

作業者行動推定モデルのための動画解析を用いた 訓練データの作成方法の提案

小村皓大[†] 佐藤祐紀[‡] 猪股一步希[†] 堀川三好[‡]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†] 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科[‡]

1. はじめに

ものづくり分野における動画解析の活用は、品質検査、異常検知および姿勢推定による動態・行動分析等を中心に導入されている。特に、姿勢推定については、高精度かつ即時性のある技術が提供されつつあり、さらなる生産現場での利活用が見込まれる。しかしながら、姿勢推定を用いた作業者行動推定は、広範囲な生産現場において死角なしでカメラ設置を行い、かつ即時性高く解析を行うためにはコストがかかる。また、複数カメラ間の移動をする作業者を個別識別するための工夫が必要となる。一方、ウェアラブル機器等のセンシングデバイスを用いた作業者行動推定は、導入が容易で個別識別に優れているものの、推定精度を高めるための機械学習の構築や訓練データの収集・ラベル付けの効率化が課題となる。

本研究は、生産現場におけるセンシングデバイスを用いた作業者行動推定モデルのための訓練データ生成を、動画解析から行う手法を提案する。これにより、センシングデバイスによる行動推定で課題となるデータに対して行動ラベルの付与にかかる労力を削減することを目的としている。

2. 関連研究

姿勢推定モデルを応用した事例として、スポーツやダンスにおける動態解析、不審人物の検知、集団行動の特徴解析などが挙げられる。また、姿勢推定モデルから取得した特徴量データから様々な分類器を用いて動作分類の精度比較を行う研究も見られる [1]。これらから行動推定は可能であることがわかるが、本研究ではより低コストに行動推定が可能なセンシングデバイスのために用いることで、1.節の課題解決を行なった。

Training Data Using Video Analysis for Worker Behavior Estimation Models

[†]Kodai Komura, Ibuki Inomata

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

[‡]Yuki Sato, Mitsuyoshi Horikawa

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

3. 作業者行動推定モデルの訓練データ作成手法

3.1 提案手法の概要

本研究では、行動推定用のセンシングデバイスとしてスマートタグを用いる。スマートタグは、300 ミリ秒ごとに位置と状態に関する膨大なデータ収集可能であるが、どの作業のデータかの紐づけを直観的に行うのは困難である。そのため、動画解析から行動推定をし、その結果をセンシングデータの行動ラベルとして利用する。スマートタグによる機械学習モデルの比較や精度については、先行研究 [2] に詳細を述べる。

3.2 スマートタグ

(株)イーアールアイと共同開発したスマートタグを用いる。スマートタグは、4 cm×4 cmの大きさで加速度・ジャイロの平均値・分散値、歩数、運動量等が取得可能である。また、周囲に設置したビーコンの電波強度 (RSSI) を複数取得可能である。取得データは、約 300 ミリ秒で半径約 50m にブロードキャストされ、スマホ等のゲートウェイで収集する。

3.3 行動推定手法

スマートタグの収集データと共に撮影した動画から、以下の手順で行動推定を行う。

①キーポイントの抽出

撮影動画から作業者の姿勢推定を行い、複数箇所のキーポイント (首、手首、へそ等) の座標を時系列で抽出する。

②行動のラベル付け

動画を確認しながら一連の作業に対して行動ラベルを手動で付与する。その際、作業内容の特徴を考慮して特定のキーポイントに着目することで、キーポイントの座標から自動ラベル付けができるかを検討する。

③機械学習モデルの構築

キーポイントの 2 次元座標と②で付けた行動ラベルを教師データとして行動推定モデルを生成する。本稿では、時系列を考慮したニューラルネットワークである LSTM (Long Short-Term Memory) を用いる。

