

OpenCV를 활용한 위험 상황 인식에 관한 연구

김동현* · 김성열**

A Study on Risk Situation Recognition Using OpenCV

Dong-Hyun Kim* · Seong-Yeol Kim**

요약

건설 현장은 다양한 위험요소가 존재하고 있다. 안전재해를 줄이고자하는 다양한 접근이 있으나 어느 정도 한계성을 가지고 있다. IT의 무선통신 기술과 빠르게 발전하고 있는 이미지 처리 기술을 활용하여 위험요소를 사전에 식별하고 능동적으로 대응한다면 건설 현장에서의 재해를 감소시킬 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 건설 현장의 위험요소를 사전에 발견할 수 있는 시스템을 구성하고 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 OpenCV를 이용하여 건축현장의 위험요소를 발견하고 대응할 수 있도록 하는 시스템을 제안하였다.

ABSTRACT

Construction sites have various risk factors. There are various approaches to reduce safety accidents, but they have limitations to some extent. By utilizing the wireless communication technology of IT and the rapidly developing image processing technology, it will be possible to reduce accidents at the construction site if risk factors are identified and actively responded to. Therefore, in this study, a system that can detect risk factors of construction sites in advance is constructed, and a system is proposed to discover and respond to risk factors of construction sites using OpenCV for the purpose of real-time computer vision.

키워드

Construction, Safety Accidents, OpenCV, Computer Vision Technology, Real-Time Computer Vision
건설, 안전 사고, OpenCV, 컴퓨터 비전 기술, 실시간 컴퓨터 비전

1. 서론

산업현장에서 인명사고를 줄이고자 하는 노력은 지속되고 있으나 크고 작은 많은 사고들이 발생하고 있다. 건설 현장의 사고 또한 지속적으로 발생하고 있다. 2020년에 작성된 2019년도 분석결과를 살펴보면 산업별로는 전년 대비 건설업, 임업 등은 감소하였고, 기타의 사업, 제조업 등은 증가한 것으로 나타났다. 산업별 분포로는 기타

의 사업이 전체 재해의 38.27%로 가장 높고, 다음은 제조업이 26.80%, 건설업이 24.91%, 운수·창고·통신업이 5.65% 등의 순으로 나타났다[1]. 건설업에서 전년 대비 사고가 줄어든 것은 좋은 결과이나 표 1에 나타난 것과 같이 27,000여명의 안전재해를 집하고 있다. 또한 이 데이터를 10년 이상으로 확장하면 건설업에서 안전재해는 전체적으로 증가하는 추세이다. 이에 따라 국가에서는 법적으로 안전관리자 또는 안전보건총괄책임자를 배치하

* 교신저자 : 청암대학교 전기제어과

** 울산과학기술대학교 IT응용기술학부(aronaxx@me.com)

• 접수일 : 2021. 01. 28

• 수정완료일 : 2021. 03. 08

• 게재확정일 : 2021. 04. 17

• Received : Jan. 28, 2021, Revised : Mar. 08, 2021, Accepted : Apr. 17, 2021

• Corresponding Author : Dong-Hyun Kim

Dept. of Electrical Control, CheongAm College

Email : dhkim@ca.ac.kr

여 안전관리를 수행하도록 강제하고 있다. 그러나 에 따르면 안전관리자는 다른 업무를 병행하는 경우가 많고 현장의 규모에 적절하지 않은 인원이 배치 되는 경우가 많다고 한다[3-4].

설현장 노동생산성을 40%까지 향상시키고, 안전사고로 인한 사망자 수를 30%를 감소시키는 중장기 계획을 가지고 있다. 건설 엔지니어링의 국제 경쟁력을 강화시키기 위해 2대 주요 전략과 6개 분야 10개 추진 과제를 마련하여 단계적으로 추진하고 있다.

