

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K03135

研究課題名(和文) 機械学習を用いたレポート記述スタイルの定量化に関する研究

研究課題名(英文) Quantification of writing style feature of reports using machine learning

研究代表者

大野 麻子 (Ohno, Asako)

大阪産業大学・工学部・准教授

研究者番号：90550369

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、授業課題レポート作成者の記述スタイル特徴(書き方のクセ)を隠れマルコフモデルに学習させ作成者認証を行うことで盗用発見を支援する手法を改良し、主に次の成果を得た。(1) Word(.docx)ファイルをXML(Extensible Markup Language)解析して得られたWord書式情報を作成者特徴として用いることにより約90%の精度で同一人物の作成したレポート文書を識別するシステムを開発した。(2) 決定木モデルを構築し、記述スタイル特徴の一部およびWord書式情報に基づくレポート作成者の分類ルール、すなわち作成者認証の根拠となる「書き方の違い」に関する情報を可視化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

授業課題レポートは同一テーマについて同じ学習進度の学生が一齐に作成することから、内容が類似しやすい。本研究では、このような性質をもつ授業課題レポートの盗用発見という目的に特化し、人の行う「レポート文書の作成者の推定」に倣った独自の視点による手法を提案している。本研究の成果として提案した手法を併用することで、従来の内容の類似に基づく盗用発見において危惧される偶然の一致による誤判定のリスクを低減しながら高精度の盗用発見を行うことが期待できる。また、本手法を用いてレポート作成者認証の根拠を視覚的に示すことは教員・学生の双方に「納得のいく」盗用発見の実現につながり、社会における一つの貢献となり得る。

研究成果の概要(英文)：In this study, we improved a method to support plagiarism detection by having a hidden Markov model learn the "description features" (writing style "habits") of the author of a class assignment report and perform author authentication with the following main results. (1) We developed a system that identifies report documents created by the same person with approximately 90% accuracy by using "Word formatting information" obtained from XML (Extensible Markup Language) analysis of Word documents (.docx files) as author features. (2) We constructed a decision tree model to visualize information on "differences in writing style", which is the basis for author authentication, and classification rules for report authors based on "description features" and "Word formatting information".

研究分野：教育工学

キーワード：記述特徴 授業課題レポートにおける盗用発見 機械学習 作成者認証 決定木 ランダムフォレスト 隠れマルコフモデル 知的学習支援システム

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、COVID-19 感染拡大を契機とした授業のオンライン化やレポートの電子化に伴い、授業課題レポートにおける盗用が増加している。教育機関における盗用発見は、企業や学術機関における盗用の予防という観点からも社会的要請が強い。このため、国内外で数々の盗用発見手法が提案されている。

自然言語文書の類似性検出には文字列マッチングに基づく方法 (n-gram など) や出現頻度と逆文書頻度に基づき求めた重要語を用いる方法 (TF-IDF など)、文書間のトピック分布を推定しその類似度を求める方法 (LDA など)、単語や文書をベクトル化し類似度を求める方法 (Word2Vec など) 前者と同じ単語埋め込み技術であり、文脈を考慮可能な方法 (BERT など) のように、様々な方法が存在する。既存手法の多くはこのような文書の内容に基づく類似度に基づき盗用を発見している。これらは学術論文や特許文書など、内容の新規性や独自性が求められる文書を対象とする場合に有効であり、複数の盗用発見ツールが開発され実用化されている。

しかし、授業課題レポート文書には一般に (1)文字数が少ないため十分な特徴の抽出が難しく、(2)同一の出題テーマに対し一斉に作成されるため、内容が互いに類似しやすいという性質がある。よって、内容の類似によって盗用を発見する既存手法では、偶然の一致を盗用と誤検出してしまふ恐れがある。また、レポート盗用は (A)他の学生のレポートのコピー (B)インターネット上の記事など外部資料のコピー (C)第三者による代筆のいずれかの形態に大別される。(C)は(A)や(B)のようにコピー元の資料が明確に存在しないため、前述の既存手法では検出不可能である。

