

자이로센서를 이용한 손 동작 인식형 보조 입력장치 구현

Implementation of the Hand-motion Recognition based Auxiliary Input Device using Gyro Sensor

박기홍*, 이현직*, 김윤호*

Ki-Hong Park*, Hyun-Jik Lee* and Yoon-Ho Kim*

요 약

본 논문에서는 특정인(장애인, 재활치료자, 고령자 등)들이 수월하게 컴퓨터를 사용 할 수 있도록 하기 위한 손동작 인식형 보조 입력장치를 설계하였다. 입력장치는 3차원 공간에서 손 동작 인식을 위해 자이로 센서를 사용하였고, 통신 대역은 무선 RF 2.4GHz 대역에서 신호를 송수신 하도록 하였다. 제작된 보드는 자이로 모듈, RF 통신 모듈, MCU, USB 단자 등으로 구성되었다. 동작인식 실험결과, 마우스 기반의 커서 이동 및 프로그램 제어 등이 설계 규격대로 수행됨을 확인 하였다.

Abstract

In this paper, we have designed the auxiliary input device which based on hand-motion recognition. It is aimed at some individually specified person such as the disabled, rehabilitation patient, and the aged. The gyro sensor is used to recognize the hand-motion in 3D space, and communication bandwidth for transceiver is also set to the 2.4GHz. Prototype board includes a set of modules; Gyro sensor, RF transmitter/receiver, MCU for signal processing and USB connector etc. Some experiments are conducted so as to verify the prototype, and as a result, mouse-based cursor motion as well as program control are well operated just same as the design specification.

Key words : Gyro sensor, nRF24L01, ACM, Auxiliary input device

I. 서 론

오늘날 유비쿼터스는 단순한 개념정립 단계를 넘어 u-City, u-Gov, u-Health, u-교육, u-교통 등 수많은 분야들이 현실에 접목되면서 보다 구체화되고 있다 [1]-[3]. 즉, 유비쿼터스 컴퓨팅이 IT 산업을 설명하는 핵심키워드로 인식되고 있고, 궁극적으로 기기 및 기

능 중심으로 진행되던 디지털 컨버전스가 인간의 일상생활을 지원 및 향상시킬 수 있는 환경(인간+IT, 사물+IT, 공간+IT 등)으로 변화되고 있다.

특히, BcN, RFID, WiBro 등의 다양한 서비스 출현 및 통합으로 인간의 삶의 질 향상을 위한 종합적 미래 기술 수요군으로 3S(Safe, Security, Smart)를 지향하는 요소기술에 대한 중점 연구개발이 활발하다. 생

* 목원대학교 컴퓨터공학부(Division of Computer Eng., Mokwon University)

· 교신저자(Corresponding Author) : 김윤호

· 투고일자 : 2009년 7월 2일

· 심사(수정)일자 : 2009년 7월 3일 (수정일자 : 2009년 8월 19일)

