

【通し番号】 20250001

【目次（分野別）】 評価

実際の製造現場におけるコンピュータビジョンベースの

エルゴノミクスリスク評価ツールの検証

Validation of computer vision-based ergonomic risk assessment tools for real manufacturing environments

【著者】

Thomas Agostinelli , Andrea Generosi , Silvia Ceccacci , Maura Mengoni

【雑誌情報】 scientific reports. 14:27785 (2024)

【PubMed PMID】 39537717

【概要】

本研究は、2D RGB カメラによるモーションキャプチャを活用した作業現場における人間工学的リスクアセスメント（ERA）の方法について検証した。具体的には、実際の製造ラインにおいて 13 人の作業者を対象に、RUBA・RULA を活用した手動による姿勢評価と、システムを用いた半自動評価の一貫性を分析した。モーションキャプチャについては Tf-pose-estimation と Google Mediapipe を組み合わせたものを用いた。

結果は、環境条件（照明、カメラ設置角度、作業者の動きや障害物の有無など）によって精度にばらつきがあるものの、リスクレベルの評価は 40～80% の精度で一定の信頼性が確認されたが、ERA スコアについては誤差が大きく、あくまで詳細な分析が必要かどうかの大まかな目安を確認する程度の精度は備えているものと判断できた。

ツール導入における課題・改善点について「2D 画像による角度推定の限界」や「視点ごとの遠近法による歪み」、「作業者が動き回ることで姿勢が正確に評価されない」ことなどが挙げられた。これらの克服には 2D 画像から 3D 姿勢を明確に識別する必要があるため、様々な視点からキャプチャした合成データセットや、3D 姿勢を認識するツールなど、新たな分析手法の開発が期待される。

結論として、モーションキャプチャツールの活用は、専門家レベルのリスクアセスメントとしては最適化されていないが、製造現場で作業者の姿勢を継続的に監視・分析し、職場の安全性と効率性を向上させる可能性を秘めている。今後の技術改善によって、個人ごとに適した作業設計を行うための基盤技術として、今後の産業 5.0 時代において重要性が高まると考えられる。

【解説】

作業関連性筋骨格系障害（WMSDs）のリスク評価にあたり、迅速全身評価（REBA）¹⁾、迅速上肢評価（RULA）²⁾、Ovako 式作業姿勢分析システム（OWAS）³⁾、職業性反復動作指數（OCRA 指数）⁴⁾などの観察ベースのツールが活用されます。従来の方法では現場での直接観察や、作業姿勢の画像やビデオ分析を通じて関節角度の単純な推定を必要とするため、測定者の主観で測定の再現性が補償されないほか、データの収集に時間もかかります。センサーやマーカーを用いたモーションキャプチャシステムは値段が高価な上に作業現場に持ち込むことが難しいケースが多いですが、AI ベースのモーションキャプチャシステム

はマーカーやセンサーなどのデバイス装着の必要がなく、1台または2台のRGBカメラで済みます。

RGBモーション分析システム (RGB-MAS) では2台のカメラを使うことでRULAスコアを推定するのをサポートするのに役立ち、人間工学の専門家が推定した結果に匹敵する結果を提供できることが示唆された研究⁵⁾もありますが、あくまで静止姿勢でかつ実験室レベルの限られた条件下での結果となり、Viconなどの3次元動作解析装置の精度には達していません。あくまで、低コストに人間工学的リスクをスクリーニングするためのツールの1つとして活用できる可能性が示唆されています。

昨今では、姿勢分析や動作解析のアプリ開発が進められていますが、スマートフォンなど市販される動画撮影ツールでの撮影では、動作速度が遅い場合は比較的検出精度が高いですが、動作速度上がるにつれ解析精度の低下が確認されるなど、製品化されている高度なモーションキャプチャと比較すると見劣りする部分が多い⁶⁾と報告されています。

【引用・参考文献】

- 1) Sue Hignett, Lynn McAtamney, "Rapid Entire Body Assessment (REBA)", Applied Ergonomics, Vol.31, No.2, pp.201-205, 2000
- 2) Lynn McAtamney, Nigel E. Corlett, RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics, Vol.24, No.2, pp.91-99, 1993
- 3) Louhevaara V, et al, "OWAS: a method for the evaluation of postural load during work", Institute of occupational health, 23p , 1992
- 4) Occhipinti, E. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs, Ergonomics. 41(9), 1290-1311, 1998
- 5) Thomas Agostinelli, et al, Preliminary Validation of a Low-Cost Motion Analysis System Based on RGB Cameras to Support the Evaluation of Postural Risk Assessment, Applied Sciences volume 11, 2021
- 6) 浅野安信 他, スマートフォンを用いたモーションキャプチャの実践教育, 帝京大学スポーツ医療研究 第16巻, 1-8, 2024

【研究会プロジェクト執筆担当者】

医療法人社団 浜本整形外科医院 黒山 大輔