

## MEMS 기반 손가락 착용형 컴퓨터 입력장치

김창수<sup>1\*</sup> · 정세현<sup>2</sup>

### A MEMS-Based Finger Wearable Computer Input Devices

Chang-su Kim<sup>1\*</sup> · Se-hyun Jung<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

<sup>2</sup>Corp. Klickwave, Daejeon 35316, Korea

#### 요 약

각종 센서 기술의 발달로 일반 사용자들이 스마트폰, 콘솔게임기와 같은 동작인식 장치를 접해 볼 수 있는 환경이 증가하면서 동작인식 기반 입력장치에 대한 사용자 요구가 증가하는 추세이다. 기존 동작인식 마우스는 소형으로 제작이 되어 버튼을 조작하는데 어려움이 있으며, 동작인식 기술을 커서의 포인팅에만 사용되어 동작인식 기술을 적용에는 한계가 있다. 이에 본 논문에서는 MEMS 기반 동작인식 센서를 이용, 인체의 2지점(엄지와 검지)의 동작을 인식하여 동작데이터와 제어신호를 생성하고, 생성된 제어신호를 무선 송신하는 컴퓨터 입력장치에 관해 연구하였다.

#### ABSTRACT

The development of a variety of sensor technology, users smart phone, the use of motion recognition apparatus such as a console game machines is increasing. It tends to user needs motion recognition-based input device are increasing. Existing motion recognition mouse is equipped with a modified form of the mouse button on the outside and serves as a wheel mouse left and right buttons. Existing motion recognition mouse is to manufacture a small, there is a difficulty to operate the button. It is to apply the motion recognition technology the motion recognition technology is used only pointing the cursor there is a limit. In this paper, use of MEMS-based motion recognition sensor, the body of the two-point operation data by recognizing the operation of the (thumb and forefinger) and generating a control signal, followed by studies on the generated control signal to a wireless transmitting computer input device.

**키워드** : 동작인식, 동작인식센서, 가속센서, 컴퓨터 입력장치, 자이로센서

**Key word** : Motion Recognition, Motion Recognition Sensor, Acceleration Sensor, Computer Input Device, Gyro Sensor

Received 18 May 2016, Revised 27 May 2016, Accepted 08 June 2016

\* Corresponding Author Chang-Su Kim(E-mail:ddoja@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5891)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.6.1103>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

각종 센서 기술의 발달로 일반 사용자들이 스마트폰, 콘솔게임기(닌텐도 Wii)와 같은 동작인식 장치를 접해 볼 수 있는 환경이 증가하면서 동작인식 기반 입력장치에 대한 사용자 요구가 증가되고 있다[1-4].

일반적으로 반도체 센서들을 이용한 전자기기 및 컴퓨터는 버튼(button), 휠(wheel) 등을 조합한 마우스의 입력에 의해 제어된다. 이러한 전자기기 및 컴퓨터의 입력장치 중 하나인 마우스는 초기의 볼 마우스부터 광 마우스 및 레이저마우스 형태의 유선 마우스로 발전되었고, 현재에는 유선의 한계를 뛰어넘은 무선 마우스가 개발되고 있으며, 그 기능 및 형태가 다양한 무선 마우스들로 개발되고 있다[5-7].

한편, 최근에는 전자기기 및 컴퓨터 등을 제어하기 위한 제어장치들이 반도체 기술의 비약적인 발전과 사용자들의 요구에 맞추어 인체의 움직임을 이용하여 전자기기 및 컴퓨터를 제어할 수 있는 입력장치들이 개발되고 있다.

이러한 입력장치들은 초기에는 단순히 버튼 만으로 구성되어 있었지만, 현재 버튼은 물론 조이스틱(Joystick), 휠 등을 조합하는 등 다양한 방법으로 전자기기를 제어할 수 있도록 진화하고 있으며, 특히 가속도 센서, 자이로 센서 및 지자기 센서와 같은 관성 센서들을 탑재하여 인체의 움직임을 이용하는 제어방법이 활발히 개발되고 있다[8, 9].

인체의 움직임을 인식하여 전자기기 및 컴퓨터를 제어할 수 있도록 하는 센서 들을 이용하여 인체의 움직임을 감지하고 이를 전자기기 및 컴퓨터를 제어하기 위한 제어신호로 변경하기 위한 시스템이 복잡하다는 문제점이 있다.