· 게재일자 : 2009년 8월 30일

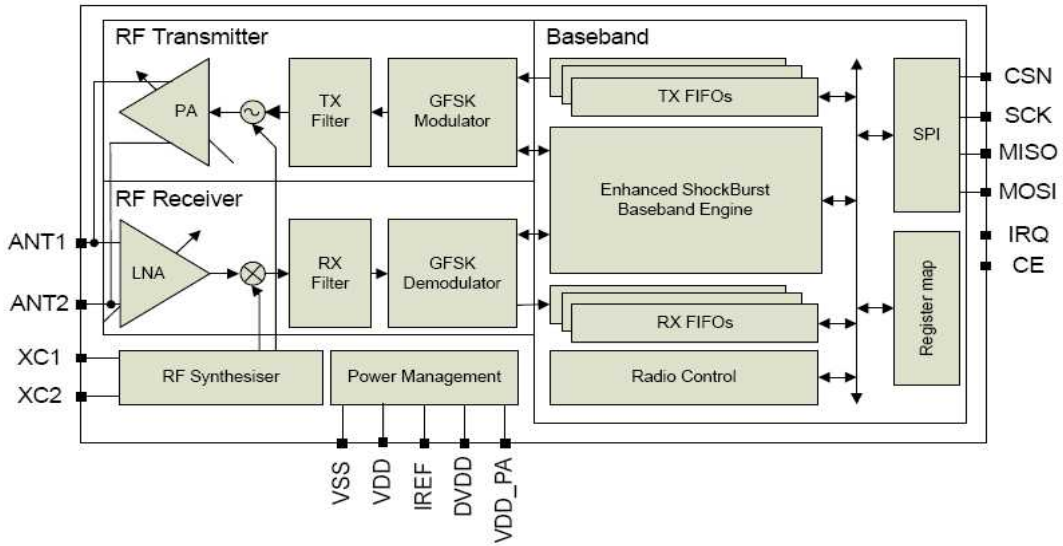


그림 2. nRF24L01 블록도
Fig. 3. nRF24L01 block

활패턴의 변화와 함께 사회전반에 유비쿼터스 기술을 활용한 u-서비스가 확대됨에 인간의 삶의 질을 높이는 u-Health 서비스 등의 요구도 점차 증대되고 있다 [4]-[7]. 본 논문에서는 u-서비스 및 장애인 정보 격차 해소를 위한 자이로센서[8][9] 기반 무선 RF 2.4GHz에서의 손 동작 인식형 입력장치를 제안한다.

II. 시스템 구성

본 시스템의 구성은 그림 1과 같고, 한 손 및 키보드 사용을 못한다는 가정하에 손 동작을 인식하여 컴퓨터를 제어하는 시스템이다. 입력장치의 송신부는 RF(Radio Frequency), Gyro sensor, MCU(Micro Controller Unit) 및 전원변환 회로로 구성되고, 수신부는 RF, MCU로 구성된다.

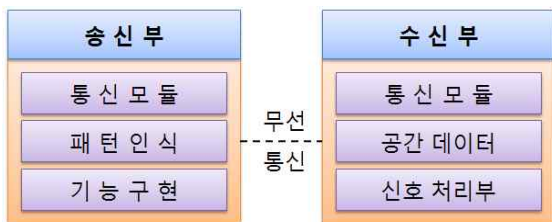


그림 1. 시스템 구성
Fig. 1. Configuration of the system

무선 RF 통신을 위해 2.4GHz ~ 2.5GHz ISM 밴드에서 동작하는 nRF2401을 사용하였고, 3차원 공간 동작 인식을 위한 CruizeCore® R1001H 자이로 센서를 사용하였다. CruizCore® R1001H는 CruizCore® XG1010의 핵심 항법 모듈로, 각속도와 상대각도를 측정하는 소형/저가/고성능의 MEMS 기반 디지털 자이로스코프이다. 내부에 전원 안정화 회로, AD 변환기, 신호 처리회로와 오차 보상과 필터링을 위한 RISC 프로세서가 내장되어 있으며, 센서의 오차를 최소화하여 10%/h 이하의 낮은 바이어스와 0.5%/FS 이하의 환산계수의 보상이 가능하다.



그림 2. 자이로센서(CruizeCore® R1001H)
Fig. 2. Gyro sensor(CruizeCore® R1001H)

nRF24L01은 데이터 손실 없이 데이터 패킷과 ACK 신호를 자동으로 송수신하기 위해 근처의 기존 WLAN과 같은 모든 고정주파수 네트워크를 감시하기 위한 검출 기능 및 동시에 6개 무선 채널을 수신할 수 있는 칩탐재형 MultiCeiver 로직을 지원한다. Power-down과 Standby mode가 있어 전력 소비는 매

우 낮으며, Output power가 -6dBm 일 때, 9.0mA 소비, RX 모드 시에 12.3mA이다.

그림 4는 nRF24L01의 데이터 파이프의 구성으로 1개의 물리 주사수 채널 안에서 PRX는 6개의 다른 주소를 가진 데이터를 수신하는 데이터 파이프로 구성되고, 각 데이터 파이프는 유일한 자신의 주소를 가지고 있다.

