

아두이노를 이용한 스마트 LED 자전거 헬멧의 설계 및 구현

안성우*

Design and Implementation of Smart LED Bicycle Helmet using Arduino

Sung-Woo Ahn*

Subdivision of Computer Engineering, Kyungnam College of Information & Technology, Busan 48058, Korea

요 약

최근 건강에 대한 관심 증대로 인해 레저 및 교통수단으로 사이클링을 즐기는 인구가 꾸준히 증가하고 있다. 본 논문에서는 자전거 이용자 급증으로 자전거 안전사고도 함께 증가하여 사회 문제로 대두되는 상황에 착안하여 사이클링 시에 사고를 미연에 방지하기 위한 자전거 헬멧을 제작한다. 이를 위한 기본 아이디어는 헬멧에 LED를 부착 후 LED 발광상태를 변경함으로써 주변에 자전거의 주행 방향 및 상태를 실시간으로 알려주는 것이다. LED의 상태는 아두이노 보드를 통하여 제어하며, 자전거의 움직임 정보는 스마트폰의 가속도 및 GPS 센서값을 추출하여 표현된다. 스마트폰에서 아두이노로 자전거 움직임 정보를 전송하기 위해 아두이노 보드에 별도의 블루투스 모듈을 부착하고 스마트폰과 연결을 유지한다.

ABSTRACT

The number of cyclists is on the steady growing for leisure and transportation with the increasing interest in health and environment. However, the number of cycling accidents is also increasing steadily due to the lack of safety awareness and regulations. Focusing on this issue, we propose and develop a smart LED bicycle helmet in order to reduce a risk of cycling accident. The main idea is to change status of the LED on the helmet based on the bicycle's movement and provide motion information of the bicycle for others. To control the LED lights on the helmet, we use the Arduino board which communicates with the LED module through serial connection. We decide motion information by using the values from acceleration and GPS sensors of the smartphone. To receive this information from the smartphone, the control board and the smartphone are connected by Bluetooth.

키워드 : 웨어러블 디바이스, 아두이노, 블루투스 통신, 센서

Key word : Wearable Device, Arduino, Bluetooth Communication, Sensor

Received 22 May 2016, Revised 28 May 2016, Accepted 08 June 2016

* Corresponding Author Sung-Woo Ahn(E-mail:ahnsw@kit.ac.kr, Tel:+82-51-950-6046)

Subdivision of Computer Engineering, Kyungnam College of Information & Technology, Busan 48058, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2016.20.6.1148>

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. 서 론

사물 인터넷(IoT: Internet of Things) 서비스 환경에서는 사물과 인간의 활동을 추적하는 센서가 기본 요소로 포함된다. 센서는 사람의 오감에 해당하는 외부의 자극을 인식한 후 전기적 신호로 변환하여 의미있는 정보를 생산한다. 사물 인터넷 기술은 다양한 센서를 활용하여 사람들이 일상생활에서 미처 인식하지 못했던 부분까지 편의성을 한층 증대시키고 있다[1, 2]. 특히 웨어러블 디바이스를 통해 주변의 정보를 수집하는 기술이 고도화되고 스마트폰과 연동된 다양한 서비스가 생겨남으로써 점차 활용성이 증대되고 있다.

건강과 환경에 대한 관심이 증대됨에 따라 웨어러블 디바이스는 다양한 분야에서 헬스케어 용도로 많이 이용되고 있다[3]. 헬스케어에서 웨어러블 디바이스를 사용하는 대부분의 서비스들은 운동을 하면서 수집된 걸음 수, 칼로리 소모량, 심박수 등의 정보를 활용함으로써 웨어러블 디바이스 없이 운동할 때보다 체계적으로 건강을 관리하는데 초점을 맞추고 있다. 그러나 예전보다 사람들이 즐기는 레저, 스포츠의 종류가 다양해지고 그에 따른 안전사고 발생이 높아짐에 따라 상황에 따라 사고를 미연에 방지할 수 있도록 웨어러블 디바이스를 활용할 필요가 있다.

