

머리 움직임과 눈 깜박임을 이용한 컴퓨터 마우스 개발을 위한 기초 연구

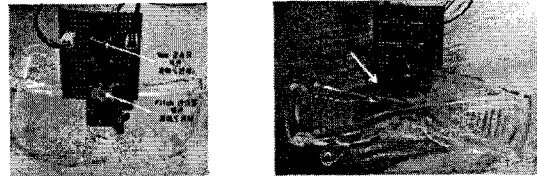
박민재, 강신욱*, 김수찬
 국립한경대학교 생물정보통신전문대학원
 * 국립한경대학교 전자공학과

Preliminary research on developing a computer mouse by tracking head movements and eyeblink

Minje Park, Shinwook Kang*, Soochan Kim
 Graduate School of Bio & Information Technology, Hankyong National University
 * Department of Electronics engineering, Hankyong National University

Abstract - 본 연구에서는 교통사고나 뇌졸중등에 의해 경추 이하의 마비나 손, 발 등의 움직임은 자유롭지는 않으나 머리를 움직일 수 있는 사람들을 대상으로 컴퓨터 사용에 도움을 주고자 머리 움직임과 눈의 깜박임을 이용하여 컴퓨터 마우스의 기능을 대신할 수 있는 장비의 개발을 목표로 한다. 머리 움직임을 감지하기 위하여 가속도계와 자이로 센서를 이용할 경우의 차이를 비교해 보았고, 클릭과 더블 클릭과 같은 마우스 이벤트를 감지하기 위해 광을 이용한 눈 깜박임으로 클릭과 더블 클릭의 구현이 가능한지에 대한 여부를 확인하였다. 그 결과, 머리의 움직임은 가속도계보다 자이로 센서의 출력력을 적분하여 얻는 것이 우수하였고, 광을 이용한 눈 깜박임의 검출은 클릭과 더블클릭의 구별을 위한 추가적인 신호 처리를 통해 가능성을 확인하였다.

가속도계는 평가 모듈(KIT1925MMA6260Q)을 이마보다 정수리에 놓을 때 신호를 검출하는 것이 더 용이하여 정수리에 놓고 신호를 분석하였고 자이로 센서는 정수리에 놓은 것과 이마에 착용하는 것에 차이가 없어서 그림 1과 같이 센서가 부착된 고글을 착용하여 실험하였다.



<그림 1> 자이로 센서(좌)와 광센서(우)를 부착한 보안경

1. 서 론

컴퓨터 대중화와 인터넷의 확대는 많은 사회적 변화를 가져왔다. 그 중에서도 거동이 불편한 사람이나 장애인들에게는 사회와 손쉽게 접촉할 수 있는 통로의 역할을 한다. 컴퓨터의 활용을 위해서는 마우스나 키보드와 같이 인터페이스 장치에게 명령을 전달하여야 한다. 상지나 하지의 원활한 활동이 가능한 경우에는 큰 어려움이 없으나 종종 장애자의 경우는 혼자 힘으로 컴퓨터를 통한 사회와의 접촉이 여전히 쉽지 않다. 뿐만 아니라, 교통사고나 뇌졸중으로 인하여 전신 마비가 되었을 경우 특별한 인터페이스 장치가 요구된다. 이러한 인터페이스들은 음성, 안정도(Electrooculogram), 영상을 이용한 응시점, 머리의 응시점 방향을 활용한 것들이 있다[1].

음성의 경우, 주변 잡음이나 음악 등에 영향을 받을 수 있으며 문자 입력 방법으로는 적합할 수 있으나 반응속도가 상대적으로 늦어 마우스의 움직임에는 다른 방법들보다 비효율적이다[2]. 생체 전위를 이용한 안전도의 경우 안구 이동에 따른 마우스 이동은 손쉽게 구현이 되지만 선극을 부착해야 하는 것과 지류 drift로 인한 오차가 문제가 된다[3]. 영상을 이용한 응시점의 경우 가장 이상적인 방법이지만 고가이며 이동 및 설치가 불편하다. 마지막으로 머리 응시점을 이용하는 경우에는 영상을 이용할 수도 있고, 가속도계 혹은 자이로 센서를 이용할 수도 있다. 영상을 이용할 경우 영상을 이용한 응시점 방법과 마찬가지로 단점이 있다. 궁극적으로 반복사용에도 쉽게 피로하지 않고 착용 및 사용이 편리하고, 반응속도와 오입력 오동작이 적고, 시스템 가격이 저렴한 조건을 만족하는 인터페이스를 개발하고자 한다.

