

실시간 상황 인식을 위한 다기능 센서 통합 및 데이터 처리 SW 모듈 개발

오정희¹, 김봉현^{2*}

¹연세대학교 스포츠응용산업학과 박사과정, ²유원대학교 스마트IT학과 교수

Development of Multi-function Sensor Integration and Data Process SW Module for Real-time Situation Recognition

Jung-Hei Oh¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Doctoral Course, Department of Sport Industry Studies, Yonsei University

²Professor, Department of Smart IT, U1 University

요 약 현대 사회에서 안전 서비스 및 시스템 환경을 구축하고 활용하는 것은 매우 중요하고 관심이 큰 분야이다. 특히, 어린이, 고령자, 여성, 장애인 및 외국인 등 사회적 취약 계층에 대한 안전 서비스 제공은 사회적 이슈가 되고 있다. 그러나, 대부분의 안전 서비스 및 시스템은 일반인을 대상으로 적용되고 있기 때문에 사회적 취약 계층을 위한 시스템 개발이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 실시간으로 상황을 인식하고, 신속한 대응을 할 수 있도록 데이터를 처리, 전송하는 시스템 모듈을 개발하였다. 이를 위해, 실시간 상황 인식에 필요한 다양한 센서를 통합 모듈로 설계하고, 이를 통해 수집된 데이터를 분석하여 처리 결과를 전송하는 안전 시스템 모듈을 개발하였다.

주제어 : 안전 서비스, 데이터 처리, 다기능 센서, 실시간 분석, 상황 인식 ICT.

Abstract In modern society, developing and utilizing safety service and system environments is a very important and great interest. In particular, the provision of safety services to socially vulnerable groups such as children, the elderly, women, the disabled and foreigners has become a social issue. However, since most safety services and systems are applied to the general public, it is necessary to develop systems for socially vulnerable groups. Therefore, in this paper, we developed a system module that processes and transmits data to recognize the situation in real time and respond quickly. To this end, various sensors for real-time situation recognition were designed as integrated modules, and a safety system module was developed to analyze the collected data and transmit the processing results.

Key Words : Safety Service, Data Process SW, Multi-function Sensor, Real-time Analysis, Situation Recognition ICT.

1. 서론

현대 사회의 가족 형태는 전통적 가족 모델이 해체되

고, 가족간의 유대 관계가 약화되는 추세가 반영되고 있다. 특히, 사회적 트렌드의 변화로 고령화, 빠른 도시화와 함께 지역 커뮤니티의 유대감과 친화성이 저하되면서 안

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(NRF-2018R1D1A1B07049318)

*Corresponding Author : Bong-Hyun Kim(bhkim@u1.ac.kr)

Received October 15, 2019

Accepted November 20, 2019

Revised November 1, 2019

Published November 28, 2019

전에 취약한 계층이 증가하고 있다. 이를 사회적 취약 계층이라 명명하고 있다. 사회적 취약 계층은 어린이, 고령자, 여성, 장애인 및 외국인 등을 의미하며, 사회 구조의 변화로 사회적 취약 계층의 비율이 점차 증가하고 있다.

이러한, 사회적 취약 계층이 지속적으로 증가하면서, 일반인과의 안전 격차는 더욱 커지고 있는 상황이다. 사회 변화에 따라 장애인의 사회활동 확대, 이주 노동자와 결혼 이주 여성이 급증하면서 안전에 취약한 계층이 다양한 위해 요인에 노출되고 있으며, 이로 인한 사고 발생 위험과 피해는 지속적으로 증가하고 있다[1,2].

고령자의 경우, 연령증가에 따른 신체의 노화 및 질병은 안전 사고의 증가로 이어질 수 있고 상해의 정도도 심각한 실정이며, 아동의 경우, 새로운 제품과 시설물이 출현하면서 위해·위험요소가 증가하고 이에 따라 안전취약 계층인 어린이는 지속적으로 안전 사고 위험에 노출되고 있는 실정이다. 또한, 여성의 경우, 성폭력, 성범죄, 스토킹 등의 사회적 범죄에 노출되어 있어 안전 사고가 빈번하게 발생하고 있는 실정이며, 장애인 및 외국인의 경우, 신체적·정신적 미성숙, 의사소통의 문제, 법적·제도적 규제 등의 문제로 범죄 및 안전 사고 위험에 노출되어 있는 실정이다[3,4].

