

令和 3 年 8 月 16 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K12090

研究課題名（和文）マルチモーダル情報を用いた人工知能技術による看護活動支援

研究課題名（英文）Nursing-care Quality Improvement using Artificial Intelligence with Multimodal Information

研究代表者

新居 学（Nii, Manabu）

兵庫県立大学・工学研究科・准教授

研究者番号：80336833

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：看護の質向上のために、実践した看護過程を記述した看護ケアテキストを収集して評価し、リコメンデーションをフィードバックする仕組みが構築されている。この評価の一部を多様式の情報を利用する人工知能により支援するシステムの開発を行った。開発手法は、電子カルテなどの情報を含んで学習された多層ニューラルネットワークであり、これまで開発してきたシステムと比較して評価性能が向上した。本研究での成果は、ベンチマークとして使用している評価済みの看護ケアテキストのうち約74%を正しく評価できるようになったことである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後の超高齢化社会において、看護・介護の質評価・向上は必須であるが、評価を行うことのできる専門家の数は少ない。このような状況でPDCAのサイクルを円滑に回すためには、人工知能などの技術を活用した支援システムが必要である。本研究では人工知能技術を用いた看護の質評価支援システムを構築して、良好な評価性能を得られることを示した。また、従来の看護ケアテキストのみを利用するのではなく多様式の医療情報を学習に利用することにより評価性能が向上することを示した。

研究成果の概要（英文）：In order to improve the quality of nursing care, an AI-based evaluation system was proposed to evaluate nursing-care texts describing the nursing process practiced. The AI-based evaluation system is utilized multimodal information. The developed evaluation system is based on a multilayer neural network pre-trained with information from electronic medical records. Then, the developed system was fine-tuned using the nursing-care texts which have already been evaluated by nursing-care experts. The evaluation performance has been improved compared to the conventional systems. The result of this study is that the system can now correctly evaluate about 74% of the nursing-care texts used as benchmarks.

研究分野：計算知能工学，看護工学

キーワード：看護の質 多層ニューラルネットワーク

1. 研究開始当初の背景

看護の質向上を目指して、看護現場では PDCA(「計画」(Plan)、「実行」(Do)、「点検」(Check)、「改善」(Act)) のサイクルが行われている。このサイクルの中で、Check を行うために文献や などにより指標が開発されている。これまで、この評価指標に従って看護の質評価を行うシステム作りを兵庫県立大学看護学部や青森保健大学と連携して行ってきた。また、日本看護質評価改善機構を設立して、広く看護の質評価を行う基盤を整えつつある。特に、看護行為の評価は、他にはない日本看護質評価改善機構による看護の質評価の大きな特徴である。

申請者は看護行為の評価を自動化するシステム開発を行ってきた。これまでの自動評価システムを更に高度化、高性能化するために、看護師が看護行為を行う際の情報に着目する。看護師は、カルテ上の多様な情報や、患者の表情等の看護師自身の観察結果などに基づいて看護を実施する。これらの情報を利用して実施されたものが看護行為である。したがって、実際の看護行為が記述された看護ケアテキストの評価には、同様に多様な情報に基づいて構築された評価システムが必要である。看護に関係する多種多様な情報は、各種検査項目の数値データや画像、引き継ぎ資料などの文章のように多様式(マルチモーダル)に表現されているため、これらの情報を考慮した学習を行うことのできる人工知能による自動評価システムの開発が必要である。

<引用文献>

内布:看護 QI 研究会活動報告書 看護 QI プログラムによる第三者評価 看護管理,12(6), 416-421, 2002

上泉,内布,栗屋:看護ケアの質評価・改善の管理体制づくりに関する研究(厚生科研医療技術評価総合研究事業)2000~2002 年度活動報告書

2. 研究の目的

看護ケアの質向上の目的で研究・開発を行っている看護ケアテキスト自動評価システムは、過去に専門家により評価された看護ケアテキストを学習用データとして用い、機械学習により新たな看護ケアテキストを評価している。自動評価に大きな影響を持つキーワード抽出や文構造に基づく特徴抽出などにより、自動評価性能は着実に向上してきた。

しかしながら、この手法では看護の内容を正確に評価することは難しい。看護師は、カルテ上の多様な情報や患者の表情等の看護師自身の観察結果などに基づいて看護を実施する。この結果として記述された看護ケアテキストの評価には、多様な情報に基づいて構築された評価システムが必要である。すなわち、看護に関係する多種多様な情報は、本来、各種検査項目の数値データや画像、引き継ぎ資料などの文章のように多様式(マルチモーダル)に表現されており、これが各看護師により看護ケアテキストの中に言葉として表現されている。看護ケアテキスト自動分類システムため、過去の評価済みの看護ケアテキストを学習用データとして構築した自動評価システムは限られた状況下の看護ケアを正しく評価できるが、学習用データに含まれなかった状況の看護ケアは正しく評価できるかどうか不明である。

