

아두이노를 기반으로 지문센서를 활용한 음주운전방지장치

손정훈* · 이호영* · 배현지* · 김윤희* · 이봉주**

Driving under the influence Prevention System Using Fingerprint sensors
with Arduino

Jung-Hun Son* · Ho-Yeong Lee* · Hyun-Ji Bae* · Yun-Ho Kim* · Boong-Joo Lee**

요약

본 논문은 음주운전 사고를 방지하기 위해 시동 전 음주 측정을 하는 음주운전 방지 시스템을 구현하였다. 자동차 내부에서 시동 전 음주 측정을 하여 측정 시 운전자가 아닌 타인이 대신 인증하는 상황을 방지하기 위해 지문 센서를 사용하여 본인인증 수단을 강화하였고, 이후 바람 센서의 설정값 이상 측정 확인 시 알코올 센서가 작동하게 구현하였다. 센서들을 여러 실험을 통해 측정값을 정하였고 최종적으로 알코올 농도가 0.03% 이상일 경우 DC 모터가 정지하여 차량 운행이 불가능하게 설계하여 음주운전이 사전에 차단되는 시스템을 구현하였다.

ABSTRACT

In this paper, a drunk driving prevention system was implemented to measure drunk driving before starting to prevent drunk driving accidents caused by complacency after drinking. In order to prevent a situation in which a driver but not a driver authenticates instead of a driver, the identification means was strengthened and the alcohol sensor was implemented to operate when the wind sensor measured above the set value set. Through this system, the driver's alcohol measurement process was strengthened. Sensors were determined through various experiments, and finally, when the alcohol concentration was 0.03% or more, the DC motor was stopped and the vehicle was designed to be unable to operate, thereby implementing a system in which drunk driving was prevented in advance.

키워드

Arduino, Alcohol Sensor, Window Sensor, Fingerprint Sensor, Driving Under The Influence
아두이노, 알코올 센서, 바람 센서, 지문 센서, 음주 운전

* 남서울대학교 전자공학과 (thswjdgns21@naver.com, hylee1204@naver.com, baaaechu0404@naver.com, matin848485@gmail.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2022. 08. 30
• 수정완료일 : 2022. 09. 20
• 게재확정일 : 2022. 10. 17

• Received : Aug. 30, 2022, Revised : Sep. 20, 2022, Accepted : Oct. 17, 2022

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University.

Email : bjlee@nsu.ac.kr

I. 서 론

운장호법이 통과된 후 음주운전 처벌을 강화하는 특정범죄 가중처벌 등 법률 개정안이 2018년 12월 18년부터 시행됐다[1]. 음주운전 발생 건수는 2017년부터 많이 감소했지만 매년 많은 사회비용과 인명 손실을 발생시킨다[2].

표 1은 대검찰청에서 10년간 국내에서 발생한 음주운전 발생 건수와 음주운전으로 인한 사망자 수를 나타낸 표이다. 국내 음주운전 발생률은 2014~2018년 국내 교통사고 사망자 수에 대한 음주운전 사망자 수의 비율이 11.2%를 차지할 정도로 높다. 이와 같이 많은 음주운전 사고를 줄이기 위해선 방지책이 필요하고 이를 위해 음주운전 방지 장치를 만들고자 연구하였다.

표 1. 10년간 음주운전 발생 건수 및 사망자 수
Table 1. Number of drunk driving incidents and deaths in 10 years

Year	Accidents	Deaths
2011	219,265	733
2012	210,820	815
2013	234,900	727
2014	219,392	592
2015	211,014	583
2016	201,979	481
2017	178,693	439
2018	140,515	346
2019	107,425	295
2020	95,569	287

표 2는 경찰청에서 조사한 2010~2015년 국내 3회 이상 적발된 음주운전 건수이다. 2015년 음주운전 단속 건수에 대한 3회 이상 적발자의 비중은 18.5%이다 [3].

