

令和 元年 6 月 19 日現在

機関番号：53701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00436

研究課題名(和文)効果的な仮想空間内アクティブラーニング実現へ向けた生体情報利活用手法の構築

研究課題名(英文)Construction of biometric information utilization method for virtual space effective active learning

研究代表者

小川 信之(Ogawa, Nobuyuki)

岐阜工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：60270261

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：効果的な仮想空間内アクティブラーニング実現へ向けた生体情報利活用の手法の構築について、生体情報計測手法の開発と学習者の心的状態との比較に焦点を当てて研究を行った。生体情報計測手法の開発については、矢島・兼松・小川により生体情報測定手法およびそのデータ転送方式の研究をした。学習者の心的状態との比較においては、兼松・小川・中平によりメタバース上および実世界で教師から難易度が異なる課題を提起して瞬きの計測や生体情報の測定を行うことで、問題をよく理解している場合とそうでない場合の挙動や実世界と仮想世界(メタバース)における挙動などの検証と分析をした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高等教育機関の講義では、個の学生への対応の困難が指摘されている。しかし、ICTの活用で個人の応答に対応するアクティブな教育が可能となっている。又、昨今は手軽に心拍・睡眠等のライフログを記録するデバイス等、生体情報の取得は格段に容易となっている。

この現状において、我々が行った、生体情報を学習者の無意識下マルチモーダル・インターフェースと考え、学習者が表に出さない心的情報を教授側に入力情報として引き渡す仕組みを構築することは、学術的にも社会的にも意義深い。その結果、講義中心の授業において、あるいは、非対面の学習環境であっても、教員が受講者の反応を見ながら教示内容を微妙に変化させることが可能になる。

研究成果の概要(英文)：We focused on the development of biological information measurement methods and comparison with the learner's mental state about the construction of the method of biological information utilization for realizing effective active learning in virtual space. Yajima, Kanematsu, and Ogawa studied the development of biological information measurement methods and their data transfer methods. In comparison with the learner's mental state, we measured the number of blinks and measured the biological information when giving a task with different difficulty from the teacher on the metaverse and in the real world by Kanematsu, Ogawa, and Nakahira. We examined and analyzed the behavior with and without a good understanding of the problem and the behavior in the real world and the virtual world (metaverse).

研究分野：教育工学，教育サービス

キーワード：メタバース マルチモーダル 生体情報 学習者の心的状態

1. 研究開始当初の背景

【アクティブラーニングの導入】高等教育機関にて行われる講義は、通常、マスメディケーションとなる。そのため、個の学生に対応する教育が難しいことが古くから指摘されている。しかし、ICTの台頭により、学習者個人の応答に対応できるインタラクティブでアクティブな教育が可能となり、特にeラーニングは詳細な学習ログ獲得が可能となることで学習者とのインタラクティブ性に大きく貢献した。昨今ではそれに加え、アクティブラーニングと呼ばれる学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法が注目されており、学習者の汎用的能力の育成を促すことが教育現場で求められている。このように、知識伝達に偏りがちなeラーニングをはじめとする非対面/ICT活用教育における教育手法の改善は喫緊の課題である。

【無意識下マルチモーダル・インターフェースとしての生体情報】昨今、手軽に心拍・睡眠をはじめとするライフログを記録するデバイスが開発され、以前と比べると生体情報の取得は格段に容易となっている。生体情報を学習者の無意識下マルチモーダル・インターフェースと考えると、学習者が表に出さない心的情報を教授側に入力情報として引き渡す仕組みを構築することが可能である。その結果、講義中心の授業において、あるいは、非対面の学習環境であっても、教員が受講者の反応を見ながら教示内容を微妙に変化させることが可能になると考えられる。

