

혼유 주유 방지 및 세차 대기 표시기 구현

김성진* · 선우용운* · 이성현* · 이정웅* · 이승대**

An Implementation for Oil Mixing Preventive Device and Time Indicator

Seong-Jin Kim* · Yong-Woon Sunwoo* · Sung-Hyun Lee* · Jung-Woong Lee* · Seung-Dae Lee**

요약

본 논문에서는 주유소에서 초보운전자들이나 박혀있는 고정관념으로 인해 발생하는 혼유 사고를 방지하는 것을 구현하였다. MQ-9 가스 센서를 이용하여 차량 연료용 탱크의 CO 가스 농도를 측정한 후 경유와 휘발유를 감별하여 주유기의 유종과 다를 경우 서보모터를 이용하여 주유기 노즐의 손잡이를 잠가 혼유를 방지할 수 있는 주유기의 혼유 방지 장치에 관한 것이다. 또한 주유를 마치고 세차를 하려는 이용 고객의 시간 절약과 편의성 도모를 하기 위한 세차 시간 표시를 적외선 센서를 이용하여 구현하였다.

ABSTRACT

In this paper, we implemented the prevention of oil mixing accidents caused by stereotypes or novice drivers at gas stations. After the CO gas concentration of the fuel tank is measured using the MQ-9 gas sensor, the gasoline and diesel are distinguished from each other. This is decided by using a servomotor to lock of the fueling nozzle to prevent the mixing of oil. In addition, car washes time display is implemented by using infrared sensor to save the time and to provide convenience for customers who want to wash car after fueling.

키워드

Arduino, Character LCD, Gas Sensor, Infrared Sensor, Servo Motor
아두이노, 캐릭터 LCD, 가스 센서, 적외선 센서, 서보 모터

1. 서론

근래에 다목적 차량인 SUV(Sport Utility Vehicle)의 판매가 증대되고 있는데, 이러한 SUV 차량은 동일한 차체 디자인에 휘발유용 엔진이 탑재된 차량과 경유용 엔진이 탑재된 차량이 함께 생산되어 공급되거나 수입되어 판매되고 있다[1].

이로 인해 주유소의 주유원이 차량의 외관만을 보

고 잘못 판단하여 휘발유 차량에 경유를 주입하거나 역으로 경유 차량에 휘발유를 주입하는 혼유 사고의 가능성이 커지고 있다. 그림 1은 2012년부터 2016년까지 대구 경북지역에서 연도별 혼유 사고가 발생한 것을 나타낸 그림이다[2]. 아울러 셀프주유소가 많이 생김에 따라 주유에 익숙하지 않은 운전자가 휘발유용 주유기와 경유용 주유기를 혼동하여 자기의 차에 서 요구하는 기름과 다른 종류의 기름을 주유하는 실

* 남서울대학교 전자공학과 (rlatjdw08@naver.com, dyddnsdl13@naver.com, lshh306@naver.com, ljw0436@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2018. 06. 25
• 수정완료일 : 2018. 10. 20
• 게재확정일 : 2019. 02. 15

• Received : Jun. 25, 2018, Revised : Oct. 20, 2018, Accepted : Feb. 15, 2019

• Corresponding Author : Seung-Dae Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : seungdae@nsu.ac.kr

수의 가능성이 높아지고 있다.¹⁾

일반적으로, 현재 주유기에는 휘발유용 노즐의 외경이 경유용 노즐의 외경보다 작게 설계되어 외경이 큰 경유용 노즐이 휘발유용 연료탱크에 형성된 구경이 작은 급유구에 삽입이 되지 않도록 하고 있다. 즉, 국내 생산 차량은 휘발유 차량의 연료 급유구는 22mm, 휘발유 주유기의 노즐은 19mm나 경유 차량의 연료 급유구는 32~40mm, 경유 주유기 노즐은 25mm로 급유구의 직경을 달리하여 혼유를 방지하고 있으나 휘발유의 주유기 노즐은 경유 차량의 급유구보다 작으므로 경유 차량에 연료를 급유할 때 휘발유를 잘못 주유하는 경우가 많다[3].

