
자이로센서를 이용한 장갑형 무선마우스 개발

김남호*

Development of globe-type radio mouse using gyro sensor

Nam-Ho Kim*

요약

미래형 컴퓨터 인터페이스는 기존의 마우스에서 사람의 손 또는 눈 등으로 대체되고 있다. 본 연구에서는 자이로센서를 이용하여 장갑형 무선 마우스를 개발하였다. 이는 사람의 손동작이 마우스 커서 움직임을 대신한다. 그리고 블루투스 기반의 무선센서 네트워크 기술을 도입하여 마우스와 시스템간의 연결을 무선화하여 유선마우스가 갖는 활동의 제약성을 극복하였다. 또한 USB 포트 인터페이스를 사용하여 설치 및 사용이 용이하도록 하였다. 개발한 장갑형 무선마우스는 프리젠테이션이나 게임 등의 다양한 사용자 인터랙션을 필요로 하는 분야에 포인팅 입력장치로 활용될 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

Future computer interface was interchanged with person's hands or eyes from traditional mouse. In this research, I developed glove type radio mouse using gyro sensor that is replaced mouse cursor movement with persons's hand movement. Introducing a mobile sensor network technology based on bluetooth, radio mouse connected to computer system wirelessly for overcoming wire mouse's activity restrictions. Also, using USB port interface made be easy to install and to use. Developed glove type radio mouse was confirmed in the possibility of using as well as an input pointing device for presentations or games that needed many kinds of user interaction.

키워드

무선마우스, 자이로센서, 장갑형마우스, 블루투스

* 호남대학교 정보통신대학 인터넷소프트웨어학과

접수일자 2009. 05. 21

심사완료일자 2009. 06. 08

I. 서 론

미래의 컴퓨터 인터페이스는 마우스나 키보드와 같은 번거로운 기구가 사라지고 사람의 손이나 눈 더 나아가 생각이 그 역할을 담당하게 될 것이다. 컴퓨터 포인팅 장치로서의 마우스는 볼 마우스, 광 마우스, 무선 마우스 형태로 발전해 오고 있으며, 지금은 본래의 마우스 기능 외에 음향이나 진동 출력, 지문 인식, 게임 응용 등의 기능을 지원하는 기능성 마우스가 개발되고 있다[1]. 기존의 마우스를 이용한 사용자 입력은 데스크톱 컴퓨터의 GUI 환경에서의 입력 도구로서 적합하지만 프리젠테이션이나 게임 등의 인터랙티브한 환경에서는 제한된 거리와 활동의 제약성 그리고 직관적이지 않은 인터페이스로 인해 불편함이 있다.

무선 센서 기술을 이용하여 거리에 제약받지 않으며 게임 등의 다양한 사용자 인터랙션을 필요로 하는 분야에 응용할 수 있는 포인팅 입력 장치의 개발이 절실히 필요하다. 이와 같이 미래형 컴퓨터 인터페이스 중 현재의 마우스를 인간의 손으로 대체할 수 있도록 본 연구에서는 블루투스 기반 무선 환경에서 자이로센서를 이용하여 개발한 글로브 형 무선 마우스의 요소 기술에 대하여 소개하고자 한다.

II. 관련연구

2.1 연구 동향

휴대 단말기에서의 이동성을 보장하기 위한 사용자 인터페이스 연구는 네이티글로브를 이용하여 이동 단말상에서 웹 브라우징이나 미디어 재생기의 명령어 제어를 구현하려고 하는 연구에서나[2] 상지 장애인의 컴퓨터 사용을 위한 인터페이스로 자이로센서를 이용한 무선 자이로마우스 시스템 개발 노력과 같이 현재 다양하게 진행되고 있다[3][4]. 카네기 멜론 대학의 웨어러블 그룹에서는 착용하는 컴퓨터의 접촉형 인터페이스를 구현하였고[5] Essential Reality사에서는 3차원 공간에서 손의 움직임을 감지하여 동작을 인지하는 P5라는 글로브를 만들어 마우스나 조이스틱 그리고 키보드 대신에 웹 브라우징이나 게임기에 활용하려고 하고 있다[6]. 또한 Immersion사는 Cyber Glove를 만들어 가상현

실에서 촉감을 느끼거나 손가락의 움직임을 센싱하여 다양한 응용에 사용하고 있다[7]. 5DT사의 Data Glove는 두 개의 사용자 손목의 움직임과 5개의 손가락 굴곡 움직임을 센싱하여 가상현실이나 일반 PC상의 조이스틱과 마우스의 기능을 대체할 수 있도록 하고 있다[8]. 국내의 기술로는 삼성종합기술원에서 장갑 모양의 입력 장치 SCURRY를 개발하였지만 상용화에는 미치지 못하였다.

