

각속도 및 광 센서를 이용한 헤드 마우스와 영상을 이용한 Quick glance의 비교

Comparison of head mouse system based on gyro and opto sensors with Quick glance using vision system

*박민제, **김수찬

*Minje Park, **Soochan Kim

Abstract - 본 연구에서는 자동차 사고나 뇌졸중 등에 의해 경추 이하의 마비나 손, 발 등의 움직임은 자유롭지 않은 사람들의 컴퓨터 사용을 돋고자 손이나 발을 이용하지 않고 머리의 움직임과 눈의 깜박임으로 컴퓨터 마우스 제어가 가능한 장치를 제안하였다. 마우스의 좌우, 상하 이동은 각속도 센서를 이용하여 머리의 움직임으로 유발하고, 클릭과 더블 클릭은 광 센서를 시야를 방해하지 않는 위치에 장착하여 감지할 수 있도록 하였다. 제안한 마우스를 Quick Glance를 이용한 것과 비교해 보고 문자를 입력함에 있어 dasher을 이용하는 것과 원도우에서 제공하는 화상키보드를 이용하는 것을 비교해 보았다. 공간 이동 능력과 이벤트 검출을 비교한 실험에서는 좌우, 상하 이동은 기존 마우스와 비교하여 속도 면에서는 큰 차이는 없었으나, 정확도가 조금 떨어지는 이유로 인하여 소요시간이 3~4배 정도 더 필요하였다. 그러나 Quick glance와 비교결과에서는 약 14%정도 빠랐고 dasher을 이용하여 문자를 입력함에 있어서도 약 32% 이상 빠르게 문자를 입력할 수 있었다. 실험 결과 눈이 쉽게 피로해지는 Quick glance를 이용하는 것보다 제안한 마우스를 사용하는 것이 더 효과적이었다.

Key Words :Human Computer Interface, eye mouse, gyro sensor, face pose.

1. 서 론

컴퓨터 대중화와 인터넷의 확대는 많은 사회적 변화를 가져왔다. 과거에는 공간적인 이동이 불편하게 되면 본인의 생활이나 사회 생활에 치명적인 결점이 되었지만 정보화 사회로 되어감으로써 사회와 손쉽게 접촉할 수 있는 통로의 역할을 컴퓨터와 인터넷이 제공하게 되었다. 키보드 중심의 컴퓨터 입력 방식에서 지금은 GUI(Graphic User Interface)의 발전으로 키보드를 사용하지 않고서 마우스 조작만으로도 컴퓨터 사용이 가능할 정도이다. 이것은 정상인들뿐만 아니라 거동이 불편한 장애인들에게는 더욱 유용하다. 그러나 상지나 하지가 어느 정도 원활한 활동이 가능한 경우에는 큰 어려움이 없으나 중증 장애자의 경우는 혼자 힘으로 컴퓨터를 통한 사회와의 접촉이 여전히 쉽지 않다. 뿐만 아니라, 교통사고나 뇌졸중으로 인하여 전신 마비가 되었을 경우 특별한 컴퓨터 인터페이스 장치가 요구된다. 이러한 적절한 장비는 사지마비 장애인들이 컴퓨터를 통한 인터넷 및 기기 사용의 편리를 제공함으로써 새로운 지식의 습득과 사회와의 대화 창구를 제공해 줄 수 있을 뿐만 아니라 쇼핑이나 게임에서부터 업무까지 다양한 작업을 집이나 병원이라는 고정된 자리에서 가능하도록 도와준다^[1-3].

사지 마비 장애인들이 편리하게 컴퓨터를 조작하기 위해서는 손이나 발이 아닌 움직임이 가능한 목 이상의 부위를 사용한 인터페이스가 제공되어야 한다. 이와 관련된 인터페이스 방식으로는 기울기 센서(tilt sensor), 각속도 센서(gyro

sensor, inclinometer), 각속도 센서(accelerometer), 광, 영상, 자기장 센서, 그리고 초음파 등을 이용하여 머리 움직임을 감지하거나 혀의 움직임을 감지하는 직접적인 방법과 직접적인 움직임이 아닌 생체 전기 신호라 불리우는 뇌파(Electroencephalograph, EEG), 안전도(Electrooculograph, EOG), 근전도(Electromyography, EMG) 등을 이용하는 간접적인 방법이 있다^[4,5].