더욱이, 이러한 인체의 움직임을 인식하여 전자기기 및 컴퓨터를 제어하기 위한 제어장치 들은 높은 가격대를 형성하고 있고, 사용자가 사용법을 새로이 익혀야 하기 때문에 매우 번거로울 뿐만 아니라 사용자가 사용법을 완전하게 익히지 못하면 제어장치의 기능을 충분히 사용하지 못하는 문제점이 있다.

이에 본 논문에서는 MEMS 기반 동작인식 센서를 이용, 인체의 2지점(엄지와 검지)의 동작을 인식하여 동작데이터를 생성하고 이를 기초로 하여 사전 결정된 매칭테이블(커서이동 및 마우스 버튼 이벤트)과 비교, 판

단하여 제어신호를 생성하고, 생성된 제어신호를 무선 송신하는 컴퓨터 입력장치에 관해 연구하였다.

## II. 관련 기술

동작인식기술은 크게 비접촉식 방식과 접촉식 방식으로 나뉘는데 비접촉 방식은 카메라를 이용한 동작인식 방법이라 할 수 있으며, 접촉 방식은 센서를 움직임 을 인식하는 장소에 부착하여 동작을 인식하는 방식이다[10].

현재 비접촉식 동작인식 기술은 인식 정밀도가 향상 되어지고 있지만, 인식 공간의 제약이 있어 활용범위가 제한적이다. 카메라를 이용한 동작인식 방식은 디지털 카메라로 촬영한 영상을 분석하여 동작을 인식/해석하는 방식으로 Microsoft사의 키넥트, Sony사의 플레이스테이션 무브에 사용되는 기술이다[6,8,10].

접촉 방식은 Nintendo사의 Wii 리모컨과 스마트 TV 리모컨이 대표적인 제품이라 할 수 있다.

가속도 센서를 이용하여 컴퓨터 마우스의 커서를 매칭하고 터치스위치로 마우스 버튼을 매칭 시킨 기존의 제품은 공중에서 사용할 수 있다는 장점이 있지만, 버튼이 소형으로 장착되어 있어 조작이 용이하지 않다는 한계가 있으며, 제품의 외형 및 버튼의 역할, 위치변경으로 새로운 사용법을 익혀야 하는 단점이 있다[7].

반지형태의 입력장치가 존재하지만 모바일기기(예, 스마트폰)에 특화가 되어있어 컴퓨터 입력장치(마우스)로는 한계를 보이고 있다[3,10].

## III. 시스템 설계

### 3.1. 개발 플랫폼 H/W 설계

마우스 버튼 클릭 동작에 부합하는 손가락 움직임(Tap 동작)을 인식할 수 있는 감도를 가진 가속도 센서 및 자이로 센서가 필요하다. 2개의 MEMS센서의 출력 값을 읽어들이어 PC에 전송 할 수 있는 개발 플랫폼 제작 하여 MCU로는 ATMEGA128를 사용하며 I2C로 센서와 통신하고 PC와 RS232로 통신 한다.

그림 1의 개발 플랫폼과 센서보드를 활용하여 MEMS센서의 Rawdata를 획득하고 이를 토대로 윈도

우 OS드라이버에서 사전에 결정된 동작인식 매칭 테이블과 비교, 판단하여 검지와 중지의 동작을 인식한다.

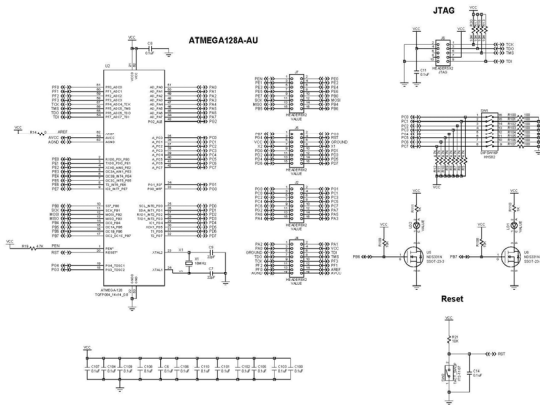


Fig. 1 Development platform HW circuit diagram

### 3.2. 개발 플랫폼 펌웨어 설계

가속도 센서와 자이로 센서의 값을 I2C로 읽어 Rawdata를 PC로 전송한다. 한 쌍의 센서보드의 출력 값을 MCU에서 읽어 이를 윈도우 OS드라이버로 전송하고 일반적인 3축가속도 센서의 감도 스케일은  $\pm 1.5g$  ( $\pm 1mg$ ) ~  $\pm 16g$  ( $\pm 3mg$ )이지만 본 논문에서는  $\pm 1.5g$  ( $\pm 1mg$ ) 이하의 영역을 사용하여 감도를 1mg단위로 세밀하게 측정할 수 있다.

