

## 안전한 개인형 이동장치 사용을 위한 시스템 구조 제안

김 완 태\*·박 병 준\*\*·김 현 식\*\*\*

### *The Proposal of System Structure for Using Safe Personal Mobility Devices*

Kim Wantae·Park Byungjoon·Kim Hyunsik

#### 〈Abstract〉

Recently the use of personal mobility devices is rapidly increasing, and the businesses related to personal mobility devices are quickly growing as well. Although the use of personal mobility devices provides convenience for short distance movements, many problems occur due to the lack of safety devices and the absence of associated road traffic laws. The number of accidents caused by using personal mobility devices continues increasing every year, and the injuries or deaths are seriously happening with those accidents. When using personal mobility devices, there are basic safety precautions such as wearing a helmet, prohibiting boarding with more than two people, prohibiting boarding with more than 100kg, prohibiting using after drinking alcohol, and so on. However, it is exposed to traffic accidents because there is no way to check before using the system. Therefore, to ensure the user's safety in using the electric kickboard among personal mobility devices, this paper proposes a system that can check the user's safety state before using the electric kickboard. It is possible to safely use personal mobility devices and prevent accidents by proposing a system structure of the electric kickboard that can be used after checking for the use of more than two people, overweight, wearing a helmet, and drinking alcohol.

Key Words : Personal Mobility, Electric Scooter, Safety Helmet, Breath Test, Overweight, Accident Prevention

### I. 서론

1)

최근 개인형 이동 수단으로 다양한 전동장치가 출현하고 있으며, 각 지자체에서는 다양한 이름으로 개인형 이동 수단 사업을 확대하고 있다. 그중 대표적

으로 활성화 되고 있는 개인형 이동장치는 전동킥보드이며, 관련 사업은 빠르게 성장하고 있다.

전동 킥보드 이용 시 안전에 대한 대비 및 관련 법규가 미흡하여, 사고율이 증가되고 있으며, 사회문제로 제기되고 있다. <그림 1>은 최근 5년간 개인형 이동장치에 관련된 사고 통계이며, 2020년 897건에서 2021년 1,735건으로 약 3 배 정도의 관련사고가 증가하고 있다. 이에 따라 전동킥보드 사용에 대한 관련

\* 서일대학교 정보통신공학과 교수(제1저자)

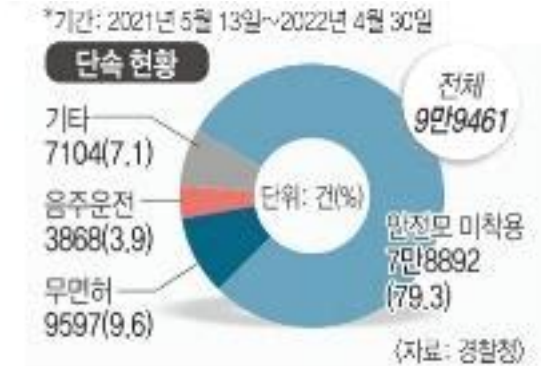
\*\* 서일대학교 소프트웨어공학과 교수(교신저자)

\*\*\* 서일대학교 소프트웨어공학과 교수



출처 : 도로교통공단

<그림 1> 5년간 개인형 이동장치 교통사고 현황[1]



출처 : 경찰청

<그림 3> 개인형 이동장치 단속 현황[3]

### 전동킥보드법, 한 달 뒤 어떻게 달라지나

	현행 도로교통법	개정 도로교통법 (5.13 시행)
무면허 운전 처벌	X	범칙금 10만원 (원동기 면허 이상만 가능)
2인 이상 탑승 처벌	X	범칙금 4만원
헬멧 미착용 처벌	X	범칙금 2만원
음주 운전	범칙금 3만원	범칙금 10만원

자료=경찰청

출처 : 경찰청

<그림 2> 전동킥보드 도로교통법[3]

법규가 강화되고 있으나, 관련법을 통한 규제가 부족한 실정이다[2].