Chen 등의 연구에서는 기울기 센서를 이용하여 조이스틱과 같이 방향성 정보만을 얻어 상대적 좌표 제어(relative pointing method) 방식으로 안정적인 이동은 가능하였으나 마우스의 이동 속도 제어는 수행하지 않아 빠른 응답 시간을 기대하기는 어려웠다. 이벤트 처리는 sip & puff 스위치를 사용하여 클릭(click), 더블 클릭(double click), 드래그(drag)가 가능하였다^[2]. 엄광문 등은 각속도 센서 하나만을 이용하여 머리 움직임으로부터 마우스 이동과 이벤트를 구현하는 연구를 하였으나 더블 클릭과 드래그 기능의 구현은 하지 않았고, 머리 움직임이 빠르지 못하거나 누워서 사용할 경우에는 적합하지 않다^[3]. 영상을 이용한 방법으로는 사용자의 얼굴 영상만을 이용하여 마우스 포인터의 이동 및 클릭을 구현하는 Camera mouse와 EyeKeys와 같은 방법도 있으나 반응 속도가 기존 마우스에 비해서 느리고, 정확도와 정밀도가 낮다^[6].

지금까지의 장점과 단점을 분석한 결과 생체 신호보다는 움직임을 감지하는 기울기나 각속도 센서를 이용하는 것이 효과적이며, 이벤트를 위한 센서는 sip & puff와 같이 입에 직접 무는 형태는 위생상 문제가 있어 비접촉식이 용이하다는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 머리 움직임만 가능한 사용자를 위하여 반복사용에도 쉽게 피로하지 않고 반응속도와 오입력/오동작이 적고, 시스템 가격이 저렴한 조건을 만족하는 컴퓨터 마우스를 제안하고자 한다. 포인터 제어를 위해서는 각속

저자 소개

* 박 민 제 : 한경대학교 정보통신전공 석사과정

** 김 수 찬 : 한경대학교 생물환경정보통신전문대학원 조교수

도 센서를 실험해 보았고 마우스 이벤트는 눈 깜빡임을 광 센서로부터 측정하여 클릭, 더블 클릭을 추정하였다. 제안한 시스템의 성능은 마우스 이동, 이벤트, 그리고 이 둘을 종합하여 기존 마우스 그리고 Quick Glance(TM3, EyeTech Digital Systems, USA)와 직접적으로 비교하였다.

2. 실험 방법

2.1. 각속도 센서를 이용한 각도 검출

각속도 센서로부터 머리의 움직임에 대한 정보를 얻을 수 있으나 이로부터 마우스를 제어하기 위해서는 추가적인 후처리 과정이 필요하다. 일반 마우스의 경우와 같이 움직임에 따른 정보로부터 픽셀 정보로 변환하여 이를 컴퓨터에게 알려줘야 한다. 픽셀 정보를 알리는 방법으로 테이블릿과 같은 절대 좌표(absolute point) 방법과 일반적인 마우스와 같은 현재 위치에서 움직임 정도에 따라서 픽셀 값이 이동하는 상대 좌표(relative point) 방법이 있다.

각속도 센서의 출력은 초당 움직이는 각도이므로 적분 과정을 통해 각도 정보를 얻을 수 있다. 그러나 이 과정에서 미세한 직류 옵셋(offset)이나 노이즈 마진에 따른 오차 등도 함께 적분되므로 머리의 웅시 방향이 처음으로 되돌아오더라도 적분 값이 0이 되지 않아 마우스 포인터가 처음 시작점으로 돌아오지 않는다^[3].

언급한 문제점을 해결하는 방법으로 인위적으로 적분 에러를 초기화(reset)하여 없앨 수 있으나 추가적인 이벤트가 요구되므로 불편하다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 Evans 등과 같이 절대 좌표 방법 대신 상대 좌표 방법을 이용하였고, 선형적인 적분대신 데드 존을 갖는 지수 함수를 사용한 비선형 적분을 통하여 자연스러운 마우스 이동을 가능하도록 하였다.

1. 데드 존(dead zone): 머리가 움직이지 않더라도 각속도 센서의 노이즈 마진으로 인한 미세한 변화(마우스 포인터 떨림)가 발생되는데, 이를 제거하기 위하여 데드 존을 설정하였다.

2. 커서 이동: 노이즈 마진 편차 이상의 신호가 발생하면 $10x$ 의 지수 함수를 이용하여 작은 움직임에 대해서는 미세하게, 큰 움직임에 대해서는 더욱 크게 마우스 포인터를 이동시켜 정확도 및 정밀도를 높였다.

2.2. 마우스 이벤트 구현을 위한 광 센서

마우스 이벤트로는 클릭, 더블 클릭 그리고 드래그로 나누어 볼 수 있으나, 여기서는 클릭과 더블 클릭만을 구현하였다.

각 이벤트를 검출하는 방법으로 적외선 센서를 이용하였다. 광장대역이 880nm인 적외선 광원(SFH485P)과 광 센서(ST3311)를 사용하여 눈 깜박임으로 인한 반사광의 변화를 활용하였다^[7].

