

Leap Motion 을 활용한 학습 환경에서의 제스처 인식 인터페이스

Gesture based Interface for learning environment by using Leap Motion

구본창

Bonchang Koo

성균관대 휴먼 ICT 융합학과

Dept. of Human ICT

Convergence, Sungkyunkwan Univ.

bubblek@skku.edu

김준호

Joonho Kim

성균관대 휴먼 ICT 융합학과

Dept. of Human ICT

Convergence, Sungkyunkwan Univ.

manename@skku.edu

조준동

Jundong Cho

성균관대 휴먼 ICT 융합학과

Dept. of Human ICT

Convergence, Sungkyunkwan Univ.

jdcho@skku.edu

요약문

자연스러운 사용자 조작환경이라고 할 수 있는 NUI(Natural User Interface)는 마우스나 키보드와 같은 간접적인 입력장치를 이용하지 않고 센서를 이용하여 신체를 바로 입력장치로 사용한다. 이러한 이유로 NUI 는 CLI(Command Line Interface)나 GUI(Graphic User Interface)에 비해 손쉽게 사용할 수 있다는 특징을 갖는다. NUI 의 영역에는 Voice Interface, Sensory Interface, Touch Interface, Gesture Interface 등이 있다. NUI 의 요소 기술 중 제스처 인식 사용자 인터페이스는 NUI 의 다른 사용자 인터페이스에 비해 보다 직관적이고 간단하다. 본 논문에서는 손동작을 3D 형태로 캡처하여 분석 후 애플리케이션에서 모션 컨트롤을 수행할 수 있는 장치인 Leap Motion 을 이용하여 새로운 제스처 인식 인터페이스 모델을 제안한다. Leap Motion 을 이용하여 연필이나 펜의 심 부분을 트래킹하는 것이 본 연구의 핵심이다. 사용자가 연필이나 펜을 가지고 정해진 제스처를 취하면 원하는 기능이 바로 수행된다. 키보드, 마우스 및 필기구를 동시에 이용하는 학습 환경에서 세 가지 입력장치를 번갈아 가며 사용하는 경우 사용자의 집중력을 흐트러뜨리기 쉽다. 본 논문에서 제안하는 제스처 인식 인터페이스는 데스크톱 컴퓨팅 환경에서 최소의 입력장치로 사용자의 작업 효율을 극대화한다.

ABSTRACT

NUI(Natural User Interface) which means a natural user manipulation environment uses body as an input device by using a sensor, without using an input device such as a mouse or a keyboard. For these reasons, it has a feature that can be used easily as compared to CLI or GUI. There are Voice Interface, Sensory Interface, Touch Interface, and Gesture Interface in the field of NUI. Compared to other

technologies of NUI, gesture based user interface of NUI is more simple and intuitive. In this paper, we propose new gesture based interface model using Leap Motion. The point of this study is that the core part of the pencil or pen tracking using Leap Motion. If user make a defined gesture with a pencil or pen, a desired function is executed immediately. If user is using combined input devices, such as keyboard, mouse and writing materials, for learning environment, it can disturb concentration of user. This paper propose an action recognition based interface for desktop computing environment using leap motion which can improve user's work efficiency.

주제어

Human-Computer Interaction, Natural User Interface, Gesture Interface, Leap Motion

1. 서론

데스크톱 컴퓨팅 환경에서 가장 대표적인 입력 장치로는 키보드와 마우스가 있다. 키보드는 명령어 기반인 CLI 환경에서 컴퓨터를 조작하기 위한 수단이었으며, 이후 CLI 에서 발전하여 시각적인 부분을 컴퓨터에 도입한 GUI 환경이 보급되면서 마우스가 새로운 입력 장치로 자리를 잡게 되었다. 그런데 최근 들어 CLI, GUI 를 거쳐 새로운 사용자 인터페이스인 NUI(Natural User Interface)가 대두되고 있다. 기존 터치나 제스처 인터랙션 등을 모두 포함한 광범위한 용어로, 키보드나 마우스와 같은 간접적인 입력장치를 사용하지 않고 사람들의 자연스러운 행동을 인터페이스로 활용한다는 측면에서 Natural 이라는 단어를 사용한다. NUI 는 사용자가 대화, 행동, 감각, 인지 등의 능력을 통해 디바이스와

