

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 11 日現在

機関番号：32692

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22700827

研究課題名（和文） e-Campusでの行動履歴と成績との相関性の調査研究

研究課題名（英文） Study of the correlation between academic results and learning behavior in e-Campus

研究代表者

天野 直紀（AMANO NAOKI）

東京工科大学・メディア学部・准教授

研究者番号：10367203

研究成果の概要（和文）：

本研究では特に自学習時の学生の振る舞いを簡易な装置で観測する手法の実現に成果があった。この手法では学習時の頭・両手の動きに着目した。安価になり入手が容易となった 3D 計測装置を用い、頭・両手の動きを計測し、辞書データとの比較を行うことにより、どのような動作をしているかの推定を実用的な精度で可能とした。この推定を可能としたことで、学習行動と成績との相関性を検証できる状態に到達した。

研究成果の概要（英文）：

There was a result of the realization of the method observing behavior of students in self-study in this study. This approach focused on the movement of the head, both hands during learning. Measuring the motion of the head, both hands with an inexpensive stereo vision camera system. By comparing the dictionary data to the motion data, which makes it possible to estimate the operation with practical accuracy. It reaches the state that it will not be possible to verify the correlation between academic results and learning behavior.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：統合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：学習行動認識・学習行動履歴・e-Learning

1. 研究開始当初の背景

急速な IT 化の進展により、教育環境における IT 利用も急速に進んできた。これらは教室情報化プロジェクト（教室の IT 化）、電子掲示板プロジェクト（掲示板の IT 化）、会議情報化プロジェクト（ペーパーレス化）、Web ベースのレポート・授業コンテンツ（いつでもどこでもアクセス可）といったものが主なものであり、端的に言って利便性を向上させるといふ点に注力されてきたとも言えた。

研究代表者の勤務する大学においては先駆的にノート PC を必携化しており、これらの IT 導入による利便性の向上と問題の把握に努めてきた。

これらに対して、学生の学習行動そのものの特徴を定量的に測るといふ点はあまり議論されてこなかった。しかし多数の学習者がいる中で、それぞれ学習においてはいつ・どこで・どのようにして学んだのかといったところに差異があることは明らかであるが、この点を総合的に考慮した研究は見当たらなかった。

本学で IT 化の一環として研究代表者が中心に設計・開発・運用しているオンライン提出システム(出席・レポート・アンケートなど)とプリントショップシステム(共用プリンターを利用するためのシステム)では、学生の行動、いつ・どこから提出しているか、印刷しているか、といった履歴を確認することができるが、これらと成績との間に一定の関係性が見られるようであった。このことから、いつ・どこで・どのように学んでいるかを知ることができれば、そこから教育的な指針が得られるのではないかと考えられた。

2. 研究の目的

学習においてはその直接的な情報、例えば e-Learning システム上の進捗といったデータだけでなく、どこで・どのように学習をしているのかという情報にも学習効果との関連性があるのではないかと本研究では仮定した。

IT 化されたいわゆる e-Campus において学生はノート PC などの電子機器を有しているため、そのアクセス記録などから学習位置を測定することができる。

また画像観測による学習時の姿勢などの学習態度を観測することを考えた(図 1)。学習者の身体運動を観測することにより、居眠りをしていることや、筆記等のような学習行動をとっているのかを自動的に観測できるようにする。これを実現することによって、教師のいない自習環境時であっても、学習態度を定量的に扱うことができるようになる。

3. 研究の方法

本研究では学生の行動履歴を自動取得するシステムの構築を優先して行うものとした。



図 1 学習態度の観測

類似する内容をテーマと設定する大学院生を中心とした研究協力者による研究支援体制を構築し、行動記録システムの構築を行うこととした。

位置情報の取得に関しては、本学で研究代表者によって 2010 年から持続的にキャンパス全体で運用をしている教育支援システム(出席確認やレポート提出などの機能を有する)があるので、このアクセス履歴を用いることで、例えばレポート課題をどこで行ったか、といったことを推定できる。このシステムでは専用のクライアントソフトウェアを導入するが、この機能を拡張することによって、システム利用時以外あるいはネットワーク未接続時にも任意で位置の記録をとれるようにすることとした。これにより、持続的な位置の観測態勢となる。

