

아두이노를 활용한 자전거 운전자 안전 항상 시스템

배태현* · 강종호* · 박지원* · 김범수* · 이봉주**

Improving Safety of Bicycle Driver System using Arduino

Tae-Hyeon Bae* · Jong-Ho Kang* · Ji-Won Park* · Bum-Su Kim* · Boong-Joo Lee**

요 약

본 논문에서는 자전거의 보호와 탑승자의 안전을 위하여 아두이노와 센서를 활용하여 시스템을 구성하였다. 리밋 스위치를 통하여 15 km/h 이하, 15~30km/h, 30km/h 이상 속도에 따른 알림과 더불어 과속시 경고를 주고 실제 속도와 96.6% 일치하는 속도계를 구현한다. 또한 야간에 파악하기 힘든 5cm 이하의 장애물을 감지하기 위하여 약 3m 거리에서 초음파센서를 통해 이를 인지하고 경고를 한다. 자전거의 보호를 위하여 자물쇠 파손 시 사용자의 핸드폰에 메시지를 전송하고, Auto Lock System이 제어 되도록 한다. 사용자의 편의성을 고려하여 칼로리 소모를 알 수 있도록 어플리케이션을 제작하였다.

ABSTRACT

The system is consisted of arduino and sensors for protecting bicycle and safety of driver. The speed indicator is composed of speed alarms which are less than 15km/h, 15~30km/h, over 30km/h through limit switch. At that time, the accuracy is 96.6% compared to actual speed. Also, It gives a person warning about the obstacle of 5cm tall through ultrasonic sensor in night. Auto Lock System is operated to protect bicycle and the text message is sent to the user, if the bicycle lock was broken. This system puts emphasis on safety and usability, providing a application to know consuming calories.

키워드

Arduino Mega, Ultrasonic Sensor, Limit Switch, BlueTooth, App Inventor
아두이노 메가, 초음파 센서, 리밋 스위치, 블루투스, 앱 인벤터

1. 서 론

요즘 건강에 대하여 관심이 깊어짐에 따라서 저 연령층부터 고 연령층까지 운동을 많이 한다. 저연령 층은 몸매를 만들거나 재미를 위한 목적이고, 고 연령 층은 나이가 들수록 체력이 떨어져 건강을 위해서 체

력을 다시 증진시키기 위해 운동의 중요성이 요구되 어지고 있다. 야외운동은 햇빛에 의한 비타민D를 자 체적으로 만듦으로써 대사증후군을 개선하고, 살아있 는 생생한 느낌을 받기위해 야외운동을 한다[1]. 이로 써 자전거를 타고 출퇴근을 하거나 손쉬운 운동으로 써 경제· 환경· 건강· 에너지 등 좋은 측면이 많지만

* 남서울대학교 전자공학과(ley808@naver.com, escerad@naver.com, nightshot@naver.com, dragoon0841@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2017. 06. 16
• 수정완료일 : 2017. 07. 13
• 게재확정일 : 2017. 08. 01

• Received : Jun 16, 2017, Revised : July 13, 2017, Accepted : Aug 01, 2017

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,
Email : ee1@nsu.ac.kr

자전거를 이용하는 사람이 많아짐에 따라 자전거 교통사고도 증가하고 있다. 우리나라에서도 도로교통공단에 따르면 자전거를 타는 인원이 약 1,200만명에 이른다고 추정된다. 따라서 자전거로 인해 일어나는 사고가 증가하게 되었고, 그림 1의 교통사고분석 시스템에 따르면 지난 11년도부터 15년도까지 5년간 자전거 교통사고는 가해자, 피해자를 포함해서 12,000여건에서 17,000여건까지 꾸준히 증가하였다[2]. 전체 교통사고 증가율은 연 평균 1.1%로 소폭 증가하는데 비하여, 자전거 교통사고는 해마다 평균 9.4%씩 증가하고 있어서 자동차 사고와 비교할 때 더욱 심각하다는 것을 알 수 있다. 그중에서도 연간 사망자가 약 300명에 이르고 약 15,000명이 부상을 당한다. 그에 따른 사고를 방지하기 위해서 안전을 위한 스마트 자전거 시스템을 구축한다[3].

본 연구에서는 과속을 방지하기 위한 시스템과 앞에 장애물이 있을시 경고음을 발생시키는 등 안전에 대한 알람 시스템을 구축하고, 자전거 도난방지를 위하여 자물쇠가 파손 되었을 경우에 경고 메시지가 사용자에게 전송되고, Auto Lock System이 발동하여 자전거의 주행을 방함으로써 주행자의 신체적 안전뿐만 아니라 물질적 안전을 보장하는 시스템을 구성하는 것이다.