표 1. 전년도 대비 산업 재해 현황 비교표

Table 1. Comparison table of persons with medical care disasters by industry compared to the previous year

year	All	Mine	Manufacturing	Construction	Electric/Gas/Waterworks	Transportation warehouse Communication	Forestry	Fishing	Agriculture	Financial insurance business	Other
2018	102,305	2,225	27,377	27,686	108	5,291	1,041	66	648	358	37,505
2019	109,242	2,543	29,274	27,211	111	6,173	1,017	60	642	400	41,811
YoY (%)	6,937 (6,78%)	318 (14,29%)	1,897 (6,93%)	-475 (-1,72%)	3 (2,78%)	882 (16,67%)	-24 (-2,31%)	-6 (-9,09%)	-6 (-0,93%)	42 (11,73%)	4,306 (11,48%)

또한 건설업은 다른 산업 분야와 구분되는 몇가지 특성을 가지고 있다. 첫째, 건설현장은 공정이 진행됨에 따라서 환경이 끊임없이 변한다. 둘째, 연속적으로 수행되는 공정간 상호 연계성을 가지고 있다. 이에 따라 이전 공정의 잠재적 위험요소가 다음 공정에서 치명적인 위험요소가 될 수 있다. 마지막으로 건설 프로젝트는 일회성이라는 특성을 가진다. 건설업은 제조업과 달리 유동적으로서 생산조직 및 설비의 이동에 의한 현장 중심의 일회성 조립 생산 방식을 취하여 건설작업도 작업 대상, 작업방법, 작업조직 및 작업환경 등이 공사의 진행과 공정에 따라서 수시로 변화한다. 이러한 특징에도 불구하고 현재까지의 안전관리는 제조업 지향적인 안전대책으로서, 기존의 산업안전 대책을 건설 현장에 적용하는 것이다. 따라서 사고 방지 효과의 한계성이 나타날 수 밖에 없다[5].

50억 이하의 소규모 공사에서 더 많은 사고가 발생하는 것으로 알려져 있다. 2009년에서 2018년까지 10년 동안 자료를 분석해 보면 공사금액 50억원 이하에서 사망자는 64.0%, 재해자는 80.8%에 달하는 것으로 나타난다. 정부에서는 건설기술진흥법의 개정을 통해 최신기술의 적용을 제도권 내로 확보하려는 움직임을 보이고 있다. 국토교통부는 제6차 건설기술진흥기본계획(2018-2022)를 통해 2025년까지 스마트 건설 자동화 등 4차 산업혁명에 대응하는 기술 개발을 통해 건

설현장의 안전재해를 개선하기 위한 다양한 방법이 존재할 것이나 4차 산업혁명 기술의 도입을 통해 공사현장에서 간과하기 쉬운 위험요소를 사전에 발견하여 경고를 주는 시스템이 있다면 사고율을 줄일 수 있을 것이다. 이러한 접근을 위하여 본 연구에서는 OpenCV(: Open Source Computer Vision)를 기반으로 하는 건설현장 위험상황 인식 시스템을 설계하고자 한다. OpenCV은 인텔이 개발한 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리이다. 실시간 이미지 프로세싱에 중점을 둔 라이브러리로서 다양한 바전 처리를 수행할 수 있다.

먼저 관련 연구를 통하여 건설현장의 안전관리를 위한 방법들을 살펴보고, IT분야의 이미지 인식 기술에 대하여 살펴본다. 건설현장의 위험요소를 판별하는데 적합한 구성요소를 제안하고 전체 시스템 설계를 제안한다.

II. 관련 연구

2.1 안전관리 관련 연구

건설현장의 안전재해를 개선하기 위하여 안전관리 자체에 대하여 언급한 내용들은 다음과 같다.

건설현장 재해의 많은 부분을 차지하는 아파트 현장이 재해를 감소시키기 위해 아파트 현장의 재해에

대한 분석과 안전관리자들에 대한 개별 면담과 설문 조사를 통해 안전관리 실태의 문제점을 파악하여 현실적이고도 효과적인 아파트 현장의 안전관리 방안을 제시하였다[6].

