다.
	4. 에어컨의 설정온도를 낮춘다.
TV	5. TV를 켜다.
	6. TV를 끄다.
	7. TV의 볼륨을 높인다.
	8. TV의 볼륨을 낮춘다.
	9. TV 채널을 지금 채널에서 다음 채널로 돌린다.
	10. TV 채널을 지금 채널에서 이전 채널로 돌린다.
MP3	11. MP3를 켜다.
	12. MP3를 끄다.
	13. MP3의 볼륨을 높인다.
	14. MP3의 볼륨을 낮춘다.
	15. MP3 현재트랙을 다음트랙으로 돌린다.
	16. MP3 현재 트랙을 이전 트랙으로 돌린다.
스피커폰	17. 전화를 받다.
	18. 전화를 끊다.
	19. 전화의 통화 볼륨을 작게 하다.
	20. 전화의 통화 볼륨을 크게 하다.
전등	21. 방의 전등을 켜다.
	22. 방의 전등을 끄다.
스탠드	23. 스탠드를 켜다.
	24. 스탠드를 끄다.
	25. 스탠드의 빛을 밝게 조절하다.
	26. 스탠드의 빛을 어둡게 조절하다.
커튼	27. 커튼을 열다.
	28. 커튼을 닫다.
블라인드	29. 블라인드를 완전히 열다.
	30. 블라인드를 완전히 닫다.
문	31. 문을 열다.
	32. 문을 닫다.
창문	33. 창문을 열다.
	34. 창문을 닫다.
수도꼭지	35. 물을 틀다.
	36. 물을 잠그다.
	37. 물의 온도를 높인다.
	38. 물의 온도를 낮춘다.

3.4 실험 절차 및 방법

실험 절차는 크게 실험 소개, 본 실험, 인터뷰 단계로 구성 하였다. 실험 소개 단계에서는 본 실험의 목적과 방법에 대해 실험참여자에게 충분히 설명하였고, 실험참여자에게 현재 손에는 아무런 기기를 들고 있지 않은 상태에서 기기와의 직접적인 접촉 없이 손 동작만으로 원하는 기능을 조작할 수 있는 스마트홈에 있다고 상상할 것을 제안하였다. 또한 실험참여자에게 38개의 기기-기능에 대한 설명을 <Table 1>과 같이 제시 하여 실험 대상 기능에 대해 미리 충분한 이해를 하도록 하였다. 기기-기능에 대한 제스처와 일반 제스처를 구분하기 위하여 실험참여자에게 문제를 듣고 제스처가 떠오르기 전까지 책상 위에 양손을 내려놓을 것을 요구하였으며, 제스처가 떠오르자마자 책상에서 손을 떼서 제스처를 취할 것을 요구하였다. 마지막으로 본 실험을 시작하기 전 제스처 도출 대상 기기-기능 외의 2개의 기능에 대하여 연습 실험을 수행하여 실험 참여자가 제스처를 도출하고 평가하는데 익숙해질 수 있도록 하였다. 순서 효과를 줄이기 위하여 38개의 제스처 도출 대상 기기-기능을 임의의 순서로 제시하였다.

본 연구에서는, 동일한 제스처가 서로 다른 기능에 대해 중복으로 도출될 수 있었다. 또한 실험참여자가 가장 적합하다고 생각되는 제스처를 고안할 수 있도록 시간에 제약을 두지 않았다. 각 기능에 대하여 실험참여자가 제스처를 도출 하자마자 인터뷰를 수행하여 실험참여자가 도출한 제스처의 의미와 이를 선택한 이유에 대해 자유롭게 이야기하도록 하였다. 이때, 실험자는 실험참여자가 제스처를 취한 이유에 대하여 기록하였다. 실험참여자가 휴식을 취하고 싶을 때 언제든지 휴식을 취하도록 하였고, 본 실험은 이후 분석을 위하여 실험의 모든 과정을 동영상으로 기록하였다.

3.5 실험참여자로부터 도출된 제스처

각 기능 별로 도출된 제스처는 4명의 전문가가 제스처 형태의 유사성, 제스처 방향(상/하/좌/우/시계방향/반시계 방향)의 유사성, 그리고 인지 모델(제스처를 취한 이유)을 분석하여 유사한 제스처를 통합하였다. 단, 제스처를 취한 손의 개수(한손, 양손), 손가락의 종류(엄지, 검지 등)와 제스처 방향이 아무런 의미를 가지지 않을 경우 제스처 형태가 같다면 동일한 제스처 그룹으로 통합되었으며, 이는 인터뷰를 통해 확인하였다.

