

## ゲームエンジンを活用した転倒検知 AI モデルの開発

機械電子科 横井功毅 岩崎清斗\*

## Developing a Fall Detection AI Model Using a Game Engine

YOKOI Koki and IWASAKI Kiyoto

Keywords : IoT(Internet of Things), Machine Learning, Object Detection

ゲームエンジンを用いて仮想空間上に工場の作業場を再現した。この仮想空間内でヒトのモデルが様々なパターンで転倒するシミュレーションを行い、これを学習データとして、作業員の転倒検知 AI モデルを開発した。その AI モデルを搭載したシングルボードコンピュータと工場の既設監視カメラのサーバーを連携して、作業場内における作業員の転倒を検知して通知するシステムを構築した。現実空間で撮影した写真（起立：250 枚、転倒：250 枚）を用いて、AI モデルの評価を行い、96%程度の精度を達成した。

キーワード：IoT(Internet of Things)、機械学習、物体検出

## 1 はじめに

静岡県では、県内製造業の IoT 導入支援の一環として、IoT 大学連携講座を実施している。本講座は受講者の製造現場で IoT による遠隔化およびデータの見える化を実現できるように伴走支援を行う<sup>1)</sup>。本研究では、受講した企業に対して、講座で使用した教材機器を活用し、AI 実装したモデルケースを提示するべく、AI で作業員の姿勢推定を行い、転倒検知をして通知する IoT システムを現場実装した。また、企業の生産活動を停止することなく AI を開発するために、AI の学習データは仮想空間上で生成したデータだけを使用した。

## 2 方法

## 2.1 現場実装環境

対象とした企業は、閉め切った作業部屋で溶射等の危険作業を 1 人で行う。高温の作業であり、夏場は熱中症の恐れもある。作業員にトラブルが発生した際に気付くことができるように監視カメラを設置しているが、常時モニターの前で待機しているわけではないため、発見が遅れる危険性がある。早期発見するための手段として、AI に映像を監視させることを検討した。

## 2.2 システム構成

講座の教材機器を活用することを前提に構成した。企業に設置されている監視カメラのサーバーに RaspberryPi を接続し、Node-RED 上で AI による転倒検知を行う。その結果を事務所等の離れた場所に用意したもう 1 台の RaspberryPi で受信し、信号灯またはブザー等で事故発生を通知する。

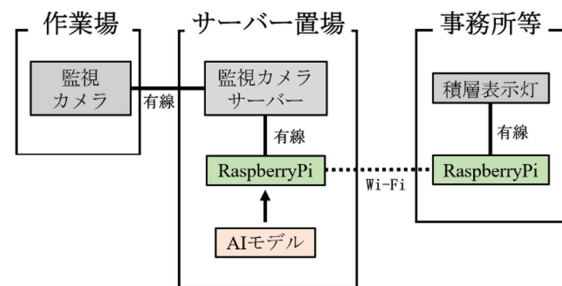


図1 システム構成図

## 2.3 実験方法

作業場の点群を取得し、それを基にゲームエンジン (Unreal Engine : Epic Games 社) 上で作業場を再現した。この仮想空間上で、ヒトのモデルをランダムに移動、転倒させることを繰り返した。この様子を現実の監視カメラと同じ位置に設置したバーチャルカメラで撮影することで、現実と同

\* 現 政策管理局 産業政策課

じ画角の起立および転倒画像データを各 1,500 枚生成した。この画像データに物体検出アルゴリズムである YOLO<sup>2)</sup> を使用して、画像内にいるヒトの身体の各部位の座標データを取得した。これを用いて、画像内のヒトが起立、または転倒どちらの状態であるか推論する機械学習モデルを作成した。学習データには仮想空間上で生成したデータのみを使用した。このモデルを現実の監視カメラに接続した RaspberryPi に実装し、評価を行った。



図2 仮想空間上で撮影した画像  
(左：起立、右：転倒)

### 3 結果および考察

現実の作業場で起立および転倒の様々なパターンを監視カメラで撮影し、その画像で AI の精度を評価した。起立、転倒各 250 枚の画像を用いた評価を行い、AI モデルが判別する精度は、96.0% (起立：98.8%、転倒：93.2%) であり、高精度な判別ができることが確認できた。身体の一部しか写っていない画像 (図 3) でも正確に判別できることが確認できた。これは、仮想空間上で大量のデータを取得したことで、この監視カメラの画角から写り得る姿勢パターンの大部分を学習できていたことが要因であると考えられる。

起立状態を転倒と誤判定した画像は、前かがみの姿勢や腰を落とした姿勢であった。この体勢のときは、時間を空ければ違う体勢になることが予想されるため、複数回連続で転倒判定のときに転倒と確定する等、出力側の調整で精度を高めることができると思われる。転倒状態を起立と誤判定した画像は、各体幹部の X 座標が近い値になる倒れ方をした画像 (図 4) であった。この倒れ方をした場合、起立状態と座標パターンが近くなるのが原因と考えられる。このような誤判定に対応するために、複数回連続で同じ値の座標パターンが取得された場合は、作業者に全く動きが

ない状態であるため、転倒の可能性を考慮し、転倒通知を行う必要がある。

また、本システムで判別した画像は RaspberryPi または監視カメラサーバーに保存されるため、誤検知画像を追加で学習することで、精度の向上が期待できる。



図3 転倒検知に成功した監視カメラ撮影画像



図4 誤判定した画像

(左：起立を転倒と誤判定、右：転倒を起立と誤判定)

### 4 まとめ

本研究では、仮想空間上で学習データを作成することで、あらゆる転倒パターンを網羅することができ、高い精度を実現することができただけでなく、企業の生産活動に影響を与える時間を最小限に留めることができた。一方で、身体の高次元座標を入力として転倒検知を行うため、倒れ方次第では起立状態と転倒状態で入力となる座標パターンが似てしまい、判別が難しくなることが課題である。今後は、誤判定が起きる傾向のある姿勢のデータを大量に生成し学習させて、AI の精度を向上させることに加え、出力側の調整することで、システム全体として精度を向上させていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 横井功毅 他：IoT 大学連携講座による導入支援 (第 2 報), 静岡県工業技術研究所研究報告, 第 17 号, 55-56(2024) .
- 2) YOLOv8 -Ultralytics YOLO Docs, <<https://github.com/ultralytics/ultralytics>> (参照 2024-12-16) .