

令和元年6月4日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13220

研究課題名(和文)音声情報処理技術を利用したタイ語声調習得支援システムの研究

研究課題名(英文) A Study on an assisted system for Thai language learning using speech processing technology

研究代表者

壇辻 正剛 (DANTSUJI, Masatake)

京都大学・学術情報メディアセンター・教授

研究者番号：10188469

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、日本語を母語とする学習者のタイ語学習の際に大きな支障となっているタイ語声調の習得の学習支援を目指して研究を推進した。音声・言語情報処理技術に応用したICT支援によるタイ語声調の自動判定・自動評価の開発研究を行った。声調習得指導がインタラクティブに可能なタイ語声調習得支援ソフトウェアを開発して、各学習者の声調学習指導を可能にし、タイ語学習に新たな手段を提供することが可能になった。作成したタイ語の声調習得支援ソフトウェアを実際に利用し、動作確認を繰り返し、実用可能性を高めた。実地利用からのフィードバックを通じて、より学習者が利用しやすいソフトウェアの開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、ダイナミックに発展する東南アジア諸国の経済力の影響もあって、我が国へのタイ人観光客の来日も増加しており、タイ語学習支援の社会的意義は大きい。一方では、タイ語の声調の習得は中国語の声調以上に複雑で、声調言語の学習に不慣れな日本語母語話者学習者にとっては中国語の習得学修以上に困難を感じる学生が多く、大きな支障となっている。声調習得指導がインタラクティブに可能で、自動化を図ることができる声調習得支援ソフトウェアの開発は各学習者のニーズに応じたきめ細かい指導を可能にし、タイ語学習に新たな手段を提供する点で学術的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：This study aims to develop an assisted system for learning the tones in the Thai language. Many Japanese speakers find it difficult to learn the tone system in Thai. We have developed an assisted software for automatic judgment and evaluation of Thai tones, using information communication technology (ICT) such as speech processing technology. We have proposed a new educational procedure for learning the Thai language through instruction for each learner to acquire the Thai tones interactively using computer software. We have used this software in practice a number of times and put it to practical use by checking its operation. We have improved user-friendliness of the software through feedback from practical training.

研究分野：音響音声学

キーワード：タイ語 声調 ICT支援

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者等は、研究開始当初までに英語や中国語の発音自動評価システムを開発した経験があったが、その過程で、タイ語やベトナム語の教育関係者から声調自動評価システムの開発を強く要請されていた。しかしながら、当時の声調自動評価システムは、モデル発音の音声データベースと、学習者の音声データベース、タイ語声調の音響モデルの構造に強く依存するものであり、英語や中国語の発音学習支援システムをそのままの形態や構造でタイ語の声調自動評価システムに適用できるものではなかった。タイ語の声調の習得に適した母語話者音声データベースの構築とタイ語声調の音響モデルの設計が必要不可欠であった。そこで、音声学、応用言語学を専門とする研究代表者・壇辻が、タイ語教育を専門とする研究分担者・佐藤や音声情報処理が専門で多言語音声認識ソフトの開発経験を有する研究分担者・南條に声をかけ、密接に協力して問題点を洗い出し、タイ語声調習得支援システムの開発研究に焦点を当てて、新たな研究視点からの知見を集約し、着想の実現を目指すことになった。

2. 研究の目的

本研究では、日本人学習者（日本語母語話者）のタイ語学習の際に大きな支障となっているタイ語の声調習得の学習支援を目指して、音声情報処理技術を応用した声調の自動判定・自動評価システムを開発することを目的としている。近年、ダイナミックに発展する東南アジア諸国の経済力の影響もあって、我が国におけるタイ王国との関係は緊密化していて、重要性が益々増加する傾向にある。一方では、タイ語の声調の習得は中国語の声調習得以上に困難を感じる学生が多く、大きな支障となっている。声調習得指導がインタラクティブに可能で、自動化を図ることができる声調習得支援システムを導入して、各学習者のニーズに応じたきめ細かい指導を可能にし、タイ語学習の普及に貢献する事を目的としている。

3. 研究の方法

研究方法の概要：

本研究計画では、今日の進んだ音声情報処理技術を活用した本格的なタイ語声調習得支援システムの開発計画が柱になる。日本語母語話者学習者のタイ語発音を分析し、認識と自動評価しながら声調の正誤判定とコメントや矯正の指針をインタラクティブかつ自動的に行なうタイ語声調学習支援システムの構築を研究計画の中心に据える。音声情報処理技術を利用した音響モデルを構築するためにタイ語母語話者の音声を多数収録し、同時に口唇の形状や喉頭の制御の動的変化を分析するために、正面と側面の画像・映像などを動画収録してデータベースを構築する。最終年度の応用段階では、構築した声調学習支援システムを実際のタイ語教育の現場に実践導入し、問題点を洗い出し、本研究課題の本格的な実用化を目指すと共に研究成果を広く社会に還元する。