이를 해결하기 위해, 지속적으로 새로운 위험에 노출되면서 안전 사고의 사각지대에 방치되는 사회적 취약 계층의 안전관리 및 서비스 제공을 위한 전략적인 정책 지원 및 기술 개발, 적용이 필요하다. 즉, 사회 불안의 주요인 부상하고 있는 어린이와 여성의 안전, 고령화 증가와 다문화 사회 급진전에 따른 노인과 외국인 안전관리 대책 마련이 필요하다. 또한, 안전 사고 현황 파악의 사각지대와 중복이 발생하지 않도록 사회적 취약 계층을 중심으로 국가 차원의 체계적·과학적인 안전관리 시스템 구축의 우선순위로 설정해야 한다[5].

결국, Fig. 1과 같이 사회적 취약계층 안전은 국가 차원의 관리에서 점차 지역사회 커뮤니티 단위의 관리를 활성화 할 수 있도록 체계를 구축하고 지원하는 것이 바람직하다. 즉, 사회적 취약 계층 안전은 주위의 집중적인 관심과 자체감시, 보호 하에서 지켜질 수 있으므로 지역 사회 공동체간의 유기적인 연합과 네트워크 구축이 필요하다[6]. 또한, 사회적 취약 계층의 안전 관리 네트워크 구축에서 강력한 서비스 실현을 위해서는 ICT 융합 기술을 적용한 응용 시스템 개발 및 활용이 동반되어야 한다.

따라서, ICT 기반의 응용 서비스를 활용한 사회적 취약 계층 맞춤형 안전관리 서비스 개발 및 구축이 필요하다. 특히, 고령자 안전 사고, 어린이나 여성 대상 범죄 등

가 등이 사회 불안을 조장하면서 ICT로 안전 관리의 한계를 극복하고, 불안감 등을 해소하려는 노력이 활발하게 시도되고 있다. Fig. 1은 국가 차원에서의 재난 안전 관리를 위한 공공 안전 서비스 체계도를 나타낸 것이다.

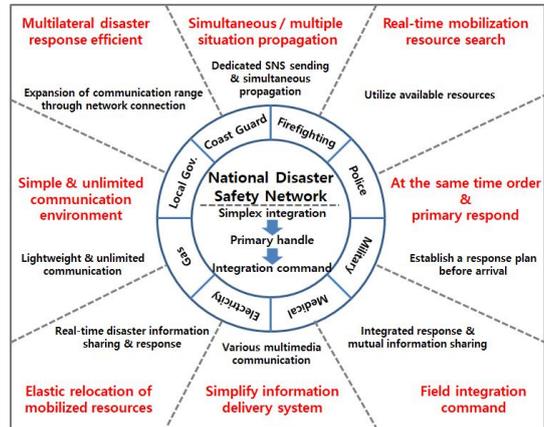


Fig. 1. Public safety service systems

그러나, 사회적 취약 계층을 위한 ICT 서비스가 어린이나 여성 등에 맞춰져 있고, 다른 취약계층을 위한 안전 서비스는 부족한 상황이다. 기존 서비스는 대부분 어린이와 여성 대상의 서비스에 한정돼 있어 안전 사각지대에 있는 고령자나 장애인, 외국인을 위한 ICT 안전서비스는 미흡한 실정이다[7].

