

---

# 전자기기 사용이 불편한 장애인이나 노인들을 위한 새로운 인터페이스에 대한 연구

정성부\* · 김주웅\*\*

A study of new interface system for the disabled and old people who do not  
well using electronic equipment

Sung-boo Chung\* · Joo-woong Kim\*\*

---

이 논문은 2011년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음

---

## 요 약

본 연구에서는 전자기기의 사용이 불편한 장애인이나 노인들을 위한 새로운 인터페이스를 제안한다. 제안한 방식은 대부분의 전자기기에 적용되고 있는 물리적 스위치 방식의 인터페이스를 마이크와 3축 가속도 센서가 달린 헤드셋을 이용하여 음성인식과 모션인식을 통해 전자기기를 사용하는 방식이다. 음성인식은 마이크를 통해 명령이 전달되고 음성인식 모듈을 통해 PC의 마우스를 컨트롤한다. 그리고 모션인식은 머리를 움직여 헤드셋에 있는 3축 가속도 센서가 마우스 포인터를 제어하여 명령을 수행하게 된다. 제안한 인터페이스 방식의 유용성을 확인하기 위해 헤드셋을 제작하고, 제작된 헤드셋을 이용하여 실험실과 식당, 도서관 등에서 실험을 한다.

## ABSTRACT

In this study, we propose the new interface system for the disabled and old people who do not well using electronic equipment that is used physical switch interface system. The proposed new interface system is consisted of speech and motion recognition system. Speech recognition system is mike in the headset, and motion recognition system is 3-axis accelerometer in the headset. In order to verify the usefulness of the proposed system, we make an experiment on new interface.

## 키워드

전자기기 인터페이스, 음성인식, 모션인식, 3축 가속도 센서, TMS320F2812

## Key word

electronic equipment interface, speech recognition, motion recognition, 3-axis accelerometer sensor, TMS320F2812

---

\* 증신회원 : 서일대학교(교신저자, csbnim@hotmail.com)

\*\* 정회원 : 서일대학교

접수일자 : 2012. 10. 15

심사완료일자 : 2012. 11. 21

## I. 서론

전자산업의 발전은 인류에게 많은 이로움과 편리함을 주었다. 냉장고, 세탁기와 같은 대형 가전제품에서부터 스마트폰, 디지털 카메라, 내비게이션과 같은 소형의 IT 제품, 그리고 산업현장에서 사용되는 많은 전자장비 등이 인간의 삶을 한층 더 업그레이드 했다.

대부분의 전자기기들은 물리적인 스위치를 이용하여 인간과 인터페이스하고 있다. 예를 들어 세탁기의 경우 많은 스위치 버튼이 있어 그 버튼을 통해 다양한 작업을 수행한다. 또한 디지털 카메라의 경우에도 버튼을 통해 여러 메뉴를 수행한다.

그러나 물리적 스위치 방식의 인터페이스를 사용하는 전자기기는 손과 팔의 사용이 불편한 장애인이나 노인들에게는 매우 힘든 인터페이스 방식이다.

이러한 불편을 개선하기 위해 많은 방식들이 제안되었다. 예를 들면 루게릭병에 걸린 영국의 우주물리학자 스티븐 호킹 박사는 말을 하지 못하고, 손가락 두 개만을 쓸 수 있는 중증 장애인이다. 하지만 스티븐 호킹 박사는 활발한 저술 및 강연 활동을 하고 있다. 이는 전동휠체어에 달린 음성합성기 등 첨단 컴퓨터 입력장치 덕분이다. 말소리로 자판 입력을 대신하는 ‘음성키보드’, 모니터 대신 점자 출력판이 달린 ‘시각장애인용 컴퓨터’, 화면에 나타나는 내용을 음성으로 읽어주는 ‘스크린 리더’ 등을 이용하고 있다.[1][2][3]

또 다른 예로써 골도 전화기를 들 수 있다. 골도 전화기는 청각장애인을 위한 전화기로 소리 대신 컷속뼈를 진동시켜 음성신호를 전달함으로써 소리를 들을 수 없는 청각장애인이나 노인들도 전화 통화를 할 수 있도록 하는 기기이다.

