

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.4.43>

JIWIT 2012-4-7

프로그래머블 로봇 개념 기반 자세 교정 방식 개발

Development of Posture Correction Cushion based on Programmable Robot

황성운*, 안병구**, 지인호***

Seong Oun Hwang, Beongku An, Innho Jee

요약 최근에 컴퓨터 기술, 특히 영상 처리, 무선 통신, 프로그래머블 로봇 기술이 발전하여 우리 일상 생활에 활발히 적용되고 있다. 본 논문에서는 이러한 기술들을 융합하여 사용자의 잘못된 자세를 탐지하고, 이를 사용자에게 알려주고, 사용자로 하여금 적극적으로 자세 교정을 할 수 있도록 도움을 주는 프로그래머블 로봇기반 방식을 개발한다. 또한 이를 통해 컴퓨터 관련 학과 학부생들이 창의적으로 문제를 정의하고 해결하는 과정에서 IT 융합형 프로그래머블 로봇이 갖는 효과를 분석한다.

Abstract Recently computer technologies have been actively applied for our daily life such as image processing, wireless communications, and programmable robots, etc. In the paper, we develop a new programmable robot cushion that detects a user's posture, and gives feedback to the user by integrating and converging these technologies. Furthermore, we analyze the effects of IT convergence programmable robots for undergraduate students in the major of computer science and engineering to define and solve the problems creatively.

Key Words : Posture Correction Cushion, Wireless Communcjations, Programmable Robot, IT Convergence

1. 서 론

현대인들은 예전에 비해 과도한 인터넷 사용 등으로 인해 장시간 앉아 있는 경우가 많다. 이때 보통 의자 또는 방석을 이용한다. 그런데 장시간 잘못된 자세를 유지하는 경우 목 디스크 및 허리 디스크로 발전할 가능성이 높은 것으로 알려지고 있다. 따라서 사용자의 자세를 파악하여 이를 경고 및 피드백해주는 시스템이 필요하다. 의자의 경우에는 이런 문제점을 인식하여 최근에는 자세

교정용 의자(예: 듀오백 등) 등이 출시되고 있다. 그런데 이 방법은 항상 휴대할 수 없고, 고가라는 문제점이 있다. 이에 반해 방식(cushion)은 항상 휴대할 수 있으며 저가라는 특징을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 영상처리, 무선통신, 프로그래머블 로봇개념에 기반하여 우리에게 친숙한 방식을 통해 사용자의 자세를 교정할 수 있는 기술을 개발 한다.

방식은 전통적인 생활 물품으로서 전자 또는 컴퓨팅 장치와는 거리가 멀다. 때문에 방식에 위와 같은 기능능

*정회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

**중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

***정회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

접수일자 : 2012년 6월 18일, 수정완료 : 2012년 7월 20일

게재확정일자 : 2012년 8월 10일

Received: 18 June 2012 / Revised: 20 July 2012

Accepted: 10 August 2012

**Corresponding Author: sohwang@hongik.ac.kr

Dept. of Computer and Information Communications Engineering, Hongik University, Korea

임베디드 하는 것은 우리의 전통적인 선입견에서 볼 때 매우 어렵다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구의 목적인 학생들의 창의성 고취 및 구현 능력 개발에 부합된다고 보여 하나의 사례로 연구하게 되었다. 본 연구에서는 전통적인 방식에 현대의 전자 또는 컴퓨팅 장치를 임베디드 하는 형태로 방식을 개발하고자 한다. 그런데 기존의 단편적인 IT 기술을 방식에 적용했을 때에는 이러한 문제를 효과적으로 해결할 수 없다. 예를 들어, 영상 처리 기술만을 적용했을 때는 사용자의 기울어짐을 효과적으로 측정할 수 없다. 반대로 프로그래머블 로봇만을 사용했을 때에는 경고 및 피드백 방법에서 효율적이지 못하다. 또한 이 장치들 간에 무선 통신이 가능해야만 사용자 자신의 기울어진 정보를 알 수 있다.