이러한 사회적 환경에서 최근에는 초고령화 사회로 진입하면서 고령자에 대한 안전 서비스 및 시스템 환경 구축이 진행되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 실시간으로 상황을 인식하고, 신속한 대응을 할 수 있도록 데이터를 처리, 전송하는 시스템 모듈을 개발하였다. 이를 위해, 실시간 상황 인식에 필요한 다양한 센서를 통합 모듈로 설계, 개발하는 단계와 이를 통해 수집된 데이터를 분석하여 처리 결과를 전송하는 안전 시스템 소프트웨어 모듈을 개발하는 단계로 구분하여 진행하였다.

2. 다기능 센서 통합 모듈

실시간으로 사용자의 상황을 인식하기 위해 다양한 센서를 하나의 통합 모듈로 설계하여 다기능 센서 통합 모듈을 개발하였다. 논문에서 개발한 다기능 센서 통합 모듈에는 자이로 센서, 온도 센서 및 심박 센서를 ESP8266 NodeMCU 프로세스 기반으로 연계하여 통합 모듈로 설

계하였다.

먼저, 메인 프로세스인 NodeMCU는 Espressif Systems에서 설계한 마이크로 컨트롤러로 오픈소스 사물인터넷 플랫폼으로 WiFi 기능이 구현된 MCU 개발보드이다. ESP8266 자체는 기존 마이크로 컨트롤러에서 WiFi로의 브리지로 제공되는 자체 WiFi 네트워킹 솔루션이다. 이 모듈에는 내장 USB 커넥터와 다양한 핀 배치가 제공되기 때문에 센서 연결이 편리하게 활용할 수 있다[8].

둘째, 자이로 센서는 MPU-6050 모듈을 연동하여 설계하였다. MPU-6050 모션 프로세싱 유닛은 핸드셋 및 태블릿 애플리케이션, 게임 컨트롤러, 모션 포인터 리모컨 및 기타 소비자 장치를 위해 현장에서 검증된 독점 MotionFusion™ 엔진을 사용하여 통합된 9축 센서 퓨전을 갖춘 모션 프로세싱 솔루션이다. MPU-6050에는 3축 MEMS 자이로 스코프, 3축 MEMS 가속도계 및 자력계와 같은 디지털 센서와 인터페이스하는 보조 I2C 포트가 있는 DMP™ (Digital Motion Processor™) 하드웨어 가속기 엔진이 내장되어 있다. MPU-6050은 가속 및 회전 모션과 제목 정보를 응용 프로그램의 단일 데이터 스트림으로 결합한다[9,10].

셋째, 체온을 측정하기 위한 온도 센서는 비접촉식 방식의 TMP007을 적용하였다. TMP007은 물체와 접촉하지 않고 물체의 온도를 측정하는 적외선 (IR) 서모 파일 센서이다. 통합 서모 파일은 센서가 물체에서 방출되는 적외선 에너지를 흡수하는 방식으로 데이터를 측정한다. 서모 파일 전압은 디지털화되어 다이 온도(TDIE)와 함께 통합 수학 엔진의 입력으로 제공되고, 그런 다음 수학 엔진은 해당 객체 온도를 계산한다[11]. TMP007은 I²C 및 SMBus 인터페이스와 호환되며 낮은 작동 전압과 함께 낮은 전력 소비는 배터리 구동 응용 제품에 이상적으로 활용이 가능하다[12,13].

마지막으로, 심박 센서는 SEN0203을 적용하였다. SEN0203 심박 센서는 Arduino 마이크로 컨트롤러용으로 설계된 엄지 손가락 크기의 심박수 모니터이다. 간편한 플러그 앤 플레이 연결을 위한 Gravity 인터페이스가 포함되어 있다. SEN0203 센서는 PPG (Photo Plethysmo Graphy) 기술을 기반으로 개발된 펄스 센서로, 조직의 미세 혈관 층에서 혈액량 변화를 감지하는데 사용할 수 있다[14]. 심박 센서에는 아날로그 펄스 모드와 디지털 구형파 모드의 두 가지 신호 출력 모드가 있으며, 다이얼 스위치를 사용하여 출력 모드를 변경할 수 있다[15]. Fig. 2는 NodeMCU 프로세스를 토대로 자이로 센서, 온도 센서 및 심박 센서를 연결한 통합 모듈을

설계한 것이다.