2.3. Quick Glance를 이용한 커서 이동 및 이벤트

Quick Glance는 880nm의 적외선 광센서를 카메라를 모니터 양쪽 설치하여 주변 빛의 영향을 받지 않고 얼굴영상을 받아 안구의 움직임과 눈 깜박임으로 커서를 이동하고 이벤트를 구성한다. Calibration을 하여 초점을 맞추어 사용하여야 한다. 여러분 Calibration하여 정확도를 높였다^[8].

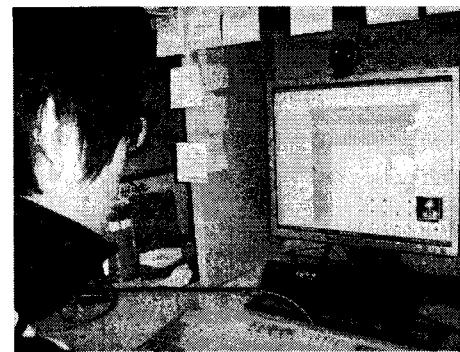


그림 1. Quick glance를 이용하는 모습

2.4. Dasher를 이용한 문자 입력

Dasher는 효율적으로 텍스트를 입력하는 인터페이스이다. 예를 들어 헤드마우스나 eyetracker를 이용하여 손을 사용하지 않고 텍스트를 입력할 수 있다. Dasher은 zooming interface이다. 커서를 원하는 곳으로 이동하면 줌인되면서 텍스트가 썬지게 되고 예측되는 다음 텍스트가 보여진다^[9].

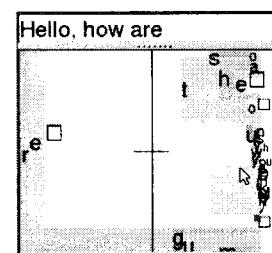


그림 2. Dasher 사용 예

3. 실험 결과 및 고찰

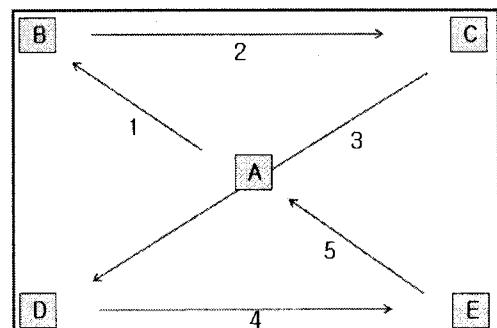


그림 3. 모니터의 웅시점

3.1. 마우스 이동 평가

마우스 이동 평가는 이동 속도, 정확도, 그리고 이동의 정밀성 등을 모두 고려해야 한다. 평가에 참여한 사람은 총 10명으로 매 실험에 대하여 3회 반복하였다. 이동 속도 평가를 위해서 그림 3과 같이 화면에 5개의 포인트를 설정하여 A 지점을 시작으로 B->C->D->E 각 포인트를 거쳐 이동하여 다시 A 지점으로 올 때까지의 시간을 측정하였다. 모니터의 좌측 상을 0,0으로, 우측 하를 1279x1023로 설정하였다. 또한 Quick Glance를 이용하여서도 실험해보았다. A에서 시작하여 다시 A로 오는데 걸리는 시간은 일반 마우스와 Quick

Glance, 제안한 방법은 각각 4.3 ± 0.5 sec와 7.9 ± 1 sec 6.9 ± 0.5 sec로 제안한 마우스가 Quick Glance를 이용한 커서의 이동시간 보다 약 14%정도 빨랐다.

3.2. 광 센서를 통한 이벤트 검출

자연스러운 눈 깜박임은 $0.08 \sim 0.12$ sec였고, 더블 클릭을 위해 가능한 빨리 눈 깜빡임을 2번 연속 하도록 하여 얻어진 시간은 $0.2 \sim 0.4$ sec였다. 이것을 기반으로 하여 센서의 출력이 2.5V 이상으로 유지되고 있는 시간이 0.15sec 이상이면 의도한 눈 깜빡임으로 판단하여 이를 클릭으로 판단하고, 자연스러운 눈 깜박임이나 클릭의 발생 시간 간격이 $0.2 \sim 0.4$ sec 사이 일 경우에는 더블 클릭으로 판단하였다. Quick Glance는 프로그램상에서 blink시간을 사용자에 맞게 조절하였고 클릭과 더블 클릭은 눈을 감고있는 시간으로 판단하였다.

3.3. 시스템 성능 평가

50퍼센트의 정사각형을 화면의 임의의 위치에 나타나도록 구성하고 클릭을 하면 다시 임의의 위치로 이동하도록 하여 사각형을 20회 클릭을 시도하는 동안 인식률을 확인해 보았다. 표 1은 실험결과로 광 마우스는 17.3 ± 3.0 sec, 제안한 마우스는 47.4 ± 5.0 sec으로 평균 광 마우스보다는 2.8배 정도의 시간이 더 소요되었다. 대부분 광 마우스에는 익숙해 있다는 사실을 감안한다면 제안한 마우스의 반응 속도는 만족할만한 수준으로 사료된다. Quick Glance를 사용하여 실험해 본 결과 60 ± 7.25 sec로 제안한 마우스에 비해 약 10초정도의 시간이 더 소요되었다. 그리고 제안한 마우스에 비해 눈이 쉽게 피로해짐을 느낄 수 있었다.