건설재해 발생의 가장 큰 원인이자 생각되는 관리 감독자 및 근로자에 대한 안전의식을 제고하여 건설 재해를 감소시키고자 건설안전관리보건교육의 개선 방안을 모색하고자 하였다. 이를 통해 첫째 관리감독장의 안전보건교육 능력을 강화 필요성 둘째, 위험공중에 대한 특별안전보건교육과 신규채용자에 대한 안전 보건교육 강화 필요성 셋째 태도교육을 강화하고 시청각을 이용한 사고사례 중심교육으로 전환 필요 넷째, 법정안전보건 교육 내용을 소속공정 근로자에게 적합하게 개선 다섯째, 건설 현장의 특성에 맞는 안전 보건 교육방법 활용 등을 도출하였다[7].

선진 외국의 사전 위험관리 활동 모니터링 및 국내·외 사전안전관리에 관한 제도의 비교·분석을 통해 문제점을 도출하고, 국내 건설사의 설문조사를 통하여 사전안전관리 활성화 방안을 제안하였다[8]. 그 내용은 다음과 같다. 첫째, 현행 사업수행 방식 개편을 통한 조기정착이 필요하다. 둘째, 노사협력적으로 해결하기 위한 제도적인 활동으로 법령상 위험성 평가 원리가 이미 도입된 제도의 종합 검토 후 일원화된 위험성 평가제도 마련하여야 한다. 셋째, 관리감독 시스템의 개편을 위해 사업주 안전 활동의 적절성과 그 성과를 확인 및 평가하는 시스템적 방식으로 전환하고 적극적인 위험성평가 전문교육을 실시하여야 한다. 넷째, 사업주에게 일반예방원칙과 위험성평가 실시에 대한 의무 부여하고 발주기관의 사회적 책임 역할 강화 및 위험성평가 도입 의무화하여 사고발생시 위험성평가 실시여부에 따른 가감제도를 통해 사고발생에 따른 벌칙조항 개정하는 등의 산업안전보건법의 개정이 필요하다고 역설하였다.

2.2 IT기술(RFID와 USN중심) 도입 관련 연구

건설 현장의 안전 관리를 위하여 IT기술을 도입하고 제안한 연구들은 다음과 같다.

건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 공정안전관리기법을 도입하여 건설업 중대재해를 예방하는 방안을 찾아보고 이를 효율적으로 운영하고 평가할 건설업 안전 평가 시스템을

개발한 연구가 있다[9].

건설 장비로 인하여 발생하는 작업자의 안전사고를 예방하기 위한 연구에서는 IoT와 실시간 위치 추위 기술에 기반한 안전관리 시스템을 개발하였다[10]. 이를 통해 현장의 물리적 인프라를 개선할 수 있는 시스템을 제안하고 장비로 인한 안전사고를 예방하기 위하여 실시간으로 작업자와 장비의 위치를 측정하여 위험을 감지하고 장비 근처의 작업자와 장비 운영자에게 위험 경보를 전달하도록 하였다.

다른 연구에서는 중소기업의 건설 현장에서 저비용으로 운용할 수 있는 안전관리 시스템이 부족한 상황을 감안하여 지그비 기반의 비콘 기술과 셀룰러 이동통신 기술 등을 활용하여 건설 현장에서 추가적인 네트워크의 구축이 없이 허가된 작업자 또는 외부인이 위험구역에 접근 시에 감지하고, 안전관리자에게 위험 경보를 즉시 통보하여 적절한 안전조치를 취할 수 있도록 하였다[11]. 건설현장의 안전사고는 예상되는 위험 지역에 허가받지 않은 작업자가 접근하지 못하도록 사전 조치를 하면 효과적으로 방지할 수 있다는 점에 착안하였다. 건설현장에서 저비용으로 운용할 수 있는 사물인터넷 기반의 위험구역 경고 시스템을 제안한 것이다.

