

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：27301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K15818

研究課題名(和文) テキストマイニングと代数統計に基づく看護技術暗黙知の数学モデル化

研究課題名(英文) Mathematical Modeling on Nursing Skill Tacit Knowledge Based on Text Mining and Algebraic Statistics

研究代表者

松田 健 (Matsuda, Takeshi)

長崎県立大学・情報システム学部・准教授

研究者番号：40591178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、注射技術実施時の注射器を持つ手の3次元座標データを取得することで熟練者と初学者のデータを比較し、熟練者の技術を量的データとして表現することで注射技術に関する暗黙知をモデル化することを目的として遂行した。手指運動の3次元座標データは磁気を利用したセンサーを用いて取得した。データは手技の状態によって異なるため、同じようなパターンのデータが得られることはほとんどないが、手技は決まった手順を踏むため、一定区間毎に区切ることによって熟練者の特徴を見ることができた。さらに、取得したデータを可視化する手法を提案することで、熟練者と初学者のデータの差異を明確に区別することができることを示した。

研究成果の概要(英文)：This study had analyzed the tacit knowledge of nursing skill by collecting three dimension coordinate data of hand motion at an injection technique. We had used magnetometric sensor to gather hand motion data, and compared the data with experts and beginners. Since the acquired data changes depending on the state of the procedure, it was difficult to find a specific pattern from the data. However, since the procedures of injection technique are defined, the feature of experts could be found by dividing the data into each section accordingly. Furthermore, we confirmed that we can clearly distinguish between data of experts and beginners by proposing a method of visualizing data.

研究分野：数理情報学

キーワード：暗黙知 注射技術 手指運動 数理モデル 可視化 非定常 正確検定

1. 研究開始当初の背景

暗黙知に関する研究は、野中郁次郎氏らが提唱した SECI モデルが有名である。この SECI モデルの考え方は、暗黙知を研究する研究者らによって様々な分野に適用されている。このような研究の方針は、看護教育の分野でも見ることができ、様々な研究が行われている。その目的は、実践で得られた様々な知見を言語化して組織の中で共有するためであり、このような知識の共有が実現できれば、それは教育の分野においても有用であるためである。そのために経験や体験によって得られた知識を言語化したり、それを蓄積するためのシステムが開発されたりという研究が進められている。しかしながら、そのような研究の多くは質的データを対象としており、量的データに関する暗黙知を解析する研究は看護教育分野においてはまだ数が少ないのが実情である。今後、様々な分野で IoT を活用したサービスが多方面で展開していくことが期待される中で、どのようなセンサーを使えばどのようなデータが取得できるかということ把握することは重要な課題である。特に、手技のような手順が定まっても、その技のコツを言語化することが難しい事象の解析は様々なコストがかかるために十分なデータを収集することが困難であり、多くの事象に対して定量的な分析に基づく実用的な知見はほとんど得られていない。

2. 研究の目的

本研究は、経験や体験によって獲得され得る言語化が困難な技のコツを量的データとして収集し、その暗黙性を定量的に評価する方法について検討することを目的として推敲した。研究の対象としては、採血技術実施時の注射器を持つ手の手技から得られるデータを収集し、そのデータの持つ特徴を数理科学的な手法を用いて解析した。その際に、どのような数理的手法を取得したデータに対して適用することができるかということを検討することも本研究の目的である。

3. 研究の方法

研究を進めるにあたって、データを取得するところから始める必要があったが、本研究のパイロットスタディにより、予め取得済みのデータが存在していたため、そのデータの持つ性質を調べることで、データを取得するためにどのような実験を行えば良いかということについて検証した。本研究では、注射器を持つ手の指骨の付近に計 15 個、基準点となる手首の付け根部分に 1 個、合計 16 個の磁気センサーを被験者に装着することで、採血技術実施時の手技に関するデータを取得した。パイロットスタディにおける被験者のアンケート結果では、センサー装着時の手技実施の困難性の指摘が含まれていたため、センサーを固定するため伸縮性に優れるキ

