

氏名(本籍)	王 義娜 (中国)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	甲第258号
学位授与年月日	平成26年3月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
研究科・専攻名	工学研究科・基盤工学専攻
学位論文題目	Motion Control of a Walking Support Robot 歩行支援ロボットの運動制御に関する研究

論文審査	(主査) 高知工科大学 教授 王 碩玉	高知工科大学 教授 井上 喜雄
	高知工科大学 教授 岡 宏一	高知工科大学 教授 辻 知宏
	高知工科大学 准教授 芝田 京子	

## 審査結果の要旨

### 1. 論文の評価

本論文は、障害者や高齢者の自立生活に最も重要とされている、歩行を支援するロボットの高精度制御法と、使用者の歩行方向意図の同定法を開発したものである。研究成果を以下の四点に纏められる。

#### ① デジタル加速度制御法に基づいて歩行支援ロボットの運動制御法の開発

狭い自宅に適用するための全方向移動機能を実現する、メカナムホイールが受ける摩擦が機体の向きに対する進行方向に依存し非線形かつ時变的である。この摩擦力は経路追従制度に悪影響を与える。本論文は、加速度信号を利用することにより、非線形摩擦力に対処するデジタル制御法を提案した。シミュレーションと実験により、制御法の有効性を実証した。シミュレーション実施する時、非線形摩擦の有無にも関わらず、精度の高い経路・軌道追従結果が得られた。実験を実施する時、異なる地面条件でも、PI制御より、精度高い経路・軌道追従結果を得られている。

#### ② 運動方程式における慣性モーメントのオンライン同定法

前述のデジタル加速度制御法では、より高精度で複雑な経路を追従するには、慣性モーメント情報が必要である。本論文では、ロボットの慣性モーメントを逐次最小2乗法を用いてオンラインで同定することで、ロボットの追従精度を向上させた。シミュレーション及び実験において、前述のデジタル加速度制御と比較し、異なる荷重と重心位置の場合でも、直線と円形経路の経路追従においてよい結果が得られている。

#### ③ 要歩行支援者の移動方向意図の同定法

歩行支援ロボットによる歩行支援時、歩行支援ロボットが要支援者の移動方向意図を認識する必要がある。そこで、歩行支援ロボットのアームレストの内側に力センサを四か所に設け、要支援者からの等価荷重と重心の位置情報に基づいて、距離型ファジィ推論法を用いて、要方向支援者の方向意図法の開発に成功した。実験により、同定方法の有効性を実証した。

④提案した方向同定法と制御法を結合し、その歩行支援ロボットへの応用に

提案した同定方法により、下肢障害者の歩行意図を同定し、目標軌道・径路を計画する。次に、ロボットが提案した運動制御法に基づいて、計画した目標軌道・径路を追従し。最後に、ロボットの走行結果と指定された目標径路と比較することにより、歩行支援ロボットの有用性を実証した。

以上、これらのオリジナルな成果は、高齢社会における歩行リハビリテーションに貢献できる。よって、博士（工学）に値する研究であると判断する。

## 2.審査の経過と結果

- (1) 平成26年1月15日 博士後期課程委員会で学位論文の受理を決定し、5名がその審査委員として指名された。
- (2) 平成26年2月12日 公開論文審査発表会及び最終試験を実施した。
- (3) 平成26年2月19日 博士後期課程委員会で学位授与を可とし、教育研究審議会で承認された。