

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：22701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24593219

研究課題名(和文)人体動作取得解析システムの開発及びエキスパート看護師の動作の一般応用可能性の検証

研究課題名(英文)Development of Motion and Load Analyzing System

研究代表者

野村 明美(Nomura, Akemi)

横浜市立大学・医学部・准教授

研究者番号：10290040

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：看護における動作・負荷解析システムの開発、すなわち人体の動きを正しく表現でき、人体の負荷評価が行える個別人体モデルを作成し、総合的に動作解析が行えるシステムを構築し、介助する人の身体的負荷評価を行った。さらに看護師の移動動作を一般の介助にあたる人々に応用可能であることを検証した。このことにより、トレーニングされていない初心者と熟練者の腰部にかかる負荷の違い、起き上がり介助動作中の被介助者の動きの安定具合など、従来は感覚的にしか把握されていなかった看護動作における「危険回避」や「快適性」などに関わる事項が、工学的・定量的に評価できるようになった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a system to analyze movements and burdens in nursing. This includes creating an individual human body model that can accurately express body movement and evaluate the burden on the human body, and building a system that can analyze movements comprehensively. We will then evaluate the physical burden on the person providing assistance and investigate if the same practices can be applied by providers of general care.

研究分野：看護学

キーワード：看護動作 動作解析 腰部負荷 初心者 熟練者 看護技術 動作負荷解析システム

1. 研究開始当初の背景

(1) 療養者の移動や移乗技術は、重要な基礎看護技術のひとつであり、看護師はこの技術を習得し、常に実践で活用している。しかし、近年、入院期間の短縮化に伴い、これまで病院で介助を受けていた介護度の高い療養者も、次第に在宅へと移行する傾向がある。こうした流れの中であって、移動技術はもはや専門職のみが身につける特殊な技術ではなく、国民の誰もが使うことのできる技術へと転換していく必要がある。そこで看護職はこれまで培ってきた技術を広く教授していく立場にある。しかし、これまでの移動技術は明確なエビデンスを欠いている。そこで我々は、環境情報学府と連携してエキスパート看護師の移動動作と初学者の移動動作を、高精細ビデオで多視点取得し比較することによってその違いを明らかにした。

(2) 研究の特色

起立や着座動作は、すでに3次元での動作解析が行われている。それは、対象者に複数のマーカを設置し、4方向からカメラで画像を取り込むことによって位置座標を計算して分析を行うものである。立ち上がり動作のような一人で行う動作は、この方法で有効な結果を得ることができる。しかし、移動や移乗のように看護師が療養者と身体を接触しあう状況では、この方法のみでは有効ではない。我々は、広範囲での高精度の動作解析を目的として、動きの邪魔にならないごく少数のマーカを人体に取り付け、これと画像処理による人体モデルを用いた姿勢推定と組み合わせることによって短時間での姿勢推定をする方法を報告した²⁾。今回はさらに人体の動きを正しく表現でき、かつ定量的な評価を行うことができる人体モデルを作成し、総合的に動作解析が行えるシステムを構築すること、そのうえで、介護時の移動動作および介護者、被介護者の身体負荷評価を行い、エキスパート看護師の移動動作が、一般の介護にあたる人々に応用可能か検証する。本研究の特色は、看護学を専門としている研究者が、看護学の視点で3次元の動作解析を行う人体モデルを試行し、本学のリハビリテーションの専門家及び横浜国立大学環境情報学の専門家と連携してモデルの開発を行い、エキスパート看護師のエキスパート性を抽出し、一般の介護にあたる人々に応用可能か検証することによって、広く国民のニーズに応えることを目指した独自の研究である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人体動作取得解析システムの開発、すなわち人体の動きを正しく表現でき、身体負荷評価が行える3次元モデルを作成し、様々なモダリティを用いて総合的に動作解析が行えるシステムを構築することである。そのうえでエキスパート看護師の移動動作を、一般の介護にあたる人々に応用可能か検証することである。

3. 研究の方法

(1) 介助者人体モデルの開発

介助者の体格、体型を可動性のレーザー測定装置(LRF)で計測し、個別人体を反映した3次元幾何モデルを作成し、次に多視点からの同期ビデオ画像を用いて、被介護者の移動動作を時系列で測定する。この際、被介護者はフォースプレートの上に立ち、両足にかかる力の方向と大きさを時系列で取得する。また同様に動作時にベッドの4つの脚に圧力センサーをつけておき、被介助者の精密な重心移動と、外力(介助者が支持する力の大きさと方向)を正確に推定できる。これにより動作時の力の配分について解析する。これをもとに人体負荷評価が行える3次元人体モデルを開発する。

