

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 4 月 24 日現在

機関番号：13401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16175

研究課題名(和文) 生体情報に基づく学習者状態に応じた自主学习支援システムの開発

研究課題名(英文) Self-study support system according to the learner's state based on biometric Information

研究代表者

長谷川 達人 (Hasegawa, Tatsuhito)

福井大学・学術研究院工学系部門・講師

研究者番号：10736862

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ウェアラブルデバイスを用いて生体情報の簡易計測を行い、機械学習により計測データを分析することによって、自主学习支援を目指した。研究成果は主に以下の2点である。一つは、メガネ型ウェアラブルデバイスを用いた英単語学習支援システムである。学習者の頭部動作及び眼電位の簡易計測を行い、課題に対する学習者の回答確信度、主観的難易度を推定する手法を開発した。もう一つは、同デバイスを用いたタッチタイピングの習得支援システムである。タイピング時の眼電位と頭部動作を計測し、学習者がタッチタイピングを行えたのか否かを自動分類することで、学習者にフィードバックが実現できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、ウェアラブルデバイスを用いた生体情報の簡易計測により、e-learning上での学習時の、回答に対する確信度及び主観的難易度が推定できるかを実験により明らかにした点である。本研究の社会的意義は、提案手法を用いて学習支援システムを実現することにより、確信度や主観的難易度の推定が行えることから、効率的な学習環境を提供できる点である。例えば、確信度が推定できるため、従来見逃されてきた「勘で回答したが正解してしまったため、復習されなかった問題」を検出できるようになり、復習時の見逃し率を大幅に削減できる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we used a wearable device to measure biological information and analyze the data by machine learning to support self-study. The main results of our study are the following two points.

One of them is an English vocabulary learning support system using a glasses style wearable device. We developed a method for estimating the learner's confidence and subjective difficulty in answering a task using simple measurements of the learner's head movements and eye potentials.

The other is a touch typing support system using the same device. By measuring the eye potential and head movements during typing and automatically classifying whether the learner was able to perform touch typing or not, feedback can be provided to the learner.

研究分野：ユビキタスコンピューティング

キーワード：コンテキストウェアネス 学習支援システム 機械学習 ウェアラブルデバイス

1. 研究開始当初の背景

自主学習の必要性に関しては古くから論じられてきているが、自主学習を行う際にまだ難点が多い。例えば学習課題の選択である。学校で与えられる宿題は多数の生徒に同じ課題を提示するため、生徒によっては難しすぎたり簡単すぎたりすることがある。それに対し学習支援システムでは、生徒自身に適した難易度の課題を自動で出題する機能が研究されてきた。

一方、学習意欲が学習効果に影響を与える可能性が示唆されている研究事例や、生体情報と学習効果の関連性が示唆される研究事例が公表されている。このことから、学習者の意欲や疲労度、集中度などの学習者の状態が学習効果に影響を与えるであろうことが予想できる。本研究では、ウェアラブルデバイスを用いて学習者の生体情報から疲労度などのリアルタイムで変動する状態を抽出し、状態に応じて最適な出題をする自主学習支援システムを開発する。従来の学習支援システムのように、回答情報に応じて最適に出題するだけでなく、生体情報を用いて学習者の状態に応じた最適な出題が実現できる。特に英単語の語彙学習を対象とし、生体情報と学習効果の関連性の研究を行う。語彙学習は、地道な努力を要し学習意欲が高いものとは考えにくいこと、どの単語をどのタイミングで学習するかという出題内容が学習効果に影響するであろうことから本研究の対象とした。