また、研究代表者の従来の研究分野でも画像認識に基づいて、学習者の学習態度を自動的に観測するシステムの構築を行うこととした。PC 上の操作による学習行動は PC 自体で観測することができるが、それ以外の学習行動は観測が困難であるので、これを自動化することとしたものである。

これらによって得られる学習行動情報と成績との相関性を評価することにより、学習と関連性の強い学習行動を明らかにする。

4. 研究成果

結論としては、成績との相関性を十分に評価するには至らなかった反面、自動的な観測について高い成果を上げることができた。

特に学習者の学習態度を画像認識によって自動的に推定するシステムについての研究がもっとも優れた成果である。

このシステムでは近年、急速に普及するレベルになり簡単化・低価格化してきた 3D 計

測カメラ装置(Microsoft 社 kinect など)を用いることで、学習者の頭部・両手の動きを観測した。この動きを辞書データと比較することによって学習者の行動を推定するものである。

(1) 装置の想定

実験開始時点ではkinectのような安価な3D計測カメラ装置を用いるのにはAPIなどの面で不明な点もあったため、本研究では表1に示すカメラ(PPOINT GREY 社, Bumblebee 2)を用いた。このカメラ自体は上記のように安価なものではない。ただし、実験に用いた計測データの分解能はkinectのものと同様である。

表 1 カメラの仕様

イメージセンサ	Sony 1/3 インチ プログレッシブスキャン CCD(2 個) LCX204(1032x776 ピクセル)
ベースライン	12cm
焦点距離画角	3.8mm (水平画角 66 度) 6mm (水平画角 43 度)
フレームレート	最大 20FPS

(2) 識別処理

この比較には最終的に計測データのパワースペクトルの移動平均を用いた。パワースペクトルを用いることによって被験者の体格や撮影環境の違いによる影響を低減できるのではないかと考えた。また、動作には個人差があるため、移動平均を用いることで、動き(周波数)の差を一定の範囲で許容するような識別をできるようにした。

この実験時に想定した動作種別は表 2の10通りとした。この実験では自宅学習を想定し、筆記による学習、PC上での学習、居眠りの3系統の動作を扱うこととしたものである。識別処理にはこれらを特別に前提とした処理は含まれていないので、注目した頭・両手にその動きが代表される動作であれば、同様の手法での識別が可能であると期待できる。

観測値は9つの成分(頭・両手の3次元位置)を有するが、直感的にもわかるように、動作によって有益な成分と関係性の低い成分とがある。例えば筆記時には右手の動きに特徴が見られると予測できるが、左手の動きにはおそらく特徴は現れないのではないかと考えられる。本研究ではこのことに着目し、各成分での類似度の計算結果に対して動作種別ごとに重み付けをすることとした。この重み付け係数の算定方法として、多様な動作への適用性を想定し、実データを通じて重み付け係数を算出する手法をとることとした。

前述(筆記ならば右手に特徴があるであろう)のような先見的な情報に基づいて重み付けを定めることも考えられるが、その場合には対象とする動作種別ごとに職人的なパラメーター調整を必要としてしまう。これに対して、実データから重み付け係数を算出することとすれば、辞書データを構築することで自動的に重み付け係数も定まることとなるという長所がある。

この重み付け係数を求めるための計算は多次元の収束計算となるため、計算負荷が非常に大きくなるという点に問題がある。ここではこの処理は事前に行っておくことができることから実用上の問題はないものと考えた。

