

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 江原 遥

世界中の種々の言語を母国語話者がインターネットなどを通じてコミュニケーションを行う現代において、母国語話者が第二言語とりわけ英語を習得する必要性が高まっている。この状況下で、実用的な第二言語使用の支援システムの実現が望まれる。第二言語の使用を支える技術は自然言語処理と言語テスト分野で独立に発展してきたが、現状では両分野の技術を効果的に統合する枠組みの研究は進んでいない。言語能力は個人差が大きいため、第二言語使用支援システムの個人適応化は必須であるが、統合の枠組みが確立していないことは個人適応化の障害になる。技術的にみれば、言語テスト分野で主に使われている項目反応理論が自然言語処理技術として利用できる形になっていないことが問題である。したがって、項目反応理論に代表される言語テスト分野の知見を数理モデル化し、第二言語使用支援システムに組み込むことが重要な課題となっている。

本論文は「A Framework for Applying Language Testing Methods to Support Systems of Second Language Use」(言語テスト手法を第二言語使用の支援システムに適用するためのフレームワーク)と題し、7章からなる。

第1章「Introduction」(序論)では、まず第二言語使用およびその個人適応化の必要性について概観し、第二言語使用において最も重要な要素は語彙であることを示している。読解支援においては使用者が読解時に出現した各単語が既知か未知かを推定し、未知の場合は訳語を提示することで読解が促進される。したがって個々の使用者に対応して語彙の既知/未知を推定する手法の開発が主要な技術要素であることを示している。この目的のために必要な使用者の言語能力を表す数理モデルでは、モデルパラメタの解釈容易さ、大域的最適性、未知語への対応性、使用者の反応における雑音耐性の4つが要件であることを導いている。

第2章「Systems to Support Second Language Users」(第二言語使用者支援システム)では、第二言語使用に関する既存研究を総括し、文法エラー訂正および読解能力予測が主要な要素であることを明らかにしている。

第3章「Vocabulary Studies and Vocabulary Prediction」(語彙研究と語彙予測)では、第二言語使用者の与えられた単語を知っているか否かに関する語彙予測についての既存研究について述べている。特に使用者が記憶している語彙のサイズの推定を重視しているが、個々の語彙の既知/未知の推定は困難であることが示されている。

第4章「Item Response Theory and Logistic Regression」(項目反応理論とロジスティック回帰)では、まず項目反応理論が、1変数のロジスティック回帰を基に使用者能力、語彙難度、語彙の識別力、使用者の当て推量というパラメタで拡張したモデル群であることを述べている。パラメタ数が2個以上の場合は非凸であり最適解の計算が困難である。一方、パラメタ数が1個の場合であるラッシュモデルは凸であることを示した。

第5章「User-specific Word Difficulty」(使用者固有の単語難度)は、第1章で述べた4要件を満たす使用支援システムの数理モデルを提案しており、本論文の主要な貢献である。この数理モデルは個々の使用者から見た語彙難度を組み込んだ凸なモデルであるため、使用者から得た多数の単語の既知/未知のデータからL-BFGS法などで大域的最適なパラメタを推定できる。使用者の単語の既知/未知に関して評価実験では、テストセットの精度においてラッシュモデルの67%に比較して77%という改善結果を得ている。

第6章「Application of Vocabulary Prediction to Reading Support」(読解支援のための語彙予測応用)は、本論文で提案する使用者対応の語彙予測モデルの実装と評価実験について述べている。語彙予測モデルで用いる機械学習手法としてはロジスティック回帰と確率的勾配降下法を組み合わせた手法が比較手法の中では最適であることを示している。個々の使用者にとって未知単語の訳語表示率を向上させ、15人の被験者の各々における12,000単語の既知未知を調査したデータを用いて、500文書をほぼ辞書なしに読解できる可能性が高まることを示している。

第7章「Conclusion」(結論)は、本論文のまとめである。

以上を要するに、本論文は第二言語使用支援システムに関して、使用者の能力を測る標準的尺度である項目反応理論のひとつであるラッシュモデルの拡張モデルを提案し、使用者の語彙能力予測を実験的に評価し高い性能を示すことによって、数理情報学分野の技術発展に寄与した。

よって本論文は博士(情報理工学)の学位請求論文として合格と認められる。