

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H04295

研究課題名(和文) 認知的徒弟制に基づく論文改訂スキル学習支援環境に関する研究

研究課題名(英文) A Learning Support Environment for Paper Revision Skills based on Cognitive Apprenticeship Theory

研究代表者

長谷川 忍 (Hasegawa, Shinobu)

北陸先端科学技術大学院大学・遠隔教育研究イノベーションセンター・教授

研究者番号：30345665

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、研究者と学生で構成される研究グループにおいて、研究者による添削を通じて、研究初学者である学生が、論文やプレゼンテーションの構成要素や研究グループ特有の表現技法を理解し、議論の再構築や内容の精緻化を行う「改訂スキル」を効果的に向上するために、(a) 認知スキルとしての論文・プレゼンテーション改訂とその支援戦略をモデル化し、(b) 研究グループ内の改訂事例を報酬として利用する強化学習を適用することにより、関連研究における典型的な表現を自動抽出した多段階コーパスを構築した。さらに、(c) 支援戦略と多段階コーパスを組み合わせたフィードバック機構を実装したプロトタイプシステムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究活動において複雑なアイデアを論理的に構造化して表現する活動は、研究者が研究成果を公開する上で重要な役割を果たす。研究初学者である学生にとって、研究者から指導を受けられる機会は主に改訂時に限られており、体系的教育の機会も十分ではない。本研究では改訂時の研究者による添削コメントと学生による修正内容を組として収集したものを論文改訂コーパスと捉え、研究グループ内の小規模で良質な一次コーパスから、関連研究の論文に含まれる利用可能な表現をコーパスとして自動生成している。これらは、新たに配属された学生に対して、研究領域特有の論文の構成要素や表現技法を学ぶための情報源として活用できる点に意義がある。

研究成果の概要(英文)：This research assumes "revision skills" as a researcher's reconstruction skill of the research story and elaboration of research content in research articles and presentations. In order to effectively improve the revision skills of students as novice researchers for research articles and presentations, we (a) modeled the revision process of research articles and presentations as a cognitive skill and its supporting strategies, (b) built a multistage corpus that automatically extracts typical expressions in related studies by applying reinforcement learning that uses revision examples in the research group as rewards, and (c) combining them to develop a prototype system that implements a feedback mechanism for the revision process.

研究分野：学習支援システム，教育工学

キーワード：改定スキル 多段階コーパス フィードバック 研究論文 プレゼンテーション

1. 研究開始当初の背景

我々が日々行う研究活動とは、複数の研究者や学生で構成される研究グループ内で研究課題を達成する一連の活動である。そのうち、複雑なアイデアを論理的に構造化された文章やプレゼンテーションとして表現する活動は、研究成果を公開する上で重要な役割を果たす。一般に、論文やプレゼンテーションの執筆過程は以下のような認知プロセスにより構成される[1]。

- 計画：論文の目的に基づいた、構想の整理や章構成の検討，データの解釈
- 表現：計画段階における構想の文章化および論文内の概念やデータの図表化
- 改訂：研究者による添削を通じた，議論の再構築や内容の精緻化，文章の校正

このうち、学生が論文・プレゼンテーション執筆について研究者から具体的に指導を受けられる機会は主に改訂プロセスに限られており、体系的教育の機会も十分ではないことが指摘されている[2]。しかも、こうした改訂プロセスは研究者と学生のインフォーマルなやり取りが中心であるため、新たに配属された学生にとって、研究領域によって一部差異のある論文・プレゼンテーションの構成要素や研究グループ特有の表現技法を学ぶための情報源は限られていた。

こうした改訂スキルを対象としたものとして、学生が自身の研究領域に関連する論文を収集し、文法や語彙を確認するためのコーパス(自然言語の文章を目的別に構造化して集積したもの)として利用することで、学術英語論文における改訂スキルの向上が示唆された研究がある[3]。しかしながら、学生が自作するコーパスの規模には限りがあり、構築にコストもかかるため、その信頼性と利便性が不十分であることが課題となっていた。

