

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23700980

研究課題名(和文)発声データ解析によるeラーニング学習者の心理状態推定と個別適応支援

研究課題名(英文)Estimating Learners' Mental State by Analyzing Voice Data and Individual Adaptive Support

研究代表者

宮原 一弘 (Miyahara, Kazuhiro)

名古屋市立大学・システム自然科学研究科・助教

研究者番号：90315903

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、eラーニングシステムによって学習を行っている学習者の心理状態を簡便かつリアルタイムに推定する手法を開発することである。先行研究では特殊な装置を用いるものが多いが、本研究ではヘッドセット付属のマイクから得られる発声データを用いた。PCを利用した作業時や学習時の発声データを収集し、ため息、吐息、咳払いといった特徴を用いて、学習者が行き詰まりを感じている、疲れているといった心理状態の推定を試みたが、明確な成果を得るに至らなかった。

研究成果の概要(英文)：This study is to develop an easy method for estimating the mental state of the learner who learns by the e-Learning in real time. In the previous studies, specialized equipments are needed. In this study, we use a voice data obtained from the microphone. First, collecting the voice data when students are learning with PC. Using the frequency and interval of sigh, cough and yawn, we tried to estimate the learners' mental state such as impasse, fatigue, and so on. We could not be obtained clear accomplishments.

研究分野：教育工学

キーワード：心理状態推定 音声認識 eラーニング

1. 研究開始当初の背景

eラーニングシステムが大学などの教育機関で利用されるようになって久しいが、その利用形態にはさまざまなものがある。一般には、システムを常時開放しておき、学習者が時間的、空間的制約に縛られずに自由に利用できる非同期型での実施が多い。しかしこの場合、学習は学習者のペースのみによって制御されるため、教師が通常の対面授業のように学習者の様子や表情を見て心理状態を判断、指導のために介入するといったことは考慮されていない。

こういった状況を改善しようと試みるeラーニング関連研究が2000年以降盛んに行われてきた。初期の段階では、学習者がヒント表示等の支援機能呼び出す時間間隔から学習者の行き詰まり状態を推定する手法[1]、演習問題への回答に要する時間間隔の分布を利用する手法[2]が提案された。これらの手法は、行き詰まりを検知するといった点では一定の成功を収めているが、その検出がリアルタイムでは不可能であることや、特殊な学習環境を想定しているといった点が、実際のeラーニング実施環境にはそぐわないものとなっていた。

マサチューセッツ大学の Arroyo らは、マウス(握った際の圧力)、Webカメラ(表情)、体表面電位、椅子(座面にかかる圧力)といった4つのセンサを用いて学習者の状態を推定、介入支援するeラーニングシステムを開発し実験を行った[3]。結果はAI-EDでBest Paper賞を獲得といった優れたものであったが、使用するセンサが特殊なものばかりであり、費用や学習者にかかる心理的負担を考えると、一般的なeラーニング環境への導入は考えられないものであった。京都大学の中村らは、学習者の顔をステレオカメラで撮影して得られた映像から表情、視線、頭部姿勢を検出し、学習者が教材に対して感じる難易度を推定する手法を提案した[4]。早稲田大学の堀口らは、学習時のマウス操作の軌跡と移動速度、顔の傾き、それぞれから心理状態を推定する手法を開発し、一定の成果を得た[5]。

このように先行研究を見ると、蓄積されたデータを後で解析する事後推定からリアルタイムな推定へ、生体情報の取得については特殊な器具を用いた測定からより一般的な器具のみを用いた簡便な測定へと、研究の手法が変化してきている状況にあった。

2. 研究の目的

本研究では、一般に普及している特殊でない器具を利用し、可能な限り学習者にはその装着による負担をかけない方法で、学習時の心理状態を推定する手法を開発することを目的とする。測定器具としては、一般的なヘ

ッドセットに付属しているマイクを用い、ため息、吐息、咳払いといった発話以外の発声データを対象として推定を試みる。eラーニングによる学習時には基本的に音声を発することは無いと思われるが、ため息や吐息といったものが発せられた場合、それは学習者の心理状態を表出する重要なファクターになると考えられるためである。