예를 들어, <Figure 1>에서처럼 “블라인드를 열다”에 해당하는 제스처 중에는 한쪽 손을 위로 올리는 제스처 또는 양



Figure 1. An example of grouping gesture defined by users

Table 2. Top gestures for each function

Gesture 상세	기능 (Top 제스처 빈도율 %)	Gesture 상세	기능 (Top 제스처 빈도율 %)	Gesture 상세	기능 (Top 제스처 빈도율 %)
 버튼을 누르듯이 검지를 앞으로 뻗는 제스처	에어컨을 켜다(31)/끄다(23.3), TV를 켜다(23.3), 방의 전등을 켜다(20)/끄다(16.7), 스탠드를 켜다(33.3)/끄다(46.7)/빛을 어둡게 조절하다(20)	 리모컨 버튼을 누르듯 엄지로 손바닥을 누르는 제스처	TV를 끄다(20), MP3를 켜다(33.3)/끄다(30)	 팔을 위쪽으로 올리는 제스처	에어컨 설정 온도를 올리다(56.7), TV 볼륨을 높이다(46.7), MP3 볼륨을 높이다(40), 통화 볼륨을 크게하다(40), 물의 온도를 높이다(36.7), 블라인드를 완전히 열다(43.3)
 팔을 아래쪽으로 내리는 제스처	에어컨의 설정 온도를 낮추다(53.3), TV 볼륨을 낮추다(46.7), mp3 볼륨을 낮추다(46.7), 통화 볼륨을 작게하다(43.3), 물의 온도를 낮추다(36.7)	 손으로 오른쪽 반원을 그리는 제스처	TV 채널을 지금 채널에서 다음 채널로 돌리다(30)	 손으로 왼쪽 반원을 그리는 제스처	TV 채널을 지금 채널에서 이전 채널로 돌리다(30)
 오른쪽으로 손을 이동시키는 제스처	MP3 현재 트랙을 다음 트랙으로 돌리다(40)	 왼쪽으로 손을 이동시키는 제스처	TV 채널을 지금 채널에서 이전 채널로 돌리다(30), MP3 현재 트랙을 이전 트랙으로 돌리다(40)	 전화 심볼을 만든 후 손을 올려 귀 쪽으로 이동시키는 제스처	전화를 받다(36.7)
 전화 심볼을 만든 후 손을 아래로 내리는 제스처	전화를 끊다(23.3)	 손가락을 모두 활짝 펼치는 제스처	방의 전등을 켜다(20)	 활짝 핀 손가락을 모두 접어 주먹을 만드는 제스처	방의 전등을 끄다(16.7)
 손 너비를 넓히는 제스처	스탠드 빛을 밝게 조절하다(33.3)	 양팔을 양 옆으로 활짝 펼치는 제스처	커튼을 열다(70)	 양팔을 몸 쪽으로 모으는 제스처	커튼을 닫다(70)
 줄을 내리 듯이 손을 아래로 내리는 제스처	블라인드를 완전히 닫다(40)	 문을 열 듯 팔을 몸 앞쪽으로 미는 제스처 (앞/뒤)	문을 열다(63.3)	 팔을 몸 쪽으로 당기는 제스처 (앞/뒤)	문을 닫다(50)
 미닫이 창문을 열 듯 손을 몸 옆으로 이동하는 제스처 (좌/우)	창문을 열다(43.3)	 미닫이 창문을 닫듯 손을 몸 쪽으로 이동하는 제스처 (좌/우)	창문을 닫다(40)	 손을 둥글게 하여 손목을 시계방향으로 돌리는 제스처	물을 틀다(30)
 손을 둥글게 하여 손목을 반시계 방향으로 돌리는 제스처	물을 잠그다(33.3)				

손을 위로 올리는 제스처가 있었다. 해당 제스처를 취한 실험 참여자는 실제로 자신이 블라인드를 손으로 올리는 상황을 상상하였다고 응답하여 인지모델이 유사하였고, 제스처의 방향도 위쪽을 향하는 것으로 동일하였으며, 제스처 형태 또한 모두 손을 위로 올리는 모양으로 유사하였다. 또한 인터뷰 결과 손의 개수는 아무런 의미를 가지지 않았다. 따라서 표현방식(한 손 또는 양 손)이 다르더라도 두 제스처를 동일한 제스처로 통합하였다. 이를 통해 실험참여자로부터 도출된 총 1140개의 제스처를 294개의 제스처 그룹으로 통합하였다.

4. 연구 결과

4.1 각 기능 별 Top 제스처

각 기능에 대한 제스처 그룹 중 빈도수가 가장 높은 Top Gesture를 <Table 2>에 정리하였다. 각 기능 별 Top 제스처 그룹의 빈도율은 평균 38.4%(최소 16.7%, 최대 70%) 이었다. 즉 평균적으로 각 기능에 대하여 실험참여자 30명 중 약 11명이 Top 그룹에 속한 제스처와 유사한 제스처를 도출하였다.

