

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：13904

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K13899

研究課題名(和文)VRとハプティックインターフェイスを用いた革新的介護訓練システムの研究

研究課題名(英文)Nursing Training System with VR and Haptic Interface

研究代表者

寺嶋 一彦(Terashima, Kazuhiko)

豊橋技術科学大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60159043

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、介護の分野に関し、ユーザーとなる介護者が、介護動作を学ぶための、仮想空間内(VR)での介護訓練シミュレータの構築を目指した基礎研究を行った。介護者の動作計測技術、3次元コンピュータグラフィックス(3D-CG)技術と新たな体全体のハプティックインターフェイス技術を統合し、介護者に力覚と視覚にリアルタイムでフィードバックを与える革新的な介護訓練システムを構築することを目指したものである。身長、体重、障害度をモデルパラメータの変更ででき、人やマネキンを用いず訓練ができ、最適介護動作なども教示できる介護・リハビリ分野の訓練システムとして画期的な試みである。

研究成果の概要(英文)：In this research, basic study has been done on nursing training simulator with Virtual Reality(VR) and Haptic Interface(HI). This paper aims to build innovative nursing training system which can give real-time feedback of force and visual to helper by integrating measurement technique for human motion of nurse, 3D-computer graphics, and novel haptic interface technology for whole body. This simulator does not need mannequin and human, and then allows human to easily train for various conditions for tall, weight and handicap level. Furthermore, optimum nursing motion can exhibit the helper, and therefore the novel training system developed in this research is an epoch-making trial. The usefulness of the research is shown in simulation and experiments.

研究分野：システム制御、ロボティクス、産業自動化、鋳造設備のオートメーション

キーワード：バーチャルリアリティ、ハプティックインターフェイス、介護訓練、リハビリ、医療福祉、超高齢社会、超スマート社会、生活支援

## 1. 研究開始当初の背景

ユーザーがある作業に対して訓練を行うためのシステムについて、実際の対象物を用いて訓練を行うのではなく、仮想的に訓練を行うことができるようになってきた。CGやバーチャルリアリティを利用した訓練システムである。介護の分野では、被介護者の訓練のために、主に視覚情報を与えることによるVRシステムが開発されている。また、被介護者の機能回復のために、力覚的刺激を与えることのできるデバイスを用いた訓練システムも開発されている。一方で、介護者自身が訓練をするためには、例えば、実際の人間を相手に練習したり、介護用のダミー人形を使うことで訓練をする。しかしながら、先行研究では、力覚と視覚を統合したVRシステムによる介護訓練を目的としたものはない。その理由は、被介護者をバーチャルリアリティ空間内で表現し、その被介護者の力学的・生理的な状態を介護者の人体にフィードバックするモデルと、体全体に力覚フィードバックするインターフェイスの実現が困難なためである。

## 2. 研究の目的

上記問題を解決するため、3次元のVR空間内介護の人体モデルを構築し、そのモデルに仮想的に触れることでフィードバックを介護者(ユーザー)に返す介護訓練用のバーチャルリアリティシステムを構築する。まず、運動計測装置を使い、ユーザーの動作を計測する。ユーザーが実際に介護動作を行う時に被介護者と接触する部位に、装着型力覚デバイスを開発し装着する。この力覚デバイスにより、関節に対して力やモーメントを作用させ、接触部位では、接触した際の接触力や圧力を作用させる。ユーザーが動くと、その動作は運動計測装置によってリアルタイムに計算機に取得されるようにし、その運動データを用いて、仮想空間内でユーザー自身の人体CGモデルに自在にさまざまな姿勢を取

らせることができるようにシステムを作成する。なお、その仮想空間内には、あらかじめ被介護者を模した3次元の人体モデルを記述しておく。これらの仮想空間は立体プロジェクターによって表示する。この仮想空間内で、介護者人体CGモデルと被介護者の人体モデルの配置を定め、ユーザーの人体CGモデルが被介護者の人体モデルと仮想空間内で接触した場合、その接触の速度や位置などの状態に応じて、接触力や摩擦力をリアルタイムで計算するシステムを構築する。これらの接触情報を装着型ハプティックインターフェイスに受け渡すことで接触力をユーザーが感じることができるようにする。

