

令和元年6月20日現在

機関番号：33903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16177

研究課題名(和文) 習熟度・動作パターン型統計的解析法による学習支援

研究課題名(英文) Learning Support by a Statistical Analytical Method Using Proficiency and Action Pattern

研究代表者

澤野 弘明 (SAWANO, Hiroaki)

愛知工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号：10609431

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、看護教育、スポーツ指導動作の評価、手話動作学習の支援システム開発を行った。具体的には、多視点から撮影された看護動作映像をフィードバックした演習動作評価、画像処理による看護動作評価、スポーツの指導動作に必要な項目に基づいた採点法によるフィードバック、手話動作の自動認識に関する研究を進めた。これらの研究成果、およびこれらの技術を応用した研究成果に対して、国内原著論文2件、国際会議10件、国内会議53件の発表を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

看護教育、スポーツ指導動作、手話動作学習などの動作を学習する分野において、指導者の経験に基づく主観的指導と、受講者の記憶に頼った振り返りが主であった。すなわち、指導者と受講者が客観的に情報共有する手法が確立されていなかった。本研究結果では指導方法の定式化、映像動作を画像処理による数値化などといった、人の主観によって変化しない客観的手法を明らかにし、社会的意義を得た。またこれまでの学術的研究では接触センサを用いて現場の作業者に対して身体的・肉体的違和感を感じさせていたが、非接触センサを採用して現場と同様の環境による評価を行えた。そのため学術的意義としても評価されると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we developed support systems for nursing education, evaluation of sport coaching behaviour, and sign language learning. Specifically, we researched to evaluate an exercise movement with feedback of nursing exercise videos taken by multi-view cameras, to evaluation of a nursing action with an image processing technique, and to provide feedback with scoring based on sport coaching method. For these research results, we made presentations on two domestic journals, ten international conferences, and fifty-three domestic conferences.

研究分野：映像情報支援

キーワード：支援技術 画像処理 看護教育 動作評価 指導動作 手話動作

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

映像を利用して熟練者の動作の模倣や、自身を撮影して動作を確認する学習方法が、スポーツや医療の分野で利用されている。映像学習では動作の位置・姿勢の違いに注目して、熟練者や過去の映像と比較する方法が一般的である。しかし目視による比較では学習者の主観的な判断に留まっている。指導者が用意したチェック項目により、学習者の注目点を誘導させる方法[1]が提案されている。この方法の欠点は、目的を達成させるための最低限の内容に留まることである。また、画像処理により動作を解析する研究[2]も提案されている。画像処理のみの解析では単一動作の比較が限界であり、複数の動作の学習支援には簡単に対応できず、実用的な学習支援システムには至っていない。

参考文献

- [1] 徳永基与子, 平野加代子: “e-ラーニングを活用した看護技術演習における動画の撮影・視聴による自己学習の工夫”, 教育システム情報学会誌, Vol. 31, No. 1 2014 pp. 87-92 (2014)
- [2] M. Eltoukhy et al.: “Evaluation of the Performance of Digital Video Analysis of Human Motion: Dartfish Tracking System”, Int'l J. of Scientific and Engineering Research, Vol. 3, Issue 3, pp. 1-6 (2012)

2. 研究の目的

本研究では、申請者のこれまでの研究成果を基に、主観的判断の統計情報を用いて一連の動作パターンに適用可能な実用的学習支援システムの創出を目的とする。

申請者はこれまでに教職課程を目指す学生の模擬授業の映像を画像処理技術と教育工学的見解により解析して、初学者と熟練者を客観的に評価する仕組みを提案している。熟練者は授業中に黒板全体を網羅して取り扱うが、初学者は黒板の一部しか利用しないことを画像処理により明らかにした。また授業行動を教育工学的に分類した結果では、板書・説明・机間巡視に割り当てる時間など、選択的に決定可能な動作の割合に、習熟度による傾向が存在することを明らかにした。また医学生や研究医の技術向上を目的とした、手術シーンの教材映像の品質向上に関する研究も進めている。手術教材映像を目視で解析すると、同一の病状において大まかな術式は変わらないが、執刀医によって単一動作の組み合わせや順序に特徴を持つことが確認されている。習熟度ごとの単一動作の速度や精度だけでなく、単一動作の組み合わせ(動作パターン)自体に習熟度の傾向が存在することが明らかになっている。

