

令和 2 年 5 月 24 日現在

機関番号：25403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00485

研究課題名(和文) 学生の振舞いに注目した知的学習支援システム

研究課題名(英文) Intelligent learning support system to keep the learning will of students

研究代表者

高橋 健一 (Kenichi, Takahashi)

広島市立大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：10126922

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)：本研究では、学習中における学習者の集中度を維持するためのインタフェースや方法を検討し、数値計算および英単語記憶の2種類の学習実験により有効性を確かめた。学習態度に応じて学生を褒める叱る機能、集中して学習しているか否かの検出と注意機能が学習態度の改善に効果があった。一方、学習中における学習者の振舞い(本を読む、ノートを取る、寝ている、など)の判別する方法では、振る舞いにより検出精度に差が出た。さらに、学習の間の休憩時間における過ごし方としては、「静かにする」のほか「音楽を聴く」などが有効であった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、学習中における学習者の集中度を維持するためのインタフェースや方法を検討し、数値計算および英単語記憶の学習に対する効果を学習実験により確かめた。本研究により、学習中において学生の集中度を保つ機能が有効であることを示した。学習中における学習者の振る舞いの判別では検出精度をあげることで、教員の授業の向上に役立つと考えられる。さらに、休憩時間における、休憩後の学習効果の高い過ごし方を明らかにした。これらの研究成果により、学校や家庭における学生の学習効果をあげることに役立つと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we proposed the interface and methods for maintaining the concentration of learners during learning, and confirmed the effectiveness through learning experiments with two types of learning, namely, numerical calculation and English word memorizing. The function to praise and scold students according to their learning attitude, and the function to detect whether or not learners were studying intensively and warn if they did not concentrate were effective in improving their learning attitude. As for the method to discriminate the learner's behavior (reading a book, taking notes, sleeping, etc.) during learning, the detection accuracy varied depending on the behavior. In addition, staying calm and listening to music during the break time were effective behaviors for keeping the learning will.

研究分野：教育工学

キーワード：eラーニング 集中度 学習状態 休憩 インタフェース

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

インターネットの普及とブロードバンド化やコンピュータのハードウェアの高速化、大容量化およびソフトウェア技術の進展により、インターネットにコンピュータを接続してユーザが学習を行うeラーニングシステムが広く用いられるようになってきている。eラーニングの長所として、いつでもどこでも時間があれば学習が可能であり、また、教科書にないわからない点をインターネット検索などで容易に調べることができる、などがあげられる。一方、短所として、eラーニングを始めた当初は学習意欲があったにもかかわらず、多くの学習者が学習意欲を次第に失う傾向にあり、結果として最後まで学習を続けることが困難であることがあげられる。これは、コンピュータに表示されているテキストとのやり取りに面白さを感じることができないことや、教師がいないため、うまくできてもさぼってもだれからの干渉などがなく、またコミュニケーションもないためであると考えられる。最近では、国内外ともに、ゲームの面白さをeラーニングシステムに組み込んで、楽しく学習を続ける仕組みを用いたエンターテインメントラーニングが研究されている。また、学習者の集中度を測定するために、脳波計を用いて学習者の集中度を検知したり、視線入力装置を用いて学習者の見ている個所から学習者の学習効果を検出し、授業などに反映したりすることなどが研究されている。

また、eラーニングシステムの普及により、授業としてeラーニングを活用する事例が増えている。これまで、eラーニングを活用するのは資格を取るなど自発的な場合が主であったが、この授業への適用においては教師のいない場合には、eラーニングに真面目に取り組まない学生も出てくることが考えられる。そこで、申請者はこれまで、教師がいない場合でも学生が楽しく学習できるインタフェースや教師がいない場合の学生の学習態度をあとで教師が把握でき、真面目に取り組まない学生に対して集中を促すシステムの開発を行ってきた。

2. 研究の目的

本研究では、学習者の学習意欲を維持・向上するための、eラーニングシステムのインタフェースの設計および方法の検討を目的としている。

(1) インタフェースとして、以下の二つを取り上げる。

(a) eラーニングシステムのインタフェースとして学生の嗜好にあった画像を表示することで学習への好ましい影響があるかどうかを明らかにする。

(b) 学習者の顔を検出し集中していない場合に注意を与える機能を組み込んだシステムにより学習者の集中度が、そのような機能がない場合に比べて、学習への集中度合い、学習の効果の向上が、どれくらい見込まれるかを評価する。