【研究開始当初の準備状況】我々は研究開始当初以前に、教育の質にかかわる学習タイプに関する研究や仮想空間（メタバース）でのPBL・eラーニング等の授業形態と学習効果についての研究、受講者アンケートと学習ログからのカルテに基づく分析や心理的に受けるストレスに対する生体反応と学習教材についての研究（7報の論文発表を伴う研究）を行っていた。設計・開発した教材システムの仕組みを用いて、学習ログからのカルテや学習情報センシングによるICT活用教育のFD支援に関する研究（4報の論文発表を伴う研究）、マウス組込型学習情報センシングによる技術者教育改善に関する研究などによる学習教材の生体反応を測定する仕組み（2報の論文発表を伴う研究）等を相互に組み合わせて活用しつつ、学習者のまばたき（非言語コミュニケーションの視覚情報）の計測に関する研究成果（4報の論文発表を伴う研究）と組み合わせることで、効果的な仮想空間上アクティブラーニング実現へ向けた生体情報活用プロトタイプを構築することが可能であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、効果的な仮想空間内アクティブラーニング実現へ向けた基礎研究として、学習者の心的状態を質問紙法と生体情報を連結させる形で推定し、その情報を教授者へフィードバックする仕組みを構築した。昨今、高等教育において、個の教育、汎用的能力の育成としてのアクティブラーニングが注目されているが、その実現にはいくつかの壁が存在する。その中の一つに、PBLをはじめとする課題解決型学習の効果的な実践が挙げられる。仮想環境を用いることでより多様な実践が可能となる反面、学習者の反応を知ることが難しくなる。その困難さを、無意識下マルチモーダル・インターフェースとしての生体情報を取り入れることで解決する。

3. 研究の方法

学習者の生体反応を測るためにストレス示唆をしやすい電気皮膚反応に対する小型のウェアラブルデバイスを用い、まばたきという学習者の非言語コミュニケーションの測定と併せて学習者の無意識下の反応の教材のタイプ等による違いをSemantic Differential法により検出する。また、学習者の内的情報、マルチモーダル・インターフェースとして情報発信される各種生体情報と、コンテンツ内に含まれる要素（知識形態、呈示方式、学習方式等）の関係記述を行う。さらに学習者-コンテンツ間相互作用モデルに従ったコンテンツフローおよび分岐判定式を構築する。

4. 研究成果

図1に本研究の枠組みを示す。本研究では、予め用意されている教育環境下で対面/非対面講義授業や課題実習といったコンテンツを学生に呈示する。呈示コンテンツは学生にとっては刺激であり、その刺激に対して何らかの反応を示す。学習者の学習活動はこれら学習者-コンテンツ間相互作用であると考え、その繰り返しの過程で学習者の内部状態は様々に変化する。それらの結果は、ストレスや発汗、瞬きといった生体情報に現れる。

本研究では、これらの表出が無意識下におけるマルチモーダル・インターフェースであると捉える。マルチモーダル・インターフェースは、コンテンツに作用する。対面授業の場合には、教授側が学習者の反応に気づいた時には教授内容や学習者の活動に刺激を与えることによってコンテンツの調整が可能であるが、非対面の場合にはそもそも教授側が学習者の状態に気づき

づらい。そのため、本研究にて設定する課題1として、学習者/コンテンツの構成要素と要素間反応の特性抽出を行うための(1)生体情報計測手法の開発,(2)学習者の心的状態との比較,を行い,生体情報がコンテンツに対するマルチモーダル・インターフェースとして機能させることができるか否かを確認した。課題2として,受け取った生体情報に対し,コンテンツの応答形式を決めるために,コンテンツを構成する要素分解粒度,および,生体情報に反応させるために必要なメタデータの策定を行った。課題1(1)については,これまで培ってきた生体情報取得に加え,GSRや眼球運動を直接捉える形での瞬きを計測するための手法やデバイス・アプリケーションを開発した。課題1(2)については,蓄積した教育カルテの分析やアンケート結果,学習者の好みや学習スタイルの分析結果と(1)のデータを組み合わせて,学習者の生体情報と学習者の心的状態の対応付けを行った。課題2については,我々の既往研究等で構築した学習者の知識形態と学習活動モデルを援用・改良し,コンテンツの分割粒度についての示唆を与えると同時にコンテンツに付属させるメタデータ群を策定し,これらメタデータ群とマルチモーダル・インターフェースから入力される生体情報を比較すればコンテンツのパターン変更を行える様にした。一連の課題は,節目ごとにプロトタイプを作成し,実際に非同期学習環境にて実践を行い,その結果を通じて,個々の学習者に適する教育内容と学習教材を自動に供与する仕組みの設計や既存するコンテンツの改訂等を検討,実施した。

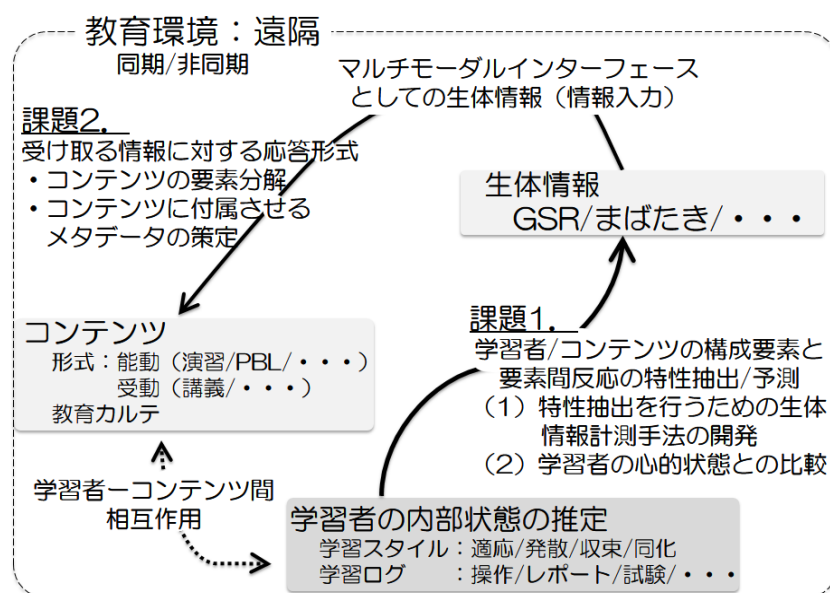


図1. 本研究の枠組み

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計14件)

佐々木 辰彌, 秋元 頼孝, 中平 勝子; 簡易脳波計による英単語の難易度の違いを反映する脳反応の評価, 査読有, 教育システム情報学会誌, 36 巻 2 号, 2019, pp. 149-153, DOI: 10.14926/jsise.36.149

Nobuyuki Ogawa; Active Learning Strategy at a Collegewide Level in NIT, Gifu College, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.126, 2018, pp. 1994-2002, DOI:10.1016/j.procs.2018.07.253

Hideyuki Kanematsu, Dana M. Barry, Nobuyuki Ogawa, Katsuko T. Nakahira, Michiko Yoshitake, Tatsuya Shirai, Masashi Kawaguchi, Toshiro Kobayashi, Kuniaki Yajima; Some Psychological Responses Measured by a Commercial Electrooculography Sensor and Its Applicability, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.126, 2018, pp. 1014-1022, DOI:10.1016/j.procs.2018.08.037

Dana M. Barry, Hideyuki Kanematsu, Katsuko Nakahira, Nobuyuki Ogawa; Virtual workshop for creative teaching of STEM courses, 査読有, Vol.126, 2018, pp. 927-936, DOI: 10.1016/j.procs.2018.08.027

Tatsuya Sasaki, Yoritaka Akimoto, Katsuko T. Nakahira; Pilot considerations of brain activity detection based on difference of English words difficulty levels at recognition of English words, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.126, 2018, pp.1046-1053, DOI: 10.1016/j.procs.2018.08.041

Nobuyuki Ogawa and Akira Shimizu; Efforts for Upward Spirals Based on Both Teacher and Student Feedback on Smart Education, 査読有, Springer International Publishing AG 2018, Vol.1, 2017, pp.28 ~ 37, DOI:10.1007/978-3-319-59451-4_3

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu, Takahiro Shimizu and Taichiro Imada; Introduction of Problem-Based Learning Utilizing Regional Characteristics, 査読有, PBL, Social Progress and Sustainability, Vol.1, 2017, pp. 31~41.