研究代表者は論文改訂時の研究者による添削コメントと学生による修正範囲を組として収集したものを論文改訂コーパスと捉え、ある添削コメントに対して同一研究グループの論文改訂コーパスから改訂事例を検索・提示することで、学生の論文改訂スキルの向上を目指す手法を提案した[4]。本手法は、学生が各コメントに対して関連する改訂事例を学ぶのに適しているが、コーパスの範囲が研究グループ内の論文に限られ、スキルレベルに応じた支援が十分に設計されていないという課題があった。

2. 研究の目的

本研究課題は、論文・プレゼンテーション執筆過程における研究者による添削を起点とした学生による改訂プロセスを効果的に支援するために、以下のアプローチに基づき、改訂スキル向上支援システムを開発することを目指した。

(a) 改訂スキルとその学習支援戦略のモデル化：

認知スキルの熟達化モデルの一つである認知的徒弟制モデル[5]に論文・プレゼンテーション改訂プロセスを反映し、認知スキルとしての改訂スキルの学習過程、改訂スキルレベル、支援戦略をそれぞれシステムで取り扱うためのモデルとして体系化する。

(b) 改訂のための多段階コーパスの構築：

研究代表者が先行研究で提案した論文改訂コーパス[4]における規模の制約を解決するために、収集したコーパスの自然言語表現に関する統計的分布を報酬とした強化学習手法を開発し、研究課題毎に関連論文から添削コメントに関連する表現を要約として自動抽出し、より多くの事例を学ぶことができる段階的なコーパスを構築する。

(c) 適応的な改訂スキル学習支援機構の実装：

学生の改訂スキルおよび添削コメントの重要度を推定するアルゴリズムを開発し、学生の改訂スキルに応じた支援戦略および多段階コーパスを組み合わせ、学生に添削コメントの改訂方法を学ぶために有用な関連情報を適応的フィードバックとして提示するプロトタイプシステムを開発する。

3. 研究の方法

(a) 改訂スキルとその学習支援戦略のモデル化：

他者との関係において発達水準に移行すると予測される領域を示す Vygotsky の発達の最近接領域、認知スキルの熟達化モデルの一つである Collins らの認知的徒弟制モデル、論文執筆過程/スライド修正過程における研究者による添削を起点とした学生による改訂プロセスを組み合わせた改訂スキル熟達化モデルを整理した。加えて、学生にヒントやフィードバックを与える「コーチング」において、抽象化支援手法の提案や、上達に伴う適応的な支援の制御を行うアルゴリズムをまとめた。

(b) 改訂のための多段階コーパスの構築：

改訂の参考になる事例を関連研究における典型的な表現から自動抽出するために、まずは研究代表者および研究分担者の関連研究領域に対する日本語の学術論文およびプレゼンテーションに関する小規模なデータセットを収集した。それらのドキュメントに含まれるテキストを Word2vec や PV-DM, BERT の Fine Tuning などの手法によりベクトル化し、深層学習により関連研究の文章を背景や目的、方法、評価、結論などといった論文の観点に分類した。また、学術論文 PDF を対象としたスクレイピング、レイアウト解析、文書分割、データセット構築を行うシステムを開発し、教育工学分野を主な対象として関連研究論文を収集した。

少量のアノテーションデータによる学習結果を拡張して未アノテーションデータに活用する半教師有学習を活用し、分類された文章群からそれぞれの論文の観点で典型的な表現を強化学習により抽出するアルゴリズムを開発した。これらに基づき、研究室内の論文改訂プロセスで蓄積される一次コーパスと合わせた多段階コーパスのプロトタイプを構築した。

