

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2023.23.6.163>
JIIBC 2023-6-24

안전사고 예방을 위한 센서 기술 기반 안전화 인식 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of a Sensor Technology-based Safety Shoe Recognition System to Prevent Safety Accidents

오경진*, 박정민**, 곽광진***

Kyoung-Jin Oh*, Jeong-Min Park**, Kwang-Jin Kwak***

요약 중대재해 처벌 등에 관한 법률의 등장으로 사업주와 경영책임자 및 법인 등은 산업현장에서 안전사고를 예방하기 위해 안전관리자를 대폭 늘리고, ISO 취득 등 많은 투자와 노력을 하고 있다. 또한 SSMS(Smart Safety Management System)을 도입하여, 인원의 관리 및 안전보호구의 관리 또한 진행되고 있다. 작업자의 생명을 보호하는 안전보호구에서 안전모, 안전고리, 안전복에는 IoT 기반의 관리 시스템이 적용되고 있지만 안전화의 경우 현장 관리자와 개인에게 맡겨지고 있고 여전히 안전사고에 취약한 상황이다. 이에 따라 본 연구에서는 현장 출입 시 작업자의 안전화 또한 착용 여부를 사전에 파악할 수 있도록 Raspberry PI 기반의 Sensor 인식 장비를 구현해 착용 여부를 확인하고 안전화 미착용으로 발생할 수 있는 사고를 예방하는 것을 목표로 한다.

Abstract With the introduction of the law regarding severe penalties for major accidents, employers, management executives, and corporations have significantly increased the number of safety managers and invested extensively in acquiring ISO certifications to prevent accidents in industrial sites. Moreover, the implementation of the Smart Safety Management System (SSMS) has facilitated the management of personnel and safety equipment. While IoT-based management systems have been applied to safety gear such as helmets, safety harnesses, and protective clothing, the responsibility for safety shoes still primarily lies with on-site managers and individuals, leaving a vulnerability to accidents. In this study, we aim to implement a Raspberry Pi-based sensor device to proactively detect workers' safety shoe usage upon entering the site. The goal is to confirm the usage of safety shoes and prevent accidents that may occur due to non-compliance with safety shoes regulations.

Key Words : IoT, NFC, Raspberry PI, Sensor, SSMS

*준회원, 한국공학대학교 컴퓨터공학과

**정회원, 한국공학대학교 컴퓨터공학과

***정회원, 한국공학대학교 산학협력단 연구과제팀

접수일자 2023년 11월 16일, 수정완료 2023년 11월 29일
게재확정일자 2023년 12월 8일

Received: 16 November, 2023 / Revised: 29 November, 2023 /

Accepted: 8 December, 2023

*Corresponding Author: kjkwak.phd@tukorea.ac.kr

Tech University of Korea for Research and Business Foundation, Korea

I. 서 론

코로나19의 부정적인 영향이 차츰 줄어들면서 주춤했던 건설업 또한 대규모 수주건 들이 동시에 발생하기 시작하였다. 그와 비례하여 산업재해 또한 높아지고 있다. 산업재해는 근로자가 노동 현장에서 작업 중 일어나는 모든 신체적인 부상, 사망, 및 정신적 피해 등을 의미하며^[1], 이를 예방하기 위해 정부는 중대 재해 처벌 등에 관한 법률을 통해 현장에서 발생하는 산업재해에 대한 처벌을 강화하였고, 기업에서는 안전사고를 예방하기 위하여 안전관리자 선임과 ISO를 취득하여 안전에 힘쓰고 있다. 또한 SSMS(Smart Safety Management System)을 도입하여 안전모, 안전복, 안전고리 등의 장비 착용 유무 확인 및 안전사고 예방에 많은 투자를 하는 상황이다. SSMS란 작업 공간과 환경 그리고 작업자 행동을 24시간 감시하고 이상 징후가 식별될 경우에 작업자 행동 분석과 작업 공간 및 환경 분석을 통해서 위험을 예측하고 수준을 판단한다^[2]. 그러나 이렇게 다양한 예방책도 만들어지고 안전교육도 많이 하고있지만 근로자의 상태 파악이 잘되지 않고 있고 위험 상황 또한 인지하지 못하고 있는 것이 현실이다^[3]. 현재도 안전화의 경우는 현장관리자와 개인에게 맡겨지고 있고, 제대로된 관리가 되지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 안전화 인식 기술을 구현하여 현장에 출입하는 안전화에 센서를 부착하고 이를 인식하는 리더기를 구현 후 수집된 안전화의 데이터를 중앙 네트워크로 취합할 수 있는 모듈을 구현 및 해당 데이터를 모니터링 및 통계를 내릴 수 있는 중앙 관리 모듈을 설계한다.