기기를 ‘켜다/끄다’에 해당하는 대부분의 제스처는 ‘검지를 앞으로 뺀 제스처(<Table 2>의 1행 1열)’와 ‘엄지로 손바닥을 누르는 제스처(<Table 2>의 1행 2열)’가 Top 제스처로 도출되었다. 인터뷰 결과 두 제스처 모두 평상시 기기를 켜거나 끄기 위하여 기기 내 버튼을 누르는 것을 떠올려 도출된 제스처였다.

온도/볼륨 등을 올리는 기능에 대해서는 기기에 상관없이 ‘손을 위쪽으로 올리는 제스처(<Table 2>의 1행 3열)’가 Top 제스처로 도출되었고, 온도/볼륨 등을 내리는 기능 역시 기기에 상관없이 ‘손을 아래쪽으로 내리는 제스처(<Table 2>의 2행 1열)’가 Top 제스처로 도출되었다. TV 채널 및 MP3 트랙을 이전/이후로 조작하는 제스처로는 ‘손으로 반원을 그리는 제스처(<Table 2>의 2행 2, 3열)’와 ‘손을 한쪽 방향으로 이동시키는 제스처(<Table 2>의 3행 1, 2열)’ 등이 도출되었다.

한편, 커튼, 문, 창문, 블라인드, 수도꼭지 등을 조작하기 위한 제스처는 대부분 실제 사용자가 일상생활에서 해당 기기를 물리적으로 사용하는 행위 또는 모습을 묘사한 제스처가 Top 제스처로 도출되었다. 예를 들어, “문을 열다/닫다”에 해당하는 제스처의 경우 도출된 제스처는 ‘손을 앞으로 당기고/미는 제스처(<Table 2>의 6행 2, 3열)’로 이는 실제 여닫이문을 열고/닫는 행위와 유사하다.

4.2 제스처 도출 이유

본 실험에서 각 기능 별 제스처 도출 직후 해당 제스처 도출 이유를 묻는 인터뷰에서 실험참여자가 응답한 제스처 도출 이유에 대해 <Table 3>과 같이 정리하였다. 인터뷰 결과 제스처 도출 원인은 크게 두 가지 기기/기능의 개념적 의미에 기반한 경우(개념적 인지모델)와 기기와 관련된 이미지에 기반한

Table 3. The reason why the participants derived the gesture

제스처 도출이유	구분	상세	빈도 (%)
기능의 개념적 의미묘사	일반개념	머릿속에 떠오른 추상적 이미지 묘사	8.87
	방향성	머릿속에 떠오른 방향과 관련한 개념 묘사	18.26
	양 증감	머릿속에 떠오른 양과 관련한 개념 묘사	2.02
	내 상태	기능과 관련된 내 상태 묘사	3.51
	Symbolic	일반적으로 많이 쓰이는 관용적 표현 묘사	9.22
기기와 관련된 이미지 묘사	사용행동	기기를 실제 사용하는 모습 묘사	47.5
	움직이는 기기모양	실제 기기가 움직이는 모양 묘사	5.62
	아이콘	해당 기기의 기능을 실행하기 위해 기기 내 아이콘을 떠올리고 이를 묘사	5

경우(이미지 인지모델)가 있었다.

기기/기능의 개념적 의미에 기반한 경우는 크게 5가지 원인으로 분류할 수 있었다. 첫째, 실험참여자는 기기의 기능과 연관되어 머릿속에 떠오른 추상적 이미지를 손으로 묘사하였다. 예를 들어, “방에 전등을 켜다”의 기능에 대한 제스처로 불빛이 튀는 추상적인 이미지를 상상하고 이를 묘사하기 위해 ‘손을 펼친 제스처’가 이에 해당한다. 둘째, 실험참여자는 기능의 개념적 의미가 상하좌우 등 방향과 연관되어 있을 경우 해당 방향을 손으로 묘사하였다. 예를 들어, “TV 채널을 다음 채널로 돌리다”에서 “다음 채널”의 의미에 기반하여 ‘손을 오른쪽으로 이동한 제스처’가 이에 해당한다. 셋째, 실험참여자는 머릿속에 떠오른 양과 관련한 개념을 손의 너비를 넓히고 좁힘으로써 묘사하였다. 예를 들어, “스탠드의 빛을 밝게 조절하다”를 묘사하기 위하여 ‘손의 너비를 넓힌 제스처’가 이에 해당한다. 넷째, 실험참여자는 기기의 기능과 관련한 자신의 상태를 묘사하였다. 예를 들어, “에어컨을 켜다”에서 에어컨을 켜는 목적과 부합하는 덩다는 자신의 상태를 묘사하기 위해 ‘부채질을 하는 제스처’가 이에 해당한다. 다섯째, 실험참여자는 기능을 실행시키기 위해 기능과 1:1로 매칭 될 수 있는 일반적으로 많이 쓰이는 관용적 표현을 묘사하였다. 예를 들어, “TV를 켜다”를 위해 ‘손뼉’을 치는 제스처가 이에 해당한다.