본 논문에서는 이러한 인식에 초점을 맞추어 웨어러블 디바이스를 활용하여 안전사고를 미연에 방지하기 위한 방안을 마련하고자 한다. 특히 관련 법규와 안전에 대한 인식 미비로 도로에서의 자전거 사고가 꾸준히 증가하는 상황에 착안하여, 도로에서 자전거 사고의 위험을 줄이기 위한 웨어러블 디바이스로 스마트 LED 자전거 헬멧을 제작한다. 제안된 헬멧의 핵심 기능은 외부에 자전거의 움직임 정보를 알려주는 것이다. 이를 위해 자전거 헬멧에 LED를 부착하고 자전거의 진행방향이 바뀔 때 LED 불빛을 자동차의 방향지시등 역할을 하도록 아두이노 보드로 제어를 한다. 자전거의 움직임 정보는 스마트폰앱과 블루투스 무선 통신을 통해 전달되며 가속도 및 GPS 센서의 정보를 활용하여 판단한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해서 기술하고 3장에서는 시스템 구성 및 설계내용에 대해서 기술한다. 4장에서는 개발된 스마트 LED 자전거 헬멧의 동작에 대해서 설명하고 5장에서 결론 및 향후연구를 기술한다.

II. 관련 연구

2.1. 오픈 소스 하드웨어 : 아두이노(Arduino)

오픈 소스 하드웨어는 특정 제품을 만드는데 필요한 회로도 등의 디자인을 모두 공개하여 누구나 배우고 사용할 수 있으며 용도에 맞게 사용자가 수정하여 활용이 가능한 하드웨어를 말한다. 오픈 소스 하드웨어의 등장 및 발전은 센서를 연동한 임베디드 시스템의 개발을 쉽고 편리하게 함으로써 사물 인터넷 서비스의 발전에 크게 이바지하고 있다. 아두이노(Arduino)를 필두로 하여 영국의 라즈베리파이 재단에서 교육용으로 만든 라즈베리파이(RaspberryPi), 인텔에서 아두이노 플랫폼을 이용하여 제작한 인텔 아키텍처 기반 갈릴레오(Galileo), 그리고 IoT 기기를 타겟으로 제작된 인텔의 에디슨(Edison) 등 현재 다양한 오픈 소스 하드웨어가 출시되어 있다[4].

아두이노(Arduino)는 오픈소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로 컨트롤러(Micro Controller)이며 완성된 보드와 개발 도구 및 환경을 말한다. 주로 Atmel 사의 AVR을 사용하는 보드로 제작되며 제공되는 통합개발 환경(IDE)을 통해 마이크로 컨트롤러를 쉽게 동작시킬 수 있다. 일반적인 AVR 프로그래밍의 번거로운 과정을 거치지 않고 컴파일된 펌웨어를 USB를 통해 쉽게 보드에 업로드할 수 있다. 이와 같이 프로그램을 작성하고 보드에 프로그램을 올리는 과정이 단순하고 다루기 쉬워 임베디드 개발 경험이 전혀 없는 사람들도 쉽게 프로그램을 제작할 수 있다. 아두이노는 손바닥 안에 들어오는 크기에 각종 센서나 부품을 연결해 다양한 IT 기기와 전자장치, 조명장치, 로봇 등을 만들 수 있기 때문에 센서 기반의 사물 인터넷을 구현하기 위해 최적화된 제품이다. 또한, 설계도면이 완전히 공개되어 있어 아두이노를 접목, 개량하여 새로운 제품을 만들어 내기가 용이하다. 이러한 이유로 최근 주목을 받고 있는 3D 프린터, 드론 등의 사물인터넷 제품에 많이 채용되어 아두이노의 쓰임새를 확대시키고 있다[3, 4].

2.2. 근거리 통신 기술

사물인터넷을 구성하는 네트워크는 시스템 자원 및 처리 능력의 제한을 많이 받는다. 그래서 비교적 자원 처리 능력이 뛰어난 PC와 모바일 기기를 대상으로 하는 WLAN(Wireless Local Area Network)부터 저전력

의 센서노드를 효과적으로 제어하기 위해 많이 사용되는 지그비(Zigbee) 네트워크까지 다양한 통신방법들이 존재한다[5]. 이 중 근거리통신을 위한 NFC (Near Field Communication)와 블루투스는 스마트폰 보급이 급속히 확산되고 대부분의 스마트폰에 기본 장착되면서, 이를 활용한 서비스가 폭발적으로 증가하고 있다.

NFC는 RF 신호를 사용하는 비접촉식근거리 무선통신 기술로써 10cm 정도의 가까운 거리에서 단말기 간 데이터를 전송하기 위해 주로 사용된다. 통신거리가 짧기 때문에 상대적으로 보안이 우수하여 결제 서비스뿐만 아니라, 교통, 출입통제, 잠금장치 등 다양한 영역에서 사용되고 있다[6].

