

審査の結果の要旨

氏名 江川 陽

本論文は、視線分析を用いた人間行動の分析とその産業応用に注目し、視線データ分析手法の改良を行い、ケーススタディを通じて産業応用における有用性を示しており、7章、および付録から構成されている。

第1章は序論として研究全体の背景と目的を述べている。はじめに、人間行動を定量的に分析することで人間と機械などとのインタラクションを改善する試みがなされていることに言及し、視線分析の位置付けについて概観している。次に、現状の視線分析において、有用な視線データの分析手法が不足している点と、分析手法の不足にともない視線分析の産業応用が進んでいないという問題点を指摘している。最後に、視線データ分析手法の改良とその実問題への適用を通じて、産業応用における視線分析の有用性の向上を図り、得られた知見を効果的な情報伝達手法の確立、作業の安全性の向上、作業プロセスの効率化、技能伝承の効率化に活かすことを本研究の目的として掲げている。

第2章と第3章において、既存研究についてまとめている。第2章では、視線分析の応用事例をいくつかの分野に分けて示し、第3章では、視線データ分析手法において特にデータが有する時空間情報のうちどの情報に着目して分析を行っているかという観点にもとづき既存手法を整理している。応用事例では、安全・安心の向上、作業の効率化、効率的な技術・技能伝承や効果的な教育、効果的な情報伝達といった目的のもとで分析が進められていることを示し、その一方で、現状ではデータの分析に留まっており、分析結果を安全・安心の向上などに活用した事例が少ないことを指摘している。また、産業応用という観点からは、実作業環境における視線分析例が少なく、視線分析の有用性が十分に検証されていないことを示している。視線分析手法においては、分析者の恣意性に依存しないAOI分割手法が確立していない点と、視線データが有する時間情報の分析手法が不足しており、時間変化する個々人の見方の定量化、個々人の見方の差異の定量評価、平均的な見方の算出が難しい点を指摘している。そして、分析手法における課題が、視線分析の産業応用が限定的である原因の一つであることを指摘している。

第4章では、第2章と第3章で述べた視線分析手法とその応用における問題点を解決するために、二つの改良法と一つの新手法を提案している。第一の手法は、

顕著度マップを用いて注視対象画像における高顕著度の領域を分割することで、オブジェクトが明確でない注視対象画像に対して人間が注視しやすい領域を抽出するという新たな AOI 分割手法である。第二の手法は、AOI 間の視線の移動パターンの時間変化を反映した、人間の注目度の算出法である。また、第一と第二の手法を組み合わせることで、視覚的顕著度と人間の注視行動双方を反映した領域への注目度を算出する方法を提案している。次に、新手法として、視線データの類似度にもとづいて視線データ系列の中で頻出するパターンをモチーフとして抽出し、抽出したモチーフをワークフローに結びつけることで、個々人の注視行動が反映できるワークフローの作成、および修正法を提案している。

第 5 章では、ケーススタディとして、効果的な情報伝達を目的として、可視化画像における重要領域の算出を行っている。流体シミュレーションの可視化結果を用いた 7 人の被験者実験に対する分析の結果から可視化画像の特徴と視線移動の関係や、可視化画像における人間の見方という言語化が難しい情報を顕在化させることが可能になることを示している。このような情報は、熟練者の見方の効率的な伝達に有用であると考えられる。

第 6 章では、製鉄業のクレーン作業の安全性の向上や作業プロセスの効率化を目指して、視線分析によるクレーン作業の分析とワークフローの修正を試みている。実環境においてクレーン作業中のオペレータの視線計測を行い、提案手法によって、オペレータの注視行動からの共通の、あるいは相違のパターン抽出に成功している。そして、抽出したパターンを標準的な作業内容やワークフローに反映させることで、個々のオペレータの行動内容に即した作業標準やワークフローが作成できることを示している。得られた知見は、作業の効率化に資するとともに、効率的な技術・技能伝承や効果的な教育に利用できるものと考えられる。

第 7 章は、結論および今後の展望であり、本研究のまとめを述べている。

本論文では、既存研究の課題について整理し、課題を踏まえた視線分析手法のいくつかの改良法、および新手法を提案している。また、二つの事例へ適用することで手法の有効性を検証している。これらは、視線分析の産業への応用を広げるものとなっており、この分野の発展に寄与するものでもある。以上より、本研究は博士論文として十分な内容を有していると判断される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。