직접 상호작용할 수 있는 인터페이스 기술로 정의할 수 있다. NUI 의 영역에는 Voice Interface, Sensory Interface, Touch Interface, Gesture Interface 등이 있다. 이러한 NUI 요소 기술 중 Gesture Interface 는 사용자의 움직임에 센서 또는 카메라로 분석하여 사용자의 의도를 시스템이 이해하고 반응하는 기술이라고 할 수 있다. Gesture Interface 의 작동 절차는 다음과 같다. 먼저 사용자의 움직임을 3D 형태로 캡처하여 인식한다. 그 후에 사용자가 어떤 명령을 의도했는지 파악하여 그 결과를 애플리케이션에 전달하면 애플리케이션에서 이를 바탕으로 명령을 수행하게 된다.

한편, 손 동작을 인식하기 위한 Gesture interface 는 고감도 센서를 필요로 한다. 대표적인 디바이스로는 Kinect 와 Leap Motion 이 있다. 첫째, MicroSoft 사의 Console 게임기 XBOX360 을 위한 동작 인식 기기인 Kinect 가 있다. Kinect 는 모션센서를 사용하여 몸 전체의 동작을 추적한다. 신체 전반에 걸친 데이터를 캡처하여 움직임에 대한 depth 를 바탕으로 사용자의 의도를 파악하고 애플리케이션에 적용시킨다. 두 번째, 'Leap Motion'사가 개발한 디바이스로 손동작을 3D 로 캡처하여 분석 후 애플리케이션에서 모션 컨트롤을 수행할 수 있는 Leap Motion 이 있다. Leap Motion 은 Kinect 와 비슷한 원리를 이용하였지만 Kinect 보다 감도가 200 배 정도 높으며 수치로는 약 100 분의 1 밀리미터의 움직임도 감지 가능하다. 센서 앞의 150도 반경 내에서 약 8ft³의 공간을 290FPS로 인식할 수 있다. 본 논문에서는 손동작을 인식하기 위한 고감도의 센서를 갖춘 Leap Motion 을 활용하여 새로운 제스처 인터페이스를 제안하고자 한다.

2. 립모션을 활용한 제스처 인터페이스 제안

Leap Motion 을 이용하여 제스처 인터페이스를 구성할 경우 다양한 장점이 있다. 첫째, 기존의 마우스를 통한 섬세한 조작과 터치스크린 방식의 편리한 조작을 함께 수행할 수 있다. 두 번째, Kinect 에 비하여 좁은 범위를 인식하지만 넓은 범위 인식으로 인하여 오차가 발생하는 문제점을 줄일 수 있어서 정확한 컨트롤이 가능하다. 세 번째, 복잡한 3D 데이터를 시각화하여 조작함으로써 3D 모델링이 손쉽게 가능하다.

Leap Motion 은 손이나 도구를 이용한 제스처를 인식하여 위치나 속도, 각도 등의 정보를 Frame 단위로 제공한다. 또한, Leap Motion 은 Circle, Swipe, Key Tap, Screen Tap 과 같은 네 가지의 정해진 제스처에 대하여 API 를 제공한다. 본 연구에서는 Leap

Motion 을 이용한 Gesture Interface 를 JAVA 를 이용하여 구현하였다.

2.1 Mode Selection

Leap Motion을 이용하면 앞서 언급했다시피 손뿐만 아니라 도구의 제스처를 인식하여 방향과 위치 등의 정보를 얻을 수 있다. 또한, 장치의 시야 범위 안에서 오로지 도구만을 추적하는 기능도 제공하고 있어 Tool API를 이용하여 도구 제스처 정보를 보다 정확하게 제공 받을 수 있다. Tool API는 손에 권 연필과 같은 도구를 Leap Motion에서 인식할 수 있게 한다. 본 연구에서 중요한 개념은 Tool API를 사용하여 연필이나 펜의 심 부분을 트래킹하여 제스처를 인식한다는 것이다. 그림 1은 본 연구의 기본 개념을 도식화한 그림이다. X-Z 좌표평면에서 Z- 방향으로 연필의 심을 이동하여 Z축과 연필의 장축이 평행하게 되면 Computer Control Mode가 실행된다. 그리고 X- 방향으로 연필의 심을 이동하여 X축과 연필의 장축이 평행하게 되면 Media Control Mode가 실행된다. 마찬가지로 Z+ 방향으로 연필의 심을 이동하여 Z축과 연필의 장축이 평행하게 되면 Customizing Mode가 실행된다.