이를 위한 기초 작업으로 본 논문에서는 머리 움직임을 감지하기 위하여 가속도 센서와 자이로 센서를 이용하여 각각 머리 움직임에 대하여 측정하여 어떤 센서가 더 적합한지 확인하였다. 그리고 클릭과 더블클릭과 같은 마우스 이벤트를 감지하기 위해 머리 움직임의 정보만을 이용할 경우와 눈 깜박임과 같은 추가 정보를 활용하는 경우를 비교하여 어떤 방법이 더 효과적인가를 살펴보고자 한다.

2. 실험 방법

1. 하드웨어 구성

마우스 인터페이스는 신호를 받는 하드웨어와 신호를 분석하는 소프트웨어부분으로 나눌 수 있다. 머리 움직임을 측정하기 위해 가속도계와 자이로 센서 중에서 어떤 것이 더 좋은지 확인하기 위해 가속도 센서(MMA6260Q)와 자이로 센서(ENV05G)를 비교해보았다. 두 센서의 스펙은 표 1과 같다. 가속도는 머리의 움직임을 감지하는 반면 자이로 센서는 머리의 기울어짐을 감지한다.

<표 1> 가속도 센서와 자이로 센서의 스펙 비교

	MMA6260Q	ENV05G
크기	6*6*1.98mm	12.4*7.7*18mm
주파수응답	50Hz	10Hz
Noise level	1.8mVrms	10mVp-p
최대출력	±2000g	±70(deg/s)

2. 광센서를 이용한 클릭과 더블클릭 검출

클릭을 검출하는 방법으로 본 연구에서는 적외선센서를 이용하였다. 파장대역이 880nm인 적외선 광원(SFH485P)과 광 센서(ST3311)를 사용하여 눈 깜박임으로 인한 반사광의 변화를 활용하였다. 적외선 센서를 사용한 이유는 사람은 적외선대역의 빛을 인식하지 못하기 때문에 적외선 광원에서 나오는 빛이 사용자에게 영향을 주지 않기 때문이다.

센서로부터 나오는 신호를 분석하기 위해 LabPro(Vernier, UAS)를 이용하여 머리의 움직임과 눈이 깜박이는 신호를 컴퓨터로 얻어 저장하고, LabPro의 분석 툴과 LabVIEW를 이용하여 off-line으로 분석해보았다.

3. 실험 결과

1. 가속도 센서와 자이로 센서 비교

그림 2는 정수리에 부착한 가속도계로부터 머리의 pitch, yaw, 그리고 roll 운동을 보여준다. roll과 pitch의 동작은 잘 감지하나, yaw 동작은 정수리에 부착하였기 때문에 가속도 변화가 크지 않아 감지가 쉽지 않았다.

그림 3, 4는 yaw 동작과 pitch 동작에 대해 자이로 센서와 가속도 센서의 출력력을 동시에 비교한 결과이다. 신호의 구별을 위해 그림 상에서만 인위적으로 음색을 주어 그렸다. 그림에서 확연히 알 수 있듯이 자이로 센서의 경우 yaw와 pitch 동작을 잘 감지하는 것에 반하여 가속도 센서의 경우 정수리와의 달리 이마에서는 yaw와 pitch 동작을 거의 감지하지 못하였다. 이것은 이마의 경우 가속도보다 각속도의 변화가 훨씬 크기 때문이다.

