

令和 6 年 5 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04261

研究課題名(和文)患者視点の付与により学習転移性を飛躍的に向上させる看護患者ロボットシステム

研究課題名(英文) Robot patient system that dramatically improves learning transferability by the effect of a patient view

研究代表者

太田 順(Ota, Jun)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・教授

研究者番号：50233127

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、科学技術の進展と医療現場のニーズ増大を背景に、看護師の介助技術向上を目的とした。最初に実際の事故事例やヒヤリハット事例のリスクアセスメントに基づき、車椅子移乗動作の危険局面を同定した。次に、人の立ち上がり動作を計測し、そのデータをもとに患者の挙動をアドミッタンス制御の形式でモデル化した。制作したロボットは、患者の動作を再現できたことが確認された。当該ロボットを利用した学習により、車椅子移乗技術の質的向上と、患者の安全性の確保が可能となる。得られたロボットに適切なセンサを搭載することで、学習者に患者視点を提供し、実際の介助技術の改善に寄与することが期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、リスクアセスメントに基づいて特定の看護介助動作における危険局面を明らかにし、それを基に患者の安全を向上させるためのロボットシステムを開発した点にある。

社会的意義としては、看護師の身体負担を軽減し、介助技術の質を向上させることで、医療現場の効率化と看護師の退職率低下に寄与する可能性が高い。さらに、患者ロボットを通じて看護師が得るフィードバックは、実際の患者ケアにおいてより適切な身体介助を行うための教育ツールとしても機能する。このように、研究成果は看護教育の質を高め、患者ケアの安全性と効率を同時に向上させることで、医療現場全体の質の向上に貢献している。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to improve nurses' caregiving skills against the background of scientific and technological advances and the increasing needs of the medical field. First, the risk phases of wheelchair transfer movements were identified based on risk assessment of actual accidents and near misses. Next, human standing movements were measured, and based on the data, the patient's behavior was modeled in the form of admittance control. It was confirmed that the robot was able to reproduce the patient's behavior. Learning with this robot will allow to improve the quality of wheelchair transfer techniques and ensure patient safety. By equipping the obtained robot with appropriate sensors, it is expected to provide the learner with the patient's point of view and contribute to the improvement of actual care techniques.

研究分野：ロボット工学

キーワード：ロボット工学 看護学 学習 車椅子移乗 リスク評価 アドミッタンス制御

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

科学技術の進展に伴い、医療機関では高度で複雑な治療・処置が行われるようになった。医療財源のより効率的な活用のために在院日数の短縮が求められており、病院では以前よりも重症度が高く多様な症状を有する患者が入院している状況である。このような状況の中、看護師には高度で確かな看護ケアスキルの習得が求められている。現状の看護基礎教育カリキュラムでは、看護学生は基礎的知識を習得する時間が限られており、入院患者の症状が重篤になっている現状において、看護基礎教育で学んだ事柄と臨地実習が乖離している。この問題を解決するためには、全く同一の患者は存在しないという事実に基づき、「ある状況で看護ケアを学習した効果を別の状況にも展開可能である性質」を意味する学習の転移性の増大が必要である。

ここでは、学習者中心アプローチにおける転移観（学習者自身が転移に備えて自らの知識を「連続したもの」になるように構成・再構成する過程が重要である）に倣う。すなわち、患者の身体状態を学習者にフィードバックすることで、学習者に患者視点を与える。その上で、多様な患者を学習者が対象とすることで、各患者の状態を拠り所にその連続性をとらえつつ、患者が知識を再構成し、転移学習することを期待する。実際に経験したことの無い患者に対しても、学習者中心アプローチの概念に基づき、適切な学習の転移とそれに伴う適切な看護ケアの遂行が期待でき、看護ケア能力を飛躍的に向上させることが可能となる。例えば、「患者の安全性という指標を患者ロボットから学習者にフィードバックすることにより、一見共通部分の存在しない症状 A、B の患者への車椅子移乗動作から、学習者が共通性を見出し転移効果が現れる」効果を期待する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、看護師が患者の身体に直接接触しつつケアを施す身体介助（車椅子移乗やベッド上での体位変換等）に焦点を当てることである。この分野を選んだ理由は、ボディメカニクス（人間の骨格、関節、筋の相互作用のしくみ）の理解が看護師にとって重要であり、このケア技術を十分に習熟していない場合、身体負荷が増加し退職につながる危険性が増すからである。患者の代替として患者ロボットを製作し、学習者が患者ロボットに身体介助ケアを施す中で、ロボットに搭載したセンサ情報から、ロボットの身体状態（姿勢・運動・負荷）をフィードバックし、学習者が身体状態に関する患者視点を得られる可能性を確認することである。

