

유무선 카운팅 연동형 AI 영상분석 비상문 개폐 시스템 개발

강철수¹, 홍지연², 김봉현^{3*}

¹(주)KNX정보통신 연구소장, ²(주)KNX정보통신 대표, ^{3*}서원대학교 소프트웨어학부 교수

Development of AI Image Analysis Emergency Door Opening and Closing System linked Wired/Wireless Counting

Cheol-soo Kang¹, Ji-yun Hong², Bong-hyun Kim^{3*}

¹Research Director, KNX Information & Communication Co., Ltd.

²CEO, KNX Information & Communication Co., Ltd.

^{3*}Professor, School of Software, Major of Computer Engineering, Seowon University

요약 위험상황 발생 시 비상구 역할을 하는 옥상은 소방법상 화재를 대비하여 개방되어 있어야 한다. 그러나, 옥상 문 개방 시 불법적인 출입, 범죄, 투신 등 각종 사건, 사고 발생의 장소가 되고 있다. 그러다보니, 범죄 및 각종 사건, 사고의 방지를 위하여 시설관리 측면에서 옥상 출입문을 폐쇄하는 것이 현실이다. 이에, 정부에서는 옥상 출입문에 전자식 자동개폐장치 설치를 의무화하는 내용의 주택건설기준 등에 관한 규정 입법을 추진하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 지능형 비상문 개폐장치 시스템을 제안하였다. 이를 위해, 유무선 출입 카운팅 및 AI 영상분석을 연동하여 지능형 비상문 개폐 시스템을 개발하였다. 최종적으로, 장치상태 실시간 모니터링 이벤트 알람 중앙 집적 방식의 원격제어 및 이력관리 기능이 제공되는 무선통신 기반 통합 관리 플랫폼 구축이 가능하다.

주제어 : 비상문 개폐장치, AI 영상분석, 유무선 카운트 센서, 모니터링 관계, 지능형 시스템

Abstract In case of a dangerous situation, the roof, which serves as an emergency exit, must be open in case of fire according to the Fire Act. However, when the roof door is opened, it has become a place of various incidents and accidents such as illegal entry, crime, and suicide. As a result, it is a reality to close the roof door in terms of facility management to prevent crime, various incidents, and accidents. Accordingly, the government is pushing to legislate regulations on housing construction standards, etc. that mandate the installation of electronic automatic opening and closing devices on rooftop doors. Therefore, in this paper, an intelligent emergency door opening/closing device system is proposed. To this end, an intelligent emergency door opening and closing system was developed by linking wired and wireless access counting and AI image analysis. Finally, it is possible to build a wireless communication-based integrated management platform that provides remote control and history management in a centralized method of device status real-time monitoring and event alarm.

Key Words : Emergency door opening & closing, AI image analysis, Wired/wireless count sensor, Monitoring control, Intelligent system

*This paper was supported by Start-up Growth Technology Development Project(S2960610) in 2022.

*Corresponding Author : Bong-hyun Kim(bhkim@seowon.ac.kr)

Received October 21, 2022

Revised November 1, 2022

Accepted December 20, 2022

Published December 28, 2022

1. 서론

건물의 옥상과 같은 옥외시설은, 화재와 같은 비상 상황 발생시, 입주자들이 대피할 수 있는 장소이다. 그러나 옥외시설로의 자유로운 출입이 허용되면, 안전 사고의 위험이 높아지므로, 옥외시설로 통하는 비상문은, 정상 상황에서는 폐쇄되어 있어야 한다. 기존의 비상문 대부분은 수동으로 열쇠나 각종 잠금장치에 의해 개폐된다. 비상 상황을 감지하여, 자동으로 비상문을 개폐하는 비상문 개폐장치는 신축 건물을 중심으로 보급되고 있다. 하지만, 비상문 개폐장치의 설치 현장을 방문 점검하지 않는 이상, 강제 침입 여부와 장치의 정상 작동 여부를 확인할 방법이 없는 상황이다[1,2].