## 3. 研究の方法

- (1) ODE (Open Dynamics Engine) を用いた人体物理シミュレーションの構築
- (2) 全身型力覚提示デバイスの構築
- (3) 全身型ハプティックデバイスによる力覚提示アルゴリズムの構築
- (4) 様々な被介護者モデルの生成
- (5) 音声インタラクションの導入
- (6) 理想的な介護動作の確立

構築システムの構想を図1に示す。



図1 構築システム構想

## 4. 研究成果

開発してきた手順を以下に記し、図2に開発の全体スキームを表す。

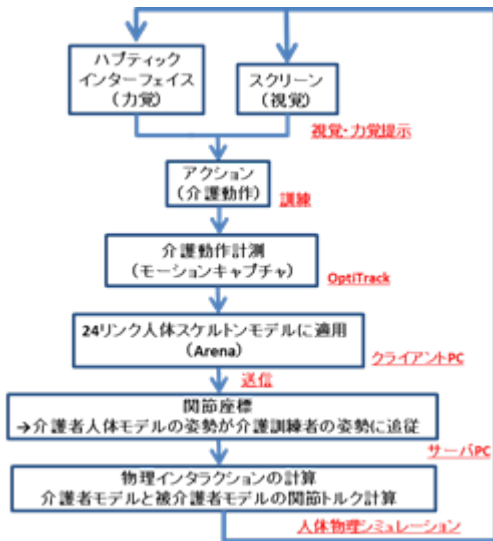


図2 開発の全体スキーム

(1)ODE (Open Dynamics Engine) を用いた人体物理シミュレーションの構築： ODE を用い介護者人体モデルと被介護者人体モデルを作成し、仮想空間内での身体接触により生成される関節トルクを取得する人体物理シミュレーション環境を構築した(図3)

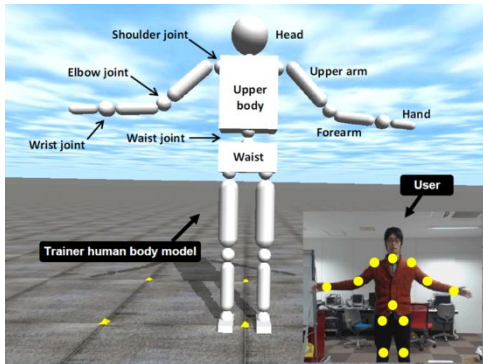


図3 関節リンクモデル

(2)全身型力覚提示デバイスの構築： ハプティックデバイスとして、手首関節と肘関節のインターフェイスを構築した(図4)。しかし介護では、それだけでは力覚提示性が不十分である。実際の現場では介護士が被介護者を把持する場面が多く、その時、最も負担がかかる部分が腰を含めた下肢である。正しい把持方法で腰への負担は減らすことができるが、間違った把持方法で腰を痛める介護士は少なくない。理想的な把持方法とは腰

への負担を下肢で補うような動作であり、正しい把持方法を習得することは介護士にとって非常に重要である。そこで、全身型ハプティックデバイスを提案した。このデバイスは足元に駆動ドライブを設置し、胴体プレートと前2本後ろ2本の布製ベルトによってつなぐ。これら合計4本のベルトによって、前方向荷重、ひねり運動、介護動作姿勢実現する。



図4 開発装着デバイス詳細図

(3)全身型ハプティックデバイスによる力覚提示アルゴリズムの構築： 全身型ハプティックデバイスを装着し、光学式モーションキャプチャシステムにより訓練者の動作を計測する訓練システムを製作した(図5)。まず、仮想空間内に介護者モデル、被介護者モデルを作成した。これらの人体モデルには、接触状態を逐一チェックするための仕組み(コライダーブロック)を定義する。仮想空間内で訓練者の人体モデルが被介護者のモデルに接触すると、その接触点と接触力を計算しつつ、被介護者の身体をリアルタイムに動かす。次にそれぞれの接触点にかかる力から訓練者の腰及び下肢にかかる力を逐一計算し、それに拮抗するように全身型デバイスを動作させることで訓練者の腰及び下肢へ仮想的に被介護者の体重を感じさせる力覚提示アルゴリズムを構築した。

