

각가속도계 센서를 이용한 장애인용 컴퓨터 2차원 입력장치의 구현

성상봉¹, 한성현², 권오상³, 민홍기¹, 홍승훈²
¹인하대학교 전자공학과, ²인진대학교 컴퓨터공학과

Implementation of Computer Device of 2dimension Input
 for the disabled Using a Angular Acceleration Sensor

S.B. Jung¹, S.H. Han², O.S. Kwon³, H.G. MIN¹, S.H. Hong²

Department of Electronic Eng., Inha University, ²Dept. of Computer Eng., Incheon University

ABSTRACT

In this paper, we designed the computer input device for rehabilitation of people with hand disabilities. This input device is made up of two Gyrostar sensors attached in the orthonormal directions of x, y axes. Gyrostar is a sensor for angular Acceleration. This device is attached by the user's head side. Head movement is detected by analysing and processing the output wave signals from the sensors therefore enabling the user to move the mouse pointer that helps to operate the computer. This method does not necessitate a complex hardware or a long installation process, which was formerly the case, and uses real time algorithms which enables simple emulation of a computer mouse. The interface of this device and the mouse are the same.

서 론

사고나 재해, 또는 선천적인 원인으로 손을 자유로이 사용하지 못하는 또는 손이 없는 장애인은 모든 입력작업이 손에 의해 이루어지는 컴퓨터의 사용에 있어서 제한을 받게 된다. 현대 정보화 사회에서 컴퓨터가 갖는 의미는 매우 중요하기 때문에, 따라서 손을 사용하지 않고서 키보드나, 마우스를 사용한다는 것이 가능한 보조장치의 필요성이 요구된다. 이에 본 연구는 재활공학의 일부분으로써 장애인들의 컴퓨터 사용을 돕기 위하여 마우스를 대신할 수 있는 입력장치의 구현에 관한 것이다.

현재, 움직임 감지법에는 CCD를 사용한 영상 처

리를 이용하는 방법과 신체의 일부에 센서를 부착하여 이용하는 방법으로 크게 나뉜다. 영상처리 방법은 움직임 감지를 위해 공간의 제한과 카메라를 비롯하여 영상의 실시간 처리를 위한 장비 등이 필요하므로 비용과 부가적인 시스템이 필요하다. 부착 센서로 움직임을 가장 잘 감지할 수 있는 것은 손에 부착하여 사용하는 것이 가장 이상적이었다. 여기서 다루는 대상이 손을 사용하지 못하는 장애인의 경우이므로 사용할 수가 없다. 손을 제외하고 사람이 가장 직관적으로 동작을 유별하는 신체로 머리를 들 수 있으며 머리의 동작은 평면 2차원에 대해서 매우 쉽게 동작을 매칭 시킬 수 있다.

이에 본 논문에서는 기존의 방법과 달리 가속도계 센서인 자이로센서를 머리의 측면에 부착하고 머리의 좌우 상하 움직임으로 컴퓨터의 입력장치인 마우스를 대신할 수 있고 또 사용자에게 부담이 안 되도록 소형의 컴퓨터 입력장치를 구현하였다.

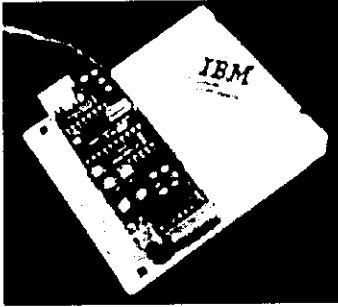
본 문

1. 시스템의 구성

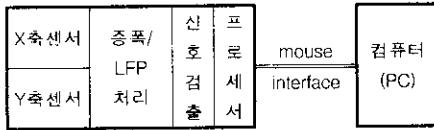
본 시스템은 사용자의 머리 옆 부분에 부착 사용할 수 있을 정도로 소형의 사이즈로 전체 시스템이 제작되었다. 부착 방법은 머리 밴드에 부착하여 착용하거나 안경과 같은 구조물 또는 헤드폰과 같은 구조물에 부착 사용이 가능하도록 고안하여 사용자의 편리성에 따라 사용 가능하다. 본 장치의 전체 외관 및 크기는 그림 1과 같이 3.5인치 디스켓의 1/3정도의 크기로 제작되었으나 SMD소자를 사용한 경우 이보다 1/4정도로 작아지므로 쉽게 착용이 가능하다고 본다.

