

산업안전을 위한 시뮬레이션 모듈 기반 실시간 데이터 처리 플랫폼 설계 및 구현

박설영, 최원기, 김지형, 송민환, 이상신
한국전자기술연구원 자율지능 IoT 연구센터
e-mail : seolzero@keti.re.kr, cwk1412@keti.re.kr, jkim8@keti.re.kr, mhson@keti.re.kr, sslee@keti.re.kr

Design and Implementation of a Simulation Module-Based Real-Time Data Processing Platform for Industrial Safety

Seolyeong Park, Won Gi Choi, Jeehyeong Kim, Minhwan Song,
Sangshin Lee
Korea Electronics Technology Institute Autonomous IoT Research Center

요약

With the recent development of IoT and artificial intelligence technology, research and application cases that collect and analyze data in various fields such as manufacturing and smart cities in real time to optimize real-world problems are increasing. In this paper, we connect real-time objects and virtual worlds, transmit real-world data to the simulation module to store the results, and implement an application service that can prevent accidents by predicting object collisions in advance. This paper proposes a simulation module-based platform that uses the YOLOv7 model as a simulation module to service collision risk alarms through object recognition. In the platform, not only object recognition algorithms but also various simulation modules are implemented to increase the scalability of the platform.

1. 서론

최근 사물인터넷 및 인공지능 기술의 발전에 따라 제조, 스마트시티 등 다양한 산업 분야에서 실시간으로 데이터를 수집하고 분석하여 현실 문제에 대한 최적화를 수행하는 연구와 적용사례가 증가하고 있다. [1] 또한 인공지능과 빅데이터의 융합으로 초연결성은 미래사회에서 가장 중요한 특성이다. [2] 이에 따라 4차 산업혁명과 미래사회 변화에 대응하기 위한 기술 주도 및 최적화 모듈 개발이 필요하다. 본 논문에서는 현실 사물과 이를 모사한 가상 세계의 사물을 동기화하여 실시간으로 연결하고 현실 세계의 데이터를 예측 및 계산이 가능한 시뮬레이션 모듈에 전송하여 결과를 저장하는 플랫폼을 구현하였다. 그리고 YOLOv7 모델을 시뮬레이션 모듈로 사용하여 객체 인식으로 물체의 충돌을 예측하여 사고를 예방할 수 있는 충돌 위험 알람 서비스를 제안하며 플랫폼에서는 객체 인식 알고리즘뿐만 아니라 다양한 시뮬레이션 모듈을 추가 및 변형이 가능하도록 구현하여 플랫폼의 확장성을 높였다.

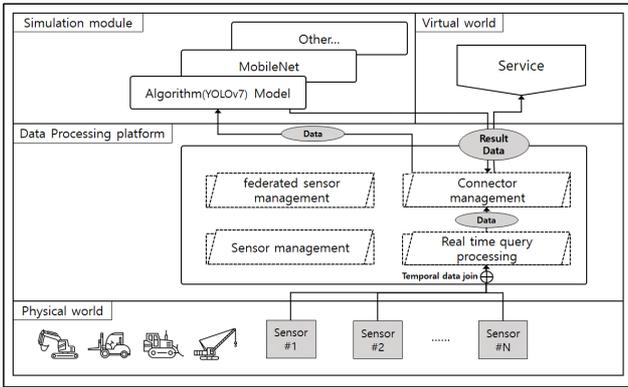
2. 본론

2.1 시뮬레이션 모듈 기반 응용 서비스 플랫폼

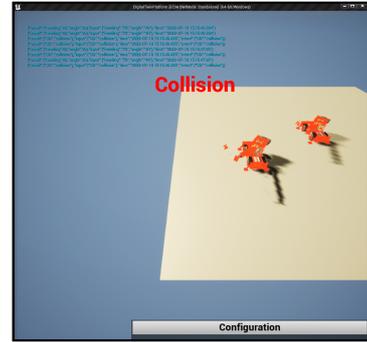
산업현장에서 가동되는 정형화된 기계의 작업을 디지털화하여 객체 인식을 통해 실시간으로 물체의 충돌을 사전에 예측하고 사고를 예방할 수 있는 시뮬레이션 모듈 기반 플랫폼

을 구현하였다. 그림1은 플랫폼의 시스템 구조이다. 장치로부터 수집된 데이터는 real time query processing을 통해 실시간으로 전송된다. 시뮬레이션 모듈에서는 실시간으로 전송받은 데이터를 알고리즘 모델을 통해 계산한 후 결과를 플랫폼에 전송한다. 플랫폼에서는 전송받은 결과를 virtual world로 서비스한다. 시뮬레이션 모듈은 현실 세계에서의 문제를 최적화하기 위해 적용할 수 있는 모델들을 말하여 본 논문에서는 객체 인식과 분류모델을 사용하여 충돌 위험 방지를 제안하였으나 미래 예측 또는 이상 탐지 등 다양한 모델을 시뮬레이션 모듈에 적용할 수 있다.