2.2 자이로센서 응용 기술

자이로(Gyro)의 사전적 의미는 ‘스핀(Spin)축에 직교하는 1개 이상의 축 주위의 관성 공간을 기준으로 한 경우 각운동(角運動)을 감지해내기 위해 각 운동량을 사용하는 장치’이며 자이로 센서는 자이로를 이용해 각속도를 측정할 수 있는 센서이다[9].

다음 [그림 1]은 자이로 센서의 회전운동에 따른 출력 신호의 위상변화를 그래프로 나타낸 것이다. 회전 각속도의 변화가 없을 때 2.5V의 위상을 유지하다가 좌우의 회전 운동이 발생했을 때 해당되는 위상변화가 0.25V ~ 4.75V 사이의 범위에서 출력된다. 이 위상변화는 MCU의 Analog-Digital Converter 기능을 사용하여 위상이 변화하는 아날로그 데이터에서 디지털 형태의 수치 값을 얻어 윈도우즈 상에서 마우스 커서 이동 이벤트를 발생하도록 한다.

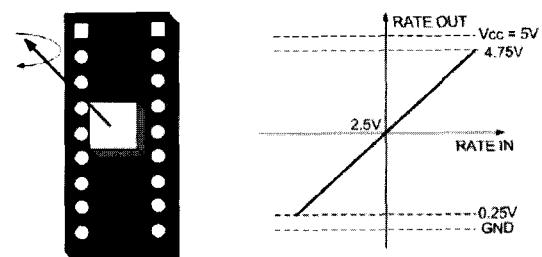


그림 1. 자이로 센서의 운동에 따른 출력
신호의 위상 변화

Fig 1. A phase change of output signal according to gyro sensor's movement

이러한 기술을 이용하여 만들어진 Gyration사의 공간 마우스를 예로 들면, 2.4 GHz RF 방식을 사용하여 송수신기 사이의 장애물을 극복할 수 있다. 마우스내의 자이

로 모듈이 동작을 인식하여 신호를 전달하며 자이로스 코프 기술을 적용하여 공중에서의 마우스 사용은 물론 바닥에서도 일반 마우스와 같이 동작한다. 수신거리는 통신 방식에 따라 차이가 있지만 대부분 10m 정도이며 대표적인 기업으로는 로지텍, Gyration이 있다[10].

III. 장갑형 무선마우스 설계 및 구현

3.1 시스템 구조

전체 시스템 구조는 [그림2]와 같이 자이로 센서를 통해 손의 움직임을 분석할 수 있는 글로브형 센서모듈이 있고 이 센서모듈에서 전달받은 모션 데이터를 PC 상의 마우스 포인터 좌표 데이터로 변환 및 전송하기 위한 USB 마우스 모듈이 있다. 글로브형 센서 모듈과 USB 마우스 모듈과의 데이터 전송은 근거리 네트워크 통신인 Bluetooth 통신을 사용하였다[11].

