

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12119

研究課題名（和文）外国語産出技能の育成支援のための画像・言語処理に関する研究

研究課題名（英文）Studies of image and natural language processing for developing productive skills in second language learning

研究代表者

南條 浩輝（NANJO, Hiroaki）

京都大学・学術情報メディアセンター・准教授

研究者番号：50388162

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：外国語の産出能力育成のための画像処理、言語処理の基礎的な技術の研究を推進した。具体的には、与えられた画像に対して学習者が作文を行う画像描写タスクにおいて、学習者の作文の自動評価を実現するため、以下の研究を実施した。(1)画像、学習者作文、その訂正結果からなる画像描写問題のためのデータセットの構築、(2)学習者作文の正誤判定、採点、訂正。これらの領域において、重要な知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外国語の自己学習のためのICT教材やシステムは重要である。置かれている状況や見ているものについて述べる能力（言語産出能力）は、外国語によるコミュニケーションにとって重要であるが、発話や作文の自由度の高さから自動評価が困難であった。絵についての作文を自動評価する本研究の試みとその成果は、教師や外国人を必要としない言語産出能力の自己学習の実現にとって重要であり、意義深い。

研究成果の概要（英文）：Fundamental image and natural language processing technologies for developing productive skills in second language learning have been investigated. Specifically, on image description task, in which learners produce compositions for a given image, to realize automatic assessment system of learner's compositions, we have investigated: 1) construction of a dataset for image description task, which consists of a set of image, compositions by learners, and correction annotations, 2) true or false detection, classification, and correction for learners compositions. Significant knowledge in these fields has been obtained.

研究分野：知能情報処理

キーワード：外国語学習 マルチモーダル情報処理 画像キャプションング 外国語の産出

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

学校教育の情報化、ICT（情報通信技術）の導入が推進されている状況であった。学習指導要領の改訂ではアクティヴ・ラーニング、主体的・対話的で深い学びに注目が集まっていた。文部科学省「英語教育改革実施計画」において ICT 教材等を活用した自己学習の強化の方針が出されていた。

一方、日本国内・国外のさまざまな機関で外国語教育のための教材開発やシステムが研究されていた。外国語の能力には 4 技能（『読む』『書く』『聞く』『話す』）がある。コミュニケーションに特に重要な能力は、外国語を運用する能力であり、様々な状況において素早く適切な文を産出する能力であるが、この能力を自己学習するための ICT 教材やシステム、そのための基礎技術は十分でなかった。受容に関する能力である『読む』と『聞く』能力の自動評価よりも、産出能力である『書く』と『話す』能力、特に自由度の高い作文や発話を自動評価するのは困難であり、研究も不十分であった。このような背景から、外国語産出の能力を適切に評価し支援するシステムの実現が望まれていた。

2. 研究の目的

深層学習技術の進展に伴い、計算機が高精度に画像・言語のメディア処理を行えるようになってきた。本研究では、情報処理技術によって画像と作文・発話を高度に対応付ける基礎技術の研究と、それを用いた外国語の産出能力（『書く』『話す』能力）の育成支援を行うシステムの実現を目的とした研究を推進する。自然言語処理、音声認識に関する技術や知見、外国語学習支援、外国語教育に関する技術や知見を発展・拡張・統合することで、外国語産出能力の育成支援のための基盤形成を目指す。具体的には、ある画像を学習者に見せてそれに対して適切な外国語作文を産出してもらう画像描写問題という課題を考え、産出能力の自動評価の基盤形成を目的とする。

3. 研究の方法

画像描写問題（画像をみせて文を産出）において、学習者の産出文を自動評価することを研究の中心に据え、そのための基盤形成を目的として研究を行った。以下の観点の研究を推進した。

1) 画像からの自然言語生成（イメージキャプション）技術とその自動評価への応用可能性の調査

画像からキャプションを生成するイメージキャプションという研究が行われていた。これは画像についてよく説明する文を生成するタスクであるが、本研究では、これを画像描写問題における学習者作文の採点に応用できるかをまず調査する。具体的には、イメージキャプションは画像に適した 1 文を生成する問題であったのに対し、この技術を応用して多様な観点から画像を説明する文を生成して採点時の教師データとできるかを調査する。

2) 学習者の産出データの収集、コーパス作成、誤り分析

学習者による実際の画像描写の作文データが必要であるため、これを収集し、コーパスとして整備する。次に、学習者による実際の画像描写の作文データに含まれる誤りを分析す

る。誤りには、語彙、文法、意味上・語用論上の誤りがあるといえるが、実際のデータでどのような誤りがどの程度あるか、画像がないと検出や訂正できない誤りは何か、どのような誤りを検出、訂正できるようになるのかを明らかにする。

3) 画像と自然言語の統合的処理（マルチモーダル情報処理）に基づく自動評価

画像情報と自然言語情報の統合的処理、すなわちマルチモーダル情報処理に基づいて、学習者作文の誤りを自動評価する方法を研究する。正誤判定、多値分類、訂正などの方法を研究する。精度が高い深層学習モデルを構築するためには、学習データが不足すると考えられるため、別のデータで学習されたモデルを転移学習させる方法、学習のための疑似データを生成する方法、について調査を行う。