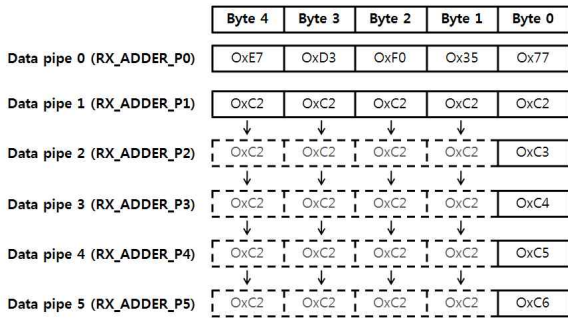


그림 4. Addressing data pipes 0~5
Fig. 4. Addressing data pipes 0~5

III. 손 동작 입력장치 개발

3-1 인터페이스 FPGA H/W 구현

송신기에서 눌러지는 버튼 신호, 손동작 신호 등 발생하는 x, y, z 축의 좌표(및 동작 신호) 신호를 입력 받아 개별적으로 또는 상호 유기적으로 작동되는 모습을 기능 구현부로 도식화하면 그림 5와 같다.



그림 5. 기능 블록도
Fig. 5. Features block

그림 5에서 동작인식 구현부는 입력된 좌표를 계산하여 어떤 동작을 하였는지 판단하고, 입력장치를

정해진 시간동안 다음과 같은 5종류의 동작 모델중 하나의 움직임을 판별한다.

- i. 좌우 움직임($\leftarrow \rightarrow, \rightarrow \leftarrow$)
- ii. 상하 움직임($\uparrow \downarrow, \downarrow \uparrow$)
- iii. 전후 움직임($\nearrow \swarrow, \swarrow \nearrow$)
- iv. 시계방향 원 그리기 움직임(\curvearrowright)
- v. 반시계방향 원 그리기 움직임(\curvearrowleft)

그림 5에서 6축 공간 좌표 입력부, 버튼 신호 입력부 및 마우스 버튼 신호 처리부 등은 다음과 같은 기능을 한다.

- 6축 공간 좌표 입력부 : 입력장치를 움직여 좌($-x$), 우($+x$), 상($+y$), 하($-y$), 전($-z$), 후($+z$)의 좌표를 입력받음.
- 마우스포인팅 좌표 구현부 : 6축 공간 좌표 입력부에서 입력된 x, y 좌표를 PC의 마우스 포인팅 좌표에 반영함.
- 버튼 신호 입력부 : 무선 입력장치의 버튼 신호를 입력받아 각 버튼이 눌러 졌는지 여부를 판별하는 기능 수행.
- 마우스 버튼 신호 처리부 : 버튼 신호 입력부에서 판별된 버튼 신호 중 마우스 버튼 관련 신호를 처리하는 부분으로 무선 입력장치에 마우스 기능에 대응하는 4개의 버튼을 두어 좌우 버튼 클릭과 더블클릭, 휠 스크롤의 기능을 수행.
- 시스템 명령 구현부 : 동작인식 구현부에서 판별된 동작에 따라 사용자가 미리 지정한 시스템 명령을 자동으로 실행.

그림 6은 송신기로부터의 특정 신호를 수신기에서 신호 처리를 위한 흐름도이다.

그림 6의 수신부에서의 신호 처리는 다음과 같다.

- (1) 6축 좌표신호인가? 버튼신호인가?
- (2) 5종류의 동작 모델 중 하나인가?
- (3) 마우스, 가상키보드, 멀티미디어 버튼인가?
- (4) x, y 상대좌표를 추출하여 포인팅 좌표 이동
- (5) 가상키보드 실행
- (6) 미리정의된 사용자 명령어 실행
- (7) 마우스 버튼 처리
- (8) 멀티미디어 제어

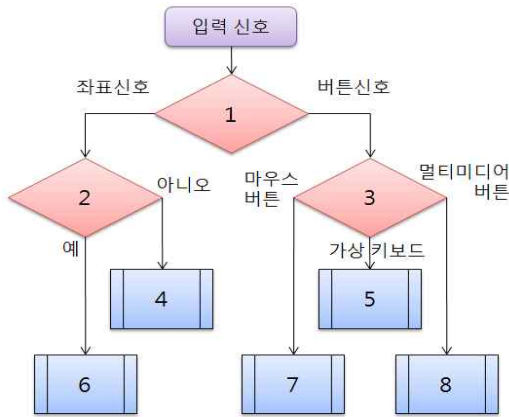
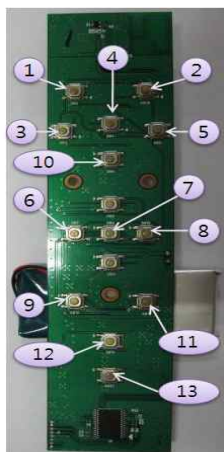