ネシオテープを利用するなどして、なるべく被験者に余分な負荷を掛けないように、センサーの装着方法においても十分な時間を掛けて検討した。センサーの装着には、例えば装着作業がスムーズに行えたとしても、データが取得できるようになるまでに 10 分程度はかかるため、被験者には 1 回の実験で 10 回の手技を繰り返して頂くことで、負荷を掛けすぎずに効率よくデータを取得できるような実験を研究協力者と共に計画した。さらにパイロットスタディでは、データ取得時に実験の様子を動画で記録していたが、本研究においても、手技の様子が詳細にわかるように動画データを記録した。磁気センサーから取得されるデータは、各指骨の 3 次元座標データとその回転角から構成される 6 次元のベクトルからなるデータであり、1 秒間に 240 個のデータが取得可能で、採血技術の場合は 1 回の手技が 30~50 秒程度であるため、1 回の手技において 7000 個以上の時系列データが取得される。このように採血技術実施時の手指運動データを取得すると、回数に関しては大量データを収集することは困難であるが、1 回あたりのデータとしては大きなサイズのものになることが分かる。さらに、取得されるデータは時系列データであるが、データのどの位置から手技が開始され、どこで終了したかさえ取得した 3 次元座標データだけから判断することは困難である。このような情報を補うために動画データを活用するのだが、1 秒間に 240 個のデータが存在するために、データの正確な開始位置を特定するにはさらなる工夫の必要があった。採血技術については、その実施手順が定められているため、手技実施時の動画データと手指運動の 3 次元座標データを照らし合わせながら、データをその作業手順と照らし合わせることを行い、熟練技術者と初学者のデータの差異を数理的手法に基づいて分析した。なお、採血技術実施時のデータは全て腕モデルに対して行ったものである。

4. 研究成果

(1) データ取得について

データ取得実験では、採血技術の実務経験がある熟練者 6 名と、採血技術に関する授業を受講済みの学生 9 名のデータを合計 3 回の実験によって取得することができた。なお、データを取得するために一人当たり 1 時間の時間を要するため、被験者には 1 回の実験で手技を連続して 10 回行ってもらった後に、データ取得実験に関するアンケート調査を行った。

(2) データ分析について

採血技術実施時の 3 次元座標データからなる手指運動データを解析するために、はじめに、各センサー間の相関の有無について調査した。具体的には、1 回の手技で取得される 7,000~10,000 個程度の時系列データの相関

行列を計算した。その結果、熟練者にはセンサー同士に相関が無い部分が見られるが、学生のデータではどのセンサーの間にも強い相関があることがわかった。しかしながら、このような相関行列によるデータ分析を行なって熟練者と学生のデータに差異があることがわかったとしても、データのどの部分にどのような差異が存在するかということまでは分からない。本研究で取得したデータは、採血技術実施時の手指運動データであるため、取得した3次元座標データを3Dの描画技法によってその軌跡を可視化することができる。実験によって取得した3次元座標データの軌跡を可視化したデータは以下のURLで画像データとして公開している。

<http://matsudalab.office-server.co.jp/top/study2.html>

このようにデータを可視化することで、上述の相関行列の結果と合わせて考察することができ、実験によって取得した熟練者のデータに外れ値が含まれていることが明らかになった。また、この外れ値は、磁気センサーの仕様に影響して起こるものであることも判明できたため、分析に意味をなさないものではないということも確認することができた。さらに、この外れ値の発生箇所がちょうど血管への注射針の刺入時に起きているため、本研究においてはデータ分析のためにはこの外れ値の発見は有用であった。本研究では、このような外れ値を再現するための試行錯誤を行なったものの、その再現には至らなかった。また、手指運動データの軌跡を可視化したことで、視覚的にも熟練者と学生のデータの間にはその差異を確認できるようになったため、可視化されたデータを学生がみて熟練者の手指運動と異なるということを認識させる教育コンテンツとしての応用ができるため、本研究で提案したデータの可視化手法は意義のある研究成果となったと考えている。実際に、データ取得実験に参加した学生にデータをフィードバックしたところ、学生同士でデータをみて実験の振り返りをする議論が起こっていた。また、熟練者同士の間でも手指運動データの軌跡の滑らかさの違いが見て取れるため、この可視化データから、手技のレベルの差異を計測できる可能性を見出すことができたことも成果の1つである。

