

## 상황인식 스마트 주얼리 디바이스 설계 및 구현

강윤정 · 최동운\*

### Design and Implementation of Context Awareness Smart Jewelry Device

YunJeong Kang · DongOun Choi\*

Division of Information and Electronic Commerce, College of Business Administration, Wonkwang University, Iksan, 54538, Korea

#### 요 약

스마트 주얼리는 사물인터넷의 구성요소를 적용하여 센서의 입력으로 얻은 상황정보를 처리하고, LED의 출력장치에 빛의 색상을 제어하여 보석에서 느낄 수 있는 반짝반짝 빛을 내는 아름다움과 신비감을 느낄 수 있도록 색과 빛의 효과를 부각시켜 심미 기능을 적용하였다. 상호작용이 가능하도록 통신 기능과 신체에 착용할 수 있는 웨어러블 기능이 있는 스마트 주얼리이다. 본 스마트 주얼리 보드에 컬러, 온도, 조도 센서를 장착하고, 블루투스 모듈로 상호작용이 가능하도록 설계하였다. 스마트 주얼리 착용자의 상황에 따라 주얼리 빛의 색상이 변할 수 있도록 알고리즘을 적용하여 모바일 어플리케이션을 구현하였다. 디지털 기술과 생활의 융합을 실현하고 더 나아가 IoT 환경에서의 스마트 주얼리 디바이스 개발의 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

#### ABSTRACT

Smart Jewelry is applied to the components of the Internet of Things. The process of obtaining the status information to the input of the sensor. And it controls the light color of the LED. Because to express the beauty of twinkling lights that can be felt in the jewelry and aesthetic functions were applied in order to feel the mystery. Smart Jewelry is capable of communication, interaction, wearable. Smart jewelry was equipped with a color, temperature, ambient light sensor. It was designed to allow interaction with a Bluetooth module. Applying an algorithm so that the light jewelry colors can vary depending on the circumstances of the smart jewelry wearer had been implemented by the mobile application. It can be realized in digital technology and the convergence of life. It presents the orientation development of the smart jewelry device on IoT environment.

**키워드** : 상황 인식, 아두이노, 웨어러블, 센서 디바이스, 스마트 주얼리 디바이스

**Key word** : Context Awareness, Arduino, Wearable, Sensor Device, Smart Jewelry Device

Received 23 September 2016, Revised 26 September 2016, Accepted 05 October 2016

\* Corresponding Author DongOun Choi(E-mail:cdo290@wku.ac.kr, Tel:+82-63-850-6264)

Division of Information and Electronic Commerce, College of Business Administration, Wonkwang University, Iksan, 54538, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.11.2113>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

주얼리(Jewelry)는 귀금속과 보석으로 만들어진 장신구로 몸 위에 세워지는 작은 건축물로 표현한다. 인간의 생활과 더불어 형성되는 약 7,000년 이상을 이어온 주얼리는 사회적 신분, 권력 과시, 사랑의 징표, 자신을 아름답게 보이게 하는 등의 여러 가지 용도로 사용한다. 주얼리의 소재로 사용되는 루비, 사파이어, 금, 진주, 메탈과 강철 등도 사용되며 꽃이나 식물 등을 주얼리의 소재로 사용하고 시대의 변화에 따라 신소재가 사용되고 있다.

스마트 주얼리는 기존 주얼리와 IT가 융합되어 가장 아름답게 빛을 내기 위한 소재인 유색 발광체에 센서와 통신 장치를 장착한다. 이는 색의 변화를 제어하거나 착용자의 감정을 인지하거나 통신이 가능한 지능형 주얼리라 할 수 있다[1].

기존의 주얼리가 가지고 있는 고유의 기능인 장식적인 기능을 강조하면서 유형적인 기능이 추가된 주얼리로 감성의 자극이나 유희성 등과 같은 무형의 가치 또는 기능이 주는 편의성이나 경험 창출 등과 같은 유형의 가치를 창출함으로써 상호작용을 유발하는 주얼리를 스마트 주얼리라 정의 할 수 있다[2]. 따라서 주얼리가 지닌 장식적 기능, 희소가치성을 유지하는 기능성, 상호 작용성, 참여성, 유희성 등을 포함하는 주얼리의 한 형태이다. 본 논문에서는 디지털 시대의 새로운 기술과 기능을 적용하고 신체에 착용할 수 있도록 하여 인간과 상호작용을 하면서 시각적인 심미(審美)나 신체적인 만족감과 즐거움을 줄 수 있는 형태의 스마트 주얼리를 개발한 것이다.