(2) 学習に取り組むための方法として以下の二つを検討する。

(a) 学習中の学生の取り組みを調べ、教員の参考とするため、学習中における学習態度を検出する。学生の腕や肩の姿勢によりいくつかに分類する方法を開発する。

(b) 学習の合間の休憩時間における過ごし方として、ゲーム、読書、音楽などを取り上げ、休憩後の学習における効果への影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) eラーニングシステムにおいて、上記(1)(a)褒める・叱る画像の表示機能、(b) Kinect を用いて学習者が画面を見ているかどうかを検出して学習への集中を促す機能を実装し、学習実験により評価した。画像表示機能では学習者の嗜好に対応した、褒める・叱る画像の種類の違いによる学習効果を調べた。(2)(b)では、Kinect による判別機能を用いて、学生の5つの振る舞い(本を読む、ノートを取る、手を挙げる、寝る、スマホを見ている)を分類し、検出精度を調べる。上記(2)(b)では、学習の合間の休憩時間における過ごし方(ゲーム、読書、音楽、何もしない、コミュニケーションロボットとのふれあい)が学習効果に与える影響を実験により調べた。

(2) これらの実験では、学部学生、大学院学生を集め、英単語の訳を記憶するための問題や数式を解く計算問題の課題を解いてもらった。予備実験によりなるべく平等になるようにグループ分けを行い、学習意欲に関する機能のあるシステム、機能のないシステムで学習実験を行う。また、休憩時間の過ごし方による効果を同様に学習実験により調べた。さらに、成績や解答精度の伸び率およびアンケートの回答結果により機能を評価する。

4. 研究成果

(1) eラーニングシステムにおいて学習意欲を高めるインタフェースの実験結果について述べる。

(a) 先行研究の褒める・叱る機能を用いた英単語記憶実験では、褒められる場合にも叱られる場合にも好きな画像を表示するシステムが効果が高いことが分かった。本研究では、どのような画像がより学習意欲を向上させるのかを調べるため、芸能人、キャラクター、動物が表示されるシステムを用意し、また被験者数を増やすため、本研究の実験結果を先行研究における結果と統合して評価した。本研究では14人の被験者を募り、先行研究の被験者と合わせて21人の実験結果を評価した。

被験者には、事前に好きな画像についてのアンケートと学習前テストを実施した。その後、アンケートと学習前テストの結果をもとにグループ分けを行い、学習システムを用いて英単語を学習してもらった。最後に、学習後テストを行い、システムについてどのような感情を持ったかのアンケートを実施した。なお、考察では式(1)の伸び率を用いる。得点1は学習前テストを表

し、得点 2 は学習後テスト、満点を 100 点とする。

$$\text{伸び率} = (\text{得点 2} - \text{得点 1}) / (\text{満点} - \text{得点 1}) \quad (1)$$

図 1 に、実験で得られた各表示画像に対する各被験者と平均の正規化された伸び率を示す。

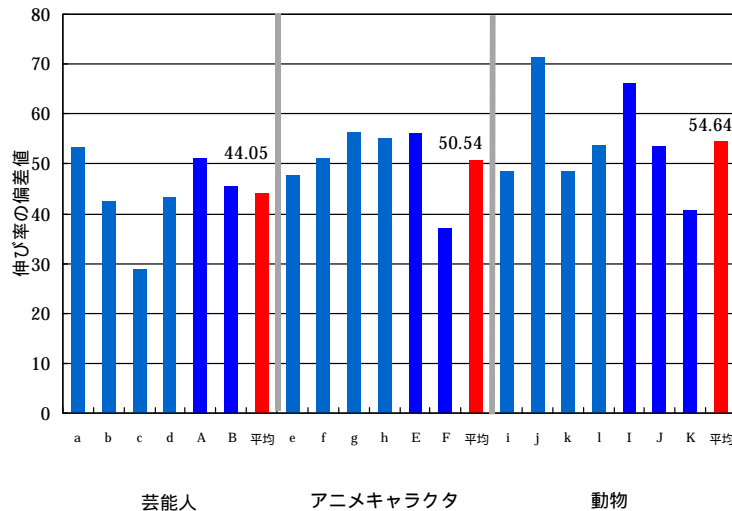


図 1 各表示画像に対する、各被験者と平均の正規化伸び率

芸能人、アニメキャラクタ、動物の画像を表示した場合の伸び率はそれぞれ約 44.1%、50.5%、54.6%となり、動物が最も伸び率が良かった。理由としては、動物は誰でも親しみを持てるためだったと考えられる。また、アンケートからも動物が最も学習意欲を向上させたことがうかがえた。