따라서 위와 같은 다양한 기술들이 융합되었을 때 보다 더 효율적이라고 판단된다. 본 연구는 특히 위와 같은 세 분야의 기술이 융합하여 IT 관련 학과 학부생들이 창의적으로 문제를 정의하고 해결하는 과정에 초점을 두는 연구로 진행되었다.

본 논문은 다음처럼 구성되어 있다. II장에서는 제안설계된 시스템의 기본 개념을 설명한다. III장에서는 제안된 시스템의 설계구현 및 구현결과를 설명하고, IV장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구에 대해서 토론하고 본 논문을 맺는다.

II. 시스템의 기본개념

1. 문제 정의, 요구사항 분석 및 추출

문제의 정의: 사용자의 지속적이면서 잘못된 앉는 자세로 인한 목 디스크 및 허리 디스크 등 제반 질병이 발생함

요구 사항 분석 및 추출: 시장에 나와 있는 방식, 자세 교정 의자 등을 조사한 결과 개발할 방식이 만족해야 할 요구 사항으로 다음과 같은 주요 요구 사항을 도출하였다.

- 첫째, 사용자의 자세를 지속적으로 센싱해야 한다.
- 둘째, 업무에 방해를 주어서는 안 된다.
- 셋째, 잘못된 자세를 취했을 때 경고를 발생해야 한다.
- 넷째, 경고의 내용을 분석하여 사용자에게 교정에 필요한 정보를 피드백 해주어야 한다.
- 다섯째, 사용자는 피드백 정보를 주위의 컴퓨팅 장

치 (예: 컴퓨터, 스마트폰 등)를 통해 손쉽게 확인할 수 있어야 한다.

2. 기본 개념

위 요구 사항을 만족시키기 위해 다음과 같이 모듈별 개략 설계를 하였다. 그림 1에서 보여주고 있는 것처럼 본 개발 시스템은 크게 센싱 기능이 임베디드 된 방식과 이로부터 센싱 정보를 받은 다음 사용자에게 경고 및 피드백 기능을 제공하는 컴퓨터로 구성된다. 그리고 방식과 컴퓨터 사이에는 무선 통신을 이용하여 통신한다.

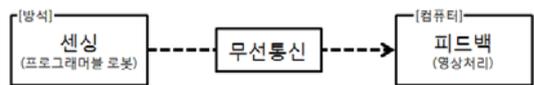


그림 1. 시스템의 기본개념
Fig. 1. Basic Concept of the System

센싱 파트는 사용자의 자세를 파악하기 위해 크게 목 및 허리의 기울어짐, 좌우 뒤틀림 등을 센싱하도록 한다. 사용자의 앉는 자세를 정확히 측정하기 위해 두 개의 압력 센서^[1]를 채용한다. 압력 센서로부터의 정보는 불안정적이며 이를 안정적으로 가공하기 위해 프로그래머블 로봇 부품으로 아두이노(Arduino)^[2]를 사용한다.

무선 통신 파트는 아두이노를 통해 가공된 센싱 데이터를 방식으로부터 컴퓨터로 보내주는 역할을 한다. 따라서, 이 파트는 아두이노 및 컴퓨터에 장착된 Xbee 모듈들^[3] 간의 통신을 통해 이루어진다.

경고 및 피드백 파트는 무선 통신을 통해 들어온 센싱 값을 입력받아 프로세싱(Processing Program) 프로그램^[4]을 통해 영상 처리하여 사용자에게 경고 및 피드백을 제공한다.

III. 시스템 설계구현 및 결과

본 장에서는 제안 시스템의 설계구현 및 결과를 설명한다. 그림 2는 II장 시스템의 기본 개념을 시스템 구조도로 표현한 것이다. 방식 내부에는 압력 센서 두 개와 무선 통신 모듈 (Xbee), 아두이노를 포함하고 있다. 컴퓨터에는 무선 통신 모듈 (Xbee) 및 프로세싱 프로그램이 설치되어 있다.