上記の研究成果から、単一動作の物理的な違いに加え、動作に費やす時間の割合や動作パターンの習得が技術向上に影響すると予測している。本研究課題ではこれらの傾向を明らかにするとともに、学習者が興味を持つ動作を習熟度ごとに集計し、習熟度に応じた指摘箇所を提示する学習支援を行う。

3. 研究の方法

本研究では以下の方法による実践的学習支援システムの創出を進めた。

(1) 模範映像と自己映像を利用した看護演習支援

これまでの看護動作の演習では、教科書や教員により作成されたチェックリストに基づいて看護動作の事前学習を行っていた。この事前学習の欠点は、一方向のみによる動作のみが提示されているため、多角的な確認ができなかった。そこで看護教員による看護動作を複数台のカメラで撮影した模範映像を利用して、学習支援する仕組み(図1)を構築した。また看護動作の復習に関しては、チェックリストを看護学生の記憶により確認していたが、看護学生の動作に関しても複数カメラで撮影して、多角的に検証できる仕組み(図2)を構築した。



図 1: 予習で使用するシステムの模範映像閲覧画面



図 2: 復習で使用するシステムの復習用画面



図 3: 手話 CG Wiki

(2) 手話 CG Wiki を利用した手話学習

従来の手話の学習には、教科書や映像共有サービスが利用されていた。手話映像を製作する場合、話者を撮影する必要があるが、肖像権や機材・場所の用意、映像編集が必要であり、手話単語ごとの投稿や動作の間違いなどによる撮影準備に手間がかかっていた。この問題を解決するために、CG キャラクタを利用して、プログラミング言語なしで手話単語を登録できる仕組み、手話 CG Wiki (図 3) を提案した。

(3) 指導動作評価のための振り返り支援

指導者を目指す学生は、専門的な機関において指導方法を学習する。指導効果を定量評価することは難しく、受講者の主観的評価もしくは指導者の経験年数が評価されていた。指導内容を客観的に評価するために、指導教員が提唱する評価項目を用意し、評価者が評価項目に沿って演習映像を確認することで一律の基準で指導内容を評価できる仕組みを提案した。指導動作得点は、演習映像での指導動作の記録結果と各分類項目の重み付け係数を用いて算出され、時系列の指導動作得点として提示される。

4. 研究成果

(1) 看護演習支援による結果

A 大学看護学科の 107 名に対して予習支援の実験を行った。閲覧を行った学生のうち、看護学生別の映像閲覧記録結果を表 1 に示す。表 1 より、一部学生の再生回数が 0 回であり、予習システムを使用していないことが確認された。そこで、システムを使用していない学生を除いた、映像閲覧回数上位・下位 10 位の看護学生の成績を比較し、予習システムの学習効果を検証した。検証の結果、映像の閲覧回数上位・下位看護学生の試験合格率が共に 20%であり、合格率の差は確認されなかった。

表 1: 看護学生の映像閲覧記録結果

最大閲覧数	最小閲覧数	平均閲覧数	標準偏差
222	0	64.4	58.6

A 大学看護学科 2 年生 32 名に対して提案した復習支援の実験を行った。実験では看護学生は注射演習を行い、チェックリスト項目 23 個に対してそれぞれを 3 点満点で看護学生自身が評価した。対象の学生は、実験開始時 2017 年 7 月 5 日から終了時同年 8 月 8 日まで支援システムを利用した。この評価の点数について、実験開始時と終了時で評価点数がどれだけ変化したかを測定した。復習支援開始・終了時の評価点数を図 4 に示す。測定結果では、チェックリストの評価 23 項目中、22 項目において、実験開始時の評価より終了時の評価が同等または上回ることが確認された。この結果より、看護学生が自身の演習を映像で視聴することで、演習中に上手くいかなかった動作を客観的に確認し、実験開始時から終了時