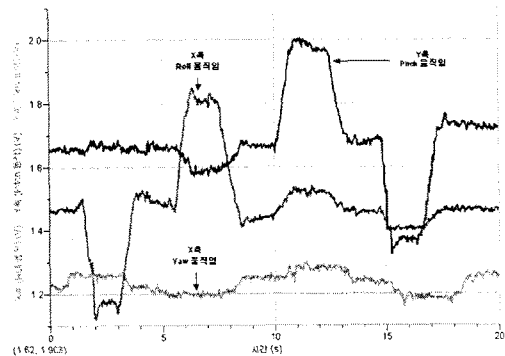


그림 2 정수리에 부착한 가속도계로부터 머리를 좌우로 기울임(roll)하고, 좌우로 회전(yaw) 그리고 상하로 끄덕임(pitch)운동을 했을 때의 출력

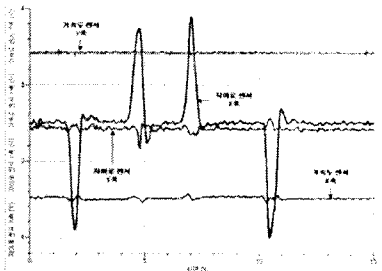


그림 3 머리를 좌우로 회전(yaw)할 때 가속도계와 자이로 센서의 출력 비교

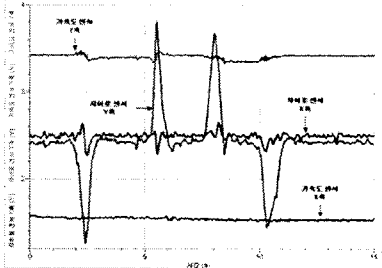


그림 4 머리를 상하로 고덕(pitch)일 때 자이로 센서와 가속도 센서의 출력 비교

자이로 센서는 회전 각속도를 전압으로 출력하기 때문에 각도 정보를 얻기 위해서는 적분 과정을 거쳐야 한다. pitch 동작, yaw 동작, 그리고 roll 동작 모두 검출 가능하지만 마우스 움직임을 추출하기 위해 yaw와 pitch 동작만을 검출하였다. 자이로 센서의 출력은 각속도이므로 마우스를 왼쪽으로 움직이기 위해 머리를 왼쪽으로 회전하면 회전하는 동안에만 전위가 떨어지고, 회전을 멈추면 각속도가 0이 되어 출력은 다시 기준 전압으로 돌아온다. 이때의 각속도를 적분하여 회전으로 환산하면 머리가 돌아간 각도를 알 수 있고, 이 정보를 마우스 이동 정보로 활용할 수 있다.

2. 자이로 센서를 이용한 각도 검출

LabPro에서 받은 신호를 LabVIEW(National Instrument, USA)를 사용하여 각속도를 적분하여 각도를 구하였다. 입력 데이터는 약 2.3V의 오프셋을 가지고 들어오므로 이 신호를 제거한 후 적분을 수행하였다. 그림 5는 pitch 동작에 대해 분석한 예를 보여준다. 흰색선이 각속도 신호이고 파란색 선이 오프셋과 테드존을 이용하여 적분된 신호이다. 적분 결과를 각도로 환산하면 실제 머리의 회전각을 얻을 수 있다.

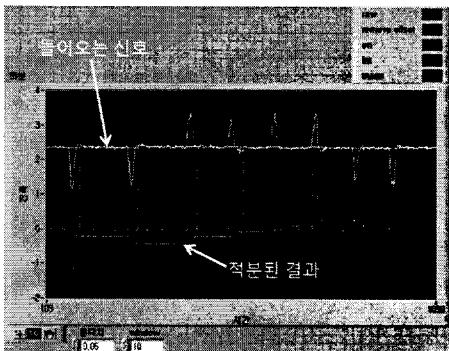


그림 5 자이로 센서로부터 얻은 각속도를 적분하여 얻은 회전각도

3. 광센서를 이용한 클릭과 더블클릭 신호비교

그림 6은 그림 1의 고글을 착용하여 실험하는 모습이다. 눈을 감았을 때와 떴을 때의 전압차이는 약 3V 정도이다. 그림 7의 (a), (b), (c)는 눈을 깜박일 때의 신호변화를 보여준다. 무의식적인 깜박임과 의도적인 깜박임의 차이는 눈을 감고 있는 시간의 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 눈을 감고 있는 시간을 이용하면 자연스러운 눈 깜박임과 클릭/더블 클릭의 구별이 가능하고, 클릭과 더블 클릭은 그림 7의 (c)와 같이 상충부분에서의 편차를 이용하여 쉽게 구별할 수 있었다.