<그림 2>는 2021년 5월 13일부터 시행되고 있는 전동킥보드 사용에 관련한 도로교통법이다. 개정된 도로교통법 중 대표적으로 단속이 필요한 항목을 3가지로 요약해 보면 안전모 미착용, 음주운전, 동승자 탑승을 들 수 있다[4].

<그림 3>은 개인형 이동장치에 관련한 단속현황이며, 현재 개인형 이동장치는 관련 사고에 비해 단속

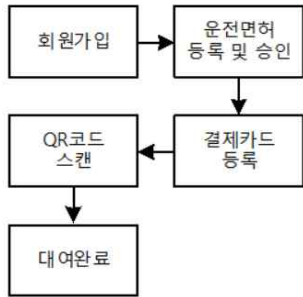
현황이 매우 부족하다. 따라서 본 논문에서는 전동킥보드를 사용하기 위해 인증절차를 진행하는 과정에서 음주 여부, 중량 초과 및 다인 탑승 그리고 안전모 미착용을 확인한 후 전동킥보드를 사용할 수 있도록 시스템 구조를 제안하여, 3가지 항목에 대한 안전이 확보되지 않을 경우 전동킥보드를 사용할 수 없도록 함으로써 사고의 확률을 줄일 수 있도록 한다.

본 논문은 2장에서 현재 전동킥보드 사용을 위한 인증 절차와 시스템 구조 제안을 통한 개선된 인증절차를 설명하고, 3장에서는 제안하는 3가지 기능을 구현하기 위한 시스템 구조를 설명한다. 4장에서는 제안하는 전동킥보드 시스템의 검증과 결과를 설명하고, 5장에서 결론을 설명한다.

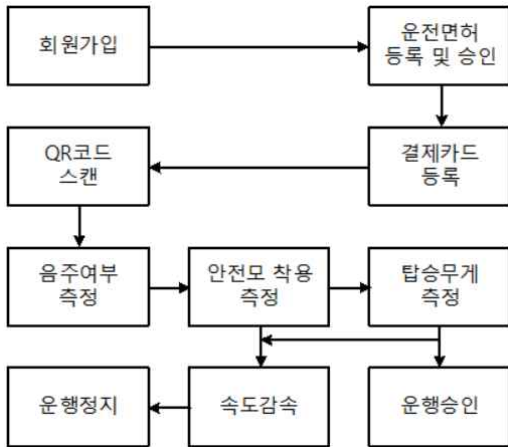
## II. 제안하는 시스템

### 2.1 전동킥보드 사용을 위한 인증

<그림 4>는 현재 전동킥보드를 사용하기 위한 인증절차를 나타내고 있다[5]. 회원가입 후 운전면허를 등록하고 승인을 획득한 후 사용료 지불을 위한 결제 카드를 등록하며, QR코드 스캔을 통해 인증절차가



<그림 4> 전동킥보드 사용을 위한 인증 절차



<그림 5> 제안하는 전동킥보드 사용을 위한 인증 절차

완료되면 전동킥보드를 사용할 수 있도록 한다. 하지만 현재 전동킥보드를 대여하는 과정에는 사용자가 지켜야 할 최소한의 안전사항을 확인할 수 있는 방법이 제시되지 않고 있으며, 그에 따라 무분별한 전동킥보드 사용을 야기하고 있다. 따라서 본 논문에서 전동킥보드를 대여하는 과정에서 최소한의 안전사항을 확인하기 위해 음주 여부, 중량 초과 및 다인 탑승, 안전모 미착용을 확인할 수 있도록 시스템을 제안하며, 이중 중량 초과 및 다인 탑승 그리고 안전모 미착용은 주행 중에도 안전이 확인되지 않으면 전동킥보드를 사용할 수 없도록 함으로써 안정적인 전동킥보드를 사용할 수 있도록 제안한다.

<그림 5>는 본 논문에서 제안하는 시스템 구조를



<그림 6> 제안하는 전동킥보드 시스템 개요도[6]

적용한 전동킥보드 승인절차를 나타내고 있으며, 인증을 위한 QR코드 스캔 후 음주 여부, 안전모 착용 여부, 중량 초과 및 다인 탑승을 확인한 후 운영을 승인하며, 운행 중 안전모 착용 및 중량 초과 및 다인 탑승이 감지되면 운영을 중단하도록 한다.