そこで本応募課題では、各種検査項目の数値データが表している内容や、薬の用法等の看護に関連する情報を学習用データに含めることのできる人工知能を提案する。この人工知能により、過去の看護ケアテキストに含まれなかったような状況のテキストを評価する場合にも、ある程度の正確さを持って評価可能な自動評価システムを構築できる。

3. 研究の方法

(1) 2017 年度は、まず、看護ケアテキスト評価に際して使用される用語の関係性を学習させた。評価性能の向上は本研究課題で構築する多様な情報の利用に不可欠である。改良システムでは、単語のベクトル空間表現を word2vec などに代表される手法を用いて実現し、生成された単語ベクトルから文ベクトルを生成して、文章解析用の層を組み込んだ畳み込みニューラルネットワークで特徴抽出を行った。

次に、投薬の状況に着目した。特に痛みの軽減について報告するものでは投薬の状況が重要である。誤薬で無くても看護行為の質向上においては改善すべき点があるからである。そこで、まず、看護ケアテキストから投薬に関する記述を抽出した。次に、痛み止め薬に関するデータを用いて、抽出された記述と近い薬品を選別し、その注意点を出力するシステムを構築した。出力結果と元の看護ケアテキストを比較し、注意点と類似度が高ければ、評価が高くなるようにした。この結果はグレードとして提示することができる。

(2) 2018 年度は看護質評価支援システムの精度向上に注力した。投薬状況などの適切性は質評価に重要であるものの、薬剤名などが正確に記述されていないことが多く、活用には看護ケアテキストの文章理解がさらに必要であると判断したためである。

本研究課題で研究開発している看護質評価支援システムはニューラルネットワークに基づいたシステムである。Word2Vec による単語のベクトル空間表現により看護ケアテキストを数値ベクトル化し、畳み込みニューラルネットワークにより特徴抽出を行う。抽出された特徴ベクトルを用いて 4 つの評価クラスへ分類する。本システムの評価精度向上のためには多量の学習用データを必要とする。看護ケアテキストそのものは毎年収集されるが教師用データとして使用

することのできる評価済みのテキストは初期の3年分である。そこで、看護質評価支援システムの学習のための疑似看護ケアテキストを自動生成する手法の開発に着手した。本研究で生成したシステムはBi-directional LSTMを利用する。Word2Vecによる単語のベクトル空間表現により数値ベクトル化された評価済みの看護ケアテキストを学習用データとし、Bi-directional LSTMを学習させた。

(3) 2019年度はすべての元となる単語のベクトル空間表現法の改善を行った。Word2Vecによる単語のベクトル空間表現では、一般語も学習に追加して多種の語をベクトル表現している。看護ケア分野での語の利用状況を考慮してベクトル空間表現することが看護ケアテキストの文章理解に有効であるため、これを考慮できる仕組みをWord2Vecに組み込んだ。

また、看護師の活動状況を貼付け型センサで取得し、利用することの可能性を検討するため、貼付け型センサから得られたデータから、行動を自動抽出するシステムを考案した。

(4) 2020年度は、マルチモーダル情報として、電子カルテ等の医療関係の情報を大量に収集するのは困難なため、これらの情報を利用して事前学習がなされ、東京大学により公開されているUTH-BERTモデルをベースにして、看護の質向上のために構築している本研究のシステムを再構築した。事前学習モデルに対して、本研究で利用している2007年から2009年に収集された看護ケアテキストを用いて転移学習を行わせた。このモデルを用いて看護ケアテキストからの特徴抽出を行い、本研究の多層ニューラルネットワークに基づく評価システムで看護ケアテキストの評価クラス分類を行った。

4. 研究成果

(1) 看護ケアテキスト評価に際して使用される用語の関係性を学習することにより評価性能が向上した。具体的には、単語のベクトル空間表現をword2vecなどに代表される手法を用いて実現し、生成された単語ベクトルから文ベクトルを生成して、文章解析用の層を組み込んだ畳み込みニューラルネットワークで特徴抽出を行うことにより、評価性能が向上した。

次に、痛みの軽減について報告するものでは投薬の状況が重要であり、最適な使用かどうかは看護行為の質向上においては改善すべき点があるからである。そこで、看護ケアテキストから投薬に関する記述を抽出した。次に、痛み止め薬に関するデータを用いて、抽出された記述と近い薬品を選別し、その注意点を出力するシステムを構築した。出力結果と元の看護ケアテキストを比較し、注意点と類似度が高ければ、評価が高くなるようにした。この結果はグレードとして提示することができる。

痛み止め薬の情報利用に際しては、看護ケアテキストの記述が詳細な場合には効果があることがわかった。しかしながら、そうでない場合には改善が必要である。すなわち、薬品名称が当該病棟で使用されている略称なのか、誤記なのか、等判然としないケースが散見された。このことから、正確な薬品名称が記載されているデータの利用にはさらなる工夫が必要であると結論した。