본 연구에서는 물리적 스위치 방식의 인터페이스를 사용하기 불편한 장애인이나 노인이 손쉽게 전자기기를 사용할 수 있도록 하기 위해 새로운 인터페이스 방식을 제안한다. 제안한 방식은 3축 가속도 센서를 이용하여 머리의 움직임을 통해 포인팅을 하는 모션인식과 마이크를 통해 음성으로 명령을 수행하는 음성인식 부분으로 구성되어 있다.

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 실험을 한다. 실험을 위해 마이크가 포함된 헤드셋에 3축 가속도 센서를 장착하여 제안한 인터페이스 장치를 제작한다. 제작된 장치에서 음성인식 부분은 인식률이 상대적으로

높은 화자종속방식을 지원하고, 사용자의 음성을 인식해서 BCD 코드로 출력을 내는 음성인식 모듈을 헤드셋에 포함된 마이크의 출력부와 연동한다. 헤드셋의 머리 부분에 3축 가속도 센서를 장착하여 사용자의 머리 움직임을 인식한다. 3축 가속도 센서와 음성인식 모듈은 TMS320F2812 DSP 프로세서와 연동하여 SCI(Serial Communication Interface) 통신을 통하여 PC로 센서의 데이터와 음성인식의 결과를 전송한다. PC에서는 VB(Visual Basic) 프로그램을 통하여 전송 받은 결과값으로 마우스 이벤트를 제어한다.[4][5]

## II. 제안한 시스템

본 연구에서 제안한 하드웨어 구성은 그림 1과 같다.



그림 1. 하드웨어 구성

Fig. 1 A configuration of hardware

그림 1에서 볼 수 있듯이 제안한 방식의 하드웨어 구성은 마이크가 포함된 헤드셋과 헤드셋 상단에 3축 가속

도 센서를 장착한다. 헤드셋 상단에 있는 3축 가속도 센서는 헤드셋의 움직임을 따라 기울기 변화가 일어나고 이를 통해 마우스 포인터가 움직임을 갖게 된다. 3축 가속도 센서의 기울기 데이터 값은 DSP 프로세서의 입력 핀을 통해 실시간으로 입력되어 DSP 프로세서를 통해 A/D(Analog to Digital) 변환되고, 이 A/D 변환된 값은 DSP 프로세서 내부에서 방향 정보로 변환되어 시리얼 통신을 통해 PC로 보내지게 된다.[4]

그리고 헤드셋에 포함된 마이크를 통해 음성을 입력하면 음성인식 모듈을 통해 명령 전달이 가능하게 된다. 음성인식 모듈에서 출력된 음성인식의 결과 값은 실시간으로 DSP 프로세서에 의해 capture 되고, DSP 프로세서에서는 그 신호를 판별하여 PC에서 좌, 우, 좌좌, 우우 등의 이벤트가 발생할 수 있도록 값을 변형시켜 그 값을 시리얼 통신을 통해 PC로 보낸다.

이와 같이 3축 가속도 센서의 움직임에 따른 방향 정보와 마이크를 통한 음성 명령은 음성인식 모듈을 통해 출력되어 DSP 프로세서와 연동하게 되고, DSP 프로세서는 음성인식의 결과 값과 가속도 센서의 값을 연산하여 SCI를 통해 PC로 값을 보낸 후 PC에서 VB 프로그램을 통하여 마우스 포인팅 및 클릭 이벤트를 구현한다.

제한한 방식의 인터페이스를 실현하기 위하여 TMS320F2812 DSP 프로세서를 사용한다. 일반적인 어플리케이션 구현에 사용되는 AVR 계열의 마이크로프로세서는 16MHz 동작 주파수를 갖는 반면, Texas Instrument사의 TMS320F2812 DSP 프로세서는 125MHz의 동작 주파수를 갖는다. 본 연구에서 적용되는 시스템은 3축 가속도 센서와 음성인식 모듈을 프로세서와 연동하여 마우스의 커서를 움직이는 데에 목적이 있으므로 이러한 값들을 실시간으로 PC에 보내주어야 한다. 따라서 AVR보다는 동작 속도가 빠른 DSP 프로세서를 필요로 하였다.