(2) 動作取得、解析システムの開発

2台のCDCカメラとによる画像キャプチャと4台の加速度センサーを併用し、これらから同時転移かつ連座区的にデータを取得するシステムを開発する。さらにマーカーキャプチャー及び加速度センサーによる人体表示用ソフトウェア開発を行う。

(3) 移動動作解析

ベッドからの起き上がり実験をエキスパート看護師と一般成人で行い、比較する。さらにエキスパート看護師の看護動作が一般の介護にあたる人々に応用可能か実験して検証する。

4. 研究成果

(1) 人体モデル

通常人体は関節を基準として剛体のセグメントの集合として扱われる。これは、人体の基本構造が自由度を持つ関節によって骨がつながりあった構造になっていることによる。そのためセグメントの分け方も、骨の構造と一致することが多い。脊柱は頸椎7、胸椎12、腰椎5、仙椎5計29個の椎骨からなっている。胴体を29個に分けマーカを29つけることは、被験者にとって負担が大きく、通常の動きができないことに繋がる。通常は胴体で一つの部位とするなど目的に応じてセグメント定義が行われる。身体全体の動きを解析する場合は、最低1個のマーカを付けて扱われる。本システムでは、部位を剛体のセグメントに加え、直方体とし、人体が次の部位で構成されていると定義する。頭部、胸部、腹部、上腕部、前腕部、骨盤、大腿部、下腿部、足部の14個の部位となる(Figure 1)。

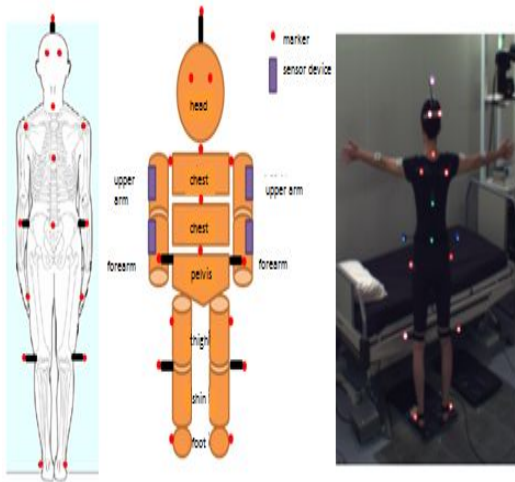


Fig. 1 Attaching the acceleration sensors to the upper body

(2)新しいモーションキャプチャと看護動作負荷解析

通常の光学式モーションキャプチャでは、人体の各パーツの表面に反射マーカを付け、これを囲み複数台ビデオカメラを設置する。被写体の動作を複数のビデオカメラで同期して撮影してから、各時点の画像の組を解析し、その時点におけるすべてのマーカの3次元位置を算出する。さらにマーカの3次元位置から、マーカが取り付けられた人体パーツの位置と姿勢を推定し、全体としてどのような運動が行われたかを把握する。モーションキャプチャには機械式のものと、いくつかの方式があるが、被験者への負担が少ないという点で、光学式モーションキャプチャが最良であると考えた。しかし、ベッド上の起き上がり介助動作では、看護者の前腕部と上腕部を患者の身体下に差し込むため、この部分はたとえマーカを付けてもカメラ画像によって位置を検出することは不可能である。そこで提案する新しいモーションキャプチャでは、通常モーションキャプチャによるマーカ位置検出に加えて、上腕部と前腕部に加速度センサをつけることにより、見えない部分の位置姿勢を推定することを提案した。さらに看護動作の特徴すなわち看護師単独の動作ではなく、看護者の身体前面には被介助者の存在があり、身体前面にマーカを付けることが困難なため、マーカ装着部位及びカメラの設置場所を工夫した (Fig. 2)。本研究では、モーションキャプチャをベッドサイドに持ち込むため、簡易で小型のモーションキャプチャシステムが必要である。そこで汎用性や可搬性、設置の容易さ、他デバイスとの連携のしやすさなどを踏まえて、ステレオカメラによるマーカキャプチャシステムを構築した。そのうえで、実際に看護動作の実験を実施し、システムの有効性を検証した。看護者の「動き」についての Kinematics 解