본 논문의 제 2장에서는 최근 발생한 산업재해 현황, 산업재해 유형 및 사고사례, IoT에 대하여 소개하고, 제 3장에서는 시스템 설계, 제 4장에서는 시스템 구현 및 제 5장에서는 성능평가를 소개하고, 제 6장에서는 결론을 기술한다.

II. 관련연구

1. 산업재해현황

고용노동부는 매년 근로자가 업무와 관련된 사망 또는 4일 이상의 요양을 요하는 부상을 입거나 근로환경에 의한 질병에 걸려 근로복지공단의 산업재해보상이 승인된 재해에 한하여 “산업재해 현황분석”의 자료를 발간하고 있다^[4].

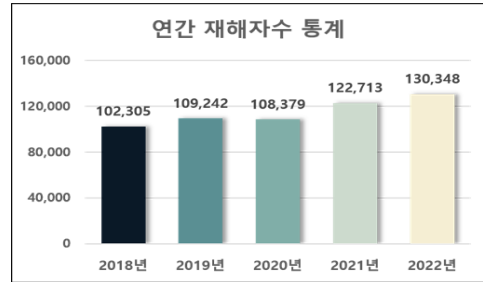


그림 1. 연간 재해자수 통계
Fig. 1. Annual casualty statistics

그림 1. 에서 조사한 바와 같이 최근 5년간의 자료(2018~2022)에서 국내 산업현장에서 발생한 연간 재해자 수의 통계는 2019년도의 경우 직전년도 대비 6.78% 증가하였고, 2020년도에는 -0.79%로 감소추세를 보이다가 다시 2021년부터는 13.23%, 6.2%의 증가하는 변화를 보여 전체적으로 상승하고 있는것으로 나타났다. 2022년 발생한 재해자 수 130,348명 중 사망자 수는 2,223명이며 사고 사망자 수는 874명, 재해 사망자수는 1,349명으로 집계된다.

그 중 건설업에서 발생한 최근 5년간의 재해자수 통계 현황 그림 2.를 보면 2019년부터 직전년도 대비 -1.72%, -1.51% 로 감소하다가 2021년부터 11.73%, 4.3%로 증가하는 추세를 보이고 있다.

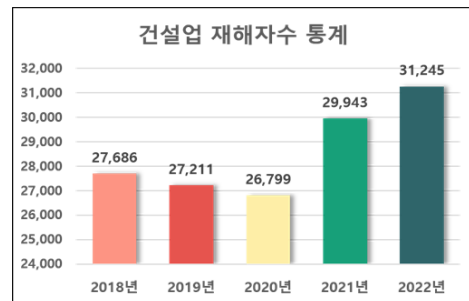


그림 2. 건설업 재해자수 통계
Fig. 2. Construction industry accident statistics

2022년의 통계를 보면 발생한 전체 재해자 수 130,348명 중 가운데 건설업에서 발생한 재해자 수는 31,245명(24%)를 차지했고 31,245명의 재해자 가운데 사고로 발생한 재해자는 27,432명이며 그중 사고사망자는 402명이 발생하였고 질병으로 인한 사망자는 3,813명이며 그중 137명이 질병사망자로 집계되었다.

2. 산업재해 유형 및 사고사례

산업재해 중 가장 비율이 높은 건수는 넘어짐과 떨어짐, 끼임 등이며 그 외에도 다양한 유형의 재해용어는 표 1. 과 같다.