또한, 위험상황 발생 시 비상구 역할을 하는 옥상은 소방법상 화재를 대비하여 개방되어 있어야 하지만, 옥상 문 개방 시 '18년도 11월 인천아파트에서 학생이 집단 폭행 뒤 옥상에서 떨어져 숨진 사고 등 불법적인 출입과 범죄, 투신 등 각종 범죄 장소의 온상이 되고 있는 상황이다. 이러한 상황이 종종 발생하면서 범죄 및 각종 사건 사고의 방지를 위하여 시설관리 측은 옥상 출입문을 폐쇄하는 것이 현실적인 상황이다. 이에, 열어도 닫아도 '문제'라는 개방 논란이 이어진 끝에 국토교통부는 옥상 출입문에 전자식 자동개폐장치 설치를 의무화하는 내용의 주택건설기준 등에 관한 규정 입법을 추진하였으며, 2020년 4월부터 공포·시행하고 있다[3].

주택건설기준 등에 관한 규정 제16조 2항(출입문)을 보면 주택단지 안의 각 동 옥상 출입문에는 [화재예방, 소방시설 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률] 제39조 1항에 따른 성능인증 및 같은 조 제2항에 따른 제품검사를 받은 비상문 자동개폐장치를 설치하여야 한다. 다만, 대피공간이 없는 옥상의 출입문은 제외한다고 되어 있다. 또한, 제2항에 따라 설치되는 전자출입시스템 및 제3항에 따라 설치되는 비상문 자동개폐장치는 화재 등 비상시에 소방시스템과 연동되어 잠김, 상태가 자동으로 풀려야 한다고 되어 있다[2].

건축법 시행령 제40조(옥상 광장 등의 설치)를 보면, 2019년 12월 비상문 입법예고를 통해 입법예고 기간은 '19년 12월 20일부터 '20년 1월 30일까지(40일간)이고 관계기관 협의, 법제처 심사, 국무회의 등을 거치어 '20년 4월 경 공포/시행하도록 되어 있다[4].

이러한 현실적 상황과 법률적 적용으로 옥상 개방 여부에 대한 논란 속에서 비상문 자동개폐장치는 이러한

두 가지 문제를 해소할 수 있는 유일한 대안으로 꼽히면서 많은 기술이 적용된 제품들이 출시·유통되고 있다.

하지만, 기존의 제품들은 화재 및 소방안전에 대한 관점에 집중되어 소방관련법에서 규정하는 성능인증 및 제품검사 기준에만 맞추어져 있고, 방법이나 시설 안전 관리 측면에 대하여 전혀 고려되지 않고 있는 실정이다. 또한, 화재 발생 시 외에는 폐쇄 유지되도록 하고는 있지만, 관리 및 시설물 설치의 목적을 위하여 옥상 이용 후 폐쇄 조치 부주의, 시설 구조물 노후화 및 이격 등으로 제대로 잠김 조치되지 않는 등의 관리·인적 오류를 포함하여 발생될 수 있는 다양한 경우에 대한 대안이 부족한 상황이다.

현재 옥상 방법을 위해서는 별도의 시스템 및 설비를 구축해야 하기에 비용적 측면이라는 부담감을 감내해야 하는 것이 현실의 장벽으로 작용, 대다수의 시설관리 기관(조직)은 비상문 자동개폐장치의 상시 폐쇄라는 원칙에 의존하고 관리의 어려움으로 인해 방치되고 있는 것이 현실이다.

따라서, 본 논문에서는 지능형 비상문 개폐장치 시스템을 제안하였다. 이를 위해, 유무선 출입 카운팅 및 AI 영상분석을 연동하여 지능형 비상문 개폐 시스템을 개발하였다. 최종적으로, 장치상태 실시간 모니터링 이벤트 알람 중앙 집적 방식의 원격제어 및 이력관리 기능이 제공되는 무선통신 기반 통합 관리 플랫폼 구축이 가능하다.

2. 관련 기술 현황

2.1 해외 현황

글로벌 소방기업들도 비상문 자동개폐장치 관련 사업을 확대하고 있으며, 각국의 법령이나 안전 수칙에 따라 IT 기술과 융합을 통한 다양한 서비스 제공 및 신제품 보급을 확대하고 있는 추세이다.

미국의 경우, 비상문 방화문에 적용한 자동 폐쇄 장치 작동에 대한 정기 인증(NEPA(미국방화협회) 80의 기본 구축 요구사항과 IBC(International Building Code) 인증)을 획득한 제품인 DORMA 및 Fixfire 등 여러 가지 형태의 제품이 출시되고 있다. 출시되고 있는 DORMA 및 Fixfire 등 여러 제품은 무선 통신 인터페이스 호환 기능과 충·방전 및 배터리 관리 기능이 부재한 문제점이 있다[5].

유럽의 경우, BS 7273-4(BS 7273 인증 : 영국 표준 인증기관에서 2015년 개정된 자동폐쇄 비상문에 대한

화재감지 및 화재경보 시스템 간의 긴급신호 경로, 무선 기술 등에 관한 인증 메커니즘) 라는 자동폐쇄 비상문에 대한 화재감지 및 화재경보 시스템 간의 긴급신호 경로, 무선 기술 등에 대한 획득한 제품이 출시되고 있다. 유럽 시장 점유율이 높은 Freedom 제품의 경우 건물 화재 경보 시스템과의 연동이 불가능하며, 국내 규격에 맞지 않는 배터리를 사용하고 있다는 단점이 있다[6,7].

2.2 국내 현황

비상문 자동개폐장치 설치 의무화 및 대상범위 확대 로 인해 소방설비 제조업체 및 통신기기 제조업체 중심으로 제품이 출시되고 있다. 기존의 비상문 자동개폐장치 관련 기술은 중소기업 위주의 일반 비상문 자동개폐장치 제품으로 출시되어 판매되고 있는 상황이며, 대부분 상용화 제품은 화재수신기와 유선(3선)통신 연동 기반 비상문 개폐 기능만 보유하고 있는 실정이다.

기존의 비상문 개폐 기술 및 제품은 아래와 같은 현황과 문제점이 있다.

- ① 범죄 및 방범 사고 예방·관리에 대한 방안 부재로 별도의 시스템 구축은 현실적인 대안 불가
- ② 현장의 제어부 및 관리기를 통해서만 확인이 가능하기에 즉각적인 대처 불가
- ③ 현장 확인 및 테스트를 통해서만 정상 작동여부 확인이 가능하기에 효율적 시설 유지·관리 불가
- ④ 대다수의 제품이 유선 기반 통신만을 지원, 별도의 시공비가 발생
- ⑤ 비상문 개폐(단일목적) 구성으로 확장성 불가
- ⑥ 중앙관제 기능 부재로 기존 제품은 이를 도입하고자 할 경우, 별도의 개발이 필요하며, 출입자, 시간 등 출입이력관리 기능 부재
- ⑦ 현행 소방중계기는 3층 단위로 화재감지 및 벨 울림으로 기존 제품의 비상문 개폐기능을 이용하기 위해서는 3층 단위로 중계기 설치

결국, 기존 기술 및 제품의 경우, 여러 가지 문제점이 제기되고 있기에 이를 해결하기 위한 장치상태 실시간 모니터링 이벤트 알람 중앙 집적 방식의 원격제어 및 이력관리 기능이 제공되는 무선통신 기반 통합 관리 플랫폼 구축이 필요한 상황이다.

따라서, 이벤트 발생과 동시에 영상 감지·분석이 수행되고, 실시간 판독 및 알림으로 정확한 현장 정보 제공이 가능하며, 원격제어 및 재난안전사고 발생 시 기기

상태와 상관없이 강제 단선개폐 시키는 기능을 통하여 안정성이 강화된 플랫폼이 필요하다. 또한, 무선통신·중앙집적 관리를 통하여 추가 선로, 중계기 추가설치 비용이 발생하지 않기에 저가 구축 및 비용 절감의 효과를 증대시키고, 플랫폼 내 DB를 통하여 상태 이력 및 사용 여부 등에 대한 데이터를 기록함으로써 체계적인 시설 관리가 가능한 기술 개발이 시급하다[7,8].

결국, 실시간 모니터링 및 이력, 제어관리 기능을 통하여 장치의 정상 작동 여부 및 동작 오류에 대한 효율적 유지·관리가 가능하며, 확장성을 고려한 플랫폼 기반의 제품으로 이상음원, IoT 화재 센서 등과의 연계구축 가능으로 시설관리 시스템화 확장성 향상을 위한 시스템이 개발, 추진되고 있다.

3. 시스템 개발

본 논문에서는 기존의 장치 중심의 단일 목적형 비상문 개폐장치의 고착화된 서비스 한계성에서 벗어나 장치상태 실시간 모니터링, 이벤트 알람, 중앙 집적 방식의 원격제어 및 이력관리 기능이 제공되는 5G 무선통신 기반 통합관리 플랫폼과 이상 이벤트 발생 시 영상장치와 출입 감지장치를 통한 실시간 현장분석, 모니터링 및 파악으로 상황판단 및 즉각적인 조치가 가능한 5G, AI 영상 융합형 안전관리 플랫폼 개발을 위한 핵심 요소인 출입통제와 관련하여 연동 기술인 유무선 카운팅과 AI 영상분석장치를 개발하였다.

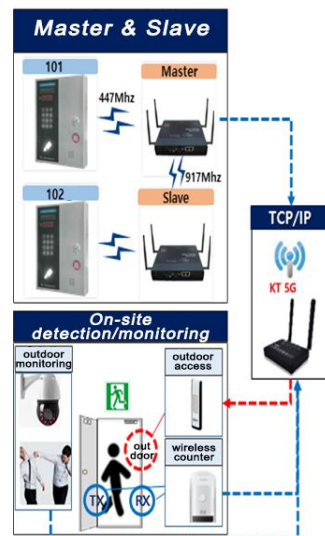


Fig. 1. System overview

이러한 비상문 자동개폐장치는 화재 발생으로 인해 생성된 화재 신호를 수신하는 화재 감지부, 비상문의 개폐 상태를 감지하며, 화재 신호 또는 비상 버튼에 의해 생성된 비상문 개방 신호를 비상문의 잠금장치로 전달하는 도어 개폐부 및 화재 신호, 비상 버튼 또는 옥외 출입버튼에 의해 비상문의 개방시, 촬영 시작 명령을 CCTV 카메라로 전달하는 CCTV 인터페이스를 포함한다.

3.1 유무선 카운터센서 연동

카운터 센서는 비상문을 통해 출입한 사람의 수를 카운트한다. 카운터 센서는 비상문 개폐 후 옥외시설로 진출하거나 옥상에서 진입한 사람의 수(이하 카운트 값)를 무선 중계 장치를 통해 관제 서버로 전송할 수 있다. 선택적으로, 카운터 센서는 통신 라우터에 직접 연결되어 카운트 값을 관제 서버로 전송할 수도 있다.

카운터 센서에 의해 CCTV 동영상 등을 통해 시각적으로 확인할 수 없는 비상 상황에서도 옥외시설에 진입한 사람의 수를 정확하게 파악할 수 있게 된다[9].

출입 통제 연동을 위한 카운팅은 무선 카운터 센서를 기본으로 사용하면서 유선 카운터 센서를 연계하여 신뢰성을 확보하였다. 유무선 카운터 센서 연동에 대한 테스트는 카운터 센서(무선&유선)와 서버 간 정상적 통신 연결 및 유지, 카운터 센서의 발생 데이터가 변질·누락 없이 그대로 서버로 전송되어 사용자 UI와 DB에 반영·저장되는지 확인하였다. Fig. 2는 무선 및 유선 카운터 센서 연동에 대한 테스트 구성도이다.

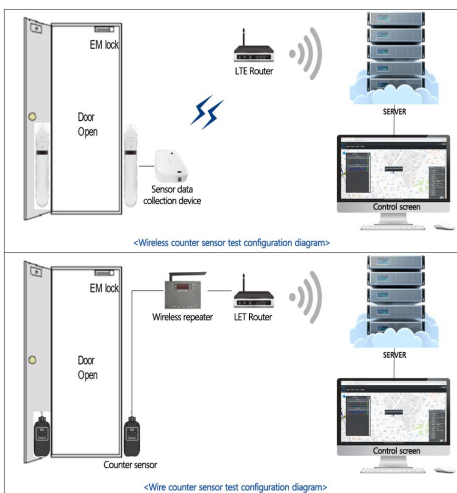


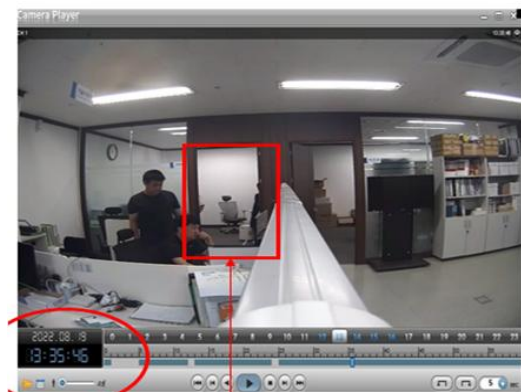
Fig. 2. Wireless/Wire counter sensor test configuration diagram

무선 및 유선 카운터 센서 연동에 대한 테스트는 장비를 설치하고 일상적인 운영에서 지정장소에 대한 출입 감지 및 서버 운영을 하였다. 이 과정에서 사실관계 검증을 위한 별도의 영상 녹화를 수행하였다. 최종적으로 관제 플랫폼 이력관리 DB 테이블 데이터 모니터링 및 테스트를 수행하였으며, 오검출 케이스에 대한 영상 확인을 통한 원인 분석을 진행하였다.

Fig. 3은 플랫폼 이력 데이터에서 수신된 카운터 센서 데이터를 확인하기 위한 이력 DB 체크 화면이며, Fig. 4는 사실관계 검증을 위한 녹화 화면으로 모션감지를 통한 데이터를 관리하는 것이다. 최종적으로 테스트 결과를 Table 1로 표현하였다.

Receive counting sensor data

Fig. 3. Counter sensor detection data reception history DB



Motion detection angle

Fig. 4. Recording screen for fact verification

Table 1. Test results

Division		Total sample status	Total detection sample status	False positives
Total number		858	838	-20
Details	In	429	415	-14
	Out	429	423	-6
Accuracy(%)		97.67%		
False positive rate		2.33%		

3.2 AI 영상분석장치

AI 영상분석장치는 CCTV 카메라로부터 CCTV 동영상을 수신하며, CCTV 카메라는 비상문의 개방을 감지한 비상문 자동개폐장치에 의해 촬영을 시작하며, CCTV 동영상을 저장할 수 있다.

분석 영역에서는 이상행동 분석 알고리즘을 이용하여 CCTV 동영상의 연속된 프레임 분석하며, 이상행동 분석 알고리즘은 프레임에서 인물 객체, 위험 영역 및 안전 영역을 식별하며, 인물 객체가 위험 영역에 위치하면 스냅샷을 생성할 수 있다[10-13].

또한, 폭력행동 분석 알고리즘을 이용하여 CCTV 동영상의 연속된 프레임 분석하며, 폭력행동 분석 알고리즘은 프레임에서 복수의 인물 객체를 식별하고, 복수의 인물 객체 각각에 대한 움직임 벡터를 결정하며, 복수의 인물 객체가 하나로 그룹화되며 움직임 벡터 방향이 일정하지 않으면 스냅샷을 생성할 수 있다[14][15].

AI 영상분석을 위한 알고리즘은 Color 기반의 객체 감지 후보영역을 탐지하는 방식으로 RGP Color Space 및 HSV Color space에서 아래 조건을 만족하는 영역을 추출하였다.

$$R \geq G \geq B \quad - R, G, B: RGP \text{ Color Space 에서 } R/G/B \text{ Channel}$$

$$R > R_T \quad - S: HSV \text{ Color Space에서 Saturation}$$

$$S > (255 - R)S_T / R_T \quad - R_T, S_T: \text{Threshold}$$

또한, ARM 기반의 CPU를 이용하는 Raspberry Pi 에 부적합하여, C++ 기반의 IVS VA Engine을 Raspberry Pi에 Porting하여 1FPS 이하의 속도 성능을 보였다. CPU 기반의 연산을 최소화하기 위하여 Deep

Learning 기반으로 Object Detection 방법을 활용하였으며, 특징 추출 및 최종 판단 과정을 TPU에서 처리하고, SSD(MobileNetV1) Architecture를 사용하였고, KOTRA 제공 폭력 영상파일 활용하여 학습시켰다.

이러한 AI 영상분석장치는 CCTV 동영상을 수신하여 저장하는 스트리밍 모듈, CCTV 동영상을 분석하여 사고 발생 가능성을 감지하며, 스냅샷을 생성하는 지능형 분석 모듈, CCTV 동영상을 스트리밍 모듈 및 지능형 분석 모듈 중 어느 하나 또는 양쪽에 전달하며, 관리자 단말로 CCTV 동영상을 전송하는 CCTV I/O 모듈 및 스냅샷을 관제 서버로 전송하는 지능형 프로세서를 포함한다. Fig. 5는 AI 영상분석장치를 구현한 것이다.

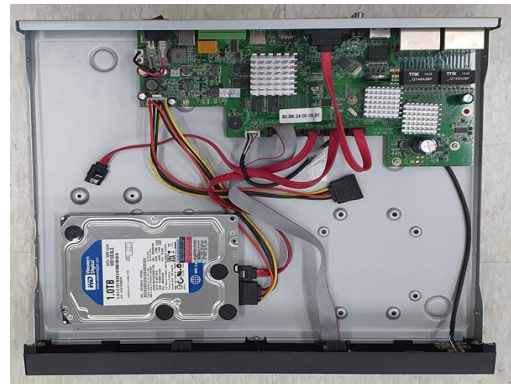


Fig. 5. AI video analysis device

AI 영상분석장치는 스트리밍 모듈, 지능형 분석 모듈, CCTV I/O 모듈 및 지능형 프로세서를 포함한다. 스트리밍 모듈은 CCTV 동영상을 수신하여 저장한다. CCTV 동영상은 CCTV 카메라에 의해 생성되며, 스트리밍 모듈에 저장된다. 지능형 분석 모듈은 CCTV 동영상을 분석하여, 사고 발생 가능성을 분석한다. 지능형 분석 모듈은 방법 사고, 안전 사고의 유형별로 상이한 둘 이상의 영상 분석 알고리즘을 이용할 수 있다. 분석 결과, 사고 발생 가능성이 있으면 지능형 분석 모듈은 CCTV 동영상에서 스냅샷을 추출한다. CCTV I/O 모듈은 CCTV 카메라 및 관리자 단말 간 연결을 위한 모듈이다. CCTV I/O 모듈은 CCTV 카메라로부터 수신한 CCTV 동영상을 스트리밍 모듈 및 지능형 분석 모듈 중 어느 하나 또는 양쪽에 전달한다. 한편, CCTV I/O 모듈은 관리자 단말로부터 수신한 CCTV 동영상 제공 요청에 따라 스트리밍 모듈에 저장된 CCTV 동영상 또는

CCTV 카메라로부터 수신한 CCTV 동영상을 관리자 단말로 전송한다. 지능형 프로세서는 영상분석장치의 작동 을 제어한다. 지능형 프로세서는 지능형 분석 모듈의 분석 결과 사고 발생 가능성이 감지되면 CCTV 동영상에 서 추출된 스냅샷을 통신 라우터를 통해 관제 서버로 전송한다. 관제 서버는 스냅샷을 모바일 앱 및 웹 플랫폼에 표출하여 관리자가 사고 발생 가능성을 인지하도록 한다. 추가적으로, 육안으로 스냅샷을 판단하기 어려운 경우, 관리자는 영상분석장치에 접속하여 녹화된 CCTV 동영상을 확인할 수 있다. 지능형 프로세서는 스트리밍 모듈로부터 CCTV 동영상을 관리자 단말로 전송한다.

AI 영상분석장치에 대한 테스트는 영상분석장치와 서버 간 정상적 통신 연결 및 유지, 영상분석장치의 객체감지 이벤트 발생 데이터가 변질·누락 없이 그대로 서버로 전송되어 사용자 UI와 DB에 반영·저장되는지를 확인하였다. 테스트 시나리오는 유무선 카운터 센서에 대한 테스트와 동일한 방식으로 진행하였다. Fig. 6은 영상 데이터 관리를 위한 플랫폼 이력 데이터에서 수신에 따른 이력 DB 화면을 나타낸 것이다.

ID	카메라명	상태	위치	이벤트명	이벤트타입	발생 시간	관제 시간	관제자	주요 내용
30073	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208001	0.00	2022.08.07 17:24:41		
30074	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208002	0.00	2022.08.07 17:24:28		
30075	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208003	0.00	2022.08.07 17:23:28		
30076	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208004	0.00	2022.08.07 17:22:18		
30077	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208005	0.00	2022.08.07 17:21:18		
30078	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208006	0.00	2022.08.07 17:20:18		
30079	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208007	0.00	2022.08.07 17:19:18		
30080	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208008	0.00	2022.08.07 17:18:18		
30081	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208009	0.00	2022.08.07 17:17:18		
30082	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208010	0.00	2022.08.07 17:16:18		
30083	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208011	0.00	2022.08.07 17:15:18		
30084	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208012	0.00	2022.08.07 17:14:18		
30085	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208013	0.00	2022.08.07 17:13:18		
30086	K001	ON	400.11.11.41	400.11.11.42	180208014	0.00	2022.08.07 18:13:18		