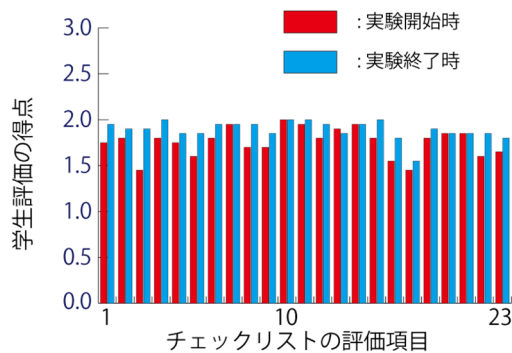


図 4: 復習支援開始・終了時の
評価点数の変化

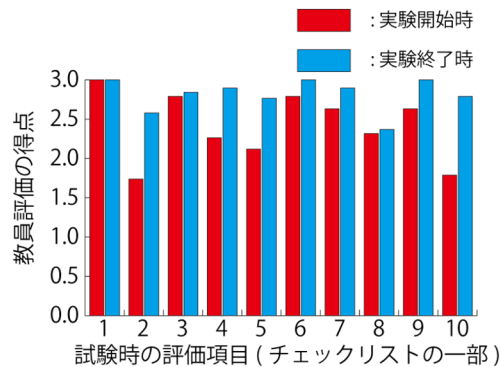


図 5: 復習支援開始・終了時の
教員評価点数の変化

までに間違った動作を訂正したことで演習評価が向上したことが考えられる。

つぎに、復習支援を実施した看護学生のうち再試験を行った 19 名を対象として、技術試験 1 回目(実験開始時)と再試験(実験終了時)における看護教員評価の変化を確認した。技術試験時に看護教員が評価する項目は、復習支援時に使用されたチェックリスト項目のうち、10 項目をそれぞれ 3 点満点で評価した。評価結果を図 5 に示す。評価結果は、実験前の看護教員評価平均点数が 3 点満点中 2.4 点、実験後の看護教員評価平均点数が 2.8 点であった。また、技術試験の評価 10 項目中、看護教員の全ての評価点数が同等または上回ることが確認された。自己評価および看護教員評価の向上から、提案手法を用いることで看護学生の看護技術が向上した。

(2) 手話 CG Wiki のユーザビリティ評価

本研究結果では、ユーザごとの学習評価までは至っておらず、開発した手話 CG Wiki の評価に留まった。手話 CG Wiki の入力インタフェースを使用し、A 大学手話サークルの学習者 6 名と B 障害者センターの経験者 3 名に対してユーザビリティ評価を行った。A 大学の実験の様子を図 6 に示す。評価実験では 3 回の単語登録を実施させ、ユーザビリティ評価指標 SUS (System Usability Scale) と自由回答による評価を行った。SUS の評価の結果、被験者 6 名の平均点数は 60 点(最大 100 点)となり、SUS の平均基準点である 68 点よりも下回った。特に SUS の評価項目の「操作のしづらさ」が全体評価を低くさせる要因であった。操作がしづらい理由に、自由記述では「選択可能な表現が少ない」や「左右(利き手)の基準がわからない」という意見が得られた。

(3) 指導動作評価のための振り返り支援

動作分類による指導評価を実施するために、提案システムを用いた映像の振り返り実験を実施した。A 大学生命健康科学部 4 名と、評価項目となる指導動作を提唱する B 大学の指導教員の計 5 名を対象に実験した。被験者はスポーツ指導における「プッシュアップ 1」と「スクワット 2」での指導を評価する。指導教員と学生の評価結果の比較および学生同士での評価結果の比較を図 7(a)、7(b) に示す。図 7(a) では、指導教員の得点が複数の時刻で、学生の得点を上回ることが確認された。図 7(b) では学生同士の得点に図 7(a) の指導教員と学生間ほどの得点差が確認されなかった。単位時間あたりの平均得点を算出した結



