

平成 31 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：2015～2017

課題番号：15H02761

研究課題名(和文) 看護スキル学習の転移を促進する患者ロボットの開発

研究課題名(英文) Development of a robot patient that facilitates transfer learning of nursing skills

研究代表者

太田 順(Ota, Jun)

東京大学・人工物工学研究センター・教授

研究者番号：50233127

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：シミュレーションを用いた学習は看護者または看護学生が自身の看護ケアスキルを向上させるために重要な方法論である。しかしながら、実際の患者を相手としない学習には限界があり、そこが課題として残されていた。

そこで本研究では、患者の車椅子移乗看護ケアの看護シミュレーション訓練時に利用する、患者動作を再現するロボットを用いる。ロボットの性能と訓練効果を調べるための解析と実験を行った。

具体的には、看護ケアと患者状態解析の遂行、看護ケア行為解析のための基礎実験、患者ロボットの設計、患者ロボットの訓練効果を評価する実験を行い、提案ロボットシステムの有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多様な症状を再現可能な患者ロボットを作成し看護学生教育に用いることで、看護学生が多様な患者を相手に看護ケア技術の習得ができる点が最も大きな学術的意義である。その際、多様な患者を再現できるロボットシステム開発、ロボット患者にどのような疾患を与えるかの考察等が研究の観点からのブレイクスルーであった。このようなロボットの開発は看護学生の看護ケアスキルを長期的に向上させる意味から社会的意義も大変大きい。

研究成果の概要(英文)：To improve the skills for nurses, the mock patient acted by stationary manikins or healthy people is generally utilized for simulation of patient's performance. However, such mock patients cannot precisely reproduce the real patients.

To develop a robot patient which could accurately reproduce the patients' limb movements and interact with the trainee would be great help for the nurses to improve their nursing skills.

Concretely, the following things have been conducted: analysis of nursing care process and of situations of patients, basic experiments for nursing care behavior analysis, design of a patient robot, and experiments to show the effectiveness of the proposed system for educational purpose.

研究分野：システム工学

キーワード：知能ロボティクス エージェント 看護学 情報工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

科学技術の進展により、医療機関では高度かつ複雑な治療・処置が行われるようになった。また、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、病院では以前よりも高度医療かつ看護ケアが必要な患者のみが入院している状況となっている。これらの変化により、看護師には高度かつ的確な看護ケアスキルの獲得が求められている。

このような現状において、多くの問題が指摘されている。看護師以外からは、看護学生や新人看護師の臨床実践能力が不足しているという指摘がなされており、看護師自身からは、看護ケアに自信がない新卒看護師の割合が高いという統計結果[2]が得られている。以前のカリキュラムでは、看護学生は、最終学年には病院実習がメインで、そこでの on-the-job 的な教育で低学年の際に習得した知識を実際の局面へ応用法を習得し、臨床実践能力を磨くという側面があった。しかしながら、近年は、前述した重症度の高い患者が増えている状況より、看護学生または新人看護師が実際の患者相手に学習する機会が少なくなっている。また法律上の観点から、学生が医療機関における臨地実習時に医療行為を遂行するためには、様々な事前の法律的手続きが必要となっている現状もある。これらの現状より、我々は、看護基礎教育で学んだ事柄と臨地実習が乖離しつつあり、それを補間する新しい教育方式の確立が必須であると考えた。

2. 研究の目的

看護学生が車椅子移乗等の看護ケアを学習する際には、学習の転移性（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）の獲得が重要である。これは看護ケアを提供する相手（患者）の状態が多様なためである。本研究では、多様な患者を再現できる患者ロボットを試作し、それをを用いて多様性練習効果を指向する以下のサイクルの学習システムを提案する。(a) 看護学生が患者ロボットに看護ケアを提供する。(b) その行為をセンサ群で検知し、修正項目を学生に返す。(c) (a), (b)を患者ロボットの状態を変更（麻痺、拘縮や感覚欠損）しつつ行う。学習システムを実際に構築し、看護学生を対象とした実験により、提案システムの学習転移性の観点からの有用性を示す。

3. 研究の方法

看護ケア行為、考慮すべき患者状態のバリエーションに関する解析を行う。それより患者ロボットを含む学習システムの開発を行う。この際、患者ロボット関節部の剛性を、制御的設計、機構的設計を併用して実現する。看護学生が、患者ロボットに車椅子移乗等のケアを遂行する間に、多種類のセンサ情報より、学生・患者ロボットの双方の状態を測定し、ロボットに内蔵されたインストラクション装置より、学習者に評価結果をフィードバックする。この際、ロボット内のアクチュエータ、ブレーキ等により麻痺、振戦等、多様な人間状態を模擬する。患者ロボットに多様性を与えた場合、そうでない場合の、看護学生を対象とした評価実験により提案システムの有効性を検証する。