건설 분야에서 네트워크에 관한 연구에서는 기존 건설 분야의 무선센서네트워크 적용 및 USN기반 안전관리에 관한 선행연구를 통해 현장 적용 방법 및 문제점을 도출하였다. PHP, MySQL, Java & JavaScript, Html, Google maps 등 각 기술들의 상호연동을 통해 건설현장 안전관리를 위한 실시간 모니터링 시스템을 개발하였다. 특히 모든 장소에 감시가 불가능한 산업 특성을 고려하여 근로자가 위험지역으로 접근 시 이를 무선센서를 통해 접근을 감지하고 감지된 데이터는 DB로 전송되며, 필요한 정보를 추출하여 안전관리 모니터링 웹페이지를 통해 현장관리사무소 및 안전관리자가 확인 및 사고 발생 유무를 감지하는 시스템으로 매년 증가하고 있는 건설 재해를 미연에 방지하여 인적 및 물적 자원의 손실을 최소화하고자 하였다[12]. 또한 건설장비와 근로자 간의 충돌·접촉 재해를 예방하고자 거리 측정이 가능한 무선센서를 활용하여 근로자와 건설장비의 거리가 가까워지게 되면 경보를 통해 건설장비 운전자에게 주의를 주어 사고를 예방하고자 하는 거리에 의한 안전관

리 시스템에 관한 연구가 있었다. 건설 시공 중에 발생하는 각종 문제점들을 보완하기 위해 USN 기반의 시공 모니터링 시스템의 하나이다. 콘크리트 타설과정 중 거푸집의 거동을 모니터링하기 위해 USN을 이용하여 무선으로 데이터를 수신하는 네트워크의 프로토타입을 구축하였다[13]. 데이터 분석을 통한 위험예측으로 사고를 미연에 방지하고자 하였다.

2.3 이미지 인식 기술

(1) 건설현장에서 RFID와 USN의 한계성

2.2절에서 살펴본 바와 같이 건설 현장에서 USN 기술을 사용하여 안전재해를 극복하려는 시도는 다양하다. 그러나 두가지 문제점이 존재한다. 첫째는 건설현장의 다양한 자재와 장비, 다양한 인력 배치에 따른 어려움이 존재한다. 그 다양성은 IoT Sensor가 매우 여러 가지 형태로 구성되고 배치되어야 한다는 것을 의미한다. 이는 현장에서 도입 가능성을 낮추게 하는 요인이 될 것이다. 둘째는 현장의 많은 요소가 상당한 충격(힘)에 노출될 수 있다는 것이다. 예를 들어 안전관리를 위하여 비계에 설치된 센서들이 비계 해체나 이동 시에 동반되는 충격을 받아낼 수 있을지 고려하여야 한다. 충격을 견디도록 하기 위해서는 추가적인 비용을 유발할 것이다. 따라서 IoT 장비를 최소화하고 많은 부분을 이미지 처리하는 것이 건설현장 안전관리 시스템의 대안이 될 수 있을 것이다.

(2) 이미지 인식 기술

이미지 인식 기술은 인공지능 분야의 하나로 그 뿌리는 상당히 오래되었다. 이미지 인식은 컴퓨터비전 기술의 하나이다. 이미지 인식 기술에 있어 2012년 혁신적인 연구결과가 등장한다. 토론토 대학 연구진이 딥러닝(Deep Learning)이라 불리는 새로운 기법을 선보인 것이다. 이후 2015년에 사람의 인식률인 94.90%를 추월하여 96.43%, 2020년에는 98.7%로 진화했다[14]. 또한 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리인 OpenCV와 같이 다양한 오픈소스 이미지 처리 도구들이 활용되고 있다.

(3) 건설 현장에서 이미지 처리

이미지 인식 기술 적용을 위한 건설현장 위험요인

분류 및 활용방안에 대한 연구를 진행하였다[2]. 이는 건설현장 내 위험요인을 발굴하고 분류하여 이미지 인식 기술을 건설안전관리 수행에 있어 효율적으로 적용시키기 위한 목적으로 진행되었다. 이를 통해 건설현장에서 발생할 수 있는 근로자의 불안정한 상태와 불안한 행동에 대한 위험요인들을 조기에 발견하고 재해발생을 선제적으로 예방하는 방안을 제시하고자 하였다.