## 2.2 제안하는 전동킥보드 센서 구조

전동킥보드의 안전한 사용을 위해 3가지 항목에 대하여 시스템 구조를 제안한다. 전동킥보드 사용 전 음주 여부와 다인승차 사용 및 중량 초과 그리고 안전모 미착용에 대한 사항을 확인하여 전동킥보드 사용을 제한할 수 있도록 시스템을 구성한다.

<그림 6>은 지구터 라는 이름으로 가장 보편적으로 사용하고 있는 전동킥보드이며, 본 논문에서 추가되는 시스템 구조를 설명하기 위한 개요도이다. 그림에서 A와 B 그리고 C는 현재의 전동킥보드에 추가되는 센서의 위치를 표시하고 있으며, A는 음주 여부를 확인하기 위한 알코올 감지 센서의 위치, B는 안전모 착용 여부를 확인하기 위한 측두동맥 감지 센서, C는 다인승차 및 중량 초과를 확인하기 위한 적외선 센서 및 중

량 센서 위치이다[7, 8].

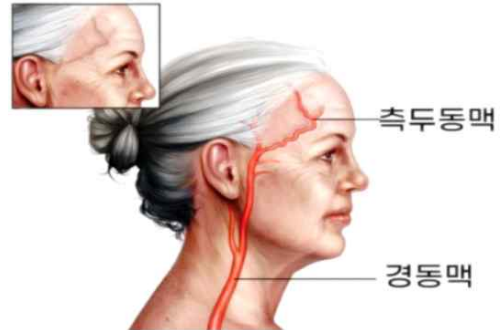
알코올 센서는 현재 다양한 형태의 센서가 사용되고 있으며, 그중 가장 일반적으로 호흡기를 통한 센서가 사용되므로 시스템 사용 전 배출되는 호흡을 이용해 음주 여부를 판단할 수 있도록 구현한다[9].



<그림 7> 제안하는 시스템의 알코올 센서 위치[5]

안전모 착용 여부를 확인하기 위한 측두동맥 측정 센서는 안전모에 삽입하여 구현하며, 측두동맥의 위치는 <그림 8>과 같다[10]. 측두동맥은 경동맥으로부터 이어지며 맥박을 측정할 수 있는 신체부위이다. 일반적으로 측두동맥은 관자놀이 주변에서 측정되므로 안전모 착용 시 관자놀이 주변의 측두동맥 측정을 통해 전동킥보드 사용자의 안전모 착용 여부를 확인할 수 있으며, BLE 통신을 이용하여 전동킥보드 메인 시스템으로 데이터를 전송한다.

측두동맥의 위치는 개인마다 차이가 있을 수 있으므로 관자놀이를 중심으로 센서가 삽입되며, 관자놀이에서 앞쪽 이마 부분으로 센서를 추가설계 한다. 측두동맥 측정의 정확도를 높이기 위하여 좌, 우측으로 총 4개 이상의 센서로 설계한다. 측정된 측두동맥 신호는 BLE 통신을 이용하여 전동킥보드의 메인 시스템으로 전송되고, 메인 시스템에서는 측두동맥 데이터를 모니터링 함으로서 실시간으로 안전모 착용 여부를 확인할 수 있도록 설계한다.



<그림 8> 측두동맥 개요



<그림 9> 제안하는 시스템의 측두동맥 센서 위치

다인승차와 중량 초과를 확인하기 위한 센서의 위치는 <그림 10>과 같다. 다인승차를 확인하기 위해 적외선 센서를 통해 다인 여부를 감지하고, 적외선 센서로 판단이 어려울 경우 중량 센서를 통해 시스템 사용을 제한 할 수 있도록 설계한다.



<그림 10> 제안하는 시스템의 다인승차 및 중량 초과 센서 위치

다인승차 여부를 확인하기 위해 전동킥보드의 발판 앞쪽과 뒤쪽에 적외선 센서를 설계하여 적외선 센서의 동작상태로 다인승차를 확인하며, 적외선 센서로 다인 승차를 확인할 수 없을 경우, 중량 초과 센서를 통해 일정 무게 이상 탑승 시 시스템을 제어할 수 있도록 설계한다.