図1に、本研究で開発するシステムの構成図を示す。発声データ処理モジュールでは、学習者の発声データからリアルタイムにため息、吐息の検出を行う。心理状態モデルは、検出した情報がどのように心理状態を表出しているかを表現したモデルであり、ため息の長さ、周波数特性、間隔といったパラメータの列によって構成される。心理状態推定モジュールで、検出された発話以外の発声データと心理状態モデルから、現在の学習者の心理状態、すなわち“疲労”、“飽き”、“行き詰まり”といった状態を推定する。それに基づき、適切と思われる介入支援を行う。具体的には、提示する問題の難易度や教材のタイプを変更する、休憩を促すメッセージを提示するといったことが可能となる。

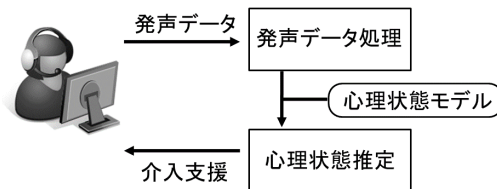


図1：システム構成図

音声情報処理の分野において、ため息、吐息というものはこれまで研究の対象とされていなかった。それは、音声認識の主たる目的が入力デバイスとしての利用を想定しているからであり、その場合、ため息は単なるノイズとしてしか扱われないためである。しかしながら、ため息、吐息は多くの場合、“疲れ”、“飽き”といった状態を表出しているものと考えられるので、人間の心理状態推定を目的とした場合には非常に有用な情報になると考えている。もちろんeラーニングを行う学習者の心理状態推定に用いるといった試みは、これまでになされていない。また、現在のeラーニングは、対面授業で用いるようなスライドを提示しつつ音声解説を再生する、もしくはページを進めて解説文を読ませるといった閲覧を主とした教材タイプ、多岐選択やキーワード入力を行わせるテストタイプの2種類が混在している。ため息、吐息といった発声は、いずれの教材タイプでも同様に発生する事象と思われるので、どのような教材であっても適用が可能となる。

3. 研究の方法

研究方法の概要について述べる。まず、発声データからため息や吐息を検出するモジュールの開発を行う。PC 操作時の発声データ収集から始め、それらを解析することによってため息の特徴量抽出、音響モデル構築を行う。それらを用いて、マイク入力の発声データからリアルタイムなため息検出を試みる。また、ため息の回数、時間間隔、周波数特性などに基づいた心理状態モデルの構築も同時に行う。いずれも e ラーニング学習を想定した予備実験を行い、モデルの妥当性を検証する。以後、モデルの修正作業を行う。次いで、推定された心理状態からどのような介入支援を行うかを検討し、それを実現するシステムを開発する。システムを統合し、大学生らによる評価実験を行う。

(1) 発声データ処理モジュールの開発

学習者のマイク入力をリアルタイムに処理するシステムの開発を行った。まず、ため息や吐息を検出するために、それらが含まれた発声データを用意した。採取環境は、大型の実験装置が稼働していない比較的静寂な研究室とし、USB 接続のヘッドセットからリア PCM データとして記録した。データに対して背景雑音などのノイズ除去を行った後、発声部分に対して周波数特性の解析を行い、ため息、吐息の特徴量抽出や音響モデル構築を試みた。続いて、マイク入力からため息、吐息、咳払いといった発声を検出する機構について検討を行った。入力データをリアルタイムに解析し、音響モデルとの比較や周波数スペクトルの時間変化を解析することによってある程度の検出は可能と考えられる。

(2) 心理状態モデルと推定モジュール

学習者の心理状態モデルを、ため息の特徴量や音響モデルを元にして構築する。例えば、ため息をつく回数が増加し、時間間隔が短縮していきようなケースが見られた場合、学習者は“行き詰まり”や“疲労”といった状態に陥りつつあると考えられる。こういった考えを基本として、ため息の長さ、時間間隔、周波数特性などから構成された心理状態モデルを構築する。心理状態推定モジュールでは、発声データ処理モジュールによって検出されたため息に関するデータを入力とし、ここで作成した心理状態モデルとのマッチングを行うことによって学習者の心理状態を推定する。

(3) モデル妥当性の検証

実際に e ラーニングシステムを用い、(1) ならびに(2)で構築したシステムやモデルの妥当性を検証する。使用する e ラーニングシステムは、研究代表者の所属機関で導入している市販の LMS を用いる。コースウェアについては、導入済みの情報セキュリティに関するものを利用する。実験は PC 教室ではない