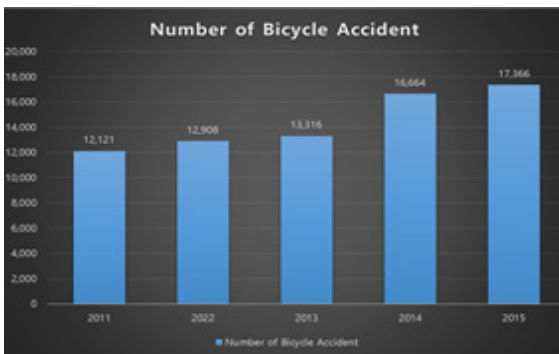


그림 1. 자전거 사고 발생 수 (2011~2015)
Fig. 1 Number of bicycle accident (2011~2015)

II. 시스템 구성

본 시스템은 자전거의 속도를 정확하게 알기 위해

서 리미트 스위치를 사용하여 자전거 둘레를 이용해 속도를 측정하였고, 속도 구간에 따라서 15km/h이하일 경우에는 노란색 LED를 발광하고 15~30km/h일 경우에는 주황색 LED를 발광하고 30km/h를 초과할 경우 빨간색 LED를 발광시킴과 함께 부저를 울려 경고를 함으로써 자전거의 속도를 대략적으로 파악하고 과속에 대한 위험을 인지하여 운전자에 대한 안전을 모색한다. 또한, LCD 디스플레이를 통하여 정확한 자전거의 속도를 알 수 있다.

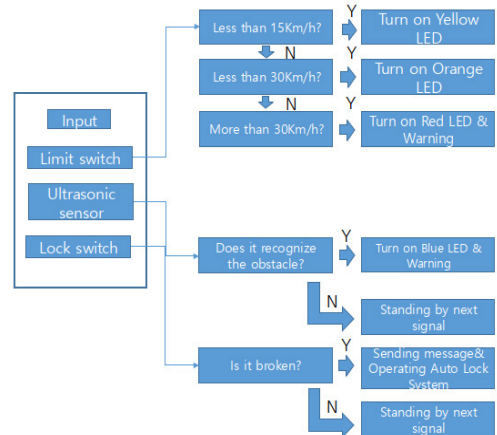


그림 2. 시스템 블록 다이어그램
Fig. 2 System block diagram

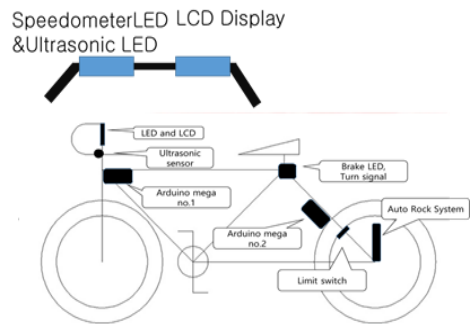


그림 3. 시스템 개략도
Fig. 3 System schematic diagram

그림 2은 시스템 블록도이며, 그림3은 시스템의 개략도이다. 그림에서 보듯이 야간에 전방 라이트가 비추어주는 범위는 운전자로부터 4m ~ 5m 정도이지만, 전방에 높이가 10cm 이하의 장애물을 파악할 수

있는 시점은 운전자로부터 1.5m 떨어진 지점부터이다. 따라서 그 보다 먼 거리에 위치한 소규모 장애물(높이 10cm이하)을 감지 할 수 있도록 초음파 센서를 이용하여 경고를 주고 이는 외부 전자장치들을 통제할 수 있는 프로세서와 메모리를 갖춘 아두이노로 제작하여 제어하였다[4].

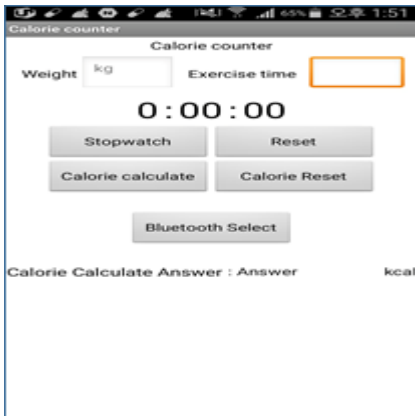


그림 4. 칼로리 계산기
Fig. 4 Calorie counter

또한 자신의 진행방향과 상태를 뒤쪽 운전자에게 알려주기 위해 방향지시등과 브레이크 후미등을 안장 뒤쪽에 설치하여 스위치를 통해 작동한다[5]. 자전거의 보호를 위하여 자물쇠가 파손되었을 때 파손을 경고하는 메시지를 사용자에게 전송되고 Auto Lock System이 발동되어 자전거가 움직이지 못하도록 걸쇠를 자전거 바퀴에 삽입시켜 도난을 방지하고 운전자의 건강에 도움을 주기위해 앱을 통해 운전자가 자전거를 타면서 소비한 칼로리 소모량을 계산한다. 제작한 앱은 그림4에 나타내었다.