### III. 제안하는 시스템 구현

#### 3.1 시스템 설계

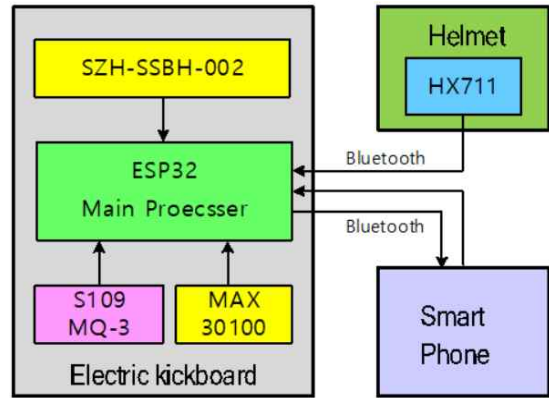
본 논문에서는 안전한 전동킥보드 사용을 위한 안전시스템 설계는 사용 및 적용에 따라 다양한 방법으로 설계할 수 있으며, 논문에서 사용하는 센서 및 기능은 <표 1>과 같다.

<표 1> 시스템 구성

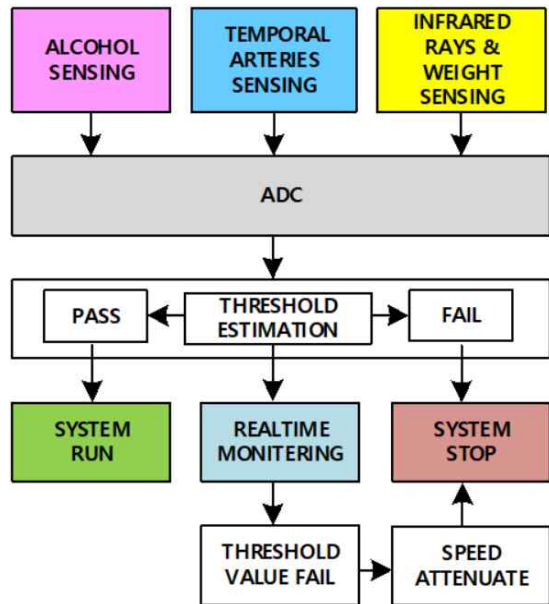
	품명	규격	기능
1	메인보드	ESP32	프로세스
2	알코올센서	S109 MQ-3	알코올감지
3	적외선센서	SZH-SSBH-002	적외선 물체 감지
4	중량센서	HX711	무게측정
5	맥박센서	MAX30100	측두동맥 측정

<그림 11>은 시스템 구현을 위한 블록도이며, 전동킥보드에 알코올 센서와 적외선 센서, 중량 센서가 내장되며, 안전모에 내장된 센서를 이용한 측두동맥 측정데이터는 블루투스 통신을 통해 MCU로 전송된다.

전동킥보드의 안전한 사용을 위한 동작 프로세스는 <그림 12>이며, 시스템의 동작은 기존 QR코드 스캔을 통해 사용자가 식별되면, 사용자의 현재 운행 가능 상태를 확인하기 위해 알코올 센서를 통해 음주 여부를 확인한다. 음주 여부의 확인 이후 측두동맥 데이터 수신을 통해 안전모 착용 여부를 확인한 후



<그림 11> 시스템 구현을 위한 블록도



<그림 12> 제안하는 전동킥보드 시스템 동작

사용자의 탑승을 통해 다인승차 및 중량 초과를 확인하게 된다. 3가지 요소에 대하여 안전이 확인될 경우 시스템 운행이 승인되며, 3가지 요소 중 확인되지 않는 요소가 있을 경우 시스템을 운행할 수 없는 정지 상태가 된다. 사용자가 운행 승인을 얻은 후 시스템 운행 중 안전모를 탈모 할 경우 또는 다인승차 및 중량 초과가 이루어질 경우 시스템은 일정 시간 동안