이미지에 기반한 제스처는 크게 3가지 원인으로 분류할 수 있었다. 첫째, 실험참여자는 기기의 기능을 실제로 사용하는 모습을 묘사하였다. 예를 들어, “문을 열다”를 위해 ‘손을 앞으로 밀어 실제로 문을 여는 듯한 제스처’가 이에 해당한다. 둘째, 실험참여자는 움직이는 기기의 모양을 묘사하였다. 예를 들어, “에어컨을 켜다”에서 ‘에어컨 문이 위로 올라가는 모습을 손으로 묘사한 제스처’가 이에 해당한다. 셋째, 실험참여자는 기기

내 삽입된 아이콘을 떠올리고 아이콘의 모습을 묘사하였다. 예를 들어, “TV를 끄다”를 위해 TV에 있는 ‘X를 손으로 묘사한 제스처’가 이에 해당한다.

전반적으로 실험참여자는 제스처를 도출하기 위하여 실제 기기를 사용하는 모습을 상상하여 묘사하였다고 응답한 비율이 47.5%로 가장 많았으며, 그 다음으로는 개념적 의미의 방향성과 관련하여 묘사하였다고 응답한 비율이 18.26%로 많았다. 특히 커튼, 창문, 문, 블라인드, 수도꼭지, 전화에 해당하는 기능의 경우 기기와 관련된 이미지를 묘사한 비율이 80% 이상으로 높았다.

4.3 의견 일치도 점수

의견 일치도 점수는 실험참여자로부터 도출된 제스처의 그룹 개수와 그 그룹 내 제스처 개수를 이용하여 실험참여자들 의견 일치 정도를 계산한 것으로 Wobbrock et al.(2005)이 제안한 <Equation 1>을 사용하였다.

$$A_i = \sum_{j=1}^n (\frac{G_{ij}}{G_i})^2 \tag{1}$$

A_i 는 i 번째 기능의 의견 일치도 값을 의미하며, G_i 는 i 번째 기능에 포함된 전체 제스처 개수 즉, 전체 실험참여자 수를 의미한다. G_{ij} 는 i 번째 기능 중 j 번째 제스처 그룹에 포함된 제스처의 개수 즉 j 번째 제스처를 취한 실험참여자의 수를 의미한다. 예를 들어, 30명의 실험참여자에게서 “에어컨의 설정온도를 올린다” 기능에 해당하는 유사 제스처 그룹이 6그룹이었고, 각 그룹에 해당하는 제스처를 취한 실험참여자의 수가 2, 5, 17, 4, 1, 1 이라면 “에어컨의 설정온도를 올린다”에 대한 실험참여자들의 의견 일치도 값은 0.37이다 : $A_3 = (2/30)^2 + (5/30)^2 + (17/30)^2 + (4/30)^2 + (1/30)^2 + (1/30)^2 = 0.37$.

의견 일치도는 실험참여자로부터 도출된 제스처의 그룹 개수와 그 그룹 내 제스처 개수를 이용하여 계산되었기 때문에 의견 일치도 값의 크기가 클수록 해당 기능에 대해 유사한 제스처가 도출된 것으로 해석할 수 있다. <Figure 2>는 각 기능에 대한 의견 일치도 점수를 정리한 그래프이다. 의견 일치도가 가장 높은 기능은 “커튼을 열다”와 “커튼을 닫다”로 의견 일치도가 모두 0.56이었으며, “문을 닫다”가 0.46으로 높았다. 한편, 가장 낮은 의견 일치도는 “TV를 끄다”와 “에어컨을 끄다”가 0.12로 의

견 일치도가 가장 낮았다.

5. 토 의

전반적으로 일상생활에서 사용자가 기기의 물리적 움직임을 유발하는 ‘커튼’, ‘문’, ‘창문’, ‘블라인드’ 등을 조작하는 기능과 관련하여서는 사용자가 실제 일상생활에서 사용하는 기기들을 사용하는 모습을 묘사한 제스처가 Top 제스처로 도출되었으며, 의견일치도 점수도 대체로 높았다. 한편, 기기를 끄거나 켜는 기능과 관련하여서는 제스처 도출 시 실험참여자들이 어려움을 주로 호소했으며, 의견일치도 점수 역시 낮은 경향이 있었다.

