

# LabVIEW 기반 EPS 동작신호 검출 및 분석 시스템 구현

(Implementation of EPS Motion Signal Detection and Classification system Based on LabVIEW)

천우영\*, 이석현\*\*, 김영철\*\*\*

(Woo Young Cheon, Suk Hyun Lee, Young Chul Kim)

## 요약

본 논문에서는 인체의 전자기장을 측정하는 EPS(Electronic Potential Sensor)를 이용하여 비접촉 동작인식 시스템에 적용하기 위한 연구를 진행하였다. 센서에서 나오는 데이터를 이용하여 동작인식에 적합한 시스템을 설계하기 위한 신호 수집 및 신호처리 시스템을 구현하였다. AC 형태의 입력 데이터 값에 10Hz LPF(Low Pass Filter) 및 H/W 샘플링 속도를 고려하여 선형적인 DC 형태의 데이터로 변형하였다. 센서간의 배열을 고려한 데이터 차분 과정을 통해 목표물의 2차원 움직임 정보를 추출하여 전체 시스템에 대한 특성평가를 수행하였다.

■ 중심어 : EPS센서 ; 동작인식 ; 시뮬레이터 ; 신호처리

## Abstract

This paper presents research for non-contact gesture recognition system using EPS(Electronic Potential Sensor) for measuring the human body of electromagnetic fields. It implemented a signal acquisition and signal processing system for designing a system suitable for motion recognition using the data coming from the sensors. we transform AC-type data into DC-type data by applying a 10Hz LPF considering H/W sampling rate. in addition, we extract 2-dimensional movement information by taking difference value between two cross-diagonal deployed sensor.

■ keywords : EPS sensor ; Motion recognition ; Simulator ; Signal processing

## I. 서론

최근 들어 디지털 기기에 있어서 기술 및 성능화의 차별이 한계에 봉착함으로써 인터페이스 및 디자인 등 소프트 경쟁 중심으로 경쟁 패러다임이 변화하고 있다. UI(User Interface)라는 말은 컴퓨터에 제한적으로 사용되었지만, 최근에는 다양한 디지털 기기에 적용되면서 그 의미가 확대되고 있다. 또한, 차세대 모바일 인터페이스 혁신의 테마로 급부상하는 기술로서 센서-기반 UI가 각광받고 있다[1].

EPS는 초기에 접촉식 생체신호를 측정하기 위한 생체신호 응용 제품으로 개발되었으나, 영국의 Sussex 대학에서 EPS를 기반으로 극 저주파 대역의 주변 지구 전기장의 왜란 신호 검출을 통한 근접 인식제어 및 위치추적 등의 가능성에 대한 연구가 발표되었다[2-4]. 또한, 현재 동작인식 기술로 가장 많이 연구되고 있는 TOF(Time Of Flight) 기법을 이용한

IR(Infra-Red) 기반 동작 인식 기술과 CMOS 이미지 센서를 이용한 영상처리 기반 동작 인식 기술에 비해 시스템의 구현 비용, 가격, 크기, 소비전력 그리고 인식속도 측면에서 표 1과 같이 매우 뛰어난 성능을 보이며 새로운 NUI 기술로 주목받고 있다[5].

표 1. EPS와 영상기반 동작인식 기술의 비교

항목	CMOS	IR	EPS
1frame당 처리량	약 1,300,000 Byte	약 300,000 Byte	8 Byte
크기(mm)	65 x 65 x 68	65 x 65 x 68	10.5 x 10.5 x 3
가격	10 달러	약 100 달러	약 1 달러
소비전력	325 mA	100 mA	8 mA
인식속도	30 fps	30 ~ 60 fps	5,000 fps

본 논문은 EPS센서 기반 생체신호 검출 및 인식을 위한 분석 시뮬레이터를 설계하였다. 신호 검출에 효과적인 전처리

이 논문(저서)은 2014년 교육부와 한국연구재단의 지역혁신창의인력양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2014H1C1A1066771).