III. 실험결과

3.1 리드 스위치 동작 실험

그림 5와 그림6는 리드 스위치의 동작 여부 실험이다. 리드 스위치는 카운트 전에는 연결부위가 끊어져 있기 때문에 0V를 유지하다가 자석이 지나가면서 카운트가 세어지면 접합부가 연결되어 동작된다[6]. 그림 5 와 그림6를 통하여 속력이 빨라질수록 동작여부

가 일정하지 않아 32km/h일 때 출력 파형이 고르지 않다는 것을 알게 되었다.

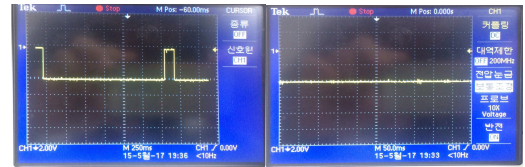


그림 5. 0km/h일 때와12km/h 일 때 출력 파형
Fig. 5 Output waveform in such 0km/h & 12km/h

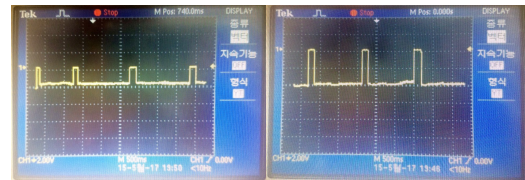


그림 6. 22km/h일 때와32km/h 일 때 출력 파형
Fig. 6 Output waveform in such 22km/h & 32km/h

3.2 리밋 스위치 동작 실험

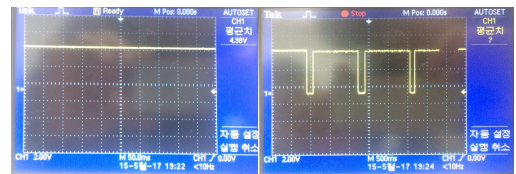


그림 7 0km/h일 때와 12km/h 일 때 출력 파형
Fig. 7 Output waveform in such 0km/h & 12km/h

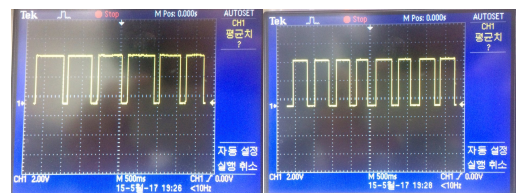


그림 8. 22km/h일 때와 32km/h 일 때 출력 파형
Fig. 8 Output waveform in such 22km/h & 32km/h

그림 7과 그림 8은 리밋 스위치의 동작 여부 실험이다. 리밋 스위치는 카운트 전에는 5V가 스위치 내에 흐르고 있다가 물리적으로 누리는 순간 0V로 떨어짐으로써 카운트를 취하는 것을 그림과 같이 자세히 알 수 있다. 리밋 스위치는 물리적으로 누리기만 한다면 인식이 되기 때문에 항상 균일 한 동작을 하는 것을 파악한다[7].

3.3 리드 스위치와 리밋 스위치 비교

자전거의 속도계를 리밋 스위치와 리드 스위치를 사용하여 구현하고, 각 스위치의 속도 구간에 따른 인식률을 파악하여 어떤 스위치가 자전거의 속도계를 구현하는데 있어서 적합한 인식율을 가지는지에 대한 실험 결과이다. 각 스위치에 대한 실험을 40회 이상 실험하여 평균을 내었다.

표 1. 리드 스위치 인식율
Table 1. Reed switch recognition rate

Speed(Km/h)	Reed switch revolutions per ~10s	Error rate(%)
5	3.7~3.8	0.5
10	6.3~7.4	8
15	5.4~8.1	16
20	6.2~8.5	23
25	4.5~7.3	25
30	4.1~7.9	31

표 1은 리드 스위치의 성능을 알아보기 위한 실험 결과값이다. 리드 스위치는 자석이 스위치를 지나갈 때마다 스위치가 작동하여 입력 신호를 전달하여 자전거의 속도를 파악한다. 본 실험에서 리드 스위치는 10 km/h까지는 오차율이 적은편에 속하지만 그 이상의 속도로 자전거를 주행할시 리드 스위치는 인식하는 횟수가 현저히 떨어지고, 20km/h를 넘어갈 시에는 사실상 속도측정이 불가능하다.

