디지털 트윈 기반 실시간 휴먼중심 정보표출 서비스 프로토타입 설계 및 개발

고광서, 김지형, 최원기, 송민환, 이상신
한국전자기술연구원 자율지능 IoT 연구센터
e-mail : gogohh88@keti.re.kr, jkim8@keti.re.kr, cwk1412@keti.re.kr,
mhsong@keti.re.kr, sslee@keti.re.kr

Digital twin-based real-time human-centered information display service prototype design and development

Gwangseo Go, Jeehyeong Kim, Wongi Choi, Minhwan Song,
Sangshin Lee
Korea Electronics Technology Institutes Autonomous IoT Research Center

요 약

본 연구에서는 사람의 위치, 지정된 공간에 사람이 입장한 시간과 머무른 시간, 공간 배회 여부, 피로도 계산, 위험 구역 간의 거리를 확인하여 위험도를 파악 후 가상 세계에 디지털 트윈화한다. 휴먼 중심 정보를 가상 세계에 전송하면 가상 세계에서는 실시간 현재 상황을 시뮬레이션할 수 있다. 휴먼 중심 정보 데이터 중 사람의 위치 데이터 기반으로 가상 세계에서 사람의 위치를 표출 하고 이를 기반으로 휴먼의 상태나 주위 센서 정보를 표출한다. 사람 위치 데이터는 YOLOv5를 통해서 생성하고 가상 세계는 Unity를 통해서 구현하였다.

1. 서론

디지털 트윈은 현실 세계 데이터 기반으로 가상 세계를 구현하고 시뮬레이션 등을 수행한다. 현실 세계 데이터의 예시로는 IoT 장비 데이터, 영상 데이터 등이 있다. 이를 활용하여 여러 가지 AI 알고리즘이나 시뮬레이션을 수행하면 가상 세계를 통해 현실세계의 문제를 해결할 수 있다.

본 논문에서는 영상데이터 및 YOLOv5 딥러닝 모델을 활용하여 현실 공간 속 사람 위치 데이터 특정하고, 이를 Unity 로 구현된 가상세계에 전송한다. 이를 기반으로 다양한 정보들이 표출되는 디지털 트윈 기반 서비스 프로토타입을 구현하였다.

대규모 정보인프라를 디지털트윈화 할 경우 굉장히 많은 정보들이 디지털 트윈에 노출 되게 되어, 사용자가 필요한 정보만을 선택적으로 표출하는 것이 중요해 진다. 본 연구에서 제안하는 실시간 휴먼중심 정보표출 서비스 프로토타입을 사용하게 되면 산업 현장에서 생기는 사고를 빠르게 대처할 수 있고 프로토타입 성능 개선을 통해 스마트 팩토리를 구축할 수 있을 것이다. 이와 같은 이유로 딥러닝 객체 탐지와 Unity의 기술 융합을 활용한 실시간 휴먼중심 정보표출 서비스 프로토타입을 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 가상 시뮬레이터 Unity

Unity는 3D 건축 시각화, 가상 현실 등 컨텐츠 제작을 위한 통합 제작 도구로 YOLOv5로부터 전달받은 데이터를 사용자가 확인할 수 있게 시각화했다.

2.2 실시간 객체 탐지 모델 YOLO

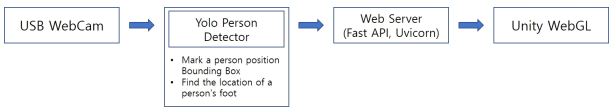
본 연구에서는 사람의 위치를 빠르게 탐지할 필요성이 있다. YOLO는 1-Stage Detector로 빠른 속도로 실시간 영상 속 객체를 탐지할 수 있어서 사용했다[2].

2.3 사람 위치 데이터 송수신 서버

YOLOv5의 Bounding Box를 활용하여 Unity 시뮬레이터에 사람의 좌표 데이터를 보내는데 데이터 송수신 수단으로 Fast API, Uvicorn을 사용했다. Fast API는 파이썬 기반 비동기식 API 웹 프레임워크이고 Uvicorn은 비동기식 웹서버다.