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu, Shinya Nakamura, Aina Yamaguchi, Koji Yosikawa, Yoshihiro Ito, Yuki Furugori, Kenichi Inagaki and Takushi Akiyama; Creative, Productive Collaboration between Companies and Students, 査読有, PBL, Social Progress and Sustainability, Vol.1, 2017, pp. 123~135.

Ogawa Nobuyuki, Shimizu Akira; Learning Materials Made from Senior Graduates' Viewpoint and the Practical Engineering Credit Point System, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.112, 2017, pp. 1801~1808, DOI: 10.1016/j.procs.2017.08.213

Kanematsu Hideyuki, Ogawa Nobuyuki, Shimizu Akira, Shirai Tasuya, Kawaguchi Masashi, Kobayashi Toshiro, Nakahira Katsuko T., Barry Dana M.; Skype Discussion for PBL Between Two Laboratories and Students Biological/Psychological Responses, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.112, 2017, pp. 1730~1736, DOI: 10.1016/j.procs.2017.08.200

Barry Dana M., Kanematsu Hideyuki, Lawson Michael, Nakahira Katsuko, Ogawa Nobuyuki; Virtual STEM activity for renewable energy, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.112, 2017, pp. 946~955, DOI: 10.1016/j.procs.2017.08.13

Yajima Kuniaki, Takahashi Soru; Development of Evaluation System of AL Students, 査読有, Procedia Computer Science, Vol.112, 2017, pp. 1388~1395, DOI: 10.1016/j.procs.2017.08.056

Hideyuki Kanematsu, Nobuyuki Ogawa, Tatsuya Shirai, Masashi, Kawaguchi, Toshiro Kobayashi, Dana M. Barry; Blinking Eyes Behaviors and Face Temperatures of Students in YouTube Lessons -For the Future E-learning Class, 査読有, Procedia Computer Science Volume 96, 2016, pp. 1619-1626.

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu; Visualization of Extra Curriculum Education, 査読有, 2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), 2016, pp. 101-108.

[学会発表](計19件)

Nobuyuki Ogawa; Active Learning Strategy at a Collegewide Level in NIT, Gifu College, 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (招待講演)(国際学会), 2018.

Hideyuki Kanematsu, Dana M. Barry, Nobuyuki Ogawa, Katsuko T. Nakahira, Michiko Yoshitake, Tatsuya Shirai, Masashi Kawaguchi, Toshiro Kobayashi, Kuniaki Yajima; Some Psychological Responses Measured by a Commercial Electrooculography Sensor and Its Applicability, 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (招待講演)(国際学会), 2018.

Dana M. Barry, Hideyuki Kanematsu, Katsuko Nakahira, Nobuyuki Ogawa; Virtual workshop for creative teaching of STEM courses, 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (招待講演)(国際学会), 2018.

Hideyuki Kanematsu, Activation of E-learning Classes by Virtual Problem Based Learning - From Real to Virtual World, 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (招待講演)(国際学会), 2018.

西田悠, 中平勝子, 北島宗雄, 簡易な教師無し会話活発度分類器作成のための話者交代時音響特徴量の抽出, 第17回情報科学技術フォーラム, 2018.

Tatsuya Sasaki, Yoritaka Akimoto, Katsuko T. Nakahira, Pilot considerations of brain activity detection based on difference of English words difficulty levels at recognition of English words, 22nd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (招待講演)(国際学会), 2018.