표 1. 산업재해 유형별 용어
 Table 1. Industrial accident terminology

명칭	정의
떨어짐	높이가 있는 곳에서 떨어짐(추락)
넘어짐	사람이 미끄러지거나 넘어짐(전도)
깔림·뒤집힘	물체의 쓰러지거나 뒤집힘(전도)
부딪힘	물체에 부딪힘(충돌)
물체에 맞음	날아오거나 떨어진 물체에 맞음(낙하·비래)
무너짐	건축물이나 쌓여진 물체가 무너짐(붕괴·도괴)
끼임	기계설비에 끼이거나 감김(협착)

표 2. 안전보호구 미착용 사고 사례
 Table 2. Accident Cases Without Wearing Safety Protection

구분	발생시점	사고유형	규모	원인
사례1	20.07.05	낙하물체 발가락 타격	1명, 부상	안전화 미착용
사례2	20.09.09	불량적재물 전도	1명, 부상	안전화 미착용
사례3	21.07.14	튀어나온 못 밟음	1명, 부상	안전화 미착용
사례4	21.08.31	장비소음에 의한 청력손상	1명, 부상	귀마개 미착용
사례5	22.06.09	낙하물체 발가락 타격	1명, 부상	안전화 미착용
사례6	22.10.15	핀이 튀어 안구 타격	1명, 부상	보안경 미착용
사례7	22.11.04	낙하물체 발가락 타격	1명, 부상	안전화 미착용
사례8	23.01.02	슬리퍼 미끄러짐	1명, 부상	안전화 미착용
사례9	23.05.18	발 헛디딤으로 인한 추락	1명, 부상	안전벨트 미착용
사례10	23.06.16	장비 사용 중 손목 베임	1명, 부상	보호장갑 미착용

“건설공사 안전관리 종합정보망”에 나오는 사고사례 건 중 안전보호구 미착용으로 발생하는 사고사례에 대해 아래 표를 통해 확인할 수 있다. 표 2.의 경우 안전보호구를 착용하지 않을 경우 발생할 수 있는 사고로 물체의 낙하, 충격, 전도, 미끄러짐, 베임 등에 의한 위험작업 등이 사고사례로 나타내지고 있다. 그 중 본 연구에 해당하는 범위에 속하는 사고들은 안전화 미착용 사고유형으로

현장에서 작업을 하고있음에도 불구하고 안전화를 착용하지 않아 발생한 사고로 사전 관리가 부족해 발생한 사고이다

3. 사물인터넷 통신 네트워크(IoT Network)

사물인터넷(IoT)은 1999년 케빈 애시턴(Kevin Ashton)이 당시 판매하던 다양한 종류의 제품들에 RFID 태그를 부착하기 시작하면서 처음으로 용어가 탄생되었다. RFID 시스템은 120kHz, 13.56MHz, 868-930MHz(UHF 대역), 2.45GHz, 5.8GHz에서 동작하며 물품에 부착되는 태그와 이를 감지하는 리더기로 구성된다. UHF 대역의 RFID 시스템은 주파수 868-930MHz에서 동작되며 국가별로 서로 다른 주파수 범위를 가지며 한국에서는 917-923.5MHz가 UHF RFID용으로 배정되어있다. 따라서 UHF 대역 RFID 리더 안테나의 개발에서는 국가별로 개별화된 제품이 이용되거나 비교적 크기가 큰 안테나가 적용된다^[5]. “국립중앙과학관”에서 소개한 자료에 따르면 사물인터넷의 개념은 RFID 뿐만 아니라 다양한 센서 및 통신기술들과 결합하여 발전해 나가기 시작하였고 기술의 관점으로는 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network) 기술과 M2M (Machine-to-Machine) 기술이 있다.

WSN은 데이터를 수집할 수 있는 센서 노드들이무선으로 구성된 네트워크를 말한다. 센서 노드들은 일반가정이나 자연환경, 도로 등에 설치되어 환경의 변화를 측정 혹은 관찰할 수 있다. WSN은 이러한 장점들도 있지만, 단점도 존재한다. WSN은 유선 네트워크와는 달리센서 노드마다 배터리와 같은 제한된 전원이 장착되어동작한다. 배터리가 모두 소모되어 버리면 해당 센서 노드는 더는 제 역할을 하지 못하게 된다. 그러므로 네트워크가 오랫동안 유지되려면 에너지 소모를 최소화해야 한다. 네트워크의 에너지 효율을 높이기 위한 WSN 프로토콜이 다수 존재하며 방식도 다양하다^[6].