2. 研究の目的

本研究では、学習者の状態に応じて最適な学習課題を提供する自主学習支援システムを構築し、より短時間で効率のよい学習を学習者に提供することを目的としている。従来、学習者の心身状態や生体情報と学習効果の関連性は示唆されていたものの、実用的なデバイスでの実装が難しかったこともあり、定量的に観測した学習者の状態と学習効果に関する評価実験があまり行われていなかった。本研究では、近年普及しつつあるウェアラブルデバイスを用いて学習者の生体情報を観測し、学習者の状態を特徴として測定する。特に、英単語の語彙学習を対象に、生体情報を用いて学習者の課題に対する印象を推定し、効率的に学習支援を実現する。また、タイピングの習得支援にも焦点を当て、タッチタイピングの習得を促進するためのタッチタイピング検出システムを実現する。

3. 研究の方法

提案手法の概要図を図1に示す。提案手法では、PC上でのe-learningを行う際に、メガネ型ウェアラブルデバイス JINS MEME と、胸部装着型ウェアラブルデバイス MyBeat を用いて、眼電位、頭部加速度、頭部角速度、心電図を計測する。計測データは、英単語の回答毎

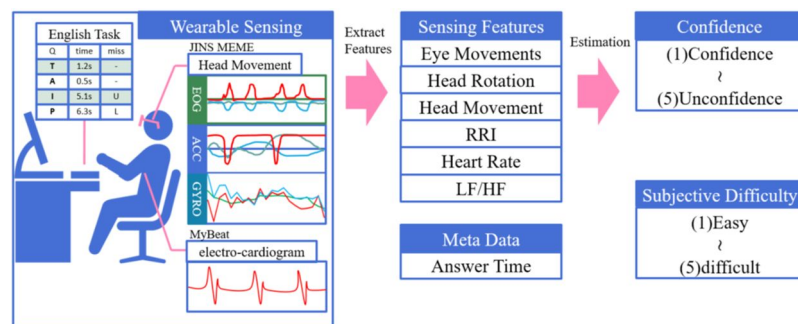


図1. 提案手法の概要図(発表論文1より引用)

に時系列分割され、センサデータから特徴量抽出を行う。特徴量は基本統計量及び、FFTを用いた周波数変換を行い、ピーク時の周波数やパワースペクトラムを用いた。実験結果から貪欲法により最適な特徴量の組み合わせを探索し決定した。提案手法では、1回の回答単位で確信度及び主観的難易度の推定を行う。同様に、タッチタイピングの検出ではタイピング課題実施時に、キーストローク単位でセンサデータを時系列分割し、特徴抽出及び視線方向の推定を行う。

4. 研究成果

(1) 英単語4択課題学習時の確信度、主観的難易度の推定手法を開発し、実験により推定精度評価を行った。e-learningを想定したPC上での英単語4択学習環境を開発し、ウェアラブルデバイスを装着した状態で210問に回答する実験を執り行った。8名の被験者の計測データを用いて、上記提案手法により回答の確信度及び主観的難易度の推定を行った。実験の結果、他者のデータでモデルを訓練した場合に80.8%、自身のデータを用いた場合93.5%の精度で回答の確信度の有無を推定できることを明らかにした。一方、主観的難易度については、他者のデータでは推定ができず、自身のデータを用いれば90.8%で主観的難易度の高低を推定できることを明らかにした。本現象は個人依存によるものであることから、今後も改善を行う。

(2) タイピング時にタッチタイピングができていないかを検出する手法を開発し、実験により推定精度評価を行った。PC上でのタイピング練習環境を開発し、ウェアラブルデバイスを装着した状態で10名の被験者がタイピング練習を実施した。上記提案手法によりタッチタイピングの可否を推定した結果、他者のデータでモデルを訓練した場合に77.5%、自身のデータを用いた場合に93.2%の精度で、キーストローク単位のタッチタイピング可否を推定できることを明らかにした。更に、1キー単位で出題する方法の場合は、他者のデータを用いても89.3%、自身のデー

タを用いると 96.4%で推定ができることや,自身のデータを少々使用できる場合における推定精度などの検証を行った.

主な発表論文は下記の通りである.