그림 6. 신호 처리 흐름도
Fig. 6. Flowchart of signal processing



(좌부터 수신기, 송신기, 충전기)
그림 7. 손 동작 인식형 보조 입력장치
Fig. 7. Hand-action recognition based auxiliary input device

그림 7과 그림 8은 각각 구현된 손 동작 인식형 보조 입력장치와 보조 입력 장치의 송신기의 버튼을 보여준다.



번호	기능	Roll
1	닫기	×
2	전원	×
3	화면 전환	○
4	전체 화면	×
5	빠른 실행	○
6	좌클릭	×
7	우클릭	×
8	동작 버튼	×
9	볼륨	○
10	재생	○
11	채널	○
12	Green Button	×
13	동작 인식 버튼	×

그림 8. 송신기 버튼 설명
Fig. 8. Description of the transmitter button

기존의 2축(상, 하, 좌, 우)에 대한 자이로 센서 신호의 파형패턴을 분석하 바 있다 [10]. 본 연구에서 구현된 손 동작 인식형 보조 입력장치는 6축 항법시스템을 이용한 3차원 공간인식(그림 5, 6축 공간좌표 입력부) 및 롤(Roll) 기능이 추가된 바, 동작 인식 버튼(그림 8, 13번 버튼)을 누른 상태에서 상·하·좌·우 4가지 동작을 응용한 동작을 사용자가 직접 등록하여 기능을 수행할 수 있다.

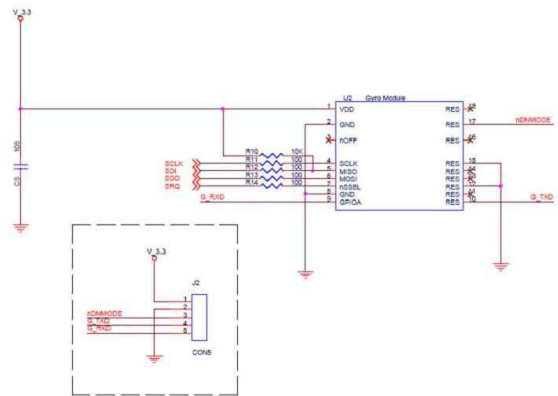


그림 9. Gyro 회로도
Fig. 9. Schematic of Gyro

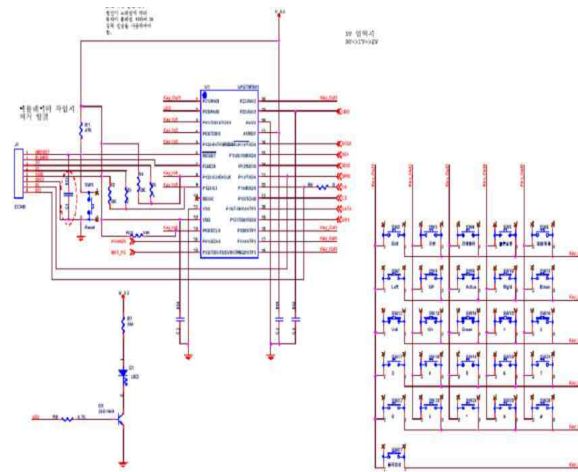


그림 10. MCU 회로도
Fig. 10. Schematic of MCU

3-2 PC 기반 S/W 구현

그림 11은 손동작 인식을 제어할 위한 PC기반 S/W인 ACM(Active Controller Manager)으로 FPGA로 구현된 시스템을 사용자가 쉽게 이용할 수 있는 인터페이스이다.