3축자이로 센서를 사용하며 감도 스케일은  $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$ ,  $\pm 2000^\circ/sec$ 이며  $\pm 250$ 일 때  $131LSB/(^\circ/s)$ 의 특성을 갖게 된다. 마우스 버튼 클릭 동작(Tap 동작)의 가속도는 대략  $30mg \sim 78mg$ 이며 16bit 가속도 센서의 LSB는  $16,384LSB/g$ 이다.

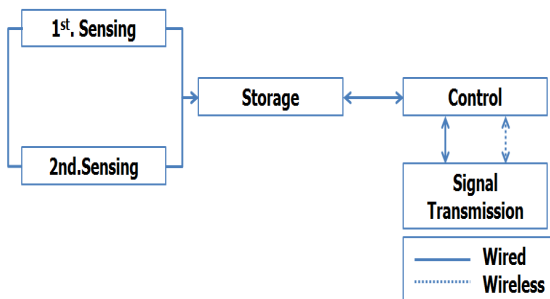


Fig. 2 Diagram of a control device of an input device

그림 2는 컴퓨터 입력장치를 설명하기 위하여 간략하게 나타낸 구성도이다.

제 1 감지부 및 제 2 감지부는 인체, 즉 사용자의 손가락에 장착된다. 제 1 감지부는 인체의 제 1 지점(예컨대, 검지)에 장착되어 제 1 지점의 움직임을 인식하고, 제 2 감지부는 인체의 제 2 지점(예컨대, 중지)에 장착되어 제 2 지점의 움직임을 인식한다.

본 논문에서는 컴퓨터 입력장치는 검지와 중지손가락 각각에 장착되는 것으로 가정하였지만, 컴퓨터 입력장치를 이용하여 제어하는 컴퓨터의 종류 및 컴퓨터 입력장치를 이용하여 제어하고자 하는 목적에 따라 변경될 수 있다. 즉 본 논문에서 설계한 컴퓨터 입력장치는 인체의 손가락이 아닌 발가락 등 신체의 어떤 부위에도 장착될 수 있다.

제 1 감지부 및 제 2 감지부 각각은 관성 센서로 구성될 수 있으며, 특히 자이로 센서, 가속도 센서 및 지자기 센서 중 적어도 어느 하나로 구성될 수 있다.

본 논문에서는 제 1 감지부 및 제 2 감지부에는 자이로 센서 및 가속도 센서를 적용하였다. 이에 따라, 컴퓨터 입력장치는 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 자이로 센서 및 가속도 센서가 구성함으로써 3축(x축, y축, z축) 상으로 이동되는 컴퓨터 입력장치의 3차원 움직임을 감지할 수 있다. 컨트롤부는 입력장치를 컨트롤하기 위한 컨트롤 신호를 생성한다. 컨트롤부에서 제 1 감지부와 제 2 감지부에 의해 생성된 제 1 지점의 제 1 움직임데이터와 제 2 지점의 제 2 움직임데이터의 조합을 미리 설정된 데이터(컨트롤 신호 테이블)와 비교 판단하여 입력장치를 제어하기 위한 제어신호를 생성할 수 있다.

컨트롤부는 미리 설정된 신호 테이블에 따라 저장부에 저장된 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 제 1 움직임데이터와 제 2 움직임데이터의 조합에 해당하는 컨트롤 신호를 생성하여 입력장치를 제어할 수 있다. 이러한 컨트롤 신호 테이블은 그림 3에서와 같이 컴퓨터 마우스 동작에 대응하는 컨트롤 신호로 구성될 수도 있다.

