

딥러닝 기반 산업현장 고소작업자 행동분석 시스템

이세훈*, 문효재*, 유진환^o, 김현우*, 염대훈*

^o인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

e-mail: seihoon@inhatc.ac.kr*, hydrozenium@gmail.com*, yjh052216@gmail.com^o,

hwkim931224@gmail.com*, ydh950901@naver.com*

Deep Learning based Behavior Analysis System for High Rise Worker at Industrial Field.

Se-Hoon Lee*, Hyo-Jae Moon*, Jin-Hwan Yu^o, Hyun-Woo Kim*, Dae-Hoon Yeom*

^oDept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College

● 요약 ●

산업 현장에서 작업자의 잘못된 작업행동으로 인한 안전사고가 꾸준히 발생하고 있다. 현재는 관리자가 육안으로 작업자의 위험 행동 여부를 관리하고 있지만, 모든 작업자를 관리자 한명이 관리하기에는 현실적으로 어려움이 있다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해 고소 작업자의 안전벨트에 IoT 장치를 부착하여 행동 데이터를 클라우드로 업로드하고, 딥러닝을 통해 작업자 위험행동 여부를 분석한다. 분석한 결과를 관리자가 쉽게 모니터링 할 수 있도록 하여, 안전사고를 예방하도록 하는 시스템을 설계하였다.

키워드: 작업자안전관리(Worker's Safety Management), 실시간 모니터링(Real-time Monitoring), 딥러닝(Deep-Learning), 데이터 수집(Data collection)

I. Introduction

2017년 고용노동부 산업재해 발생현황을 따르면 매해 산업현장에서 추락사고로 재해를 입은 작업자의 비중이 크다. 이러한 사고는 관리자의 확인으로도 충분히 예방할 수 있는 사고들이다[1]. 하지만 관리자가 넓은 작업현장에서 일일이 모든 작업자들을 실시간으로 감시하는 것은 현실적으로 불가능하다. 기존 연구에서는 룰 베이스 방식으로 작업자의 행동을 감시하는 시스템을 제안하였다[2]. 하지만 행동 데이터에 의해 결과가 결정되어 부정확한 결과를 도출하기도 하였다. 이를 보완하기 위해 기존 방식을 딥러닝을 적용하여 작업자의 행동을 보다 더 정확하게 분석한다. 딥러닝 기반 산업현장 고소작업자 행동 분석 시스템은 이러한 기술을 내장하여 안전한 산업현장을 구축할 수 있도록 도와준다.

로 만들어 이미지화한다. Machine Learning 모듈은 이미지화된 작업자의 정보와 행동 데이터를 학습시켜 트레이닝 셋을 생성한다. Inference 모듈은 업로드 된 행동 데이터와 트레이닝 셋을 통해 위험 행동여부를 분석한다. Monitoring 단말기는 관리자가 분석한 작업자의 행동 결과를 모니터링 할 수 있는 기능을 제공한다.

II. The System Design and Implementation

1. System Architecture

Fig. 1은 딥러닝 기반 산업현장 고소작업자 행동 분석 시스템 구조도이다. Data Transceiver 모듈은 데이터 전송 모듈로 작업자의 행동 데이터를 작업자의 정보와 함께 클라우드로 업로드한다. Pretreatment 모듈은 작업자의 정보와 행동 데이터를 병합하여 그래프

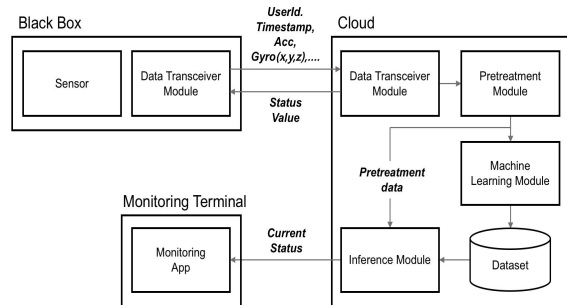


Fig. 1. System Architecture

블랙박스의 센서로부터 6축 센서 데이터를 불러온다. 데이터 전송 모듈에서는 타임스탬프와 사용자ID 데이터를 클라우드로 전송한다. 클라우드에서는 수신된 데이터를 Pretreatment 모듈에서 불러온 데이

터를 가공하여 하나의 이미지로 만든다. Machine Learning 모듈에서 학습된 모델을 이미지와 함께 Inference 모듈에서 분석하게 된다. 분석결과는 모니터링 앱에서 실시간으로 확인하고, 블랙박스에 위험 행동 여부를 반환하게 된다. 모니터링 단말기로 관리자는 행동분석 결과를 모니터링 할 수 있다.