접수일자 : 2016년 09월 22일

수정일자 : 2016년 09월 28일

게재확정일 : 2016년 09월 29일

교신저자 : 김영철, e-mail : yckim@jnu.ac.kr

방법과 검출율을 높이기 위한 필터 등을 분석기에 추가하여 구현하였다. 시뮬레이터를 기반으로 신호수집 및 분석 과정을 통해 생체신호의 검출 및 인식율을 높이기 위한 방법으로 제시한다.

## II. 본 론

### 1. 인체 전자기장 신호 측정 시스템의 구성

인체는 내부적으로 생화학 작용을 통하여 다양한 이온들의 반응을 통하여 전기적인 신호들을 발생한다. 이로 인하여 인체에서 발생하는 전기로부터 외부로 전자기장이 발생하게 되는데 이를 측정하고자 하는 시스템의 개념을 그림1에 나타내었다. 인체와 측정하고자 하는 전극 사이에 정전계가 구성되게 되고 인체의 움직임으로 인하여 정전계의 변화를 유발하고 이로 인하여 측정하고자 하는 전극에서의 전기적인 변화를 나타내게 된다.

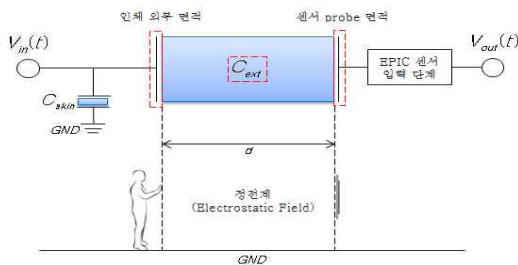


그림1. 인체 전자기장 측정 시스템

### 2. 4채널 EPS 기반 비접촉식 동작인식

EPS 기반의 동작인식을 위한 전자기장 측정방식을 보면 그림 2과 같이 단일 센서로 전위의 크기를 측정하며 두 센서의 차분 값을 이용하여 움직임 벡터를 획득한다.

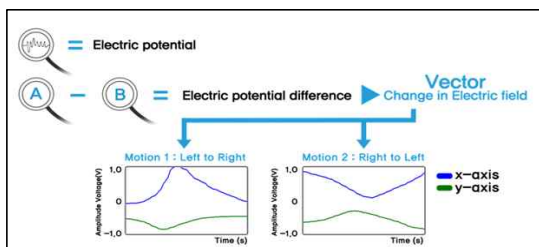


그림2. 전기장 변화 측정 방식

이러한 방법으로 2차원 동작의 x와 y변화량을 측정하기 위해 총 4개의 센서가 사용되며, 이를 차분함으로써 2개의 차분신호를 추출하여 목표물의 2차원 동작을 사상(mapping)한다[6].

### 3. 측정 센서의 구동 원리

본 연구에서 사용되는 센서는 capacitive coupling 원리에 의하여 전극에 전압이 유도되는 방식의 센서이다. 동작 영역에서 원활한 전자기장 신호를 측정하기 위해서 높은 입력임피던스와 낮은 입력 캐패시턴스를 가지고 있다. 미세한 인체 전자기장 신호를 입력으로 받아서 증폭하는 회로를 거치게 되어 있다.

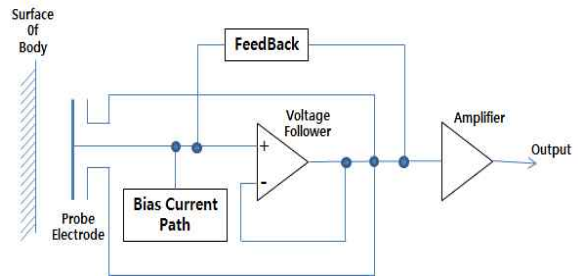


그림3. 센서의 내부 구성도

인체의 움직임으로 인하여 센서의 입력부에 축적된 전하로부터 전압이 유도되어 입력 증폭기를 거침으로써 전자기장 신호가 증폭되는 센서 내부의 회로에 대하여 그림4에 나타내었다.