2. 研究の目的

本研究ではこれまでに、学生の作成したレポートから作成者の書き方の「クセ」を抽出して図 1 に示すような隠れマルコフモデル (HMM) に学習させ、提出されたレポート文書との間で作成者認証を行うという独自のアプローチを考案し、レポート文書に特化した盗用発見手法として提案した。本手法は、既存手法と併用することにより、既存手法で危惧される文書の偶然の一致を盗用と誤判定するリスクを軽減することが期待される。また本手法はレポート盗用の形態 (A) や (B) のみならず (C) の形態にも適用可能な数少ない手法である。

本手法では、レポート文書を「意味のある文字列」として扱うのではなく「漢字」「ひらがな」「句読点」といった複数種類の記号からなる系列とみなす。教員が文書の見た目上の特徴を手がかりにその作成者を推定する手続きに倣い、内容に関わらず同一人物の作成した文書に共通して見られる記号の出現・共起傾向を作成者の特徴としている。

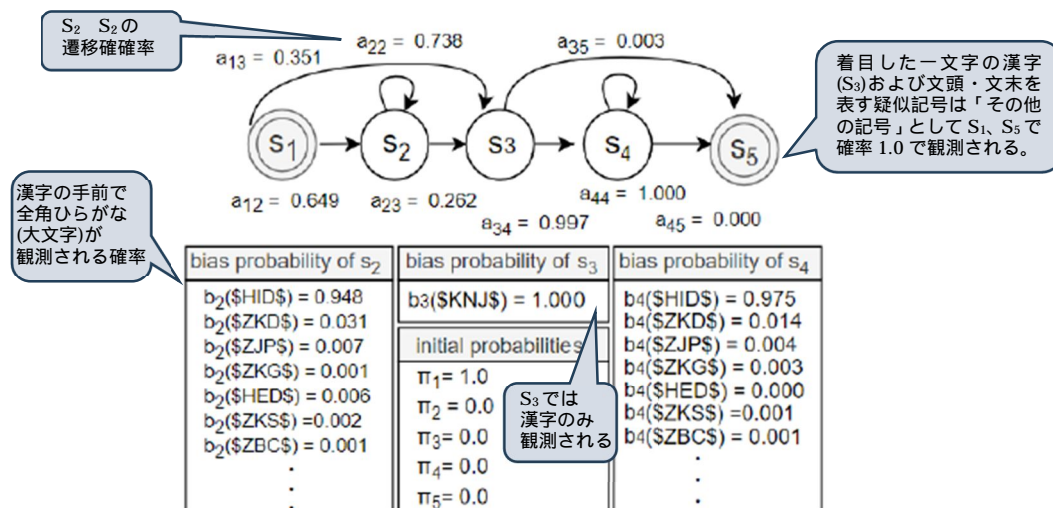


図 1 本手法の提案する記述スタイルモデルの一例。このモデルは漢字の前後に出現する漢字以外の記号 (全角かな、全角カナなど 15 種類) の出現傾向を表現する。

例えば「漢字」や「句読点」の前後における「全角かな」(図 1 中 \$HID\$) や「全角カナ」(\$ZKD\$) の確率的な出現パターンを、作成者固有の記述上の「クセ」(記述スタイル)として隠れマルコフモデル (HMM) に学習させ、モデルのパラメータとして定量表現する。ここで、S₂ S₂の遷移確率は S₃ (「漢字」) の直前にて観測可能な 15 種類の記号の連続した出現を表すが、HMM ではどの記号が連続または別の記号と交互に出現したかといった違いを読み解くことは出来ない。

本研究の目的は、このような HMM の性質に由来する問題を解決することである。

具体的には次の問題点を解決する。

【問題点 1】「出力確率が何%以上であれば本人の作成したレポートである」といった明確な基準がないため、作成者認証を行うためにはある学生のモデルに全ての学生のレポートを入力し、その出力確率を比較するなどして、相対的な判断を行う必要がある。

【問題点 2】HMM の表現する記述スタイル特徴と、提出されたレポートから抽出された記述ス

タイトル特徴のどこがどのように異なるのか説明するためには、1人の作成者の記述スタイル特徴を表現する複数の HMM のパラメータ（モデルの構造およびモデルを構成する状態間の遷移確率や各状態で記号が観測される確率）を一つ一つ解釈し、対象となる作成者の記述スタイルとして明文化または可視化する必要があるが、この作業にはモデルに関する専門的な知識が必要とされる。また、その作業には長時間を要するため現実的とはいえない。

本研究では、これまでに提案した記述スタイルに基づく作成者認証手法の精度を向上させ、先に挙げた二つの問題点を解決するために、次のことを行う。

- (1) 教員にレポート作成者の記述特徴に基づく分類ルールを示すことで「どの値がいくつ以上であれば本人の作成したレポートと判断できるか」を明確に説明するモデルを構築する。
- (2) 記述スタイル特徴の一部を詳細に説明するモデルを構築し、書き方の違いを明確に説明する。
- (3) (1)(2)を実装したシステムを開発し、これらのモデルの性能を評価する。

3. 研究の方法

3.1. 実験対象データとシステム概要

3.1.1. 実験対象データ

本研究では、大学の授業で実際に提出されたレポート文書を実験データとして用いる。当該授業では6つの異なる実験テーマについてレポートが執筆される。13名の学生が協力を申し出たため作成者13名×6テーマ = 計78個のレポートに対し、PDF Wordへのファイル形式の変換や匿名化などの前処理を施し、実験対象データとした。

3.1.2. システム概要

本研究ではこれまでJavaを用いてシステムの開発を行ってきたが、本手法ではWeb上でのUI提供や実行が容易であり、実行に際し使用者に高い専門知識や難易度の高い環境設定を要求しないPythonを用いてシステムを開発した。使用したパッケージは次の通りである: Word(.docx)ファイルのXML解析にはElementTreeを使用し、決定木やランダムフォレストはscikit-learnのクラス群を用いて実装した。UI上での決定木の描画にはgraphvizを使用した。実験対象データであるWord(.docx)ファイル、変換後のXMLファイル群、および各特徴量を格納するテーブルはGoogle Drive上に格納した。

3.2. 新たな作成者記述特徴の定義と記述特徴説明モデルの構築

3.2.1. 概要

目視による盗用発見方法について教員への聞き取り調査を行う中で、本研究の記述スタイルモデルにより定量表現される「句読点の前に連続した漢字が出現する（体言止めの文が多い）」というようなテキストのみの記述特徴よりも下線や太字、フッターの有無、表中の文字数、見出し（章・節タイトル）の階層といった文書構造やレイアウト上の特徴を手掛かりに目視による作成者認証を行っているケースが多いことが判明し、これを自動化できないかと考えた。また、上記には一定の基準がなく個々の教員の主観で判定しているため、複数教員でレポートを確認し表面的な特徴に基づき盗用の有無について見解を共有する際に意見の集約が難しいという問題が判明した。そこで本研究における新たな作成者の記述特徴として、電子的なレポート執筆に広く利用されるWord文書（「.docx」ファイル）からレポート文書中の装飾や階層構造に基づく特徴を抽出するという着想を得た。

Word(.docx)ファイルの実体は図2に示すように複数のXML(Extensible Markup Language)ファイルであり、作成者が記述した文書の構造（段落など）や装飾（段落内の太字、斜体、下線の箇所や対象となるテキスト）の情報はXML解析器を用いて取得することが可能である。Word(.docx)ファイルを構成するXML(.xml)ファイル群を構文解析することにより得られた複数のWord書式情報を用いて作成者固有の特徴を定量表現し、同一人物が作成したレポートの識別を行う手法を提案する。また、決定木を構築してWord書式情報に基づくレポート作成者の分類ルールを可視化する。

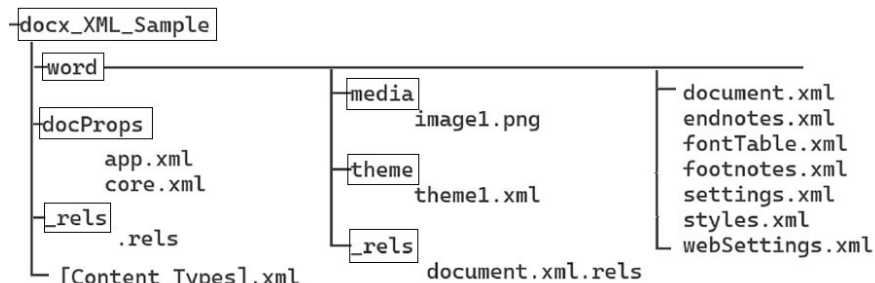


図2 Word文書(.docxファイル)を構成するXMLファイル群

3.2.2. 手順

本手法の手順は次の通りである。

- [Step 1] 実験対象データのWord文書(.docxファイル)を圧縮ファイル(.zip)に変換する。
- [Step 2] 圧縮ファイルを展開し、図2に示すようなXMLファイル群を取得する。

[Step 3] XML ファイルの構文解析を行い、次小節にて説明するタグの数をカウントするなどして Word 書式情報に基づく特徴量を抽出する。

[Step 4] 機械学習モデルの一つである決定木に Word 書式情報に基づく記述特徴を学習させ、作成者ごとに学習済みの決定木を描画することで、その特徴を視覚的に明示する。

[Step 5] 機械学習モデルの一つであるランダムフォレストに Word 書式情報に基づく記述特徴を学習させ、同一人物の作成したレポート文書の識別を行う。

3.2.3. 使用する特徴量

本手法で特徴量として使用する Word 書式情報の種類と抽出に用いた XML 要素について説明する。Word 書式情報を抽出するために、図 2 中の document.xml を構文解析し、次の 26 種類のタグ(要素)の数をカウントした：(1)段落タグ(p)、(2)セクションプロパティタグ(sectPr)、(3)テーブルタグ(tbl)、(4)ハイパーリンクタグ(hyperlink)、(5)段落プロパティタグ(pPr)、(6)ランタグ(r)、(7)段落インデントタグ(ind)、(8)段落揃えタグ、(9)段落番号プロパティタグ(numPr)、(10)段落スタイルタグ(pStyle)、(11)タブタグ(tab)、(12)改行タグ(br)、(13)挿入画像タグ(drawing)、(14)グラフィック・オブジェクト・タグ(pict)、(15)ラン・プロパティ・タグ(rPr)、(16)太字タグ(b)、(17)フォント・カラー・タグ(color)、(18)斜体タグ(i)、(19)フォント・タイプ・タグ(rFonts)、(20)文字ピッチ・タグ(spacing)、(21)フォント・サイズ・タグ、(22)下線タグ(u)、(23)上付き/下付きタグ(vertAlign)、(24)テーブル・グリッド・タグ(tblGrid)、(25)テーブル・プロパティ・タグ(tblPr)、(26)テーブル行タグ(tr)。

さらに、app.xml から文書内の文字数(27)、footer.xml からフッターXML ファイルの数(28)、core.xml からリビジョン数(29)といった情報を取得した。このようにして得られた Word の書式情報に基づく計 29 の特徴量を表形式にまとめ、決定木分析における説明変数として用いた。

3.3. 記述スタイル特徴の一部を説明するモデルの構築

3.3.1. 概要

HMM である記述スタイルモデルにより表現される記述特徴の一部(部分記述スタイル特徴)を、可読性の高い別の機械学習モデルにより表現することを試みた。具体的には、次の二つを行った：(1)図 1 のモデルにおける S_2 、 S_2 の遷移確率がどの記号の連続した出現によるものであるかといった詳細な記述特徴をマルコフモデルにより表現する。(2)図 1 のモデルにおける S_3 、 S_4 の遷移確率について、 S_3 で観測される記号を漢字に固定したときの S_4 がどの記号の出現によるものであるかという情報を決定木により表現する。予備的検討の結果、状態数の多いマルコフモデルに比べ、比較的ノード数が少なく可読性の高かった決定木を学習モデルとして採用し、(2)のモデル構築を行う。

