

令和元年11月7日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2013～2017

課題番号：25282061

研究課題名（和文）テーラーメイド型教育カルテの構築と学習最適化の研究

研究課題名（英文）Research to construct a tailor-made educational carte and the optimization of learning

研究代表者

岡崎 弘信 (OKAZAKI, Hironobu)

秋田県立大学・総合科学教育研究センター・教授

研究者番号：80405084

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,300,000円

研究成果の概要（和文）：リーディングが弱い者もあれば語彙面に弱点がある者もいる、また基本的な音さえ聞き取れない者など、学習者個々の英語力は千差万別であり、TOEIC等客観テストの点数がわかってもその改善方法が判然としないのでは、学習者にとって幸せなことではない。このようなことを改善するために、本研究では二つの工学的手法、オペレーションズ・リサーチ（OR）の最適化手法、およびニューラルネットワークを利用したカオス的時系列の短期予測の手法を取り入れ、双方ともにシュミレーションモデルを完成させ、すでに特許出願済みである。さらにe-ランニングプログラムの開発も実用的な形となり、実際の教育現場での利用も開始されている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中教審答申、「学士課程教育の構築に向けて」が発表されて以降、多くの高等教育機関で「学習成果（ラーニング・アウトカム）」をいかに示すかが検討され、学修e-ポートフォリオなどが導入されつつある。現時点での課題は、「学修過程を含めて到達度を評価し、次に取り組むべき課題をみつけてステップアップを図るという、学生自身の自己省察を可能とすること（答申の用語解説）」という理想をいかに実現するのかがである。我々が新たに構築を目指している「教育カルテ」は、個々の学習者に対して最も効果的な学習ルートと期待値を提示する仕組みである。質の保証が求められる時代において、非常に意義深いものであると我々は考えている。

研究成果の概要（英文）：Our research group has developed e-learning programs mainly for Japanese college students to improve their English reading and listening skills; PREMA is a program for extensive reading, and PLIMA aims to improve poor phonological analysis and the inability to hear liaison or unstressed sounds. These programs help construct an educational carte, similar to a medical chart, to pinpoint problem areas of English learning. However, only ascertaining shortcomings is insufficient, as the greatest difficulty lies in choosing learning materials of the appropriate level. Therefore, in order to maximize learning effect within a limited time frame, we proposed a mathematical approach that allows for the selection of learning material that will have the largest effect on improving particular weaknesses within that space of time. We also examined whether it is possible to predict test scores in a short time period by using the two-dimensional, chaotic time-series short-term prediction method

研究分野：教育工学

キーワード：e-ラーニング

1. 研究開始当初の背景

文部科学省が推進する「オーダーメイド(テーラーメイド)医療実現化プロジェクト」では、バイオバンクに収集された数十万件の DNA・血清試料・臨床情報に基づき SNP(遺伝子の個人差)と薬剤の効果、副作用などの関係、病気との関係を調べたりする研究が行われている。このような研究は、疾患の状態は千差万別であるにもかかわらず、疾患の原因を探りその治療法を開発しようとする「疾患中心」の従来の医療と相対する立場である。テーラーメイド医療では、その患者に対してどの治療法が最も効果的か、あるいは、どの治療薬が有効か、また投薬の効果的必要性などが分かるようになる。このような個々の状態による治療法の選択は、病気の重症化・長期化を回避し、効率的治療による社会福祉関連費用の節減、国民生活の質の向上にもつながる。

英語教育においてもこのようなテーラーメイド医療と同様の哲学で取り組む必要性があった。

2. 研究の目的

我々はこれまでいくつかの独自の e-ラーニングシステムの開発に取り組んできた。TOEIC のリスニングスコアが伸びない学習者に対して単に「リスニングが弱いので、リスニングの勉強をしましょう」と漠然と指導するのではなく、学習者に対してリスニングが弱い理由を具体的に指摘し(たとえば「リエゾンと消える h が他の音素に比べてかなり聞き落とされている」など)、学習(治療)の必要性を納得させた上で、弱点となるその因子を集中的に矯正することにより、リスニング力の向上を図るプログラム PLIMA(your Personal Listening Manager)を開発。さらに、「多読で英語力は伸びる。楽しんでたくさん読みなさい」の一言だけで闇雲に英文を読ませるのではなく、ウェブ上のあらゆる英文に対してリーダビリティおよび語彙面から英文レベルを提示し、個々のレベルに応じた速読・多読練習が可能なリーディング専用のブラウザ PREMA(your Personal Reading Manager)の開発にも取り組んできた。

本研究ではこのような e-ラーニングプログラムにより、中教審答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて」で示されたような「質を伴った学修成果の可視化」を視野に入れ、結果だけではなく学習者が学習により期待できる学修成果を示すことを目的としている。