Fig. 6. Video data reception history DB

또한, Fig. 7은 출입/접근 감지 및 폭력 감지 영상을 나타낸 것이다. 마지막으로, Table 2는 Color 기반의 객체 감지 영역 추출 알고리즘을 적용한 AI 영상전송장치에서의 감지 테스트 결과를 나타낸 것이다.

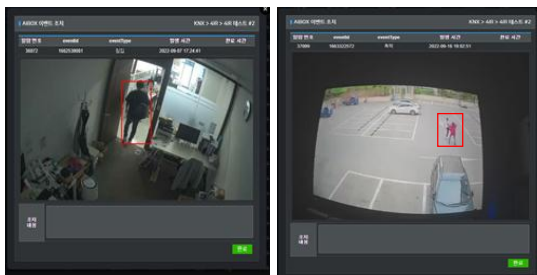


Fig. 7. Entry/Access detection and violence detection

Table 2. Test results

Division	Total sample status	Total detection sample status	False positives
Total number	1,287	1,287	0
Details	Access	738	738
	Violence	549	549
Accuracy(%)	100%		
False positive rate	0%		

4. 결론

건물의 옥상과 같은 옥외시설은 화재와 같은 비상 상황 발생시, 입주자들이 대피할 수 있는 장소이다. 그러나 옥외시설로의 자유로운 출입이 허용되면, 안전 사고의 위험이 높아지기 때문에 옥외시설로 통하는 비상문은 정상 상황에서는 폐쇄되어 있어야 한다. 그러나, 공용 및 집합 건물에서 옥외시설 비상문을 폐쇄하는 이유는 화재 외에도 방법 및 안전의 사고를 대응 관리함에 한계가 있기 때문이다. 기존의 비상문 관제 및 제어 시스템들은 이 방법의 문제를 간과하고 있다. 또한, 비상문 자동개폐장치 만으로는 화재 또는 비상상황 발생 시 현장의 상황이 어떠한지 정확한 상황을 판단할 수 없다는 문제점이 있다.

기존의 독립형 비상문 자동개폐장치는 비상 상황 발생 감지 및 자동 개폐 기능만 구비하고 있다. 따라서 관리자가 원격에서 비상문의 개폐 여부 및 비상문 자동개폐장치의 정상 동작 여부를 확인할 수 없다는 문제점이 제기되고 있다.

따라서, 비상문 자동개폐장치를 원격에서 관리 및 제어하는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 지능형 비상문 개폐장치 시스템을 제안하였다. 이를 위해, 유무선 출입 카운팅 및 AI 영상분석을 연동하여 지능형 비상문 개폐 시스템을 개발하였다. 구현 시스템에 대한 테스트 결과, 유무선 카운팅 연동 테스트에서는 출입 감지에 대한 정확도가 97.67%로 도출되었으며, AI 영상전송장치에서는 출입 및 폭력에 대한 감지 정확도가 100%로 도출되었다.

이를 통해, 기존에 출입문 개방여부는 감지됐으나, 출입자 정보는 식별이 불가능하여 별도의 확인절차가 필요했던 문제를 영상감지 스냅샷으로 식별이 가능하였다.

또한, 카운터 센서 연동을 통하여 영상분석장치와의 복합 정보로 출입 및 퇴실 관리에 대한 안정성을 향상시킬 수 있었다.