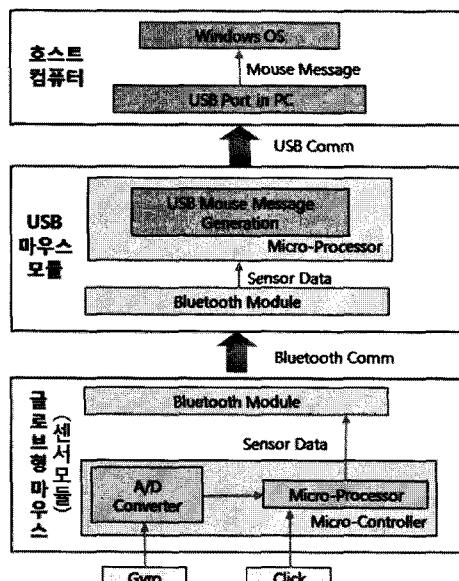


그림 2. 시스템 구조
Fig 2. System architecture

글로브형 마우스의 센서 모듈에서는 2개의 자이로 센서를 이용하여 손의 움직임을 분석하였으며, 마우스 클

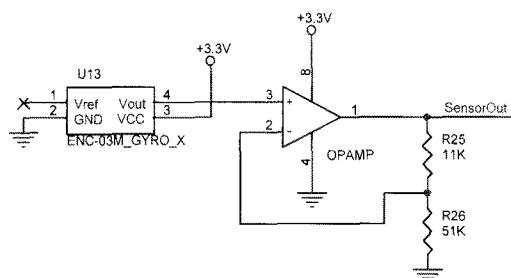
릭 이벤트를 처리하기 위해 Tact 스위치를 사용하였다. 손의 움직임 또는 마우스 클릭 정보는 PC의 USB 포트에 연결되는 USB 마우스 모듈로 무선으로 전송된다. USB 마우스 모듈은 손의 모션 데이터를 PC 마우스 좌표 데이터로 변환하고 변환된 데이터를 PC상으로 전송하기 위하여 PDIUSBD12 USB 컨트롤러를 사용하였다.

3.2 손동작 모션인식

3.2.1 자이로센서 특성분석 및 신호증폭

이번 연구에 활용할 자이로 센서는 무라타사에서 개발한 1축 자이로 센서인 ENC-03M 계열이다. 이 자이로 센서는 각속도에 의한 출력전압이 $0.67\text{mV}/\text{deg/sec}$ 로 낮은 편이지만 2축으로 구성할 때 PCB에 실장하기 좋은 형태로 센서축이 구성되어 적용이 적합하다고 판단하였다.

이 자이로 센서를 [그림3]과 같이 회로를 구성하여 낮은 출력의 센서 전압을 OPAMP를 이용해 증폭하여 테스트한 결과는 [그림4]와 같다.



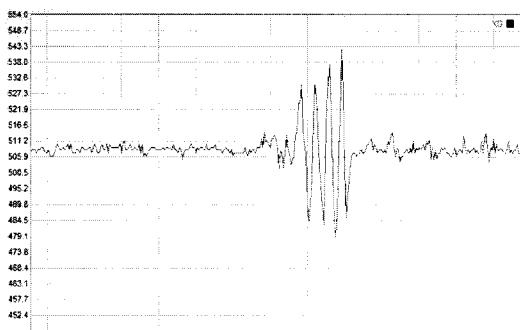


그림 4. 자이로 센서 테스트 결과
Fig 4, Result of Gyro sensor testing

3.2.2 센서 모듈의 회로 설계 및 제작

이번 센서 모듈에는 2차원상의 X축과 Y축 회전양 측정을 위한 두 개의 자이로 센서가 필요하고, 두 센서에서 출력되는 전압 증폭을 위한 AD8022 Dual OP AMP를 내장하였다. 증폭된 전압은 ATmega8 마이크로 컨트롤러의 ADC 입력단으로 입력되어 A/D 컨버팅되어 디지털 데이터로 변환된다. A/D 기준전압으로 3.3V를 사용하였다.

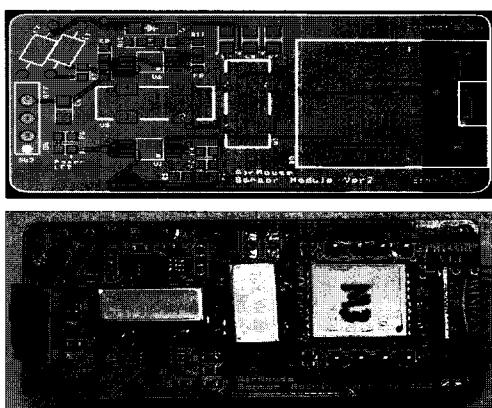


그림 5. 센서모듈 상단의 PCB설계와 완성모습(아래)
Fig 5. PCB design of upper side sensor module and accomplished view (under)

PCB 설계를 거쳐서 완성된 센서모듈의 상단 모습은 [그림5]의 아래와 같으며 센서 모듈의 상단을 보면, 센서 모듈에 전원을 인가해주기 위한 스위치가 자리잡고 있으며, 중앙에는 1축 자이로 센서가 각각 X축, Y축 감지를 위해 서로 직각으로 배치되어 있다. 그리고 맨 우측에

는 통신을 위한 블루투스 모듈이 자리 잡고 있다.