## II. 관련연구

### 2.1. 아두이노

아두이노(Arduino)는 오픈소스를 기반으로 단일 보드 마이크로 컨트롤러이며 보드와 개발 도구 및 환경을 총칭한다[3]. 아두이노 프로 미니는 33mm×18mm 크기의 대부분 아두이노는 손안에 들어오는 크기로 각종 센서나 부품을 연결해 다양한 IT기기를 제작할 수 있어서 센서기반의 사물 인터넷을 구현하기 위해 최적화되어 아두이노의 쓰임새는 확대되고 있다.

### 2.2. LED

LED(Light Emitting Diode)는 우수한 에너지 효율과 환경 친화적 소자로 Red, Green, Blue 색상을 혼합하여 백색 LED가 가능하다. 소비 전력이 낮고 수명이 길어서 많은 전자기기에 사용되고 있고, 1개의 소자로 여러 가지 색을 낼 수 있는 구조의 발광 다이오드도 있으며 전자기기의 동작 모드에 따라서 색을 바꿀 수 있어서 기기의 소형화를 가능하게 해서 조명, 자동차, 교통 신호, 근거리 통신 등의 다양한 분야에서 활용하고 있다.

### 2.3. 상황인식

사용자가 접하는 환경에서 사용자의 현재 위치, 행동, 작업, 감정, 상태 등을 객체(Object)로 나타내고, 사용자나 사용자의 객체에 대한 정보 값과 그 정보들의 변화를 상황(Context)이라고 표현하고 사용자의 위치, 사용자의 신원 정보, 현재 시간, 계절, 온도 등 사용자의 주위 환경에 대해 컴퓨팅에 필요한 정보를 상황이라 나타낼 수 있다. 이러한 상황 정보를 사용자의 환경으로부터 얻어내는 과정을 상황인식(Context-Awareness)이라 한다[4]. 상황정보를 수집하여 인지과정을 통해 정보를 해석하고, 추론 처리과정을 거쳐 사용자 개인의 요구나 상황에 맞는 서비스를 제공할 수 있다.

### 2.4. 사물인터넷

사물과 사람의 활동을 추적하는 센서를 기본 요소로 구성되는 사물인터넷 서비스 환경은 사람의 감각기관을 통해 자극을 받아들여 인식과정을 거쳐 정보를 생산하고 사람이 이해할 수 있도록 표현한다. 사물 인터넷 기술은 다양한 센서를 활용하여 사람들이 일상생활에서 미처 인식하지 못했던 부분까지 편의성을 증대시키고 있다[5].

### 2.5. 블루투스

센서네트워크에서 블루투스(Bluetooth), UWB(Ultra Wide Band), 지그비(Zigbee) 등이 근거리 무선통신 기술로 이용한다. 선이 없는 상태에서 통신을 할 수 있는 근거리 무선통신 기술이라는 점에선 동일하며 블루투스는 저비용, 저전력, 근거리의 무선 통신 기술로 일정한 거리내에서 사용자의 행동을 요구하지 않는 비접촉식 통신으로 빛, 온 습도, 소리, 위치 등 다양한 센서와 접목하여 정보 서비스를 보다 폭 넓게 제공한다[6]. 최근 사

물인터넷 기술 구현을 위한 주요 기술로 활용한다.

### III. 상황인식 스마트 주얼리 구성과 설계

#### 3.1. 스마트 주얼리 구성

본 논문에서 개발한 상황인식 스마트 주얼리의 구성도는 그림 1에서 보여준다. 스마트 주얼리의 작동이 시작되면 아두이노에 장착된 센서가 작동하여 상황정보에 따라 스마트 주얼리에 색상을 결정하여 LED에 빛을 적용하여 출력한다. 아두이노 보드는 스마트폰과 데이터를 송수신 할 수 있도록 블루투스 통신 모듈을 장착한다.