표 2. 5년간 음주운전 3회 이상 적발 건수
Table 2. Number of cases caught drunk driving more than three times in 5 years

Year	3 or more
2010	44,307
2011	39,355
2012	39,490

2013	39,490
2014	44,717
2015	44,986

음주 운전 방지 관련 연구 동향으로는 교통과학 연구원에서 음주 시 동 잠금장치 기술과 국내 외 현황 및 제도 도입 가능성에 대해서 소개하고 있다. 음주 측정에 사용되는 검지 방식으로는 반도체식, 전기 화학식, 비분산형 적외선식 크게 3가지 방식으로 나누어지며 각각의 특징으로는 반도체식의 경우 응답성이 우수하며 가격이 저렴하다는 장점을 가지고 있으며 단점으로는 알코올 외에도 성분과 온도와 습도 등 외부의 영향을 받기 쉽고 정확도가 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 전기화학식의 경우 알코올에 대한 선택성이 높고 반도체 기술보다 정밀도적인 면에서 높다는 장점을 가지고 있으며 온도나 습도 등 외부 요인에 영향받기 쉽고 응답성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 비분산형 적외선식 경우에는 외부에 영향을 받지 않고 오랜시간 안정된 측정이 가능하다는 장점을 가지고 있는 반면에 구조상 크기가 크며 진동에 약해 때문에 자동차에 적용하기 어렵다는 점이 단점으로 여겨지고 있다. 이러한 검지 방식을 토대로 개선에 착안하여 대리시동 등 부정 사용 방지 기술을 채택하여 음주 운전 방지 기술에 본인 확인 기술을 더하여 본 논문을 제안하게 되었다.

이처럼 본 논문은 음주운전 사고와 재범률을 낮추기 위한 시스템 설계를 구현하고자 했다. 시스템 설계를 위해 지문 센서, 바람 센서, 알코올 센서를 사용하였다. 지문 센서는 인식의 정확도, 바람 센서는 거리별 바람의 세기, 알코올 센서는 혈중알코올농도 실험을 각 센서에 맞게 진행하였다. 자동차의 구현은 RC 카로 대체하여 진행하였고, DC 모터의 동작 여부로 결과를 확인하였다.

II. 시스템 구성

2.1 시스템 구성도

그림 1은 음주운전방지장치의 시스템 구성도이다. 음주운전을 방지하고자 본인인증 절차를 추가하여 음주 측정을 하는 시스템을 구현하였다. 첫째로 지문인식을 통해 운전자를 인증하고, 둘째로 바람 세기를 측

정해 70 MPH 이상으로 출력되어야 알코올 센서가 동작하고, 셋째로 운전자의 혈중알코올농도를 측정한다. 도로교통법 제 148조의2에 근거하여 음주운전 처벌기준이 2019년 6월 25일부터 강화되어 0.03%를 기준으로 음주 여부를 판단하므로 음주 기준을 0.03%로 선정하였다[4].

이에 근거하여 음주 기준은 0.03%로 알코올 농도가 0.03% 이상으로 측정될 시 음주 상태로 판단한다. 실제 자동차에 적용하는 방식을 감안하여 RC카의 DC 모터의 동작여부를 제어하도록 설계하였다. 지문 인증 단계에서 인증 실패 시 지문 인증 단계로 되돌아가고 바람 세기 측정 단계에서 70 MPH 미만으로 출력될 시 바람 세기를 재측정하도록 동작한다.

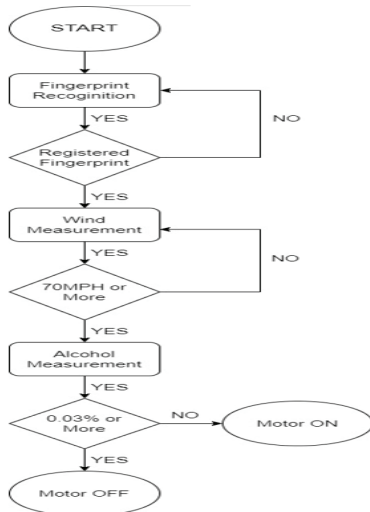


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1 System Chart

2.2 하드웨어 구성

아두이노를 기반으로 알코올 센서(MQ-3), 블루투스 모듈(HC-06), 바람 센서(MD0550), 지문 센서(AS601), LCD를 RC카에 결합하여 음주운전 방지 시스템을 구현했다.

블루투스는 마스터와 슬레이브로 연결되는 방식이다[5]. 블루투스 모듈을 이용해서 RC카를 스마트폰 애플리케이션으로 조종했다. 알코올 센서, 바람 센서, 지문 센서는 음주운전 방지 시스템을 구성하는 기본

적인 부품들이다. LCD를 사용하여 지문인식 결과, 바람 센서 측정 결과, 혈중알코올농도 측정 결과를 표시하고 운전자가 상황을 파악할 수 있도록 하였다.