3.3 USB 마우스모듈

3.3.1 USB 인터페이스 설계

하드웨어 장치를 PC와 USB 통신을 하기 위해서는 하드웨어 장치에 USB 통신을 할 수 있는 환경을 구축 해 주어야 한다. 따라서 이 환경 구축을 위해 USB 컨트롤러가 필요하게 된다. USB는 호스트 및 단말장치로 구분되어짐에 따라 어떠한 컨트롤러를 사용해야 되는지가 결정되어지는데, 이번에 구상한 USB 장치는 컴퓨터상에 연결되어지기 때문에 슬레이브 장치가 되고 필연적으로 PC가 호스트 장치가 된다. 따라서 슬레이브 장치로서 USB 통신을 할 수 있도록 해주는 필립스사의 PDIUSBD12 컨트롤러를 사용하고자 한다. 단, 내부에 프로세서가 없기 때문에 별도의 컨트롤러를 추가하여 [그림6]과 같이 인터페이스를 구축해 주어야 한다.

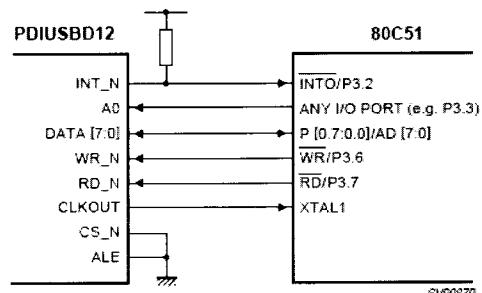


그림 6. PDIUSBD12 인터페이스 예
Fig 6. Interface example of PDIUSBD12

또한 하드웨어 장치를 PC와 USB 통신을 하기 위해서는 하드웨어 장치에 USB 마우스 모듈을 PC에 Plug-In 했을 때 PC상의 별도 디바이스 드라이버 없이 자동으로 마우스로 인식하기 위해 USB 모듈을 HID 장치로 인식할 수 있도록 구성한다[12].

3.3.2 USB 인터페이스 모듈 회로설계 및 제작

USB 인터페이스 모듈의 메인 전원은 PC의 USB 포트에서 공급되는 DC 5V전원을 사용하지만, 저전력화를 위하여 사용한 메인 칩셋의 동작 전원이 3.3V이기 때문에 LM1117S-3.3 칩을 사용하여 전원 전압을 3.3V로 낮추어 회로에 공급하게 된다.

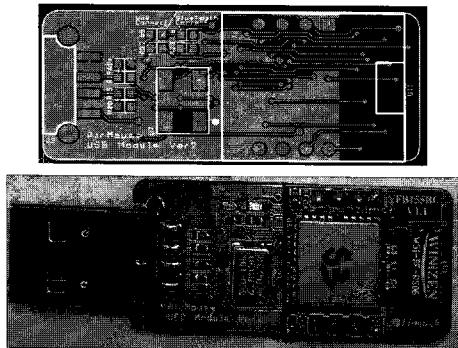


그림 7. USB인터페이스 상단의 PCB설계와 완성모습(아래)
Fig 7. PCB design of upper side USB interface and accomplished view (under)

그리고 센서 모듈과 마찬가지로, USB 컨트롤러 제어 및 데이터 처리를 위해 Atmega8 마이크로 컨트롤러를 사용하고, 블루투스 통신을 위한 Acode300 모듈을 사용 한다. USB 모듈은 센서모듈에 비해 비교적 간단한 회로로 구성되어 있다.

설계한 PCB 기판에 부품을 실장하여 완성한 USB 인터페이스 모듈의 상단 모습은 [그림7]과 같다. 좌측에 컴퓨터의 USB 포트와 연결 할 수 있도록 커넥터가 있으며, 우측에는 센서모듈과의 블루투스 통신을 위한 블루투스 모듈이 배치되어 있다.