커튼, 블라인드, 문, 창문, 수도꼭지 등과 같이 실험참여자가 일상생활에서 기기의 물리적인 움직임을 유발하는 경우 기기와 관련된 이미지를 상상하고 제스처를 도출하는 비율이 높았으며, 인터뷰 결과 실험참여자가 떠올린 기기의 형태에 따라 상이한 제스처가 도출되는 경향이 있었다. 이러한 결과는 제스처 도출 시에도 실험참여자가 상상한 기기의 형태적 특성이 사용자의 행동을 결정지을 수 있다는 affordance 법칙(Norman, 1998)이 적용될 수 있음을 시사한다. 이러한 맥락에서 만일 스마트홈 내의 실제 기기 형태와 Top 제스처를 도출할 때 사용자가 상상한 기기의 형태 사이에 차이가 있을 경우 사용자는 두 가지 형태에서 야기되는 affordance 차이로 인하여 사용상의 혼란을 경험할 수 있다. 따라서 이 경우 복수의 제스처 후보를 기기-기능의 실제 동작 특성에 맞도록 부여하거나, 이러한 특성의 기기-기능에 대하여는 제스처 도출 초반부터 실제 해당 기기의 형태를 보여준 후 제스처를 도출하는 것이 바람직 할 수 있다.

한편, 기기의 형태가 도출되는 제스처에 강한 영향을 주는 상기 기기-기능에 대해서는 실험참여자가 상상할 수 있는 기기의 종류가 의견일치도 점수에 강한 영향을 주는 것으로 보인다. 예를 들어 인터뷰에서 상대적으로 떠올릴 수 있는 기기의 형태의 개수가 한쪽 커튼과 양쪽 커튼 등 두 가지 형태로 보고되었던 “커튼을 열다/닫다”의 경우 의견일치도가 다른 기기-기능 등에 비해 월등히 높았던 반면, 기기의 형태가 한쪽 방향 미닫이, 양쪽 방향 미닫이, 한쪽 방향 여닫이, 양쪽 방향 여닫이, 위아래로 열리는 창문 등 다섯 가지 형태로 보고되었던 창문의 경우 의견일치도가 상대적으로 낮은 경향이 있었다. 따라서 상기 기기

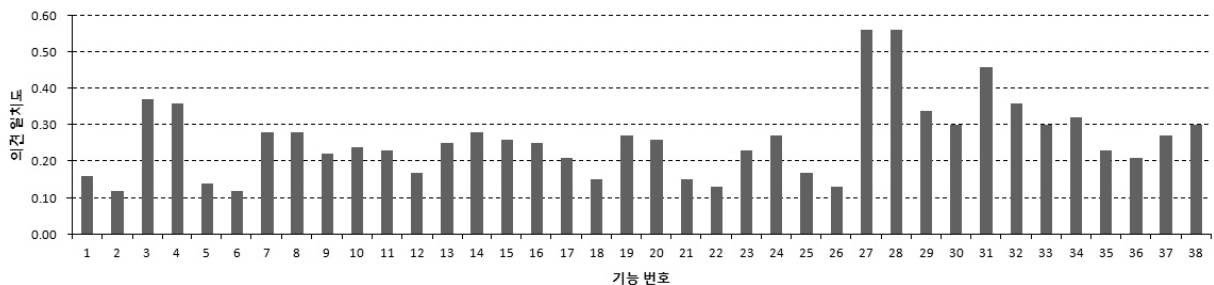


Figure 2. Agreement score for each function

-기능의 경우 제스처 도출 초반부터 실제 해당 기기의 형태를 보여준 후 제스처를 도출한다면 해당 제스처에 대해 사용자로부터 보다 높은 동의율을 얻을 수 있어, 사용자 중심도출 방식의 문제점으로 지적되고 있는 낮은 동의정도에 대한 지적(Mitchell et al., 2011)을 해결할 수 있을 것으로 보인다.

에어컨의 온도 또는 수도꼭지 물의 온도를 올리거나 낮추는 기능, TV, MP3, 전화 볼륨을 높이거나 낮추는 기능 등의 경우 실험참여자는 제스처 도출 시 기기-기능의 개념적 의미를 상상하고 제스처를 도출하는 비율이 높았으며, 의견 일치도 점수 역시 비교적 높은 경향이 있었다. 또한 해당 기기-기능에 대한 Top 제스처의 경우 기기와 상관없이 위, 아래 방향과 관련된 제스처가 도출되었다. 이는 이미지 스키마, 지식 표상의 한 형태로서의 상하 개념은 양적 증감과 연관성 있다고 언급한 Hurlienne et al.(2008)의 결과와 유사하다.