表 2 対象とした動作種別

No.	ラベル名	動作内容
1	横書き	紙に文字を書く (横書き)
2	縦書き	紙に文字を書く (縦書き)
3	数式	紙に文字を書く (数式)
4	グラフ作成	紙に文字を書く (グラフ作成)
5	本を読む	本を読む
6	文書作成	PCを利用する (文書作成ソフト)
7	表計算	PCを利用する(表計算ソフトでのグラフ作成)
8	資料作成	PCを利用する(プレゼンテーション資料の作成)
9	検索	PCを利用する(インターネットブラウザ上での検索)
10	居眠り	居眠り

(3) 識別結果

最終的には単独で82.9%(表 3)で学習者の行動を推定できることを確認した。

さらに、前後の連続性による補正により87.8%の精度で学習者の行動を推定することも確認した。これは個々の学習行動は短時間で何度も変化することはあまりない、ということ仮定したものである。このことを前提とすると、連続した短時間内での識別結果がまったく異なる場合には識別に誤りがあるのではないかと推定することができることを意味する。ここでは3つの連続した識別結果を用いて、1つだけ異なる識別をした場合に、この1つを誤りであるとすることによって識別率の向上を図ることを試みたもの

である。

この実験の被験者は体格の異なる大学生の男女9名で、識別率と体格・性別の差の間に相関は見られなかった。このことから、この手法は体格などの個人差・撮影環境の違いの影響を受けにくいという特徴があると考えられる。またその計算負荷も一般的なPC程度の処理能力で十分にまかなうことができるので、家庭での自習時を想定した観測システムとして実用レベルのものとなったと考えられる。

表 3 交差検証の結果

対象データ	識別率(%)
被験者1	85.6
被験者2	84.4
被験者3	82.6
被験者4	81.5
被験者5	85.6
被験者6	75.9
被験者7	85.2
被験者8	82.6
被験者9	83.0
平均	82.9

(4) まとめ

このように本研究では学習者の学習状況を比較的簡易な装置によって可能とする方法を明らかとした。今後、kinectのような3D計測装置が更に普及する見通しもある。今後発売されるゲーム機の多くが同種の3D計測装置を有すること、PCに内蔵されるような見通しもあることから、この方法を実用的に展開できる環境に近い将来に一般的に整うことは十分に期待できる。そのようになれば、ここで明らかにした方法で、広く学習者の学習時の振る舞いを簡易に観測することができるようになり、e-Learningで実現可能な教育手法を大きく広げることができる。例えば近年では個別指導型の塾が広く一定の需要を満たしているが、これを本手法の適用によって半ば機械的に実現することで、コストダウンを図ることができると期待できる。このような部分の機械化は人間が行うべきである内容に関わる指導に人的リソースを集中させることができるようになることを意味しており、結果として教育の質の向上にもつながると考える。

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2件)

- ① 天野直紀、山本千尋、藤澤公也、寺澤卓也、3次元計測装置を用いた学習行動識別システムの構築、日本e-Learning学会論文誌、査読有、Vol.13、2013、印刷中
- ② 天野直紀、川崎健太、太田晶、藤澤公也、学習者の振る舞いに着目した学習行動識別システムの構築、日本e-Learning学会論文誌、査読有、Vol.12、2012、48-54

〔学会発表〕(計4件)

- ① 渡辺繁樹、天野直紀、教室内における学習態度の複数同時モニタリングシステムの研究、情報処理学会、2013年03月07日、仙台(東北大学川内キャンパス)
- ② 山本千尋、天野直紀、Kinectを用いた学習行動計測システムの研究、情報処理学会、2013年03月06日、仙台(東北大学川内キャンパス)
- ③ 川崎健太、天野直紀、学習者の振る舞いに着目した学習行動識別システムの構築、日本e-Learning学会講演会、2011年12月2日、東京(産業技術大学院大学)
- ④ 川崎健太、天野直紀、学習者の振る舞いに着目した学習行動計測システムの構築、情報処理学会第73回全国大会、2011年3月3日、東京(東京工業大学)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

天野直紀 (AMANO NAOKI)
東京工科大学・メディア学部・准教授
研究者番号：10367203