3.4 무선통신 인터페이스

3.4.1 Bluetooth Module 구성

센서 모듈과 USB 마우스 인터페이스와의 데이터 전송은 무선적으로 근거리 네트워크에 적합한 블루투스 통신을 사용하였다. 블루투스 통신은 마우스 데이터와 같이 비교적 정보의 양이 적으면서 반경 10m 거리의 기간에 통신하기에 적합한 통신방식이다.

본 연구에 사용한 블루투스 모듈은 Acode300이며 [그림8]과 같이 인터페이스를 구성한다. 즉 센서 모듈의 MCU에서 처리된 데이터를シリ얼 통신을 통해 블루투스 모듈로 전송하면 블루투스 모듈은 무선으로 USB 마우스 모듈측의 블루투스 모듈로 데이터를 전송하게 되고 수신받은 데이터는 다시シリ얼 통신을 통해서 USB 마우스 모듈의 MCU로 데이터를 전달하게 된다.

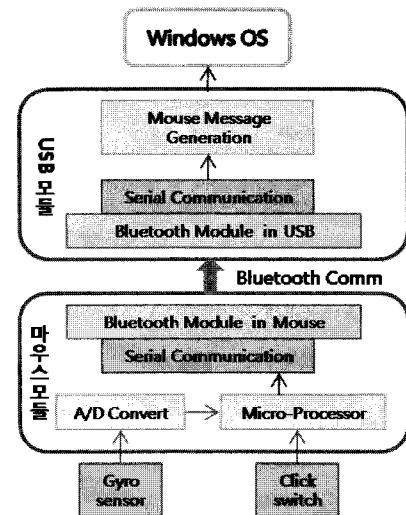


그림 8. 블루투스 모듈 인터페이스
Fig 8. Buletooth module interface

3.4.2 Bluetooth 통신 연결을 위한 모듈 설정

센서모듈과 USB 마우스 인터페이스 모듈의 두 블루투스 모듈간의 통신 연결을 위해서 페어링이라는 과정이 필요하다. 즉, 센서 2개의 Acode300 블루투스 모듈간의 통신을 위해서는 두 블루투스 모듈간의 연결을 위한 모듈 설정 과정을 거쳐야 한다.

No	Pin Name	I/O	Description
1	Ground	-	Ground
2	VCC	-	3.3V DC
3	Status	O	Status port for monitoring
4	Reset	I	Reset for FB155BC (FULL UP)
5	CTS	I	UART Clear To Send (TTL)
6	RTS	O	UART Ready To Send (TTL)
7	TXD	O	Transfer Data
8	RXD	I	Received Data

그림 9. Pin 할당

Fig 9. Pin assign

[그림9]는 Acode300 블루투스 모듈의 각 핀에 해당되는 기능을 보여준다. 블루투스 모듈 연결 설정을 위해서 전원 투입전 4번핀 Reset 신호선을 접지시키고 2번단자 VCC에 3.3V전원을 인가해주어야 한다. 그리고 전원을 인가하기 전에 PC의 COM Port와 블루투스 모듈을 연결 해 주어야 하는데 블루투스 모듈의シリ얼 통신 인터페

이스 단자인 TXD와 RXD가 TTL 레벨이므로 이를 시리얼 통신 레벨로 변경시켜 줄 수 있는 컨버팅 칩이 필요하다. 보통 시리얼 통신 케이블에 통신레벨을 변환시켜 줄 수 있는 Max3232 칩이 같이 포함되어 있는 시리얼 통신 케이블을 사용하면 된다.

3.4.3 센서모듈과 USB인터페이스 모듈의 통신연결

우선 [그림10]과 같이 USB 인터페이스 모듈을 컴퓨터 USB 포트에 꽂는다. 만약 컴퓨터가 USB 마우스 인터페이스 모듈을 제대로 인식하게 되면 [그림11]과 같이 주황색 LED가 점등되게 된다. 그리고 바로 옆의 녹색 LED가 켜졌다가 일정 시간이 지나면 꺼지게 됨을 반복하게 되는데 이는 센서 모듈의 블루투스 모듈과의 연결이 이루어지지 않았기 때문이다.