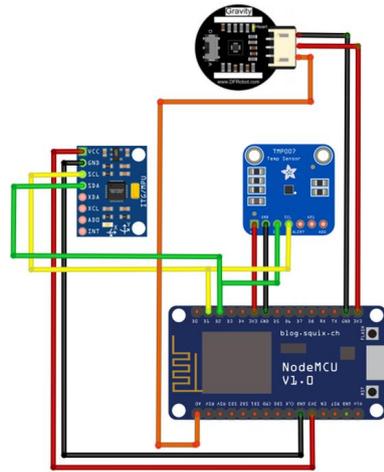


Fig. 2. Integrated module design

또한, 측정 센서의 방향과 위치, 배터리 코인 셀의 위치 등을 고려하여 2단으로 통합 모듈을 구성하였으며, 각각의 센서 특징과 범위를 기반으로 배치도를 설계하였다. Fig. 3과 Fig. 4는 메인 보드를 중심으로 1단의 센서 모듈 설계도와 2단의 센서 모듈 설계도를 나타낸 것이다.

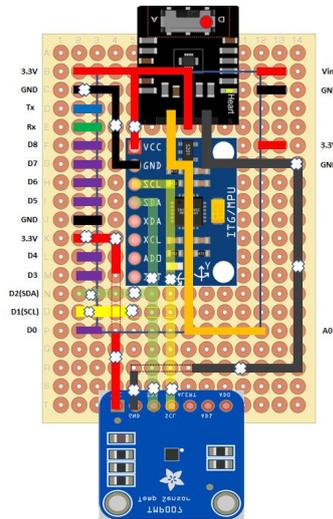


Fig. 3. Sensor module design (stage 1)

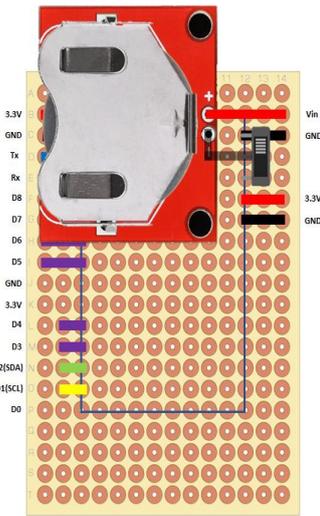


Fig. 4. Battery cell design (stage 2)

최종적으로, Fig. 5는 설계, 개발된 다기능 센서 통합 모듈을 나타낸 것이다. Fig. 5 좌측은 상단에서 촬영된 부분이며, Fig. 5 우측은 2단으로 구성된 통합 모듈의 측면에서 촬영된 부분이다.

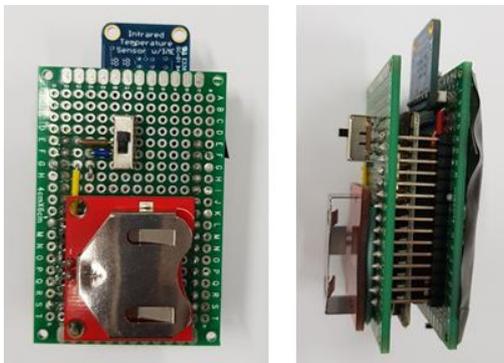


Fig. 5. 2-stage integrated module

3. 데이터 처리 소프트웨어 모듈

본 논문에서는 사회적 취약 계층에 대한 실시간 상황 인식을 위해 다기능 센서 통합 모듈을 설계하였으며, 이를 통해 수집된 데이터를 실시간으로 처리하는 소프트웨어 모듈을 개발하였다. Fig. 6은 데이터 수집 및 처리가 진행되는 전체적인 시스템의 흐름도를 나타낸 것이다. Fig. 5와 같이 모니터링 디바이스를 통해 데이터를 수집하고 무선 통신 방식을 통해 서버로 데이터가 전송, 저장

및 분석되는 방식으로 개발하였다.