一般の研究室で一人ずつ実施する。被験者はヘッドセットを装着することとし、それ以外は一般的な PC 操作によって学習を進めてもらう。学習中のマイク入力はすべて録音し、すべての学習が終了した後に、発声データ処理モジュールでため息の検出を試みる。学習中の様子はすべてビデオ撮影・記録しておき、それを被験者と一緒に再生確認しつつインタビューを行う。内容は

- ・システムがため息を検出した箇所の確認
- ・そのときにシステムが推定した心理状態
- ・実際にはどのような心理状態であったかを被験者に確認といった 3 項目であり、ここから各モデルの妥当性検証を行う。

(4) モデル修正

予備実験の結果を検討し、必要な修正を施す。ここで対象となるのは、ため息の特徴量、音響モデルと検出手法、心理状態モデル、心理状態の推定手法の 3 点である。特にため息検出に関する事項については、必要であれば音声情報処理の専門家の協力を得て、新しいモデルの構築を行う。また、それぞれの検出、推定の精度によっては、別の機械学習アルゴリズムを用いて再検証する必要がある。

(5) 介入支援手法の検討とシステム開発

発声データの解析、学習者の心理状態推定が可能となった後に、e ラーニング学習者へ行う介入支援の内容について検討し、それを実行するシステムの開発を行う。介入内容としては、コースウェアの内容とは独立した支援、内容にまで立ち入った支援を行うものが考えられる。前者は、休憩を促すメッセージの提示、コースウェア進行速度の変更といったことが可能であり、LMS と完全に独立して開発、稼働できるという利点がある。これを、所属研究機関で導入している LMS、コースウェアと組み合わせると一つの実験環境とする。後者では、提示する問題の難易度を制御したり、教材のタイプを変更する（教材の閲覧からテスト実施へ）といった知的な支援が可能になるが、LMS の操作が外部プログラムから可能でなくてはならない。その方法についても早い段階から検討するが、不可能であった場合には研究代表者がこれまでに開発した Web ベースの教材と連携可能なシステムを開発し、それをもう一つの実験環境とする。

(6) システム評価実験

発声データからのため息検出、心理状態推定、e ラーニングへの介入支援のすべてを組み合わせたシステムの評価実験を行う。対象は、所属研究機関の大学学部生もしくは大学院生とする。実験の方法としては、一般的な研究室といった、比較的静寂な環境での単独学習による実験を行う。

4. 研究成果

本研究ではeラーニングシステムを利用して学習を行っている学習者の心理状態を推定することを目的とし、以下の2点について研究を遂行した。しかしながら、システムの完成には至らず、明確な成果を得るには至らなかった。

(1) 発声データ処理モジュールの開発

研究代表者の日常作業時にヘッドセットを着用し、マイクからの入力データを記録した。データは非圧縮のリニアPCMとして解析を試みた。しかしながら研究代表者が音声情報処理分野に精通しておらず、これを処理するプログラムを完成させることができなかった。

(2) 心理状態モデルと推定モジュール

前項で用意したデータから“ため息”、“吐息”、“咳払い”といった発声を手動で取得し、頻度、時間間隔を調査した。疲労や飽きといった状態を反映しているように思えるといった程度の知見しか得られず、心理状態モデルの構築には至らなかった。

以上のように、本研究では明確な成果を得ることができなかったが、発声データからの心理状態推定が可能となるよう、研究を継続していきたいと考えている。

<引用文献>

- [1] 中村喜宏 他, 操作時間間隔の変動に着目したCAI学習の行き詰まり検知方法, 信学論D-I, J85-D-I(1), 79-90, 2002.
- [2] 植野真臣 他, ガンマ分布によるeラーニング所要時間データのオンライン解析, 日本教育工学会論文誌, 29(2), 107-117, 2005.
- [3] Ivon Arroyo, et. al. Emotion Sensors Go To School, AIED2009.
- [4] 中村和晃 他, e-learningにおける学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定, 信学論D, J93-D(5), 568-578, 2010.
- [5] 堀口祐樹 他, e-learningにおける学習者の何気ない行動からの心理状態の抽出手法の提案, 人工知能学会第23回全国大会, 2009.

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 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮原 一弘 (MIYAHARA KAZUHIRO)
名古屋市立大学・大学院システム自然科学
研究科・助教
研究者番号: 90315903

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし