

ヒト骨格情報と物体位置情報を用いた作業工程の自動推定アルゴリズム

作業者が各時点で実行している動作の記述を行う時間分析は、Industrial Engineering(IE)の代表的な分析手法である。時間分析によって対象作業中の「ムダ」な動作を検出し改善作業を行うことで、作業効率の大きな増加が見込まれる[1]。しかしながら、従来は人がビデオ映像などを見ながら手作業で各時点での動作の分類・ラベル付を行っていたため、分析に要する時間の大きさが問題となっていた。そこで本研究では、この問題点を解決するため、機械学習技術を用いて、ピックアンドプレース作業における作業工程の自動推定アルゴリズムを開発した[2]。

人の動作認識、作業認識は近年の機械学習分野において主要な研究領域の一つであるが[3]、本研究のように産業場面での人作業を対象とした研究は比較的少なくなっている。その要因として、人の情報のみでなく、人と物体の相互作用も考慮する必要した認識を行う必要があることが挙げられる。そこで、本研究では、この問題に対処するため、図1に示すような人動作認識、作業工程の自動推定アルゴリズムの開発を行なった。

具体的には、本研究では作業の様子を写したビデオカメラの映像から、骨格認識アルゴリズムで人の骨格情報、物体検出アルゴリズムで物体の位置情報を検出し、両者の時間変化を入力データとして、LSTM(長・短期記憶ネットワーク)に入力し、各時点での作業工程の記述を行なった。このように「ヒトの情報」としての骨格情報と、「モノの情報」としての物体の位置情報の両者を考慮することにより、人が物体を搬送するという相互作用の関係を効果的に記述することが期待される。最終的には、これらの情報を用いて各時点での作業の様子を5つの動作ラベルで記述することにより、どの動作が最も時間を要するボトルネックとなっているか、あるいは手待ち(Idle)の時間はどの程度であったか等の時間分析の結果を可視化する。

提案したアルゴリズムの有効性を検証するため、実験室内で擬似的に作業環境を再現し、その中でピックアンドプレース動作(搬送作業)の様子を撮影し、実験的な検証を行なった。図2は検証実験の結果を示している。図2に示すように、作業者が棚から対象物(ペットボトル)をピックアップしてテーブルの上に置く繰り返し作業を、各時点で記述を行うことができ、正解データに対する正答率としては、90%以上を示した。今後は今回対象とした実験室環境下での作業よりもより複雑な、実環境下での作業映像などを対象として、提案アルゴリズムの適用とその結果に基づく改善を行なっていくことを予定している。

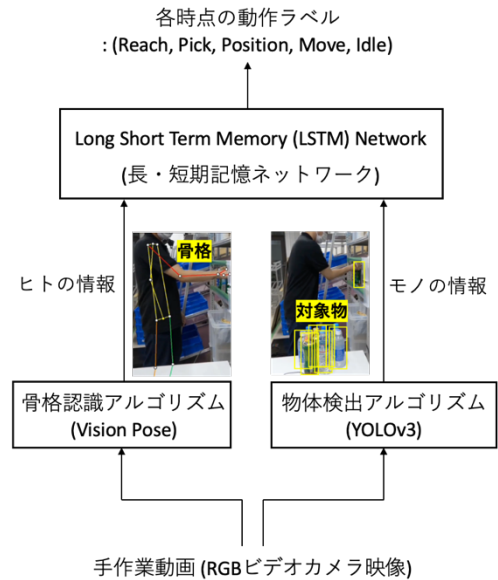


図1. 提案システムの全体像。

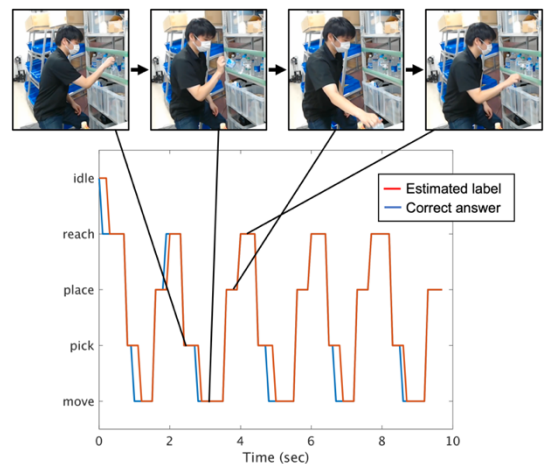


図2. 作業工程の推定結果。

Keywords: 動作認識, 物体認識, 機械学習, LSTM, 骨格抽出

References

- [1] Barnes, R. M. (1991). Motion and time study: design and measurement of work. John Wiley & Sons.
- [2] 高御堂 良太, 太田 順. (2022). 人手作業データを活用した新規ロボットシステム設計手法の提案. 第40回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2022AC3F1-05, (pp. 1-4), 東京, 2022年9月5日~9日.
- [3] Zhang, H. B., Zhang, Y. X., Zhong, B., Lei, Q., Yang, L., Du, J. X., & Chen, D. S. (2019). A comprehensive survey of vision-based human action recognition methods. *Sensors*, 19(5), 1005.