표 2. 리밋 스위치 인식율
Table 2. Limit switch recognition rate

Speed(Km/h)	Reed switch revolutions per 10s	Error rate(%)
5	3.7~3.8	0.5
10	7.3~7.7	3
15	10.8~11.2	2
20	14.~15.2	2
25	18.3~18.5	1
30	22.5~22.7	1

표 2는 리밋 스위치의 인식율을 실험한 결과값이다. 리밋 스위치는 기계식으로 직접 스위치가 눌림으로써 입력 신호를 전달하여 카운터의 인식률 매우 정확하여 오차율이 적은 편이다. 이로부터 오차율측면을 고려할때 리밋스위치에 대한 사용이 더 합리적임을 알게 되었다.

그림 9은 리드 스위치의 동작을 한눈에 알아 보기 위해 제작된 그래프이다. 리드 스위치는 동작이 일정하지 않고 인식율이 저조하다. 따라서 본 연구에서는 리밋스위치를 이용하여 자전거의 속도를 파악하고 속도계를 제작하였다.

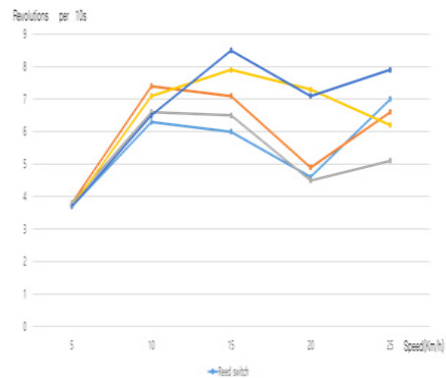


그림 9. 리드 스위치 동작
Fig. 9 Operating reed switch

3.4 리밋 스위치를 이용한 속도계

스위치 비교 실험으로써 파악한 인식률을 통해 설계한 속도계가 표시해주는 속도와 실제 속도의 차이를 파악한다.

표 3. 실제 속도와 측정 속도
Table 3. Actual speed and measurement speed

Actual speed (Km/h)	Measurement speed (Km/h)	Error rate(%)
5	4.5~5.5	10
10	9.4~10.2	6.7
15	14.6~15.3	3
20	19.9~20.1	0.5
25	24.9~25.1	0.4

표 3은 실제 속도 계측기와 제작한 속도계의 오차를 보여주는 표이다. 저속(5km/h이하)으로 주행시 측정 속도가 실제속도에 비해 정확히 측정되지 않는 현상이 발생한다. 하지만 사람의 보속은 3.05km/h이기 때문에 실제 주행시 5km/h 이하의 속도로 주행하는 경우는 없으므로 일반 주행시 정확한 속도를 측정할 수 있다[8].

$$\begin{aligned} Speed &= (Cycle / Cycle Time) * 3.6 \\ Cycle &= (2 * radius * 3.14) / 100 \\ Cycle Time &= (uck Time - ck Time) / 1000 \end{aligned} \quad (1)$$

식 (1)은 자전거의 속도를 구하는 공식이다. radius를 자전거 바퀴의 반지름으로 설정하고, 자전거의 반지름을 이용하여 원주를 구한 후 Cycle Time로 나누고 단위를 km/h로 맞추기 위해 시간(3.6)을 곱한다. Cycle Time은 첫 입력 신호가 들어온 시점에서 다음 신호가 들어올 때까지의 시간이다. 이를 통해 자전거의 속도를 계산하고 LCD 디스플레이를 통해서 보여준다.

3.5 초음파센서

초음파 센서란 압전소자를 사용한 전동자의 송파기로부터 발진된 초음파의 에코가수파기에 도달할 때까지의 소요시간으로 거리를 검출하는 것이다[9].

표 4는 초음파 센서(SRF02)가 정지시 각도에 따른 인식거리와 이동중 인식거리이다. 이동중 속도는 20km/h로 설정하였다. 표를 통하여 장애물 높이에 따른 인식거리를 도출한다.