M2M(Machine To Marchin)은 IoT(Internet ofThing)의 핵심요소로서 스마트 그리드, 스마트 시티, 스마트 헬스, 환경 감시, 유통 감시 등과 같은 지능형 환경관제가 목적인 응용분야에서 광범위하게 활용 된다. M2M은 특정 유·무선 네트워킹 등을 의미하지 않으며 동일한 유형의 장치들 간에 통신하기 위한 유·무선 시스템 둘 다를 허용하는 기술이다^[7].

NFC(Near Field Communication)는 근거리 검색에 의한 연결접속 속도가 빠르다는 장점과 함께 양방향 데이터 전송이 가능하므로 서비스 제공자와 모바일 네트

워크, NFC 단말기 사이에서 사용자 정보의 저장, 가공 및 전달 등의 다양한 서비스를 제공하고 있다^[8]. 통신과 정의 반응속도가 매우빠르며, 초기 인증과정일 필요가 없이 바로 인식된다는 장점을 가지고 있다. 또한 보안강도 또한 높아 암호화 기술 적용이 가능하며, 무전력 통신이 가능하다는 장점이 있다.

III. 시스템 설계

본 장에서는 안전화 센서 인식 및 시각화를 위해 센서 리더 모듈 구축과, 시스템 제어처리, 데이터에 대한 저장과 시각화에 대한 설계 내용을 다룬다.

1. 시스템 프로세스

본 시스템은 기본 시스템 프로세스 작동을 위해 다음과 같이 3단계의 구성 및 설계를 한다. 다음 시스템 구조를 그림 3. 과 같이 나타낸다.

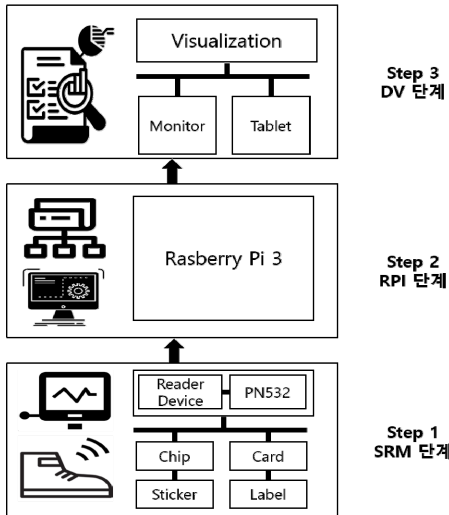


그림 3. 시스템의 프로세스
Fig. 3. System Process

- **1단계 : SRM(Sensor Reader Module)단계**는 센서를 제어 처리, 등록된 NFC 센서를 RPI 단계로 전송, 인식된 센서의 필요한 Data를 전달하는 역할을 수행한다. Reader기의 경우 PN532 장비를 사용하고 PRI 모듈과 통신하기 위해 I2C (Inter-Integrated Circuit) 인터페이스를 사용한다. I2C는 간단하면서도 다양한 디바이스 간의 직

렬 통신을 가능하게 해주는 통신 프로토콜로서 기본적인 연결형태로는 ‘SDA | SCL | GND | 5V’의 형태를 취하고 센서에서 가져오는 데이터는 ‘날짜 및 시간 | UID’값의 형식으로 이루어진다.

- **2단계: RPI(Raspberry Control Module)단계**는 1단계에서 넘어온 데이터를 파이프 ‘|’단위로 잘라 파싱하고, 해당 데이터를 저장, 서버 I/F처리, 시각화를 위한 I/F 통신 처리 역할을 한다. 첫 번째로 파싱된 데이터는 ‘날짜 및 시간’, 두 번째는 센서의‘UID’에 해당하는 데이터 요소의 값을 나타낸다.
- **3단계 : DV(Data visualization)단계**에는 2단계에서 파싱된 데이터 값을 보관하고, 태그에 따른 인식을 및 정확도에 대한 데이터를 그래프로 나타낸다.

