

自学学習中における脳波・視線の同時計測・分析システムの開発

田村かおり[†] 岡本剛[†] 大井京[‡] 島田敬士^{**} 畑埜晃平[†] 山田政寛[†] 陸彦[†] 木實新一[†]

九州大学基幹教育院[†] 九州大学附属図書館敷設教材開発センター[‡]

九州大学大学院システム情報科学研究所^{**}

1. はじめに

昨今の教育現場では、学習中のログデータを計測し活用する試みであるラーニングアナリティクス(LA)が注目を集めている。従来のLA手法では、閲覧時間やアクセス回数など、粒度の低いログデータしか計測できなかった。データを具体的なコースデザイン改善につなげるためには、学習ログを補足するような粒度の高いデータを取得し活用することが求められる。

本研究では、学習ログデータを補足する情報として生体信号に着目し、学習者の生体信号計測とLA環境の統合を試みた。LAに統合対象となる生体信号は様々な候補があるが[1]、各生体信号から得られる情報は限られている。そのため性質の異なる生体信号計測を組み合わせ、複合的に解析することが望ましい。本研究では生体信号として視線計測・脳波計測を導入した。視線データから学習中の注目箇所(空間情報)を、脳波から学習中精神状態の時系列変化を推定することが可能である。開発した統合計測システムにより、学習中の精神状態推定を時空間的に解析可能かどうか検討した。

2. システム概要

本システムでは、視線計測・脳波計測・および電子教材による学習環境の統合を実現した。

学習中のページ切り替えイベント等を全計測データと同期しているため、計測後のオフライン解析が可能である。アイトラッカーにはTobii Pro Spectrum 150Hz(Tobii AB, Stockholm, Sweden)を使用した。学習環境およびアイトラッカー制御は、Matlab環境でPsychtoolboxおよびTobii Pro SDKを用いてコード開発を行った。脳波計測計には、ワイヤレスかつドライ電極で計測可能なQuick-20(Cognionics, San Diego, U.S.)を使用し、Data

Simultaneous measurement and analysis system of electroencephalogram and eye movement during self-paced learning

Kaori Tamura[†], Tsuyoshi Okamoto[†], Misato Oi[‡], Atsushi Shimada^{**}, Kohei Hatano[†], Masanori Yamada[†], Lu Min[†], Shin'ichi Konomi[†]

[†]Faculty of Arts and Science, Kyushu University, [‡]Innovation Center for Educational Resource, Kyushu University, ^{**}Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

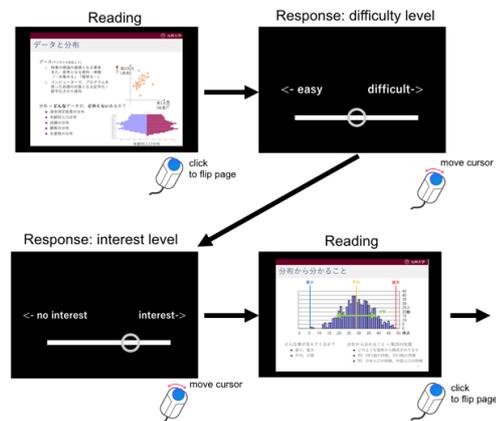


図1. 実験中の操作画面例

acquisition software suite (Cognionics) により制御した。学習中に発生したイベントは、Bluetooth 経由でMatlabから脳波計Quick-20へ入力した。また、イベント時のアイトラッカーシステムタイムスタンプを取得し、計測後にイベントのタイムスタンプと合わせて視線データをエクスポートした。

学習時の電子教材閲覧時は、トラックボールの左クリックでページが進み、右クリックでページが戻るように設定した(図1)。毎ページの難易度・興味度を回答する画面を、ページ閲覧後に表示した。難易度・興味度はVisual Analog Scale(VAS)を用い、スライダーバー上のポインタをドラッグして回答するようデザインした。一度難易度・興味度を回答したページをプレビューしても回答画面は表示されない。教材閲覧後は小テストが同システム上で実行される。

3. 実験手法

本実験では九州大学大学生19名が参加した(女性9名, 年齢 20.2 ± 1.58 歳)。被験者は矯正視力の問題がない健康な学生で、今回使用する教材を使った授業(九州大学基幹教育科目「情報科学」)を受講していない学生を対象とした。九州大学基幹教育院倫理審査委員会にて承認を得たうえで下記の実験を実施した。

被験者は実験説明を受け参加に承諾した後、閲覧後に小テストがあることを事前に教示された上で、防音暗室内で電子教材を閲覧した。電子教材は液晶ディスプレイに表示し、画面と目