【学術論文・国際会議論文(全て査読あり)】

1. 森 朝春, 長谷川 達人, "ウェアラブルデバイスを用いた英単語 4 択課題における確信度合いおよび主観的難易度の推定", 情報処理学会論文誌, Vol. 16, No. 8, 13 pages, 2020.8. (掲載決定)
2. D. Hamazaki, T. Hasegawa, "Stroked finger recognition using a wearable device while typing", The 2nd International Conference on Computational Intelligence and Intelligent Systems (CIIS 2019), Bangkok, Thailand, 2019.11.
3. T. Hasegawa, T. Hatakenaka, "Touch-typing detection using eyewear: toward realizing a new interaction for typing applications", Sensors, Vol. 19, Issue. 9, ID. 2022, pp. 1-15, 2019.4.
4. T. Mori, T. Hasegawa, "Estimation of degree of retention and subjective difficulty of four-choice English vocabulary questions using a wearable device", IEEE TENCON 2018, Jeju, Korea, 2018.10.
5. T. Hasegawa, T. Hatakenaka, "Touch-typing skills estimation using eyewear", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2018), Miyazaki, Japan, 2018.10.
6. S. Kumazawa, T. Hasegawa, H. Nambo, "Classification of the type of finger using a interactive surfaces", The 17th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference(APIEMS 2016), Taipei, Taiwan, ID. 488, 2016.12.
7. T. Hasegawa, S. Hirahashi, M. Koshino, "Determining a smartphone's placement by material detection using harmonics produced in sound echoes", 13th Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2016), Hiroshima, Japan, 2016.11.
8. 長谷川 達人, 越野 亮, "深層学習を用いた歩行時におけるスマートフォンの所持位置推定", 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 10, pp. 2186-2196, 2016.10.