(c) 適応的な改訂スキル学習支援機構の実装：

一次コーパスにおける添削コメントの重要度(改定の難しさ)と学生の改訂スキルレベルを同時に推定するために、研究代表者が先行研究で開発した項目反応理論をベースとしたアルゴリズム[4]を拡張して実装した。また、Wordによる論文ファイルおよびPowerPointによるプレゼンテーションファイルをアップロードし、構築したコーパスに基づく改定案の推薦や評価指数の提示、フィードバックの提供を行うオンラインプロトタイプシステムを開発し、研究代表者および研究分担者の研究室の学生のプレゼンテーションファイルを対象に、研究室ごとに生成されるフィードバックの特徴の比較を行った。

4. 研究成果

(a) 改訂スキルとその学習支援戦略のモデル化：[10], [7]

大学等における研究活動支援の一環として、論文改訂に加えてスライド修正を含めた改訂スキル熟達化モデルを整理し、学生のスキルレベルに応じて学習時の負荷を制御する手法をまとめた。

(b) 改訂のための多段階コーパスの構築：[11], [9]

改訂事例提示のための段階的コーパスについては、主に教育工学分野を対象領域とする研究代表者と共同研究者の研究室から日英合わせて71篇のドキュメントを収集し、観点などの情報をアノテーションした一次データセットを構築した。また、教育工学の分野の関連論文として452篇、それ以外の情報科学分野の関連論文100篇を収集し、限られたラベル付きデータセットから二次コーパスを生成する手法を適用した。これにより、関連論文から特定の論文の観点に関連した表現を要約として自動抽出することが可能となった。

また、提案手法を、短答自動採点、技術投稿サイトの投稿分類、Q&Aチャット、法律文書分類などいくつかの用途に拡張して適用を試みた。

(c) 適応的な改訂スキル学習支援機構の実装：[12], [6], [8]

添削コメントの改訂の難しさと学生の改訂スキルレベルを推定するアルゴリズムを実装し、英語一次コーパスに適用して妥当性を検証した。その結果、直接的な修正コメントは改訂が比較的容易であり、抽象的なコメントは改訂内容が大きく修正が困難である傾向が明らかとなった。また、初心者に対しては、当初は抽象的なコメントが多く、改訂が進むにつれて具体的なコメントが増加することがわかった。

プロトタイプシステムについては、新型コロナウイルス下の研究室運営のため、密集を避けた改訂スキル教育の場や、渡航制限などにより渡日できない学生の指導にも活用するなど、研究室教育のDX(Digital Transformation)への対応を兼ね、プレゼンテーション支援、研究活動支援全般の文脈も考慮して実装・実践を行った。研究代表者および研究分担者の研究室の学生のプレゼンテーションファイルを対象に、研究室ごとに生成されるフィードバックの特徴の比較を行った結果、研究分野で共通すると思われるフィードバックとそれぞれの研究室で重視していると思われる点が異なるフィードバックが生成されることが示唆された。また、研究初学者と中級者による利用を比較し、適応的支援が有効に活用される場面について確認した。

参考文献

- [1] Flower, L. et al.: "A cognitive process theory of writing." *College composition and communication* 32(4), 365-387, (1981).
- [2] 後藤 靖宏, 他: 学習者の認知的負荷の低減を考慮した論文執筆指導マニュアルの作成: 心理学論文執筆の指導実践からの報告, *北星学園大学文学部北星論集* 42(2), 89-102, (2005).
- [3] Charles, M.: "Getting the corpus habit: EAP students' long-term use of personal corpora." *English for Specific Purposes*, 35, 30-40, (2014).
- [4] H. N. Ocharo & S. Hasegawa: Using Machine Learning to Classify Reviewer Comments in Research Article Drafts to Enable Students to Focus on Global Revision, *Education and Information Technologies*, Volume 23, Issue 5, pp.2093-2110, (2018).
- [5] Collins, A. et al.: "Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics." Technical Report, No. 403, BBN Laboratories, Cambridge, MA. Centre for the Study of Reading, University of Illinois (1987).
- [6] Sato, H., Kunimune, H., Evaluating the Motivation Effects of a Research Activity Support System Function, *Proc. of IEEE TALE2020*, 10.1109/TALE48869.2020.9368465 (2020).
- [7] 福原佳祐, 小尻智子, スライド修正操作の抽象化支援によるプレゼンテーション作成知識獲得支援システム, *電子情報通信学会技術研究報告* Vol.120, No.424, pp.55-60, 2021.
- [8] Kunori, K, Kojiri, T., Viewpoint Transformation Training System Based on Discovery of Relationships between Objects, *Proc. of the 29th International Conference on Computers in Education*, Vol. 1, pp.105-107, (2021).
- [9] Ye, X., Racharak, T., and Nguyen, M. L. Extractive Elementary Discourse Units for Improving