2. 공정 시스템 아키텍처

공정시스템 아키텍처는 부착된 센서를 인식하는 ‘Machine implement’, 인식된 데이터를 수집하고 저장하는 ‘Data Collection’, 저장된 데이터를 시각화로 나타내는 ‘Visualizer’의 3가지 부분으로 나뉜다. 그림 4.는 공정 시스템 아키텍처의 구조를 나타낸다.

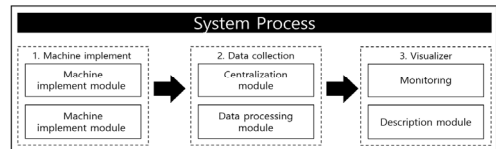


그림 4. 공정 시스템 아키텍처
Fig. 4. Process System Architecture

가. Machine implement

리더기로부터 센서의 데이터를 받을 수 있도록 리더기를 구현시키고 해당 센서와 접촉시 수집된 정보를 추출한다

- **Machine implement module**
인식된 센서로부터 받은 정보를 바탕으로 데이터를 수집하는 항목으로 전송할 수 있도록 만든다. 데이터는 센서위치, 접촉시간과 현재 수신상태, 오류 발생 여부를 저장한다.

나. Data Collection

Machine implement로부터 넘어온 데이터를 메인

장치에 이동시키고 해당 데이터를 분류별로 취합할 수 있도록 가공하고 수정하는 단계이다.

- Centralization module
수집된 데이터를 연결된 네트워크를 통하여 중앙 장치에 보관한다.
- Data processing module
여러 리더기로부터 감지된 데이터를 하나의 데이터로 취합할 수 있도록 가공한다.

다. Visualizer

Data Collection로부터 수집된 데이터를 그림 또는 그래프를 통해 시각화시킨다

- Monitoring
통합된 하나의 데이터를 지속적인 모니터링을 통해 사고를 예방한다.
- Description module
전달받은 모든 데이터를 그림이나 그래프로 시각화한다.

IV. 시스템 구현

그림 5. 와 같이 센서를 감지하기 위한 모듈로 PN532 칩을 사용하였고, 메인장비는 Raspberry PI3 모듈을 사용하였다. 안전화의 경우는 고무제 초경량 안전화로 현재 산업현장에서 실제로 사용하고 있는 안전화이다. 안전화에 부착되는 센서는 NFC 투명 스티커를 부착하여 사용하였다.

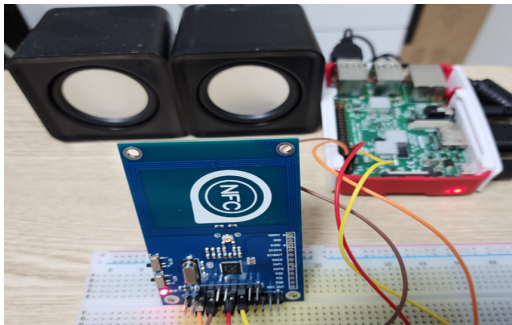


그림 5. 테스트 장비
 Fig. 5. Test Equipment

라즈베리파이와 PN532의 연결방법은 표 3. 과 같다. SDA(Serial Data Line)은 데이터를 전송하기 위한 연결이며, SCL(Serial Clock Line)의 경우 데이터 전송을 타

이밍을 조정하기 위한 연결방법이다. GND(Ground)는 전기 회로의 기준점으로 사용되며 5V는 전원 공급용 연결로 PN532 모듈에 전력을 공급하는 역할을 한다. Mode는 IIC(Inter-Intergrated Circuit)를 사용하며 IIC는 I2C라고도 한다. I2C 방식은 클록과 데이터 개방 드레인 핀 2개를 사용하므로, SPI 보다 하드웨어가 간단하지만, 데이터 읽기/쓰기가 서로 다른 사이클에서 진행되므로, 데이터 처리량이 적다⁹⁾. SET0는 H, SET1은 L 설정으로 셋팅한다.

