



Title	MR流体ブレーキを用いたインテリジェント制御型歩行支援システムに関する研究
Author(s)	谷田, 惣亮
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57479
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	谷田 惣亮
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23805 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	MR流体ブレーキを用いたインテリジェント制御型歩行支援システムに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 古荘 純次 (副査) 教授 金子 真 教授 田中 敏嗣

論文内容の要旨

歩行動作は生活上、欠かせない機能である。我々はこの歩行能力の低下に対する機能改善を図り利用者の生活の質を向上させることを目的に、インテリジェントな制御が可能な歩行支援システムを研究開発してきた。歩行支援システムとしては、臨床上特に使用頻度の高い短下肢装具と歩行器（歩行車）について開発を行った。さらに、このシステムを実際の患者に適用し、制御系の構築と調整を行い臨床評価によって有用性を検証した。

まず、制御型短下肢装具（I-AFO）の研究では、新規にコンパクトなMR流体ブレーキ（CMRFB）を開発し、これと各種センサを短下肢装具に組込むことで制御型短下肢装具I-AFO（2次試作機）を製作した。また、制御方式では個人の特性に応じてブレーキトルクの大きさ、時間を調整する方法を採用した。さらに、この装置を実際の患者に適用し、臨床評価を行い有効性の検討を行った。その結果、他の歩行条件（裸足、オルトトップAFO）よりも歩行が改善し、より安定した正常歩行に近い歩容が獲得できた。

次に、I-AFO（2次試作機）での課題であった重量や安定した制御機構の確立のために、さらに軽量化CMRFB（3次試作機）を開発し、新たなセンサと制御方式によるI-AFO（3次試作機）を開発した。新規のI-AFO（3次試作機）は、下腿部に装着した加速度センサと足関節角度を計測する角度センサの2つのセンサから歩行状態を的確に判定することが可能となった。このI-AFOにおいては、CMRFBの軽量化から装具全体としての小型軽量化も実現した。また、立脚初期の制御方式に関しても、フィードバック制御による足関節底屈速度制御を実施した。この新規のI-AFOでは、構造および機構ともに刷新し、新たな制御方式によって歩行機能が援助できるシステムを構築した。臨床評価においても、制御目的が達成されその効果を実証された。

歩行器（歩行車）では、MR流体ブレーキを使用し、既存の歩行車に組込み、新たな制御型歩行車を開発した。これを施設で利用者で使用し、転倒防止および方向誘導機能の有用性の検証を行った。制御型歩行車については、まだ検証段階であるが、転倒防止制御やライン追従制御の一定の成果をあげられた。さらに、臨床評価を行いながら、更なる制御系の構築と新たな機能付加によって実用化を進めたいと考える。

以上、本研究では、臨床現場で多用される歩行支援システムの開発と臨床応用に向けた取り組みから、その実用性を実証できた。本研究を通して、様々な原因で歩行障害を呈した患者の歩行機能改善が図られ、より質の高い日常生活の実現によるQOLの向上が期待される。

論文審査の結果の要旨

本論文は、MR 流体を用いたブレーキによりインテリジェントな制御が可能な歩行支援システムの開発と臨床評価に関する研究を行うものである。歩行支援システムとして、臨床上特に使用頻度の高い短下肢装具と歩行車についての開発を行っている。その主な成果を以下に示す。

(1) 制御型短下肢装具「I-AFO」の研究では、新規にコンパクトな MR 流体ブレーキを開発し、これと各種センサを短下肢装具に組込んだ制御型短下肢装具 I-AFO (A型機)を開発している。MR 流体ブレーキは、内部に多層のディスクを有し、ディスク間の微小ギャップに MR 流体を充填させることにより、既存のブレーキに比べコンパクトで高トルクを出力可能なものとなっている。制御では、装具の足底に貼付したフットスイッチを用いて使用者の特性に応じてブレーキトルクの大きさ、時間を調整する方法を採用している。制御目的は、立脚初期の足関節の底屈制動と遊脚期の背屈保持である。I-AFO (A型機)の臨床評価では、この装具を実際の患者に適用し3次元動作解析により裸足での歩行とプラスチック装具での歩行と比較している。その結果、立脚初期の足関節の底屈運動が制御され、膝関節の安定性が得られ、遊脚期では下垂足が防止され、より正常に近い歩行動作が可能となることを示している。

(2) I-AFO (A型機)での課題であった重量や制御機構の改善を図るため、さらにコンパクトで軽量の MR 流体ブレーキを作製し、新たなセンサ系と制御方式による I-AFO (B型機)を開発している。I-AFO (B型機)は、加速度センサと足関節部の角度センサの2つのセンサから歩行状態を的確に判定することが可能で、立脚初期の制御方式に関しても、フィードバック制御による足関節底屈速度制御を実施している。臨床評価では、歩行での制御目的が的確に実現され、新たなセンサ系と制御方式での実用性を実証している。

開発した I-AFO は、足関節トルクを多様に制御可能なことから、リハビリテーションでの練習用の装具として、あるいは障害が残存した場合にも福祉用具として日常的に使用する装具としても用いることができると考えられ、多方面での活用が期待される。

(3) MR 流体ブレーキを使用し、既存の歩行車に組込んだ制御型歩行車「i-Walker」の研究開発を行った。これを施設で利用者に使用し、転倒防止および方向誘導機能の有用性の検証を行った。現在検証段階であるが、転倒防止制御やライン追従制御の一定の成果をあげている。さらに、臨床評価を重ね、制御系の構築と新たな機能付加によって実用化を進めることが期待される。

以上のように、本論文では、MR 流体を用いたブレーキによってインテリジェントな制御を実現した歩行支援システムである短下肢装具 (I-AFO) と歩行車 (i-walker) を開発し、臨床評価によってシステムの有効性を実証しており、当該分野の発展に大きく寄与する。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。