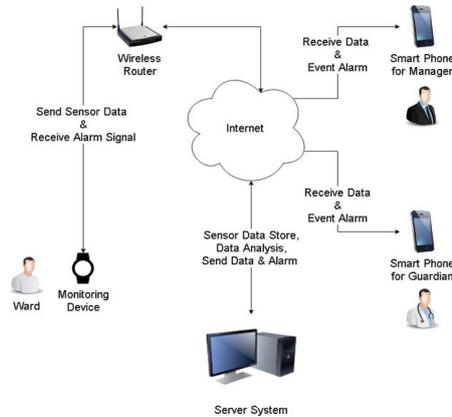


Fig. 6. Data processing system overview

데이터 처리를 위한 소프트웨어 모듈은 Client/Server 방식으로 구성하였으며, Client에서는 아두이노를 기반으로 Device에서 데이터를 수집, 전송하도록 하였다. 또한, Server에서는 Python을 이용하여 데이터를 저장하고 분석하도록 개발하였다. Client Device 소프트웨어 모듈에서는 WiFi 통신 방식을 적용하였으며, 자이로 센서 초기 제어 및 측정 변수를 초기화하고, 계산 수식에 의해 정규화 데이터와 가속도 변화량을 표시하도록 하였다.

```

ClientDevice1
void accel_calculate() {
  ac_x = 0; ac_y = 0; ac_z = 0;
  normal_x = 0; normal_y = 0; normal_z = 0;

  Wire.beginTransmission(mpu_add);
  Wire.write(0x3B);
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(mpu_add, 6, true);

  // Data SHIFT
  ac_x = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  ac_y = Wire.read() << 8 | Wire.read();
  ac_z = Wire.read() << 8 | Wire.read();

  // Mapping to 10000
  normal_x = map(int(ac_x), -16384, 16384, 0, mapping_value);
  normal_y = map(int(ac_y), -16384, 16384, 0, mapping_value);
  normal_z = map(int(ac_z), -16384, 16384, 0, mapping_value);

  // Calculation of angle deg -> Angle
  deg = atan2(ac_x, ac_z) * 180 / PI; //rad to deg
  dgy_x = gy_y / 131.; //16-bit data to 250 deg/sec
  angle = (0.95 * (angle + (dgy_x * 0.001))) + (0.05 * deg);
}
    
```

Fig. 7. Acceleration calculation program

또한, 온도, 심박수, 가속도, 전송 등의 센서 데이터를 이전 시간과 대기 시간으로 설정, 저장하여 단위 시간당 데이터를 수집하도록 하였다. Fig. 7은 자이로 센서에서의 가속도 연산을 위한 프로그램을 나타낸 것이다.

Server 소프트웨어 모듈에서는 입력 데이터의 무결성을 체크하고 데이터 중 Device ID, 온도, 심박수, 모션 데이터를 입력받는다. 입력 받은 데이터는 Python의 리스트 타입으로 변환하여 반환한다. 또한, 입력 받은 데이터는 입력 시점의 시간과 날짜를 함께 저장, 출력하도록 하였다. 데이터 저장에서는 입력 데이터의 오류를 검사하고 오류가 없으면 데이터베이스에 저장하였다. 서버 실행은 UDP socket을 통해 데이터를 입력받고, 프로세스 데이터를 통해 점검 후 저장이 되도록 개발하였다. Fig. 8은 서버 실행 과정을 나타낸 것이다.

```
def startServer():
    sensorData = SensorData()
    try:
        sock = socket.socket(socket.AF_INET,
        socket.SOCK_DGRAM)
        receiveAddress = (host, port)
        sock.bind(receiveAddress)
        print("server start...")
        print("Ctrl-C server end")
        print("")
        while True:
            data, sender = sock.recvfrom(dataSize)
            sensorData.processData(data.decode())
        except KeyboardInterrupt, SystemExit:
            print("")
            print("server end")
            sock.close()
            sensorData.dbToExcel();
            exit()
if __name__ == "__main__":
    startServer()
```