또한 3축 가속도 센서의 데이터 값을 받을 시에 A/D 변환이 필요한데, AVR의 A/D 변환 주파수는 125KHz이기 때문에 샘플링 데이터의 수가 상대적으로 적어 3축 가속도 센서의 값을 정밀하게 받기 어려우나 TMS320F2812 DSP 프로세서의 경우 최대 25MHz 까지 지원하므로 약 200배 더 정밀한 A/D 변환 구현이 가능하다. 본 연구에서는 그림 2의 Synkworks사의 TMS320F28X\_EVM\_V211 보드를 사용한다.[6]



그림 2. TMS320F28X\_EVM\_V211 보드  
Fig. 2 TMS320F28X\_EVM\_V211 board

TMS320F2812 DSP 프로세서의 코딩은 Texas Instrument사의 CCS(Code Composer Studio) v.3.3을 컴파일러로 사용하였다. CCS는 JTAG(Joint Test Access Group) emulator와 연동 시에 실시간 디버깅 환경을 제공하므로 기존의 AVR에서 보다 개발 시간을 획기적으로 단축할 수 있다. 본 연구에서 사용한 것은 윈텍사의 TDS510USB-C2K JTAG emulator이다.

TMS320F2812 보드의 핀 설정은 기본적으로 GPIO(General Purpose Input Output)핀을 입·출력 모드로 사용하여 출력 핀 없이 다섯 개의 입력 핀을 사용한다. 핀의 사용은 A/D 변환 핀으로 두 개, 음성인식 모듈의 출력을 입력으로 받는 입력 핀 두 개, 음성인식 모듈의 트리거 신호를 받는 입력 핀 한 개로 사용한다. A/D 변환 핀은 A/D 변환 Regs. A/D 변환 CHSELSEQ1 레지스터 설정을 통하여 A/D 변환 INA2와 A/D 변환 INA3을 사용하며, GPIO 핀은 GpioMuxRegs.GPAMUX 레지스터 설정을 통하여 각 포트를 Input/Output으로 설정한 후 GpioMuxRegs.GPADIR 레지스터 설정을 통하여 GPIOA8,9를 음성인식 모듈의 결과 값을 받는 핀으로 GPIOA10을 트리거 신호를 받는 핀으로 설정하여준다.

A/D 변환은 인터럽트를 통하여 구현한다. A/D 변환의 경우 시퀀스를 따로 구분하지 않고 SEQ1을 통하여 각각 한번씩 A/D 변환 되게 한다. A/D 변환 구동 클럭을 25MHz로 설정하기 때문에 속도 상으로 큰 이상 없이 동작함을 확인할 수 있다. DSP 프로세서의 인터럽트 동작은 EM(Event Manager)의 SOC(Start of Conversions) 신호가 세팅 되었을 때에 동작하므로 EvaRegs.GPTCONA.bit.T1TO A/D 변환 레지스터를 통해 EVA를 설정하고,

EvaRegs.TIPR 레지스터를 0xFFFF로 설정하여 주기를 설정하며, 그 주기 동안 EvaRegs.T1CMPR 레지스터의 값에 따라 SOC 신호를 보내도록 한다.

PC에서 마우스 이벤트를 구현하기 위해 VB 프로그램을 이용한다. 프로세서를 통해 받은 값은 VB에서 문자 형식을 통해 받아 지므로, 소프트웨어적으로 16진수로 변경을 해준다. 받은 값을 사용가능하도록 바꾸어 마우스 이벤트 함수를 통해 마우스 이벤트를 구현한다.

DSP 보드와의 시리얼 통신은 DSP 프로세서의 SCI 포트와 PC의 COM포트를 연결한 후 VB의 MSCComm1\_OnComm 함수를 통하여 통신을 한다. 디버깅 시 VB의 텍스트 창을 통하여 결과 값을 확인함으로써 디버깅 시간을 단축할 수 있다. 시리얼 통신을 통해 받은 값을 변환 하여 음성인식의 결과 값인지 3축 가속도 센서의 값인지를 판별 한 후 음성인식의 결과 값일 경우 mouse\_event 함수를 3축 가속도 센서의 값일 경우 GetCursorPos와 SetCursorPos를 사용하여 마우스를 컨트롤 한다. 위의 세 함수는 모두 user32 라이브러리에 포함되어 있다.

### III. 실험 및 결과

제안한 시스템의 유용성을 확인하기위해 그림 3과 같은 시스템을 구현한다.