또한 Dasher를 이용하여 제안한 방법과 일반마우스 그리고 Quick Glance로 “This is a new head mouse.”라고 글쓰는 것을 비교 실험해보았다. 실험결과 문자를 입력하는 것으로는 제안한 마우스의 경우 Dasher을 이용하는 것이 화상키보드를 이용할 때보다 1.5배 이상 빨랐다. 또한 Quick glance의 경우 Dasher을 이용하는 것이 윈도우에서 제공되는 화상키보드는 이용하여 클릭하는 것보다 약 2배정도 빨랐다. 또한 사용자가 익숙해질수록 커서의 이동과 클릭의 정확도가 점점 좋아지는 것을 확인할 수 있었다.

표 1. 20회 클릭 및 문자를 입력하는 동안 걸리는 시간(sec)

	일반마우스	Head mouse	Quick Glance
20회 클릭	17.3 ± 3	47.4 ± 5	60 ± 7.25
Dasher	31.33 ± 3.3	43 ± 4.71	57.67 ± 12.26
화상키보드	17.22 ± 1.55	71.08 ± 27.66	113 ± 13.44

표 2. 20회 클릭하는 동안 인식률

	일반마우스	Head mouse	Quick Glance
인식률(%)	100%	85%	85%

4. 결 론

제안한 마우스의 공간 이동 능력과 이벤트 검출을 비교한 실험에서는 좌우, 상하 이동은 기존 마우스와 비교하여 속도 면에서는 큰 차이는 없었으나, 정확도가 조금 떨어지는 이유

로 인하여 정확한 위치로 이동시키는데 소요시간이 3~4배 정도 더 필요하였다. 그러나 영상을 이용하는 Quick glance에 비해서는 눈의 피로도 적고 커서의 정확한 이동이 가능하여보다 효과적이었음을 확인 할 수 있었다. 그리고 Dasher를 이용하는 것이 문자를 보다 빠르게 입력하는데 도움이 되는 것을 알 수 있었다.

또한 제안한 마우스는 비선형 상대 좌표계 방식을 이용하여 주기적으로 적분 에러를 제거해야 하는 문제를 해결하였고, 이동 거리와 속도를 함께 고려하여 직관적인 마우스 포인터 제어가 가능하도록 하였다. 이벤트 검출에서 사용하는 광 센서회로에는 주변광의 영향을 제거하도록 설계하여 외부 광원의 변화가 심한 곳에서도 이벤트 검출의 오동작을 줄일 수 있었다.

그러나 Quick Glance는 몸에 부착하는 시스템이 아니지만 제안한 시스템은 탈장착을 해야 하는 시스템으로 초기 탈, 장착을 위해서는 다른 사람의 도움을 받아야 한다는 문제점은 여전히 갖고 있다.

이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 지원으로
한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-331-D00596)

참 고 문 헌

1. 안용식, 자이로 센서와 인공신경망을 이용한 장애인용 컴퓨터 인터페이스, 의공학협동과정. 2006, 전국대학교.
2. Yu-Luen, C., Application of tilt sensors in human-computer mouse interface for people with disabilities. Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on, 2001. 9(3): p. 289~294.
3. Gwang-Moon Eom, K.-S.K., Chul-Seung Kim, James Lee, Soon-Cheol Chung, and H.H. Bongsoo Lee, Norio Furuse, Ryoko Futami, and Takashi Watanabe, Gyro-Mouse for the Disabled: ‘Click’ and ‘Position’Control of the Mouse Cursor. International Journal of Control, Automation, and Systems, 2007. 5(2): p. 147~154.
4. 김종성, et al., 생체신호 기반 사용자 인터페이스 기술. 전자통신동향분석, 2005. 20(4).
5. Barea, R., et al., System for assisted mobility using eye movements based on electrooculography. Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on, 2002. 10(4): p. 209~218.
6. 주진선, 신윤희, and 김은이, 다중 얼굴 특징 추적을 이용한 복지형 인터페이스. Welfare Interface using Multiple Facial Features Tracking, 2008. 45(1): p. 75~83.
7. 박민제, et al., 머리 움직임과 눈 깜박임을 이용한 컴퓨터 마우스 개발을 위한 기초 연구, in ICS'08. 2008: 전국대학교 서울캠퍼스. p. 157~158.
8. <http://www.eyetechds.com/>
9. <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/>