Fig. 8. Server execution program

최종적으로, Fig. 9는 다기능 센서 통합 모듈을 통해 수집된 데이터에 대한 처리 소프트웨어 모듈을 실행한 결과를 나타낸 것이다. 데이터 처리 소프트웨어 모듈은 Python server를 실행시켜 서버를 시작하고 다기능 센서 통합 모듈을 통해 입력받은 데이터의 무결성을 체크한 후 초당 데이터를 저장, 출력한다.

```
Microsoft Windows [Version 10.0.17134.885]
(c) 2018 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\#pc>cd c:\#work
c:\#work>python server.py
서버 시작...
Ctrl-C 키를 누르면 서버 종료

Received Sensor Data : 1,37,2,60,6,2019,8,8,18,0,52
Received Sensor Data : 1,37,2,58,5,2019,8,8,18,0,53
Received Sensor Data : 1,37,2,58,5,2019,8,8,18,0,54
Received Sensor Data : 1,37,2,57,5,2019,8,8,18,0,55
Received Sensor Data : 1,37,5,56,5,2019,8,8,18,0,56
Received Sensor Data : 1,37,5,57,5,2019,8,8,18,0,57
Received Sensor Data : 1,37,5,56,5,2019,8,8,18,0,58
Received Sensor Data : 1,37,5,57,5,2019,8,8,18,0,59
```

Fig. 9. Data processing SW module execution screen

4. 결론

초고령화 사회로 접어들면서, 전통적인 가족 형태의 모델이 해체되고, 가족간의 유대가 약화되고 있으며, 초고령화, 도시화, 싱글족화와 함께 지역 커뮤니티의 유대감과 친화성이 저하되는 사회적 현상이 심화되어 가고 있다. 이로 인해, 사회적으로 안전 취약계층이 점차 증가하고 있는 추세이며, 인적·물적 자원을 동원한 관리에 한계가 나타나고 있다. 이러한 사회적 문제를 해결하기 위해 다양한 방법들이 제안되고 있다. 특히, 4차 산업혁명 시대를 맞아 핵심 기술을 활용한 ICT 맞춤형 안전관리 시스템 및 서비스 구축을 통한 사회적 취약 계층의 안전 관리가 전략적으로 추진되고 있다.

따라서, 본 논문에서는 ICT 기반의 사회적 취약 계층 안전 관리 서비스 환경을 구축하기 위해 실시간 상황 인식이 가능한 시스템을 개발하였다. 이를 위해, 다기능 센서 통합 모듈을 아두이노 기반으로 설계하여 사용자의 온도, 심박수, 모션 데이터를 실시간으로 수집하였다. 또한, 수집된 데이터에 대한 실시간 처리 소프트웨어 모듈을 개발하여 서버에서 입력받은 데이터를 전송, 처리, 분석하는 시스템을 개발하였다. 시스템 시뮬레이션 결과, Client Device로부터 사용자의 데이터가 실시간으로 수집되고, 이를 Server로 전송하여 온도 데이터, 심박수 데이터 및 모션 데이터가 초당 출력되어 관리자가 분석할 수 있는 환경을 제공할 수 있었다.

REFERENCES

- [1] M. J. Hyun & B. H. Kim. (2018). Study on the Beacon Signal Characteristic for Efficiency Analysis of Indoor Positioning. *Journal of The Korea Convergence Society*, 9(11), 1-7. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.11.001
- [2] Y. H. Jin & H. S. Kwan. (2016). A Study on the Effect Franchise Restaurant Selection Motives on Visiting Intention - Focusing on the Moderator Effects of Consumer Attitude. *Culinary Science & Hospitality Research*, 22(5), 52-63. DOI : 10.20878/cshr.2016.22.5.005
- [3] Z. Xu, D. Koltsov, A. Richardson, L. Le & M. Begbie. (2010). Design and simulation of a multi-function MEMS sensor for health and usage monitoring. *Prognostics and System Health Management Conference*, 1-4. DOI: 10.1109/PHM.2010.5413415
- [4] D. H. Ha. (2017). The interaction of corporate social responsibility (CSR), company-consumer identification,