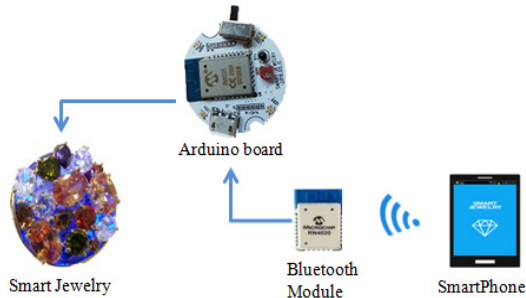


Fig. 1 System Configuration

스마트 주얼리 LED 빛의 색상을 출력할 때는 컬러, 온도, 조도센서의 상황 정보를 조합하여 색상을 결정하게 되는데 그림 2는 스마트 주얼리의 정보 흐름을 나타낸다.

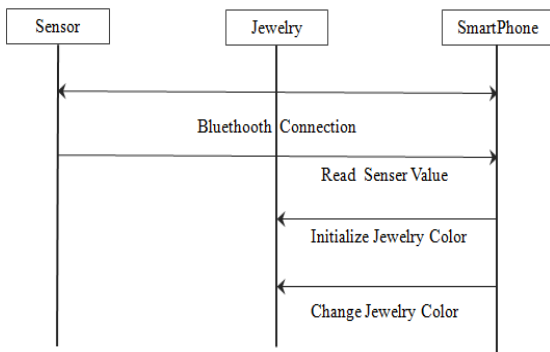


Fig. 2 System Flow

상황정보를 조합하여 LED 빛을 제어하는 절차는 다음과 같다.

- 1단계 : 컬러, 온도, 조도 센서의 상태 값을 읽어서 스마트폰에 전송한다.
- 2단계 : 컬러 값이 무채색(White, Black, Grey)이면 온도 값을 기준으로 LED색을 적용한다.
- 3단계 : 컬러 값이 유채색의 일 때는 보색을 적용한다.
- 4단계 : 2.3단계의 컬러 값에 조도 센서는 빛의 세기를 적용하며 낮과 실외는 조도를 낮추고, 밤과 실내인 경우 조도를 높인다.

주얼리에 노출된 색상에 자동 설정 기능을 추가하여 사용자의 편의성을 더한다. 컬러 센서는 스마트 주얼리 착용 위치의 입은 옷의 색상을 인식하여 의상의 유·무채색의 상태 값에 따라 2단계와 3단계 과정을 처리하게 되며 처리과정의 흐름은 그림 3에서 보여준다.

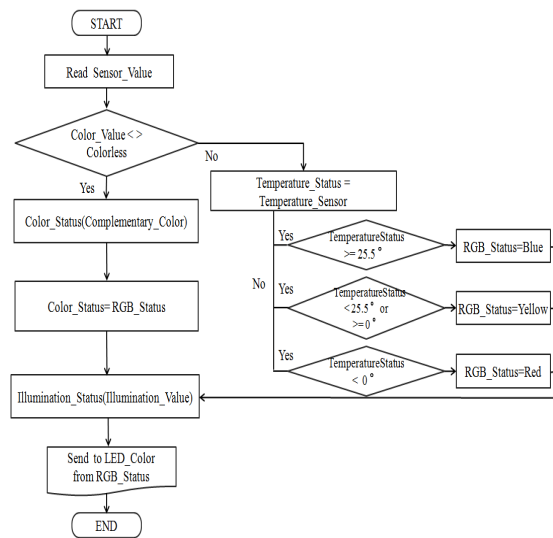


Fig. 3 LED Process Flow based Sensor

#### 3.2. 스마트 주얼리 보드 설계

스마트 주얼리의 본연의 기능들이 잘 표현하는 것을 목적으로 다섯 가지를 기능을 고려하여 설계하였다. 첫째, 웨어러블 기능으로 팬던트나 브로치로 착용할 수 있도록 하였다. 둘째, 주얼리의 소재적 특성상 귀금속과 보석으로 제작되어지기 때문에 장식적인 기능을 최우선으로 고려하였다. 셋째, 측정 기능의 추가로 인하

여 제품의 미관을 해치지 않기 위함이며 사용자와 상호작용이 가능할 수 있도록 하였다. 넷째, 기능이나 조작에 관한 컴퓨터나 휴대폰, 또는 각종 IT 제품과 같은 사용자들의 관여도가 높은 기능성 위주의 제품들과는 달리 이미 기존에 사람들에게 인식되어있는 주얼리의 특징상 그 기능성에 대한 사용자의 관여도가 낮으므로 주얼리의 작동 원리 및 조작 방법이 단순화 하였다. 마지막으로, 주얼리의 특성상 휴대가 가능하고 신체에 착용이 가능해야 하므로 내장되는 부품의 크기가 초소형이어야 하며 무겁지 않도록 설계하였다.