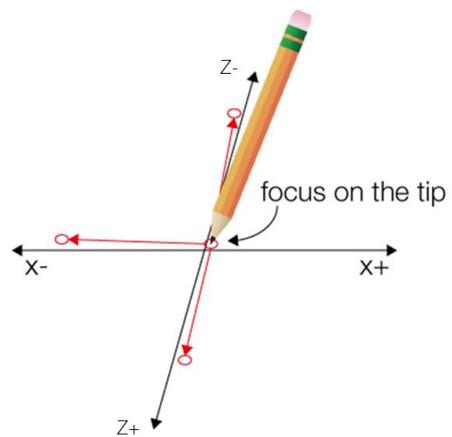


그림 1 Basic Concept

각 모드에 대한 자세한 설명은 다음과 같다. 먼저, 연필심을 Z- 방향으로 움직여 연필의 장축이 Z축과 평행한 상태가 되어 Computer Control Mode가 실행되면, 그림 2에서 보는 것과 같이 연필을 움직여 컴퓨터를 조작할 수 있게 된다. 다시 말해, 연필의 심이 컴퓨터 디스플레이 상의 마우스 커서의 역할을 하며 Move, Click, Scroll 등의 기능을 수행할 수 있다. Move 기능은 연필심을 이동함으로써 수행되고, Click 기능은 스크린을 터치하듯이 연필심을 모니터 방향으로 살짝 가져다 대면 수행된다. 그리고 Scroll

기능은 Leap Motion API 중 원을 그리는 제스처를 인식하는 Circle API를 활용하여 수행된다. 연필을 가지고 허공에 원을 그리면 Scroll을 조작할 수 있는 상태가 활성화되고 위아래 방향으로 Swipe하여 Scroll을 내리거나 올리고 다시 한번 원을 그리면 Scroll을 조작할 수 있는 상태가 비활성화 된다.

그 다음으로 연필심을 X- 방향으로 움직여 연필의 장축이 X축과 평행한 상태가 되어 Media Control Mode가 실행되면, 그림 3에서 보는 것과 같이 연필을 이용하여 사용자가 컴퓨터 상에서 재생되고 있는 미디어를 조작할 수 있게 된다. 연필의 장축이 X축과 평행한 상태에서는 재생, 정지, 되감기, 빨리 감기 등의 기능을 수행할 수 있는 Pop-up 메뉴가 나타나게 되며, 그 상태에서 연필심을 살짝 위, 아래, 오른쪽, 왼쪽 방향으로 이동하면 선택한 방향에 따른 Media Control 기능이 실행된다.

마지막으로 그림 4는 Customizing Mode를 나타낸다. Customizing Mode란 사용자가 미리 설정해 놓은 Action을 수행할 수 있는 Mode이다. 연필의 심을 Z+ 방향으로 이동하면 Media Control Mode와 마찬가지로 Pop-up 메뉴가 나타나게 된다. 사용자가 선택한 Action을 취하게 된다.

2.2 Media Control Mode

앞서 언급한 Computer Control Mode, Media Control Mode, Customizing Mode 중 데스크톱을 사용하는 학습 환경 하에서 가장 적절한 Mode인 Media Control Mode에 대해 좀 더 살펴볼 것이다.

손에 쥔 연필을 이용하여 Media Control Mode가 실행되면 사용자는 Context 기반의 인터랙션을 할 수 있다. 이는 Visual Feedback의 형태로 구현된다. 다시 말해, 손에 쥔 연필로 인해 발생하는 이벤트를 감지하고, 이벤트에 해당하는 Pop-up 메뉴를 띄워 원하는 기능을 실행하는 것이다. 이처럼 사용자는 연필을 통해 Windows Media Player를 조작하게 되는데, 그 작동 방법 및 원리는 그림 5, 그림 6, 그림 7과 같이 단계별로 간단하게 설명할 수 있다.

- Step 1 - 사용자가 X- 축 방향으로 연필심을 이동한다.
- Step 2 - 연필의 장축이 X축과 평행한 상태가 되면 Media Control 메뉴화면이 실행된다.
- Step 3 - 연필의 심을 상하좌우 방향으로 이동하면 각 방향에 해당하는 기능을 실행할 수 있다. 예를 들어 연필의 심을 아래 방향으로 향하게 하면 Stop 기능이 실행된다.