2.2.1 알코올 센서(MQ-3)

시스템 구현을 위해 사용한 알코올 센서(MQ-3)의 동작 원리는 내부 코일을 일정 시간 동안 가열하면 공기 중 알코올 분자가 코일에 붙게 되면 전자가 발생한다. 알코올 센서는 아날로그 핀과 디지털 핀으로 값을 가져오는데 아날로그 핀으로 알코올 농도 값을 측정하고 디지털 핀으로는 알코올의 유무를 측정한다. 모듈형으로 이루어진 알코올 센서의 경우 대부분 뒷면에 감도를 조절할 수 있는 가변저항이 달려있다. 저항을 시계방향으로 돌리면 감도가 커지고 반시계 방향으로 돌리면 감도가 작아진다[6]. 알코올에 대한 민감도가 높고 응답시간이 빠르며 수명이 길고 구동 회로가 간단하다는 장점이 있다. 알코올 센서는 혈중알코올농도를 측정하여 운전자의 음주 여부를 판단하는 용도로 사용됐다. 혈중알코올농도를 구하는 식은 다음과 같다[7].

$$C = a \times 0.7 / (p \times r) - b \times t$$

C : 혈중알코올농도[%]

a : 섭취 알코올양(음주량(ml) × 알코올 농도(%) × 0.7894)

p : 체중

b : 시간당 알코올 분해량

t : 경과 시간

r : 위드마크 요소

2.2.2 바람 센서(MD0550)

바람 센서 (MD0550)은 열선 기술을 기반으로 센서이다. 이 센서의 원리는 요소를 일정한 온도로 가열한 후 바람의 변화에 따라 가열된 요소를 온도로 유지하는 데 필요한 전력을 측정하는 것이다. 풍속은 센서에 가해지는 열(전력)에 비례한다. 열선 기술은 낮은 풍속부터 중간 풍속까지 측정에 우수하여 실내 공기 움직임을 감지하는 데 선호되는 기술이다. 18~24inch 거리에서 작은 공기를 감지할 수 있을 정도로 민감하다. 센서의 정확도를 높이려면 감지 서미스터가 작동 온도가 되도록 약 10초 동안 가열해야 한다[8]. 바람 센

서를 알코올 센서만 사용했을 시 발생하는 문제점을 해결하기 위해 사용됐으며 측정 단위는 MPH(mile per hour)다.

2.2.3 지문 센서(AS601)

지문 인식 기술은 사용자의 손가락을 센서가 읽어 저장된 데이터를 식별하여 사용자를 확인하는 기술이다. 지문 인식 기술은 다양하지만, 현재 가장 흔히 보이는 기술은 광학식 기술이다. 광학식 방법은 빛을 플레이트(platen)에 방사해 플레이트(platen) 위에 얹힌 손끝의 지문 형태를 반사하게 된다. 반사된 지문의 데이터는 고굴절 렌즈를 통과 후 CCD에 입력되는 방식이다[9]. 광학식 센서는 지문 영상의 품질이 일반적으로 매우 좋고, 지문을 입력받을 때 넓은 면적의 입력 부분을 가질 수 있다는 장점이 있다[10]. 광학식 센서의 단점은 지문과 사진을 구분하지 못해 사진으로 쉽게 무력화할 수 있는 것이다. 지문 센서는 운전자를 인증하는 수단으로 사용했다.

III. 설계 및 실험

3.1 지문 센서 실험

지문은 현재 생체인식 인증 수단 중 가장 많이 쓰인다. 생체인식은 변하지 않는 개인의 신체적 특징을 이용하고 신원을 확인한다는 점에서 신뢰가 높다. 비밀번호와 보안카드 번호처럼 잊어버릴 위험이 없고 신체 일부분을 활용한다는 점에서 편의성을 갖췄다. 지문은 타인과 같을 확률이 10억분의 1에 불과하다. 이러한 이유로 본인인증 수단을 지문인식으로 채택하였고 생체인식에 활용되는 얼굴, 홍채 등에 비해 검증 속도가 빠르고, 인식 장치의 비용이 적게 든다는 점에서 산업 전반에서 가장 광범위하게 활용되고 있다.