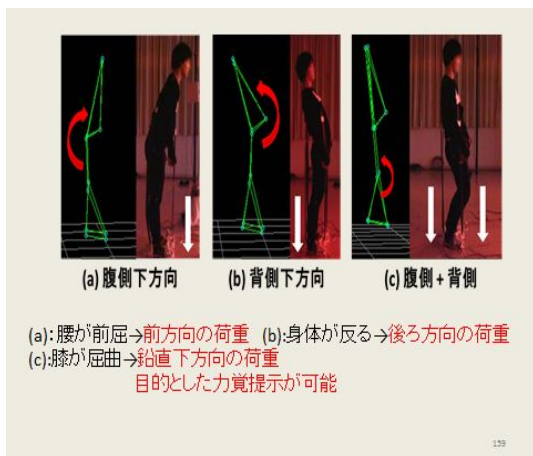


図5 光学式装置 VICON を用いた姿勢の変化計測

(4) 様々な被介護者モデルの生成： 従来、介護訓練はダミー人形によって行われてきたが、ダミー人形は高額であり、サイズが限定されるため、様々なバリエーションでの訓練が困難であった。しかしVR技術は仮想空間で訓練を行うため、パラメータの変更のみで、被介護者の体型や障害の程度などを自由に変更することが可能である。よって本研究ではVR技術を採用し、被介護者のパラメータとしては 身長、 体重、 障害の度合いの3つとした。

(5) 音声インタラクションの導入： 介護現場では介護士と被介護者が協力して介護動作を行うことが多く、被介護者を安心させるため、声掛けが重要視されている。そこで音声インタラクションを導入することで、声掛け動作を教示することにより実践的な訓練システムの構築を現在行っている。

(6) 理想的な介護動作の確立： 現場では間違った介護動作によって腰を痛める介護士は少なくない。理想的な介護動作とは腰への負担を下肢で補うような動作をいう。

そこで、本研究ではモーションキャプチャシステムを用いて、訓練者の腰及び下肢の各関節をつなぐリンクを取得する。そのリンク

の関節の曲がり具合から下肢の使い方を評価し、音声インタラクションや視覚または力覚によって理想的な介護動作の教示を可能とするシステムの構築を目指している。

構築したバーチャルリアリティとハプティックデバイスを用いた介護訓練システムを図6に示す



図6 バーチャルリアリティとハプティックデバイスを用いた介護訓練システム

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1件)

寺嶋一彦，移動支援のメカトロニクス，日本機械学会誌，2016，119(1166)，36-37

〔学会発表〕(計 1件)

船戸一弘，田崎良祐，三好孝典，柿原清章，寺嶋一彦：床上走行式リフトの設計と実験的考察，第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016)，山形大学(山形県・山形市)，2016，1A3-01

〔図書〕(計 1件)

青木慶，テテルコブ ズミトリー，三枝亮，寺嶋一彦，VRを利用した介護訓練システム，今後の高齢化社会に求められる生活支援(医療・福祉・介護・リハビリ)ロボット技術，情報機構，2015，537-541

〔産業財産権〕

出願状況（計 1 件）

名称：介護訓練用バーチャルリアリティシステムおよび介護ロボットまたは介護装置の評価装置

発明者：寺嶋一彦，中川雄貴，三枝亮，荒尾明日人，イゴール ゴンチャレンコ，鈴木薫之，青木慶

権利者：豊橋技術科学大学

種類：特許

番号：特願 2015-030679, (2015).

出願年月日：2015 年 6 月 1 日

国内外の別： 国内

取得状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：特許

番号：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

寺嶋 一彦 (TERASHIMA, Kazuhiko)

豊橋技術科学大学・工学研究科・教授

研究者番号：6 0 1 5 9 0 4 3

(2)研究分担者

田崎 良佑 (TASAKI, Ryosuke)

豊橋技術科学大学・工学研究科・助教

研究者番号：7 0 6 4 4 4 6 7

三枝 亮 (SAEGUSA, Ryo)

豊橋技術科学大学・人間・ロボット共生リ

サーチセンター・特任准教授

研究者番号：8 0 3 8 6 6 0 6