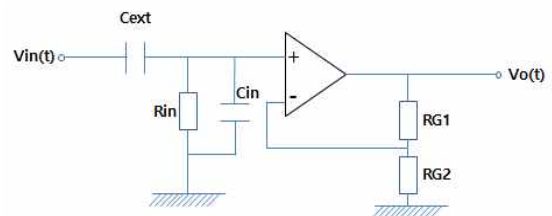


그림4. 센서의 내부 구조 등가회로

### 4. 시스템 구동 과정

그림 5와 같이 각 센서에서는 나오는 출력 전압을 이용하여 출력된 전압을 다시 NI USB-6001 DAQ 보드를 이용하여 PC로 전송하고, 측정 데이터는 실시간으로 PC를 통해 모니터링 된다. 때에 따라서 측정 데이터는 파일 형태로 저장되며 필요에 따라 다시 불러와 분석할 수 있게 설계하였다.

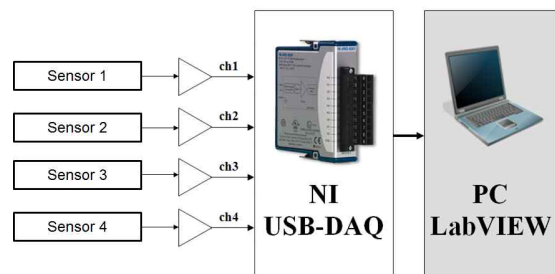


그림5. 데이터수집 시스템 블록다이어그램

### 5. 데이터 수집 시스템

본 연구에서는 데이터 수집을 위해 그림6의 NI사 C시리즈 USB-6001 DAQ를 사용하였다. USB-6001 DAQ는 USB 전원 공급으로 이동성이 용이하고, 높은 정확도 및 안정성을 가지고 있을 뿐만 아니라, 강력한 측정 서비스 소프트웨어로 프로 그래밍과 시스템 설정을 단순화시켜 준다.



그림6. NI USB-6001 DAQ

또한 plug and play 접속 기능과 안전을 위한 250Vrms 접지 절연 기능, 그리고 잡음 제거 및 고도의 전압 범위를 가지고 있다. NI-DAQmx 드라이버 소프트웨어가 내장된 USB-9201 DAQ 장치를 사용함으로써 하드웨어 구성과 계측 장비를 효율적으로 구성하였다. NI USB-6001 DAQ의 핀 출력 단자 1,2,5,6번은 각각 4개의 센서와 연결하였고, 3번 핀은 공통 (common)으로 GND와 연결하였다.

표 2. NI USB-6001 DAQ의 특성

채널 수	8채널
ADC resolution	12bits
샘플링 비율	500 kS/s single channel
입력 범위	± 10V

각 채널에 할당된 핀으로 센서의 데이터 값이 출력되어 ADC과정을 거친 후 PC로 들어오는 과정에서 Setup DAQ한다. 이 과정에서 기존의 연결되어 있는 채널의 유무를 확인하여 새로 들어오는 채널이 자동으로 연결되게 auto cleanup 과정을 거친 후, 각 채널에 맞는 AI전압을 입력받는다. -10.00E+0에서 10.00E+0의 범위로 전압을 입력받을 수 있게 설정을 하였다.

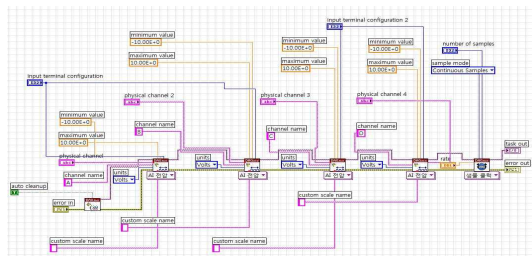


그림7. Setup DAQ LabVIEW code

본 연구에서는 LabVIEW를 이용하여 그림5와 같이 시스템을 설계하였다. 데이터 수집을 위한 코드 프로그램으로 DAQ를 통해 들어온 신호를 PC에 나타내 주기 위한 기본적인 과정이다. 측정된 데이터를 저장하기 위한 코드로, 측정 프로그램을 시작하게 되면 지정된 경로를 통해 자동적으로 TDMS 및 텍스트 타입으로 데이터를 저장하게 하였다.