図 6: 手話 CG Wiki の
SUS 評価実験の様子

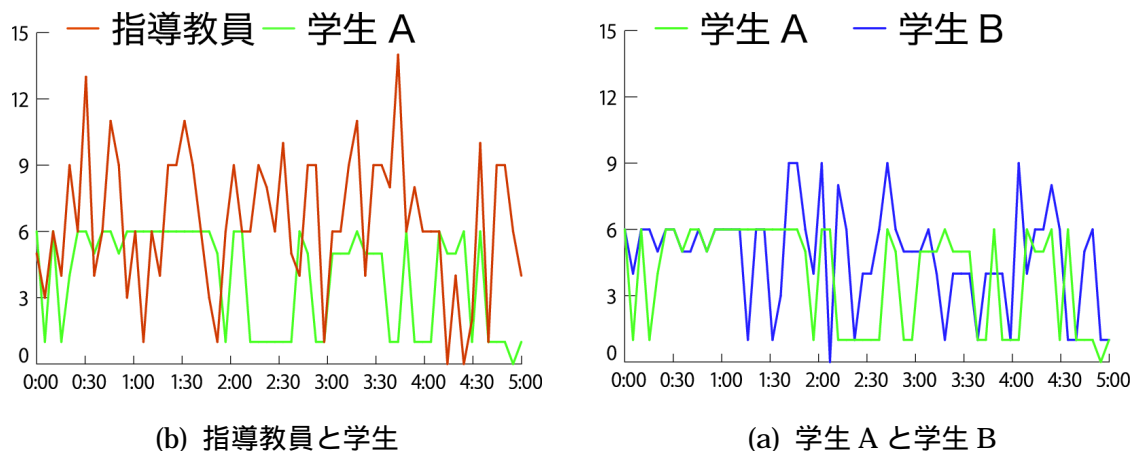


図 7: 指導動作の評価結果の比較

果, 指導教員が平均 7.19 点(分散 8.01 点), 学生 A が平均 4.21 点(分散 6.21 点), 学生 B が平均 4.53 点(分散 5.35 点) を記録した。実験の結果から, 指導教員の指導が学生らの指導と比較して高得点であることが確認されたため, 指導教員は評価項目を意識した指導を実施したと考えられる。

以上に示すような, 実践的な教育支援システムの開発を実施し, つぎの結論が明らかになった。映像による教育教材に関しての学術的効果は教科書などの事前学習との差があまり得られなかった。一方で自身の動作に関する映像フィードバックでは, 視覚的な修正点が明らかになるため, 教育効果が高いことが示された。特に, 熟練者と初学者の動きを定量的に評価すると, 評価点の違いが顕著に現れた。実践的な教育システムを構築するには, 注目する動作を示した上で, 反復的に動作を復習させることが有効であることが示された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

土屋健, 三代沢正, 山田哲靖, 広瀬啓雄, 澤野弘明, 小柳恵一: “多様な Web 情報を活用した地域観光情報基盤の高度化の検討”, 情報社会学会誌, Vol. 13 No. 2, pp. 5-17 (2019, 印刷中) (査読有)

澤野弘明, 鈴木裕利, 石井成郎, 土屋健, 小柳恵一: “地域学習支援アプリ「しのスタ」を利用した実体験型教育方法の提案”, 日本教育メディア学会, 教育メディア研究, Vol. 23, No. 2, pp. 25-31 (2017-3) (査読有)

[学会発表](計 64 件)

S. Sumai, K. Haruta, M. Suwa, T. Morishita, M. Nakamura, S. Higashiyama, Y. Murayama, M. Hayashi, N. Ishii, H. Suzumura and H. Sawano: “Testing Effectiveness of a Teaching Tool That Uses a Non-Contact Sensor for Preventing Lower Back Pain”, Proc. of 8th Int’l Congress on Advanced Applied Informatics, 2 pages (Jul. 2019) (査読有, to be appeared)

T. Tsuchiya, H. Hirose, T. Miyosawa, T. Yamada, H. Sawano, K. Koyanagi: “Analysis of Diverse Tourist Information Distributed Across the Internet”, Int’l Conf. on Future Data and Security Engineering (FDSE 2018), pp. 413-422 (Oct. 2018)

S. Sumai, K. Haruta, N. Ishii, M. Suwa, M. Nakamura, T. Morishita, S. Higashiyama, Y. Murayama, R. Ijima, H. Sawano, H. Suzumura: “Examination of the Efficacy of an Injection Technique Support System”, Proc. of 7th Int’l Congress on Advanced Applied Informatics, 2 pages (Jul. 2018) (査読有)

T. Tsuchiya, H. Hirose, T. Miyosawa, T. Yamada, H. Sawano, K. Koyanagi: “Improving Network Throughput on Application by Weighting Subflows of Multi-Path TCP Adapted to Conditions”, The 7th Int’l Conf. on Intelligent Computing and Applications (ICCMS 2018), pp. 152-156 (Jan. 2018) (査読有)

K. Ogiso, T. Nakano, H. Sawano, N. Oyake, M. Ueda, M. Uchi, Y. Suzuki, and N. Ishii: “A Proposal of a PAD Evaluation Tool for Programming Education”, The 12th Int’l Conf. on Knowledge, Information and Creativity Support System, pp. 212-213 (Nov. 2017) (査読有)

S. Shiga, H. Sawano, T. Matsukawa, S. Sakuma, N. Ishii, and Y. Suzuki: “A Proposal of a Catheter Insertion Evaluation Method Based on Its Speed”, The 12th Int’l Conf. on Knowledge, Information and Creativity Support System, pp. 210-211 (Nov. 2017) (査読有)