표 4. 각도에 따른 인식 거리
Table 4. Recognition distance by angle

Angle(°)	Stop recognition distance (m)	Move recognition distance(m)
90	4	2.9
85	3.98	2.88
80	3.93	2.85
75	3.86	2.8
70	3.75	2.72
65	3.62	2.62
60	3.46	2.51

표 5. 장애물 높이에 따른 인식 거리
Table 5. Recognition distance by obstacle of height

Obstacle of height(cm)	Max Recognition distance by angle(°)	Move recognition distance(m)
5	66	2.69
10	70	2.72
20	73	2.75
30	75	2.8
40	78	2.83
50	82	2.88

SRF02의 전방 인식을 고려하여 자전거의 전방에 달았을 시 지면과 90도로 단다면 낮은 장애물은 인식하지 못하여 각도에 따른 최대 인식거리를 측정하고 장애물 높이에 따른 최대 인식거리를 표 5에 나타내었다. 야간에는 전방라이트가 비추는 범위는 운전자로부터 4~5m정도이다. 하지만 높이가 작은 장애물을 파악하는데 있어서 육안으로 파악이 쉽지 않고, 이를 무시하고 지나칠시 장애물의 높이가 5cm만 되어도 자전거가 전복될 위험이 있다.

그림 10와 같이 초음파 센서의 인식 방향과 지면을 90°라고 칭하였을 때 66° 정도 꺾어서 설치하는 것이 5cm 높이의 장애물을 파악할 수 있기 때문에 초음파 센서의 역할을 알맞게 수행할 수 있다.

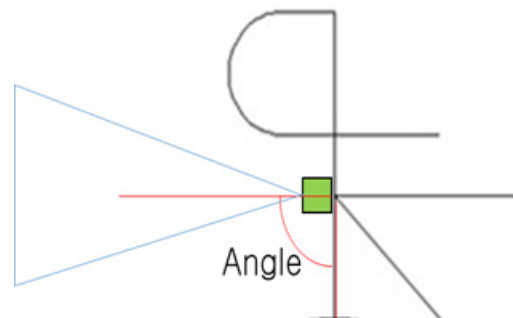


그림 10. 초음파 센서 각도
Fig. 10 Ultrasonic sensor angle

3.6 서보모터

Auto Lock System을 구성하기 위하여 서보모터를 이용하였는데 이는 Vcc(빨강), GND(검정), PWM(노랑) 신호 선으로 구성되어 있다.

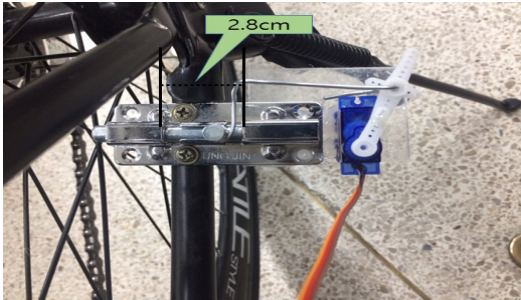


그림 11. 강제 잠금 시스템
Fig. 11 Auto lock system

동작은 PWM 신호를 받으면 그 펄스폭에 따라서 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 사이를 동작한다[10]. 그림 12는 Auto Lock System의 걸쇠 이동거리이다. 서보모터의 회전 각도에 따라서 걸쇠의 이동거리가 정해지는데 각도가 너무 클 경우에는 서보모터가 파손되고 각도가 너무 작을 경우에는 걸쇠가 충분히 이동하지 않아 자전거 바퀴에 걸쇠를 걸지 못하기 때문에 정상 작동을 하지 않는다.

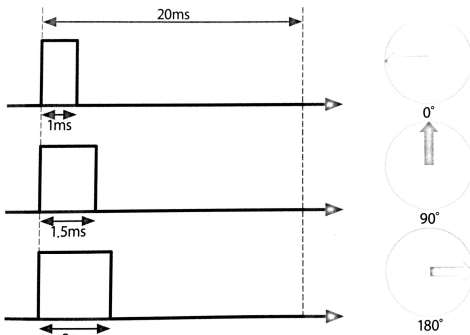


그림 12. PWM 파형[11]
Fig. 12 PWM Signal[11]

표 6는 걸쇠의 최대 이동거리인 2.8cm에 알맞은 각도를 찾기 위하여 실험한 값이다. 50° 만큼 회전 각도를 주었을 경우 최대 이동거리인 2.8cm 움직이는 것을 도출하였다.