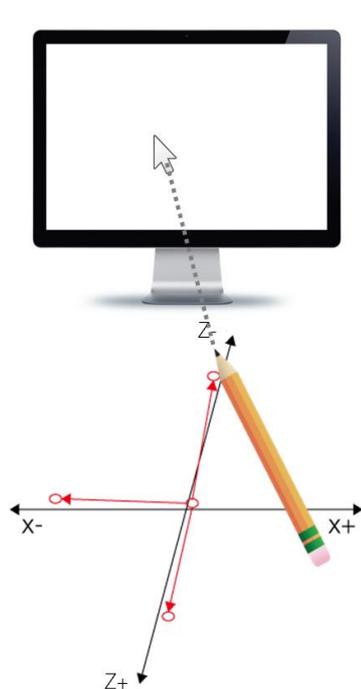


그림 2 Computer Control Mode

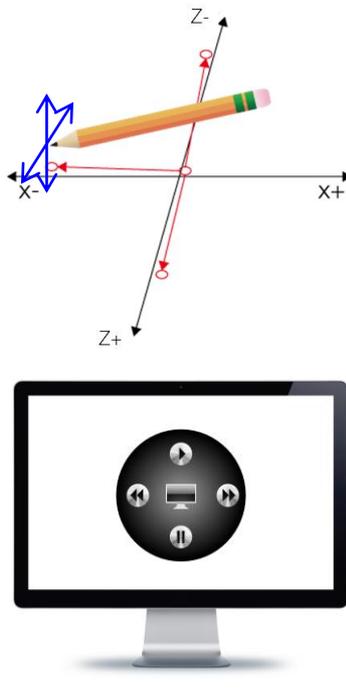


그림 3 Media Control Mode

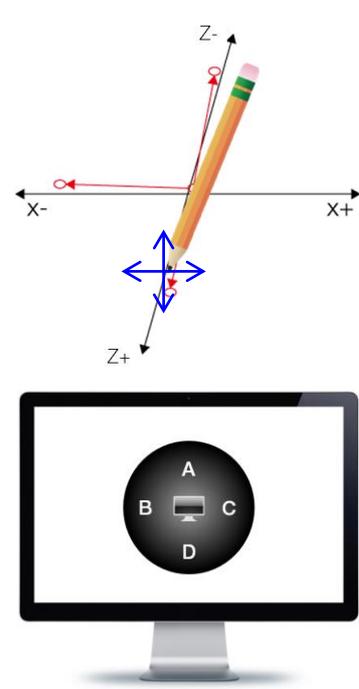


그림 4 Customizing Mode

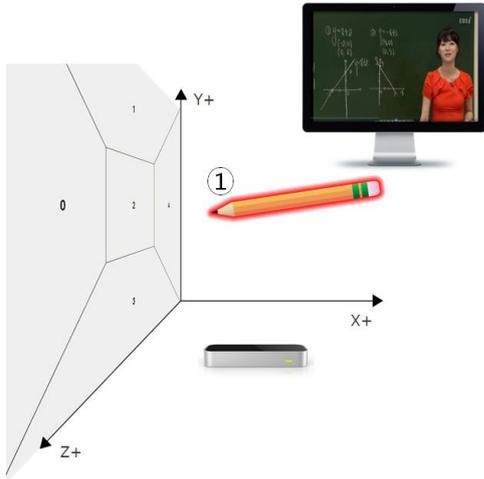


그림 5 Media Control Mode – Step 1

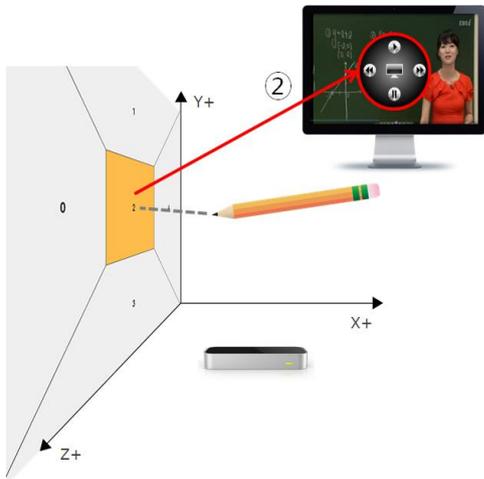


그림 6 Media Control Mode – Step 2

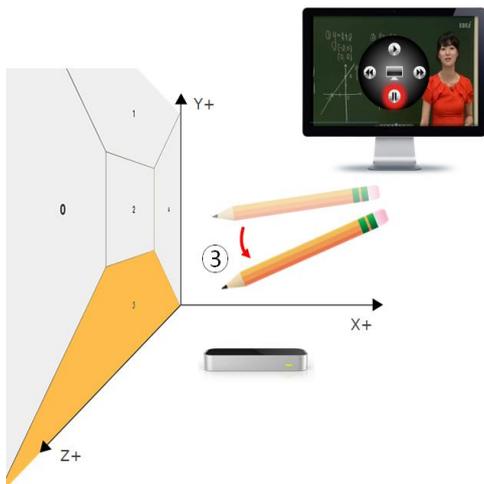


그림 7 Media Control Mode – Step 3

3. 실험 및 결과

본 연구에서 고안한 기본 아이디어를 기반으로 제스처 인터페이스를 구현하였다. 앞서 제안한 Media Control Mode 에서 각 제스처에 대한 성능을 평가하기 위하여 Initialization, Play, Stop, Fast Forward, Rewind 등 5 가지 패턴에 대한 인식률을 측정하여 표 1 에 결과 값을 나타내었다. Initialization 에 