- and repurchase intention from dining-out consumers" perspectives. *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 31(9), 185-201.
DOI: 10.21298/ijthr.2017.09.31.9.185
- [5] J. C. Park, K. J. Kim & H. J. Lee. (2010). Developing a scale for measuring the corporate social responsibility activities of Korea corporation: focusing on the consumers' awareness. *Korea Marketing Journal*, 12(2), 27-52.
- [6] D. J. Kim & Y. J. Kim. (2015). A Study on the Structural Relationships among Foodservice Consumer's Perceived Social Commerce Characteristics, Trust, Customer Satisfaction and Repurchase Intention Satisfaction and Repurchase Intention. *Food Service Industry Journal*, 11(1), 45-59
DOI: 10.22509/kfsa.2015.11.1.004
- [7] V. B. M. Sayana, E. Arunbabu, L. Mahesh Kumar, S. Ravichandran & K. Karunakaran. (2010). Groundwater responses to artificial recharge of rainwater in Chennai, India: A case study in an educational institution campus. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(2), 124-130.
- [8] A. Botchkaryov. (2017). Wireless Sensor-actuator Network Based on the Soc Esp8266 for Mobile Cyber-Physical Systems. *Advances in Cyber-Physical Systems*, 2(2), 39-46.
DOI: 10.23939/acps2017.02.039
- [9] M. Hettenbach. (2002). Ärztliche und medizinisch-psychologische Untersuchung (MPU) und Fahrerlaubnisrecht. Cannabis, *Straßenverkehr und Arbeitswelt*, 25-59.
DOI: 10.1007/978-3-642-56070-5_2
- [10] H. M. Cho, H. W. Kim & J. Y. Choi. (2019). Design and Implementation of Industrial Embedded Control System Based on AM3359 MPU. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 17(2), 45-52.
DOI: 10.14801/jkiit.2019.17.2.45
- [11] M. Navya & P. Ramachandran. (2015). Development of Secured Home Automation using Social Networking Sites. *Indian Journal of Science and Technology*. 8(20), 1-6.
DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i20/79083
- [12] C. Gu, J. A. Rice & C. Li. (2012). A wireless smart sensor network based on multi-function interferometric radar sensors for structural health monitoring. *IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks*, 1-3.
DOI: 10.1109/WISNet.2012.6172140
- [13] M. Pieraccini, M. Fratini, F. Parrini & C. Atzeni. (2006). Dynamic Monitoring of Bridges Using a High-Speed Coherent Radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44(11), 3284-3288.
DOI: 10.1109/tgrs.2006.879112
- [14] C. Li, X. Yu, C. Lee, D. Li, L. Ran & J. Lin. (2010). High-sensitivity software-configurable 5.8-GHz radar sensor receiver chip in 0.13-um CMOS for noncontact vital sign detection. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 58(5), 1-4.
DOI: 10.1109/tmtt.2010.2042856
- [15] G. Mateos & K. Rajawat. (2013). Dynamic Network Cartography: Advances in Network Health Monitoring. *IEEE Signal Processing Magazine*, 30(3), 129-143.
DOI: 10.1109/msp.2012.2232355

오 정 희(Jung Heui Oh)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한라대학교 사회체육학과(체육학사)
- 2017년 2월 : 연세대학교 스포츠레저학과(스포츠레저학 석사) 스포츠경영 마케팅 전공
- 2017년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 스포츠응용산업학과 박사과정
- 관심분야 : 스포츠산업, 스포츠마케팅, 빅데이터
- E-Mail : sbaby@yonsei.ac.kr

김 봉 현(Bong Hyun Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2012년 ~ 2015년 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2017년 ~ 현재 : U1대학교 스마트IT학과 교수
- 관심분야 : IoT, Medical Service, ICT convergence
- E-Mail : bhkim@u1.ac.kr