

딥러닝과 IoT 표준을 이용한 고소 작업자 행동분석 시스템

이세훈*, 강건하*, 심건우^o, 탁진현**
인하공업전문대학, 컴퓨터시스템과^o
인하공업전문대학, 컴퓨터시스템과*
덕산정보통신(주) 기술연구소**

e-mail: seihoon@inhatc.ac.kr*, zxcvbnm9931@naver.com*, simson6623@naver.com^o, takkor@naver.com**

Deep Learning and IoT Standards based High Rise Fieldworker's Behavior Analysis System

Se-hoon Lee*, Gun-ha Kang*, Gun-wu Sim^o, Jin-hyun Tak**

Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College^o

Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College*

R&D Center, DucSan Information Telcom Co., Ltd.**

● 요약 ●

본 논문에서는 블루투스 비콘을 이용해 고소 작업장 등의 위험지역에서 작업자 추적 및 확인과 안전 벨트 고리를 체결했는지 여부와 작업자의 행동에 따른 데이터를 추가로 수집하여 작업자의 행동 패턴을 분석하였다. IoT 국제 표준인 oneM2M을 기반으로 IoT Device와 Application을 연결하는 중간 매개체로 모비우스 플랫폼을 사용해 시스템을 구축하였다. 또한, 본 연구팀의 선행 연구에서 작업자 위험 행동분류 시스템을 개선할 수 있는 연구 결과를 비교하였다.

키워드: 작업자 위험 행동 분석(Worker's Risk behavior Analysis), 모비우스 플랫폼(Mobius Platform), 작업자 모니터링(Worker's Monitoring)

I. Introduction

정부에서 시행하는 '22년까지 산재사고 절반 줄이기'의 주요내용에는 스마트안전장비 사용을 단계적으로 의무화, 건설현장 스마트 기술 적용 및 인프라 조성 등이 있다. 선행 논문에서 모니터링을 통해 고소작업 중 발생하는 휴먼에러를 잡아주는 시스템을 개발하였다.[1] 본 논문에서는 기존 클라우드 기반 시스템의 확장성, 상호 운용성에 관한 문제 해결 방안으로 국제적인 IoT 애플리케이션 개발 표준 플랫폼(oneM2M) 중 하나인 모비우스 플랫폼을 적용하여 시스템을 구축하였고, 블루투스 Beacon을 이용해 고소작업장 등, 위험지역에서 작업자의 위험행동을 분류하고 시스템 개선을 위한 연구를 진행한다.

고소작업 중 작업자가 안전고리를 체결했는지 여부를 확인하는 안전고리부와 작업자의 행동값을 읽어 게이트웨이로 전송하는 블랙박스부, 고소작업장에 비콘모듈을 설치해 고소작업자가 누구이며, 안전고리를 체결했는지, 착용했는지 여부를 확인하는 비콘부, 데이터베이스 서버를 연결시켜주는 게이트웨이부, 작업자들을 통합 관리해주는 서버부, 작업자의 행동을 분류하는 인공지능부, 그 결과를 분석하고 확인하는 모니터링 애플리케이션이다.

II. System Design

1. System Architecture

본 논문은 oneM2M 표준 플랫폼인 모비우스 플랫폼을 이용해 작업자의 안전벨트에 부착한 지어로, 가속도 센서로부터 얻은 데이터를 이용해 작업자의 행동을 분석 및 모니터링 하는 시스템을 구현한다. Fig. 1은 시스템의 전체 구성도이며, 총 7부분으로 구성되어 있다.

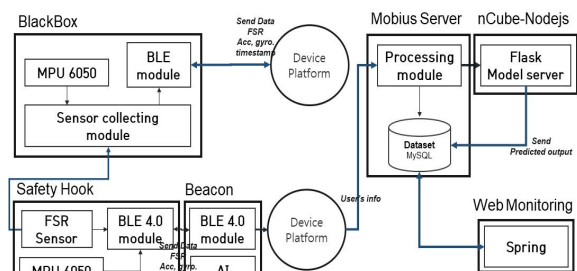


Fig. 1. System Architecture

Fig. 2는 Mobius 플랫폼을 기준으로 작업자의 센서로부터 애플리케이션까지의 과정에 대해 도식화 한 그림이다. Mobius 플랫폼을 Things, IoT Device Platform, Server Platform, Application 총 4개로 나눌 수 있다. Things는 작업자의 블랙박스, 안전고리에 해당하며, 작업자의 행동 데이터를 TAS를 통해 IoT Device Platform인 nCube-Thyme-Nodejs에 전송한다. REST API를 통해 연동된 Mobius로 데이터를 전송하며, 해당 리소스를 DB인 MySQL에 저장한다. IoT Device 플랫폼 안에 행동에 대한 예측용 서버로 Flask rest api를 사용하여 해당 결과를 Mobius의 DB에 저장하게 된다. 저장된 데이터를 Spring을 통해 웹으로 모니터링하여 작업자의 행동, 위험상황에 대한 경고를 하게 된다.