2.4 실시간 휴먼중심 정보표출 서비스 프로토타입 설계

USB WebCam으로 연구실 전체 구역을 실시간으로 촬영하고 찍은 영상을 YOLOv5 모델에 입력하여 사람을 탐지한다. 탐지한 사람은 Bounding Box를 이용하여 사람의 발 위치를 구한다. 발 위치가 곧 사람이 있는 위치이며 사람 좌표 데이터를 Json 형식으로 API 서버에 보낸다[1]. Unity WebGL에서는 사람 좌표 데이터를 받고 캐릭터를 현실 세계 사람 위치와 같게 이동한다. 아래의 그림 1은 실시간 휴먼중심 정보표출 프로토타입 설계도이다.

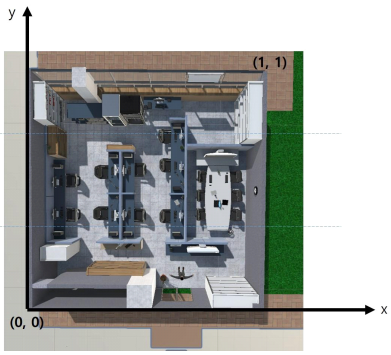


[그림 1] 실시간 휴먼중심 정보표출 서비스 프로토타입 설계도

3. 구현

3.1 Unity 연구실 모델링 및 좌표설정

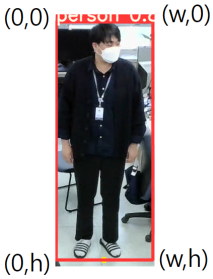
Unity 환경에서 연구실 모델링을 했고 연구실 바닥을 (0, 0) ~ (1, 1) 범위로 좌표를 지정했다. 사람 위치 데이터는 5초마다 수신하게 되는데 전송받은 위치 데이터 기반으로 캐릭터가 움직이게 했다. 그림 2는 Unity 연구실 좌표 그림이다. 본 연구는 웹 환경에서 구동시키기 위해서 Unity 시뮬레이터를 WebGL로 빌드 하였으며 웹서버 Tomcat을 활용하여 배포했다.



[그림 2] 연구실 좌표

3.2 YOLO 기반 사람 위치 검출

사람의 위치 파악은 YOLOv5 딥러닝 모델을 사용했다. YOLOv5는 80개의 클래스를 가지고 있는데 그중에 사람 클래스만 활용하여 사람만 검출하게 구현했다. YOLOv5가 제공하는 Bounding Box 기능을 이용하여 사람의 발 좌표를 구했다. 그림 3은 YOLOv5를 활용한 사람 검출 사진이며 수식 1은 사람 발 좌표 구하는 공식이다.



[그림 3] 사람 객체 검출

$$(x', y') = (x, (y + h/2))$$

[수식 1] 사람 발 좌표 구하는 공식

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 사람에 관한 정보를 탐지하여 Unity 시뮬레이터에 정보를 반영했다. 본 논문에서 다룬 데이터는 사람 위치 데이터였으며 사람이 움직일 때 Unity 시뮬레이터에서 캐릭터가 움직이는 모습을 확인했다. 그림 4는 YOLOv5에서 감지한 좌푯값으로 캐릭터를 움직이게 한 사진이다. 현재 Unity 연구실 시뮬레이터의 바닥에 매핑된 좌표와 YOLOv5에서 감지한 좌푯값의 차가 있어서 현재 위치와 시뮬레이터에서 표현된 위치가 다른 모습을 보여줬다. 더욱 정확한 위치 감지를 위해서 YOLOv5의 좌표 계산 알고리즘을 개선할 것이다.

[그림 4] 실험 결과

참고문헌

[1] 이승운, "실시간 실감콘텐츠 지원 사물인터넷 관리 및 제어기술", 한국통신학회학술대회논문지, 제 2020권 8호, pp. 299-300, 8월, 2020년.

[2] 이용환, "객체 검출을 위한 CNN과 YOLO 성능 비교 실험", 반도체디스플레이기술학회지, 제 19권 1호, pp. 85-92, 3월, 2020년.

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)