析に加えさらに詳細な評価を行うには、看護者の人体にかかる力学的な負荷評価が必要である。そこでフォースプレートを用いた Kinetics 解析を行うシステムを構築し、総合的に動作解析が行えるシステムが整った (Fig. 2)。熟練看護師と初心者の移動動作援助時に腰椎にかかる身体負荷を計測し、両者には力の成分、すなわち圧縮力と剪断力の割合に歴然とした差があることを示した。

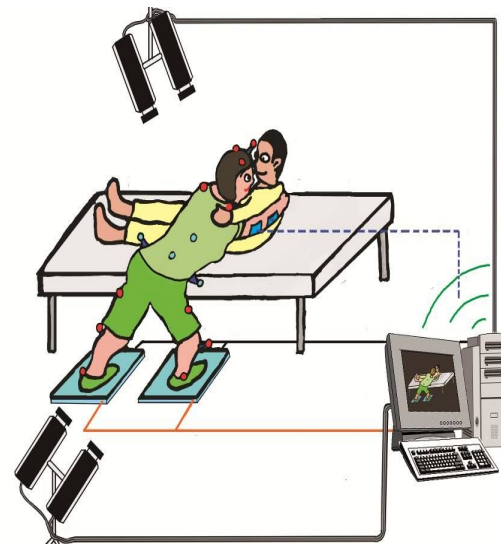


Fig.2 Overview of the experiment.

(3)看護動作の最適化と今後の課題

以上の結果を踏まえ、看護学の立場から介助動作の最適化について考察した。起き上がり介助動作を例題とし、初心者と熟練者の比較、および初心者にレクチャーした後の改善状況を比較し、個人・事例ごとに異なる看護動作の最適化に必要なパラメーターを示した。今後の課題としては、被介助者の動作を定量的に明らかにして、介助者・被介助者双方にとって最適な移動動作について、エビデンスをもとに明らかにすることである。

<引用文献>

野村明美、塚本尚子、船木由香、有澤博、起き上がり援助動作における介助者の腰部負荷評価、人間工学会誌第 44 巻特別号、184-185、2008
伊藤秀一、清水英臣、野村明美、佐藤貴子、有澤博、負荷評価のための脊柱構造

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 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

野村明美、服部紀子、菅野真奈、叶谷由佳：在伯高齢者の日常生活動作回復過程の一事例、第 19 回一般社団法人日本看護研究

学会東海地方会学術集会抄録集,査読有,アクトシティ浜松コンgresセンター(静岡県浜松市),2015年2月14日.

Akemi Nomura, Takako Sato, Tomohiro Yano, Yosuke Takami, Shoichiro Ito, A Yasuko Ando, Akinobu Nemoto, and Hiroshi Arisawa, Development of a motion Captur System for Measuring Hidden Points on a Human body and Its Application to The Evaluation Symposium on Flexible automation 査読有, PP,1-6,July.14-16,2014 ,Awaji Yumebutai International Conference Center(Hyogoken Awajishi).

Akemi Nomura, Yasuko Ando, Tomohiro Yano, Yosuke Takami, Shoichiro Ito, Takako Sato, Akinobu Nemoto, Hiroshi Arisawa Development of a Motion Capture System for Measuring Hidden Points on a Human Model and Its Application to Aiding a Patient to Sit Upright in Bed, 2013 International Symposium on Computational models for Life Sciences (CMLS-13), 査読有, pp.221-229 , November.27-29, Sydney, Australia .

〔図書〕(計 1 件)

Akemi Nomura, Yasuko Ando, Tomohiro Yano, Yosuke Takami, Shoichiro Ito, Takako Sato, Akinobu Nemoto, and Hiroshi Arisawa, Development of a motion Capturing and Load analyzing System for Caregivers aiding a Patient to Sit Up in Bed, Changming Sun Tomasz Bednarz Tuan D.Pham Pascal Vallotton Dadong Wang, Signal and Image Analysis for biomedical and Life sciences, Springer ,Cham heidelberg New York Dordrecht London 査読有,1-276 ,127 -142,2014.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

野村 明美 (NOMURA Akemi)
横浜市立大学・医学部・准教授
研究者番号 : 10290040

(2)研究分担者

有澤 博 (ARISAWA Hiroshi)
横浜市立大学・医学研究科・特任教授
研究者番号 : 10092636

(3)連携研究者

根本 明宜 (NEMOTO Akinobu)
横浜市立大学・医学部・准教授
研究者番号 : 20264666