

審査の結果の要旨

氏名 黄 之峰

黄 之峰提出の本論文は「Study on Nursing Self Training for Patient Transfer（看護師による移乗介助動作の自習支援に関する研究）」と題し、全6章より構成される。

昨今の医療技術の高度化と高齢患者数の増加のため、看護師に必要とされる看護技術が高度化している。そのため看護学生は看護系教育機関において多くのスキルを習得する必要がある。スキルの中には身体を実際に動かすトレーニングが必要となるものも多いが、その教育には教え手が必要であり、現状そのための人材とリソースの制限があるという問題点が残されている。看護学生が当該技術を熟達するためには、現状の授業以外に教え手の指示による多くのトレーニングが必要であるが、現実的に各看護学生へのそのようなトレーニングの機会を十分に提供することは困難である。このような現状を鑑み、看護学生のスキル獲得を支援する自習システムの開発が重要である。

誤った技術の適用により、看護師に容易に腰痛等の体に変調をきたす身体負荷の大きな技術の典型的なものとして、患者をベッドサイドから車椅子に移動させる車椅子移乗介助動作に焦点を当てる。本論文では、車椅子移乗介助のための自習支援システムを構築する上で生じる以下の3つの問題の解決を図る。1) 学習者の動作を計測し、その誤りを自動認識できる機能。(2) 誤りを的確に指示することでの学習者の車椅子移乗介助動作スキル能力を向上させられる機能。(3) 人間の患者の動作を模倣することで学習時の患者役を代替できる要介護ロボットの開発。以下これらにつき順を追って説明する。

第一段階では、学習者のスキルレベルを自動評価できる方法論の開発に焦点を当てた。移乗介助動作スキルを、約20個のチェック項目の組み合わせで評価した。その上で受講者のスキルレベルを評価するために、以下の方法論を提案している。第一に、患者の頭部の三次元軌跡から有効な特徴量を取り出し、それらの性質を利用した適切な手順で処理することで、現在学習者が介助動作過程のどのステップを遂行しているかが分かる。その上で、個々のチェック項目を評価する時間帯の切り出しが可能となる。第2に、2つのRGB-Dセンサと学習者・患者の関節部等に取り付けたカラーマーカーを用いて、各動作遂行時の姿勢情報を測定できる。提案された測定方法により、相互に近接している学習者と患者の姿勢を各々測定できる。最後に、実際の測定結果に応じて、あるチェック項目に関して学習者の技能レベル(良いか悪いか)を評価する方法論を提案している。適切なしきい値を設定してその上下で技能レベルを評価する方法と、予め設定された探索領域の中にある測定値が含まれているかどうかで技能レベルを評価する方法の二種類を提案している。実験結果より、提案手法により、80%の精度で学習者のスキル技術レベルを自動評価可能であることを示した。

第二段階では、前段階の認識結果・チェックリスト・デモビデオを用いた自習支援システムが、学習者に効果をもたらすか検証した。ここで、デモビデオは、学習者があるチェック項目について誤った動作をしたときに、それに関する正解を知るために用いている。またチェックリストは、各チェック項目の結果(どの項目が達成で来ていてどの項目が達成できていないか)を学習者に示すために用いている。それらを統合したスキル自習支援システムを開発した。実装したシステムの操作インターフェースは、学習者自身のシステム操作により自習を可能にするように設計されている。自習支援システムの学習効果の有効性を検討する実験を行った。結果として、学習効果について、当該自習支援システムを用いた学習者が、当該システムを用いずデモビデオ等のみを用いて学習した者と比較して学習効果に有意差が出た。

第三段階では、擬似患者としての要介護ロボットを製作した。この利用によりさまざまな症状を有する患者を模擬できると共に学習者単独で自習可能となることが期待できる。このロボットは車椅子移乗する患者の動作を模擬したものとなるべきであり、学習者はこのロボットに対して車椅子移乗をすることで、自習が可能となる。ロボットはアクチュエータを搭載した2能動関節、電磁ブレーキを付与した4受動関節、8つのフリー受動ジョイントという計14関節を有するものとなった。また、各関節の回転角度を測定するための角度センサと学習者からの音声でコミュニケーションするための音声モジュールを使用する。アクチュエータやセンサ

は、患者の身体の手足の動きを再現し、患者の移乗動作に学習者の操作に応答するようにロボットの制御を行っている。実験を通じて、ロボットの動きは人間患者の動きと有意差がないことが示され、結果として当該ロボットが患者模擬が出来ており、患者移乗の自習支援システムとして適していることを示した。

総合すると、本論文では、患者の車椅子移乗介助のための自習支援システムの開発を行った。十分な認識を実現する画像処理手法を開発し、学習システムとしての有効性を示した。要介護ロボットの開発により、患者の代替が可能となった。

これらの成果により、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。