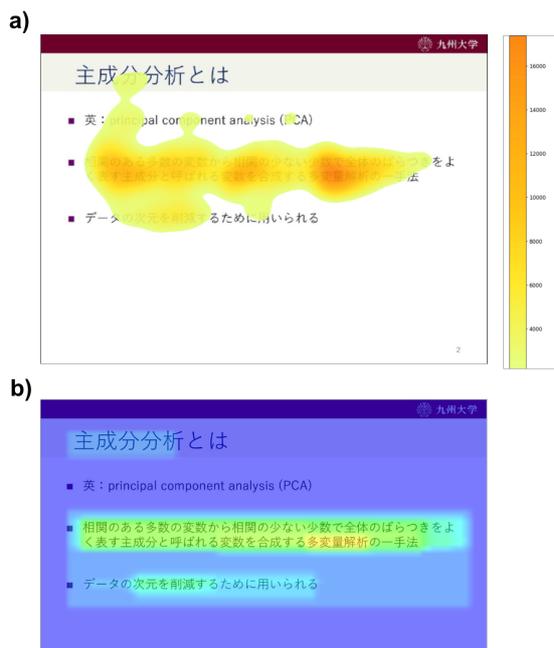


図 2. a) 全員分の視線ヒートマップ一例. カラーバーはピクセル内に視線が入った回数の合計値を示す. b) 実験後に被験者が答えた同ページの「難しい箇所」マーカーデータ重ね書きヒートマップ.

との距離は 57cm に設定した. アイトラッカーは画面下部にマウントした状態で設置した.

実験には九州大学基幹教育科目「情報科学」講義のため開発された電子教材（「検定・相関」および「PCA・因子分析」の 2 単元）を使用した.

計測中, 被験者は自分のペースで教材を閲覧するよう指示した. 各教材閲覧終了後, 続けて教材に関する小テストを実施した. すべてのタスク・計測が終了した後, 九州大学が運営する「M2B 学習支援システム」を用い, 同教材をもう一度振り返りながら, 各ページの難しく感じる箇所に電子マーカーを引くよう指示した.

4. 結果

図 2a に被験者全員分の視線停留ヒートマップを示す. ページ内項目 2 つ目に視線が集中したことが確認できる. 同様に, ページ内の難しい箇所を示すマーカーデータでも, 同ページ内の 2 項目目で難易度が高いことが示された(図 2b).

図 2 で示したページ閲覧中の脳波応答例 (被験者 1 名分) について, 図 3 に示す. 解析区間として, 図 2 で示したページの項目 2 つ目の範囲内で視線が停留した時間帯を一つ選択し, その期間の各周波数帯における脳波トポグラフィを作成した. 結果, 後頭部でアルファ帯域の振幅増加が見られた. 後頭部アルファ振幅は覚醒度の低

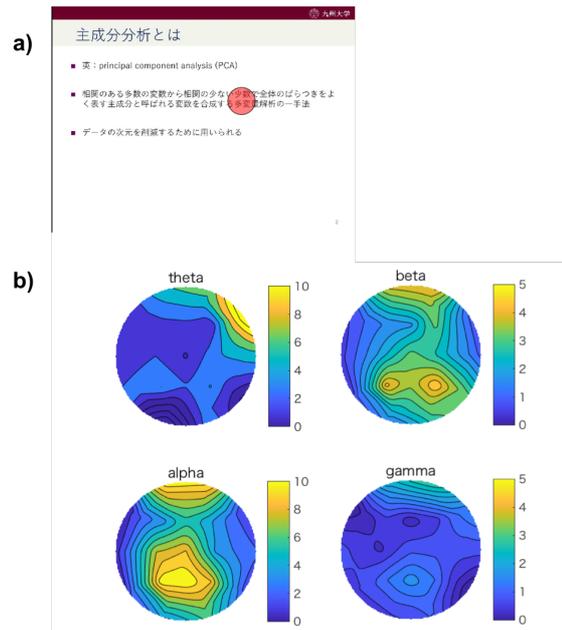


図 3. a) ある被験者(n=1)の視線滞留箇所. b) a) で示した視線滞留時の各周波数帯域における脳波トポグラフィ. カラーバーは振幅[μV].

下に従って増加することが知られており [2], 対象箇所注目時に集中力が落ち, 覚醒度が低下したと考えられる.

5. 考察

本研究では学習ログデータに生体信号を統合することで, 学習中精神状態を推定し教育改善に役立てることを目指しシステム開発を行った. 開発したシステムの利用により, 学習中の状態について, 時空間的に推定できる可能性を示した. 今後は本システムを用いて, 様々な教材における学習者の学習状況や学習に関するつまづきなどの推定等を試みる予定である.

謝辞

本研究は JST 未来創造事業探索加速型「持続可能な社会の実現領域・労働人口減少を克服する”社会活動寿命”の延伸と人の生産性を高める「知」の拡張の実現」の助成を受けて行った.

参考文献

[1] C.-H. Wu, Y.-M. Huang, and J.-P. Hwang, “Review of affective computing in education/learning: Trends and challenges,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 47, no. 6, pp. 1304–1323, Nov. 2016.
 [2] B. Roth, “The clinical and theoretical importance of EEG rhythms corresponding to states of lowered vigilance,” *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, vol. 13, no. 3, pp. 395–399, Jun. 1961.