그러나 수도꼭지의 경우, 물의 온도를 높이거나 낮추는 기능의 경우 Top 제스처 이외에 손을 왼쪽, 오른쪽으로 이동시키는 제스처가 높은 빈도로 도출되었다. 인터뷰 결과 이들은 제스처 도출 시 평상시 사용하는 좌우 레버형 수도꼭지를 떠올렸으며 자신의 경험에 따라 온도와 매핑된 방향으로 손을 이동시켰다고 응답하였다. 이는 제스처 도출 시 온도의 증감과 연관된 상하 개념과 일상생활에서 사용자가 기기의 물리적 조작을 가하는 수도꼭지의 상상된 시각적 형태에서 오는 affordance 요인이 모두 강하게 영향을 주는 것으로 보인다. 따라서 이 경우 상하 개념과 관련된 Top 제스처 이외에도 기기-기능의 실제 동작 특성에 맞는 복수의 제스처 후보를 부여하는 것이 바람직 할 수 있다.

TV 채널을 다음/이전 돌리는 기능과 MP3 트랙을 다음/이전 으로 돌리는 기능의 경우 실험참여자로부터 도출된 제스처는 좌우 방향과 밀접한 관계가 있었다. 해당 기능에 대한 Top 제스처의 경우 왼쪽 방향은 이전으로 오른쪽 방향은 다음으로 채널/트랙을 이동하는 것을 의미하였다. 이러한 결과는 이전과 다음의 공간적 표상이 시간적 순서로 연관되어 이전이 왼쪽과 매핑되어 있고 다음이 오른쪽과 매핑되어 있다고 언급한 Tversky et al.(2009)와 핸드폰을 든 상태에서 제스처를 도출하였던 Kuhnel et al.(2011)의 결과와 동일하였다.

그러나 Top 제스처 이외에 높은 빈도로 도출된 제스처들을 분석한 결과 “이전”과 “다음”과 관련한 제스처의 좌우 방향은 혼재되어 있었다. 예를 들어, “MP3를 다음 트랙으로 돌리다”의 경우 오른쪽 방향으로 손을 이동시키는 Top 제스처 이외에도 왼쪽 방향으로 손을 이동시키는 제스처가 높은 빈도로 도출되었다. 인터뷰를 분석한 결과 MP3의 트랙을 다음으로 돌리는 기능에서 손을 오른쪽으로 이동하였던 대부분의 실험참여자는 제스처 도출 시 오른쪽과 매핑된 “다음”이라는 개념에 집중하였거나, MP3 버튼에 있는 오른쪽 화살표를 떠올렸다고 응답한 반면 손을 왼쪽 방향으로 이동하였던 대부분의 실험 참여자의 경우 스마트폰에서 화면을 이동시키는 것과 같이 화면을 잡고 손으로 끄는 것을 떠올렸다고 응답하였다. 따라서 “다음/이전으로”에 해당하는 기기-기능에 제스처를 적용시킬 경우 사용자에게

적용된 제스처가 의미하는 바를 설명함으로써 사용자가 쉽게 제스처를 학습하도록 이끌어 사용자가 방향에 혼돈을 가지지 않도록 도울 필요가 있다.

에어컨, TV, MP3, 전등, 스탠드 등을 “켜다/끄다”에 해당하는 제스처는 기기의 버튼을 누르거나 리모컨 버튼을 누르는 듯한 제스처가 Top 제스처로 도출되었다. 실험 직후 제스처를 취한 이유에 대한 인터뷰에서 실험참여자들은 일상생활에서 각 기기를 조작할 때 주로 사용하는 버튼, 리모컨 버튼 등의 이미지가 해당 제스처 도출에 영향을 준 것으로 보고하였다. 한편, 켜고/끄는 기능에 대하여는 Top 제스처 이외에도 기기의 특성에 따라 몇몇 제스처들이 높은 빈도로 도출되었다. 예를 들어, 실험참여자는 TV를 켜기 위해 손을 활짝 펴 TV의 스피커가 퍼지는 추상적 이미지를 묘사하였으며, 에어컨을 켜기 위해 손으로 부채질을 함으로써 기기의 목적(공기를 시원하게 해주는 역할)과 연관된 자신의 상태(더위)를 묘사 하였다. 또한 전등을 켜기 위해서는 관용적 표현인 손뼉 등의 제스처를 도출하였다. 따라서 만일 한 공간 내에 해당 기기가 모두 있는 경우 기기-기능 별 제스처 간의 충돌을 피하기 위하여 Top 제스처 이외에 해당 제스처들이 활용될 수 있을 것이다.