블루투스는 NFC 보다는 상대적으로 넓은 범위의 통신이 가능하며 간단한 텍스트 데이터 전송에서 음성 데이터 전송까지 다양한 정보를 편리하게 전송할 수 있다. 블루투스 4.0부터는 저전력 블루투스(BLE : Bluetooth Low Energy) 통신이 가능하여 비콘(Beacon) 등의 다양한 센서와 접목하여 위치 기반의 서비스를 포함하여 보다 폭넓은 서비스 제공이 가능하다. 또한, 신호 송수신 거리가 길기 때문에 근거리 접촉이 필요 없이 사용자의 행동을 요구하지 않는 편리함을 제공한다. 이러한 특징들을 활용하여 최근 사물인터넷 기술 구현을 위한 핵심 기술로 자리잡고 있다[7].

III. 시스템 구성 및 설계

3.1. 시스템 구성

그림 1은 본 논문에서 제안한 스마트 LED 자전거 헬멧의 구성도를 보여준다. 사이클링 시에 주변의 차량이나 사람들에게 자전거의 진행 방향 및 상태를 알려주기 위해서 헬멧의 외부에 LED를 부착하고 아두이노 보드를 이용해서 LED의 상태를 제어한다. 자전거의 주행 정보는 스마트폰의 가속도 및 GPS 센서에서 추출되는 값을 활용한다. 이를 위해서 아두이노 보드에는 스마트폰과 데이터를 주고받기 위한 블루투스 통신 모듈을 장착한다. 아두이노 보드와 연결이 가능한 센서가 존재하지만 헬멧을 쓰는 사람의 머리가 진행방향과는 무관하게 움직이는 경우가 빈번하게 발생하기 때문에 자전거에 고정된 스마트폰에서 센서의 정보를 수신하는 것으로 가정한다.

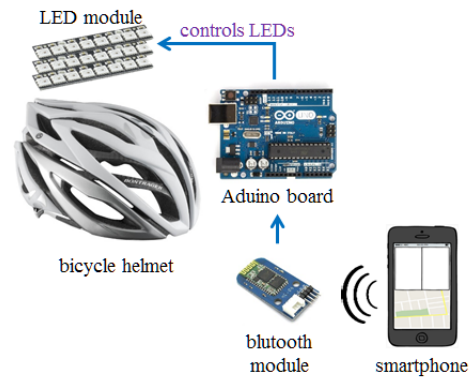


Fig. 1 System Configuration of Smart LED Bicycle Helmet

헬멧의 LED를 통해서 다음의 조건에 대해서 자전거 주행에 대한 정보를 외부에 전달한다.

- 진행 상태(MOVE_STATUS) : 자전거의 현재 운행 상태를 표시하며, 1) 정지(stop), 2) 주행(normal), 3) 사고(abnormal)로 구분한다.
- 진행 방향(DIRECTION) : 자전거의 현재 방향을 표시하며, 1) 직진(none), 2) 좌회전(left), 3) 우회전(right)으로 구분한다.

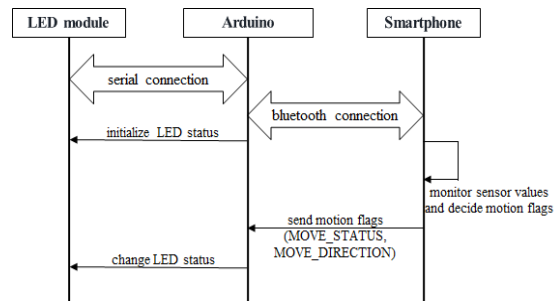


Fig. 2 Flow Control of the Bicycle Helmet System

그림 2는 스마트 LED 자전거 헬멧의 구성 요소 간의 연결 및 제어 흐름도를 보여주고 있다. 아두이노 보드를 매개체로 LED 모듈은 시리얼 통신으로 연결하고 스마트폰은 블루투스 네트워크로 연결된다. 스마트폰에서는 앱을 실행하여 블루투스 연결이 완료되면 스마트폰의 GPS 센서에서 속도, 가속도 센서에서 각 축의 가속도 변화 정보를 주기에 따라 반복 측정하여 MOVE_STATUS와 DIRECTION을 판단한다. 측정된 정보가

기존에서 변경되었다면 아두이노로 전달한다. 아두이노는 주행 정보가 수신되면 연결되어 있는 LED의 색상과 발광상태를 변경한다.