영상 분석 기술의 시각 인지 프로세스를 활용한 건축 공간 정보 분석에 관한 연구를 진행하였다. 재난 시 소방 구조 활동 중에 조난자에 대한 위치 정보 오류로 인해 순직하는 구조자들의 안전 문제등을 해결하기 위해 BIM건물 정보를 활용해 마이크로 드론의 자동항법 정보로 활용하고 센서와 비전을 활용해 센서 정보에 적용하는 마이크로 드론 개발을 진행하였다. 영상 정보에서 컴퓨터 비전기술을 활용하여 실내 건축 공간에 대한 정보에서 재난 대비 소방 설비에 대한 위치 정보 및 속성 정보에 대해 컴퓨터 비전 라이브러리인 OpenCV와 DNN의 알고리즘과 구글에서 개발된 Tango SDK를 비교하는 모듈러 테스트 차이검증을 통해 마이크로 드론의 재난시 영상 분석 운영을 위한 알고리즘 계획 및 고찰을 진행하였다[15].

OpenCV 기반의 물체추적시스템에 대하여 연구하였다. 물체 추적을 시각적 감시 분야의 중요한 기술이다. 이러한 기술은 물체의 실시간 추적을 가능하게 하고 시퀀스 이미지로 조사 대상의 움직임 상태에서 각 프레임에 결정해준다. 이 연구에서는 타켓 시스템의 검출 및 추적을 위한 OpenCV의 함수 데이터베이스 플랫폼을 기반으로 하는 효율적인 시스템을 제시하였다[16].

YOLO-v3을 활용한 건설 장비 주변 위험 상황 인지 알고리즘 개발에 대한 연구가 진행되었다. 이는 건설기계를 사용하는 작업에서 작업자의 안전성 향상을 위한 방법으로, 건설기계 운전자와 주변 작업자 간의 작업 상황 정보를 공유하고 인지할 수 있는 개념을 제시하였다[17]. 그리고 해당 개념의 일부를 실현하고자 카메라를 이용한 인공지능 기반 영상 처리 기술을 활용하여 토공 작업에 접목 시켰다. 그중에서도 다짐장비를 이용한 실험을 통해 YOLO-v3 기반의 영상 처리 알고리즘으로 토공 작업 중에 주변 작업자 상황을 인지하고 위험 상황 여부를 판단할 수 있는 알고

리즘을 제시하였다.

또한 사물 및 사람을 인식하기 위한 접근을 시도하고 여기에 OpenCV를 적용한 방법을 사용한 연구가 있다[18-19].

III. 위험 상황 인식 시스템

3.1 개요

전술한 바와 같이 RFID와 같은 IoT장비를 건설현장에 사용하는 것은 어느 정도 한계성이 있다. 따라서 IoT장비 사용을 최소화하고 이미지 인식을 기반으로 하는 위험 상황 인식 시스템을 제안하고자 한다. 이를 위하여 건설 현장을 구성하는 요소를 정리해 보면 작업자, 건설장비, 구조물/자재 등으로 구성된다. 이들에게 상황인식을 위한 카메라센서의 필요성을 위해 정리하면 표 2와 같다. 작업자는 위험인식의 주체이자 객체이다. 외부 카메라가 작업자의 세세한 동선을 따라 배치된다는 것은 어려운 일이다. 작업자에게 위험 인식 카메라를 장착할 필요가 있다. 굴삭기 등의 건설 장비는 작업자와 같이 이동과 활동을 수행한다. 이에 따른 이미지 인식이 필요하다. 건축 자재와 구조물은 외부 자체 카메라를 필요로 하지 않는다.

표 2. 카메라 센서의 필요성
Table 2. Necessity of camera sensors

classification	subject	object	camera
Worker	○	○	○
Construction Equipment	○	○	○
building structure	×	○	×

3.2 위험인지 알람박스

위험 인지를 위해서는 카메라센서를 배치하여야 한다. 고정형으로 배치되는 카메라는 일반적인 방식으로 장착해도 될 것이다. 하지만 활동성을 가진 작업자와 건설장비에는 그림과 같은 무선 모듈 박스를 제안한다. 건설장비에 배치되는 경우는 작업자의 박스보다 그 크기가 더 크고 벨(Bell)이 제외 될 수 있을 것이다.