그림 2의 제안 설계된 시스템은 크게 세 개의 요소들

로 구성되어 있다. (i)센싱부분: 프로그래머블 로봇, (ii)무선통신부분, (iii)프로세싱 부분: 영상처리. 제안 설계된 시스템의 구현과 결과를 각 구성 요소별로 설명하면 다음과 같다.

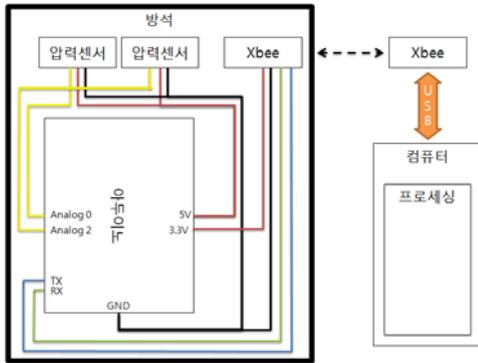


그림 2. 방석과 컴퓨터간의 연결도
Fig. 2. Connection Diagram between Cushion and Computer

1. 센싱: 프로그래머블 로봇

프로그래머블 로봇^[5]은 크게 아두이노 및 압력 센서로 구성된다(그림 3). 아두이노는 오픈소스 기반의 피지컬 컴퓨팅 플랫폼이다. 아날로그와 디지털의 입출력이 가능하고 시리얼 통신이 가능하다. C, 자바, 파이썬 등 대부분의 프로그래밍 언어를 사용할 수 있기에 개발이 용이하다. 본 연구에서는 C언어를 사용하여 개발하였다. 아두이노 종류는 여러 가지이나 본 연구에는 소형 크기가 필요하여 아두이노 미니 제품을 사용하였다.

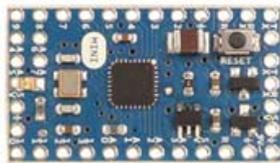


그림 3. 아두이노 미니
Fig. 3. Arduino Mini

프로그래밍은 PC상의 아두이노 개발 환경에서 사용자가 직접 프로그래밍 한다. 컴파일까지 완료된 프로그램을 PC에 USB로 연결된 아두이노에 업로드하면 아두이노가 동작한다. 방석에 앉은 사용자의 좌우 무게를 측정하기 위해 그림 4와 같이 압력센서가 사용된다. 개발에

사용된 센서는 아날로그 형태의 압력센서이다. 압력센서는 100g ~ 10000g 까지 측정이 가능하며 5V를 사용하기에 아두이노에 사용 가능하다. 본 연구에서는 좌, 우 양쪽에 한 개씩의 압력센서를 채용했다. 앞, 뒤로 기울어짐을 측정하기 위해 추가 센서를 채용할 수도 있으나, 앞, 뒤의 기울어짐을 단순히 사용자의 잘못된 자세로 단정하기는 어려운 측면이 있어서 제외했다.



그림 4. 압력센서
Fig. 4. Pressure Sensor

압력센서를 방석 양쪽에 하나씩 설치하고 이들을 그림 5와 같이 아두이노와 연결한다. 연결에는 일반 전선이 사용되며 아두이노의 아날로그 입력, 5V, GND에 각각 연결된다. 압력센서 1개는 아날로그 0번에 설치되고 나머지 압력센서는 아날로그 2번에 설치된다.

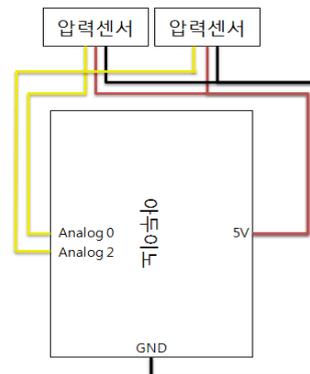


그림 5. 아두이노와 압력센서 연결도
Fig. 5. Connection Diagram between Arduino and Pressure Sensor

그림 6은 아두이노가 설치된 방식(cushion)을 보여주고 있다.