표 3. Raspberry PI3 와 NFC 모듈 연결
 Table 3. Raspberry PI3 to NFC Module

PN532	Raspberry PI3
5V	5V
GND	GND
SDA	SDA0
SCL	SCL0

그림 6.는 센서를 인식하기 위해 구현된 모습이다. 보는 바와 같이 PN532 모듈이 센서를 인식하기 위해 작동 중인 모습을 볼 수 있다. 작업자는 부착된 안전화를 센서에 태그할 경우 다음 그림 7.과 같이 UID 값이 인식되는 것을 확인할 수 있었다.

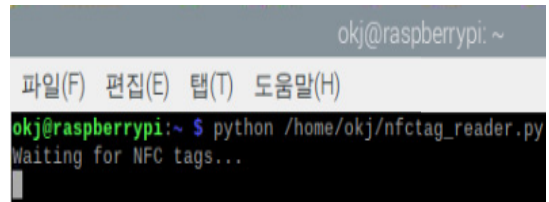


그림 6. PN532 & Raspberry PI3 장비 구동
 Fig. 6. PN532 & Raspberry PI3 equipment operation

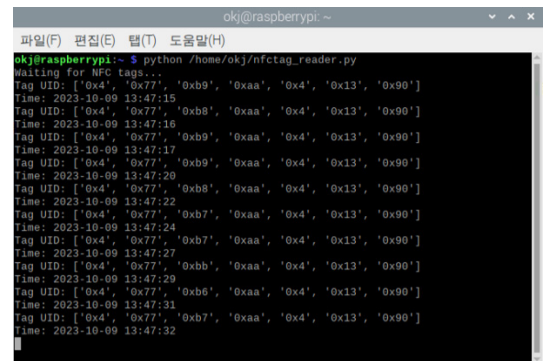


그림 7. 센서 인식
 Fig. 7. Sensor Recognition

그림 7.에서 보는 바와 같이 센서 태그될 경우 UID값과 태그된 시간이 나타나게 된다.

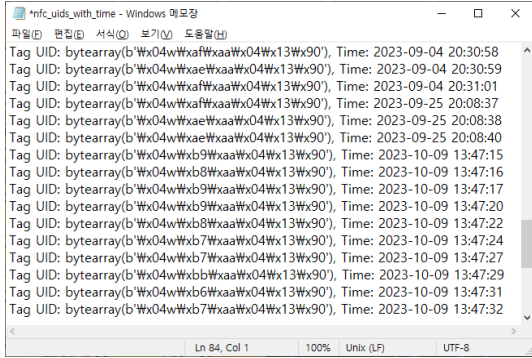


그림 8. 데이터 저장
Fig. 8. Data Save

그림 8.에서 보는 바와 같이, 태그된 센서는 별도의 파일 형태로 저장되어 기록되게 된다. 이 후 해당 UID값을 기존에 데이터베이스에 등록된 값과 매칭하여 작업자의 정보 및 착용여부를 정확하게 확인 할 수 있게 만드는 것이 목표이다.

V. 성능 평가

본 시스템의 유효성을 검증하기 위하여 사용한 지표로는 Accuracy, Precision, Recall, F1-score를 사용하여 자체평가를 통해 검증하였다.

연구실험을 하기위한 환경은 아래와 같다. SBC Device인 Raspberry Pi3 Model B V1.2 를 사용하였으며 CPU는 ARM 1.2GHz 쿼드 코어를 사용하였고, 1GB의 RAM을 사용하였다. 스토리지는 32GB의 Micro SD Card를 사용하였으며 운영체제로는 Raspberry Pi Foundation에서 개발한 공식 Raspberry Pi용 OS으로 Debian 기반으로 만들어진 Raspbian 을 사용하였다. 센서를 감지하는 장치는 ITEAD PN532 NFC Module 을 사용하였고, PN532 NFC 모듈의 경우 13.56MHz 근접통신에 주로 사용되며 내장형 안테나가 장착되어 외부 코일이 필요없다는 장점이 있다. 또한 통신용 SPI, IIC 및 UART 인터페이스와 호환이 되는 장점이 있으며, Raspberry Pi 에 대한 NFC 라이브러리 지원을 통해 NFC 기능을 갖춘 제품 개발에 매우 편리하다. 마지막으로 안전화에는 센서필름을 부착하여 테스트를 진행하였다.