4. 研究成果

(A) 看護チェック項目の妥当性検証：看護学生への身体負荷、患者の多様性の考慮の必要性の大きさ、の観点から、学習対象として、車椅子移乗看護ケアを取り上げた。このケアに対する、適切な動作、姿勢等のチェック項目について考察した。チェック項目の妥当性に関する基礎実験を行った。学習者である看護学生が、模擬病棟におけるベッドや車椅子等を用いて、当該ケア行為を遂行した。患者役は第三者が担当した。環境内に複数のカメラセンサを配置し、学生、模擬患者の身体の三次元的な位置情報を取得し、実験系の評価を行い、その妥当性を示した。

(B) 患者ロボットの設計：患者の身体状態を再現する患者ロボットの開発に際して、以下の事柄を遂行した。(a) ロボットにアクチュエータやセンサを付加することで、運動制御を行う。(b) 患者の挙動を再現できる最小限の動作を、能動/受動関節から構成されるシステムで実現した。腰部の運動自由度の在り方について詳細に検討した。具体的には、腰を左右に倒す方向の自由度にさらに1自由度を加えて2自由度とした患者ロボット概念設計を遂行した（患者ロボット1. 図1.）。片麻痺、および、四肢麻痺患者の体幹の動きを再現するために、新たな腰部と臀部の関節を開発した。これらにはコンプライアントジョイントを組み込み、また、力センサを搭載した。コンプライアントジョイント中のバネにより、人間の身体のコンプライアンスを再現している（患者ロボット2. 図2.）。ロボットの性能と訓練効果を調べるための解析と実験を行い、その妥当性を示した。

(C) 患者ロボットの訓練効果を評価する実験を行い、提案ロボットシステムの有効性を示した。看護大学の学生に対して、事前評価、訓練、事後評価というプロセスを2群で遂行する実験を行った。1群は提案ロボットを用いて学習した群、もう1群は対照群として健常者を患者とする訓練を行った群とした。結果は、患者ロボットを対象とした群が優れた結果を出したことを確認した。学習者にとってまったく新規の症状の場合と、学習者が事前に訓練を受けた症状の場合を比較すると、結果が顕著に表れたのは、後者の方であった。これ以外に、看護教師の主観評価に関する評価結果より、患者ロボットは能動的な抱き上げ、受動的な起立/着座、不安定な立位など、患者の移動中の患者の行動をシミュレートできていることを示した。総合的に、患者ロボットが患者移動スキル訓練に適していることを示した。