④動画からの行動推定

②において手動で行動ラベルを付与していない

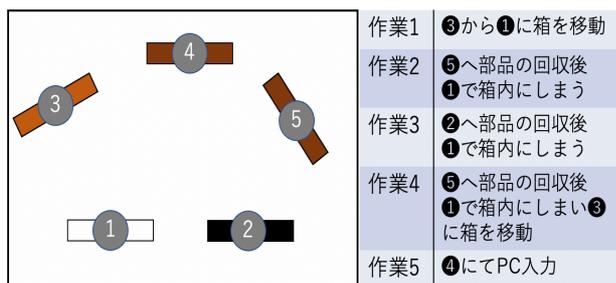


図1 検証実験の作業内容

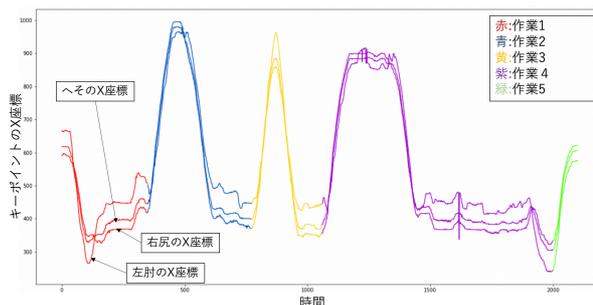


図2 キーポイントのx座標の推移

動画を対象に、③で生成した行動推定モデルから行動推定を行う。

⑤センシングデータへの適用

②および④で付与された行動ラベルを、タイムスタンプを照合しながらセンシングデータへ割り当てる。

4. 検証実験

4.1 実験目的および環境

提案手法の動作検証のために、生産現場におけるセル生産を想定した実験を行う。実験環境および一連の作業内容を図1に示す。5つの作業を1セットとして、被験者4名が計48回実施する。また、スマートタグからのデータ収集および動画撮影を同時に行えるAndroidアプリをKotlinで開発して利用する。

4.2 姿勢推定手法

姿勢推定には、OpenPoseを用いる。OpenPoseでは、単一画像から複数の人間の体や顔などのキーポイント135箇所を推定可能である。本研究では主要部分である首・鼻・両肩・両肘・両手首・へそ・両尻・両膝・両足首・両つま先・両踵のx座標及びy座標の計38のキーポイントを利用して行動推定を行う。

4.3 実験結果

①キーポイントの抽出

1セットあたりの作業時間は、1分程度であった。また、撮影動画は、30FPSでフレーム分割して分析を行う。そのため抽出されたキーポイントは、1セットあたりの平均1750個であった。

②行動ラベル付け

本実験では各作業内容の切り替えの際に移動を伴う。そのため手作業での割り当てを行わなくてもへそ等の座標推移からある程度のラベル付けを行うことが可能であった(図2)。

③機械学習モデルの構築

②において21回分の作業セットに行動ラベルを付与し、LSTM層および全結合2層の3層構造である行動推定モデルを生成する。出力層に線形関数、シーケンス長は100、バッチサイズを

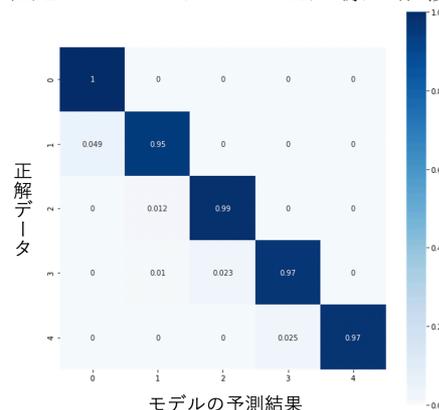


図3 行動推定モデルの混合行列

350, 学習回数を30回とした。

④動画からの行動推定

行動推定モデルの混合行列を図3に示す。F値(適合率と再現率の調和平均)は、0.96となった。

⑤センサデータへの適用

行動推定モデルを用いて、27回分の作業セットについて行動推定をした。その結果を含めて、スマートタグから収集したデータに割り当てた。その結果、F値が0.86の行動推定モデルを従来の約1/3程度の時間で作成することができた。

5. おわりに

本稿では、動画解析を用いたセンシングデバイスによる作業行動推定モデルのための訓練データ生成手法を提案した。今後は、実際の工場現場で実証実験を通じ、実用性を高めていきたい。また、複数作業員に対して行動推定可能な機械学習モデルの生成を考案し、構築していく予定である。

参考文献

- [1] 高崎智香子他：“姿勢推定ライブラリOpenPoseを用いた機械学習による動作識別手法の比較”, 情報処理学会, 第81回全国大会講演論文集, 2019-Vol1, pp.275-276 (2019)
- [2] 猪股一步希他：“即時導入可能な作業員行動の可視化システムの提案”, 情報処理学会 MBL, 2020-MBL-97, No.15, pp.1-6 (2020)