본 실험은 안전화에 부착된 센서를 감지기에 각각

100회, 1000회, 2000회 시도하였고, 인식률에 대한 값이 다음 표 3. 과 같이 나타났고, 그래프로 나타내었을때는 그림 9 와 같다.

표 4. NFC 센서 분류성능평가 지표
Table 4. NFC Sensor confusion matrix

TEST	100	1,000	2,000
Accuracy	0.93	0.933	0.938
Precision	0.9789	0.9915	0.9926
Recall	0.949	0.9405	0.9446
F1-Score	0.9637	0.9653	0.9680

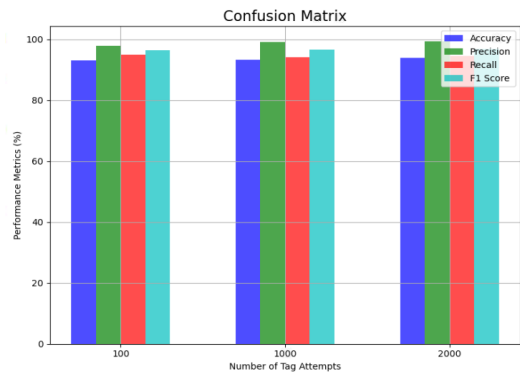


그림 9. 분류성능평가 지표 그래프
Fig. 9. Confusion Matrix Graph

- 100회 기준 성능평가
100회의 시도에서 93회가 정확하게 인식되었으며, 2회가 잘못 인식이 되었으며, 5회가 인식 되지 않았다. 이로 인하여 정확도는 93.0%로 계산되었고, 정밀도는 97.89%, 재현율은 94.9%, F1 점수는 96.37%로 산출되었다.
- 1000회 기준 성능평가
1000회 시도에서 933회가 정확하게 인식되었으며, 8회가 잘못 인식이 되었으며, 59회가 인식 되지 않았다. 이로 인하여 정확도는 93.3%로 계산되었고, 정밀도는 99.15%, 재현율은 94.05%, F1 점수는 96.53%로 산출되었다.
- 2000회 기준 성능평가
2000회 시도에서 1876회가 정확하게 인식되었으며, 14회가 잘못 인식이 되었으며, 110회가 인식 되지 않았다. 이로 인하여 정확도는 93.8%로 계산되었고, 정밀도는 99.26%, 재현율은 94.46%, F1 점수는 96.8%로 산출되었다.

위의 결과들은 실험에서 사용된 태그 시도 횟수에 따라 시스템의 분류 성능이 어떻게 변화하는지 명확하게 보여준다. 실험 결과는 시스템이 높은 정밀도와 재현율을 유지하면서 다양한 환경에서 안정적으로 동작함을 확인할 수 있었다.

VI. 결 론

본 논문에서는 안전사고 예방을 위한 센서 인식 기반 안전화 인식 기술을 설계하였다. 모든 산업현장에서는 안전사고 예방에 대한 중요성을 강조하고 있고 이를 예방하기 위해 국가 및 기업은 다양한 방법을 통해 노력하고 있다. 성공적인 사고 예방을 위해서는 안전모, 안전고리 등 특정 안전 보호구만 관리하는 것이 아닌 안전화 또한 중요 관리 수단으로 인식하고 넓게는 모든 안전장비가 스마트 시스템을 통해 관리되도록 해야 한다. 따라서 안전화 센서 인식 기술의 도입을 위해서는 리더기의 구현과 구현된 리더를 통한 센서 데이터가 필요하므로 리더기에 수집되는 데이터의 정보를 가공하고 가공된 데이터를 이용하여 결과물을 분석 및 통계를 낼 수 있도록 하였다.

본 논문에서는 센서와 리더기의 감지 및 감지정보를 데이터화하여 관리하는법까지 구현하였으나, 실제 다양한 산업현장에서 출입을 관리하도록 출입현장의 조건에 맞는 장비의 추가 및 현장장비와의 호환성을 고려해 봐야 하기에 아직 현업에서 사용하기엔 어려움이 있다.