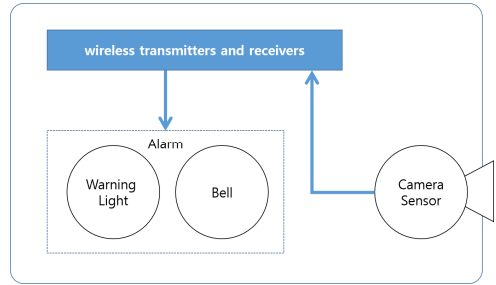


그림 1. 카메라 기반 알람박스
Fig. 1 Alarm Box with Camera

3.3 제안시스템

2장에서 살펴 본 다양한 접근들은 어떤 부분을 건설현장에서 위험으로 인지할 것인지를 다루고 있다. 본 연구에서는 이러한 접근을 바탕으로 건설 현장에서 어떠한 시스템을 구축하는 것이 위험인지를 위한 적절한 시스템이 될 것인지에 초점을 두고 시스템을 제안 한다. 3.2절에 제안된 단말 박스를 기반으로 그림 2와 같은 시스템을 제안한다.

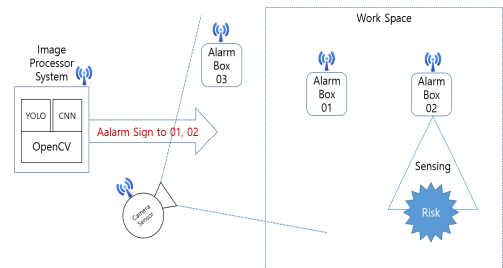


그림 2. 제안 시스템
Fig. 2 System diagram

각 이동 및 활동성을 가진 주체들은 위험인지 알람 박스를 장착하고 건설현장 및 주변 공간에서 이동성을 가질 수 있다. 또한 고정형 카메라는 전체적인 상황을 점검할 수 있는 부분에 배치하여 상황을 인식할 수 있도록 한다.

IV. 결론

산업재해 중 건설산업의 재해 비중은 상위권에 자리하고 있다. 프로젝트성이라는 특성과 지속적으로 변

화한다는 특성으로 인하여 다른 산업과 다른 방법으로 재해 비중을 낮추어야 할 필요성이 있다. 이에 본 연구는 건설현장에서 안전관리를 위한 기술적 접근을 목표로 하였다. 2장에서 건설현장의 안전관리 개선을 위한 접근, IT기술을 접목하여 안전관리를 위한 접근들을 살펴 보았다. IT기술 분야에서 최근 이미지처리 분야의 발전은 딥러닝 기술을 기반으로 급속히 발전하고 있다. 또한 다양한 오픈소스가 제공되어 많은 분야에서 활용 가능성이 열리고 있다.

따라서 본 연구에서는 기존에 제공 되고 있는 기술을 바탕으로 건설 현장에 맞는 시스템을 제안하고자 하였다. 카메라와 아랍 기능을 갖는 무선 모듈 박스를 제안하고 이를 기반으로 하는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 OpenCV를 기반으로 위험을 인지하고 위험에 노출된 박스에 알람을 발생하도록 하였다. 본 시스템은 유연성을 확보하면서도 효율적으로 운영될 수 있는 장점이 있다.

감사의 글

본 논문은 청암대학교 교내학술연구비(2020년)에 의하여 연구되었습니다.