여기서 사용하는 센서는 회전 가속도계 센서인 Gyrostar ENC05EA와 ENC05EB를 사용하였고, 머

우스포인터의 이동을 위한 이차원 입력을 위해 x 축, y축의 수직방향으로 2개를 사용 머리의 움직임을 검출하고 마우스의 왼쪽, 오른쪽 버튼 기능은 검출신호의 크기변화 폭을 이용하여 소프트웨어적으로 왼쪽버튼만을 만들 처리하고 있다.



a) 입력장치의 외관



b) 장치의 전체 구성도

그림 1. 입력장치의 외관과 전체 구성도

신호증폭회로를 통해 센서에서 출력되는 신호를 기준전압(V_{ref}) 2.5V를 중심으로 최소 0V에서 최대 5V까지의 신호로 증폭하여 비교기를 사용 각 신호의 레벨 변화를 검출한다. 각 레벨은 0.5V의 변화폭을 검출한다. 이동방향 검출을 위하여 X+,X-,Y+,Y- 각각 4ch의 포트를 사용한다. 각 채널의 신호는 10msec의 샘플링 주기로 검출하고 80msec 동안의 8개의 신호를 이용 레벨의 변화를 결정 하므로 노이즈에 의한 신호의 유입시 이를 방지하도록 하였다. 입력된 신호는 마이크로 컨트롤러에 의해 분석하여 RS232C를 통해 마우스와 동일한 코드로 움직임의 정보를 컴퓨터에 보냄으로써 본 입력장치가 마치 일반 마우스처럼 인식되게 하였다.

그림 1의 (a)에서 X축과 Y축의 센서는 머리를 상하좌우로 움직임으로써 마우스 포인터를 모니터 상에서 이동시키게 되며, 머리를 좌우로 짧게 임의의 입계속도 이상으로 움직여 마우스의 왼쪽버튼에 해당되는 기능을 수행하게 된다.

2. 마우스 구현 알고리즘

본 장치로 마우스를 구현하는 프로그램은 마이크로 컨트롤러 안에 내장되어 있으며 전체적인 알고

리즘은 그림 2와 같다.

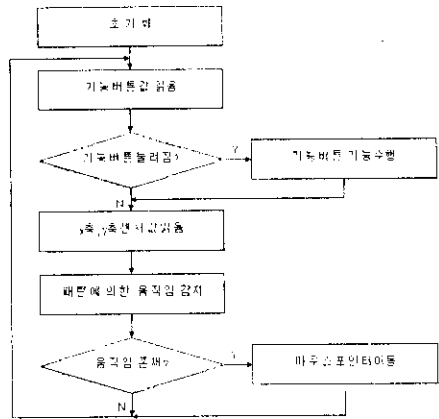


그림 2. 마우스 구현 알고리즘

2-1. 신호의 입력

사용자가 머리를 움직임에 따라 움직임 방향의 레벨신호가 그림 3과같이 입력된다.

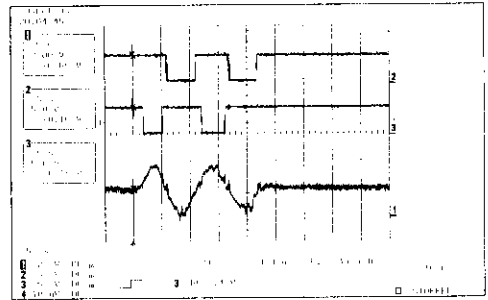


그림 3. 센서의 출력과정과 X+,X-의 입력과정

입력되는 신호는 방향이동 유무를 판정하기 위하여 10msec 마다 입력된 데이터를 8개가 모두 동일한 값을 보일 때 신호가 존재한 것으로 처리하고 있어 체터링 노이즈에 대한 시스템의 불안한 요인을 제거하였다. 비교기의 비교 전압은 2.75Volt와 2.25Volt로 설정 하였다.

2-2. 입계치 전압(V_{th})의 설정

그림 4에서 장치에 부착된 X축 자이로 센서에 의해서 머리의 미세한 움직임 의한 움직임 잡음 (movement noise)과 외부 전원 등에 의한 잡음이 센서신호와 함께 나타난다.