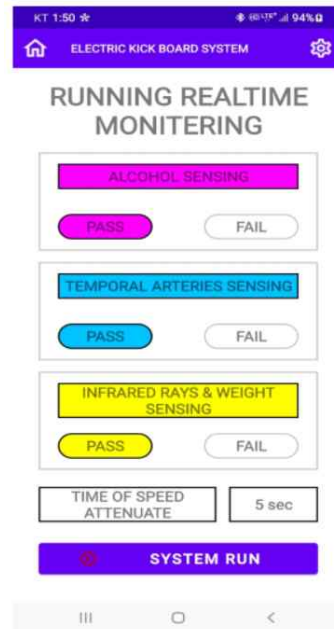
전동킥보드의 속도를 감소시킨 후 정지모드로 전환된다.

시스템은 운행 중에도 안전 여부를 모니터링 해야 하며 제시하는 3가지 요소에 대하여 실시간 데이터를 통해 시스템의 운행정지 여부가 결정되어야 하므로 실시간으로 현재의 안전 상태를 확인할 수 있어야 한다. 따라서 논문에서는 스마트폰 앱을 통해 실시간 정보를 확인할 수 있도록 구성하였으며, 스마트폰과 안전모 그리고 전동킥보드 사이에 데이터를 주고받을 수 있도록 시스템을 설계한다[11, 12].

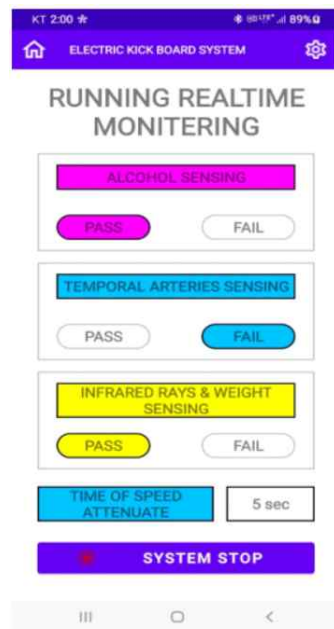
<그림 13>은 시스템의 실시간 모니터링을 위한 스마트폰 앱이며, 이 앱을 통해 3가지 안전 요소에 대하여 모니터링을 수행하고 각 요소의 현재 상태에 대하여 PASS와 FAIL로 간략히 확인할 수 있도록 제시하였으며, 3가지 항목 중 FAIL 항목이 발생할 경우 시스템을 정지시킨다는 사전 정보를 사용자에게 제공할 수 있도록 구성하였다. <그림 13>에서 (a)는 제시하는 3가지 안전 요소 항목이 모두 PASS일 때 시스템이 정상적으로 RUN 모드에서 운행되고 있음을 나타내며, (b)의 경우 사용자가 시스템 운행 전 안전모 착용을 통해 승인을 받은 후 시스템 운행 중 안전모를 탈모했을 경우를 가정한 그림으로써 3가지 요소 중 안전모 착용 여부가 FAIL로 확인될 경우 설정된 시간 동안 서서히 주행 스피드가 감소되며, 주행 스피드 감속 시 색을 통하여 안전모 착용에 문제가 있다는 정보를 보여줄 수 있도록 구성하였다.

#### IV. 제안하는 전동킥보드 시스템의 안전성 실험

시스템 검증은 전동킥보드 사용을 위한 사전등록 시 3가지 항목을 검증하는 과정과 사전승인이 이루어진 후 주행 중 상태변화에 따른 시스템 동작에 대하여 검증하였다. <표 2>는 시스템 검증을 위한 기준값



(a) SYSTEM RUN



(b) SYSTEM STOP

<그림 13> 실시간 모니터링을 위한 스마트폰 앱

<표 2> 시스템 검증을 위한 기준 및 내용

항목	기준	내용
1	혈중알코올 0.03% 이하 (Pass)	국내 음주운전 처벌기준
2	다인승차 적외선 센서 감지 (Pass)	2 개의 적외선 센서 중 2개 감지
3	중량초과 100 Kg 이하 (Pass)	전동킥보드 승차기준
4	측두동맥 분당 60회 이상 (Pass)	성인 평균 맥박 수

과 검증내용이다.