3.3.2. 手順

本手法の手順は次の通りである。

[Step 1] 実験対象データの Word 文書(.docx ファイル)を圧縮ファイル(.zip)に変換する。

[Step 2] 圧縮ファイルを展開し、図 2 に示すような XML ファイル群を取得する。

[Step 3] XML ファイルの構文解析を行い、段落タグ内のテキストを取得する。

[Step 4] 段落タグ内のテキストを次小節の定義に従い記号列化し、「漢字(J)」とその次の一つの記号の共起をカウントする。カウントした値を漢字+1 文字の全出現数で割る。

[Step 5] 決定木に部分記述スタイル特徴を学習させ、作成者ごとに学習済みの決定木を描画することで、その特徴を視覚的に明示する。

[Step 6] ランダムフォレストに部分記述スタイル特徴を学習させ、同一人物の作成したレポート文書の識別を行う。

3.3.3. 使用する特徴量

本手法で特徴量として使用する部分記述スタイル特徴について説明する。まず、段落テキストの文字列を、文字の種類ごとに記号に置き換えた。具体的には、次の 19 種類の記号への置き換えを行った：(1)漢字(J)、(2)全角ひらがな(H)、(3)全角カタカナ(K)、(4)半角カタカナ(k)、(5)全角アルファベット大文字(A)、(6)全角アルファベット小文字(a)、(7)半角アルファベット大文字(E)、(8)半角アルファベット小文字(e)、(9)全角記号(M)、(10)半角記号(m)、(11)全角数字(N)、(12)半角数字(n)、(13)全角句読点(Z)、(14)半角句読点(z)、(15)全角スペース(S)、(16)半角スペース(s)、(17)段落末(D)、(18)強制改行(r)、(19)タブ(t)。

次に、段落テキストから「J」と続く一文字の記号からなる部分記号列(例えば、「実験 2」というテキストからは「JJ」および「Jn」の二つの部分記号列が検出される)の数をカウントし、総数で割った値を特徴量として用いた。

4. 研究成果

4.1. 記述スタイル特徴の一部を説明する決定木モデル

図 3 は前章で説明した手順により構築した、記述スタイル特徴の一部を説明する決定木モデルの例である。これにより学生 M の部分記述特徴として、次のことが読み取れる。漢字の次に全角数字が出現する割合が 0.013 より大きく、漢字の次に全角記号が出現する割合が 0.017 より大きく、漢字の次に半角記号が置かれる割合が 0.047 以下である。また、この決定木は上記 ~ の分類ルールにより、78 個のレポートの中から、学生 M の作成した内容の異なる 6 つのレポートを識別可能であることを示している。

4.2. Word 書式情報を用いた記述特徴を説明する決定木モデル

図4は前章で説明した手順により Word 書式情報を用いて構築した記述特徴を説明するモデルの例である。このモデルは学生 J の書式情報に基づく記述特徴は 文字色の指定 (color) タグが 32.5 より多く、 文字数が 4819 文字より多く、リビジョン (ファイルの内容を更新・保存した) 回数が 2.5 回より多いことを視覚的に明示している。これにより 78 個のレポートの中から、学生 J の作成した内容の異なる 6 つのレポートを識別可能であることを示している。

4.2. 評価

機械学習モデルの一つであり、複数の決定木を構築し多数決をとることでその精度を向上させるランダムフォレストを用いて同一人物の作成したレポートを識別するタスクの評価を行った。ハイパーパラメータとして、木の数を 100、最大深さを 5 に設定した。学生 A~M の 13 名についてそれぞれ交差検証 (5-fold) を行った結果、平均精度は約 90%であった。