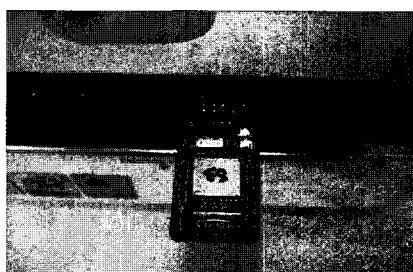


그림 10. USB 인터페이스 모듈 연결
Fig 10. Connected USB interface module

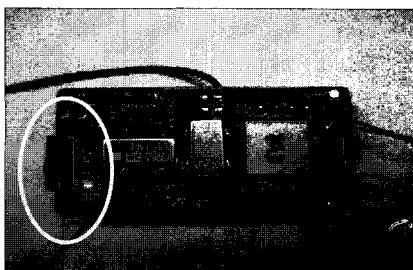


그림 11. USB모듈과 연결된 센서모듈
Fig 11. Connected sensor and USB module

따라서 [그림11]과 같이 센서 모듈의 좌측에 있는 빨간색 토클 스위치를 아래로 내리면 센서모듈에 전원이 인가되게 되며 또한 블루투스 모듈에도 전원이 인가되어 접속 대기중인 USB 인터페이스 모듈과 연결이 이루어지게 된다. 연결이 성공적으로 이루어지면 센서모듈

우측 상단 모서리에 있는 녹색 LED가 점등된 상태로 계속 유지되게 된다.

3.5 마우스 동작 패턴 구현

3.5.1 마우스 클릭 이벤트

마우스 클릭 이벤트는 검지 끝에 있는 버튼을 이용해 발생한다. 마우스 왼쪽 버튼 클릭 이벤트는 검지손가락의 버튼을 엄지손가락을 이용하여 [그림12]와 같이 한번 눌렀다 떼면 된다.

마찬가지로 마우스 왼쪽 버튼의 더블클릭 이벤트는 손가락의 검지에 있는 버튼을 두 번 빠르게 눌렀다가 떼면 된다. 또한 마우스 오른쪽 버튼 이벤트는 검지손가락의 버튼을 1초 정도 길게 누르면 된다.

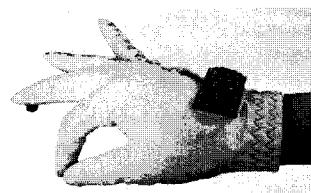


그림 12. 마우스 클릭 이벤트
Fig 12. Mouse click event

3.5.2 마우스 포인터 이동

컴퓨터 화면상에서 마우스 포인터를 X축, Y축으로 이동시키기 위해서는 손가락의 중지에 있는 버튼을 엄지손가락으로 누른 상태에서 [그림13]과 같이 손을 상, 하, 좌, 우로 자유롭게 이동한다.

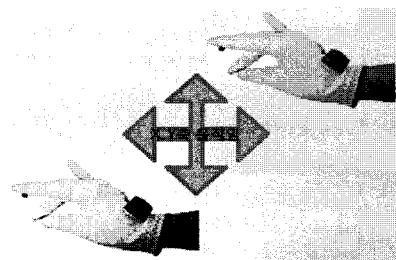


그림 13. 임의 위치로의 손의 움직임
Fig 13. Hand's motion in any point

이동시에 손의 속도가 빠르면 마우스 포인터의 움직임 속도도 증가한다.

3.5.3 마우스 드래그 & 드롭

마우스의 드래그 & 드롭은 [그림14]와 같이 손가락의 검지에 있는 버튼을 누른 상태에서 마우스 포인터 움직임을 위해 중지 손가락에 있는 버튼을 동시에 누른 상태로 유지하면서 드래그하면 되고 마우스 포인터가 목적 위치에 도달하게 되면 중지 손가락 버튼을 빼고 그 후 검지 손가락의 버튼을 떼면 된다.