그림 3은 MOVE_STATUS를 결정하기 위한 순서도를 나타내고 있다. 사용되는 정보는 속도(Velocity), 주기별 반복 측정 전후의 속도 변화(Δ Velocity), 가속도 센서로부터 측정된 Z축 변화(AccelerometerZ)이다. MOVE_STATUS 초기값은 stop으로 설정하고 Velocity, AccelerometerZ, Δ Velocity 순서로 변경 조건을 검사하고 조건을 만족하면 MOVE_STATUS 값을 변경한다.

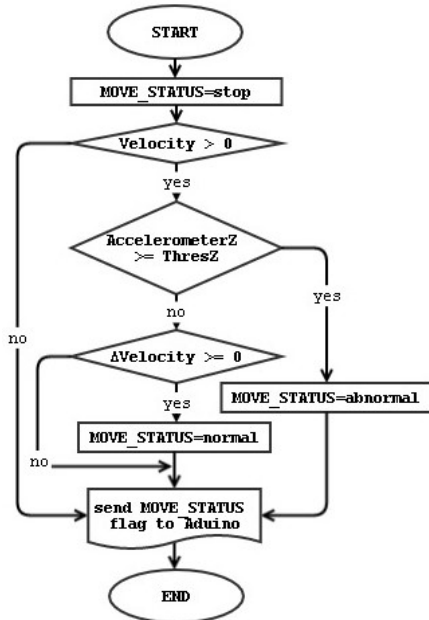


Fig. 3 Flowchart for the decision of MOVE_STATUS

먼저, Velocity가 0보다 크면 움직임이 있는 상태이므로 normal, abnormal인지 판별하기 위하여 다음 검사 조건인 AccelerometerZ를 살펴본다. 가속도 센서의 Z축 값의 변화는 높이의 변화를 의미하고 미리 정의한 높이변화임계치(ThresZ)를 넘어섰다면 낙차 등의 비정상적인 사고 상황이 발생한 것으로 가정한다. 이때에는 MOVE_STATUS를 abnormal로 변경한다. ThresZ의 범위를 넘지 않았을 때 마지막으로 Δ Velocity를 조사한다. Δ Velocity값이 0보다 크거나 같아서 등속 또는 가속 운동을 하는 경우에는 MOVE_STATUS를 normal로 변경시킨다. MOVE_STATUS의 판별이 완료되면 아두이

노로 값을 전달한다.

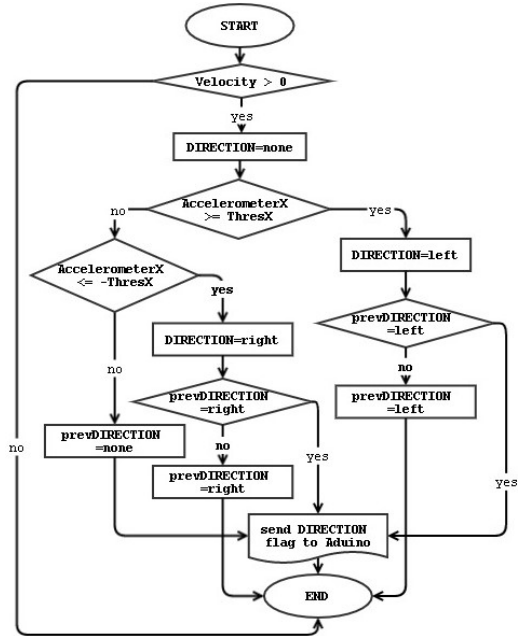


Fig. 4 Flowchart for the decision of MOVE_DIRECTION

그림 4는 DIRECTION을 판별하기 위한 순서도를 보여주고 있다. 사용되는 정보는 속도(Velocity), 좌우측 기울기를 측정하기 위한 가속도 센서의 X축 변화(AccelerometerX)이다. 속도값이 0으로 정지하고 있는 경우는 진행 정보를 LED에 표시할 필요가 없기 때문에 아두이노로 값을 전달하지 않고 종료 상태로 넘어간 후 다음 주기까지 기다린다. 속도가 발생한 경우 DIRECTION의 초기값은 none으로 설정한 후 AccelerometerX의 변화를 검사한다.