3. 研究の方法

本研究では、1. リスクアセスメントによる車椅子移乗における重要な動作局面の同定（3.1節）2. 同定した局面における人の動きを再現しつつ、看護師の動作評価を行うことのできる患者ロボットシステムの構築（3.2節）という、二つの大きな課題に取り組む。以下ではそれぞれの研究課題とその結果に関して詳細な記述を行う。

3.1 車椅子移乗動作のリスクアセスメント

3.1.1 研究手法

まず、実際の看護現場において患者が怪我を負う事故が生じている状況を検証するために、事故事例やヒヤリハット事例を収集し、それらを要因によって分類する。その後、事例の要因に対して頻度と危険度を決定し、リスクアセスメントのマニュアルを基に予め設定したリスクマトリックスを対応づける。

3.1.2 分析結果

分析結果から、一連の車椅子移乗動作において特定の動作が高リスクであることが明らかになった。向きを変える動作全体や座る動作ではリスクが低いことが判明した。この結果から、看護師が患者を支えながら立ち上がらせる局面で最も患者の怪我のリスクが大きくなることが明らかになった。

3.2 患者の安全性を評価するための患者ロボットシステムの開発

3.2.1 ロボットシステム開発のための基礎データの取得

3.1節のリスクアセスメントの結果に基づき、患者の安全性を評価するための患者ロボットシステムの開発を行った（図 1）。実際に人が他者に支えられながら立ち上がる動作を実測し、基礎データを取得した。このデータから、力と腰の速度の関係、トルクと腰の上肢の角度の関係を導出した。

3.2.2 人の立ち上がり動作のモデル化

実測した基礎データに基づいて人が他者に支えられながら立ち上がる動作をモデル化し、患者ロボットに実装した。アドミッタンス制御を適用し、看護師から患者へ加えられる力とそれに対する患者の立ち上がりの動きの関係を再現した。

3.2.3 立ち上がり動作の実装と検証

計測結果を実験での人の立ち上がり動作や従来のロボットの立ち上がり動作と比較し、本研究で開発したロボットの評価を行った。立ち上がり時間や姿勢の面で、本研究の立ち上がりプロ

グラムが実際の人の動作に近いことが確認できた。

4. 研究成果

実際の事故事例やヒヤリハット事例のリスクアセスメントに基づき、車椅子移乗動作における患者の安全性という観点から重要な動作局面の同定を行った。その後、ロボットの立ち上がり動作の改良に用いる基礎データを収集するために人の立ち上がり動作を計測した。その結果を基に、人の立ち上がり動作をモデル化し、そのモデルを基にロボットを制作した。制作した患者ロボットにセンサを搭載することで、ロボットの身体状態（姿勢・運動・負荷）を計測し、学習者が身体状態に関する患者視点を得られる可能性があることがわかった。