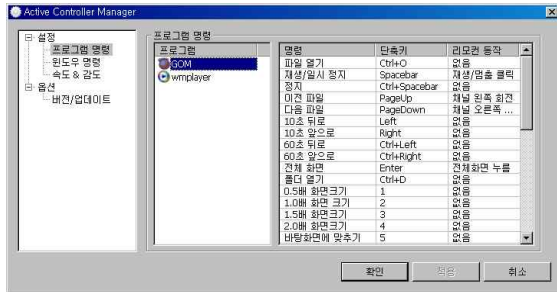


그림 11. Active Controller Manager (ACM)
Fig. 11. Active Controller Manager (ACM)

그림 12는 특정 프로그램을 제어하기 위해 동작 인식을 설정하는 메뉴창으로, 간편 열기 기능에 동작 패턴([M]:UD)을 적용하는 예이다.

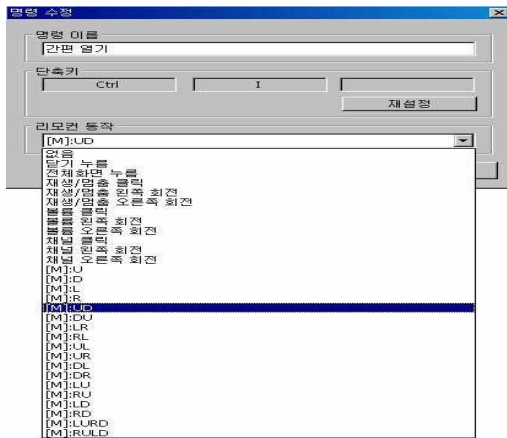


그림 12. 동작 인식 설정 예시
Fig. 12. Examples of action set

3-3 실험 및 고찰

본 연구에서 구현된 손 동작 입력장치의 동작 인식 검증을 위해 ACM에서 처리되는 이벤트와 에러율을 측정하였다. 그림 12에서 간편 열기 명령에 동작 신호([M]:UD)에 대한 이벤트는 다음과 같다.

- 10:56:12 : CMotionKey::CheckPressEvent<16384>
- Up
- Down
- 10:56:13 : CMotionKey::CheckReleaseEvent<16384>
- Motion Recognition ; [M]:UD

손 동작 입력장치는 버튼 누르기, 회전하기 및 동작 인식의 3가지 이벤트로 구성되고, 그림 13은 마

우스의 좌표 이동 및 롤 기능(오른쪽으로 약 30° 회전)을 수행하는 예이다.

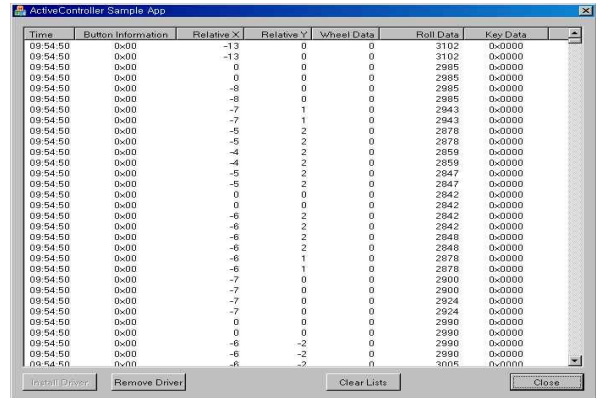


그림 13. 마우스 커서 이동 및 Roll 수행
Fig. 13. Move the mouse cursor & perform roll

그림 14는 그림 12의 동작 인식에 대한 에러율로, 10% 이상의 동작 인식 시 간편열기([M]:UD) 기능이 수행되지 않았다. 이에 개인적인 손 동작 속도의 차이에 따른 속도 및 감도(그림 15)를 설정할 수 있도록 하였다.

