

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：32702

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14988

研究課題名（和文）サーブリック分析を用いた深層学習による作業実績把握システムの構築

研究課題名（英文）Construction of a Work Performance Monitoring System Using Deep Learning with Therbrig Analysis

研究代表者

山崎 友彰（Yamazaki, Tomoaki）

神奈川大学・経営学部・准教授

研究者番号：30706891

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：作業進捗や作業ミス等の作業実績をリアルタイムに把握し、生産管理のレベル向上に寄与することを本研究の課題に設定した。この課題解決に深層学習が利用され始めている。深層学習では、作業の映像を用いることが多いが、作業内容が異なる場合は、都度その映像を用意する必要がある。本研究では、作業の最小単位である要素動作を学習に用いた。まずは、深層学習モデルによる人の骨格を検出する技術を用いて、研究室レベルのレゴブロックを用いた簡易作業で、単位時間が分類精度に与える影響を明らかにした。そして、一般的にモデル作業として利用されるボールペン組み立て作業で、単位時間が分類精度に与える影響を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生産管理には「生産計画を立てること、そしてその通りに生産活動が行われるようにする」ことが求められる。この両面の活動の基となるものが、生産実績である。実施可能な生産計画でなければならないが、それを測る物差しが過去の生産実績となる。人による作業においては、作業自体が都度変化し、個人差も排除しきれないことから、単位の細かいデータを取得することが難しい。この問題に深層学習モデルが利用されているが、オーダーメイドであることが求められる。本研究によって都度学習の必要がない、より現実的に実装可能な解決策の導出に一定の前進があったと考える。

研究成果の概要（英文）：I have set the objective of this study to grasp work progress and errors in real-time to contribute to improving the level of production management. Deep learning has begun to be used to solve this problem. In deep learning, video footage of tasks is often used, but if the task content differs, the footage must be prepared each time. In this study, we used elemental movements, which are the smallest units of work, for learning. First, using technology that detects human skeletons with deep learning models, we clarified the impact of unit time on classification accuracy using simple tasks with laboratory-level LEGO blocks. Then, we clarified the impact of unit time on classification accuracy in the commonly used model task of ballpoint pen assembly.

研究分野：生産管理

キーワード：生産実績 作業進捗 深層学習

1. 研究開始当初の背景

生産管理には、「生産計画を立てること、そしてその通りに生産活動が行われるようにする」ことが求められる。この両面の活動の基となるものが、生産実績である。実施可能な生産計画でなければならないが、それを測る物差しが過去の生産実績となる。過去のデータに基づいて計画を立てることで、現実的で達成可能な目標を設定することができる。そして、生産計画と実績の差が小さくなるようにコントロールすることが求められる。

生産実績には、1日あたりの生産数量等のデータが含まれるが、各生産プロセスにおける様々なデータもそれに含まれる。例えば、各工程ごとの作業時間、使用された材料の量、発生した不良品の数などが挙げられる。これらのデータは、生産プロセスの効率を評価し、改善点を見つけるために重要である。精度の高いデータであることは当然のことながら重要であるが、細かな単位のデータであることも重要である。具体的には、秒単位やミリ秒単位でのデータ収集が求められることもある。

このような細かいデータを取得するためには、生産設備に取り付けられたセンサーから得られる各種データをリアルタイムに収集するシステムの開発が活発に行われている。これにより、機械の動作状況や環境条件の変化などを詳細に監視し、異常が発生した場合には迅速に対応することが可能になる。

しかし、人による作業においては、作業自体が都度変化し、個人差も排除しきれないことから、細かな単位のデータを取得することが難しいという課題がある。人間の動作は機械のように一定ではなく、同じ作業でも作業者によって手順や速度が異なることが多いため、データの一貫性を保つことが難しい。さらに、作業者の熟練度や疲労の度合いなどもデータに影響を与えるため、これらを考慮したデータ収集と分析が必要となる。このような課題に対処するための新しい技術や方法論の開発が期待されている。

2. 研究の目的

本研究の課題として、作業進捗や作業ミス等の作業実績をリアルタイムに把握し、生産管理のレベル向上に寄与することを設定した。この課題を解決するために深層学習が利用され始めているが、解決すべき課題も多い。そのひとつとして“オーダーメイド”が要求されることがある。深層学習では、作業の映像を用いることが多いが、作業内容が異なる場合は、都度その映像を用意する必要がある。また、作業者間の体格等の個人差や時間経過による熟練度の変化に対応するためにも、やはり都度その映像を用意する必要がある。

本研究では、これに対して、作業の最小単位である要素動作を学習に用いることを提案する。この要素動作は作業研究の分野で、作業を分析する際に、個人差の少ない単位として導出された経緯がある。要素動作を用いることで、作業内容の違いや個人差に影響されず、より汎用的なデータ収集と分析が可能になると考えられる。

具体的には、深層学習の人の骨格を検出する技術を用いて、単位作業時間が検出精度に与える影響を明らかにすることを目指す。まず、研究室レベルでの実験として、単純な作業を対象にし、各要素動作の検出精度を評価する。その後、実際の生産現場での応用を視野に入れ、より複雑な作業にも適用可能な手法の開発を進める。

3. 研究の方法

人の骨格データを検出することが可能な深層学習モデルを利用し、研究室レベルのモデル作業をもとに、単位作業時間と分類精度に与える影響を明らかにした。本研究の初期計画では、研究協力企業においてデータグローブを用いて取得したデータを利用する予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響により、企業での実験実施が困難となったため、研究室レベルでの実験に切り替えることにした。

この変更に伴い、研究の焦点を研究室内で再現可能な単純作業に絞り、実験を進めた。具体的には、骨格検出技術を用いて作業者の動作をリアルタイムに分析し、各単位作業時間が分類精度にどのような影響を与えるかを検証した。このプロセスでは、作業の効率や精度を向上させるための新たな手法を開発し、検証することを目指した。

研究室レベルでの実験により、より制御された環境下でのデータ収集が可能となり、変数の管理が容易になった。これにより、単位作業時間が分類精度に与える具体的な影響を詳細に分析することができた。また、この実験は将来的な現場応用を視野に入れたものであり、得られた知見は実務での利用可能性を高めるものである。

4. 研究成果

実際の作業を対象にすることは叶わなかったが、研究室におけるモデル作業をもとに研究を進めることができた。まずはレゴブロックを用いた作業を対象とし、この実験では主にサーブリックの要素であるG(つかむ)とA(組み合わせ)の2種類の分類を対象とした。その後、モデル作業として利用されることが多い簡単なボールペンの組み立て作業をもとに実験を進めた。レ

ゴブロックを対象とした分類に加え、RL（放す）、P（位置極め）を加えた4種類を対象に、分類モデルを構築した。

レゴブロックを用いた実験では、G（つかむ）とA（組み合わせる）の動作を深層学習モデルで分類し、その精度を評価した。この作業は、細かい手の動きや位置の変化を検出するための基礎的なデータ収集に適しており、モデルの基本的な性能を確認するために重要であった。各要素動作の分類精度を検証することで、深層学習モデルの基礎的な有効性を確認することができた。

次に、ボールペンの組み立て作業を対象とした実験では、レゴブロックの実験で使用した分類に加え、RL（放す）およびP（位置極め）の動作を含めた4種類の要素動作を分類対象とした。ボールペンの組み立ては、現実の生産現場に近い作業内容を再現するために選ばれたものであり、より複雑な動作の分類精度を検証するために有用であった。

それぞれの実験において、単位作業別の各分類記号に対する分類精度を明らかにすることができた。これにより、深層学習モデルが異なる要素動作をどの程度正確に識別できるかを評価し、分類精度の向上に向けた課題を特定することが可能となった。得られた結果は、作業進捗管理やミス検出の自動化に向けた実践的な応用のための基盤を提供するものである。

この研究を通じて、研究室レベルでのモデル作業を用いた実験が、実際の生産現場における応用のための有益なデータと知見を提供することが確認された。将来的には、これらの知見を基に、より複雑な実際の作業に対しても高精度な分類モデルを適用し、生産管理の効率化と精度向上に貢献することが期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------