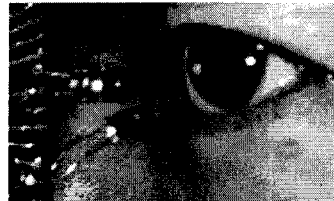


그림 6 고글에 부착한 적외선센서와 착용모습

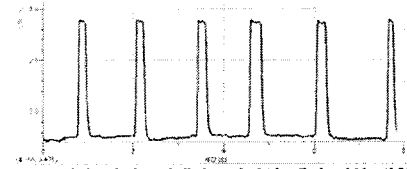


그림 7(a) 자연스럽게 눈 깜박일 때의 전압 변화

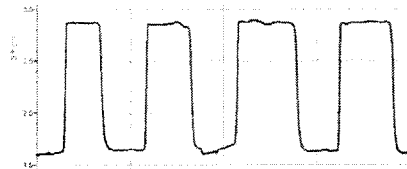


그림 7(b) 클릭을 위한 의식적인 깜박임 신호

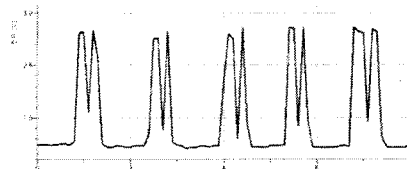


그림 7(c) 더블클릭을 위한 의식적인 깜박임 신호

4. 결 론

가속도 센서와 자이로 센서를 비교해 본 결과 가속도 센서는 yaw 움직임을 대해 인식이 되지 않았고 자이로 센서는 pitch, yaw, roll 동작에 대해 모두 뚜렷한 변화를 확인할 수 있었다. 그렇기 때문에 머리의 회전을 인식하는데 있어서는 자이로 센서가 더 유용하였다. 그리고 적외선 센서를 사용하여 자연스러운 눈의 깜박임과 의도적인 눈의 깜박임을 살펴본 결과 명확한 차이가 있어 클릭과 더블 클릭의 판단도 쉽게 가능할 것으로 기대된다. 현재에는 받은 신호를 off-line으로 분석하여 머리 움직임을 이용한 마우스의 가능성을 확인하였지만, 위 기능을 실시간으로 구현하는 연구를 계속 진행하고 있으며 추후 발표 할 예정이다.

회전 각속도를 적분하여 각도가 얻어지는 간단한 원리지만 입력되는 각속도 정보의 기본 노이즈와 아주 낮은 주기의 drift로 인해 적분에 예러가 축적될 경우 시간이 지남에 따라 큰 오차를 발생시킨다. 그러므로 사용자가 원할 때 적분을 인위적으로 초기화시켜 원점을 유지시켜 주어야 한다. 이를 위해 어느 일정 시간 동안 사용자가 눈을 감고 있을 경우, 적분을 초기화시켜 마우스 포인터를 화면 중앙에 비치시키도록 할 예정이다.

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

[참 고 문 헌]

[1] 안용식, "자이로 센서와 인공지능평가를 이용한 장애인용 컴퓨터 인터페이스", 의공학회지, Vol 24, 411-419, 2003
 [2] 홍경순, "음성합성 기능을 이용한 시각장애인 윈도우 인터페이스에 관한 연구", 대한인간공학회 학술대회논문집, Vol. 2, pp. 1-5, 2000
 [3] J.G. Webster, "Reducing motion artifacts and interference in biopotential recording", IEEE Trans. Biomed. Eng., pp. 31, pp. 823 - 826, 1984.