(2) 投薬状況などの適切性は質評価に重要であるものの、薬剤名などが正確に記述されていないことが多く、活用には看護ケアテキストの文章理解がさらに必要であると判断したため、看護質評価支援システムの評価精度向上を目指した。看護質評価支援システムはニューラルネットワークに基づいたシステムである。Word2Vecによる単語のベクトル空間表現により看護ケアテキストを数値ベクトル化し、畳み込みニューラルネットワークにより特徴抽出を行う。抽出された特徴ベクトルを用いて4つの評価クラスへ分類する。本システムの評価精度向上のためには多量の学習用データを必要とする。看護ケアテキストそのものは毎年収集されるが教師用データとして使用することのできる評価済みのテキストは初期の3年分である。

そこで、看護質評価支援システムの学習のための疑似看護ケアテキストを自動生成する手法の開発に着手した。本研究で生成したシステムはBi-directional LSTMを利用する。Word2Vecによる単語のベクトル空間表現により数値ベクトル化された評価済みの看護ケアテキストを学習用データとし、Bi-directional LSTMを学習させた。

本研究で開発した看護ケアテキスト生成法により生成された疑似看護ケアテキストの一例として、「嘔吐」に対して「制吐剤」の利用を示唆するような新たな文章が生成されていた。このような文は学習に使用したテキストデータ中には存在しておらず、看護ケアの質評価のための文章を新たに生成していることがわかる。また、このような文章生成が行えるようになったということは、これまでの看護ケアテキストを学習用に利用しても薬剤名等の表記の幅を広げた表現を学習可能であることを示している。

(3) 単語のベクトル空間表現法の改善を行った。Word2Vecによる単語のベクトル空間表現では、一般語も学習に追加して多種の語をベクトル表現している。看護ケア分野での語の利用状況を考慮してベクトル空間表現することが看護ケアテキストの文章理解に有効であるため、これを考慮できる仕組みをWord2Vecに組み込んだ。

また、看護師の活動状況を貼付け型センサで取得して利用することの可能性を検討するため、貼付け型センサから得られたデータから動作や行動を自動抽出するシステムを考案した。提案

法により基本的な動作については分類が可能であり、ベッド等にも工夫をすることにより病棟内での様子を知ることができる。活用できる可能性はあるが、実用的な装置の試作や検証のためのデータ取得などは今後の課題となった。

(4) マルチモーダル情報として、電子カルテ等の医療関係の情報を新規に大量に収集するのは困難なため、これらの情報を活用して事前学習がなされ、東京大学により公開されている UTH-BERT モデルをベースにして、看護の質向上のために構築している本研究のシステムを再構築した。事前学習モデルに対して、本研究で利用している 2007 年から 2009 年に収集された看護ケアテキストを用いて転移学習を行わせた。このモデルを用いて看護ケアテキストからの特徴抽出を行い、本研究の多層ニューラルネットワークに基づく評価システムで看護ケアテキストの評価クラス分類を行った。

カルテ情報を利用して事前学習されたモデルにより、単に日本語情報を利用して事前学習されたモデルを利用する場合よりも分類性能の向上をはかることができた。昨年度までの本研究の評価システムの評価性能が約 72%であったところ、最終年度において実施した上述の評価システムでは約 74%に向上した。日本語情報のみを利用している事前学習モデルを転移学習させたものは、本研究の従来システムと同等程度か少し性能が低い傾向であった。看護ケアテキストの評価では看護過程の内容の評価が必要であることを考慮すると、カルテ情報を利用して学習された事前学習モデルをベースにして転移学習を行い看護ケアテキスト評価用に再構築した看護の質自動評価システムにより、大きな性能向上を達成することができた。看護ケアテキスト評価とリコメンデーション作成は専門家により行っているが、正しく評価できる看護ケアテキストが実数にして約 200 テキスト増加したことは、今後、本評価システムを事前の予備評価として利用することにより、専門家の看護の質評価およびリコメンデーション作成の負担減につながると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 村本 大誠, 新居 学, 小橋 昌司
2. 発表標題 係り受け関係を考慮した Continuous Bag of Words の検討
3. 学会等名 第 64 回システム制御情報学会 研究発表講演
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Ahmed, T. Kishi, M. Nii, K. Higuchi and S. Kobashi
2. 発表標題 Estimation of AHuman Activities by Fuzzy Classification Systems for Understanding Subject Persons' Situation
3. 学会等名 2019 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (ICMLC) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kato
2. 発表標題 A Convolution Neural Network Based Nursing-Care Text Classification Model with a New Filter for Expressing Dependency Relations of Words
3. 学会等名 2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Manabu Nii, Yuta Tsuchida, Yusuke Kato, Atsuko Uchinuno, Reiko Sakashita
2. 発表標題 Analysis of classification results for the nursing-care text evaluation using convolutional neural networks
3. 学会等名 The 6th International Conference on Informatics, Electronics & Vision(ICIEV) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Manabu Nii, Yuya Tsuchida, Yusuke Kato, Atsuko Uchinuno and Reiko Sakashita
2. 発表標題 Nursing-care Text Classification using Word Vector Representation and Convolutional Neural Network
3. 学会等名 Joint 17th World Congress of International Fuzzy Systems Association (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------