그림 6. 아두이노가 설치된 방식
Fig. 6. Cushion with Arduino installed

표 1은 방식에 설치된 압력센서의 값을 읽어 들여 가공하여 이를 Xbee 모듈로 송신하는 아두이노 소스 프로그램 설명하고 있다.

표 1. 아두이노 소스코드
Table 1. Arduino Source Code

```
#define SENSOR1 0
#define SENSOR2 2

//변수 초기화
unsigned long duration = 0;
int value1 = 0;
int value2 = 0;
int weight1 = 0;
int weight2 = 0;

//장치 초기화
void setup(){
    Serial.begin(9600);
}

//센서값을 읽어들임
void loop(){
    value1 = analogRead(SENSOR1);
    value2 = analogRead(SENSOR2);
    //기울어짐 판단
    if((value1-value2) >=300 || (value2-value1) >=300){
        if(value1-value2 >= 0){
            Serial.write(value1-value2);
        }
        else if(value1-value2 < 0){
            Serial.write((value1-value2)*-1);
        }
    }
    delay(1000);
}
//Xbee 모듈로 데이터를 송신함 (생략)
...
```

2. 무선 통신

그림 7은 본 시스템에 사용된 Zigbee 통신 모듈 Xbee를 보여주고 있다^[3,6,7].



그림 7. 통신 모듈 Xbee
Fig. 7. Communication Module Xbee

방식에서 측정된 사용자 자세 정보를 컴퓨터로 보내기 위해 Zigbee 통신 모듈인 Xbee 제품을 사용한다. Xbee는 시리얼 통신을 지원하기에 아두이노에서 사용 가능하다. 방식 내부의 아두이노에 1개, 컴퓨터에 1개, 총 2개가 설치되어 서로 통신한다. Xbee를 사용하기 위해 4개의 핀을 사용한다. 볼트, 그라운드, Tx, Rx 이다. 3.3볼트가 사용되며 Tx를 통해 정보를 내보내고 Rx를 통해 정보를 받는다. 방식 내부의 아두이노에 설치된 Xbee는 Tx가 사용되어 측정된 압력센서값을 컴퓨터로 보내게 되고, 컴퓨터에 설치된 Xbee는 Rx가 사용되어 데이터를 수신하게 된다.

3. 프로세싱: 영상 처리

컴퓨터의 프로세싱 프로그램은 Xbee로부터 들어온 압력센서의 값을 수신한 다음 이를 영상 처리 한다^[48]. 구체적으로, 2개의 압력센서의 값이 40 이상 차이가 있을 경우 몸이 한쪽으로 기울어 졌다고 판단하고, 기울어진 정보를 사용자에게 레이더 그래프 형태로 보여줌으로써 경고를 한다 (향후에는 사용자에게 경고음 또는 경고창을 이용하도록 확장할 수 있다).

그림 8에서 레이더 그래프는 방식에 설치된 두 개의 센서 차이값을 시계 방향으로 돌아가며 표시한다. 센서 차이값은 0부터 100까지 10진수로 표시된다. 그래프에서 녹색바의 높이가 높을수록 사용자의 자세가 많이 기울어 졌다는 것을 의미한다.

