

氏 名	ジョウ 曹	チャウ 哲	ルホー 鎬
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	工 博 第 1829 号		
学位授与の日付	平成 11 年 3 月 23 日		
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当		
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 情 報 工 学 専 攻		
学 位 論 文 題 目	Studies on Computer-Assisted Pronunciation Learning System for Non-native Learners based on Speech Recognition Techniques (音声認識の手法を用いた外国語発音習得支援システムの研究) (主査)		
論 文 調 査 委 員	教 授 堂 下 修 司	教 授 上 林 彌 彦	教 授 美 濃 導 彦

論 文 内 容 の 要 旨

外国語教育において自然な発音の習得は、自分の発音が正しいか否かを確かめながら行なわれる必要がある。従来の外国語発音教育における音声処理の利用は、ノンネイティブ学習者の発音に対して音響分析パラメータを表示し、モデル音声との違いを表示するレベルに留まっていた。本論文は、最新の音声認識技術を用い、日本語をターゲット言語として、調音位置や調音様式と関係付けた音韻矯正情報の提示による子音と母音の発音の習得と、リズムテンプレートを用いた体系的な発話リズムの習得を支援する計算機援用語学教育 (CALL: Computer-Assisted Language Learning) システムに関する研究をまとめたものであり、序論と結論を含めて6章より成っている。

第1章では、本研究の背景および目的について述べ、従来の外国語学習に対するCALLの利点と必要性、システムの開発上考慮すべき技術的な側面について説明している。

第2章では、本研究の発音矯正指導の理論的なベースとなる調音音声学、発音の音響的特徴の分析および音声認識の基本となる音響音声学の言語学的な概観、外国語習得支援に用いる隠れマルコフモデル (HMM) と対判別による音声認識手法およびCALLシステムの全体的な概要について述べている。

第3章では、HMMを用いた自動的な発音評価手法を提案しその評価を行なっている。HMMの尤度スコアを時間正規化し、スコアの極端に悪い音素を排除するしきい値の設定法を工夫することにより、従来から外国語の発音評価において問題となっていた専門家による発音評価と音声認識技術を利用した機械による発音評価との不一致をかなり解消し、発音誤りを自動的に検出できることを示している。評価のために、2種類のタスク、日本語の不規則的な読み方の単語セット (M-set) とノンネイティブ学習者にとって発音しにくい単語セット (P-set) を用意した。前者では、発音スコアに対して絶対しきい値を設定して、対立的音韻間の誤った発声が検出でき、後者では、統計的な分析に基づいた絶対的と相対的なしきい値の両方を用いることによって、学習者のネイティブ言語との音韻論的な対立を持たないために生じる発音誤りを検出することができた。

第4章では、調音位置と調音様式に基づいた矯正情報の生成手法を提案し、発音誤りを対象として実験を行ないその有効性を検証している。まず、人間の教師の行っている調音レベルに関する発音指導方式を研究して、学習者主導の自律的な発音習得において学習者自らが発音誤りを矯正するために必要な情報を抽出した。それに基づいて、子音に関しては、調音の特徴を調音位置と調音様式で分類し、このカテゴリを対判別法により安定した自動判別することにより発音誤りの原因を同定する方法を提案した。母音の場合は第1、第2フォルマント周波数による舌と顎の調音位置からなるチャートを用いて矯正フィードバックを行なった。評価実験で、M-setに対する発音誤りは間違いを指摘するだけで矯正が可能であったが、P-setのような言語間の差異に基づく発音誤りは矯正フィードバックにより発音が向上されることが確認された。

第5章では、『モーラ』を発話単位とした日本語特有の発話リズムの習得に関し、従来のモデル発話を逐一模倣する方法

に対して、リズムパターンテンプレートをを用いた支援システムを提案し、その評価を行なっている。まず、単語全発話時間に対する各モーラの持続時間の相対的な比を用いて、モーラリズムの変動要因としてモーラの数と位置、音素固有の長さ、前後間のコンテキストなどを分析した。次いで、ネイティブ話者から測定したモーラリズムの平均値と標準偏差に基づいて同じリズムパターンのモーラを分類し、調音様式によるもの（Hard Template）と、有声／無声の対立によるもの（Soft Template）をテンプレートとして設定した。例えば、一つのリズムパターンテンプレート [UaNuE:]（無声子音+母音/a/+半母音/N/+無声子音+長母音/e/）により、『関係』、『賛成』、『感性』、『判定』などの多くの単語の共通のリズム感により体系的かつ効率的に習得できるようになり、テンプレートをを用いたリズム習得支援手法の有効性が検証された。

第6章では、結論と今後の課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

外国語の自然な発音の習得のための言語訓練システムにおいて、最近著しく進展した音声処理・認識技術を本格的に取り入れたシステムはまだ開発されていない。本論文は、日本語をターゲット言語として、最新の音声認識技術により、調音位置や調音様式と関係付けた音韻矯正情報の提示による子音と母音の習得、リズムテンプレートをを用いた発話リズムの習得などの新たな手法を用いた計算機援用語学教育（CALL: Computer Assisted Language Learning）システムに関する研究をまとめたもので、得られた主な成果は以下のように要約される。

1. 音声認識技術として隠れマルコフモデル（HMM）を用いた自動的な発音評価手法を提案し、統計的な手法を用いてHMMの尤度スコアを時間正規化することにより、学習者のネイティブ言語との音韻論的な対立を持たないために生じる発音誤りに対しても、発音誤りを検出できること、及び、機械の結果が人間による評価と一致する事を示した。
2. 学習者主導の自律的な発音習得において、学習者自らが発音誤りを認知し矯正するために必要な情報として、子音では調音位置と調音様式の分類による発音誤りの原因の同定、母音では第1、第2フォルマント周波数による舌と顎の調音位置からなるチャートを用いて発音矯正のフィードバックを行う方法を提案し、実験によりその有効性を検証した。
3. 日本語の韻律の学習において、日本語特有の「モーラ」リズムの変動要因としてモーラの数と位置、音素固有の長さ、前後の音素間のコンテキストなどを分析して特性化及び正規化し、モーラを発話単位とした発話リズムの典型的パターンテンプレートをを用いた体系的な発話リズムの習得支援の手法を提案し、評価実験により、多くの類似単語に共通のリズム感により効果的に習得できることを示した。

以上要するに、本論文は、日本語をターゲット言語として、調音位置や調音様式と関係付けた音韻矯正情報の提示による子音と母音の習得、リズムテンプレートをを用いた発話リズムの習得などの新たな手法を用いた計算機援用語学教育システムの構成法を示し、実験的に有効性を検証したもので、得られた成果は實際上、学術上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成11年2月19日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果合格と認めた。