

氏名（本籍）	おうらく 王 楽 (WANG LE) (中国)
学位の種類	博士（情報工学）
学位記番号	甲第 159 号
学位授与年月日	2025 年 3 月 24 日
学位授与の要件	広島市立大学大学院学則第 36 条第 2 項及び広島市立大学学位規程第 3 条第 2 項の規定による
学位論文題目	全方位視覚車椅子の運動と運転者注視点の推定 Estimation of Omnidirectional-Vision Wheelchair Motion and User's Gaze-Point
論文審査委員	主 査 教 授 李 仕剛 副 査 教 授 石光 俊介 副 査 教 授 小野 貴彦 副 査 准教授 神尾 武司

論文内容の要旨

車椅子は高齢者や身体障害者にとって日常生活の利便性を高める重要な移動手段である。現在の電動車椅子は、ユーザーがジョイスティックやハンドルを用いて操作し、運転中に環境を観察して障害物や道路状況を判断しながら車椅子を制御している。このプロセスは「人-車椅子-環境」モデルとして捉えることができ、より安全かつ便利な操作を実現するには、このモデルに基づいたインターフェースの設計が求められる。本研究では、ユーザーの負担を軽減しつつ、操作の信頼性を高めることを目的として、「人-車椅子-環境」モデルに基づく新たな視覚インターフェースを提案する。提案するインターフェースは、全方位環境カメラ 1 台とリモート顔カメラ 2 台で構成され、ユーザーの意図や車椅子の運動を認識可能とする。全方位カメラは広い視野から多くの環境情報を取得でき、CNN を用いたカメラ動作推定手法を通じてその有効性を評価した。さらに、車椅子座標系に基づく注視点データセットを新たに構築した。このデータは、約 8 メートル以内の範囲にある移動する注視対象を対象に、屋内外・多様な照明条件下で 9 名の被験者から収集された。これにより、現実的な使用環境に即したデータを提供できる。最後に、この注視点データセットを活用し、顔カメラからの画像シーケンスを入力として注視点を推定する CNN-LSTM ベースのモデルを提案した。本研究の成果は、ジョイスティックを使えないユーザーでも車椅子を安全かつ快適に操作できるインターフェースの実現に貢献するものである。

第 1 章では、研究の背景、動機、および貢献を紹介する。第 2 章では、全方位視覚車椅子ロボットのインターフェースシステム、座標系、および全方位画像表現について述べる。第 3 章では、CNN に基づく全方位カメラの動作推定タスクを紹介する。第 4 章では、車椅子中心のユーザー注視点推定タスクを紹介する。第 5 章では、本論文で紹介したタスクをまとめ、検討し、今後の研究方向を示す。

論文審査の結果の要旨

2025年2月6日午後2時40分から4時10分まで博士学位論文発表会を開催した。まず申請者が提出論文内容について説明し、その後、説明及び論文記載内容について試問した。以下に審査結果を示す。

本論文では環境を理解でき、使用者の意図もわかる知的車椅子ロボットの開発を目指し、新たなシステムを提案した。提案手法の有効性や優位性も比較実験を通して確認をできた。本論文の提案手法で得られた注視点情報から車椅子利用者の意図を推定し、利用者の支援を有効的に行うことが可能であることを示唆している。本論文の主な成果は学術論文誌電気学会論文誌C（電子・情報・システム）とIEEE Trans. Hum. Mach. Syst.に公表済みであることから、上記の新規性、有用性、信頼性は十分に保証されており、よって本審査員会は論文審査を合格と判断した。

博士学位論文発表会後に審査委員会を開催した。発表会における試験（試問）において、申請者は審査委員および聴講者からの質疑に対して的確に回答できたことから、十分な専門的知識・コミュニケーション能力を有していると判断した。また、英語学術雑誌への投稿・掲載、国際会議での口頭発表の経験から十分な外国語能力を有していると判断した。

以上より、本審査委員会では、申請者は博士（情報工学）の学位を取得するに値する十分な専門知識と資質を有していると判断し、試験（試問）は合格と判定した。