

博士論文要旨

論文題名： 筋肉関節痛の推論に基づく 患者ロボットの疼痛表現

立命館大学大学院情報理工学研究科
情報理工学専攻博士課程後期課程

リ ミラン
LEE Miran

介護教育は、訓練生の介護能力を向上させ、介護環境において患者の要請を調査し、効果的に患者に対応できる能力を開発することである。医療やヘルスケアの発展とともに、様々な状況に上手に対処し、患者の生活の質を向上させられる専門人材を養成する介護教育が大事である。既存のCNT方法は、ビデオ、本、役割代行を基盤に介護教育を行うが、最も効率的な方法は実際の人間に対して練習を行うことである。しかし、継続的に教育のための患者を募集することは困難であり、反復的な訓練により患者が疲れたり、退屈になったりすることもある。その代案として、人間の様々な疾病症状を再現し、訓練生にフィードバックを提供する患者ロボットが提案された。

本論文は、介護教育において、感情や苦痛の強さを実際の人間のように顔の表情から表現できる患者ロボットを提案する。提案する患者ロボットの主な3つの目標は、(a)効果的な患者ロボットを用いた介護教育システムを提供するために、ロボットから得られたセンサーデータを解析し、ロボットによる介護技術の結果及び効果を理解すること、(b)患者ロボットが感じる苦痛を推論し、患者ロボットの痛みを直感的に訓練生に提供すること、(c)介護訓練のための患者ロボットの感情と痛みを表現する顔表情基盤のフィードバック方法に対するロボットのアバターを開発することである。

目標(a)は、肩と肘の複合体を含む患者ロボットの「上肢」を開発することである。医療分野で数年間経験を積んだ専門家集団と学生集団がデータ獲得過程に参加し、関節運動の稼働範囲を確認する Range of Motion (ROM)運動を基盤として介護課題を遂行することにより患者ロボットが定量的データを収集する。ロボットのセンサーデータを基に様々な観点から結果を分析・解析し、患者ロボットの効果と実現可能性について議論する。目標(b)は、患者ロボットの痛みの状態を推定する手法を提案し、訓練生に現在のロボットの痛みの状態をフィードバックし、相互作用のあり方を改善する。介護教育における従来の事後分析の方法は、介護ロボットを用いて訓練を行い、センサーによって計測したデータを訓練後に分析及び解析する。しかし、この方法は介護スキルを定量的に評価し、教育過程における

ロボットの痛みを自動的に認識するには限界がある。この問題を克服するためにロボットが感じ得る痛みをリアルタイムで推論する方法が提案される。目標(c)は、介護教育においてロボットアバターを開発することにより、ロボットの感情と苦痛を表現するシステムを実現することである。介護士と患者ロボットの相互作用のため、介護士の感情がロボットの感情に反映され、継続的なロボットの気分転換を表現できるよう、顔のイメージに基づいて介護士の感情をリアルタイムで追跡する方法が提案される。また、本研究で獲得した41人の顔の感情表現イメージを基にロボットのアバターが生成され、ロボットの感情がリアルタイムに表現され患者ロボットと介護士の相互作用を達成する。

本研究で提案する患者ロボットの筋肉関節痛症状の再現手法等によって、介護教育で使用される患者ロボットの開発において新しい展開が期待される。また、ロボットの感情・痛みの表現技術は、人間とロボットの相互作用の側面から、介護教育に対する効率的なフィードバック方法として影響を与えられると期待される。

Abstract of Doctoral Dissertation

Title : Pain Facial Expression for Patient Robot based on Musculoskeletal Pain Inference

Doctoral Program in Advanced Information Science and Engineering
Graduate School of Information Science and Engineering
Ritsumeikan University

リ ミラン
LEE Miran

Care and nursing training (CNT) is to develop the ability to effectively respond to the needs by investigating patients' requests and improving trainee' care skills in a caring environment. With the advances in medical and health care systems, it is essential in care and nursing education to train professionals who can competently handle various situations and help the needs of individuals with diseases and care recipients' quality of life in homes, hospitals, and facilities. Although conventional CNT program has been conducted based on videos, books, and role-playing, the best way is to practice on an actual human. However, it is challenging to recruit patients for training continually, and the patients may have experienced fatigue or boredom with iterative testing. As an alternative approach, a patient robot that reproduces various human diseases and provides feedback to trainees has been introduced.

This dissertation introduces a patient robot that can express facial emotions or feelings of pain states like an actual human does in joint care education. The primary three objectives for the proposed patient robot-based care training system are (a) to understand better the effects of care skills by deeper interpretation of the results based on quantitative data obtained from the robot for providing an effective patient robot-based care education system, (b) to infer the pain felt by the patient robot and intuitively provide the trainee with the patient's pain state, and (c) to provide a novel approach to the facial expression-based visual feedback method of the patient robot for care training.

The first objective is to develop the development of the patient robot's upper limb containing a shoulder and an elbow complex. Experts who have experienced for many years in the medical field and students participate in the data acquisition process to collect quantitative

data of the patient robot by performing care tasks as range of motion (ROM) exercises. Based on the robot's sensor data, the results are analyzed and interpreted through various perspectives to discuss the effectiveness and feasibility of the patient robot. The second objective is to improve the way of interaction and feedback in which the patient robot provides the current pain state to the trainees by proposing the method for inferring the pain state of the patient robot. The conventional post-analysis is proper to interpret the analysis of parameters associated with the robot's pain and use when investigating the effect of parameters on care training. However, there are limitations in quantitatively evaluating their care skill and automatically recognizing the robot's pain during care education. To overcome the issues, the method of pain inference is suggested. The third objective is to develop a robot's emotion and pain expression by developing a robot's avatar in joint care education. For this objective, tracking the user's emotions in real-time based on the face image is proposed. Consequently, the robot's avatar can express a continuous mood transition and the pain state to the trainees during the care training.

The findings of this study are anticipated to provide a new path for the development of advanced patient robots used in the care training environment by reproducing the symptoms of various muscle and joint diseases, such as paralysis, contracture, and muscle weakness. Further, the robot's emotion and pain expression techniques are expected to provide efficient feedback on care training in terms of human-robot interactions.