3.1.1 정전식 지문 센서 인식률

정전식 지문인식 센서는 평면에 다수의 전극이 깔린 형태이다. 정전용량은 전극 사이의 거리에 따라 달라지는데 이에 의해 지문이 닿으면 지문의 굴곡에 따라 정전용량이 변한다. 이때 전극별로 정전용량을 감지해 얻어진 값과 저장된 값을 비교한다. 그림 2는 등록된 지문 ID 개수에 따른 정전식 지문 센서 인식률 그래프이다. ID를 많이 등록할수록 인식률이 높아지

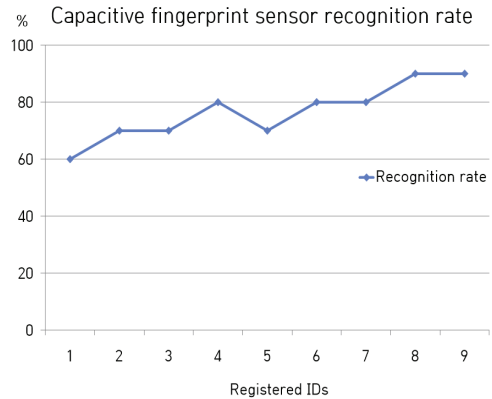


그림 2. 정전식 지문 센서 인식률
Fig. 2. Capacitive fingerprint sensor recognition rate

는데 1개를 등록했을 때 인식률이 60%이다.

3.1.2 손가락 별 인식률 비교(광학식)

표 3은 손가락별 10회씩 지문을 인식하여 인식 성공 여부를 기록한 표이다. 표에 의하면 엄지의 인식률은 100%, 검지의 인식률은 60%, 중지의 인식률은 90%이다. 약지와 소지의 인식률은 각각 80%, 30%로 엄지손가락의 지문 인식률이 가장 높다는 결론을 도출했다. 따라서 작품을 구동할 때 엄지손가락 지문을 사용하였다.

표 3. 손가락별 인식 결과
Table 3. Per-finger recognition results

Finger Run	Thumb	Index	Middle	Ring	Little
1	o	o	o	x	x
2	o	x	x	o	o
3	o	o	o	o	x
4	o	o	o	o	o
5	o	o	o	o	x
6	o	o	o	o	x
7	o	o	o	o	x
8	o	x	o	x	o
9	o	x	o	o	x
10	o	x	o	o	x

3.1.3 이물질 인식 실험(광학식)

표 4는 지문 센서의 장치와 손가락에 이물질이 있을 때 인식 성공 여부를 기록한 표이다. 장치에 이물질이 있을 때와 손가락에 이물질이 있을 때의 성공 기준은 센서에 지문을 댔을 때 바로 인식된 경우다. 3.1.2 실험에서 인식률이 100%였던 엄지손가락만을 사용하여 진행했으며 지문인식 센서를 여러 번 사용한 후 묻는 이물질(지문 자국)로 인한 인식을 저하가 없다는 결론을 도출했다.

표 4. 이물질 있는 경우 인식 결과
Table 4. Recognition results if foreign substances are present

Run	Device	Finger
1	o	o
2	o	o
3	o	o
4	o	o
5	o	o
6	o	o
7	o	o
8	o	o
9	o	o
10	o	o

3.1.4 광학식, 정전식 지문 센서 인식률 비교

정전식 지문 센서는 ID 여러 개로 같은 지문을 여러 번 등록할 수 있다. 광학식 지문 센서는 ID 여러 개로 같은 지문을 여러 번 등록할 수 없다. 등록 과정에서 이미 등록한 지문을 사용했을 시 먼저 저장된 데이터를 사용한다.

정전식 지문 센서에 하나의 ID를 등록했을 때 인식률은 60%이다. 광학식 지문 센서의 인식률은 소지를 제외하고 모두 60% 이상이므로 광학식 지문 센서의 인식률이 정전식 지문 센서보다 월등하다 할 수 있다. 이와 같은 결과로 정전식 지문 센서에서 광학식 지문 센서로 선정하여 시스템을 구축하였다.

3.2 바람 센서

바람 센서는 정확한 음주 측정을 하고자 운전자가 지문 인증 후 알코올 센서에 바람을 불지 않을 경우를 대비해 도입했다. 실험은 센서의 성능 및 제품 초기 설정값을 결정하기 위한 실험이다. 실험자에 따른 바람 세기와 거리에 따른 바람 세기를 파악하고자 한다.

3.2.1 거리에 따른 바람 세기

표 5는 실험자 5명이 참여하여 바람 센서로부터 2.5, 5, 10, 15cm 떨어져서 입으로 바람을 불었을 때 출력되는 바람 세기를 기록한 표이다. 10, 15cm는 타인이 대신 바람을 불 수 있는 거리이며 측정 수치가 낮다고 판단하여 제외하였다. 2.5, 5cm 실험 결과에 따르면 5cm에서 측정한 결과가 2.5cm에서 측정한 결과보다 실험자별 편차가 적으므로 측정 거리를 5cm로 설정했다.