혈중알코올 농도는 국내 음주운전 처벌 기준인 0.03% 이하를 기준으로 하였으며, 논문에서는 음주 여부를 판단을 조건으로 시험하였다. 다인 승차의 경우 전동킥보드 발판 앞뒤로 설치된 2개의 센서가 모두 물체를 감지하였을 경우 다인 승차로 판정하였으며, 중량 센서는 시험환경을 고려하여 1/10로 축소된 10kg 무게를 이용하여 검증하였고, 측두동맥은 성인 평균 기준인 60회 이상을 기준으로 하되, 4개의 센서를 이용하여야 하므로 각각의 센서가 60회 이상 측정하면 1, 60회 이하를 측정하면 0의 값으로 환산한 후 AND 연산을 통해 결과 값이 1일 경우 Pass, 0일 경우 Fail로 적용하였다. <표 3>은 전동킥보드 사용 전 안전사항을 확인하기 위한 과정을 고려한 시험 결과로 총 10번의 시험을 진행하였다. <표 4>는 전동킥보드 운행 중 중량 초과와 안전모 미착용에 대한 시험을 고려한 결과이며, 시험환경을 고려해 중량값과 측두동맥 값을 불규칙한 임의의 값으로 설정하였다.

## V. 결론

논문에서는 전동킥보드 사용이 증가함에 따라 사회적 문제로 발생되고 있는 교통사고를 방지하여 안전한 전동킥보드를 사용할 수 있도록 시스템 구조를 제안하였다. 제안하는 시스템 구조에서는 전동킥보드

<표 3> 사용승인 시 안전사항 확인

	알코올	다인승차 및 중량초과	측두동맥	시스템상태
1	PASS	FAIL	PASS	STOP
2	PASS	PASS	PASS	RUN
3	PASS	FAIL	FAIL	STOP
4	FAIL	PASS	FAIL	STOP
5	PASS	PASS	PASS	RUN
6	FAIL	FAIL	PASS	STOP
7	FAIL	PASS	PASS	STOP
8	PASS	PASS	PASS	RUN
9	FAIL	PASS	FAIL	STOP
10	PASS	PASS	PASS	RUN

<표 4> 운행 중 안전사항 확인

	알코올	다인승차 및 중량초과	측두동맥	시스템상태
1	PASS	PASS	PASS	RUN
2	PASS	PASS	PASS	RUN
3	PASS	FAIL	FAIL	STOP
4	PASS	PASS	PASS	RUN
5	PASS	PASS	FAIL	STOP
6	PASS	FAIL	PASS	STOP
7	PASS	PASS	PASS	RUN
8	PASS	PASS	PASS	RUN
9	PASS	PASS	FAIL	STOP
10	PASS	PASS	PASS	RUN

사용 시 안전에 관련된 3가지 요소에 대하여 안전성을 확보하기 위해, 음주 여부, 다인승차 및 중량 초과 그리고 안전모 착용 상태를 확인할 수 있는 시스템 구조를 제안하였으며, 음주 여부를 확인하기 위한 알코올 센서, 안전모 착용 여부를 확인하기 위해 측두동맥을 측정하여 실시간 안전모 착용 상태를 확인할 수 있도록 측두동맥 측정 센서, 다인승차와 중량 초과 여부를 확인하기 위해 적외선 센서와 중량 센서를 제시하였으며, 운행 중 안전모 착용 상태와 다인승차 및 중량 초과를 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 스마트폰 앱을 제안하였다. 시스템 주행 중 안전 상