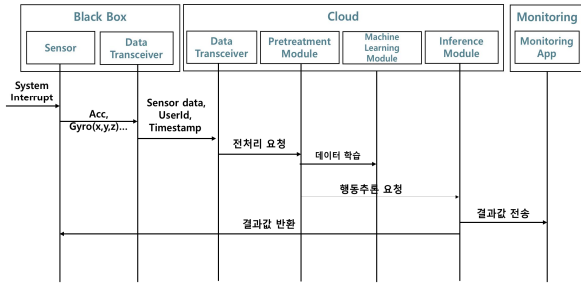


Fig. 2. Sequence Diagram

2. Experiments



Fig. 3. Hardware Prototype and Training Set

Fig 3의 좌측 사진은 블랙박스를 포함한 고소작업자용 하드웨어 프로토타입이다. Fig 3의 우측 사진은 시각화된 작업자의 행동 데이터로 실험에서 학습에 이용될 네 가지 행동에 대한 트레이닝 셋이다.

Table 1. Behavior Classification Accuracy

	1st	2nd	3rd	4th	5th
STANDING	99.3%	99.4%	96.5%	96.1%	99.7%
WALKING	96.8%	97.6%	93.8%	94.0%	91.3%
SITTING	95.3%	99.7%	98.4%	97.4%	97.1%
RUNNING	99.9%	99.9%	99.9%	99.9%	99.8%

작업자의 위험 행동 분석을 위한 실험이다. 서있기, 걷기, 앉기, 뛰기의 네 가지 행동을 분석하는 실험을 진행하였다. 실험 환경은 네 가지 행동에 대해 한 명의 피실험자가 블랙박스를 몸 뒤에 장착한 뒤, 행동별로 1시간동안 실험하였다. 실험에서는 도메인으로 6축 가속도, 사용자 정보를 가지고 실험을 진행하였다[3]. 확보한 데이터를 전처리과정을 통해 이미지화 시켰고, 2천장의 트레이닝 셋을 확보하였다. 이미지화된 트레이닝셋을 CNN을 사용하는 Inception V3 모델을

이용하여 학습을 진행하였다[4]. 네 가지 행동에 대한 학습 데이터 검증을 위해 5번의 분석 실험을 하였고, 실험 결과는 Table. 1.과 같다. 전체 실험결과와 정확도는 96.0%가 나온 것을 확인하였다.

III. Conclusions

딥러닝 기반 고소작업자 행동 분석 시스템은 안전한 산업현장을 구축하기 위한 시스템이다. 이 시스템을 통해 관리자는 작업자의 행동을 모니터링하고 학습된 모델로 작업자의 위험행동을 분석하는 시스템을 제안하였다. 기존 연구의 룰 베이스 방식을 벗어나 딥러닝 방식의 작업자 행동 분석을 제안 하였고 정확도를 확인할 수 있었다. 이를 통해 모든 작업자의 행동을 보다 정확하게 분석하고, 고소작업 중 발생할 수 있는 안전사고를 사전에 예방할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 고소작업자 행동 패턴을 분석하여 위험행동을 예측하는 연구가 필요할 것이라 사료된다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Employment and Labor, “Current Status of Occupational Accidents”, 2017.
- [2] S.H. Lee. “Behavior Monitoring System of Worker at Height based on Cloud Web Services” Vol.25 No.2 pp. 260-261 2017.07 Journal of the Korea society of computer and information
- [3] D.K. Cho. (2011). “Body behavior recognition and analysis system using multi-sensor” Konkuk University
- [4] Christian Szegedy, Going deeper with convolutions, Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/1409.4842.pdf>