신호 송신부는 컨트롤부에 의해 생성된 컨트롤 신호를 전자기기로 전달할 수 있다. 신호 송신부는 컨트롤부에 의해 생성된 컨트롤 신호를 컴퓨터에 근거리 통신 방식을 이용하여 전송할 수 있다. 이때, 신호 송신부의 근거리 통신 방식은 별도의 WiFi 등을 이용한 무선 통신 방식일 수도 있고, 별도의 케이블을 통한 유선 통신 방식일 수도 있다.

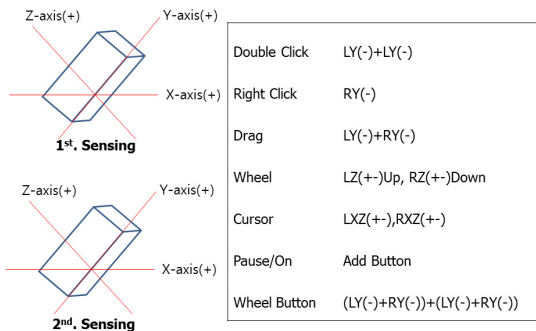


Fig. 3 Signal table

저장부는 인체의 제 1 지점 및 제 2 지점에 대한 움직임을 기억한다. 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 의해 감지된 인체의 제 1 지점 및 제 2 지점에 대한 움직임을 기억하고, 기억된 움직임을 패턴화 하여 저장한다.

저장부는 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 의해 감지되는 움직임은 단순히 움직임뿐만 아니라, 제 1 지점 및 제 2 지점이 움직인 시간, 움직인 속도 등 움직임 유무에 관한 다양한 정보를 저장할 수 있다. 이때, 저장부에 저장되는 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임은 각각 저장될 수도 있고, 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임이 상호 조합되어 저장될 수도 있다.

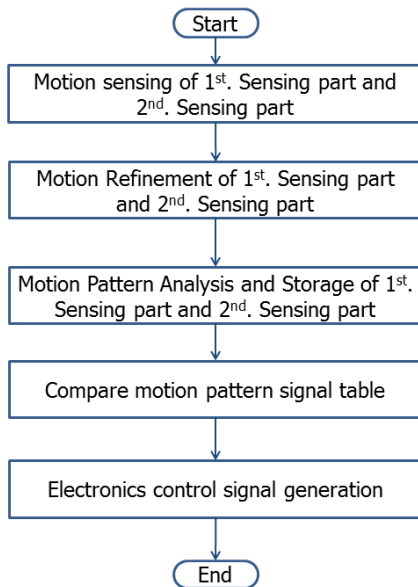


Fig. 4 Operation flowchart of the computer input device

그림 4는 인체의 움직임을 이용한 컴퓨터 입력장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도이다. 인체의 제 1 지점 및 제 2 지점에 각각 장착된 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임을 센싱한다.

이에 따라, 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 대응하는 제 1 움직임데이터와 제 2 움직임데이터가 생성될 수 있다. 그 다음, 컨트롤부에서 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 의해 얻어진 움직임데이터, 즉 제 1 움직임데이터 및 제 2 움직임데이터에 대한 보정을 수행한다.

제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임에 대한 보정을 반드시 수행할 필요는 없다. 하지만 제 1 감지부 및 제 2 감지부가 장착되는 인체는 정적이지 않고 동적인 상태이므로 인체의 움직임, 즉 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 대한 보정이 반드시 수행하여야만 정확한 위치 및 움직임의 형태를 파악할 수 있으므로, 움직임에 대한 보정을 수행한다.

움직임에 대한 보정을 수행한 이후 저장부를 통해 제 1 감지부 및 제 2 감지부에 대해 감지된 움직임의 결과를 패턴을 분석하여 저장한다. 만약, 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 동일한 움직임을 수행할 경우, 저장된 움직임의 패턴을 근거로 하여 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임을 판단할 수 있다.

움직임을 판단한 후 컨트롤부에 의해 저장된 제 1 감지부 및 제 2 감지부의 움직임 패턴과 미리 설정된 신호 테이블을 비교한다. 제 1 감지부 및 제 2 감지부로부터 생성된 제 1 움직임데이터 및 제 2 움직임데이터의 조합과 미리 설정된 컨트롤 신호 테이블과 비교 판단한다.