그림 3에서 시스템 구현에 사용된 헤드셋은 일반적인 헤드셋이며, 음성인식 모듈은 전원테크사에서 제작한 JT-800-10 모듈이다. 모듈의 입력 전압은 9 ~ 12V 이며 동작전압은 5V이다. 미리 모듈에 총 10가지의 목소리를 트레이닝 시키면 모듈은 각각의 목소리에 0부터 9까지 BCD 코드를 할당 시킨다. 미리 입력된 목소리와 일치하는 목소리가 입력되면 음성인식 모듈에서 그것에 해당하는 BCD 코드가 parallel 또는 serial로 출력된다. 또한, 이 모듈은 외부 스피커와 마이크의 사용이 가능하게 설계되어 있고, 10단어 CL(Continuous Listening) 모드, 10단어 SD(Speaker Dependent) 모드를 지원한다. 상기 모듈의 결과 값은 DSP 프로세서의 GPIO핀을 입력으로 설정하여 그 포트를 통하여 프로세서로 받는다.

그리고 헤드셋 뒷부분에 장착된 3축 가속도 센서 모듈은 뉴테크놀로지사에서 제작한 AM-ACCTB 모듈을 사용한다.



그림 3. 구현한 시스템  
Fig. 3 The implemented system

상기 모듈에는 Freescale 사의 MMA7260Q 3축 가속도 센서가 필터와 함께 장착되어 있다. Freescale 사의 MMA7260Q에는 select 핀의 입력에 따라 4가지의 출력 모드가 존재한다. 본 연구에서는 1.5g 모드로 동작시켰으며, 1.5g 모드 선택 시에는 select 핀에 아무런 입력을 주지 않아도 되므로 모듈에 추가 입력을 주지 않고 구현한다. 전원부에 3.3V를 인가하고 아날로그 데이터 값을 얻기 위해 X, Y핀을 DSP 프로세서의 A/D 변환 포트와 연결하여 A/D 변환 인터럽트를 통해 X, Y축의 데이터를 얻었다. A/D 변환 동작주파수를 25MHz로 설정하여 샘플링 주기를 40ns로 설정한다.

제안한 인터페이스 방식의 유용성을 위해 실험을 진행한다. 실험은 모션인식에 대한 실험과 음성인식에 대한 실험으로 진행한다.

모션인식을 이용한 실험은 헤드셋의 상단에 장착되어 있는 3축 가속도 센서를 움직여 PC의 마우스를 제어하여 포인팅 한다. 모션인식에 대한 실험 결과 3축 가속도 센서에 의한 마우스 포인팅 컨트롤은 정상적으로 잘 동작 되었다. 그러나 3축 가속도 센서의 기울기에 따른 마우스의 동작이 너무 커 정밀한 컨트롤은 할 수 없었다. 음성인식을 이용한 실험은 헤드셋의 마이크를 이용하여 목소리를 트레이닝하고, 트레이닝 후 음성 명령을 내려 마우스 컨트롤을 한다. 트레이닝과 음성명령에 사용된 단어는 마우스를 컨트롤하기 위해 ‘좌’, ‘우’, ‘좌좌’, ‘우우’를 사용한다. 실험은 실험실과 도서관, 식당에서 진행하였고, 실험결과

표 1과 같다.

표 1. 음성인식을 이용한 실험결과  
Table. 1 The experimental results for the speech recognition

	좌	우	좌좌	우우
실험실	68%	71%	61%	61%
도서관	62%	68%	55%	59%
식당	28%	33%	15%	20%

#### IV. 결 론

본 연구에서는 손과 팔의 사용이 부자연스러운 장애우나 노인들이 물리적 스위치 방식의 인터페이스를 사용하는 전자기기의 사용을 원활히 하기 위한 새로운 형태의 인터페이스를 제안했다. 제안한 방식은 마이크가 포함된 헤드셋에 3축 가속도 센서를 헤드셋 상단에 장착하여, 머리의 움직임을 이용하여 PC의 마우스 포인터를 컨트롤 하고, 헤드셋에 있는 마이크를 통해 음성 명령을 하여 PC의 마우스 이벤트를 수행하는 것이다.