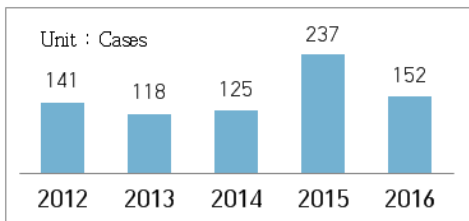


그림 1. 연도별 혼유 사고 통계
Fig. 1 Oil mixing accidents statistics by year

이러한 혼유 사고는 한 번 발생하면 복구비용이 수백만 원에서 수천만 원까지의 경제적 손실이 발생하므로 이를 방지하기 위한 기술들이 제안되고 있으나 종래의 혼유 방지 기술은 대부분 직경 크기의 차이를 기반으로 하는 것과 스티커를 부착하는 방식이 있지만, 규격으로 하는 것은 정확성이 떨어지는 문제점이 있고, 더욱이 수입 차량이 증가하면서 급유 구의 직경 크기가 다른 차들이 많다.²⁾ 스티커를 부착하는 방식은 소비자 개인이 직접 부착을 해야 하는 문제점이 있으며, 스티커를 못 보고 주유하는 경우도 발생할 수 있다. 이러한 이유로 주유기 구경 차별화 및 유종 구별을 위한 스티커 부착방법 등은 실효성이 떨어진다.

따라서 본 논문에서는 가스 센서로 차량의 유류 탱크에 있는 유종의 가스를 판단하여 유종이 일치하면 서보모터로 잠겨있는 잠금장치를 해제하여 주유할 수 있도록 하고 유종이 일치하지 않다면 서보모터가 작

동하지 않아 잠금장치가 잠금 상태를 유지하도록 설계하고자 하였다. 또한 주유하고 세차를 하려는 고객들이 세차 대기시간을 확인할 수 없어서 불편함을 겪는 경우가 있다. 이러한 불편함을 줄이기 위해 주유 중 세차를 하기 위해 대기하는 차량의 수와 남은 시간을 LCD에 나타내 주는 것을 설계하고자 하였다.

제 1장에서는 스마트 주유소를 구현하기 위한 일환으로 우선 혼유 주유 방지를 위한 시스템을 설계하고 주유 중 운전자에게 유용한 정보를 제공하기 위한 방법으로 세차 대기 시간 표시기를 구현하고자 한 배경 등에 대하여 설명하였다. 제 2장에서는 시스템의 동작 원리 및 시스템을 구현하기 위해 필요한 하드웨어 및 사용 범위에 대하여 설명하고자 한다. 제 3장에서는 혼유 주유 방지를 위해 필요한 센서를 다양한 환경과 실제 차량에 적용하여 실험하고 도출된 결과를 바탕으로 최적의 시스템 설계를 위한 실험 환경을 도출하고 마지막으로 결론에서는 도출된 결과로부터 스마트 주유소를 실현하기 위한 기초 데이터 및 향후 구현 방향에 대하여 설명하고자 한다.

II. 혼유 주유 방지 시스템 설계

2.1 시스템 동작 원리

프로그램을 구동하기 위한 MCU는 아두이노를 사용하였다. 가스 센서를 제어부인 아두이노에 연결한다. 주유하기 위한 과정에서 가스 센서가 연료탱크 내의 증발 가스에 대해 측정을 한다. 증발 가스를 통해 측정된 연료가 휘발유 노즐과 경유 노즐 각각에 맞는 연료라면 서보모터가 작동하면서 잠금장치가 풀려 주유할 수 있게 된다. 반대로 측정된 연료가 각 노즐에 맞지 않는 것으로 판단이 된다면 잠금장치가 유지되어 혼유 사고를 방지한다[4].

주유기가 차량의 연료탱크와 연결된 주유구에 근접하게 되면 가스 센서가 켜지고 차량 유류 탱크에 담겨있는 가스를 감지하여 차량의 유종을 판단한다. 차량의 유종을 판단 후 주유하려는 유종과 차량의 유종이 일치하면 서보모터가 작동하여 잠금장치가 풀리게 되어 주유가 가능하고 일치하지 않다면 서보모터가 작동하지 않아 주유기가 잠금 상태를 유지하게 된다.