更に、患者ロボットの訓練効果を評価する実験を行った。看護大学の学生に対して、事前評

価，訓練，事後評価というプロセスを2群で遂行する実験を行った。1群は提案ロボットを用

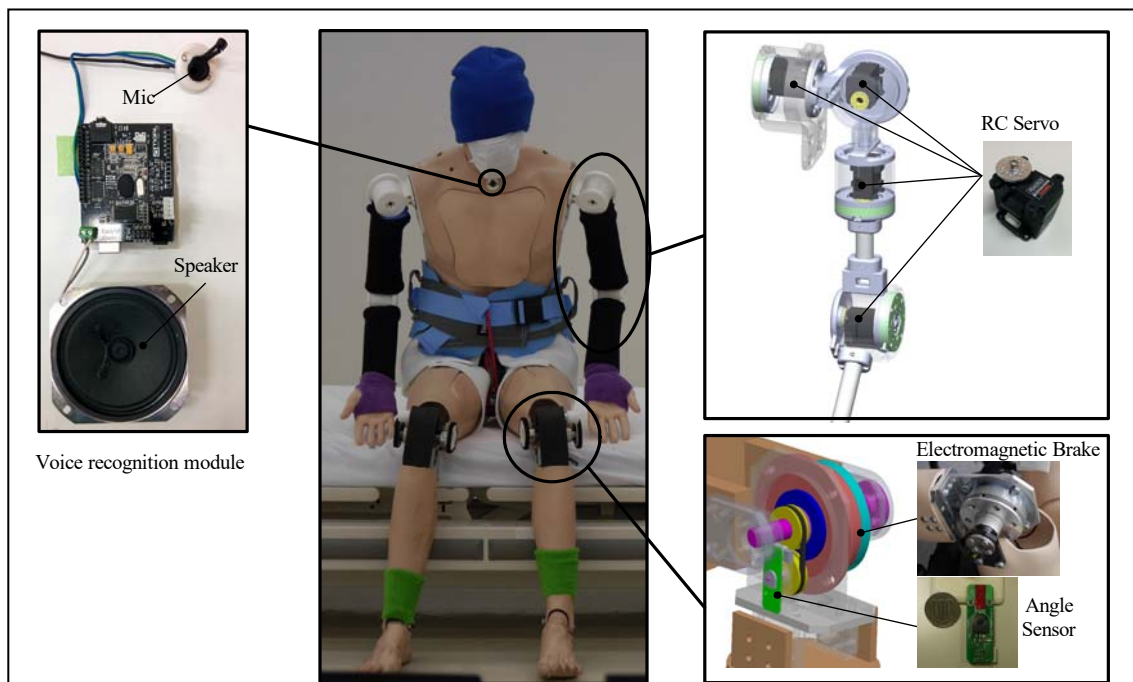


図1 患者ロボット1のハードウェア

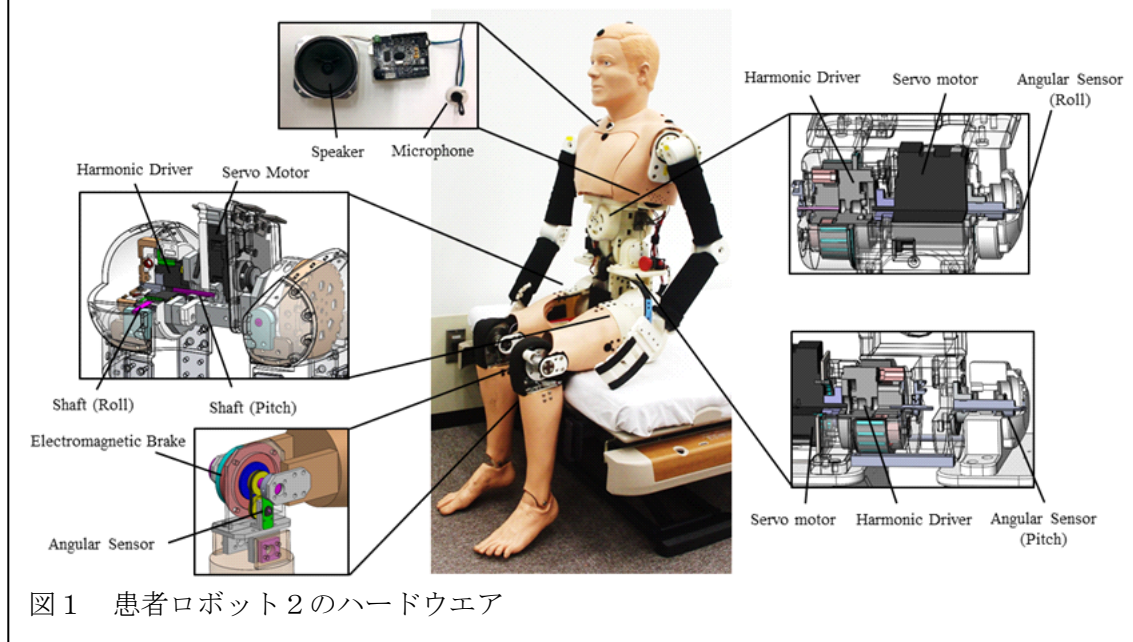


図1 患者ロボット2のハードウェア

いて学習した群，もう1群は対照群として健常者を患者とする訓練を行った群とした。その結果，学習効果の転移性の観点から提案手法の有効性を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計9件)

Lin, Chingszu, Huang, Zhifeng, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki, & Ota, Jun. (2019). Effect of practice on similar and dissimilar skills in patient transfer through training with a robot patient. *Advanced Robotics*, 33(6), 278-292. doi: 10.1080/01691864.2019.1578689.

Lin, Chingszu, Ogata, Taiki, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki & Ota, Jun. (2018). Translational acceleration, rotational speed, and joint angle of patients related to correct/incorrect methods of transfer skills by nurses. *Sensors*, 18(9), 2975, 1-28. doi:10.3390/s18092975.

Huang, Zhifeng, Lin, Chingszu, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki & Ota, Jun. (2017). Robot patient

design to simulate various patients for transfer training, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 22(5), 2079-2090. doi: 10.1109/TMECH.2017.2730848.