대한 인식률이 92%로 가장 높았다. Rewind, Fast Forward 에 대한 인식률은 각각 79%, 78%로 다른 패턴에 비해 인식률이 낮게 나오는 것을 확인할 수 있는데, 이는 연필을 잡고 있는 사용자의 손가락이 인식률에 영향을 미치는 것이라 판단된다.

표 1 각 패턴에 대한 인식률

Posture	Performance (%)
Initialization	92 %
Play	85 %
Stop	87 %
Rewind	79 %
Fast Forward	78 %

또한, 컴퓨터 및 마우스를 이용하는 일반적인 학습 환경에서의 Task 와 본 연구에서 제안한 Leap Motion 을 활용하여 구현된 Natural User Interface 를 이용하는 학습 환경 Task 를 설계하여 각 Task 의 Performance 를 비교하는 사용성 평가 실험을 진행하였다. 피험자에게 주어진 Task 는 인터넷 강의 동영상을 시청하는 도중 잠깐 동영상을 멈추었다가 이내 다시 재생하는 것이다.

해당 사용성 평가 실험은 다음과 같은 조건 하에서 진행되었다.

표 2 사용성 평가 실험 조건

평가 기간	2014년 5월 30일 ~ 2014년 6월 11일
평가 대상	20대 중, 후반 남녀
평가 범위	TASK 수행 속도 측정, TASK 수행 후 인터뷰
평가 인원	15명