1) http://www.khenergy.co.kr/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=345

2) http://kca.go.kr/brd/m_4/view.do?seq=297

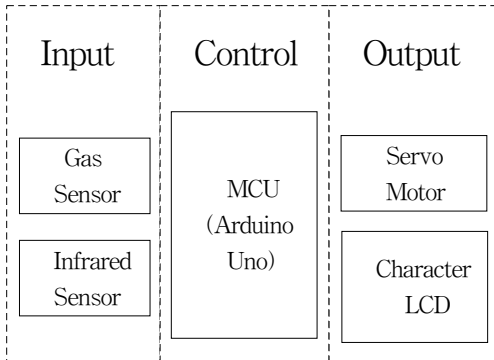


그림 2. 시스템 구성도
Fig. 2 System configuration

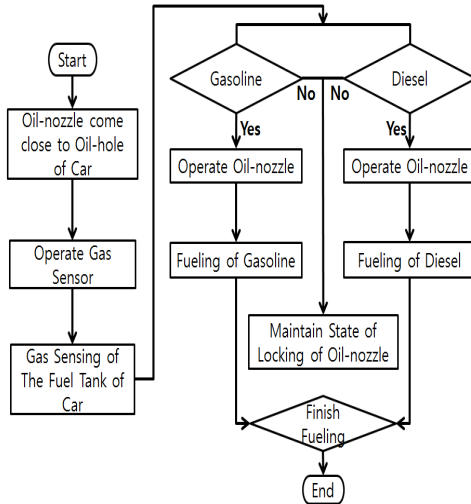


그림 3. 시스템 흐름도
Fig. 3 Flow chart

2.2 하드웨어

본 논문에서 사용한 MCU는 아두이노 R3이다. 아두이노 우노는 시리즈 중 가장 기본형으로 ATmega128 컨트롤러를 기반으로 만들어진 소형 보드로 114개의 디지털 포트와 6개의 아날로그 포트로 구성되어 있으며 32k 바이트의 플래시 메모리와 8 bit 의 CPU를 장착하고 있으며 7V에서 12V의 입력 전압

으로 작동하여 본 논문에서 구성하고자 하는 시스템의 작동 전압과 호환이 가능하다.

아두이노 우노 R3는 쉴드 확장이 쉬우며 USB 통신기를 내장하고 있다. 아두이노 우노는 MCU를 가리지 않을 정도로 많은 칩에 응용되고 있고, 많은 칩들이 지원되고 있는 추세이며 보드 가격이 저렴해지고 있다. 또한 제공하는 함수들이 많아 ATmega128보다 제어하기가 용이하다[5].

본 논문에서는 아두이노 우노의 포트 설계를 통하여 주유기 잠금 시스템과 세차 대기 시간 표시기를 하나의 MCU로 제어할 수 있도록 설계하였으며 이로 인해 시스템의 효율성을 높이고자 하였다. 주유기의 잠금장치를 구현하기 위해 사용한 모터는 서보모터이다. 서보모터에는 3개의 단자가 있으며 은색(또는 갈색), 붉은색, 황색(또는 주황색, 흰색)이며 붉은색 선은 (+) 전원, 검은색 선은 (-) 전원에 연결되어 서보모터에 전기를 공급하는 역할을 하며, 노란색 선은 서보모터의 동작을 제어하는 신호선이다. 서보모터의 회전각은 PWM 방식으로 제어하도록 되어 있다.

서보모터는 모터와 기어박스 그리고 제어회로로 구성되어있어, 특정 위치로 이동하거나, 특정한 수치(속도 등)만큼 가동할 때, 모터로부터의 피드백을 통해 정확하게 제어할 수 있는 구조를 갖추고 있는 모터로 자동화 생산 시스템, 로봇, 장난감, 가전제품 등 광범위하게 쓰이고 있다[6].

서보모터는 일반 모터와 달리 회전 반경이 정해져 있다. 종류에 따라 다르지만, 일반적으로 약 0~270도 범위 회전각을 가진다.³⁾

우리의 생활환경에는 대단히 많은 종류의 위험한 가스가 존재하고 있어 최근 일반가정, 업소, 공사장에서의 가스 사고, 석유コンビ나트, 탄광, 화학 플랜트 등에서의 폭발사고 및 오염 공해 등이 잇따르고 있다. 인간의 감각기관으로는 위험 가스의 농도를 정량하거나 종류를 거의 판별할 수 없다. 이에 대응하기 위해 물질의 물리적, 화학적 성질을 이용한 가스 센서가 개발되어 가스의 누설감지, 농도의 측정 기록, 경보 등에 사용되고 있다.

