

# センサとインタラクション技術を活用した歩行リハビリ支援システムの開発

[研究代表者] 水野慎士 (情報科学部情報科学科)

[共同研究者] 恒藤慎也, 池本圭祐 (医療法人社団大室整形外科脊椎・関節クリニック)

## 研究成果の概要

効果的なリハビリには、施設、器具、医療スタッフの充実に加えて、患者自身のリハビリに対するモチベーションの維持が重要となる。本研究では歩行リハビリに対してセンサとインタラクション技術を適用して、リハビリ効果の可視化とリハビリへのエンタテインメント性の導入という 2 つの方針によって効果的なリハビリを実現するシステムの開発を行う。

2020 年度は、リハビリ効果の可視化に関して、足接地位置と上体姿勢の同時取得と関連性の検証や、足裏圧力取得システムの開発などを行った。また、リハビリへのエンタテインメント性の導入に関して、横向き歩行用のインタラクション映像の開発、歩行距離の取得と記録、タブレットを用いた歩行記録閲覧システムの開発などを行った。そして、開発した手法およびコンテンツは国内の学会会議で発表した。

## 研究分野：画像情報工学

キーワード：リハビリ支援、インタラクション、センサ、CG

### 1. 研究開始当初の背景

超高齢化社会の日本ではリハビリを必要とする人が増加傾向にあり、厚生労働省の推計によると、医療・介護分野での需要は、2018 年と比較して 2025 年には 1.24 倍、2040 年には 1.38 倍となっている。そのため、リハビリ施設や医療従事者の供給と共に、リハビリ分野での IT の活用の期待が高まっている。特に、患者の動作に対してリアルタイムに反応するインタラクション技術の活用は、リハビリ実施中に状況をリアルタイムで確認できるため、様々なリハビリの種類やその目的に合わせて効果的にリハビリを行うための IT 活用事例が近年いくつも提案されている。

効果的なリハビリには、施設、器具、医療従事者の充実に加えて、患者自身のリハビリに対するモチベーションが非常に重要となる。しかし、リハビリの辛さや効果の実感のなさから、多くの場合に患者のリハビリへのモチベーションが低下することが問題となっている。そこで、リハビリに対する患者のモチベーションの維持向上を目指したインタラクティブシステムもいくつか提案されている。

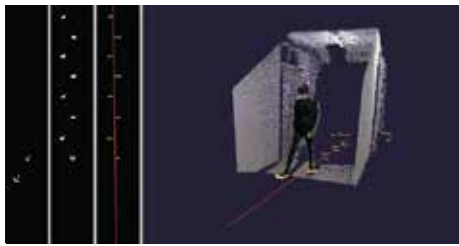
ただし、既存のリハビリ支援用インタラクティブシステムは、医療従事者もしくは患者のいずれかのみを対象としたものがほと

んどで、十分に実用化されているとも言い難い。これは、効果的なリハビリを実現するには、一般的な医療行為と異なり医療従事者だけでなく患者自身が高いモチベーションを持って協力して取り組む必要があるからであり、現状のインタラクション技術を活用したリハビリ支援システムは、そのような要望に十分に答えられていない可能性がある。

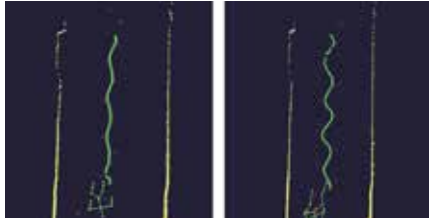
### 2. 研究の目的

本研究ではインタラクション技術を活用することで、患者にとっても医療従事者にとっても有用で効果的なリハビリを実現するリハビリ支援システムの提案と開発を行う。リハビリには様々な種類があるが、本研究では歩行リハビリに特化したリハビリ支援システムの開発を行う。歩行リハビリの大きな目的は日常生活に不可欠な基本動作や移動能力の回復、獲得を目指すことであり、歩行は最も基本的な移動能力として非常に重要で他の基本動作の土台にもなるからである。