큰 원안에서 기준전압(V_{ref})을 기준으로 최대 입계치 전압(V_{th_high})과 최소 입계치 전압(V_{th_low})사이 에 잡음이 나타나며, 기준전압의 설정과정에서 나타나는 잡음을 감지하여 최대/최소 입계치 전압 을 설정한다. 이런 잡음은 사용지나 환경에 따라

크게 작은 자극 나타나기 때문에 센서를 장치에 부

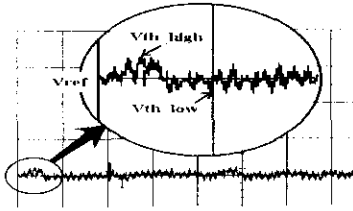


그림 4. X축 자이로센서의 잡음

작하고 고의적인 움직임을 하지 않는 상태에서 설정되어야 한다. 설정된 최대/최소 임계치 전압사이의 모든 신호는 움직임의 감지에서는 무시된다. 임계치 전압은 하드웨어적으로 처리되어 있다.

2-3. 동작시 입력 파형



그림 5. X+방향으로 움직일 때의 파형

그림5는 실제 머리의 X+로의 지평 움직임에 대한 입력 파형 그림이다.

머리를 X+방향으로 움직일 경우 센서 입력은 T1 구간에서 0레벨로 입력되고 약 0.2~0.5초간 후에 T2의 1레벨로 변한다. T2구간은 0.2초 이내가 되고 다시 T3구간에서 머리의 정지동작에 의한 센서의 반동파 영향으로 X-의 신호가 0~0.6간 유입된다. 다음단계 X+동작은 T4가 끝나고 나서 1초 이후에 들어오는 T5에서의 신호를 감지하여 정상신호로 사용한다.



그림 6. 동작 상태 전이

머리의 최초 동작에 의하여 신호가 감지되면 감지 방향으로 이동하는 상태 전이를 행한다. 이동상태로 전이 후 예는 약 0.8초간 상태의 변화는 없으며 0.5초간의 정지신호가 유지되지 않는 경우에는 어떠한 신호의 입력도 모두 무시한다.

규정성시시간(0.8초) 경과후 입력된 반대동작에 의하여 상태는 정지상태로 복귀하고 다시 움직임 방향을 기다리게 된다.

마우스 포인터의 이동속도는 센서로부터 감지되는

입력 레벨쪽으로 결정되고 이동거리는 정지 신호 입력 시까지 자동으로 움직여 간다. 마우스 포인터가 타겟위치에 도달하면 사용자는 반대 방향으로 머리를 움직여서 마우스포인터를 정지 시킬수 있다.

$$v = \sum_{n=1}^N \text{기본 이동량} = \sum \Delta V(\text{단위 속도}) \quad (1)$$

와 같이 이동 속도는 데이터의 수(n)와 단위속도값(V)의 총량으로 표현된다. 마우스 이동시 PC의 데이터의 임포드 간격은 0.5초로 하였다.

2-4. 마우스 포인터의 이동거리

이동거리에서 정지동작지령까지의 통신횟수 N에서의 마우스 포인터의 이동거리 D은 다음과 같이 표현된다.

$$D = \text{샘플갯수}(N) * \text{기본단위변화량}(V) \quad (2)$$

2-5 마우스 왼쪽버튼의 처리

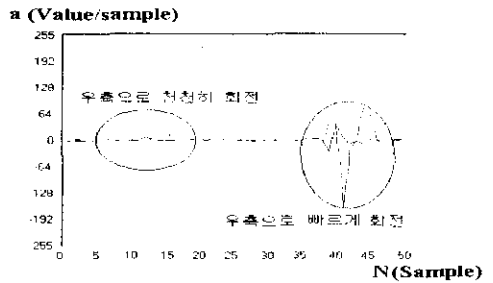


그림 7. 가속도 변화 파형

버튼의 입력은 그림 7과 같이 머리를 우측으로 회전함에 있어서 정상적인 평범한 속도로 회전하였을 때와 빠르게 회전하였을 때의 신호 파형에 대한 차이를 이용하여 검출하고 있다. 비교기의 검출 레벨을 4.0Volt로 하여 이 레벨을 넘는 신호가 들어 온 경우 버튼으로 감지 처리하도록 하였다.

버튼에 대한 처리는 왼쪽버튼만을 처리하고 있다. 이는 왼쪽 버튼 만으로도 거의 80% 수준의 소프트웨어를 사용가능 하기 때문이고, 본 장치의 오동작을 최소화하기 위하여 단일 버튼 개념을 도입하였다. 버튼입력 방식은 X+동작의 임의의 임계레벨 이상의 신호입력시(순간동작) 이동명령이 아닌 버튼 명령으로 처리하는 방식을 사용하고 있다.

3. 마우스 신호구성 및 전송

마우스는 3위트의 코드를 그림8과 그림9의 타이

밍에 의해 전송한다.