Huang, Zhifeng, Lin, Chingszu, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki & Ota, Jun. (2017). Impact of using a robot patient for nursing skill training in patient transfer, IEEE Transactions on Learning Technologies, 10(3), 355-366. doi: 10.1109/TLT.2016.2599537.

Ogata, Taiki, Nagata, Ayanori, Huang, Zhifeng, Katayama, Takahiro, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Aida, Kyoko, Kuwahara, Noriaki, & Ota, Jun. (2016). Mannequin system for the self-training of nurses in the changing of clothes, Kybernetes, 45 (5), 839 - 852. doi: 10.1108/K-04-2015-0102.

Lin, C. Kanai-Pak, M., Maeda, J., Kitajima, Y., Nakamura, M., Ogata, T., & Ota, J. (2018)., Learning patient transfer skill by using a robot patient, Proceedings of joint international conference of service science and innovation and serviceology (ICSSI2018 & ICServ2018), Nov. 13-15, 2018, Taichung, Taiwan, (pp.415).

Lin, Chingszu, Huang, Zhifeng, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki, & Ota, Jun. (2018). Indirect evaluation of nurse's transfer skill through the measurement of patient. In V. G. Duffy (Ed.), Digital Human Modeling. Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management: Ergonomics and design, 9th International conference, DHM2018, held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, Proceedings, LNCS 10917, (pp. 440-453): Springer.

Lin, Chingszu, Huang, Zhifeng, Kanai-Pak, Masako, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki, & Ota, Jun. (2016). Robot patient imitating paralysis patients for nursing students to learn patient transfer skill. Proc. International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-14), (pp.384-395). Shanghai, China.

Huang, Zhifeng, Lin, Chingszu, Jiang, Ping, Taiki Ogata, & Ota, Jun. (2016). Development of a portable compliant dual arm robot. Proc. International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-14), (pp.239-247). Shanghai, China.

[学会発表] (計 5 件)

太田 順, 看護されるロボットを造る. パネルディスカッション「IT やロボットは本当に看護に役立つの?」, 第 22 回日本看護管理学会学術集会, 2018 年

Lin, C. Kanai-Pak, M., Maeda, J., Kitajima, Y., Nakamura, M., Ogata, T., & Ota, J. (2018)., Learning patient transfer skill by using a robot patient, Joint international conference of service science and innovation and serviceology (ICSSI2018 & ICServ2018), Nov. 13-15, 2018, Taichung, Taiwan, (pp.415).

Lin, Chingszu, Huang, Zhifeng, Kanai-Pak, Masako, Maeda, Jukai, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki, & Ota, Jun. (2018). Indirect evaluation of nurse's transfer skill through the measurement of patient. 9th International conference, DHM2018, held as Part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20.

Lin, Chingszu, Huang, Zhifeng, Kanai-Pak, Masako, Kitajima, Yasuko, Nakamura, Mitsuhiro, Kuwahara, Noriaki, Ogata, Taiki, & Ota, Jun. (2016). Robot patient imitating paralysis patients for nursing students to learn patient transfer skill. International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-14), (pp.384-395). Shanghai, China.

Huang, Zhifeng, Lin, Chingszu, Jiang, Ping, Taiki Ogata, & Ota, Jun. (2016). Development of a portable compliant dual arm robot. International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-14), (pp.239-247). Shanghai, China.

[図書] (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

研究室ホームページ

<http://otalab.race.u-tokyo.ac.jp/>

研究室ホームページ（英語版）

<http://otalab.race.u-tokyo.ac.jp/en/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：金井 Pak 雅子

ローマ字氏名：Kanai, Pak Masako

所属研究機関名：関東学院大学

部局名：看護学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：50204532

研究分担者氏名：前田 樹海

ローマ字氏名：Maeda, Jukai

所属研究機関名：東京有明医療大学

部局名：看護学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：80291574

研究分担者氏名：桑原 教彰

ローマ字氏名：Kuwahara, Noriaki

所属研究機関名：京都工芸繊維大学

部局名：情報工学・人間科学系

職名：教授

研究者番号（8桁）：60395168

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：緒方 大樹

ローマ字氏名：Ogata, Taiki

研究協力者氏名：北島 泰子

ローマ字氏名：Kitajima, Yasuko

研究協力者氏名：中村 充浩

ローマ字氏名：Nakamura, Mitsuhiro

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。