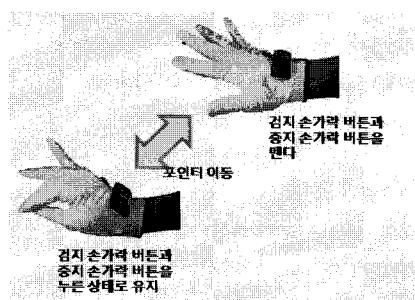


그림 14. Drag & Drop 움직임
Fig 14. Drag & drop motion

IV. 시스템 평가 및 고찰

4.1 자이로 센서 신호처리

4.1.1 미약한 센서신호 문제해결

이번 연구에 사용하였던 ENC-03M 자이로 센서의 출력전압은 $0.67\text{mV}/\text{deg/sec}$ 로 1초에 1도의 회전량의 변화가 있을 때 0.67mV 의 아주 미세한 전압이 기준전압에 더해져 출력된다. 즉, 센서에 각속도가 감지되지 않을 때 출력되는 기준 전압인 1.35V 에 0.67mV 가 더해진 1.3567V 가 출력된다. 센서 모듈에 있는 Atmega8 마이크로 컨트롤러의 ADC 기준 전압을 3.3V 로 설정하여 센서 전압을 10비트 디지털 값으로 변환했을 때 $0 \sim 3.3\text{V}$ 가 디지털 값 $0 \sim 1023$ 의 값으로 나타나게 된다. 따라서 디지털 값 1의 값이 변화되기 위해서는 아날로그 입력 신호가 약 3.2mV 가 변해야 한다. 따라서 3.2mV 의 변화가 있으면 각속도가 $4.8^\circ/\text{second}$ 가 변화해야 한다.

실제로 손의 움직임은 자이로 센서의 중심에 있는 회전 중심축으로부터 상당히 멀리 있기 때문에 값의 변화량 차이는 상당히 많은 차이를 보였다. 따라서 손의 움직임 변화량과 실제 마우스 이동 변화량과 거의 동일하도록 하기 위하여 미세한 센서 신호를 증폭할 필요성이 있

었다. $4.8^\circ/\text{second}$ 해당되는 값이 디지털 1의 값에 해당되기 때문에 디지털 값을 이용해서는 센서 신호를 증폭할 수가 없어서 디지털로 변환되기 전인 아날로그 신호를 증폭하기 위하여 OPAMP를 이용해 센서 신호를 증폭하였다.

4.1.2 센서신호 잡음문제 해결

미약한 센서신호를 증폭하고 난 후의 문제점이 미세한 손의 흔들림 때문에 손의 움직임이 없을 때에도 센서 신호가 많이 출렁거리는 현상이 발생되었다. 센서 잡음 처리방법 역시 아날로그적인 방법과 디지털적인 방법 두 가지 방법이 있다. 디지털적으로 잡음을 해결하는 방법은 샘플링 주파수를 높여서 단위 시간당 많은 샘플을 취득하고 취득 한 샘플을 일정 개수만큼 모아서 평균을 취한 방법을 사용하였다. 따라서 중간 중간에 많이 튀는 센서 전압을 좀 더 완만하게 처리 할 수 있었다. 그렇지만 이 역시 [그림15]와 같이 센서 값의 변화가 미세하게 나타났다.

따라서 손의 움직임을 감지하기 위해서 입력되는 센서값의 상한 값과 하한 값을 설정하여 그 이외의 값이 감지되면 손의 움직임이 있는 것으로 판단하였다.

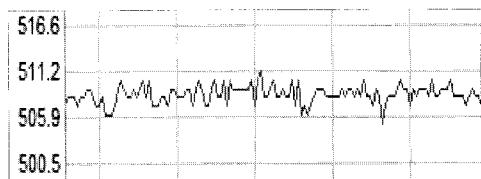


그림 15. 자이로 센서 테스트 결과
Fig 15. Test result of gyro sensor

4.2 Atmega8 내부 발진 클록 사용문제 해결

Atmega8 마이크로 컨트롤러를 동작시키기 위해서는 Atmega8에 기준 클록을 입력해줘야 한다. Atmega8은 최대 8MHz 클록을 입력해 사용할 수 있다. 이번에 사용한 방법은 PCB에 실장 시 크리스탈이나 오실레이터를 사용했을 때 불필요하게 사용되는 부품의 사용을 줄이고 전체 PCB 크기를 줄이고자 Atmega8의 내부 발진기를 사용하기로 하였다. PCB설계 완료 후 부품을 실장하고 실제 테스트한 결과 상당한 문제점을 발견할 수 있었다. 내부 RC 발진기의 성능이 온도와 입력 전압에 의해 생성되는 주파수가 틀려지는 현상이 발생하였다. 블루투스

모듈로 데이터를 전달하는 과정에서 UART 직렬통신을 사용하는데 내부 발진기의 불안정성 때문에 설정한 UART의 보레이트와 맞지 않아서 데이터가 깨지는 문제 가 발생한 것이다.