반도체식 가스 센서는 세라믹 반도체 표면에 가스가 접촉했을 때 일어나는 전기전도도의 변화를 이용

3) <http://kocoafab.cc/tutorial/view/354>

하는 것이 많으며 대부분 대기 중에서 가열하여 사용되는 일이 많아 고온에서 안정한 금속산화물(세라믹스)이 주로 사용된다. 금속 산화물은 반도체의 성질을 나타내는 것이 많고, 이중금속 원자가 과잉(산소결핍)인 경우에는 n형 반도체, 금속 원자가 결핍인 경우에는 p형 반도체가 된다[7]. 본 실험에서는 이와 같은 장점으로 인해 반도체식 가스 센서인 MQ-9 센서를 사용하였다.

적외선 센서는 크게 두 가지 모듈이 서로 상호 작용하게 되어 있으며 이는 적외선 LED(IR0-LED)와 포토트랜지스터(Phototransistor)이다. 적외선 LED는 적외선을 방출하는 모듈이다. 포토트랜지스터는 적외선 LED가 방출한 적외선이 물체에 반사되어 되돌아오는 양을 감지하는 역할을 담당한다. 이러한 메커니즘을 통하여 적외선 센서는 물체를 감지하게 된다.⁴⁾

본 논문에서 세차장 대기 라인 벽면에서 차량의 유무를 판단하기 위해 사용된 적외선 센서는 SEN0019이다. 이 적외선 센서는 발광부와 수광부 두 개의 소자가 렌즈를 통해 달려있다.⁵⁾ 발광부에서 적외선을 쏘고 수광부에서 반사된 적외선을 받는데, 이에 반사된 적외선으로 디지털 값 0 또는 1을 출력한다. 3~80cm를 측정할 수 있는 성능을 갖추고 있고 감지 범위를 조절할 수 있다[8-10].

LCD는 글자나 숫자를 표현할 수 있는 표시 장치이다. LCD는 액체처럼 유체의 성질을 가지면서 고체처럼 광학적 성질을 가지는 물질이다. 이러한 액체와 고체의 중간 사이인 액정의 전기적 성질을 이용하여 문자를 표시해주는 표시 장치이다. 또한 저전압 저전력으로 작동한다는 장점이 있지만, 시야각이 제한적이고 선명함이 떨어지는 단점이 있다[11].

III. 실험 및 고찰

표 1과 표 2는 각각 MQ-9과 MQ-135 가스 센서를 이용하여 여러 가지 가스를 10번 측정하고 나온 데이터 값들의 평균값을 정리한 표로써 휘발유와 경

유는 기름통에 넣고 측정하였다. 라이터는 가스 센서에 라이터의 가스를 근접하여 측정하였고, 담배는 흡연했을 때 발생하는 가스를 측정하였다. 휘발유와 경유는 기름통에 담겨져 있는 가스를 측정하였고, 매연은 자동차의 뒤에서 뿜어져 나오는 매연 값을 측정하였다. 표 1과 표 2를 비교하여 MQ-135가 경유와 휘발유의 측정량이 더욱 확연히 드러나는 것을 확인할 수 있었다.

표 1. MQ-9을 이용한 가스 측정량 평균값
Table 1. Average gas measured by MQ-9

Experiment	MQ-9	Error
Air	0.15V	± 0.01V
Lighter	4.3V	± 0.1V
Smoke	0.25V	± 0.05V
Gasoline	3.90V	± 0.5V
Diesel	0.42V	± 0.02V
Exhaust gas	0.08V	± 0.02V

표 2. MQ-135를 이용한 가스 측정량 평균값
Table 2. Average gas measured by MQ-135

Experiment	MQ-135	Error
Air	0.03V	± 0.01V
Lighter	3.91V	± 0.48V
Smoke	1.36V	± 0.04V
Gasoline	4.4V	± 0.2V
Diesel	0.09V	± 0.02V
Exhaust gas	0.19V	± 0.02V

표 3과 표 4는 각각 MQ-9과 MQ-135 가스 센서를 이용하여 실제 차량에 대입하여 10번 측정하여 나온 데이터 값들의 평균값을 정리한 표이다. 표 3과 표 4에 나타난 차량 중 싼타페 차량을 제외하고는 모두 휘발유를 사용한 차량이었으며, 모두 경유차와 확연히 차이가 나는 것을 확인할 수 있다. 실제 차량에 대입해보기 위하여 차량의 주유구를 열어 주유구에 가스 센서를 근접하여 측정하였다. 표 3과 표 4를 비교하여

4) <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=cloudstudy&logNo=220171831114&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.co.kr%2F>

5) <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=hiphopdori&logNo=120096005071&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.co.kr%2F>

MQ-9이 MQ-135보다 더욱 오차가 적고 일정한 값이 나타나는 것을 확인하여 최종적으로 MQ-9 가스 센서를 사용하기로 결정하였다.