6. 결론

본 연구는 사용자가 스마트홈 내에서 빈번히 상호작용할 것이라고 판단되는 38가지의 기기-기능에 대하여 사용자 중심도출 방식을 활용하여 3D 핸드 제스처를 도출하였고, 사용자로부터 가장 많은 빈도수로 도출된 제스처를 제시하였다. 또한 제스처 도출 실험 직후 인터뷰를 수행하여 사용자의 제스처 도출 이유를 파악하고 본 연구로부터 도출된 제스처를 실제 기기에 적용할 경우 유의할 점에 대하여 기술하였다.

하지만, 본 연구에서 제안한 제스처는 기기-기능 별 독립적인 제스처를 선정한 것으로 다수 기기가 동일 공간에 존재하는 실제 생활에서 사용될 경우 제스처 간의 충돌이 발생할 수 있다. 예를 들어 블라인드를 올리는 것과 에어컨의 설정온도를 높이는 기능에 대하여 손을 위로 올리는 동일한 제스처가 도출되었다. 만일 이들이 한 공간에서 사용될 경우 의도하지 않은 기능이 작동하는 문제가 발생할 수 있으므로 이에 대한 대안이 필요하다. 이에 대하여 전문가 인터뷰 및 평가, 일대일 인터뷰 등을 활용한 추후 연구를 수행할 예정이다.

마지막으로, 제스처 도출 결과 Top 제스처 빈도와 미비한 차이가 있었던 다양한 제스처가 존재하였다. 그러나 기존 연구에서는 제스처 선정 시 Top 제스처만을 고려하였기 때문에 의미 있는 제스처들이 간과될 수 있으므로, 제스처 선정 시 이에 대한 추가적 검증이 필요하다. 따라서 본 연구에서 선정된 제스처는 추후 실험을 통해 기술적 구현 가능성, 학습/기억 용이성, 적합성 등 다양한 부문에 걸쳐 다양한 분야에 종사하는 전문가 평가 및 사용자 평가를 수행하여 제스처 적합성에 대해 검증할 필요가 있다.