그 다음, 미리 설정된 컨트롤 신호 테이블과 제 1 움직임데이터 및 제 2 움직임데이터의 조합에 해당되는 제어신호, 즉 전자기기 컨트롤 신호를 생성한다. 생성된 컨트롤 신호는 신호 송신부를 통해 입력장치로 전송한다.

#### IV. 실험

##### 4.1. MEMS센서의 출력 DATA 측정

MEMS센서의 가속도센서 및 자이로센서 출력값의 측정을 위해 상기에서 제작한 개발 플랫폼 및 센서보드의 MEMS센서(MPU9150)의 아날로그 출력값을 ADC로 입력 받아 RS232로 PC와 통신한다.

가속도센서와 자이로센서를 분리 측정하여 출력특성을 파악하고 가공, 조합하여 신호처리하고 사용 시 가속도센서의 시작점을 지면과 45° 기울어진 상태이므로 가속도센서 측정을 센서보드를 45° 기울인 상태에서 측정하였다. 그림 5는 측정된 가속도 센서 출력데이터이다.

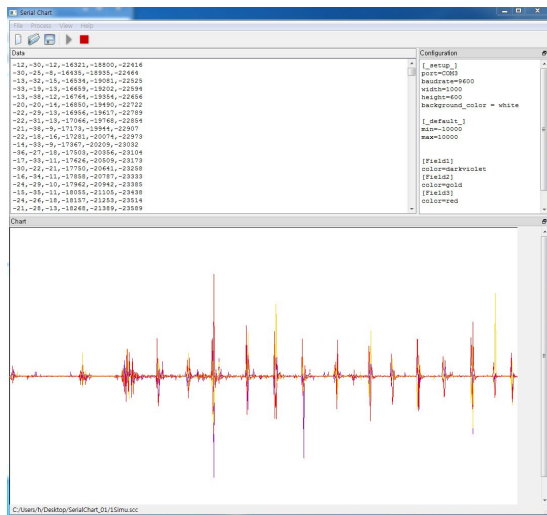


Fig. 5 Acceleration sensor output DATA measurement

가속도센서는 X축, Y축, Z축 방향으로 대부분 폭의 변화를 보였으나, 가속도센서는 이벤트(클릭, 더블클릭,..)를 인식하는 용도로 사용하므로 이중 제일 변화폭이 큰 Y축의 출력값을 가공하여 사용 하고 선정된 Y축 출력값을 속도로 변환하여 적용하면 피크값이 증가하여 동작의 인식 판단을 용이하게 할 것으로 예상된다.

저장된 가속도센서에서 출력되는 가속도 값을 분석하여 사용자가 의도하는 입력 동작에 따른 기준 가속도 값을 결정하고, 기준 가속도 값이 되도록 출력 가속도 값을 보정할 수 있다.

예를 들면, 마우스 클릭 동작에 따른 가속도 값, 마우스 스크롤 동작에 따른 기준 가속도 값을 결정하고 출력된 가속도 값을 결정된 가속도 값이 기준 가속도 값과 동일하도록 보정할 수 있다. 이에 따라, 사용자가 동일한 입력 동작을 수행하는 경우, 가속도 센서에서 출력되는 가속도 값을 기준 가속도 값과 비교하여 오차 범위에 있는 경우에는 사용자가 의도하는 입력 동작과 일치하는 기준 가속도 값이 되도록 출력 가속도 값을

보정해 줌으로써 사용자의 입력 동작에 따른 전자기기의 제어가 잘못되는 것을 방지할 수 있다. 그림 6은 측정된 자이로 센서 출력데이터이다.

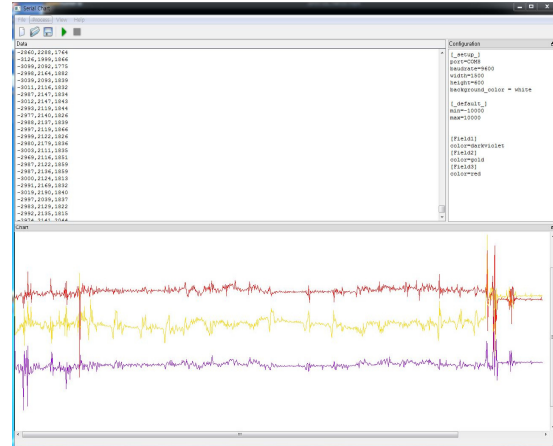


Fig. 6 gyro sensor output DATA measurement

센서의 Rawdata를 가공하여 신호처리 함. 즉 변위값을 1회 적분하여 속도를, 2회 적분하여 위치값을 도출할 수 있음. 이를 이용하면 센서의 Rawdata값보다 높은 Peak값으로 동작인식 할 수 있다.

