

課題番号	Q21T-04
課題名 (和文)	リハビリ時接触低減のための振動錯覚を利用した直進歩行誘導の研究
課題名 (英文)	A Study on Guidance of Walking in a Straight-Line Using Motion Illusion by Vibration Stimulation for Reducing Contact during Rehabilitation
研究代表者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学部 機械工学科 准教授 氏名 井上 淳
共同研究者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名

#### 研究成果の概要 (和文)

本研究は、半側空間無視の患者が、歩行中に歩行が曲がってしまっても気付けないという問題を、振動刺激を用いた運動錯覚を与えることで解決しようという課題である。今まで、振動刺激を与えることで静止中の運動感覚に介入する研究はあったが、本研究では歩行中の運動感覚に介入することで、歩行中の歩幅を無意識に変更させることが可能であることを明らかにした。また、平行して、0.5歩行周期後の歩行速度を予測する手法を開発した。

#### 研究成果の概要 (英文)

The main goal of this study is to address the issue of patients with hemispatial neglect being unable to realize that they are not walking straight by inducing a motion illusion using vibratory stimulation. Up to now, research has been conducted on intervening with the sense of motion while stationary by providing vibratory stimulation; however, this study demonstrates that intervening with the sense of motion during walking enables unconscious alteration of the walking stride. Additionally, a method to predict walking speed 0.5 walking cycles later has been developed.

## 1. 研究開始当初の背景

脳卒中患者、特に半側空間無視を併発している患者へのリハビリに際し、理学療法士は患者の後ろに密接して、腰を両手で持つて行う「ハンドリング」という手技を行う。これは、歩行時の正しい重心移動を患者に伝えることと、半側空間無視の患者に、歩行が曲がり始めたらずぐにフィードバックを行うことで、正常な歩行の再獲得を促すことが目的である。しかし、近年問題になっている感染症防止の観点で見ると、ハンドリングは患者との密着度が高くリスクが高い。この問題に対し、申請者が開発してきた、患者が一人でも安全にリハビリをできる歩行訓練器では、歩行時にはスムーズに追従し、滑り・つまづき時には自動的にブレーキがかかって転倒を防ぐ機構を開発している。

## 2. 研究の目的

上記問題に対し、本研究課題では開発してきた歩行訓練機に、半側空間無視患者の特殊な症状に対応できる、振動刺激を用いた運動錯覚を利用したフィードバック機能を持たせることで、歩行訓練器の適用範囲を広げることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### 1) 筋電を用いた歩行の動作分類と速度予測

加速度やカメラ情報から判別することは困難な、半側空間無視患者の「意図した動作」と「意図しない動作」を判別するために患者の筋活動を読み取る必要があるが、片麻痺患者は麻痺側の筋から得られる筋電が微弱になっていることが多く、この2つを分類する上でどの筋を解析のターゲットとすればよいかは明らかになっていない。そのため、本研究課題では判別に用いる筋の選定と動作分類のための解析を行った。

### 2) 振動刺激を用いた運動錯覚の検討

直進歩行から外れた際、半側空間無視患者が認識できる部位の筋に繋がる腱に振動刺激によるフィードバックを行い、運動錯覚を引き起こすことで「視界の移動と進行方向の関係の再学習」を行わせることを目指す。これにより、訓練時以外

も自分で歩行が曲がっていることに気付けるようにする学習効果を生み出す。本研究課題では、振動刺激を与える部位と、その周波数を検討した。

## 4. 研究成果

本研究では、筋電位を SVM を用いて解析することで、直進歩行・曲線歩行動作の分類および、異常動作の分類が可能となった。また、歩行時の 0.5 歩行周期先の歩行速度予測を可能とした。さらに、足関節や膝関節周辺筋の腱への振動刺激によって、運動錯覚を起し、歩幅を変更させることが可能となった。これらの研究成果から、患者の歩行速度に合わせて歩行訓練器を移動させることができ、事前予測と異なる歩行速度や通常と異なる筋活動になった際に異常動作として判別することで、訓練機を安全に停止させることができる。また、歩行への介入を可能とし、振動を計測する軽量のシステムを開発したことで、将来的に直進歩行を誘導することが可能となったと考えられる。

## 5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 5 件)

- ① 見目 力哉, 上橋 秀平, 中村 友哉, 井上 淳  
“歩行訓練機制御に向けた SVM による異常動作の検出” 日本機械学会学生員卒業研究発表講演会 2023
- ② 上橋 秀平, 井上淳 “LSTM を利用した複数部位の加速度からの歩行速度の予測” 第 23 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会
- ③ 中村 友哉, 井上 淳 “SVM を用いた表面筋電位による直進歩行・曲線歩行動作の分類” LIFE2022
- ④ 若林 翼, 柏木 嶺, 井上 淳 “下肢への振動刺激を用いた歩行支援の研究” LIFE2022
- ⑤ 上橋 秀平, 井上淳 “多変量 LSTM を利用した歩行速度の予測” LIFE2022