참고문헌

- Akers, D. (2006), Wizard of oz for participatory design : Inventing a gestural interface for 3d selection of neural pathway estimates, *AbstractsCHI*.
- Bhuiyan, M. and Picking, R. (2011), A gesture controlled user interface for inclusive design and evaluative study of its usability, *Journal of software engineering and applications*, **4**, 513-521.
- Chen, Q., Cordea, M. D., Petriu, E. M., VarkonyiKoczy, A. R., and Whalen, T. E. (2009), Human-computer interaction for smart environment applications using hand-gestures and facial expressions, *International Journal of Advanced Media and Communication*, **3**, 95-109.
- Choi, J., Shin, D., and Shin, D. (2005), Research and implementation of the context-aware middleware for controlling home appliance, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, **51**(1), 301-306.
- Dipietro, L. and Sabatini, A. M. (2008), A survey of glove-based systems and their applications, *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics-part C : Applications and reviews*, **38**(4), 461-482.
- Do, J. H., Jung, J. W., Jung, S. H., Jang, H., and Bien, X. (2006), Advanced soft remote control system using hand gesture, *MICAI : advanced in artificial intelligence*, **4293**, 745-755.
- Epps, J., Lichman, S., and Wu, M. (2006), A study of hand shape use in tabletop gesture interaction, *Proceedings of abstractsCHI*, 748-753.
- Grandhi S. A., Joue, G., Mittelberg, I., and Jarke, M. (2010), Designing touchless gesture-based interfaces for human computer interaction : Insights from coverbal gestures, *Proceedings of CHI*.
- Harper, R. (2003), *Inside the Smart Home*, Springer.
- Henz, N., Locken, A., Boll, S., Hesselmann, T., and Pietot M. (2010), Free-hand gestures for music playback : deriving gestures with a user-centered process, *Proceedings of the international conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*.
- Hurtienne, J., Weber, K., and Blessing, L. (2008), *Prior experience and intuitive use: Image schemas in user centered design*, In : Langdon, P., Clarkson, J., Robinson, P. (Eds.), *Designing Inclusive Futures* Springer, London, 107-116.
- James, A. and Sebe, N. (2007), Multimodal human-computer interaction : A survey, *Computer Vision and Image Understanding*, **108**(1-2), 116-134.
- Kim, H. J., Jeoung, K. H., Kim, S. K., and Han, T. D. (2011), Ambient Wall : Smart wall display interface which can be controlled by simple gesture for smart home, *SIGGRAPH Asia*.
- Kohler, M. R. J. (1997), System Architecture and Techniques for Gesture Recognition in Unconstraint Environments, *Proceedings of Intelligent conference on virtual systems and multimedia*, 137-146.
- Kuhnel, C., Westermann, T., Hemmert, F., Kratz, S., Muller, A., and Moller, S. (2011), I'm home : Defining and evaluating a gesture set for smart-home control, *International Journal of Human-Computer Studies*, 693-704.
- Lee, D., Lee, H., and Chung, M. K. (2011), An analysis of time use on activities of daily living : Considering korean adults in seoul, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, **37**(2), 105-117.
- Lee S., Kim, S., Jin, B., Choi, E., Kim, B., Jia, X., Kim, D., and Lee, K. (2010), How users manipulate deformable displays as input devices, *Proceedings of CHI*, 1647-1656.
- Liu, J., Pinelle, D., Sallam, S., Subramanian, S., and Gutwin, C. (2006), TNT : Improved rotation and translation on digital tables, *Proceedings of Graphic Interface*, 25-32.
- Mauney, D., Howarth, J, Wirtanen, A., and Capra, M. (2010), Cultural similarities and differences in user-defined gesrtures for touchscreen user Interfaces, *Proceedings of CHI*.
- Mitchell, T. and Heap, I. (2011), SoundGrasp : A gestural interface for the performance of live Music, *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*.
- Neßelrath, R., Lu, C., Schulz, C.H., Frey, J., and Alexandersson, J. (2011), A gesture based system for context-sensitive interaction with smart homes, *Deutscher AAL-Kongress*.
- Ng, W., Ng, C., Noordin, N. K., and Ali, B. M. (2011), Gesture based automating household appliances, *Human Computer Interaction, Interaction techniques and environments lecture notes in computer science*, **67**(62), 285-293.
- Nielsen, M., Moeslund, T., Storring, T., and Granum, E. (2003), A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for man-machine interaction, *Technical Report CVMT 03-01*.
- Nielsen, M., Storring, T., Moeslund, T., and Granum, E. (2004), A procedure for developing intuitive and ergonomic gesture interfaces for HCI, In *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction*, 105-106.
- Norman, D. (1998), Affordances and design, *Proceeding of ACM SIGCHI Human Factors* (Open discussion).
- Ouchi, K., Esaka, N, Tamura, Y, Hiraharam, M., and Doi, M. (2005), Magic Wand : An intuitive gesture remote control for home appliances, *Proceedings of the international conference on Active Media Technology*, 274.
- Pan, G., Wu, J., Zhang, D., Wu, Z., Yang, Y., and Li, S. (2010), GeeAir : A universal multimodal remote control device for home appliances, *Personal and Ubiquitous Computing*, **14**(8), 723-735.
- Park, W. (2012), A multi-touch gesture vocabulary design methodology for mobile devices, Doctoral thesis, Division of Mechanical and Industrial Engineering POSTECH, Pohang, Korea.
- Rahman, A. S. M. M., Hossain, M. A., Parra, J., and Saddik, A. E. (2009), Motion-Path based Gesture Interaction with Smart Home Services, *Proceeding of the 1st ACM international conference on Multimedia*.
- Saffer, D. (2008), *Designing Gestural Interfaces : Touchscreens and interactive devices*, O'Reilly Media, Inc.
- Wilson, A. and Shafer, S. (2003), Xwand : UI for intelligent spaces, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, **1**(5), 545-552.
- Seifried, T., Haller, M., Scott, S. D., Perteneder, F., Rendl, C., Sakamoto, D., and Inami, M. (2009), Cristal : A collaborative home media and device controller based on a multi-touch display, *Proceedings of the international conference on interactive tabletops and surfaces*, 37-44.
- Stephen, S. (2006), The Goal : Smart People, Not Smart Homes, *4th International Conference on Smarthomes and health Telematics (ICOST2006)*, **19**, 3-6.
- Stern, H. I., Wachs, J. P., and Edan, Y. (2008), Optimal consensus intuitive hand gesture vocabulary design, *IEEE International Conference on Semantic Computing*, 96-103.
- Tao G., Pung, H. K., and Zhang, D. O. (2004), Toward an OSGi-based infrastructure for context-aware application, *IEEECS and IEEECom Soc*, 66-74.
- Tversky, B., Kugelmass, S., and Winter, A. (1991), Cross-cultural and developmental trends in graphic productions, *Cognitive Psychology*, **23**(4), 515-557.
- Wexelblat, A. (1998), Research challenges in gesture : Open issues and unsolved problems. *Proceeding of Int. Gesture Workshop on Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction*, 1-11.
- Wobbrock, J. O., Morris, M. R., and Wilson, A. D. (2009), User-defined gestures for surface computing, *Proceedings of CHI*, 1083-1092.