

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。

2019年度は、リハビリ効果の可視化の基盤となる歩行情報の取得手法の開発、および自由歩行や特定歩行にエンタテインメント性を与えて歩行リハビリを支援する手法の開発を行った。そして、開発した手法およびコンテンツは国内の学術会議で発表した。

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がたい。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、「楽しさ」と「効果の実感」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、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. 研究の方法と開発システム

2019年度は、「楽しさ」と「効果の実感」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。

「楽しさ」で歩行リハビリのモチベーションを維持向上するため、床面にプロジェクタで映像を投影しながら、歩行に合わせて映像を変化させる手法とコンテンツの提案・実装を行った。歩行中の足の位置は二次元測域センサを用いて取得した。そして、足の位置にある映像をリアルタイム CG を用いてインタラクティブに変化させた。

歩行リハビリを支援する映像の一つとして、自由な歩行を楽しくするインタラクティブ映像を制作した。雪面や落ち葉など誰でも自然に足を踏み入れたいくなるようなシーンを床面に再現して、歩くたびに雪面に足跡が残ったり、足元の落ち葉が舞い上がったりすることで、歩くことに楽しみを与えた。また、歩行中の床面前方に歩行距離を表示することで、歩行リハビリに対する目標や達成感を与えることを試みた。

また、特定の歩行を促すインタラクティブ映像も制作した。特定な歩行としては、ロコモ(運動器症候群)を予防するために用いられる大股歩きと横歩きを採用した。そして、踏み出す位置を床面に提示してゲーム感覚で大股歩きを促す映像と、踏んではいけない場所を提示して、横歩きをしながらゴールを目指す映像を制作した。

患者にリハビリの「効果の実感」を与えることでリハビリに対するモチベーションを維持向上するための基盤技術として、センサを組み合わせる歩行に関する情報(歩幅、歩隔、重心)を取得する手法を開発した。

開発手法では二次元測域センサおよび RGBD カメラを用いており、患者に器具やマーカを装着する必要はない。そして、二次元測域センサのスキャンデータから得られた二値画像を積算することで、足接地位置を求める手法を開発した。そして、足接地位置に基づいて歩幅と歩隔を算出する手法を開発した。また、体を 10 個のパーツに分解して、RGBD カメラで推定した関節点に基づいて各パーツの位置と姿勢を推定した。そして各パーツの質量比率の重心に基づいて、体全体の重心を算出する手法を開発した。

4. 実験・考察

図 1 に自由な歩行を楽しくするインタラクティブ映像による実験の様子を示す。映像の上を歩くと雪面が凹んだり落ち葉が舞い上がったりしながら効果音が発生して、実際の雪面や落ち葉が広がる野山を歩いているような雰囲気が得られた。その結果として、自然に足を踏み出したいくなるような状況が得られることが示唆された。

図 2 に大股歩きや横歩きを促すインタラクティブ映像による

実験の様子を示す。大股歩き用映像では、足を踏み出すべき位置に次々と星マークが表示されて、大股歩きをゲーム感覚で楽しむことができた。また、横歩き用映像でも踏んでいい場所といけない場所が表示されて、ゲーム感覚で横歩きが促されることを確認した。

図 3 に二次元測域センサを用いて足接地位置を求めて、その結果に基づいて歩幅と歩隔を算出した実験の様子を示す。二次元測域センサのスキャン結果二値画像の積算によって足接地位置が求められることを確認した。また、得られた足接地位置を用いて歩幅と歩隔が算出できることを確認した。得られた値はリハビリ現場で利用できる精度であった。

今後は提案手法に基づくプロトタイプシステムを実装して、病院で実証実験を行う予定である。



図 1. 自由な歩行を楽しくするインタラクティブ映像

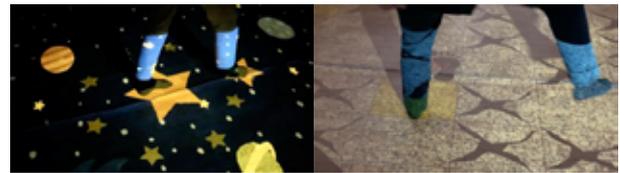


図 2. 特定の歩行を促すインタラクティブ映像

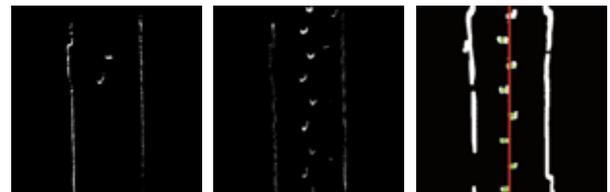


図 3. 二次元測域センサによる歩幅と歩隔の算出

5. 本研究に関する発表

- [1] 松岡基揮, 水野慎士, "歩行リハビリ及び介護を支援するインタラクティブ映像の提案", 情報処理学会 DICOM2020 論文集, pp. 1601-1605 (2020).
- [2] 小笠原千紘, 水野慎士, "歩行リハビリ支援のための歩行情報取得システムの開発", 情報処理学会 DICOM2020 論文集, pp. 1569-1575 (2020).
- [3] 小笠原千紘, 松岡基揮, 水野慎士, "インタラクション技術を用いた歩行リハビリ支援システムの提案と基礎技術の開発", 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-DCC-24, No. 25, 5 pages (2020).