향후 연구에서는 좀 더 유연한 명령을 내릴 수 있는 방법을 모색하고, 데이터 인식 뿐 아니라 오류의 발생 시 발생된 원인 및 음성안내를 통한 관리방법을 모색하고 PC 뿐 아니라 모바일 관리까지 가능한 시스템을 구축하여 현업에서 사용해 보는 것이 좋을것으로 보인다.

No.4, pp. 817-823, 2020.

- [3] Lee, Dong-Gun, Kim, Won-Boem, Kim, Joong-Soo, Lim, Sang-Keun, Kong, Ki-Sok "Smart Safety Helmet Using Arduino", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 19, No. 1, pp.77-83, Feb. 28, 2019
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.1.77>
- [4] Occupational Safety and Health Research Institute, 2022 Korea industrial accident analysis.
<https://www.kosha.or.kr/kosha/data/industrialAccidentStatus.do?mode=view&articleNo=438399&article.offset=0&articleLimit=10>, 2022
- [5] H. Cheng, J. Zhang, H. Cheng, and Q. Zhao, "Compact design of circularly polarized antennawith vertical slotted ground for RFID readerapplications", Journal of Electrical ComputerEngineering, Vol. 2017, pp. 1-5, Dec. 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/1936849>
- [6] Jong-Yong Lee "Improvement of Cluster-head node's Transmission Method in Cluster-based WSN Protocol", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 19, No. 5, pp.87-91, Oct. 31, 2019
<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2019.19.5.87>
- [7] Beum-Su Park, Tae-Yong Kim, Seung-Hyun Lee, Ho-Seob Lim, Dae-Seong Kan "Implementation of the Middleware System Using Effective Memory Structure in M2M Network", Journal of KIIT. Vol. 13, No. 4, pp. 69-76, Apr. 30, 2015.
DOI: <https://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2015.13.4.69>
- [8] Seung-Hwan Park, Hyeong-Mo Park, and Yung-Ser Kim "Implementation of NFC Smartphone-based Lock System Using Direct Smart Chip Mounting Method", Journal of KIIT. Vol. 13, No. 12, pp. 15-22, Dec. 31, 2015
DOI : <http://doi.org/10.14801/jkiit.2015.13.12.15>
- [9] Sang-bong Park, Jeong-hwa Heo "Implementation and design of fuse controller using single wire serial communication", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 15, No. 6, pp.251-255, Dec. 31, 2015
DOI: <http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.6.251>

References

- [1] Jeon, Kyong-Deck, Shin, Seung-Jung "Proposal of Construction System to prevent Dongbari Collapse by applying IT Convergence Technology", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.20, No.5, pp.113-120, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.5.113>
- [2] Jung-ho Eom, "An Architecture of a Smart Safety Management System to prevent safety Accidents in Workplace" Journal of Digital Contents Society Vol.21,

저 자 소 개

오 경 진(준회원)



• Kyoung-Jin Oh is currently studying at Tech University of Korea for a Master candidate in the department of computer engineering in 2023. His research interests include the Database, BigData, Data Analysis, etc.

박 정 민(정회원)



• Jeong-Min Park received his BS in Computer Science at Korea Polytechnic University in 2003. He received his MS and PhD in at SungKyunKwan University in 2005 and 2009, respectively. He is currently a professor at the department of Computer Science at Korea Polytechnic University. His research interests include Cyber Physical System(CPS), Autonomic Computing, Software Engineering, etc.

곽 광 진(정회원)



• Kwang-Jin Kwak received his MS in computer Science at Konkuk University in 2010 and 2016, he received his PhD in at Tech University of Korea. He is currently t Tech University of Korea for Research and Business Foundation. His intersts GIS, Information Retrieval, Text Mining, Database, NoSQL, etc.

※ 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기본연구지원사업임 (NRF-2021R1F1A1063634).
※ 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 ICT혁신인재4.0 사업의 연구결과로 수행되었음. (IITP-2023-RS-2022-00156326)