설계된 아누이노 보드의 MCU는 ATMEGA328P를 사용하며 디바이스 크기와 밝기의 범위 제어를 위해 1615Size의 RGB LED을 채택하여 4개를 장착하고 각각의 LED를 제어할 수 있도록 한다. 블루투스 모듈은 RN4020을 사용하여 MLDP Mode통신이 가능하다. 배터리는 DTP551430을 사용하여 Micro USB Connector를 통해 충전한다. 자이로센서는 MPU6050을 사용하며 I2C 규격에 따른다. 컬러센서는 1005size의 보드크기에 적합하도록 TCS34725를 채택하고 LED의 빛이 사물에 반사되는 컬러 센서가 인지할 수 있도록 근접한

거리에 배치하였다. 그림 4의 설계된 하드웨어 보드는 Arduino 보드를 활용하여 ASL(Arduino Serial Link)을 PC에 연결한 후 COM포트를 확인할 수 있다.

### 3.3. LED 빛 색상 적용 알고리즘

HSI(Hue, Saturation, Intensity) 색상 모델에서 색상(Hue)는 색상의 분포를 나타내며, 채도(Saturation)은 순수한 색상에 흰색 빛의 투영 유무를 나타낸다. 강도(Intensity)는 빛의 강함과 약함의 정도를 나타낸다[7].

[0, 1] 범위의 HSI값에 대해서 같은 범위 내에 대응되는 RGB값으로 전환할 수 있는 적합한 식은 H값에 따라 결정된다. 색상의 범위는  $[0^\circ, 360^\circ]$  사이에 둔다[8].

RG 영역( $0^\circ \leq H \leq 120^\circ$ )에서의 RGB값은 아래 식에 의해 성립된다.

$$B = I(1 - s), R = I \left[ 1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right], \quad \text{식 (1)}$$

$$G = 1 - (R + B)$$

GB( $120^\circ \leq H \leq 240^\circ$ )에서는 H의 값에서  $120^\circ$ 를 빼며, RGB값은 아래 식에 의해 성립된다.