그림 8 Mouse 를 사용하는 학습 환경 Task

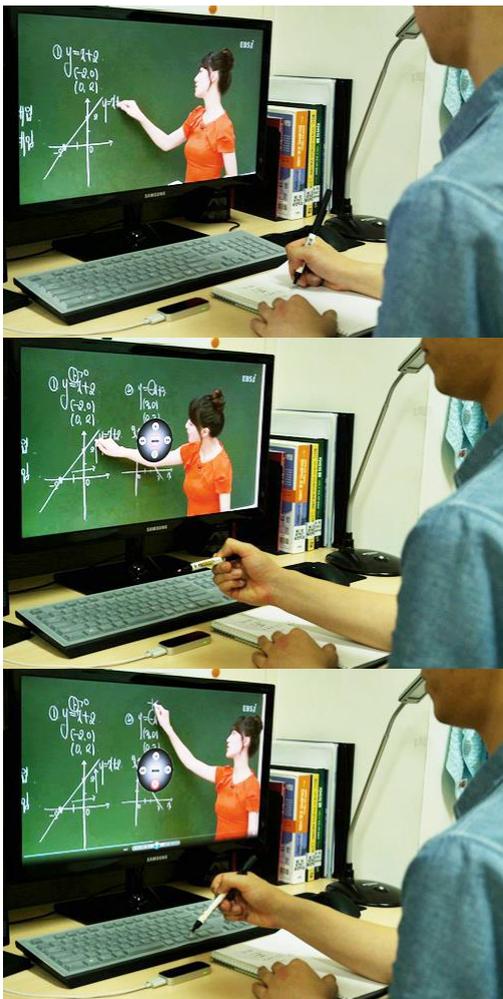


그림 9 Leap Motion 을 활용하여 구현된 NUI 를 이용하는 학습 환경 Task

표 3 Task 수행 속도 측정 결과

피험자	마우스 이용 TASK 수행	Leap Motion 이용 TASK 수행
	총 수행시간(초)	총 수행시간(초)
A.1	4.64	2.01
A.2	5.47	2.97
A.3	5.38	3.39
A.4	5.26	2.41
A.5	5.44	2.72
A.6	6.15	3.57
A.7	4.17	3.24
A.8	5.87	3.52
A.9	6.02	3.39
A.10	4.98	2.88
A.11	5.61	2.29
A.12	4.85	2.76
A.13	5.09	3.45
A.14	6.28	3.03
A.15	5.67	2.41
평균	5.39	2.94
표준편차	0.56	0.48
일률	0.19	0.34

표 3 Task 수행 속도 측정 결과를 보면 마우스를 이용하는 Task 수행의 일률은 0.19 이고, Leap Motion 을 이용하는 Task 수행의 일률은 0.34 로 측정된 것을 확인할 수 있다. 이는 Leap Motion 을 이용한 Task 가 마우스를 이용하는 Task 에 비해 약 1.78 배 높은 Task 수행 속도를 보인다는 것을 의미한다. 그리고 사용성 평가 실험에서 피험자들은 Task 수행 후 인터뷰에서 Leap Motion 을 활용하여 구현된 NUI 에 대해 다소 낯설기는 하지만 대체로 편리하다는 의견을 보였다.

표 4 Task 수행 후 인터뷰

피험자	사용성 평가 후 인터뷰 내용
A.4	펜을 든 상태로 바로 정지할 수 있어서 편하다.
A.7	다소 낯설었지만, 적응되면 더 편할 것 같다.
A.8	한 두 차례 오류가 발생했지만, 결과적으로 사용성이 좋다.
A.11	다양한 제스처를 활용한 기능 추가가 있었으면 좋겠다.
A.14	설정된 제스처가 불편하다. 제스처 설정도 사용자가 할 수 있었으면 좋겠다.

참고 문헌

- [1] 박기창, 서성채, 정승문, 강임철, 김병기, “GUI 어플리케이션 제어를 위한 제스처 인터페이스 모델 설계”, 한국콘텐츠학회논문지, 제 13 권, 제 1 호, pp.55-63, 2013.
- [2] 이상수, 이진표, “내추럴 유저 인터페이스디자인 모델”, 한국 HCI 학회논문지, pp.962-965, 2011.
- [3] 임창주, 정윤근, “동작인식 기반 내추럴 유저 인터페이스에 대한 사용성 평가”, 한국재활복지 공학회논문지, pp.183-187, 2013.
- [4] Kinect for Windows home page, <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows>
- [5] Leap Motion home page, <http://www.leapmotion.com/>

4. 결론

키보드, 마우스 및 필기구를 동시에 이용하는 학습 환경에서 세 가지 입력장치를 번갈아 가며 사용하는 경우 사용자의 집중력을 흐트러뜨리기 쉽다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 손에 잡고 있는 연필을 Leap Motion 을 통해 트래킹하여 제스처를 인식하는 사용자 인터페이스를 제안하였다. 해당 사용자 인터페이스를 구현하여 마우스를 이용하는 기존의 방식과 비교하는 실험을 수행하였다. 실험을 통해 데스크톱 컴퓨팅 환경에서 최소의 입력장치로 작업 능력을 향상시키는 결과를 얻을 수 있었다. 제안된 사용자 인터페이스는 기존의 제스처 인식 기반 사용자 인터페이스와는 달리 사용자가 적합한 제스처를 기억해내야 하는 부담이라든지 추가적인 제스처 학습에 대한 부담이 없어 직관적이고 간단하다는 특징이 있고, 자연스러운 사용자-컴퓨터 인터랙션을 제공한다. 또한, 인터페이스를 통해 기존에 사용자가 애플리케이션에서 사용하지 못했던 특정 동작을 유도해내어 새로운 사용자 경험을 제공할 수 있다. 본 논문에서 제안한 제스처 인터페이스를 학습 환경에서 더 나아가 다양한 분야에 적용시킴으로써 저비용으로 효과적인 사용자 경험을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

사사의 글

이 연구는 2014 년도 산업통상자원부의 ‘창의산업융합 특성화 인재양성 사업’의 지원을 받아 연구되었음.