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 실험을 위해 음성인식 모듈과 3축 가속도 센서가 장착된 헤드셋 마우스를 설계 및 제작하였다. 헤드셋 마우스는 TMS320F2812 DSP 프로세서와 연동하였다.

마이크를 통해 전달된 음성 명령은 음성인식 모듈을 통하고, 음성인식 모듈은 화자종속방식을 지원, 그 음성 신호를 인식해서 BCD 코드로 출력을 내게 하였다. 3축 가속도 센서는 머리의 움직임을 통해 기율기의 변화가 생기고 이를 통해 마우스를 컨트롤 하였다.

실험 결과 3축 가속도 센서를 이용한 마우스 포인팅 컨트롤은 정상적으로 잘 동작 되었지만 기율기에 따른 마우스의 동작이 너무 커 정밀한 컨트롤을 할 수 없었다. 또한 음성인식 방식에 의한 명령 전달의 경우 ‘좌’, ‘우’, ‘좌좌’, ‘우우’ 등의 명령을 트레이닝 하고, 트레이닝 후 실제 마우스 컨트롤을 하기위한 명령하였다. 실험실에서는 평균적으로 65.25%, 도서관에서는 61%, 식당에서는 24% 정도 수행되었다.

실험을 통해 제안한 방식의 인터페이스가 물리적인 스위치 방식의 인터페이스 사용이 어려운 장애인이나

노인들에게 유용함을 알 수 있었다.

실험 과정에서 다소의 문제점이 있었다. 첫 번째 문제는 음성인식 모듈과 DSP 보드 간에 공통 접지의 차이에 의해서 입력 값의 오류가 발생하였는데, 이 문제는 공통 전원을 인가함으로써 해결하였고, 이를 통해 정확한 음성인식 결과 값을 입력 받아 정상 동작 되었다. 두 번째 문제는 트리거 신호의 문제였는데, 이 문제는 마우스 클릭 이벤트의 횟수가 무한 반복되는 것이었다. 이를 해결하기 위해 소프트웨어 코딩을 통해 edge triggered 방식의 인터럽트를 사용하여 해결했다. 이로써 무한 반복되었던 마우스 클릭 이벤트의 횟수를 음성인식이 될 때만으로도 제한하였다.

향후 연구는 가속도 센서를 이용한 포인팅을 좀 더 쉽고 정밀하게 하도록 해야 하고, 식당이나 지하철, 버스 등과 같은 소음이 많은 곳에서도 음성인식이 잘 될 수 있도록 진행할 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 2011년도 서일대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계기관에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] X.Hong, C.D. Nugent, M. Mulvenna, S. McClean, B. Scotney, S. Devlin, "Evidential fusion of sensor data for activity recognition in smart homes", *Pervasive and Mobile Computing*, May 2008, in press, 2008
- [2] Juan M. Corchado, Javier Bajo, Yanira de Paz, Dante L. Tapia, "Intelligent environment for monitoring Alzheimer patients agent technology for health care", *Departamento Informatica y Automatica Universidad de Salamanca, Plaza de la Mercaed s/n, 37008. Salamanca, Spain*
- [3] Cook, D.J., "Providing for older adults using smart environment technologies", *IEEE USA Today's Eng, Online*, 5, 2009

- [4] 김남진, 홍주현, 이태수, "3축 가속도 센서 데이터의 처리와 응용", 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 제3권, 제2호, pp.548-551, Nov. 2005
- [5] 정익주, "TMS320C2000 계열 DSP를 이용한 단일칩 음성인식기 구현", 음성과학, 제14권, 제4호, pp.157-167, Dec. 2007
- [6] Rabiner, L.R, "A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition", In Proc. of the IEEE, Vol. 77, no.2, 257-286, 1989

### 저자소개



**정성부(Sung-boo Chung)**

1979년 동국대학교 전자공학과  
학사 졸업

1981년 동국대학교 전자공학과  
석사 졸업

2002년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업

현재 서일대학교 컴퓨터전자과 교수

※관심분야: 지능시스템, 통신전자제어



**김주웅(Joo-woong Kim)**

1996년 동국대학교 전자공학과  
학사 졸업

1998년 동국대학교 전자공학과  
석사 졸업

2003년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업

현재 서일대학교 컴퓨터전자과 강의전담교수

※관심분야: 지능시스템, USN, SMPS