提案システムでは、映像技術やインタラクション技術を活用することで、「効果の実感」と「楽しさ」という 2 方向から患者の歩行リハビリに対するモチベーションを維持向上することを目指す。そして、リハビリ結果を数値や可視化情報として提供、

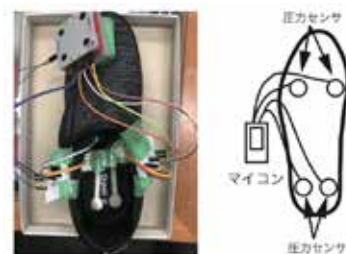


(a) 取得中の様子

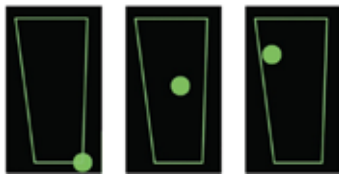


(b) 歩行の違いによる歩隔と重心位置の変化

図1 足接地位置と上体姿勢の同時取得



(a) 足裏圧力取得用の靴



(b) 歩行中の足裏圧力重心の移動の様子

図2 足裏圧力取得システム

蓄積することで、患者と医療従事者のどちらにとっても有用なシステムとする。これらを実現するために、複数のセンサを組み合わせながら、リハビリ中の患者の歩行中の動作に関する様々な情報を同時にリアルタイムで取得して、瞬時に映像やサウンドに反映させるとともに、取得したデータを分析する。

### 3. 研究の方法

本研究では、「効果の実感」と「楽しさ」でモチベーションを維持向上しながら効果的な歩行リハビリを支援するためのシステムの基盤技術の開発を行った。

「効果の実感」のため、本研究ではリハビリ効果の可視化を行う。そのためには歩行情報の取得が必要である。2019年度は歩行情報として、レーザセンサで足接地位置を取得して、歩幅と歩隔の計測を行った。またマーカレスモーションキャプチャ技術を用いて上体骨格座標を取得

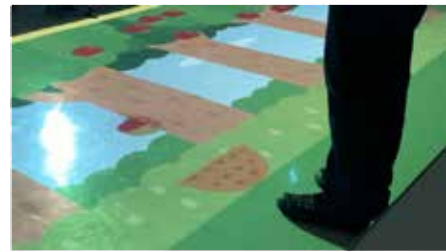


図3 横向き歩行を促す床面映像



図4 歩行リハビリ履歴閲覧システム

して、重心位置の計測を行った。

そして、2020年度はレーザセンサとマーカレスモーションキャプチャ技術を同時に適用することで、足接地位置と上体骨格座標を同時に取得する手法を開発した。その結果、歩幅、歩隔、重心位置の関連性を検証することが可能となった。実際に若い人の歩行と高齢者を模した歩行で歩隔と重心位置が連動して変化することを確認した(図1)。

また、新たな歩行情報として足裏圧力を取得するシステムを開発した。これは圧力センサを内蔵した靴を用いており、センサ値をワイヤレスでシステムに送信して、システム側では圧力の推移や圧力重心の移動を画像として可視化する。実験では、歩き方によって足裏圧力の移動の仕方が変化することを確認した(図2)。

「楽しさ」のため、本研究ではインタラクティブ映像を用いる。2020年度は、映像を見ながら横に移動する必要がある映像を考案することで、横向き歩行を促すインタラクティブ床面映像を新たに制作した(図3)。また、歩行距離を計測したり、歩行状態を録画する機能を追加した。そして、記録した歩行リハビリ履歴をタブレットで閲覧できるシステムを開発した(図4)。

### 4. 本研究に関する発表

(1) 松岡基揮, 水野慎士, “歩行リハビリの支援と実施履歴を管理するシステムの提案と開発”, 情報処理学会 DICO2021 論文集, pp. 798-804 (2021).