具体的な研究方法：

・言語データの収集、編集：タイ語の声調習得支援システムの構築に適したソフトウェアの開発に関する検討を進め、研究を推進するための準備段階として必要な分析対象のタイ語教育用の音声データの収集、編集を行なう。研究者が協力して独自に収集、編集を図ると共に、既存の音声データベースも活用する。母語話者言語データの収集ではタイ語を母語とする話者の音声収録を進める。

・音声インターフェースの研究：声調習得支援用の音声分析装置に適したデジタルとアナログの両者に対応可能な音声入出力、音声分析、音声合成等を管理統合する小型軽量の音声インターフェースの研究を行なう。現有設備であるワークステーションやパソコンシステムに電子部品を付加することによって研究の推進を図る。

・入力音声の分析と認識の研究：声調習得支援システムで母語話者や学習者が発話した音声を音響分析すると共に、音声認識技術を活用して、音声認識の処置を施し、母語話者音声データベースに基づいて構築したタイ語声調のモデルを提示し、矯正を支援するシステムの開発の研究を行なう。

・声調の分析・認識と自動判定の研究：タイ語母語話者の声調の分析を実施する。また、認識実験を通じて、日本人学習者（日本語母語話者）の発音の分析と自動評価のアルゴリズムについての考察を進める。

・文献調査・資料収集：タイ語の声調習得支援システムの開発に関連して、タイ語学習、応用言語学、外国語教育、音声学、第二言語習得論、音声情報処理、言語情報処理、マルチメディア情報処理等の研究関連の文献を収集すると共に検討・討議を行なう。

・事例調査：内外の先進的な発音練習支援システムの開発事例やタイ語教育についての調査を実施し、現状および問題点を分析する。

・調音機構の特性の研究：タイ語母語話者インフォーマントの発音時の調音器官の動的変化の精緻な分析に関しては、調音面での研究をさらに発展させるために、実験音声学等の研究成果を導入することによって、調音機構の特性に基づいた音声分析に検討を加える。

・学習環境対策の研究：学習者の声調習得支援システム利用時の周囲の環境を考慮し、教室などの環境等の静謐な条件下にない環境でも安定した入出力が期待できるような頑健なシステムの開発の基礎的研究を行なう。

・声調習得支援システムの試作：上記の研究の成果をまって、タイ語の声調習得支援システムの試作を行い、動作確認を繰り返し、教育現場で試用する。

・教育効果の測定：さらに今後の研究課題として、開発した声調習得支援システムの教育効果の測定のための研究も視野に入れて研究活動を推進する。

4．研究成果

本研究では、日本人学習者（日本語母語話者）のタイ語学習の際に大きな支障となっているタイ語の声調習得の学習支援を目指して、音声・言語情報処理技術を応用したICT支援による声調の自動判定・自動評価システムの開発を目指して研究を推進した。近年、ダイナミックに発展する東南アジア諸国の経済力の影響もあり、また、タイ人観光客へのビザの廃止に伴って、訪日タイ人が著しく増加した状況などを背景に、タイ語学習のニーズは高まっている。しかしながら、タイ語の声調の習得は、日本語を母語とする日本人学習者にとっては習得に著しく困難を感じる学習項目になっている。同様に声調言語である中国語の声調習得以上に困難を感じる学生が多く、大きな支障となっているので、声調習得指導がインタラクティブに可能で、自動化を図ることができる声調習得支援システムの開発は、社会的にも大きな意義があり、応用言語学的にも重要な研究課題でもある。各学習者のニーズに応じたきめ細かい指導を可能にし、タイ語学習の普及に貢献する事を本研究の目的として研究を推進した。

28年度は研究を推進するための基礎的な段階として、研究推進に必要なタイ語教育用のテキストをタイ語母語話者に発音してもらい、音声データとして収録、編集を行った。タイ語

音声の分析を進めるためにデジタル入力とアナログ入力の両者に対応可能な音声インターフェースの研究を行った。声調の分析・認識の実験を通じて、タイ語声調の自動判定の基礎的な研究を進めた。文献調査では、タイ語の声調習得支援システムの開発に関連して、音声認識や音声情報処理等の関連文献を収集すると共に検討・討議を行った。声調の分析・認識実験を通じて、日本語母語話者の発音の分析と自動評価のアルゴリズムを考察した。

29年度はタイ語声調の自動判定を目指した3年計画の中間段階に相当し、以下の様な研究を行った。

- ・タイ語音声データの継続収集、継続編集を実施し、多様なタイ語音声データを収集した。タイ語の声調習得支援システムの構築に適したソフトウェアの開発に関する検討をさらに進め、研究を推進するために必要な分析対象のタイ語教育用の音声データの収集、編集を継続して行なった。

