



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	体幹・骨盤回旋補助による歩行支援および走行拡張 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	橋本, 光太郎
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第14141号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78422
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kotaro_Hashimoto_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（情報科学） 氏名 橋本 光太郎

学 位 論 文 題 名

体幹・骨盤回旋補助による歩行支援および走行拡張

(Trunk and Pelvic Rotation Assist for Walking Assist and Running Augmentation)

近年, 高齢化に伴う要介護・要支援者の増加が大きな問題となっており, 未然に防止することが重要となっている. 我々は要介護となる要因の一つである運動器障害に着目し, 人間が行う基本的な動作である歩行や走行を対象として, 体幹と骨盤の回旋運動から歩行を支援する回旋運動補助システムを開発しており, 日常的な運動を促し運動機会を増加させることで運動器障害の予防を目指す. 回旋運動補助では体幹と骨盤の間に相対的な回旋運動を与えることで歩行・走行時の運動を効率の良い動作へ改善する. 歩行・走行といったダイナミックな動作に対して補助を与え動作を改善するにあたり, 人間の現在行っている動作に合わせた補助を行う必要がある. そこで, 本研究では人間の歩行・走行動作に適応した回旋運動補助を与えることで歩行・走行を支援するシステムを構築する.

我々が提案する回旋運動補助では制御系に拡張型周期入力制御を導入することにより, 人間の動作周期に合わせた補助が行え, 歩行・走行中に動作の周期が変化してもその変化に追従して補助を与えられるため, 人間に対して装置による動作の制限を減らしつつ補助を与えることが可能である. また, 補助力を運動に対して先行もしくは遅延する形で与えるよう調整が行えるため, 運動を促進もしくは抑制するようにコントロールが可能となっている. 本研究では, 上記装置を利用して回旋運動補助を実施するにあたり, Spinal Engine 理論にて提唱されている人間の上半身と下半身のエネルギーフローに着目し, 歩行・走行運動中に発生するエネルギーロス, 装置による運動への介入にて一部補填することで, 運動規模を維持するために人間が投入していたエネルギー分を代替, 人間にとって負担が少なくなるよう補助を提供するシステムの実現を目的とする.

まず, 人間の体幹と骨盤の間に回旋運動を与え, その動作を補助するため, 回旋運動補助装置の設計・開発を行った. 歩行中に人間の体幹と骨盤の間に発生している運動を計測した結果, 回旋運動の他に前後屈, 側屈動作が行われており, これらの運動が制限された際には歩行の運動規模は縮小され, 負担が大きくなっていったため, 装置により運動に介入する際にはこれらの運動が制限されないよう, フレキシブルな構造とした. この装置に拡張型周期入力制御を導入, 脚の動きから歩行・走行動作を把握し, その動作に応じた補助を与える.

次に, 人間に対して回旋補助を与えた際の効果を検証するため, 実際に装置を装着し, 歩行または走行動作中に回旋補助力を与え, その際の運動の変化および表面筋電位を計測した結果, 大腿筋, 大臀筋の負担低減効果に加えて, エネルギー的に損失が少ない動作に変化したことを確認した.

さらに, 走行動作への補助実験において, 与えた補助力が上半身と下半身のエネルギーフローの改善となったかをシミュレーションにより検証した. 今後, 補助を与えた際に動作がどのように変化するか検証が容易となるよう, 単純なモデルにて走行を表現して回旋動作による作用を確認する. 質量とバネにて構成された 1 リンクモデルで走行を表現する SLIP モデルをベースに, 回旋動作を表現できるよう拡張し評価・検証を実施した.