## V. 결 론

인체의 움직임에 이용한 컴퓨터 입력장치는 손가락에 대한 움직임을 감지하고 감지된 손가락에 대한 움직임을 기억하고, 기억된 움직임을 패턴화하여 저장하는 저장부와 손가락에 대한 움직임 패턴에 기초하여 전자기기를 컨트롤하는 컨트롤 신호를 생성하는 컨트롤부를 포함하며, 자이로센서 또는 가속도센서에서 각각 출력되는 각속도 값 또는 가속도 값을 입력 동작에 따른 기준 각속도 값 또는 기준 가속도 값이 되도록 보정할 수 있다.

본 논문에서 설계한 플랫폼은 인체의 움직임을 이용한 컴퓨터 입력장치는, 인체의 움직임을 이용하여 입력장치를 제어하기 때문에, 사용자가 별도로 제어장치의 사용법을 익히지 않고도 손쉽게 입력장치를 제어할 수 있다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work (Grants No.C0298436) was supported by Business for Cooperative R&D between Industry, Academy, and Research Institute funded Korea Small and Medium Business Administration in 2015.

## REFERENCES

- [ 1 ] S. K. Heo, G. H. Lee, "A Method of Augmenting Touch Input on Mobile Devices with Finger-Controlled Touch Screen Using a Built-in Accelerometer," *Human Computer Interaction* 2011, pp.261- 263, 2011.
- [ 2 ] J. G. Lee, J. H. Kim, T. Y. Kim, "Fingertip Extraction and Hand Motion Recognition Method for Augmented Reality Applications," *JOURNAL OF KOREA MULTIMEDIA SOCIETY*, vol. 13, no. 2, pp.316-323, 2010.
- [ 3 ] G.M Rebeiz, *RF MEMS: theory, design, and technology*, Hoboken, NJ:John Wiley & Sons, 2004.
- [ 4 ] V. Kaajakari, *Practical MEMS: Design of microsystems, accelerometers, gyroscopes, RF MEMS, optical MEMS, and microfluidic systems*, Las Vegas, NV: Small Gear Publishing, 2009.
- [ 5 ] C. M. Ho, Y. C. Tai, "Review: MEMS and its applications for flow control," *Journal of Fluids Engineering*, vol. 118, no.3, pp. 437-447, Sep.1996.
- [ 6 ] Fröhlich, Bernd, and John Plate. "The cubic mouse: a new device for three-dimensional input," *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM New York, pp. 526-531, 2000.
- [ 7 ] B. Evans, J. D. Logan, System and method for emulating a mouse input device with a touchpad input device, US Patent 5,327,161, Patent and Trademark Office, Washington D.C., 1994.
- [ 8 ] P. Jiang, Computer Input Device, US Patent 20,160,062,643. Patent and Trademark Office, Washington D.C., 2016.
- [ 9 ] R. Malaviya, A. Narayanan, Computer input device power savings, US Patent 9,229,517. 5. Patent and Trademark Office, Washington D.C., 2016.
- [10] W. B. Lee, "Implementation of non-Wearable Air-Finger Mouse by Infrared Diffused Illumination," *The journal of the institute of internet, broadcasting and communication*, vol. 15, no. 2, pp.167-173, Apr. 2015.



김창수(Chang-Su Kim)

1996년 배재대학교 전자계산학과(이학사)  
 1998년 배재대학교 전자계산학과(이학석사)  
 2002년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
 2005년~2010년 청운대학교 인터넷학과  
 2013년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 조교수  
 ※관심분야 : 멀티미디어문서정보처리, 차세대 인터넷, USN, 모바일 웹서비스



정세현(Se-Hyun Jung)

1997년 한남대학교 전자공학과(이학사)  
 2001년 (주)웅진코웨이 R&D 근무  
 2010년 SK네트웍스 대전지사 기술부  
 2014년 (주)지성이엔지 R&D  
 2014년~현재 클릭웨이브 대표  
 ※관심분야 : IoT, Embedded system, Firmware, H/W design