- ・声調表示機能の強化の研究を推進した。タイ語教育の現場での音声分析に適する様に、環境雑音や不安定な入力音声等にも安定した出力が可能になるように、声調の明示化等に検討を重ね、ピッチ（基本周波数）の表現の強化を図る研究を行なった。

- ・調音機構の特性の研究を推進した。インフォマンの発音面での対応に関連して、調音面での研究をさらに発展させるために、実験音声学の研究成果を検討することによって、調音機構の特性に基づいた音声分析の研究を進めた。

- ・声調言語を対象とした声調判別システム構築の研究を推進した。具体的には調値に基づく転移学習を指向した声調モデルを作成し、声調判別システムの開発研究に取り組んだ。

- ・調値に基づく声調のモデル化と判別実験を実施した。音声認識ツールを用いて声調の判別実験を実施した。声調判別実験や判別率向上のための条件探索に関する研究を推進した。考案した調値に基づく声調モデルは、一音節に一声調を割り当てる声調モデルよりも判別率が向上することが示された。これは、調値に基づく声調モデルが声調判別において従来の手法よりも有効である可能性を示している。以上の様な研究の成果に基づいて、タイ語声調の自動判定の施策ツールを開発した。

30年度はタイ語の声調習得支援ソフトウェアの性能向上の検討を進め、認識精度を向上するために必要な分析対象のタイ語教育用の音声データを補強するためにさらに音声データの収集、編集を行ない試作ソフトウェアの性能向上をはかった。

- ・作成したタイ語の声調習得支援ソフトウェアを実際に利用し、動作確認を繰り返し、実用可能性を高めた。

- ・上記の研究の成果をまっけて、タイ語の声調習得支援ソフトウェアの実地利用からのフィードバックを通じて、より学習者が利用しやすいソフトウェアの開発を行なった。

- ・声調言語を対象とした声調学習支援システムの構築のための諸技術の研究を推進した。大量のデジタル化されたデータを学習に用いることができる中国語などでは、それを用いた機械学習が有効である一方、本研究がターゲットとするタイ語などでは言語資源が十分に整備されておらず、学習データが不足する問題が生じる。そこで、データが大量に得られる言語のデータで学習した声調学習支援システム、具体的にはその基盤要素である声調認識システム、を他言語のシステムに転移する転移学習の枠組みを研究し、成果をあげた。

- ・音声認識のアナロジーを声調認識に取り入れる方法を考案した。音声認識を言語を超えて扱うには、IPA (The International Phonetic Alphabet, 国際音声記号、国際音声字母)のような表記記号の利用が行われることがある。そこで声調認識においても言語を超えて扱い、転移学習するために、言語によらない声調の表現を研究した。具体的には、言語非依存の声調パターンの表現方法として調値に基づく表記方法があるため、これをもとにモデル化を行った。実験の結果より、提案するモデル化の妥当性、有効性を検証できた。

- ・タイ語の音声聞き分けソフトウェアの開発を推進した。具体的には、学習者にタイ語音声

聞かせ、その音を判別させる知覚トレーニングソフトウェアの開発を推進した。その際、音声を入れ替えるだけで別の音声の知覚訓練にも利用できるような汎用的な設計となるよう開発した。その上で、多様性のある音声を聞かせて訓練する方法、学習者の苦手な音声に適用する方法を検討し、そのようなトレーニングを実現できるソフトウェアの開発が可能になった。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

・荒木真衣, 南條浩輝, 壇辻正剛

論文名「転移学習を指向した調値に基づく声調認識モデルの検討」

掲載誌名『日本音響学会 2019 年春季発表講演論文集』

巻号：巻 2-P-40 ,

最初と最後の頁：1175 頁～1176 頁 ,

査読無し

2019 年

〔学会発表〕(計1件)

・Ruining Yang, Hiroaki Nanjo and Masatake Dantsuji

"Development of Perceptual Training Software for Realizing High Variability Training Paradigm and Self Adaptive Training Paradigm"
Proceedings of the 32nd Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC)

発表年 2018 年 12 月 3 日 (期間 12 月 1 日～12 月 3 日)

〔図書〕(計1件)

・佐藤博史・壇辻正剛監修『対話で伝える日本の風土と文化 タイ語版』,

創文堂印刷株式会社

全 118 頁

2017 年

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：南條 浩輝

ローマ字氏名：Nanjo Hiroaki

所属研究機関名：京都大学

部局名：学術情報メディアセンター

職名：准教授

研究者番号(8桁): 50388162

研究分担者氏名：佐藤 博史(平成 28 年度まで。定年退職のため平成 29 年度からは研究協力者)

ローマ字氏名：Sato Hirohumi

所属研究機関名：天理大学

部局名：国際学部

職名：教授

研究者番号(8桁): 50235389

(2)研究協力者

研究協力者氏名：佐藤 博史（平成 28 年度までが研究分担者。定年退職のため平成 29 年度からは研究協力者）

ローマ字氏名：Sato Hirohumi

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、研究者個人に帰属されます。