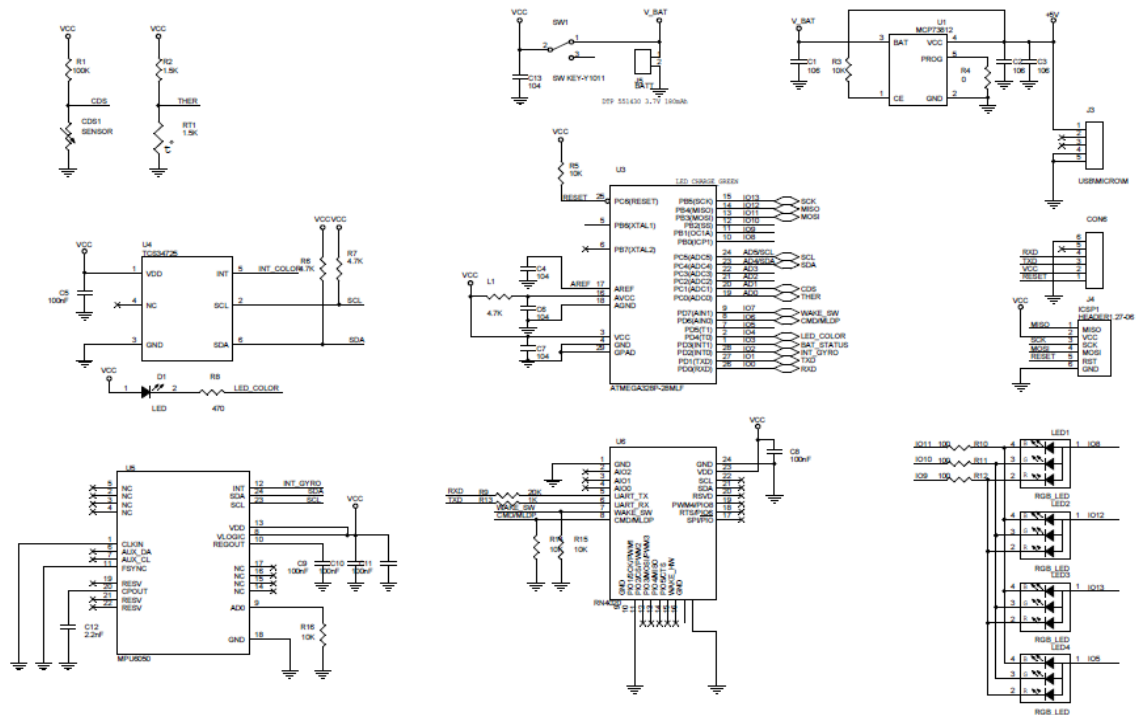


Fig. 4 Development HW Diagram

$$R = I(1 - s), G = I \left[ 1 + \frac{Sc \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right], \quad \text{식 (2)}$$

$$B = 1 - (R + G)$$

BR( $240^\circ \leq H \leq 360^\circ$ )에서는  $240^\circ$ 을 빼며 식 (3)의 의해 성립된다.

$$G = I(1 - s), B = I \left[ 1 + \frac{Sc \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right], \quad \text{식 (3)}$$

$$R = 1 - (R + B)$$

HSI모델에서 Hue의 값을  $180^\circ$  회전시켜서 본연의 색상값의 대칭이 되는 위치에 있는 값으로 전환시켜서 다시 HSI값을 RGB값으로 전환시킨 후 최종적으로 보색을 출력하였다.

#### IV. 상황인식 스마트 주얼리 구현

##### 4.1. 하드웨어 구성 및 개발 환경

본 논문에서 스마트 주얼리의 제작 환경은 표 1과 같이 하드웨어 구성과 개발환경을 활용하였다.

**Table. 1** Hardware and Development Environment

Components	Model
Control Board	ATmega328P
Bluetooth	RN4020
LED	RGB LED
ADC	CDS1, RT1
Color Sensor	TCS34725
Battery	DTP551430
Mobiles OS	Android 6.0

칼라센서는 스마트 주얼리 착용자의 위치에서 착용한 옷의 색에 대한 상황 값을 센싱할 때 사용된다.

온도센서는 현재 상황의 날씨 온도를 센싱하며 여름의 평균온도  $25.5^\circ$ 와 겨울의 평균온도  $0^\circ$ 이하를 기준으로  $25.5^\circ$ 이상은 여름,  $0^\circ$ 이하는 겨울,  $0^\circ \sim 25.5^\circ$ 는 봄·가을로 구간을 설정하였다.

조도센서는 빛의 세기를 측정하며 실내·외를 구별할 수 있으며 빛의 세기에 따라 LCD의 밝기를 조절할 수 있도록 하였다. 실내에서의 조도에 따라 조도 값을 구간별로 적용하며 온도에서 추출된 상황 값의 색에 조도

를 적용한다. 실외에서는 낮과 밤 구별하여 조도를 설정할 수 있도록 하였다.



**Fig. 5** Components of Smart Jewelry

그림 5는 아두이노 보드와 LED를 장착한 스마트 주얼리를 나타낸다. 블루투스 모듈은 아두이노 보드에 장착되며, 스마트 주얼리 안쪽에 아두이노 보드를 삽입하고 주얼리가 디자인된 덮개로 닫으면 스마트 주얼리의 형태가 완성된다. 파랑색의 결과는 스마트 주얼리 적용 위치가 무채색으로 온도 센서가 센싱한 상황값에 따라 파랑색의 빛을 냈다. 완성된 스마트 주얼리는 펜던트(Pendant)나 브로치(Brooch)형태로 사용자는 목에 걸거나 옷에 착용하여 웨어러블 기능을 수행할 수 있다.

##### 4.2. 모바일 어플리케이션 구현

스마트폰과의 블루투스 통신을 시작하고 스마트 주얼리는 연동을 시작한다.