References

- [1] KOSHA(Korea Occupational Safety and Health Agency), "2019 Industrial Accident Analysis," *Korea Occupational Safety and Health Agency report*, Jan. 2021.
- [2] D. Kim, "A Study on the Classification of Risk Factors for Image Recognition Technology Application in Construction," Master's thesis, *Chung-Ang University Graduate School*, 2019.
- [3] Y. Yun, K. Jeong, J. Kim, and S. Kim, "A study on the effect of reducing accidents at construction sites through the introduction of a specialized safety patrol management system (SPMS)," In *Proc. Architectural Institute of Korea*, vol. 35, no. 1, 2015, pp. 521-522.
- [4] N. Park, J. Seo, and Y. Kim, "Design of Construction Site Safety Management System based IT Technology," In *Proc. Korea Institute of construction Engineering and Management Conf. National university students, Suwon, Korea*, 2015.11. pp. 184-187.
- [5] G. Jeong, "A Study on the Actual Condition Analysis and Improvement Plan of Safety Management in Construction Sites," Master's thesis, *Seoul National University of Science and Technology Graduate School*, 2015.
- [6] Y. Kim, "A Study on thme Efficiency Plan of Safety Management in Apartment Construction Sppot," Master's thesis, *Seoul Industrial University Graduate School*, 2003.
- [7] J. Yun, "Improvement Measures of Safty & Health Education for Construction Disaster Reduction," Master's thesis, *Hanbat National University Graduate School*, 2016.
- [8] H. Kim, "Study on the Activation Plan of Preliminary Safety Management in the Construction Works," Master's thesis, *Hanyang University Graduate School*, 2010.
- [9] Y. Keon, "Development of Construction Safety Information System for Ensuring Safety," Master's thesis, *Myongji University Graduate School*, 2005.
- [10] H. Ryu and T. Kim, "Development of a safety accident prevention system for construction equipment utilizing IoT and RTLS technology," *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 10, no. 9, 2019, pp. 179-186.
- [11] S. Kim, C. Kang, and H. Ryu, "IoT-based Dangerous Zone Alarming System for Safety Management in Construction Sites," *Journal of the Korea Convergence Society*, vol. 10. no. 10, 2019. pp. 107-115.
- [12] S. Park, "UConstruction site safety management system development using USN," Master's thesis, *Yeungnam University Graduate School*, 2013.
- [13] B. Choi, "USN-based real-time monitoring system for construction safety," Master's thesis, *Busan University Graduate School*, 2009.

- [14] J. Lee, "AI image recognition technology trend," *Journal of Telecommunications Technology Association*, no. 187, 2020, pp. 44-51.
- [15] S. Jun, M. Kim and H. Jun Kim, "A Study on the Analysis of Architectural Spatial Information Using Visual Cognitive Process of Image Analysis Technology - Focus on disaster response information for micro drone," In *Proc. Architectural Institute of Korea*, vol. 37, no. 2, 2017, pp. 25-27.
- [16] S. Lee, "OpenCV-based Object Traking System," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, vol. 6, no. 5, 2016. pp. 29-37.
- [17] S. Shim and S. Choi, "Development on Identification Algorithm of Risk Situation around Construction Vehicle using YOLO-v3," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 20, no. 7, 2019, pp. 622-629.
- [18] D. Yun, and M. Moon, "Development of Kid Height Measurement Application based on Image using Computer Vision," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 01, 2021, pp. 117-124.
- [19] C. Yoon, "The study of Authorized/ Unauthorized Vehicle Recognition System using Image Recognition with Neural Network," *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15 no. 2, 2020, pp. 299-306.



김성열(Seong-Yeol Kim)

1994년 조선대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1996년 조선대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학석사)

2000년 조선대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사)

2020년 울산대학교 산업대학원 건축도시학 전공 졸업(공학석사)

2002년~현재 울산과학기술대학교 IT응용기술학부 교수
 ※ 관심분야 : 정보보안, 분산시스템, 가상화, 클라우드 컴퓨팅, 임베디드시스템, IT교육

저자 소개



김동현(Dong-Hyun Kim)

1992년 광운대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사)

2000년 조선대학교 대학원 전자계산학과 졸업(이학박사)

1996년~현재 청암대학교 전기제어과 교수

※ 관심분야 : 블록체인기술, 정보기술, 컴퓨터응용, AI, 전자상거래