태가 확인되지 않을 경우 일정시간 안에 주행 속도를 서서히 감소 시켜 전동킵보드 시스템을 운행할 수 없도록 함으로써 전동킵보드의 사용 전 안전상태 확인과 주행 중 안전상태를 모두 확인할 수 있도록 전동킵보드 시스템을 제안하였다. 시스템 검증을 통해 전동킵보드 사용의 안전성을 확보할 수 있도록 설계된 것이 확인되었으며, 제안하는 전동킵보드 시스템을 통해 시스템 사용에 대한 안전성 확보와 교통사고를 방지할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] <https://www.data.go.kr/data/15087961/fileData.do>
- [2] 홍지영·소영인·이경영·김진만·이수기, “공유 전동킵보드 이용행태와 만족도 영향 요인 분석,” 대한국토, 도시계획학회지, 제57권, 제2호, 2022, pp.92-107.
- [3] [https://www.police.go.kr/user/search/ND\\_searchResult.do](https://www.police.go.kr/user/search/ND_searchResult.do)
- [4] 김지윤·김수재·이경재·추상호, “공유 전동킵보드를 고려한 수단선택모형 추정-접근통행과 생활권통행을 중심으로,” 한국 ITS 학회, 한국 ITS 학회논문지, 제20권, 제1호, 2021, pp.22-39.
- [5] 임규철, “도로교통법상 개인형 이동장치에 대한 개선방향에 있어서의 비판적 연구-전동킵보드를 중심으로-,” 비교법연구, 21(1), 2021, pp.343-375.
- [6] <https://blog.naver.com/gbiketeam>
- [7] H. H. Kim, K. N. Ha, K. C. Lee and S. Lee, “Performance Index for Sensor Arrangement of PIR Sensor-based Indoor Location Aware System,” Journal of the Korean Society for Precision Engineering, vol. 24, no. 6, 2007, pp. 37-44.
- [8] Y. W. Jeong, V. H. N. Bao, S. W. Cho and S. T. Shung, “Intruder Detection System Based on Pyro- electric Infrared Sensor”, Journal of Korean Institute of Intelligent Systems, vol. 26, no. 3, 2016, pp. 233-238, vol. 26, no. 5, pp.361-367.
- [9] Guoqiang Chen, "Noninvasive Analysis of Blood Alcohol in Drivers Based on Near-infrared Spectroscopy", Shandong University Masters's Thesis, 2012, pp.48-49.
- [10] 남수봉·최치원·황소민·김상호·배용찬, “얇은관자혈관의 임상 해부학적 분석,” 대한성형외과학회, 대한성형외과학회지, 제32권, 제2호, 2005, pp.214-218.
- [11] 최의석·조양현, “안전한 스마트폰 앱 사용을 위한 위협 요소 검토 연구,” 디지털산업정보학회, 디지털산업정보학회 논문지, 제16권, 제1호, 2020, pp.41-54.
- [12] 김문성·박수연·이우찬, “IoT 네트워크의 센싱홀 복구를 위한 센서 이등 균등 요청 방법,” 디지털산업정보학회, 디지털산업정보학회 논문지, 제16권, 제4호, 2020, pp.9-17.

### ■ 저자소개 ■



김 완 태  
(Kim, Wantae)

2011년 3월~현재 서울대학교  
정보통신공학과 조교수  
2011년 2월 한국항공대학교 정보통신과  
(공학박사)  
2004년 2월 한국항공대학교 정보통신과  
(공학석사)  
관심분야 : 통신시스템 설계, IoT 시스템,  
모바일 응용 S/W  
E-mail : wtkim@seoil.ac.kr





박 병 준  
(Park, Byungjoon)

2013년 3월~현재  
시일대학교 소프트웨어공학과  
조교수  
2010년 2월 국민대학교  
전산정보공학과(이학박사)  
2002년 8월 고려대학교 의료정보기기학과  
(공학석사)  
2000년 2월 고려대학교 전자정보공학과  
(공학사)  
관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 객체추적, IoT,  
인공지능  
E-mail : 20130029@seoil.ac.kr



김 현 식  
(Kim, Hyunsik)

2011년 3월~현재 시일대학교  
소프트웨어공학과 조교수  
2010년 8월 경기대학교 일반대학원  
전자계산학과(이학박사)  
2004년 2월 경기대학교 일반대학원  
전자계산학과(이학석사)  
2001년 2월 경기대학교 전자계산학부  
전자계산전공(이학사)  
관심분야 : 자동계획, 시뮬레이션, 지능형  
시스템, 데이터마이닝, 모바일 응용  
S/W  
E-mail : hskim@seoil.ac.kr

논문접수일 : 2022년 8월 10일  
수 정 일 : 2022년 8월 26일  
계재확정일 : 2022년 9월 23일