Nobuyuki Ogawa and Akira Shimizu; Efforts for Upward Spirals Based on Both Teacher and Student Feedback on Smart Education, Efforts for Upward Spirals Based on Both Teacher and Student Feedback on Smart Education, SEEL 2017 (国際学会), 2017.

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu, Takahiro Shimizu and Taichiro Imada; Introduction of Problem-Based Learning Utilizing Regional Characteristics, IRSPBL 2017(国際学会), 2017.

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu, Shinya Nakamura, Aina Yamaguchi, Koji Yosikawa, Yoshihiro Ito, Yuki Furugori, Kenichi Inagaki and Takushi Akiyama; Creative, Productive Collaboration between Companies and Students, IRSPBL 2017 (国際学会), 2017.

Ogawa Nobuyuki, Shimizu Akira; Learning Materials Made from Senior Graduates' Viewpoint and the Practical Engineering Credit Point System, KES 2017 (招待講演)(国際学会), 2017.

Kanematsu Hideyuki, Ogawa Nobuyuki, Shimizu Akira, Shirai Tasuya, Kawaguchi Masashi, Kobayashi Toshiro, Nakahira Katsuko T., Barry Dana M.; Skype Discussion for PBL Between Two Laboratories and Students Biological/Psychological Responses, KES 2017 (招待講演)

(国際学会), 2017.

Barry Dana M., Kanematsu Hideyuki, Lawson Michael, Nakahira Katsuko, Ogawa Nobuyuki; Virtual STEM activity for renewable energy, KES 2017 (招待講演)(国際学会), 2017.

Yajima Kuniaki, Takahashi Soru; Development of Evaluation System of Active Learning Students, KES 2017 (招待講演)(国際学会), 2017.

浅田龍星, 西田悠, 中平勝子, 北島宗雄; 合成音声を利用した好印象発話モデルの構築, 第16回情報科学技術フォーラム, 2017.

西田悠, 浅田龍星, 中平勝子, 北島宗雄; 発話音声から受ける要素感覚を決める音響特徴量の評価指標, 第16回情報科学技術フォーラム, 2017.

長井貴也, 中平勝子, 北島宗雄; 楽曲の演奏熟達度と熟達過程における演奏・視行動の関係分析, 第16回情報科学技術フォーラム, 2017.

寺岡耕平, 中平勝子, 北島宗雄; 視行動データを活用したピアノ演奏学習者状態提示機能の開発, 第16回情報科学技術フォーラム, 2017.

Hideyuki Kanematsu, Nobuyuki Ogawa, Tatsuya Shirai, Masashi, Kawaguchi, Toshiro Kobayashi, Dana M. Barry; Blinking Eyes Behaviors and Face Temperatures of Students in YouTube Lessons -For the Future E-learning Class, KES 2016 (招待講演)(国際学会), York, UK, 2016.

Nobuyuki Ogawa, Akira Shimizu; Visualization of Extra Curriculum Education, TALE 2016 (国際学会), Bangkok, Thailand, 2016.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 兼松 秀行

ローマ字氏名: Kanematsu Hideyuki

所属研究機関名: 鈴鹿工業高等専門学校

部局名: その他部局等

職名: 教授

研究者番号(8桁): 1 0 1 8 5 9 5 2

研究分担者氏名: 矢島 邦昭

ローマ字氏名: Yajima Kuniaki

所属研究機関名: 仙台高等専門学校

部局名: その他部局等

職名: 教授

研究者番号(8桁): 9 0 2 5 9 8 0 4

研究分担者氏名: 中平 勝子

ローマ字氏名: Nakahira Katsuko

所属研究機関名: 長岡技術科学大学

部局名: 工学研究科

職名: 助教

研究者番号(8桁): 8 0 3 3 9 6 2 1

(2)研究協力者 なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。