그림 6은 초기 화면은 애니메이션 효과를 이용하여 보석 반짝거림 효과를 주면서, 보석 로고를 보여준다. 설정된 시간동안 디바이스 간 연결이 안 될 때는 장치 스캔 화면으로 이동하고 디바이스 스캔 후 리스트에 있는 디바이스를 선택할 수 있다. 스마트폰과 스마트 주얼리 연결된 시점에서 센서들의 상황 값을 메인 화면에 표시한다. 조도, 온도, 컬러의 상황 값을 따라 LED 색상 값을 스마트 주얼리에 노출한다. 각 센서 메뉴의 on, off 설정 스위치를 이용하여 온도와 조도, 컬러와 조도 2가지 센서의 상황정보만을 선택하여 스마트 주얼리 디바이스의 LED 색상을 사용자 설정이 가능하도록 하였다. 또한 메뉴버튼을 이용하여 하단 Setting메뉴를 호출하

여 장치 스캔 화면으로 이동하여 여러 개의 스마트 주얼리 디바이스와의 연결도 가능하다.

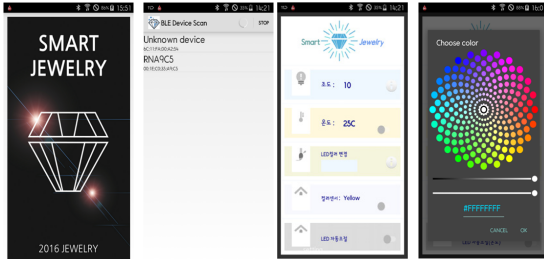


Fig. 6 Intro, Device Scan, Main, Color Set Screen of App

## V. 결 론

스마트 주얼리 보드와 스마트폰의 통신을 통해 온도, 컬러, 조도의 인식을 통해 상황 정보를 추출할 수 있으며 사용자의 상황에 따라서 인식된 상황정보를 통해 LED 빛을 통해 주얼리의 색상을 변화시킬 수 있는 스마트 주얼리 보드를 설계하여 스마트 주얼리를 제작하고 모바일 어플리케이션을 개발하였다. 디지털 기술과 현실 세계의 융합을 실현할 수 있고 더 나아가 IoT 환경에서의 스마트 주얼리 디바이스 개발의 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] L. Yin, Y. J. Kang, K. J. Lee, S. W. Lee, D. O. Choi, "Study on the Development of Smart Jewelry in the IoT Environment," *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, vol. 9, no. 4, pp. 19-24, Dec. 2015.
- [2] E. J. Kim, "Development of smart jewelry based on sensible interaction design," *Journal of the Korean Gems and Jewelry*, vol. 6, no. 2, pp. 166-176, 2012.
- [3] TTA Technical Report, "Open Source Hardware Licence Guideline," Telecommunications Technology Association, Technical Report TTAR-10.0056, 2015
- [4] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, D. Georgakopoulos, "Context aware computing for the internet of things: A survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 414-454, Mar. 2014.
- [5] S. Li, L. D. Xu, S. Zhao, "The internet of things: a survey," *Information System Frontiers*, vol. 17, no. 2, pp. 243-259, Apr. 2014.
- [6] J. Bray, C. F. Sturman, "Bluetooth Connect Without Cables," Pearson Education, 2001.
- [7] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, S. L. Eddins, *Digital image processing using MATLAB*, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, ch. 6, pp. 206-256, 2004.
- [8] M. S. An, D. S. Kang, "An Implementation of Interpolation Algorithm and Complementary Color Algorithm for HUD," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 83-88, Apr. 2009.



강윤정(YunJeong Kang)

2006년 8월 전북대학교 전산통계학과 이학박사  
 2010년 ~ 현재 원광대학교 정보전자상거래학부 겸임교수  
 ※관심분야 : 사물인터넷, 스마트 주얼리, 상황인식



최동운(DongOun Choi)

1984년 2월 전북대학교 전산통계학과 이학사  
 1986년 2월 전북대학교 전산통계학과 이학석사  
 1997년 2월 전북대학교 전자계산학과 이학박사  
 1994년 3월 ~ 2006년 2월 서남대학교 컴퓨터정보통신학과 교수  
 2006년 2월 ~ 현재 원광대학교 정보전자상거래학부 교수  
 ※관심분야 : 사물인터넷, 스마트 주얼리, 유비쿼터스컴퓨팅