Abstractive Summarization, Proceedings of the 45th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp.2675-2679, 2022.

- [10] 高橋一真, 長谷川忍, 太田光一, 研究室のスタイルに対応したプレゼンテーション構造の評価指数の提案, 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学), 121(294), ET2021-35, pp.35-40
- [11] Li, J., Tanabe, H., Ota, K., Gu, W., Hasegawa, S., Automatic Summarization for Academic Articles using Deep Learning and Reinforcement Learning with Viewpoints, The 36th International FLAIRS Conference, (2023 in press).
- [12] Takahashi, K., Gu, W., Ota, K., Hasegawa, S., Structure Elements based Academic Presentation Structure Improvement Support System, IEICE Transactions, (2023 submitted).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Le, Tung; Nguyen, Huy Tien; Le Nguyen, Minh	4. 巻 465
2. 論文標題 Multi visual and textual embedding on visual question answering for blind people	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurocomputing	6. 最初と最後の頁 451-464
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neucom.2021.08.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nguyen, Ha-Thanh; Nguyen, Minh-Phuong; Vuong, Thi-Hai-Yen; Bui, Minh-Quan; Nguyen, Minh-Chau; Dang, Tran-Binh; Tran, Vu; Nguyen, Le-Minh; Satoh, Ken	4. 巻 0
2. 論文標題 Transformer-Based Approaches for Legal Text Processing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Review of Socionetwork Strategies	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s12626-022-00102-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Phuong Minh Nguyen, Tung Le, Huy Tien Nguyen, Vu Tran & Minh Le Nguyen	4. 巻 2022
2. 論文標題 PhraseTransformer: an incorporation of local context information into sequence-to-sequence semantic parsing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Intelligence	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10489-022-04246-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 3件/うち国際学会 10件）