【学会発表(全て査読なし)】

9. 濱崎 大輔, 長谷川 達人, "ウェアラブルデバイスを用いたタイピング時の指の認識", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2019)シンポジウム, 福島, 2019.7.
10. 宮本 崇, 長谷川 達人, "表面筋電位計測に基づく箸の持ち方推定", 平成 30 年度北陸地区学生による研究発表会, 富山, 2019.3.
11. 濱崎 大輔, 長谷川 達人, "表面筋電位計測に基づくタイピング時の指の認識における窓関数導入の影響考察", 平成 30 年度北陸地区学生による研究発表会, 富山, 2019.3.
12. 宮本 崇, 長谷川 達人, "表面筋電位計測に基づくペンの持ち方推定", 平成 30 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 能美, 2018.9.
13. 濱崎 大輔, 長谷川 達人, "表面筋電位の簡易計測に基づくタイピング時の指の認識", 平成 30 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 能美, 2018.9.
14. 森 朝春, 長谷川 達人, "ウェアラブルデバイスを用いた英単語 4 択課題における定着度合いおよび主観的難易度の推定", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2018)シンポジウム, 福井, 2018.7.
15. 長谷川 達人, 畠中 達也, "アイウェアを用いたタッチタイピング能力の推定", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2018)シンポジウム, 福井, 2018.7.
16. 森 朝春, 長谷川 達人, "アイウェアを用いた英単語四択課題における主観的難易度推定", 平成 29 年度北陸地区学生による研究発表会, 金沢, 2018.3.
17. 畠中 達也, 長谷川 達人, "ウェアラブルデバイスを用いたタッチタイピング能力の推定", 平成 29 年度北陸地区学生による研究発表会, 金沢, 2018.3.
18. 長谷川 達人, 柏 友也, "ウェアラブルデバイスを着用した学習における英単語解答時の記憶度合い推定", 情報処理学会 第 85 回モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究発表会, 東京, 2018.2.
19. 長谷川 達人, 平橋 智史, 越野 亮, "複数音の反響を用いたスマートフォン置き場の材質推定", 情報処理学会第 79 回全国大会, 名古屋, 2017.3.
20. 熊澤 秀一, 長谷川 達人, 南保 英孝, "タッチインターフェースを用いた指の種類識別", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2016)シンポジウム, 三重, 2016.7.
21. 長谷川 達人, 平橋 智史, 越野 亮, "音の反響を用いたスマートフォン置き場の材質推定", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2016)シンポジウム, 三重, 2016.7.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 森 朝春, 長谷川 達人	4. 巻 16(8)
2. 論文標題 ウェアラブルデバイスを用いた英単語 4 択課題における確信度合いおよび主観的難易度の推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hasegawa Tatsuhito, Hatakenaka Tatsuya	4. 巻 19
2. 論文標題 Touch-Typing Detection Using Eyewear: Toward Realizing a New Interaction for Typing Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s19092022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 長谷川 達人, 越野 亮	4. 巻 57 (10)
2. 論文標題 深層学習を用いた歩行時におけるスマートフォンの所持位置推定	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 2186-2196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 0件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 D. Hamazaki, T. Hasegawa
2. 発表標題 Stroked finger recognition using a wearable device while typing
3. 学会等名 The 2nd International Conference on Computational Intelligence and Intelligent Systems (CIIS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀨崎 大輔, 長谷川 達人
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いたタイピング時の指の認識
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02019)シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Hasegawa, T. Hatakenaka
2. 発表標題 Touch-typing skills estimation using eyewear
3. 学会等名 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Mori, T. Hasegawa
2. 発表標題 Estimation of degree of retention and subjective difficulty of four-choice English vocabulary questions using a wearable device
3. 学会等名 TENCON 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川 達人, 畠中 達也
2. 発表標題 アイウェアを用いたタッチタイピング能力の推定
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02018)シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森 朝春, 長谷川 達人
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いた英単語4択課題における定着度合いおよび主観的難易度の推定
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02018)シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濱崎 大輔, 長谷川 達人
2. 発表標題 表面筋電位の簡易計測に基づくタイピング時の指の認識
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会北陸支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮本 崇, 長谷川 達人
2. 発表標題 表面筋電位計測に基づくペンの持ち方推定
3. 学会等名 平成30年度電気関係学会北陸支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濱崎 大輔, 長谷川 達人
2. 発表標題 表面筋電位計測に基づくタイピング時の指の認識における窓関数導入の影響考察
3. 学会等名 平成30年度北陸地区学生による研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮本 崇, 長谷川 達人
2. 発表標題 表面筋電位計測に基づく箸の持ち方推定
3. 学会等名 平成30年度北陸地区学生による研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 長谷川達人, 柏友也
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを着用した学習における英単語解答時の記憶度合い推定
3. 学会等名 情報処理学会第85回モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森朝春, 長谷川達人
2. 発表標題 アイウェアを用いた英単語四択課題における主観的難易度推定
3. 学会等名 平成29年度北陸地区学生による研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畠中達也, 長谷川達人
2. 発表標題 ウェアラブルデバイスを用いたタッチタイピング能力の推定
3. 学会等名 平成29年度北陸地区学生による研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川 達人, 平橋 智史, 越野 亮
2. 発表標題 音の反響を用いたスマートフォン置き場の材質推定
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02016)シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 熊澤 秀一, 長谷川 達人, 南保 英孝
2. 発表標題 タッチインターフェースを用いた指の種類識別
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOM02016)シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Hasegawa, S. Hirahashi, M. Koshino
2. 発表標題 Determining a smartphone's placement by material detection using harmonics produced in sound echoes
3. 学会等名 13th Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 S. Kumazawa, T. Hasegawa, H. Nambo
2. 発表標題 Classification of the type of finger using a interactive surfaces
3. 学会等名 The 17th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference(APIEMS 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 長谷川 達人, 平橋 智史, 越野 亮
2. 発表標題 複数音の反響を用いたスマートフォン置き場の材質推定
3. 学会等名 情報処理学会第79回全国大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

DICO2018 ベストプレゼンテーション賞(2018) SIG-MBL 2017年度 優秀論文賞(2017) http://www.ishi lab.net/mbi/recommend/2017/ 情報処理学会 特選論文(2016)
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考