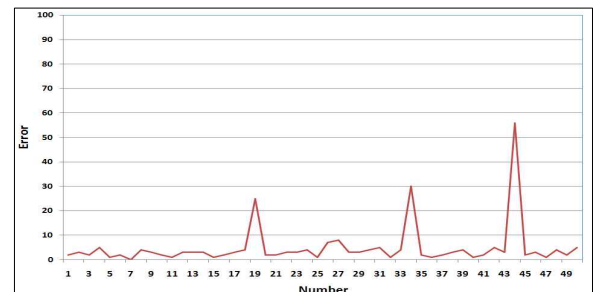


그림 14. 동작 신호([M]:UD)의 에러율
Fig. 14. Errors of action signal([M]:UD)

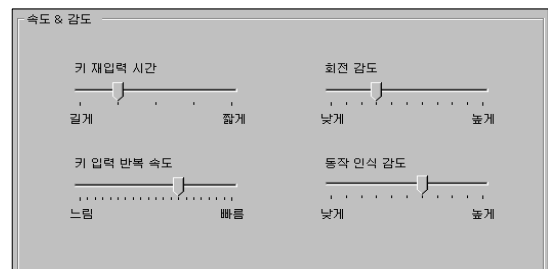


그림 15. 속도 및 감도 설정
Fig. 15. Speed and sensitivity settings

IV. 결 론

본 논문에서는 디지털 컨버전스 기반 특정인(장애인, 재활치료자, 고령자 등)의 일상생활을 지원 및 컴퓨터를 이용한 정보 격차 해소를 위한 인체 동작형 입력 장치를 구현하였다. 3차원 공간 동작 인식을 위해 Gyro 센서(CruizeCore® R1001H), 무선 RF 통신을 위해 허가가 필요 없는 2.4GHz 대역 및 nRF24L01를 통해 인체 동작 신호를 송수신한다. 연구결과, 인체 동작 인식형 보조 입력 장치(인터페이스 기반 FPGA H/W) 및 Active Controller Manager(PC 기반 S/W)를 구현하였다.

손 동작 인식형 입력장치는 인간의 생활패턴의 변화와 함께 사회전반에 유비쿼터스 기술을 활용한 u-서비스가 확대됨에 따라 만족도를 높이고 삶의 질을 높이는 장애인의 정보 접근 향상, u-Health 응용 서비스 및 실버산업 등에 적용 가능하다. 향후, 웨어러블 보조 입력 장치를 개발을 위한 기울기 센서, 압력 센서, 회전 센서 등 다양한 센서들의 포맷에 대한 효율성 및 실용성 등이 검토되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] B.C. Choi, K.S. Park, "u-IT 기술혁신과 산업변화", *전자통신동향분석*, ETRI, Vol. 21, No. 2, 2006
- [2] 한국전산원, "유비쿼터스 사회 새로운 희망과 도전", 2005, 12
- [3] 김재윤, "유비쿼터스 컴퓨팅 : 비즈니스 모델과 전망", *삼성경제연구소* 2003, 12
- [4] 보건복지가족부 보건의료정보과, "u-Health 활성화 정책방향", 2008
- [5] 한국정보문화진흥원, "정보격차해소백서", 2008.
- [6] BCC Research, "Healthcare Information System", 2006.9
- [7] Philips, "Annual Report 2007", 2008
- [8] J. Hanse, "Honeywell MEMS Inertial Technology & Product States", *IEEE, PLANS* 2004
- [9] 진계환 외 5인, "가속도 센서를 이용한 상황인식

시스템", *한국콘텐츠학회논문지*, Vol. 5, No. 5, pp 287-295, 2005.

- [10] 김윤호, 박기홍, "착용형 u-헬스용 3D 입력장치 구현", *한국향행학회논문지*, Vol. 12, No. 6, pp 640-645, 2008.

박 기 홍(朴起弘)



2004년 2월 : 목원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2006년 2월 : 목원대학교 공학석사
 2006년 8월~현재 : 목원대학교 IT 공학부 박사과정
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전

이 현 직(李炫直)



2008년 8월 : 목원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2008년 8월~현재 : 목원대학교 IT 공학부 석사과정
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전

김 윤 호 (金允鎬)



2003 - 현재: 목원대학교 컴퓨터공학부 교수
 2005-2006: University of Auckland, NZ, CITR Lab Research Fellow
 2008 - 현재: ISO/TC223 Korea Delegate
 IEEE, 대한전자공학회, 한국통신학회 정회원/ 한국디지털콘텐츠학회, 한국해양정보통신학회, 한국향행학회 종신회원
 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전, 사회안전 및 IT 정책, 방재정보통신 등.