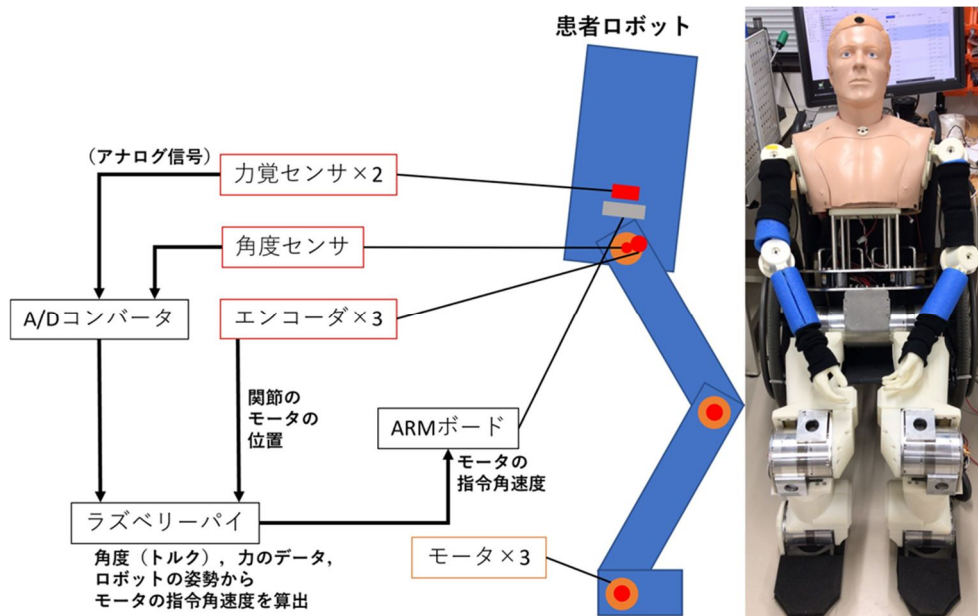


図1 制作した患者ロボットシステム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Lin Chingszu, Ogata Taiki, Zhong Zhihang, Kanai-Pak Masako, Maeda Jukai, Kitajima Yasuko, Nakamura Mitsuhiro, Kuwahara Noriaki, Ota Jun	4. 巻 11
2. 論文標題 Development of Robot Patient Lower Limbs to Reproduce the Sit-to-Stand Movement with Correct and Incorrect Applications of Transfer Skills by Nurses	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2872 ~ 2872
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/app11062872	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Lin Chingszu, Ogata Taiki, Zhong Zhihang, Kanai-Pak Masako, Maeda Jukai, Kitajima Yasuko, Nakamura Mitsuhiro, Kuwahara Noriaki, Ota Jun	4. 巻 13
2. 論文標題 Development and Validation of Robot Patient Equipped with an Inertial Measurement Unit and Angular Position Sensors to Evaluate Transfer Skills of Nurses	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Social Robotics	6. 最初と最後の頁 899 ~ 917
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12369-020-00673-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Zhong Zhihang, Lin Chingszu, Kanai-Pak Masako, Maeda Jukai, Kitajima Yasuko, Nakamura Mitsuhiro, Kuwahara Noriaki, Ogata Taiki, Ota Jun	4. 巻 8
2. 論文標題 Multistream Temporal Convolutional Network for Correct/Incorrect Patient Transfer Action Detection Using Body Sensor Network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	6. 最初と最後の頁 17000 ~ 17013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JIOT.2021.3075477	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 鈴木 暖, 高御堂 良太, 金井 Pak 雅子, 前田 樹海, 北島 泰子, 中村 充浩, 桑原 教彰, 緒方 大樹, 太田 順
2. 発表標題 車椅子移乗動作における患者ロボットの立ち上がり動作の制御則の提案
3. 学会等名 第39回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2021AC1J2-07, (pp. 1-4), オンライン, 2021年9月8日 ~ 11日.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 暖, 高御堂 良太, 金井Pak 雅子, 前田 樹海, 北島 泰子, 中村 充浩, 桑原 教彰, 緒方 大樹, 太田 順
2. 発表標題 車椅子移乗動作における患者の安全性を評価するための患者ロボットシステムの開発
3. 学会等名 2022年度サービス学会 第10回 国内大会予稿集, A-2-1-01, (pp. 1-5). オンライン, 2022年3月7日~9日
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zhong,Zhihang, Lin,Chingszu, Ogata,Taiki, & Ota,Jun
2. 発表標題 Multi-attention deep recurrent neural network for nursing action evaluation using wearable sensor
3. 学会等名 IUI '20: Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>移動ロボティクス研究室ホームページ https://otalab.race.t.u-tokyo.ac.jp/ 移動ロボティクス研究室ホームページ https://otalab.race.t.u-tokyo.ac.jp/</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	金井バック 雅子 (Kanai -Pak Masako) (50204532)	関東学院大学・看護学研究所・客員研究員 (32704)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	桑原 教彰 (Kuwahara Noriaki) (60395168)	京都工芸繊維大学・情報工学・人間科学系・教授 (14303)	
研究分担者	前田 樹海 (Maeda Jukai) (80291574)	東京有明医療大学・看護学部・教授 (32821)	
研究分担者	緒方 大樹 (Ogata Taiki) (80598037)	東京工業大学・情報理工学院・特任准教授 (12608)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	北島 泰子 (Kitajima Yasuko) (30434434)	東京有明医療大学・看護学部・教授 (32821)	
研究協力者	中村 充浩 (Nakamura Mitsuhiro) (60553899)	東京有明医療大学・看護学部・講師 (32821)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------