AccelerometerX는 좌측으로 기울어졌을 때 양수, 우측으로 기울어졌을 때 음수로 값이 변경된다. 따라서 각 방향 기울기가 미리 설정한 기울기변화임계치(ThresX)를 넘어서면 해당 방향으로 진행한다고 가정을 한다. 자동차와 달리 자전거는 페달 밟기, 라이더의 중심이동 등에 따라 직진을 하더라도 수시로 기울어지는 방향이 달라지기 때문에 DIRECTION은 일정 시간 이상 진행 방향 유지가 되었을 때 전환하도록 한다. 이를 위하여 이전 반복 주기에서 측정된 값을 prevDIRECTION에 저장하고 현재 측정된 DIRECTION과 비교를 한다. 만약 prevDIRECTION과 DIRECTION이 동일하면 아두이노

에 DIRECTION을 전달하여 진행방향을 LED에 표시하도록 한다. 값이 다른 경우에는 prevDIRECTION을 갱신하고 다음 반복 주기로 넘어간다.

IV. 스마트 LED 자전거 헬멧 구현

4.1. 하드웨어 구성 및 개발환경

본 논문에서는 스마트 LED 자전거 헬멧을 제작하기 위해서 표 1과 같이 하드웨어 구성 및 개발 환경을 사용하였다. 스마트폰의 정보를 수신하여 LED를 제어하기 위한 오픈소스 하드웨어 플랫폼으로 Arduino Uno R3를 사용하였으며, 스마트폰과의 통신은 HC-06 블루투스 통신 모듈을 사용하였다. LED는 Adafruit 사의 NeoPixel LED 스트립을 헬멧에 부착하여 움직임 상태에 따라 다양한 색상 및 점등 상태 변경이 가능하도록 하였다. 모바일 앱 연동을 위해 안드로이드 5.1.1 버전의 삼성 갤럭시 노트2 스마트폰을 사용하였다.

Table. 1 Hardware and Development Environment

Components	Model
LED module	Adafruit NeoPixel Digital RGB LED Strip
Control Board	Arduino Uno R3
Bluetooth Module	HC-06
Smart Phone	Samsung Galaxy Note2
Mobile OS	Android 5.1.1 (API Level 22)

그림 5와 그림 6은 아두이노 회로와 LED를 부착한 자전거 헬멧을 보여주고 있다.

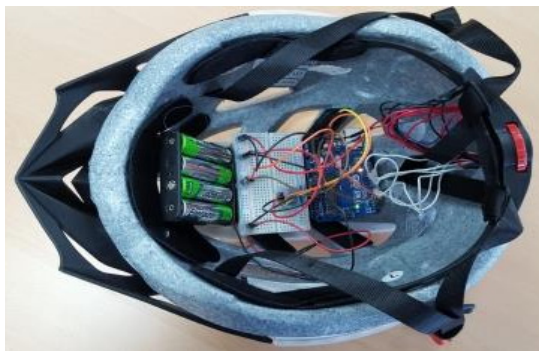


Fig. 5 Bicycle Helmet with Arduino circuit



Fig. 6 Bicycle Helmet with NeoPixel LED Strip

4.2. 구현 결과

스마트폰 앱은 실행 후 아두이노 보드에 부착되어 있는 블루투스 모듈과 연결을 설정하고 초기화가 완료되면 가속도와 GPS 센서에서 값을 수신한다. 수신된 값은 그림 3과 그림 4의 순서도에 따라 MOVE_STATUS, DIRECTION을 판별하여 아두이노로 전송한다. 부가적으로 스마트폰 앱은 그림 7과 같이 지도 및 자전거의 운행 상태를 화면에 표시한다.

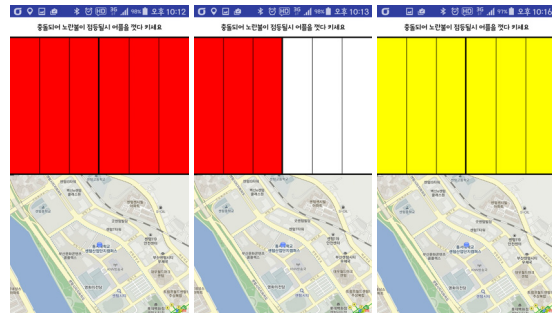


Fig. 7 Display Motion Information on Smartphone App

그림 8과 그림 9는 스마트폰 앱을 통하여 센서의 정보를 수집하여 헬멧에 부착된 LED의 상태를 직접 제어하는 모습을 보여준다. 그림 8은 스마트폰이 좌측으로 기울어졌을 때 좌측 진행 방향을 알려주기 위해 LED의 점등 상태가 변경된 것을 보여주고 있다. 그림 9는 갑자기 스마트폰의 높이가 변경되어 사고가 발생하였을 때 헬멧의 LED의 색상을 계속 변경하여 긴급 상황임을 외부에 인식시키는 상황을 보여주고 있다.