3. 研究の方法

すでに作成済のリスニングとリーディングの 2 要素によるシミュレーション・モデルを搭載できる e-ラーニングプログラムを構築し、実験によりモデルを検証・修正する。また修正シミュレーション・モデルを細分化モデルへ展開し、そのモデルをもとに「教育

カルテ」のフレームワークを構築する。さらに「教育カルテ」の実用化に着手し、「期待値算定モデル」と「教育カルテ」の総合評価を実施する。併せて、カオスの時系列の短期予測の手法を取り入れ、学習者に対する短期指標の提示システムを構築する。

4. 研究成果

(1) テーラーメイドカリキュラムの構築(雑誌論文の(1)に相当)

(2) ターケンスの埋め込み定理を組み込んだ Neural Network の BP 法を用いたテストスコアの短期予測(雑誌論文の(2)(3)に相当)

学習の長期目標の指標のひとつにするべく、これまで開発した e-ラーニングプログラムのテスト結果のデータをもとに、ニューラルネットワークを用いる予測法に着目し、2次元系のカオスの時系列の短期予測により言語テストスコアの未来予測が可能になるかの検証を行った。その課題は『Short-term Chaotic Time-Series Prediction of Language Test Scores Adopting the Backpropagation Algorithm』(K. Kido, et al 2016)としてまとめた。

そして、そこで残された課題がいかにして「予測精度」を向上させるかということであった。先の課題では、一般的に良く知られている差逆伝搬法(Back Propagation Method: 以下、BP 法と呼ぶ)を利用して、過去 5 回のテストスコアから 6 回目に行われたテストスコアを予測し、実際のテスト結果と比較し、その有効性について論じた。

本研究ではその問題を解決するための手法として、『カオスの時系列の短期予測に関する研究』(Kido 2002)や『Short-term prediction on chaotic time-series using neuro-computing』(Kido 1999)の中で提案した、ターケンスの埋め込み定理を組み合わせた予測手法を用い、その方法と結果、有効性について論じた。

主な短期予測の方法にはグラム・シュミットの直交化法(J. Jimenez, et al 1992)、(水上, 他 1995)やテセレーション法などがあげられるが、その多くはパラメータの取り方によって予測不可能な状態に陥ったり、次元が高くなると計算時間が急激に増大するという現象も起こりうる。言語学の分野でも、例えば回帰分析による得点予測などの研究もあるが(渡部 1983)、受験者全体を捉えたものであり、受験者個人に対する予測はできていないのが現状である。また、予測を行う際に様々な要因を含んだ多くのデータを必要とするという問題がある。

これらに対し、時系列データそのものの特性から予測を行う方法が考えられる。つまり、過去の時系列データのみを用いて行う決定論的予測手法である(G. Sugihara et al

1990).そこで我々は比較的問題が少なく、様々な予測分野で一般的によく用いられる、ニューラルネットワークを利用することにした。

その結果、今回用いた言語テストスコアのデータが、最大リアプノフ指数と相関関数の値を調べることにより、カオスの振る舞いを示すことが判明した。また、実測値と予測値の間に強い相関があったことから、2次元系のカオスの時系列の短期予測法により、今回用いた言語テストスコアの短期予測が可能と言えそうである。また、どちらも良好な結果が得られているが、通常のBP法による予測より、ターケンスの埋め込み定理を組み込んだBP法による予測の方がより予測精度が高いという結果が得られた。

(3) オリジナル e-ラーニングプログラム Vocabulary Manager の開発

我々は2014年のLET全国大会において意図的語彙学習を促進するためのe-ラーニングデバイス(Vocabulary Manager = VM)について発表した。その中で、単語帳をベースに、単語単体、センテンス完成の練習問題を準備し、学習者が選択して練習問題に取り組めるような機能について述べた。その後、この機能はウェブアプリ付きの単語帳『頻出順英単語2000+』として具現化することができた。また、学習履歴を確認できる教員(管理者)機能には、学習者管理、活動記録管理、語彙管理などを組み込み、セルフアクセスのみならず授業にも容易に導入できるシステムであることを述べた。

2015年には新たにVMに実装した、学習効果を確認するためのVocabulary Size Test機能、さらには音声をベースにした単語テスト機能について報告する。Vocabulary Sizeを計測する機能としては、日本国内でもしばしば利用されているPaul NationのVocabulary Size Test(monolingualバージョン)を実験的に組み込み、VM学習前後のpre- and post-testとして利用できるようにした。またVMの単語テストは、通常、文字ベースで行うが、一部機能として音声を聞かせる単語テストも組み込み、実用的な面にも配慮した。



さらに、これまで我々が開発してきたリーディング専用のブラウザPREMA(your

Personal Reading Manager)の偶発的語彙学習機能を取り入れ、Voice of AmericaやTED Talks、AFP Newsなど授業で利用する教材を転用しながら意図的語彙学習と偶発的語彙学習双方を促進するプログラムを構築した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