1. 発表者名 Le, Tung; Nguyen, Huy Tien; Le Nguyen, Minh
2. 発表標題 Vision And Text Transformer For Predicting Answerability On Visual Question Answering
3. 学会等名 2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp.934-938 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nguyen, Chau; Tran, Vu; Le Nguyen, Minh
2. 発表標題 Enrichment of Features for Malware-Related Sentence Classification using External Knowledge
3. 学会等名 2021 IEEE 33rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), pp.1144-1148 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koushi Ueda and Tomoko Kojiri
2. 発表標題 Support System for Understanding Intention in Communication Using Diagrams
3. 学会等名 Proc. of the 29th International Conference on Computers in Education, Vol.1, pp.108-110 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota Kunori and Tomoko Kojiri
2. 発表標題 Viewpoint Transformation Training System Based on Discovery of Relationships between Objects
3. 学会等名 Proc. of the 29th International Conference on Computers in Education, Vol.1, pp.105-107 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 國宗永佳
2. 発表標題 Webベースの教授・学習支援システムと展開プラットフォームの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学), 121(225), ET2021-15, pp.1-4
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Li Jinghong, 太田 光一, 長谷川 忍
2. 発表標題 観点を反映した深層学習および強化学習による学术论文の自動要約生成
3. 学会等名 教育システム情報学会研究報告, 36(1), pp.68-73
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 一真, 長谷川 忍, 太田 光一
2. 発表標題 研究室のスタイルに対応したプレゼンテーション構造の評価指数の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告(教育工学), 121(294), ET2021-35, pp.35-40
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿本 侑毅, 太田 光一, 長谷川 忍
2. 発表標題 技術記事投稿サイトを対象とした企業技術情報の抽出・構造化手法の提案
3. 学会等名 教育システム情報学会2021年度学生研究発表会(北信越地区), pp. 39-40
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinobu Hasegawa
2. 発表標題 Innovation in Education and Learning, How to Face Challenges in Education Today and in the Future
3. 学会等名 Workshop INOVASI PENDIDIKAN (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shinobu Hasegawa
2. 発表標題 Digital Transformation in Graduate University - Current Situation and Future Plan under COVID-19 -
3. 学会等名 International Conference Learning Innovation 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷川 忍
2. 発表標題 大学院大学におけるデジタルトランスフォーメーション - 新型コロナウイルス下における現状と構想
3. 学会等名 IEEE Education Society All Japan Joint Chapter (E-25),2020年第1回技術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Minh-Tuan Tran, Shinobu Hasegawa
2. 発表標題 Self-Regulated Learning Recognition and Improvement Framework
3. 学会等名 The Asian Conference on Education 2020 Official Conference Proceedings,2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroaki Sato and Hisayoshi Kunimune
2. 発表標題 Evaluating the Motivation Effects of a Research Activity Support System Function
3. 学会等名 Proc. of IEEE TALE2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Li Jinghong, 太田 光一, 長谷川 忍
2. 発表標題 観点を反映した深層強化学習による学術論文の自動要約生成
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福原佳祐, 小尻智子
2. 発表標題 スライド修正操作の抽象化支援によるプレゼンテーション作成知識獲得支援システム
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 福原佳祐, 小尻智子
2. 発表標題 プレゼンテーションスキル育成のためのスライド修正操作の抽象化支援環境の提案
3. 学会等名 教育システム情報学会全国大会講演論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Huy Phan, Shinobu Hasegawa and Wen Gu
2. 発表標題 Implementation of Automated Feedback System for Japanese Essays in Intermediate Education
3. 学会等名 IIAI Letter on Informatics and Interdisciplinary Research (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Li Jinghong, Tanabe Hatsuhiko, Ota Koichi, Gu Wen, Hasegawa Shinobu
2. 発表標題 Automatic Summarization for Academic Articles using Deep Learning and Reinforcement Learning with Viewpoints
3. 学会等名 The 36th Interntional FLAIRS Conference (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Li Jinghong, 太田 光一, 谷 文, 長谷川 忍
2. 発表標題 学術文献におけるテキスト分析タスクのためのデータセット自動構築システムの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会研究報告
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋 一真, 太田 光一, 谷 文, 長谷川 忍
2. 発表標題 論理的な構造と表現に着目したプレゼンテーション作成支援システムの開発
3. 学会等名 教育システム情報学会2022年度学生研究発表会 (北信越地区)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久乗 皓大, 小尻 智子
2. 発表標題 状態変化に基づく妥当性検証による活動分析支援システム
3. 学会等名 教育システム情報学会研究報告
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 久乗 皓大, 小尻 智子
2. 発表標題 問題解決のためのフレームに基づいた活動分析支援ツールの構築
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ye Xiong, Teeradaj Racharak, and Minh Le Nguyen
2. 発表標題 Extractive Elementary Discourse Units for Improving Abstractive Summarization
3. 学会等名 Proceedings of the 45th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval (国際学会)
4. 発表年 2022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
研究分担者	NGUYEN Minh Le (NGUYEN MinLe) (30509401)	北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授 (13302)	
研究分担者	小尻 智子 (KOJIRI Tomoko) (40362298)	関西大学・システム理工学部・教授 (34416)	
研究分担者	國宗 永佳 (KUNIMUNE Hisayoshi) (90377648)	千葉工業大学・情報科学部・教授 (32503)	

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
---------	---------