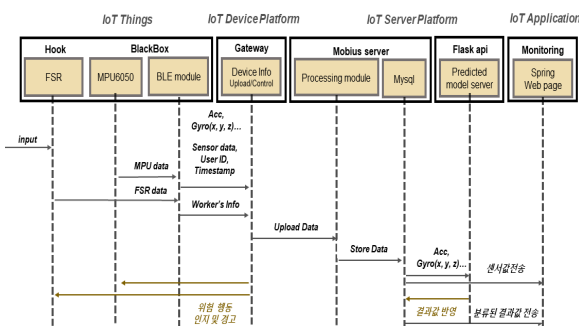


Fig. 2. Sequence Diagram

III. Experiments

1. Worker's Behavior Dataset

연구 진행에 앞서 작업자의 행동 분류를 위한 Dataset 수집은 자이로와 가속도 값을 측정할 수 있는 센서를 블랙박스에 부착하여 사용하였다. 블랙박스는 안전벨트 등 부분에 부착하여 데이터를 수집하였다. 두 명의 실험자가 6가지의 행동 (lying, standing, walking, running, upstairs, downstairs)을 1초에 4개의 데이터를 가지고 총 14만개의 데이터가 연구 진행에 활용되었다.

2. Warning Danger zone using Beacon

작업자 개인이 자신의 작업 공간에 대한 위험도를 판단하기엔 기준이 모호하다. 따라서 다수의 전문가가 위험 구역을 설정하고 작업자 또는 작업반장에게 알려주는 방안을 제시한다. 설정한 위험 구역 마다 Beacon 모듈(Central)을 설치하고 안전 고리에는 HM-10(Peripheral)을 부착한다. 모듈에서 신호 출력 세기를 조절하여 범위를 설정하고 작업자가 범위 안에 들어오면 두 기기 간 페어링이 수행되는데 이 때의 페어링 여부를 통해 작업자가 위험 구역 진입 여부를 판단한다.[2] 추가적으로 작업장 안 어떤 구역마다 어떤 작업자가 있는지, 작업자가 안전고리를 착용했는지, 체결했는지 여부를 판단할 수 있다.

3. Classification of Behavior using Keras

딥러닝 학습은 케라스 LSTM 모델을 통해 행동 데이터로 진행하였다. 예측결과에 더 큰 값을 가진 축값이 결과에 더 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 Feature Scaling을 통해 데이터를 전처리하였다. LSTM은 한 개의 레이어로 Dropout을 적용해 학습을 했으며, 결과로 96.51%의 정확도가 나왔다. 하지만 upstairs, downstairs에 대해서는 정확도가 낮은 편이다.

IV. Conclusion

고소작업 중 발생할 수 있는 사고는 작업자가 위험상황에 대해 인지하고 있지만 발생하는 사고와 인지하지 못할 때 발생하는 사고로 2가지로 분류된다. 본 논문의 고소 작업자의 행동과 비콘을 통해 작업자의 정보를 모니터링함으로써 안전사고를 예방하는 시스템을 제안하였다. 모비우스 플랫폼을 적용해 여러 센서를 사용해도 쉽게 시스템에 접목이 가능하다. 더 나아가 얼마의 속도로 달리고 있는지, 일정시간 기울어져있는지 여부 등에 대해 위험 행동 패턴을 분석하는 연구와 모니터링을 통해 언제, 어디서, 어떤사고가 났는지에 대한 데이터를 분석해 위험 행동을 높일 수 있는 연구가 추가적으로 진행되어야 한다.

REFERENCES

[1] S.H. Lee. "Worker's Behavior Monitoring using Deep Learning" Vol.27 No.1, Journal of the Korea society of computer and information, 2019.01
 [2] W.C. Kim. "RSSI Stabilization for Measuring Position using Beacon" Vol.27 No.1, Journal of the Korea society of computer and information, 2019.01