표 3. MQ-9를 이용한 실제 차량 측정량 평균값
Table 3. Actual Vehicle Measured Average Using MQ-9

Experiment	MQ-9	Error
AIR	0.15V	± 0.01V
AVANTE	0.65V	± 0.1V
SPARK	0.70V	± 0.05V
PRIDE	0.70V	± 0.5V
SANTAFE	0.30V	± 0.02V

표 4. MQ-135를 이용한 실제 차량 측정량 평균값
Table 4. Actual Vehicle Measured Average Using MQ-135

Experiment	MQ-135	Error
AIR	0.20V	± 0.01V
AVANTE	1.25V	± 0.52V
SPARK	0.45V	± 0.50V
PRIDE	0.90V	± 0.40V
SANTAFE	0.16V	± 0.20V

표 5는 온도에 따라 MQ-9 가스 센서의 측정값이 변화가 있는지 확인하기 위해 10번 실험한 실험결과 데이터 값들의 평균값을 표로 나타낸 것이다. -18°C는 가정에 있는 냉동고를 이용하여 측정하였고, 17°C, 22°C는 상온값에서 측정한 값이다. 표 5를 보면, 온도가 낮을수록 가스 센서의 반응률이 더 좋은 것을 확인할 수 있지만, 온도가 낮아짐에도 경유와 휘발유의 차이가 확연히 나는 것을 확인할 수 있다. 그리하여 본 논문의 가스 센서로 사용해도 무방함을 알 수 있다.

구성한 시스템의 신뢰성을 확인하기 위해 아두이노의 아날로그 출력값과 DMM의 전압 측정값을 비교 실험하였다. 확인 결과, 실제 차량 측정값의 평균값과 유사함을 확인하였다. 이는 그림 4와 그림 5에 나타내었다.

표 5. MQ-9 온도별 가스 측정량 평균값
Table 5. MQ-9 Average gas measurement by temperature

Category / Temperature	-18°C	17°C	22°C
Air	0.16V	0.14V	0.11V
Diesel	0.46V	0.29V	0.18V
Gasoline	4.73V	4.20V	4.13V

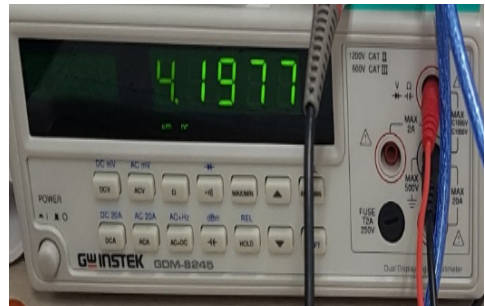


그림 4. 휘발유 측정 전압
Fig. 4 Voltage measured on gasoline



그림 5. 경유 측정 전압
Fig. 5 Voltage measured on diesel

본 논문에서는 주유 중 운전자가 세차를 하기 위해 대기를 하는 차량이 몇 대인지 확인할 수 없는 불편함을 없애고 이용 고객의 편리함과 편의성을 도모하기 위해 적외선 센서를 각각 3.8cm의 간격을 두고 배치하였으며 차량의 수를 파악해주고, 그 차량의 수만큼 대기시간을 LCD에 나타내주는 실험을 하였다.

IV. 결론 및 향후개선 방향

본 논문에서는 가스 센서와 서보모터를 이용한 오중 주유 방지 시스템과 적외선 센서와 캐릭터 LCD를 통한 차량의 수 표시, 세차장 대기시간 표시 디스플레이를 구현하였다.

가스 센서를 사용하여 차량의 유종을 판단하고, 판단된 유종이 주유하고자 하는 유종과 일치하였을 때, 서보모터가 작동하여 잠겨있는 잠금장치를 해제하는 시스템이다. 처음 가스 센서의 가변 저항을 100%로 두고 사용했을 때 휘발유의 정확한 수치값을 얻어내기 힘들었다. 그 후에 50%까지 내려도 정확한 수치값을 얻어내기 힘들어, 가변 저항을 25%로 변화를 주어 실험을 하였을 때 정확한 수치값을 얻어낼 수 있었다.