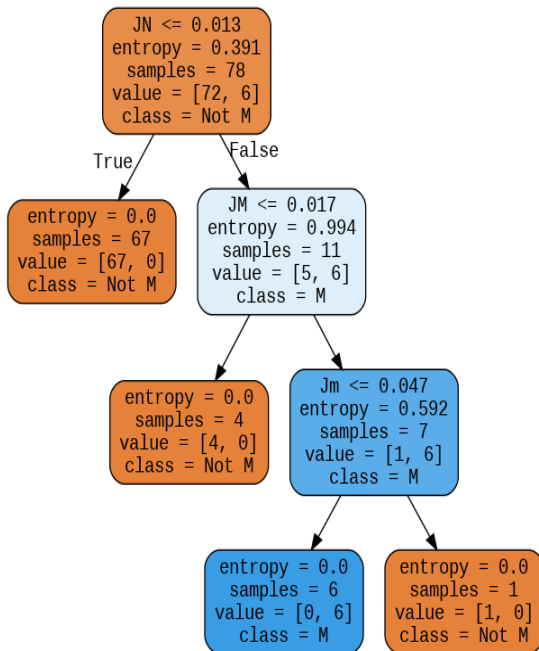


図 3 部分記述スタイル特徴を用いた記述特徴説明モデルの例 (学生 M)

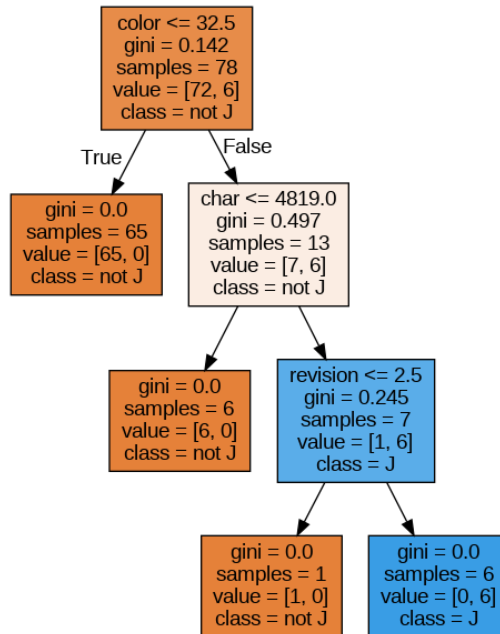


図 4 Word 書式情報を用いた記述特徴説明モデルの例 (学生 J)

4.3. まとめ

本研究では、これまでに提案した、記述スタイル特徴 (書き方のクセ) に基づく作成者認証手法の問題点を解決することを目的として、提案手法の一部改良や新たな記述特徴の定義・モデル化を試みた結果、主に次の二つの成果を得た。

- (1) Word (.docx) ファイルを XML 解析して得られた「Word 書式情報」を新たな作成者特徴として用いることにより、レポート文書の Word ファイル上での装飾情報から同一人物の作成したレポート文書を識別する手法を提案した。
- (2) これまでに提案した「記述スタイル特徴」の一部を説明する「部分記述スタイル特徴」として、テキスト内の任意の記号 (ここでは「漢字」) の直後の 1 種類の記号の出現傾向に基づく新たな作成者特徴を定義して決定木モデルに学習させ、作成者認証の根拠となる作成者固有の「書き方の違い」に関する情報の一部を可視化した。
- (3) (1)(2)共にランダムフォレストを用いて交差検証 (5-fold) を行った結果、約 90%の高い精度で同一人物の作成したレポートを識別可能であることを確認した。

これまでに提案した手法と(1)(2)の手法を既存の文書内容の類似に基づく盗用発見手法と併用することで、授業課題レポート特有の問題である偶然の一致による誤検出リスクを低減すると共に、記述スタイル特徴を用いた作成者認証の根拠となる、作成者固有の記述特徴の詳細を説明し「納得のいく」盗用発見を実現することが期待できる。