(b)Microsoft 社の Kinect を用いて、学習者が集中しているかどうかを検出し、集中していないと判断した場合には警告メッセージと警告音を出す e ラーニングシステムを用いた実験を行った。本研究においては、10 秒間のウィンドウで集中を検出するが、ウィンドウは次の 10 秒移動する方式を試した。先行研究においては、10 秒間で集中度を検出するが、ウィンドウは 1 秒単位でシフトする方式であった。また、先行研究における警告を発しないシステムとの比較を行った。それぞれのシステムを、A、B、C とする。それぞれのシステムを使用した被験者は 3 人、7 人、7 人であった。

表 1 にそれぞれのシステムを使用した被験者の平均の得点の伸びと伸び率を示す。伸び率は式(1)において、満点 76 点で求めた。表 1 から、警告システムが非警告システムよりも高い伸び率を示し、有効性を示した。

表 1 システム A、B、C における被験者の平均の得点の伸びと伸び率

システム	事前テストの得点	事後テストの得点	得点の伸び	伸び率
A	23.7	65.7	42.0	80.3
B	19.9	59.9	40.0	71.3
C	20.0	47.7	27.7	49.5

また、アンケート結果の比較により、システム A のほうがシステム B よりも高い評価値を得た。これは、システム B の場合、ウィンドウが 1 秒ずつシフトするため一度警告が出されると引き続き警告が出され続けることが嫌がられたと考えられる。

さらに、システム A の改良として、1 分間に集中していないと判断された回数の多さにより、集中度を判定するしきい値を変更することで警告が出やすくなる方式を提案した。

(2) 学習に取り組むための方法と実験結果について述べる。

(a)学校などの学習現場において教師が授業を行うとき、授業中における学生の振る舞いを判別して記録できると、授業中にどれくらい学生が集中して勉強しているか把握できて、授業内容に構成に反映することができる。本研究では、Kinect のジェスチャー識別機を用いて学習者の学習時における状態として、「本を読む」、「ノートを取る」、「質問する」、「寝ている」、「スマホを使う」の 5 種類を取り上げた。判定には、Microsoft 社によって提供されている Computer Vision API の判定結果を組み合わせた。Kinect による状態識別は 1 秒毎、API は 5 秒毎に識別し、10 秒間毎にこれらを総合して識別結果とした。識別実験では、4 人の学生を被験者として、それぞれの状態を言葉で指示して、30 秒間その動作を行ってもらった。表 2 に、識別結果を示す。

表2 識別実験の結果

	A	B	C	D	精度
本を読む	2/3	1/3	1/3	0/3	4/12
ノートを取る	3/3	2/3	3/3	1/3	9/12
質問する	3/3	1/3	0/3	0/3	4/12
寝ている	3/3	2/3	0/3	3/3	8/12
スマホを使う	0/3	3/3	0/3	3/3	3/12

表2より、「ノートを取る」、「寝ている」は精度高く識別できた。「本を読む」は「ノートを取る」と混同された。「質問する」は、手を挙げることを想定していたが、手を上げない被験者もあり、識別精度が悪かった。「スマホ」については、スマホが小さくAPIによる判定精度も悪かった。

そこで、ジェスチャー識別器を増やし、別角度からの画像を用いて精度の改善を試みた。実験結果として、「本を読む」、「質問する」の精度は向上したが、「スマホを使う」の識別精度は改善されず、この識別方法の改良および複数の学生への適用が今後の課題である。

(b) 学習において、学習の合間に適切な休憩をとることは必要かつ大切なものであると考えられる。そこで、休憩時間においてどのような過ごし方が気分をリフレッシュし休憩後の学習において良い効果を及ぼすか調べる実験を行った。休憩中の行動の種類は、「読書をする」、「音楽を聴く」、「じっとして何もしない」、アクティブな「八エたたきゲーム」、ゆったりとした「犬の世話ゲーム」の5種類である。実験では、数式の計算をする作業的な実験を被験者30名に対して行った。実験では、学習セッションの間に3分間の休憩セッションのある、15分間数式を解く学習セッションを3回、被験者に行ってもらった。図2に、グループごとの各学習回の正答率と解答時間を示す。