적외선 센서를 사용하여 차량의 유무를 판단하고, 각 센서들을 통해 얻어낸 출력값들을 프로그래밍하여 차량의 수를 파악해주고 그에 따라 세차장의 대기시간을 디스플레이에 표시한다. 적외선 센서의 가변 저항을 조절하여 센서 측정 거리를 낮춰 센서끼리의 간섭을 최소화하였다. 실제 차량과 1:38의 비율인 모형을 사용하여 실제 주유소에서 활용 가능성을 높였다.

향후에는 스마트 주유소를 구현하기 위하여 차량의 시동 여부를 원격으로 판별하여 차량의 시동이 꺼져 있을 때, 주유가 가능한 시스템과 주유기에서 나오는 기름의 유속을 측정하여 넣고자 하는 기름의 양과 계산하여 주유하는 데 걸리는 시간을 표시하여 대기하는 이용 고객들에게 편의성을 주면 더욱 스마트한 주유소를 구현하는데 도움이 될 것이다.

References

[1] J. Yoo, C. Kim, and M. Kim, "An Experimental Study on Reduction of Exhaust Emissions and Fuel Consumption of Diesel Vehicles with Eco-Friendly Fuel Treatment," *J. of the Korea Society of Mechanical Technology*, vol. 17, no. 3, 2015, pp. 519-524.

[2] S. Choi, "Vehicle different anti-fueling system," *Korea Patent*, no. 100062817, June 3, 2016.

[3] Y. Paek and N. Tak, "Different anti-fueling system of Oil nozzle," *Korea Patent*, no.

101579428, Dec. 16, 2015.

[4] J. Shin, "Development of Carbon Dioxide Reduction System from Exhaust Gases in a Duct," *J. of the Korea Society of Mechanical Technology*, vol. 16, no. 4, 2014, pp. 1725-1730.

[5] J. Sim and J. Ko, *Arduino for fun*. Seoul: Hanteemedia 2011, pp. 84-126.

[6] C. Kim, "Robust Disturbance Suppression Control for AC Servo Motors," *J. of the Korea Society of Mechanical Technology*, vol. 7, no. 4, 2012, pp. 839-848.

[7] J. Kim and I. Ji, *Sensor basics and applications for practitioners*. Seoul: Bogdoo Publishing, 2012, pp. 199-209.

[8] M. Heo, K. Kim, S. Mun, and T. Kwon, "Development of a Gait Parameter Detection System using an Infrared LED Sensor," *J. of the Korea Society of Mechanical Technology*, vol. 17, no. 1, 2015, pp. 119-125.

[9] M. Cho and H. Lee, "Digital Control System using Infrared Rays Module," *J. of the Korea Society of Mechanical Technology*, vol. 14, no. 6, 2012, pp. 93-97.

[10] H. Sim and J. Oh, "Valve Monitoring System Design and Implementation using An Infrared Sensor and ZigBee," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 19, no. 1, 2015, pp. 73-79.

[11] Y. Park, J. Song, N. Choi, S. Lee, and J. Lee, "Study of Room Indicator using Display," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 12, no. 6, 2017, pp. 1082-1092.

저자 소개



김성진(Seong-Jin Kim)

2013년 3월~현재 남서울대학교
전자공학과 재학
2019년 남서울대학교 전자공학과
졸업 예정

※ 관심분야 : 통신시스템, 반도체공학



이승대(Seung-Dae Lee)

1990년 단국대학교 전자공학과
졸업(공학사)
1992년 단국대학교 대학원 전자
공학과 졸업(공학석사)

1999년 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학
박사)

1995년~현재 남서울대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야 : 유무선통신시스템, 네트워크 보안



**선우용운(Yong-Woon
Sunwoo)**

2013년 3월~현재 남서울대학교
전자공학과 재학
2019년 남서울대학교 전자공학과
졸업 예정

※ 관심분야 : 통신시스템, 신호처리



이성현(Sung-Hyun Lee)

2013년 3월~현재 남서울대학교
전자공학과 재학
2019년 남서울대학교 전자공학과
졸업 예정

※ 관심분야 : 통신시스템, 임베디드



이정웅(Jung-Woong Lee)

2013년 3월~현재 남서울대학교
전자공학과 재학
2019년 남서울대학교 전자공학과
졸업 예정

※ 관심분야 : 통신시스템, 디스플레이 공학

