

## 論文内容の要旨

博士論文題目 顔情報と環境計測に基づく搭乗型移動ロボットのユーザ支援システムに関する研究

氏名 足立 佳久

### (論文内容の要旨)

近年、人々の日常生活の支援に向けたロボット技術への期待が高まっている。身体の不自由な人や高齢者が安全で快適な移動を行うための支援として、搭乗型の移動ロボットがある。電動車いすのような従来の移動手段では、ユーザは絶えず移動手段の動きを認識し、それを調整するための操作が必要となる。また、操作のための知識の習得や訓練もユーザにとって負担となる。そこで、本研究は、ユーザの意図が最も表出する顔の情報を利用し、周囲環境の認識機能と合わせることで、操作に対する負担を軽減した移動支援システムの実現を目的とする。

まず、ユーザの顔の向きを利用した搭乗型移動ロボットの方向制御を行った。曲がりたい方向を見るという、ユーザにとって意識的であるが自然で受け入れやすい動作と、曲がっていくと正面を向いていくという無意識的に行っている動作を組み合わせることで、走行方向に対するフィードバックの操作においてユーザの負担を軽減した。実験により、進みたい方向に顔を向けるという意識的な動作と、ただその方向を見ているときの動作の区別に対して、ロボットの応答速度の変化と、周囲環境の認識を利用できることを示した。

次に、高分解能で周囲環境の距離を計測できるレーザレンジファインダを用いた、移動ロボットのための高精度な自己位置推定手法を開発し、高い自己位置推定精度で指定目的地までの自律走行が可能であることを示した。そして、このロボットの自己位置推定とユーザの視線計測とを組み合わせることで、目的地までの自律走行時にユーザの注意を推定し、その注意に沿った走行制御を行った。走行中のユーザの注視が周囲環境のどの位置にあるかを推定し、注視位置の時間変化に基づいてユーザの注意の度合をヒストグラムを用いて表現した。実験により、ロボットの移動方向および対象との位置関係を利用すること

で、対象へのユーザの注意の有無が推定でき、注意が推定された場合、その対象に近づくよう走行制御を行うことで、ユーザの意図に応じた移動支援が可能であることを示した。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、身体の不自由な人や高齢者が安全で快適な移動を行うための支援である搭乗型の移動ロボットにおいて、ジョイスティックに変わる新たな操作入力インタフェースを利用してユーザの意図を走行に反映させ、操作に対する負担を軽減することを目的とし、ユーザの顔情報を利用し、さらに、周囲環境の認識機能をあわせることにより、ジョイスティックによる操作が行えない身体の不自由な人にも利用でき、高齢者にとっても負担の少ない移動が行える2つの手法を提案した。構築した実験システムによる検証結果から、提案したシステムによって、ユーザの操作に対する負担が軽減できる可能性を示した。本論文の主な成果は以下に要約される。

1. ユーザが注意を払って意識的に動作を行う必要性をできるだけ減らすことにより、操作への負担を軽減する方法として、ユーザの顔の向きによるロボットの方向制御を示している。提案システムではロボットを右左折させたい場合には意識的に曲がる方向を見てもらう必要があるが、曲がりたい方向を見ろというのは、ヒューマンインタフェースとしては操作感覚の良い動作であること、また、ユーザは曲がっていくと正面を向いていくのが自然な動作だが、このほとんど無意識的な動作がロボットの走行の制御に利用できることを示している。実験システムを製作して走行実験を行い、進みたい方向に顔を向けろという意識的な動作と、ただその方向を見ているときの動作の区別に対して、ロボットの応答速度の変化と、周囲環境の認識が有効であることを示している。
2. 目的地までの自律走行を行う搭乗型移動ロボットが、当初の目的と異なるユーザの意図を読み取るために、ユーザの視線計測とロボットの自己位置推定を行うことで、移動中におけるユーザの注意の対象がどこにあるかを認識し、その結果に基づいてユーザの意図に沿った走行支援を行う方法を示している。ユーザの視線計測とロボットの自己位置推定を組み合わせることで、

走行中のユーザの注視位置の時間変化に基づいて、ユーザの注意の度合をヒストグラムを用いて表現し、実験システムを製作して走行実験により、ロボットの移動方向および対象との位置関係を利用することで、対象へのユーザの注意の有無が推定でき、注意が推定された場合、その対象に近づくよう走行制御を行うことで、ユーザの意図に応じた移動支援が可能であることを示した。

以上のように、本論文は、新たな操作入力インタフェースを利用し、ユーザの操作に対する負担を軽減する搭乗型移動ロボットシステムの構築に寄与しており、人間の意図認識、ヒューマンロボットインタフェースの技術向上に大きく貢献している。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値があるものと認める。