본 논문에서는 YOLOv7과 MobileNet을 사용하여 시뮬레이션 모듈을 구현하였고 현실 세계를 모사한 가상 세계에 객체 인식 및 이미지 분류를 통한 충돌 위험 알람 서비스를 제공한다. YOLOv7는 5~160 fps 범위의 추론 속도를 가지면 현재까지 알려진 실시간 물체 검출 모델 중 가장 높은 정확도인 56.8% AP를 가지는 것으로 발표되었으며 bagof-freebies 방법과 Extended-ELAN 구조를 도입해 SOTA(state-of-the-art) 성능을 달성했다. [3] MobileNet은 Depth-wise separable convolutions 구조에 기반한 경량화된 모델로 모델 크기나 연산량에 비해 성능이 뛰어나고 환경에 따라 적절한 크기의 모델을 선택할 수 있도록 multiplier를 제공한다. [4]



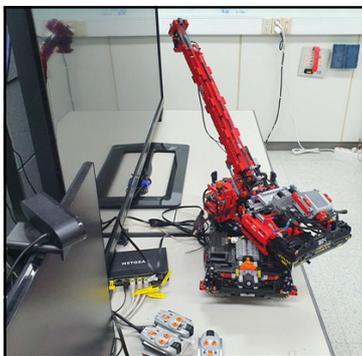
[그림 1] 시뮬레이션 모델을 적용한 플랫폼 구조



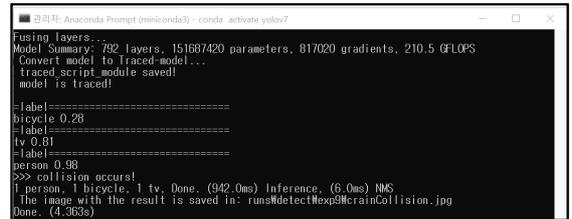
[그림 3] 충돌 시뮬레이션 결과를 서비스한 시각화 모델

2.2 플랫폼 설계 및 구현

본 논문에서는 산업현장을 모사한 레고 크레인을 사용하여 이미지 데이터를 수집하였다. 플랫폼은 동기화 모듈, 시각화 모듈, 시뮬레이션 모듈로 구성된다. Apache Kafka를 활용하여 현실 세계의 데이터를 수집하고 객체화하며 현실 세계를 가상 세계에 동기화하기 위하여 MQTT 서버를 활용한다. 시각화 모듈은 플랫폼에서 전달된 데이터를 기반으로 3D 모델링하여 사용자에게 시각 정보를 전달하는 역할을 하며 본 논문에서는 Unity 엔진을 활용하여 가상 세계를 만들어 시뮬레이션 결과를 시각화한다. 시뮬레이션 모듈의 경우 플랫폼에서 전달된 데이터를 바탕으로 데이터 분석 및 연산을 통한 미래 상황에 대한 예측을 수행하며 본 논문에서는 YOLOv7을 이용한 객체 인식을 통해 크레인과 사람의 충돌을 감지한다. 또한 이미지 분류가 가능한 MobileNet 모델을 시뮬레이션 모듈로 추가하여 추가 위험감지를 진행하였다. 실시간 이미지 데이터 전송은 영상처리 라이브러리인 OpenCV를 사용하여 촬영된 이미지를 플랫폼으로 전송하였고 플랫폼에서는 Kafka http sink connector를 사용하여 시뮬레이션 모듈로 데이터를 전송하였다. 전송받은 실시간 데이터를 시뮬레이션 모듈에서 계산 후 결과를 http 응답으로 재전송하여 서비스할 수 있도록 구현하였다



[그림 2] 객체 인식에 사용된 센서 부착 레고 크레인



[그림 4] YOLOv7 시뮬레이션 결과 화면

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 yolov7과 MobileNet을 사용한 객체 인식 및 분류를 통해 실시간으로 물체의 충돌을 사전에 예측하여 사고를 예방할 수 있는 시뮬레이션 모듈 기반 플랫폼을 구현하였다. 또한 객체 인식 알고리즘뿐만 아니라 다양한 시뮬레이션 모듈을 추가 및 변형이 가능하도록 구현하여 플랫폼의 확장성을 높였다. 향후 과제로는 동기화 엔진의 성능 가속화를 통한 플랫폼의 고속·저지연 동기화를 지원하고 인공지능 기술의 적용과 시뮬레이션 모듈의 고도화를 통해 다양한 응용 서비스를 개발할 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2022-0-00545, 지능형 디지털 트윈 연합 객체 구성 및 데이터 프로세싱 기술 개발)

참고문헌

- [1] 정기목, “4차 산업혁명 시대의 선교”. 선교신학, 48, 265-294, 2017
- [2] Chien-Yao Wang, “YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors”, 2022
- [3] Song Min-Gyeong, “Proceedings of the Korea Technology Innovation Society Conference”, Korea Technology Innovation Society, Pages.605-618, 2017
- [4] Andrew G. Howard, “MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications”, 2017