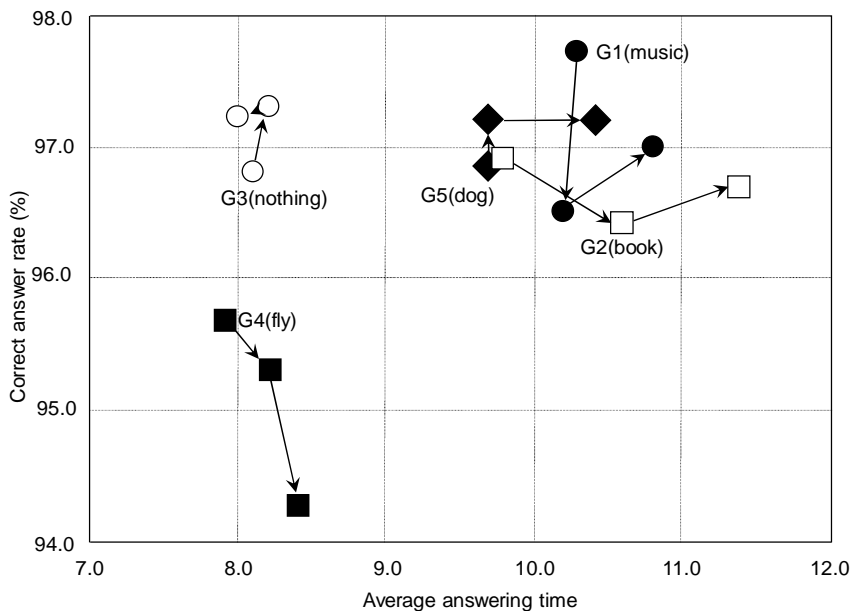


図2 グループごとの正答率と回答時間

図2から以下のことがわかる。(1)アクティブなゲームである「八エたたきゲーム」が正答率が低く、回を追うごとに下がっていった。(2)「何もしない」行動が正答率も高く回答時間も短いままであった。(3)「音楽をきく」、「本を読む」、「犬の世話ゲーム」ではあまり差が出なかった。しかし、「本を読む」は次第に回答時間が長くなったが、「音楽を聴く」、「犬の世話ゲーム」はほぼ同等の結果となった。

さらに、携帯型ロボットのRoBoHoN(シャープ社)と犬型ロボットのaibo(ソニー社)を休憩時間における行動として用いた実験を行った。RoBoHoNには、なぞなぞを出す、旗揚げゲーム、ダンスなどの振る舞いをするプログラムを実装した。aiboは、休憩時間に被験者がなでたり、指示だしたりして遊んでもらった。実験では、数式を解く作業的なものと、英単語を記憶するも

のを用いた。10名の被験者を2グループに分け、実験を行った結果、作業的な実験には aibo が、記憶的な実験には RoBoHoN がより適していた。しかしながら、被験者の数が少なく、より多くの被験者による実験を行うことが今後の課題である。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1 . 発表者名 Yusuke Yasumura, Takashi Ito, Kenichi Takahashi, and Tomoko Kajiyama
2 . 発表標題 Effects on Concentration of Different E-Learner Resting Behaviors in Reponse to Communication Robot Actions During Break Times
3 . 学会等名 International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Takashi Ito and Kenichi Takahashi
2 . 発表標題 Experiments on Effects of Behaviours in the Rest Time between Learning
3 . 学会等名 International Conference on New Perspectives in Science Education (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kenta Kamiya, Takashi Ito, Kenichi Takahashi, and Michimasa Inaba
2 . 発表標題 A Method to Detect Concentration of Students for E-learning Using Kinect
3 . 学会等名 The 7th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2019 (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Takashi Ito, Kenta Kamiya, *Kenichi Takahashi, and Michimasa Inaba
2 . 発表標題 A method for identification of students' states using Kinect
3 . 学会等名 International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤崇, 神谷健太, 高橋健一, 稲葉通将
2. 発表標題 Kinectを用いた学習者の状態識別の改良
3. 学会等名 2018 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenta Kamiya, Takashi Ito, Kenichi Takahashi, and Michimasa Inaba
2. 発表標題 E-Learning System for Detecting Concentration of Students Using Kinect
3. 学会等名 International Multi-Conference on Engineering and Technology Innovation 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤崇, 伊東啓裕, 高橋健一, 稲葉通将
2. 発表標題 Kinectを用いた学習者の状態識別実験
3. 学会等名 2017 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takashi Ito, Shuhei Kotake, Takahashi Kenichi, and Michimasa Inaba
2. 発表標題 Detecting Concentration of Students Using Kinect in E-learning
3. 学会等名 The 5th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kenichi Takahashi, Masakazu Takeue, and Michimasa Inaba
2. 発表標題 Experiments on Images Displayed for Praising and Scolding in E-learning Systems
3. 学会等名 International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川口諄, 伊藤崇, 高橋健一, 稲葉通将
2. 発表標題 eラーニングにおける休憩の過ごし方の影響
3. 学会等名 2016年電子情報通信ソサイエティ大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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