표 5. 거리별 바람 세기 (단위 : MPH)
Table 5. Wind Count by Distance

Distance(cm) Volunteers	2.5	5	10	15
	A	93	78	64
B	110	80	65	57
C	102	82	60	50
D	94	76	61	42
E	91	72	65	58

3.2.2 평균 바람 세기 비교

표 6은 음주 측정 거리를 5cm로 설정한 후 5cm 거리에서 실험자 5명의 바람 세기를 측정한 결과이다. 첫 번째 실험자부터 순서대로 실험자별 평균 수치는 74.8, 73, 73.6, 72.4, 76.4 MPH다. 이에 따라 알코올 센서 작동 조건인 바람 세기 설정값을 70 MPH로 설정했다.

표 6. 5cm 거리 이격 시 바람 세기
(단위 : MPH)
Table 6. Counting the wind at 5cm distance

Run Person	1	2	3	4	5
A	76	73	78	75	72
B	72	75	76	64	78
C	73	68	76	79	72
D	73	78	70	71	70
E	75	74	76	78	79

3.3 알코올 센서 실험

MQ-3는 본래 가스 센서로 알코올을 감지할 수 있는 센서이다. 운전자의 음주 여부를 판단하기 위해 반드시 사용돼야 할 센서이다.

3.3.1 알코올 센서 지연 시간 측정

그림 3은 알코올 센서에 에탄올을 댔을 때 0.03%가 출력될 때까지의 지연 시간을 측정한 결과이다. 정확한 수치가 나올 때까지 약 2.5초 정도의 지연 시간이 있는 것으로 판단된다.

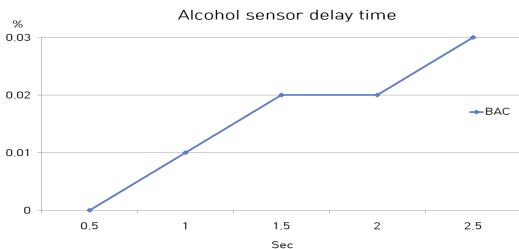


그림 3. 알코올 센서 지연 시간
Fig. 3 Alcohol sensor latency

3.4 설계 및 제작

음주 측정장치에 지문인식 센서를 더하는 구조이므로 사용하는 모든 부품을 RC카 위에 부착해야 한다. RC카의 넓이로 인한 제한 때문에 RC카에 철심을 박아 받침 역할을 할 아크릴판과 연결하고 부품들을 정리했다. 바람 센서와 알코올 센서는 동작이 이어지므로 서로 연결하여 구성했다. 센서의 결괏값을 LCD에 출력하여 확인할 수 있다. 그림 4는 구현 사진이다.

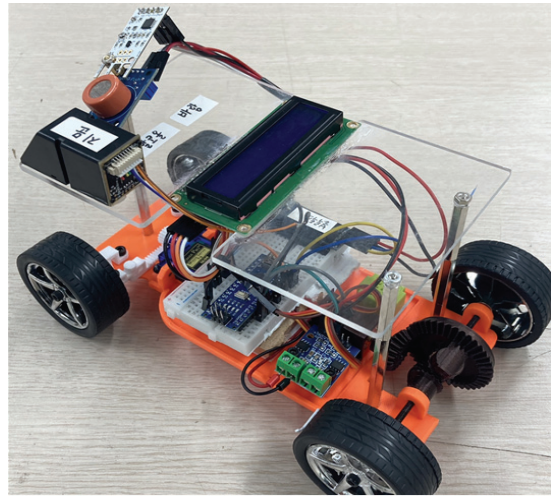


그림 4. 구현된 시스템
Fig 4. Implemented Systems

3.5 센서 측정에 의한 RC카 구동 여부 결과

표 7은 지문 센서와 바람 센서를 모두 정상적으로 통과했다고 가정한 후 알코올 센서 측정값에 따른 RC카의 동작 여부를 실험한 결과이다. 실험과 같이 0.03% 이상의 값에는 RC카의 구동이 되지 않으며 0.03% 미만의 값에는 정상 구동을 하는 결과가 도출된다. 아두이노 보드로 진행한 점에서 배터리 출력이 부족하여 스마트폰으로 제어하는 RC카 동작에 1~2초의 블루투스 송수신 딜레이가 있었지만 동작 자체에는 문제가 없었다.