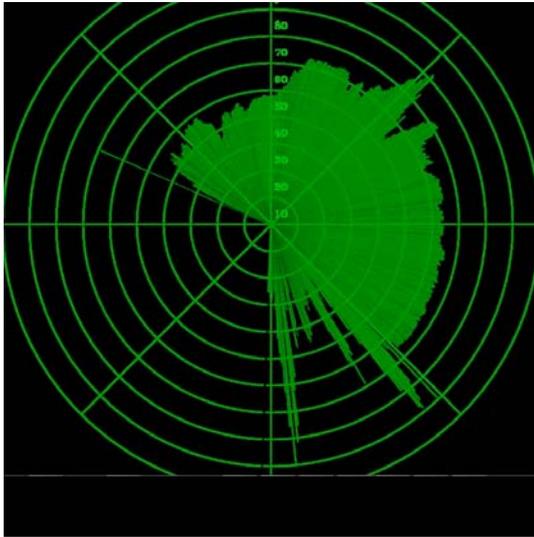


그림 8. 프로세싱 프로그램이 생성한 레이더 그래프
Fig. 8. Radar Graph generated by Processing Program

표 2는 영상처리를 위한 프로세싱 프로그램의 소스코드를 설명한다.

표 2. 프로세싱 프로그램 소스코드
Table 2. Processing Program Source Code

```
import processing.serial.*;
Serial port;
float val;
float angle;
float radius;
PFont font;

//프로세싱 프로그램 초기화
void setup(){
    font = loadFont("Algerian-48.vlw");
    textFont(font);
    size(800,800);
    frameRate(60);
    strokeWeight(3);
    smooth();
    String arduinoPort = Serial.list()[1];
    port = new Serial(this, arduinoPort, 9600);
    background(0,0,0,255);
    fill(0,0,0,255);
    rect(80,0,100,40);
}
//Xbee 모듈로부터 데이터를 수신함 (생략)
...
void draw(){ //센싱값을 사용자에게 보여줌
    smooth();
    noFill();
```

```
fill(0,0,0,1);
//레이더 그래프 생성 부분
ellipse(400, 400, 5, 5);
ellipse(400, 400, 80, 80);
...
text("10", 405, 390);
if(port.available() >0){
    val = port.read();
    radius = map(val, 0, 255, 0, height + 0.45);
}
int middleX = width/2;
int middleY = height/2;
float x = middleX + cos(angle) + height/2;
float y = middleY + sin(angle) + height/2;
stroke(0,0,0,255);
line(middleX, middleY, x, y);

x = middleX + cos(angle) + radius;
y = middleY + sin(angle) + radius;
stroke(0,150,0,255);
line(middleX, middleY, x, y);
angle += 0.01;
}
```

IV. 결론 및 토론

본 논문에서는 프로그래머블 로봇과 무선 통신, 영상 처리를 이용하여 자세 교정 방식을 개발하는 것이 목적이었다. 현재 제작된 자세 교정 방식을 이용하여 자세의 기울어짐 정도를 측정할 수 있고 올바른 자세를 유지할 수 있다. 프로그래머블 로봇을 이용하여 방식의 측정값을 알 수 있고 무선 통신을 이용하여 측정값을 컴퓨터로 전달할 수 있으며 영상 처리를 이용하여 사용자에게 정보를 전달할 수 있다. 본 연구를 진행하면서 컴퓨터정보통신공학과 학부 학생들의 특성상 전자공학적인 지식이 없고 훈련이 되어 있지 않아 당초에 아이디어 구현에 많은 어려움이 있었다. 이러한 문제점을 프로그래머블 로봇인 아두이노와 각종 센서들, 다양한 영상 처리 알고리즘 등을 통하여 로봇을 손쉽게 구현함으로써 아이디어를 실제화하고 구현하는 데에 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 학부 학생들이 비교적 짧은 시간에 자신들의 장점인 프로그래밍 능력을 바탕으로 손쉽게 로봇을 구현할 수 있음을 확인하였다. 문제점으로는, 로봇 구현을 위한 표준 플랫폼이 없고, 시장에 나온 로봇 플랫폼이 다양하기 때문에, 학생들이 이를 취사 선택 하는데 어려움이 있었다. 특히 학생들이 전자공학적인 지식이 없기 때문에

부품 선택 (예: 압력 센서, 아두이노 선정 시 전압 고려 등)에 어려움이 있었고, 부품의 데이터시트 읽는 법, 핀 연결 방법 등의 사전 교육이 필요하였다.