しかし(1)(2)いずれの手法についても、簡易的な基礎分析に基づき特徴量を決定したため、より説明力の高いモデルの構築に向けて、検討の余地が大いに残されている。

また、現在本研究では複数のモデルの情報を組み合わせることで一人の作成者特徴を表現する形をとっているが、教員が目視で行う盗用発見作業の支援として利用することを考えると、記述特徴の類似したレポート同士、内容の類似したレポート同士をそれぞれ 2 次元マップ上でグルーピングするなど、多対多の比較を行えるようにする必要があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Ohno Asako	4. 巻 143/1
2. 論文標題 Could Authors of Academic Reports be Discerned Using Formatting Information Obtained by Parsing XML of .<i>docx</i> Documents?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 pp.91-100
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.143.91	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 -
1. 著者名 Asako Ohno	4. 巻 142/3
2. 論文標題 Quantification of the Depth of Student Learning in Group Discussions to Support Active Learning Using Revised Taxonomy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 pp.382-388
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.142.382	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 -
1. 著者名 Hiroaki Hiranishi, Yoshiro Imai, Primoz Podrzaj, Asako Ohno, and Tetsuo Hattori	4. 巻 142/3
2. 論文標題 Application of Web-based Visual Compiler to Computer Education	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 pp.389-394
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejeiss.142.389	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 Asako Ohno	4. 巻 12/12
2. 論文標題 A Study on the Evaluation Support Method for Human Resources by Focusing on the Content of Conversation in Group Discussions in Recruitment Interviews	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 pp.1129-1136
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/icicelb.12.12.1129	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Asako Ohno, Yoshihiro Ohata	4. 巻 15/3
2. 論文標題 Dimensionality Reduction and Visualization of Word Formatting Information as Author's Writing Feature in Class Assignment Reports	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 pp.245-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/icicelb.15.03.245	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asako Ohno	4. 巻 14/6
2. 論文標題 Acquisition of Synonyms for Colloquial Expressions in Science Reports Using Word2vec	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 pp.657-662
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/icicelb.14.06.657	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuo Hattori, Toshihiro Hayashi, Mai Hattori, Yoshiro Imai, Asako Ohno, and Takeshi Tanaka	4. 巻 10/3
2. 論文標題 Proposal of Integrated Methodology for Creativity Oriented STEM Education Using the View Point of ETT Theory	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Robotics, Networking and Artificial Life	6. 最初と最後の頁 pp.235-241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5954/icarob.2024.os17-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 服部 哲郎, 大野 麻子, 今井 慈郎, 川上 裕介, 下原 勝憲, 田中 武
2. 発表標題 等価変換思考と動視化技術を活用する創造性志向の STEM 教育
3. 学会等名 2022年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Asako Ohno, Nao Isoda, Reika Maruyama, and Yuka Nakagawa
2. 発表標題 Prototype of a Spoken Language Checker for Writing Science Reports
3. 学会等名 The 7th International Conference on Electronics and Software Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Asako Ohno
2. 発表標題 An Attempt to Quantify Author's Writing Features in Academic Reports Using Microsoft Word Formatting Information
3. 学会等名 The 7th International Conference on Electronics and Software Science (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Asako Ohno
2. 発表標題 A Study on Quantitative Representation of Student Learning Depth in Group Discussions Using the Revised Taxonomy
3. 学会等名 The 6th International Conference on Electronics and Software Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asako Ohno
2. 発表標題 An Experience of Active Online Programming Class During COVID-19 for Engineering Undergraduates
3. 学会等名 The 15th International Technology, Education and Development Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 服部 哲郎, 大野 麻子, 服部 真依, 林 敏浩, 今井 慈郎
2. 発表標題 等価変換思考の視点を活用する創造性志向のSTEM教育 - 再帰的プログラミング -
3. 学会等名 2023年電気学会電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tetsuo Hattori, Toshihiro Hayashi, Mai Hattori, Yoshiro Imai, Asako Ohno, Takeshi Tanaka
2. 発表標題 Methodology for Creativity Oriented STEM Education Based on ETT Theory
3. 学会等名 The 2023 International Conference on Artificial Life and Robotics
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Asako Ohno
2. 発表標題 Clustering and Visualization of Authors' Feature Using Word Formatting Information to Support Plagiarism Detection in Class Assignment Reports
3. 学会等名 The 15th International Conference on Education and New Learning Technologies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Asako Ohno
2. 発表標題 Visualization of Local Author Features Using Decision Trees (採録決定済)
3. 学会等名 The 18th International Conference on Innovative Computing, Information and Control (国際学会)
4. 発表年 2024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
---------	---------