표 6. 각도에 따른 이동 거리
Table 6. Move distance by rotation angle

Rotation Angle($^{\circ}$)	Move distance(cm)
35	2.1
40	2.3
45	2.6
50	2.8
55	3.2
60	3.5
65	3.7
70	3.8
75	4
80	4.1

IV. 결 론

본 논문에서는 아두이노를 사용하여 자전거 탑승자의 안전과 자전거 도난을 방지하는 것을 목표로 하였다. 탑승자의 안전을 위해 리밋 스위치를 통하여 15km/h 이하, 15~30km/h, 30km/h 이상으로 주행을 할 시 경고가 주어지는 속도계를 통하여 과속 사고를 방지한다. 실제 속도와 96.6% 일치하는 측정속도를 LCD 디스플레이를 통하여 파악할 수 있어 자전거의 속도를 조절하며 주행 가능하다. 야간에는 전방라이트가 밝혀주는 인지기리 4~5m 외에도 1.5m 내로 들어오지 않으면 육안으로 파악하기 힘든 높이가 5cm 이하인 작은 물체를 초음파 센서로 감지하여 자전거의 전복을 방지하여 안전을 도모한다. 자전거의 도난을 방지하기 위해 자물쇠가 파손 되었을 시 Auto Lock System이 발동하여 바퀴가 굴러가지 않게 하기위해 걸쇠가 바퀴에 걸리게 되고, 사용자의 스마트폰으로 경고메시지가 전송됨으로써 자전거의 도난 위험을 알린다. 또한, 탑승자가 운동을 하는데 있어서 원하는 도움을 주기위하여 앱을 통하여 칼로리 소모량을 파악하고 그에 따른 운동계획을 설계하도록 한다.

또한, 아두이노 초음파 센서의 한계로 인하여 약 3m 밖에 인식을 못하였지만 향후에는 더 좋은 센서를 이용하여 인식거리를 높이고 제품의 소형화와 더불어 디자인에 미적 요소를 추가하는 것이 적합하다.

References

- [1] Y. Hyun, "The Association of Metabolic Syndrome and Vitamin D and Urine Microalbumin in Korean Adults," *The J. of the Korea Contents Association*, vol. 17, no. 1, 2017, pp. 378-386.
- [2] G. Kang, "Development of the Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective," *J. of Korean Society of Transportation*, vol. 28 no. 3, 2010, pp.75-84.
- [3] S. Choe, "Analysis and Prediction of Bicycle Traffic Accidents in Korea," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 53, no. 9, 2016, pp.89-95
- [4] M. Seo, "Making 45th Project with Arduino and Android," *GoYang in Korea : Answerbook*, 2014.
- [5] J. Yoo, "Verification of an automatic turn signal system for a bicyclist safety using Proteus VSM simulation," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 5, 2015 pp. 637-643.
- [6] H. Kim, "Reduction of Chattering Error of Reed Switch Sensor for Remote Measurement of Water Flow Meter," *The Institute of Electronics and Information Engineers*, vol. 44, no. 4, 2007, pp. 42-47.
- [7] S. Choe, "Sequential control general theory and site actual practice," *Seoul in Korea: Iljinpublic*, 2004 pp. 92-94.
- [8] S. Kim, "A Way of Unusual Gait Cognition for life Safety," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 2, 2016 pp. 215-222.
- [9] W. Hwang, "A Study on Obstacle Avoidance Technology of Autonomous Treveling Robot Based on Ultrasonic Sensor," *J. of the Korean Society of Industrial Application*, vol. 18, no. 1, 2015, pp.31-37
- [10] John. Boxall, "Arduino Project". *GoYang in Korea: BJPublic*, 2014.
- [11] K. Heo, "Arduino including IOT". *PaJu in Korea: Jpub*, 2009.

저자 소개



배태현(Tae-Hyeon Bae)

2011년 3월 ~ 현재 남서울대학교
전자공학과 재학



강종호(Jong-Ho Kang)

2011년 3월 ~ 현재 남서울대학교
전자공학과 재학



박지원(Ji-Won Park)

2012년 3월 ~ 현재 남서울대학교
전자공학과 재학



김범수(Bum-Su Kim)

2012년 3월 ~ 현재 남서울대학교
전자공학과 재학



이봉주(Boong-Joo Lee)

1996년 2월 인하대학교 전기공학과 졸업 (공학사)

1998년 2월 인하대학교 대학원
전기공학과 졸업(공학석사)

2003년 2월 인하대학교 대학원 전기공 졸업(공학박사)
2007년 8월 LG전자 디지털 디스플레이 연구소
남서울대학교 전자공학과 부교수

※ 주 관심분야 : OLED, LED, 광소자, Solar-cell