(3) データの暗黙性について

上述の成果により、実験で取得した3次元座標データからなる時系列データのある程度であるが意味のある区間に分割する手法を確立することができた。採血技術の手順は教科書で詳細に解説されているが、例えば、注射針の刺入角は15~25度と書かれていたり、血管を固定するために、刺入部位から2cm程度の皮膚を伸展させるなどと書かれてい

たりする部分については、ケースバイケースで対応が異なるため、作用に慣れるためには経験が必要になる。本研究の目的は、このような言語化が困難な技術を定量的に分析することであるが、そのために採血技術実施手順と実験の録画データを対応させ、定められている手順や項目を採血技術実施時に実行できているかどうかの確認をはじめに行なった。定められている項目や手順を実行できている場合は1、そうでない場合は0とカウントすることで項目と熟練者・学生を対応づける分割表を作ることができる。これにフィッシャーの正確検定を適用することで、熟練者と学生の差異は統計的に測ることは可能である。また、分割表についても様々なものを作ることができ、その過程で、観測されたデータがどのような原因で発生しているのかを調べるために潜在変数を導入した確率モデルを提案することもできた。また、学生のデータを詳細に分析することで、なぜ学生の多くは採血技術実施手順を実験の前に確認していたにも関わらず、実験時にそれを実行することができなかったかということも仮説を立てることが可能となった。本研究の成果やデータの一部は、先に紹介したWebページで公開している。

<http://matsudalab.office-server.co.jp/top/study2.html>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 6件)

1. 吉田 優多朗, 松田 健, 真嶋由貴恵, 大谷康介, 野口俊樹, "注射技術における手指運動の数理的解析と考察", 情報処理学会第79回全国大会, 2017年3月17日, 名古屋大学(愛知県・名古屋市)
2. 松田健, 真嶋由貴恵, "注射技術実施時における腕モデルに対する皮膚伸展の圧力分布の考察", 第36回医療情報学連合大会, 2016年11月22日, パシフィコ横浜(神奈川, 横浜市)
3. T. Maeda, T. Matsuda and M. Yajima, "Sports Skill Analysis using Motion Frequency", 2016 International Conference on Advances In Computing, Control And Networking, 2016年9月24日, Bangkok (Thailand)
4. 野口俊樹, 大谷康介, 松田 健, 真嶋由貴恵, "ベクトル場による注射技術における手指運動の解析", 情報処理学会第78回全国大会, 2016年3月10日, 慶應義塾大学矢上キャンパス(神奈川県・横浜市)

5. Takeshi Matsuda, "On the Consideration of Time Series Analysis of Tacit Knowledge in Nursing Art", THE 14th INTERNATIONAL CONFERENCE* ON MATHEMATICS AND ITS APPLICATIONS, 2015年11月5日, Politehnica University of Timișoara (ルーマニア)
6. 松田 健, 野口俊樹, 真嶋由貴恵, "手指運動データに基づく看護暗黙知解析の一考察", 情報処理学会数理モデル化と問題解決研究会, 2015年9月22日, 北見工業大学 (北海道・北見市)
〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<http://matsudalab.office-server.co.jp/top/study2.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 健 (MATSUDA, Takeshi)
長崎県立大学・情報システム学部・准教授
研究者番号：40591178

(2) 研究分担者

真嶋 由貴恵 (MAJIMA, Yukie)
大阪府立大学・現代システム科学域・教授
研究者番号：70285360

前田 利之 (MAEDA, Toshiyuki)
阪南大学・経営情報学部・教授
研究者番号：70320041

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

大谷 康介 (Ootani, Kousuke)
合同会社 binary lab・代表社員