(1) Inakawa K, Hashimoto S, Nitta H, Okazaki H 「Approach toward the construction of an automated tailor-made curriculum」『秋田県立大学総合科学研究彙報 第19号』2018年3月、49~52ページ(査読無)

(2) 木戸和彦、橋本信一、福田衣里、岡崎弘信 「ターケンスの埋め込み定理を組み込んだNeural NetworkのBP法を用いたテストスコアの短期予測」『第33回ファジーシステムシンポジウム講演論文集』(日本知能情報ファジィ学会)2017年9月、63~68ページ(査読無)

(3) Kido E, Fukuda E, Hashimoto S, Okazaki H 「Short-term Chaotic Time-Series Prediction of Language Test Scores Adopting the Backpropagation Algorithm」『the Journal of Japan e-Learning Association 16』2016年8月、65~72ページ(査読有)

〔学会発表〕(計8件)

(1) 木戸和彦、橋本信一、福田衣里、岡崎弘信 「ターケンスの埋め込み定理を組み込んだNeural NetworkのBP法を用いたテストスコアの短期予測」第33回ファジーシステムシンポジウム、2017年9月13~15日(於:山形大学)

(2) Inakawa K, Hashimoto S, Nitta H, Okazaki H 「Approach toward the construction of an automated tailor-made curriculum」Euro CALL 2017、2017年8月23~26日(於:The University of Southampton, UK)

(3) 岡崎弘信、橋本信一、福田衣里、木戸和彦、江原智子 「オリジナルe-ラーニングプログラムVocabulary Managerの有効性の検証」外国語教育メディア学会第56回全国研究大会、2016年8月7~9日(於:早稲田大

学)

(4) 岩崎彰典、木戸和彦、橋本信一、福田衣里、鈴木光子、岡崎弘信「成績データの主成分分析をオンデマンドで行うシステムの開発」日本教育情報学会第 31 回年会、2015 年 8 月 29~30 日(於:茨城大学)

(5) Hashimoto S、Fukuda E、Okazaki H「Improving summarizing skills with TED talks」Euro CALL 2015、2015 年 8 月 26~29 日(於:The University of Padova, Italy)

(6) 岡崎弘信、木戸和彦、橋本信一、福田衣里、鈴木光子、江原智子「意図的語彙学習と偶発的語彙学習双方を促進する e-ラーニングプログラムの開発」外国語教育メディア学会第 55 回全国研究大会、2015 年 8 月 4~6 日(於:千里ライフサイエンスセンター)

(7) 岡崎弘信、鈴木光子、江原智子、木戸和彦「意図的語彙学習を促進するための e-ラーニングデバイスの研究と開発」外国語教育メディア学会第 54 回全国研究大会、2014 年 8 月 4~6 日(於:福岡大学)

(8) Fukuda E、Okazaki H「Reading and writing activities with a social networking website in a writing course」World CALL 2013、2013 年 7 月 10~13 日(於:Scottish Exhibition and Conference Centre in Glasgow, UK)

〔図書〕(計 1 件)

岡崎弘信 他、『頻出順英単語 2000+』(国際語学社)2014 年 10 月(総ページ数 477 ページ)

〔産業財産権〕

出願状況(計 2 件)

(1) 名称:学習支援装置

発明者:木戸和彦、岡崎弘信、稲川敬介、渡邊貫治、岩崎彰典、橋本信一、福田衣里、江原智子、新田晴彦

権利者:木戸和彦、公立大学法人秋田県立大学、岩崎彰典、橋本信一、福田衣里、江原智子、新田晴彦

種類:特許

番号:特願 2015-115346

出願年月日:平成 27 年 6 月 6 日

国内外の別:国内

(2) 名称:教材学習スケジュール決定装置

発明者:稲川敬介、岡崎弘信、木戸和彦、橋本信一、福田衣里

権利者:公立大学法人秋田県立大学

種類:特許

番号:特願 2018-050297

出願年月日:平成 30 年 3 月 18 日

国内外の別:国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡崎 弘信 (OKAZAKI, Hironobu)

秋田県立大学・総合科学教育研究センター・教授

研究者番号:80405084

(2) 研究分担者

稲川 敬介 (INAKAWA, Keisuke)

秋田県立大学・システム科学技術学部・助教

研究者番号:50410759

木戸 和彦 (KIDO, Kazuhiko)

環太平洋大学・次世代教育学部・准教授
研究者番号:80599184

橋本 信一 (HASHIMOTO, Shinichi)

電気通信大学・情報理工学部・特任准教授
研究者番号:60350500

岩崎 彰典 (IWASAKI, Akinori)

岡山理科大学・情報処理センター・准教授
研究者番号:60258209

C. バロウズ (BURROWS, Christian)

中国学園大学・国際教養学部・准教授
研究者番号:70454858

福田 衣里 (FUKUDA, Eri)

中国学園大学・国際教養学部・講師

研究者番号:50617488(削除:2017 年 6 月)