표 7. 알코올 센서 측정값에 따른 RC카 구동 (단위 : BAC%)

Table 7. RC car drive according to alcohol sensor measurements

Number	Variable	
	Alcohol measure(%)	RC car Drive status
1	0.023	o
2	0.031	x
3	0.018	o
4	0.037	x

IV. 결 론

본 논문은 음주운전 방지와 재범률을 방지하기 위한 목적을 가진다. 이를 위해 바람 센서와 알코올 센서를 사용하였고, 운전자의 본인인증 수단을 강화하기 위해 지문 센서를 결합하여 시스템을 구현하였다. 각 센서는 아두이노를 사용하여 하드웨어를 구성하였고 RC카의 작동은 블루투스로 스마트폰과 연결하여 제어하였다. 센서별 오차는 지문 센서와 바람 센서는 매우 미세한 편이며 알코올 센서(MQ-3)의 오차가 적게 존재하였다. 이러한 시스템의 진행은 LCD를 통해 올바르게 측정되고 있는지 확인할 수 있다. RC카의 모터 구동을 통해 시스템을 구현해본 결과 실험 전 예상한 결과와 같은 정확도를 나타냈지만, 아두이노 보드에서 구현된 만큼 시스템에 적은 딜레이가 있어 개선될 필요가 있다. 구현된 시스템을 사용하여 음주운전을 방지할 수 있다면 음주운전 사고도 많이 줄어들 것으로 예상되며 재범률 또한 낮아질 것으로 전망된다.

References

- [1] J. Lim, "The Socio-Economic Effects of Drunk Driving Traffic Accidents and Their Eradication Measures," *Korea Transportation Institute*, vol. 266, 2020, pp. 25.
- [2] E. Seon, "A Study on Prevention of Drunk Driving," *The Journal of Humanities and Social science*, vol. 9, no. 6, 2018, pp. 781.
- [3] S. Oh and J. Lee, "Reduction of habitual drunk driving traffic accidents," *Kiri Insurance Researcher*, vol. 430, 2017, pp. 15.
- [4] The Ministry of Government Legislation, "The Road Traffic Act," *Article 148-2*, 2022.
- [5] Y. Ko and Y. Kim, "IA Study on the Autonomous Driving Algorithm Using Bluetooth and Raspberry Pi," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 4, 2021, pp. 689-698.
- [6] J. Lee, M. Bae, and H. Kim, "Design and Implementation of Drunk Driving Prevention System," *Korean Communication Association*,

Pyeongchang, Korea, 2020, pp. 2.

- [7] Y. Lee, "A Study on the Widmark Formula for Calculating Blood Alcohol Concentration," *The Ministry of Government Legislation*, vol. 2007, no. 9, 2007, pp. 186-195.
- [8] R. Kim, "Arduino Sensors for Everyone," *Gilbut*, 2021, pp. 230-240.
- [9] Y. Ko and S. Moon, "Development of the Smart Doorlock with Triple Security Function," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 1, 2020, pp. 106-124.
- [10] J. Nam and H. Kim, "Statistical Analysis for Assessment of Fingerprint Sensor," *Journal of the Society for Information Protection*, Korean Society for Information Protection, vol. 16, no. 4, 2006, pp. 106.

저자 소개



손정훈(Jung-Hun Son)

2017년 3월 ~현재 남서울대학교
전자공학과 재학 중

※ 관심분야 : 디스플레이, 디지털 논리회로



이호영(Ho-Young Lee)

2017년 3월 ~현재 남서울대학교
전자공학과 재학 중

※ 관심분야 : 회로이론, 전력전자



배현지(Hyun-Ji Bae)

2019년 3월 ~현재 남서울대학교
전자공학과 재학 중

※ 관심분야 : 통신



김윤호(Yun-Ho Kim)

2017년 3월 ~현재 남서울대학교
전자공학과 재학 중

※ 관심분야 : 디스플레이, 센서 응용, 프로그래밍



이봉주(Boong-Joo Lee)

1996년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1998년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

2003년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
전) LG전자 디지털디스플레이 연구소 선임연구원
전) 남서울대학교 전자공학과 학과장
전) University of Utah(USA), 방문교수
현) 남서울대학교 전자공학과 교수(07.9~현재)

※ 관심분야: 유기/무기 전자소자, 차세대 디스플레이