4. 研究成果

1) 画像からの自然言語生成（イメージキャプション）技術とその自動評価への応用可能性の調査

ユーザ産出データ（作文・発話）の自動評価のために必要となる正解文候補の自動生成に取り組んだ。その際、多様な観点から生成を行う方法について研究を推進した。実際に、既存の画像キャプション生成技術を適用し、どのような文が、どの程度正しく生成できるかを調査し、正解文候補の自動生成の可能性を検討した。

2) 学習者の産出データの収集、コーパス作成、誤り分析

画像からの作文生成において学習者がどのような産出誤りを起こすかの分析と、その産出誤りの自動評価のためのデータ収集に取り組んだ。2019年度には、画像を見せて作文データを収集するための web システムの構築を行い、穴埋めタスクで実際にデータを収集できた。外国人と日本語母語話者による日本語の作文（穴埋め）データを集めた。画像がある場合とない場合での作文も比較し、外国語での作文が穴埋めであっても難しいこと、画像があることで、作文の正確さのみならず流暢さも向上することがわかった。外国語学習・教育への応用可能性を検討できた。2020年度には、英語非母語話者の英作文データの収集を行った。2021年度には、さらに大規模な英作文データの収集を実施し、高校生の作文データと WEB ユーザの作文データを得た。その作文データに英文添削の専門家による誤りの訂正を依頼し、画像、作文と訂正データの組からなる画像描写問題のためのコーパスを作成し、Language Learner Image Description (LLID) dataset として報告した。別途入手した画像に対する作文にも同様のアノテーションを行い、評価基盤データの整備を行った。

LLID dataset の 100 文を抽出して分析したところ、訂正が必要な文は 82 文あり、そのうち 64 文は画像がないと訂正ができないものであることがわかった。訂正に画像を必要とする誤り要因として、暫定的ではあるが、スペルミスで未知語になったもの (animal → animaru など)、別の語になってしまったもの (grass → glass など)、単語選択の誤り (glass → cup)、数の誤り (banana, bananas)、フレーズの誤り (is empty → has air)、物体間の関係の誤り (in ではないが in を使用)、などに分類した。従来の画像を用いない文法誤り訂正 (Grammatical Error Correction (GEC)) ではこの 64 文中の誤りをほとんど訂正できないことがわかり、本研究課題を推進する必要性と重要性を明らかにできた。

3) 画像と自然言語の統合的処理（マルチモーダル情報処理）に基づく自動評価

画像と作文の関連度判定に取り組んだ。また、自動訂正にも取り組んだ。

関連度判定では、2020年度には正誤判定を、2021年度には多値分類に取り組んだ。画像と言語の特徴量をそれぞれ深層モデル（画像エンコーダとBERT）により取り出し、それらを用いて判定・分類する方法について研究を推進した。その際、データ量不足の問題に対応するため、テキストに対して自動的に産出誤りを生成し付与することで疑似的な学習者作文とする方法を研究した。多値分類では、模範解答を利用できる場合や問題画像の利用法も検討した。画像ごとの採点モデル、問題セット（複数画像）ごとの採点モデル、どんな問題（画像）でも採点できる汎用モデルを研究した。

自動訂正では、収集したLLID datasetを用いて深層モデルに基づく訂正システムを学習した。画像の特徴量について、全体から抽出する方法と部分を考慮して抽出する方法を比較し、後者の効果を指摘できた。また、疑似作文誤りデータを用いることの効果も指摘できた。画像描写問題の自動訂正のベースラインとしての精度を示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kento Tanaka, Taichi Nishimura, Hiroaki Nanjo, Keisuke Shirai, Hirotaka Kameko, Masatake Dantsuji	4. 巻 accepted
2. 論文標題 Image Description Dataset for Language Learners	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 13th Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2022)	6. 最初と最後の頁 accepted
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山上晃右, 永田亮, 南條浩輝
2. 発表標題 模範解答を用いた画像描写問題の自動採点方法の調査
3. 学会等名 NLP若手の会 (YANS) 第16回シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 健斗, 西村 太一, 白井 圭佑, 亀甲 博貴, 森 信介
2. 発表標題 写真描画問題の自動採点手法の検討
3. 学会等名 人工知能学会全国大会第35回
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中健斗, 西村太一, 南條浩輝, 白井圭佑, 亀甲博貴
2. 発表標題 画像描写問題における学習者作文の誤り訂正
3. 学会等名 言語処理学会第28回年次大会(NLP2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中健斗, 西村太一, 白井圭佑, 亀甲博貴, 森信介, 南條浩輝
2. 発表標題 画像描写問題における学習者作文の自動評価
3. 学会等名 第16回ICTイノベーション
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南條浩輝
2. 発表標題 モダリティ変換とそれを用いた言語教育支援の取り組み
3. 学会等名 京都大学学術情報メディアセンターセミナー「深層学習によるモダリティ変換と言語教育支援」(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南條浩輝, 川端公貴, 亀甲博貴, 森信介
2. 発表標題 画像キャプションを用いた外国語作文学習・支援の検討
3. 学会等名 京都大学第14回ICTイノベーション
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川端公貴, 南條浩輝, 亀甲博貴, 森信介
2. 発表標題 画像キャプションを用いた日本語学習支援の検討
3. 学会等名 言語処理学会第26回年次大会(NLP2020)講演論文集
4. 発表年 2020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	壇辻 正剛 (DANTSUJI Masatake) (10188469)	京都橘大学・国際英語学部・教授 (34309)	
研究 分担者	森 信介 (MORI Shinsuke) (90456773)	京都大学・学術情報メディアセンター・教授 (14301)	

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