R. Ijima, M. Hayashi, H. Sawano, S. Sumai, K. Haruta, M. Suwa, M. Nakamura, Y.

Murayama, S. Higasiyama, T. Morishita, H. Suzumura, and N. Ishii: "A Study of a Nursing E-Learning System with of Exemplary and Own Operation Video", The 12th Int'l Conf. on Knowledge, Information and Creativity Support System, pp. 214-215 (Nov. 2017) (Best Poster Presentation Award) (査読有)

T. Yamaguchi, H. Sawano, N. Ishii, and Y. Suzuki: "A Proposal on a Sign Language CG Wiki", Proc. of 2017 IEEE 6th Global Conf. on Consumer Electronics (GCCE 2017), pp. 245-246 (Oct. 2017) (査読有)

M. Ding, R. Zhao, K. Koyanagi, T. Tsuchiya, and H. Sawano: "A Community-based P2P OSNs Using Broadcast Encryption Supporting Cross-platform with High-security", 2016 8th Int'l Conf. on Wireless Communications & Signal Processing (WCSP), 6 pages (Oct. 2016) (査読有)

H. Sawano, N. Ishii, Y. Suzuki, T. Tsuchiya, and K. Koyanagi: "AKaTool: An Association Chart Production Tool for Nursing Education", The 11th Int'l Conf. on Computer Science & Education, pp. 252-257 (Aug. 2016) (査読有)

和田紘輝, 澤野弘明, 北坂孝幸, 三澤一成, 森健策: "多視点手術映像合成による死角補完手法の検討", 2019年信学総大, D-16-8 (2019-3, 印刷中)

林雅也, 澤野弘明, 相撲佐希子, 春田佳代, 森下智美, 東山新太郎, 中村美奈子, 村山友加里, 諏訪美栄子, 鈴村初子, 石井成郎: "非接触センサを用いたベッドメイキングの姿勢改善支援手法の提案", 2019年信学総大, D-15-24 (2019-3, 印刷中)

内田柁, 澤野弘明, 堀田政二: "モーションコミック生成のためのコマ選択手法の一考察", 映像表現・芸術科学フォーラム (2019-3)

清水竣太, 佐野裕哉, 澤野弘明, 石原進: "浮流型ネットワークカメラによる下水管スクリーニング検査 ~ 撮影機体の設計とひび割れ検出手法の提案 ~", 映像表現・芸術科学フォーラム (2019-3) (優秀発表賞)

石原進, 澤野弘明: "流れる無線カメラで下水検査 -浮流型無線ネットワークカメラによる省力型下水管スクリーニング検査システム開発の取り組み-", 精密工学会画像応用技術専門委員会報告, Vol. 33, No. 5, pp. 1-10 (2019-1) (招待講演)

田嶋克向, 澤野弘明, 杉山秀則, 井口毅昭: "ユーザの閲覧履歴に基づく関連記事の推薦手法の検討", WiNF2018, P204 (2018-11)

小木曾寛太, 澤野弘明, 鈴木裕利, 石井成郎: "文書作成における自動文脈添削手法の基礎検討", WiNF2018, P212 (2018-11)

早川智之, 澤野弘明, 鬼頭明: "卓球映像を利用したフォーム比較手法の基礎検討", WiNF2018, P236 (2018-11)

清水竣太, 佐野裕哉, 澤野弘明, 石原進: "下水管内検査におけるひび割れ領域検出の基礎検討", WiNF2018, P237 (2018-11) (奨励賞)

⑳ 石原進, 武居悠樹, 澤野弘明: "下水管内の浮流無線カメラノードの位置推定方法", 平成30年度電気・電子・情報関係学会東海連大, 1 page (2018-9)

㉑ 石井成郎, 鈴木裕利, 西村悠, 澤野弘明: "デジタルサイネージ導入のための評価指標の提案", 日本デザイン学会第65回春季研究発表大会, pp. 226-227 (2018-6)

㉒ 前田拓磨, 清水竣太, 澤野弘明, 石原進: "下水管内映像撮影のための二重カプセル構造浮流型撮影機体の照明設計と映像回転補正の実現", 映像表現・芸術科学フォーラム 2018, 4 pages (2018-3) (企画賞受賞論文)

他, 41件

〔図書〕(計 1 件)

1. 堀越力, 森本正志, 三浦康之, 澤野弘明: "IT Text 画像工学", オーム社 (2016-12)

〔その他〕

ホームページ等

<https://sawanolab.aitech.ac.jp>

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。