Output word format:

Bit No.	Mouse system word structures							
	0	1	2	3	4	5	6	7
1st WORD	1	1	R	N7	N6	117	116	
2nd WORD	0	115	114	113	112	111	110	
3rd WORD	0	N5	N4	N3	N2	N1	N0	

그림8. 마우스 통신용 데이터구성



그림9. 마우스 통신 프로토콜

4. 실험결과

실험을 통하여, 25°C에서 $V_{ref} = 2.5$ 이고, X축 자이로 센서에서는 최대 ± 4 , Y축 자이로 센서에서는 최대 ± 3 의 점음이 검출되었다. 위에서 제시한 알고리즘을 시험프로그램을 작성하여 실험하였다.

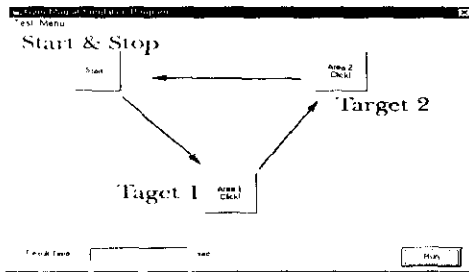


그림10. 시스템의 동작시험 화면

시험프로그램 상의 목적지점은 윈도우98용 화면에서 64×64의 픽셀크기로 설정하였으며, 시작지점과 목적지점1간의 거리는 X축으로 300 픽셀, Y축으로 -150 픽셀로 하였으며, 목표지점1과 목적지점2와의 거리는 X축으로 300 픽셀, Y축으로 150 픽셀로 하였다. 이 프로그램은 시작지점에서 목적지점1까지 이동하여 마우스의 왼쪽버튼을 누르고 다시 목적지점2까지 이동하여 마우스의 왼쪽버튼을 누르는 데에 걸리는 시간을 측정하는 것이다.

먼저, 일반 마우스를 사용한 경우와 본 연구에서 구현한 장치를 사용한 경우의 시간을 100회 측정하였다. 표1에 그 결과를 비교하여 나타내었다. 실험 결과 마우스를 사용한 경우는 평균 2.08초, 본 장치를 사용한 경우는 평균 8.37초가 걸렸다.

일반 마우스를 사용한 경우 데이터의 편차는 거

의 없고, 또한 횡수와 상관없이 변화가 거의 없었다. 본 장치를 사용한 경우에는, 횡수가 많아질수록 시간이 줄어들음을 알 수 있다. 이는 사용자가 사용횡수가 많아짐으로써 머리의 움직임에 따른 마우스 포인터의 이동거리에 대한 감각이 익숙해지고 있다는 것을 알 수 있다.

표 1. 실험 결과표

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	평균
A	2.1	2.3	2.2	1.9	2.3	2.0	2.1	1.8	2.0	2.1	2.08
B	10.8	8.8	7.9	9.1	8.7	7.5	8.6	8.3	7.2	6.8	8.37
B/A	5.1	3.8	3.5	4.7	3.7	3.7	4.0	4.6	3.6	3.2	4.0

결론

본 연구는 회전 가속도계 센서를 사용하여 컴퓨터의 입력장치인 마우스를 대신하여 사용할 수 있는 컴퓨터 입력장치를 개발 구현하였다. 이 장치는 현재 사용하는 마우스의 입력속도라든지, 움직임의 감도 등에는 마우스의 50%수준이하로 본다. 그러나 일반 마우스를 사용하지 못하는 장애인에게 간단하고 저렴한 비용으로 마우스를 대신할 수 있는 입력장치의 가능성을 확인하였고, 시간상의 제약을 제외하고는 모든 작업이 가능하였다. 현재 구현된 하드웨어와 알고리즘은 마우스의 기능 일부분을 구현하고 있다. 더불어 이들의 컴퓨터 사용에 불편함이 없도록 보완 개선하며, 키보드를 대신할 수 있는 하드웨어와 알고리즘의 연구가 계속되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Willis Tompkins, and John G. Webster, "Interfacing Sensors to the IBM PC", Prentice-Hall, 1988
- [2] Rory A Cooper, "Rehabilitation Engineering Applied to Mobility and Manipulation", IOP Publishing Ltd, 1995
- [3] 한성현,홍승홍 "장애인 보조를 위한 컴퓨터 입력장치의 구현", 대한전사학회 추계학술대회 1997
- [4] "마우스 컨트롤러(라이브 IC 데이터 북)", EMC 1995