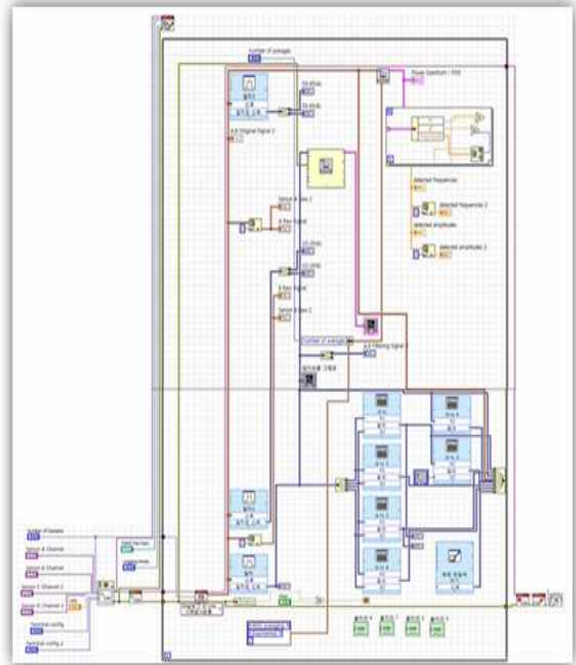


그림8. System Configuration code

시스템 구성은 Data acquisition, Digital filter, FFT, Noise Reduction 및 Save의 기능을 갖도록 설계되었다. Data acquisition은 DAQ NI 6001을 이용하여 데이터를 저장하도록 하였다. Digital filter는 필터 타입, 주파수 대역 및 임계값을 설정할 수 있고, Save는 측정된 데이터를 배열화하여 파일로 저장되게 하였다. 그림6은 설계한 알고리즘의 전체시스템 흐름도로 데이터를 처리하는 과정을 보여준다.

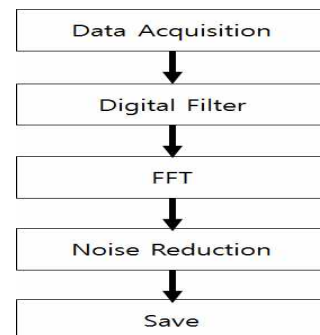


그림9. 전체 시스템 흐름도

6. 시스템 모니터링 화면 구성

그림 10은 구현한 시스템의 메인화면으로 채널옵션, 저장옵션, 마킹 기능, 4가지의 각 데이터 표시 화면, 주파수스펙트럼 분석 화면, Raw 데이터 표시 화면, 차분신호 출력 화면으로 구성되어 있다. 각 신호를 보여주는 부분에서는 10Hz Lowpass filter와 전처리 과정을 거친 신호를 디스플레이 해준다. Raw 데이터는 0.01의 순간을 파형으로 보여주는 화면과 전체 0.1초의 데이터의 흐름을 보여주는 부분을 같이 보여준다. 차분신호는 각각 4개의 센서에서 나오는 출력값을 상,하,좌,우 4가지의 방향으로 분류하여 좌,우 신호와 상,하 신호를 각각 차분하여 디스플레이하여 표시한다.



그림10. 구현한 동작신호 분석기

그림 11은 전체 데이터 수집 시스템 환경으로 신호를 수집하는 부분과 PC상에서 디스플레이 되는 과정을 같이 보여주고 있다. EPS 센서를 고정하기 위한 Fixed 기구를 제작하였고, Slide 방식으로 센서의 위치가 조정가능하다. 아래 부분에 전원부와 커넥터 회로 부착을 하였고, USB 전원을 사용하지 않고 독립적으로 구동이 가능하도록 설계하였다. 차후 소형화를 위해서 센서의 위치를 조정하면서 실험데이터 축적 필요함에 따라 센서의 위치를 조절가능하도록 배치를 하였다.