기존 창의성 개발 교육 과정의 문제점 중에는, 예시 없이 문제 해결을 위한 아이디어 도출 과정에 많은 비중을 두고 있다는 점이다. 그러나 창의성을 개발하는 과정에서는 체험 환경이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 즉, 교육에서 단순히 아이디어 도출 과정을 습득케 하는 것도 중요하지만, 다양한 창의적인 예시, 사례를 보여주고 체험하게 함으로써 학생들의 관심을 유도할 수 있었고, 궁극적으로 문제점 파악 및 해결이 더 용이하다는 것을 발견하였다. 이 측면에서 본 연구에서 제시하는 IT 융합형 설계 사례는 기존의 프로그래밍 위주의 설계 과정과 비교했을 때 보다 더 창의적이고 효과적임을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Press Sensor, <http://www.makezone.co.kr/>

[2] Arduino, <http://arduino.cc/>

[3] Xbee, <http://www.maxstream.net/>

[4] Processing, <http://processing.org/>

[5] Ligong Sun; Fei Xiang; Xiangwen Sun; Sujuan Li, "Design of industrial robot controller based on system on programmable chip," Proc. of EMEIT 2011, pp. 3877-3880, August 2011.

[6] Wei Wang; Guangyu He; Junli Wan, "Research on Zigbee wireless communication technology," Proc. of ICECE 2011, pp.1245-1249, September 2011.

[7] Sin-Yi Jiang; Shang-Chun Hung; Kai-Tai Song, "A call-to-service design for mobile robots using Zigbee sensor networks," Proc. of ASCC 2011, pp. 317-322, May 2011.

[8] Fuzhi Wang; Dagui Huang; Ge Sheng, "A Pipelined Reconfigurable Architecture for Real-time Image Processing of Robot Vision Servoing," Proc. of ICMA 2007, pp. 2264-2269, August 2007.

저자 소개

황 성 운(정회원)



- 1993년 : 서울대학교 수학과 (학사)
- 1998년 : 포항공과대학교 정보통신학과(석사)
- 2004년 : 한국과학기술원 전자전산학과(박사)
- 2008년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터 정보통신공학과 교수

<주관심분야 : 정보보호, 프로그래머블 로봇>

안 병 구(중신회원)



- 1988년 : 경북대학교 전자공학과 (학사)
- 1996년 : (미)Polytechnic University, Dept. of Computer and Electrical Eng., USA (석사)
- 2002년: (미)New Jersey Institute of Technology (NJIT), Dept. of

Computer and Electrical Eng., USA.(박사)

- 1989년 ~ 1994년 : 포항산업과학기술연구원(RIST), 선임연구원

- 2003년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 2012년 ~ 현재 : 대한전자공학회 컴퓨터소사이어티 회장

<주관심분야 : Wireless Networks, Ad-hoc & Sensor Networks, Multicast Routing, QoS Routing, Cross-Layer Technology, Cooperative Communication, Network Coding, Bioinformatics, LED Communication>

지 인 호(정회원)



- 1980년 : 서울대학교 전자공학과(학사)
- 1983년 : 서울대학교 전자공학과(석사)
- 1995년 : Polytechnic Institute of New York University, USA 전기 및 컴퓨터공학과(박사)
- 1982년 ~ 1988년 : 국방과학연구소 선임연구원
- 2004년 ~ 2005년 : Department of Electrical and Computer Engineering, University of Maryland at College Park, USA, 연구교수
- 1995년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
<주관심분야 : CDMA/OFDM, 3D Image Processing, Multimedia Security, Multimedia Signal Processing>

※ 이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 대학교육과정개발연구지원사업)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2010-1-H00001).