이후에 Atmega8 데이터 쉬트를 통해 해결책을 찾을 수 있었는데 내부 발진기를 사용했을 때 설정한 클럭 주파수가 입력 전압 및 온도에 의해 영향을 받아 틀려지는 값을 내부 레지스터 값으로 이용해서 정확하게 맞출 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에서 사용한 모션 인식 장치는 손에 탈, 부착 해야 하는 장치이므로 장시간 손에 부착시에도 손에 무리가 가지 않도록 사람의 손에 착용이 용이한 장갑 형태로 제작하였으며 손의 모션 인식을 위하여 자이로센서를 이용하였고 손의 움직임 데이터는 마우스 커서의 이동 좌표로 변환되어 마우스 역할을 한다. 장갑에 달린 센서와 컴퓨터 서버와의 연결은 블루투스 통신을 이용하여 움직임이 자유롭도록 무선화 하였고 이를 기기들간의 연결을 위하여 USB형태의 마우스 동글을 제작하였다. 개발한 시제품은 게임이나 가상현실 환경에 응용할 수 있는 사용자 입력장치로서의 가능성을 보여주었다.

향후 도래할 새로운 디지털 환경을 구현하는 유비쿼터스 체계에서는 사용되는 지능형 단말기에 보다 사용자 친화적인 인터페이스를 적용해야하며 단말기를 휴대한 상태에서도 사용자의 행동에 방해가 되지 않는 착용형 인터페이스나 주위에 편재되어 있는 장치들이 사용자의 상황에 적응적으로 반응하는 편재형 인터페이스를 지향하게 된다는 점을 감안하였을 때 본 연구 결과가 이러한 수요에 크게 부응할 수 있으리라 기대 한다.

참고문헌

- [1] 한국과학기술정보연구원, “광 마우스 및 광 조이스틱 기술, 시장동향 및 특허분석”, IOD Report 4-0013, 2005. 7

- [2] 김선태, 마평수, “데이터 글로브를 이용한 사용자 인터페이스 구현”, 2002년 한국멀티미디어학회 추계학술발표논문집, pp474-477, 2002
- [3] 한하나, 엄광문, 송은범, 김철승, 허지운, “상지장애 인의 컴퓨터 사용을 위한 무선 자이로마우스의 개발 및 임상평가”, 감성과학회지 Vol. 9, No. 2, pp93-100, 2006. 7
- [4] 정상봉, 한성현 외, “각가속도계 센서를 이용한 장애인용 컴퓨터 2차원 입력장치의 구현”, 1998 대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집21권 2호, pp837-840, 1998. 11
- [5] Carnegie Mellon University Wearable Group, <http://www.wearablegroup.org>
- [6] Essential Reality Co. <http://www.essentialreality.com/>
- [7] Immersion Co. <http://www.immersion.com/>
- [8] 5DT Co. <http://www.5dt.com/>
- [9] Ocean Technology Co. <http://www.oceantechology.co.kr/>
- [10] Gyration Co. <http://www.gyration.com/>
- [11] http://sun.uos.ac.kr/network/bluetooth/bt_01.htm
- [12] Device Class Definition for Human Interface Devices (HID) ver1.11, <http://www.usb.org>

저자소개



김남호(Nam-Ho Kim)

1990 전남대학교 무기재료공학과
(공학사)
1997 포항공과대학교
정보통신학과(공학석사)
2000 전남대학교 전산통계학과(박사수료)
1991 ~ 1997 포스데이타(주)
1998 ~ 현재 호남대학교 인터넷소프트웨어학과
부교수
※ 관심분야: 웹응용, 유비쿼터스 컴퓨팅