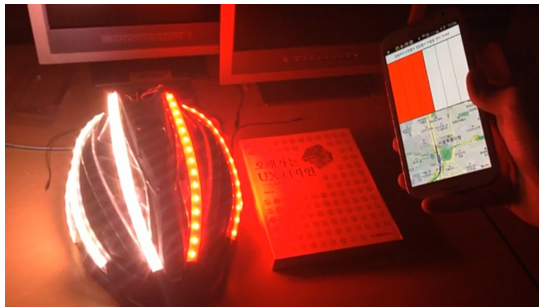


Fig. 8 Operation Test Result (DIRECTION: left)

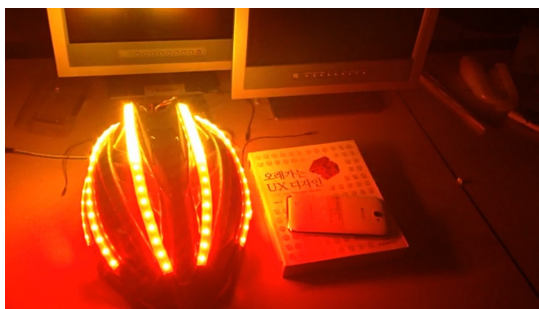


Fig. 9 Operation Test RESULT(MOVE_STATUS: abnormal)

V. 결 론

본 논문에서는 자전거 안전사고가 증가하여 사회 문제로 이슈화되는 점에 착안하여 사이클링 시에 사고를 미연에 방지하기 위한 방안을 제시하였다. 이를 위한 기본 아이디어는 자전거 헬멧에 LED를 부착하고 아두이노 보드로 LED의 점등 상태를 제어하여 주변에 자전거의 주행 방향 및 상태를 실시간으로 알려주는 것이다. 자전거의 움직임 정보는 스마트폰의 가속도 및 GPS 센서값을 추출하여 활용하고 이를 아두이노로 전달하기 위해 블루투스 통신을 사용하였다.

자전거 주행의 특성 상 주행 방향과 무관하게 헬멧이

빈번하게 움직인다. 이러한 특성 때문에 본 논문에서 제안한 헬멧은 아두이노 보드에 직접 센서를 연결해서 주행 상태를 판단하지 않고 스마트폰을 이용하였다. 향후 연구에서는 직접 센서를 보드에 연결하여 주행 상태를 측정하기 위한 방법을 고안하는 것이 필요하다. 또한, 자전거의 주행 패턴이 다양하기 때문에 가속도 및 GPS 센서값의 변동 및 습득 환경을 세분화하여 주행 특성을 파악하는 것이 필요하다.

REFERENCES

- [1] S. Li, L. D. Xu, and S. Zhao. "The internet of things: a survey," *Information Systems Frontiers*, vol. 17, no. 2, pp. 243-259, April 2015.
- [2] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito. "The Internet of Things: A survey," *Computer networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, Oct. 2010.
- [3] S. H. Seo and S. W. Jang, "Design and Implementation of a smart shoes module based on Arduino," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 11, pp. 2697-2702, Nov. 2015.
- [4] Y. M. Oh and S. W. Lee, "IoT and the Open Source Development Platform," *Communications of KIISE*, vol. 32, no. 6, pp. 25-30, June 2014.
- [5] J. Ko, S. G. Hong, B. B. Lee, and N. S. Kim, "Trends of Converging Smart Devices with IoT Technology," *Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 28, no. 4, pp. 79-85, Aug. 2013.
- [6] D. Kim and S. Choi, "A Design and Implementation of the Easy Payment by Using Mobile Device," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 5, pp. 607-614, May 2015.
- [7] D. Kim, S. Kim, and E. Jin, "The Research on iBeacon technology trend and issue," *Korea Computer Congress*, Busan, Korea, pp. 390-392, 2014.



안성우(Sung-Woo Ahn)

2009년 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2010년 : 삼성탈레스 해양/시스템연구소 전문연구원
 2012년 ~ 현재 : 경남정보대학교 컴퓨터계열 교수
 ※관심분야 : 모바일 응용 서비스, 사물인터넷, 빅데이터