REFERENCES

- [1] C. S. Moon. (2020). High Influential Factor of Cadmium and Lead Exposure in Outdoor Workers. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 30(2), 163-173.
DOI : 10.15269/JKSOEH.2020.30.2.163
- [2] Y. J. Woo, J. K. Min & S. Y. Yang. (2016). Evaluation for Capability of the First-grade Elementary Students to Open the Emergency Door Integrated with the Fireproof Shutter. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 16(6), 257-266.
DOI : 10.9798/KOSHAM.2016.16.6.257
- [3] S. G. KIM, M. S. Kim & S. J. Yoo. (2018). Development of Smart Switchgear for Versatile Ventilation Garments: Optimum Diameter and Voltage Application Unit Time of One-way Shape Memory Alloy Wire for a Bi-directional Actuator. *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility*, 21(2), 137-144.
DOI : 10.14695/KJSOS.2018.21.2.137
- [4] C. D. Ho & S. H. Won. (2013). A Study of Improving Way about the Fire Door Performance Criteria in Buildings. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 13(1), 281-288.
DOI : 10.9798/KOSHAM.2013.13.1.281
- [5] Y. A. Song & Y. C. Kim. (2015). Programming Learning Using Image Detection and Tracking Devices. *Journal of Practical Engineering Education*, 7(1), 17-23.
DOI : 10.14702/JPEE.2015.017
- [6] H. R. Kang. (2019). A Study on the Application Design for Wireless Communication Control and Development of Stepping-motor Microcontroller Unit capable of Wireless Communication Control. *Journal of Digital Convergence*. 17(12), 503-508.
DOI : 10.14400/JDC.2019.17.12.503
- [7] J. J. Lee, S. U. Kang, J. H. Jeong & G. I. Chun. (2018). Development of groundwater level monitoring and forecasting technique for drought analysis (I) - Groundwater drought monitoring using standardized groundwater level index (SGI). *Journal of Korea Water Resources Association*. 51(11), 1011-1020.
DOI : 10.3741/JKWRA.2018.51.11.1011
- [8] S. Y. Heo, T. H. Moon & J. Y. Kim. (2018). Cost-Benefit and Spatial Effects of CCTV on Crime Prevention. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*. 21(3), 63-75.
DOI : 10.11108/KAGIS.2018.21.3.063
- [9] I. C. Park. (2014). Fast Human Detection Algorithm for High-Resolution CCTV Camera. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(8), 5263-5268.
DOI : 10.5762/KAIS.2014.15.8.5263
- [10] H. S. Jang. (2015). Intelligent Image Analysis System for Preventing Safety Hazards in Dangerous Working Area. *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 17(2), 47-54.
DOI : 10.12812/ksms.2015.17.2.47
- [11] H. K. Yoo & J. M. Chung. (2019). Augmented Reality Algorithm Selection Scheme for Military Multiple Image Analysis. *Journal of Internet Computing and Services*, 20(4), 55-61
DOI : 10.7472/jksii.2019.20.4.55
- [12] Y. S. Lee. (2020). Analysis of Utilization and Problems, and Learner Behavior of Distance Science Learning. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 13(2), 175-185
DOI : 10.15523/JKSESE.2020.13.2.175
- [13] S. G. Oh, Y. H. Lee, Y. W. Chung, J. K. Chang & D. H. Park. (2010). Video Event Analysis and Retrieval System for the KFD Web Database System. *The Journal of the Korea Contents Association*, 10(11), 20-29.
DOI : 10.5392/JKCA.2010.10.11.020
- [14] S. K. Kim & T. I. Oh. (2018). Real-time PM10 Concentration Prediction LSTM Model based on IoT Streaming Sensor data. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 19(11), 310-318.
DOI : 10.5762/kais.2018.19.11.310
- [15] N. R. Shin & A. H. Yu. (2017). Preliminary Study on Utilization of Big Data from CCTV at Child Care Centers. *Korean Journal of Childcare and Education*, 13(6), 43-67.
DOI : 10.14698/JKCCE.2017.13.06.043

강 철 수(Cheol-soo Kang)

[정회원]



- 2015년 2월 : 국가평생교육원 정보통신공학과(공학사)
- 2021년 10월 : ㈜케이엔엑스정보통신 기업부설연구소 연구소장
- 관심분야 : IoT 시스템, 관제 서비스
- E-Mail : ily01@hanmail.net

홍 지 연(Ji-yun Hong)

[정회원]



- 2002년 2월 : 극동정보대학교 영문학과(영문학사)
- 2017년 10월 : ㈜케이엔엑스정보통신 대표이사
- 관심분야 : 인공지능, 사물인터넷
- E-Mail : ceo@knxnetworks.com

김 봉 현(Bong-hyun Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 2015년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 소프트웨어학부 교수

· 관심분야 : 데이터분석, IoT, 통계, 미분

· E-Mail : bhkim@seowon.ac.kr