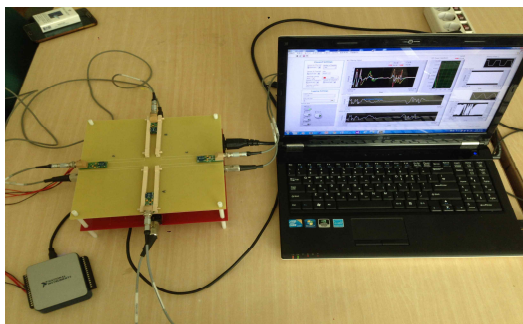


그림11. 전체 시스템 환경

III. 결론

본 논문에서는 인체의 전자기장의 변화율로 인한 신호를 측정하여 동작인식을 하기 위한 시스템을 설계하였다. 신호를 취득하는 과정에서 필요한 데이터 수집, 신호처리 및 데이터 저장에 필요한 시스템을 구현하였다. 신호수집 과정에서 4개의 각 센서에서 들어오는 AC 신호를 DC 신호로 변화하는 ADC 과정을 거친다. 전체 주파수 공간에서 인체의 신호를 가장 두드러지게 표현하는 구간을 얻기 위해서 필요한 필터를 설계하였다. 이는 동작인식에 필요한 전처리 과정으로써 인식률을 높이기 위한 방법으로, 10Hz lowpass filter를 적용하였다. 본 연구에서는 센서에서 출력되는 데이터를 분석 및 인식하기 위한 선행단계로써 이후 인식 및 실시간 데이터 검출 알고리즘을 적용하여 최종적으로 스마트 디바이스를 제어하는 시스템의 기초가 될 것으로 판단된다.

References

- [1] 김유진. “모바일 UI 기술동향 및 시장 전망”, 한국 전자통신연구원, 2012. pp.11-20
- [2] C.J. Harland, T.D. Clark, and R.J. Prance, “Electric Potential Probes—New Directions in the Remote sensing of the Human Body,” Measurement Science and Technology, No. 13, 2002, pp. 163-169
- [3] R.J. Prance, S.T. Beardsmore-Rust, P. Watson, C.J. Harland, and H. Prance, “Remote Detection of Human Electrophysiological Signals Using Electric Potential Sensors,” Applied Physics Letters, 93, 033906, 2008
- [4] H.Prance, P. Watson, R.J. Prance, and S.T. Beardsmore-Rust, “Position and movement sensing at metre standoff distances using ambient electric Field,” Measurement Science and Technology, No. 23, 2012, pp. 1-7
- [5] 문창협, 김영철. “EPS의 누적전위차 기반 HMM을 이용한 원격 동작인식”, 『한국스마트미디어학회 추계학술발표논문집』 제3권 제1호, 2014. pp.80-95.
- [6] Jin-Soo Jang, Kang-Han Oh, Young-Chul Kim. “Study on Gesture Detection Using PLN Based on EPS”, Proceedings of KISM Spring Conference, Vol. 4, No.1, 2015, pp. 264-267.

---

 저 자 소 개
 

---

**천우영(정회원)**

1998년 원광대학교 전기공학과 학사 졸업.

2000년 원광대학교 전기공학과 석사 졸업.

2012년 전남대학교 전자,컴퓨터공학과 박사 수료.

<주관심분야 : 생체신호처리, 신호처리구현, 스마트 미디어 하드웨어>

**이석현(준회원)**

2015년 전남대학교 전자컴퓨터공학부 졸업.

2015년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 석사 재학

<주관심분야 : 스마트 기기 센싱 및 인터페이스 기술, 임베디드 설계>

**김영철(정회원)**

1981년 한양대학교 전자공학과 졸업.

1987년 Univ. of Detroit 전자공학과 석사 졸업.

1993년 Michigan State Univ. 전자공학과 박사 졸업.

1993년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 교수

<주관심분야 : 스마트 기기 센싱 및 인터페이스 기술, 저전력 SoC 설계>