

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：35409

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330428

研究課題名(和文)電子ノートシステムの提案とその導入効果の検証に関する研究

研究課題名(英文) A proposal of an electronic notebook system and the verification of the effect of the system

研究代表者

尾関 孝史(OZEKI, Takashi)

福山大学・工学部・教授

研究者番号：40299300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題は、電子ツールを利用した電子ノートシステムを提案し、その導入効果を検証することであり、以下の成果を得た。

(1) デジタルペンで入力された電子ノートから、チェーンコードのヒストグラムやランレングス圧縮法を利用したDPマッチングで、キーワードを高速に検索する方法を開発した。また、電子ノートから頻度の高いキーワードを自動的に抽出する方法も開発した。

(2) 講義の受講者が作成した電子ノートや授業風景の画像の解析から、常時板書を写すタイプの受講者としばらく板書を眺めた後にメモを取り始める2つのタイプの受講者が存在することが分かった。これらの解析を通して、受講者の講義への集中度の計測が期待できる。

研究成果の概要(英文)：In this research task, we proposed an electronic notebook system using electronic tools. Also, we verified the effect of the system and obtained the following results.

(1) By using the comparison of two histograms of chain-codes and DP matching with the compression by run-length coding, we developed a fast searching method which finds keywords from electronic notes written by digital pens. Also, we proposed an automatic extraction method of keywords that are shown in on-line handwritten notes repeatedly.

(2) From an analysis of students' electronic notes and videos in lectures, we found two student's types of noting. First type is a student who transcribes the contents of the whiteboard immediately if a lecturer writes something on the whiteboard. Another type is a student who transcribes the contents of the whiteboard after hearing the explanation of a lecture carefully. From these experiments, we can expect to measure students' concentrations to lectures.

研究分野：画像情報工学

キーワード：電子ノート キーワード 受講者 講義 視線 映像 集中度 理解度

### 1. 研究開始当初の背景

一般に、講義や講演を受講する聴講者は記憶の補助のため、手書きノート、ボイスレコーダやビデオを用いてその内容を記録している。このうち、手書きノートは単に講義の板書をそのまま記述するものではなく、講義内容から想起されたアイデアや疑問点なども自由に書き込むことができるため、オリジナリティが溢れたものになる。しかしながら、板書による情報量が多かった場合は、重要な事項をノートに記入し忘れることがある。また、スライドなどで情報が提供された場合は、図をノートにとどめることは容易ではない。一方、ボイスレコーダやビデオは講義を正確に記録することが可能ではあるが、後日欲しい部分だけを取り出すことは難しく、画一的な情報に留まるため、受講者の記録としては創造性に欠ける。そして、これらの複数の手法を用いて内容を記録したとしても、それぞれが独立に記録されており、相互に関連付けられていないため、後から有効な利用が容易ではない。また、講義者から見ると、手書きノートは、板書が早すぎて、受講者がノートを取ることに専念し、理解が疎かになっていないかといった懸念もある。

今後、サングラス型カメラ、デジタルペンやペンタブレットといった新しい電子ツールが普及し、講義の受講形態も大きく変化することが予想される。このため、電子ツールを複合的に利用する電子ノートシステムは、受講者が記録した講義や講演内容を後から理解や活用する際に重宝することが期待でき、その有効なシステムの提案は非常に重要な課題である。

### 2. 研究の目的

サングラス型カメラ、デジタルペンやペンタブレットといった情報を記録するデジタルデバイスが開発されているが、果たして、自然な記録方法である手書きノートの代用となり得るかを評価すべきである。また、両者を融合した相補的な記録方法の開発も重要である。そこで、本研究課題では、サングラス型カメラ、デジタルペンやペンタブレットといった電子ツールを利用した電子ノートシステムを提案する。更に、講義の受講者が作成した電子ノートを解析し、受講者の講義への集中度や理解度を定量的に検証する方法を提案し、提案する電子ノートシステムの講義の理解度に対する有効性を検証する。

本研究課題の研究目的を達成するためのサブゴールは、電子ノート内のキーワードの自動抽出とその索引への登録、固定カメラ映像から、電子ペンによる記入内容に一致する部分の自動抽出、固定カメラ映像とサングラス型カメラ映像の比較による講義への集中度の分析、電子ノートのキーワードや理解度テストによる講義の理解度の分析である。

### 3. 研究の方法

本研究課題は、4つのサブテーマ 電子ノート内のキーワードの自動抽出とその索引への登録、固定カメラ映像から、電子ペンによる記入内容に一致する部分の自動抽出、固定カメラ映像とサングラス型カメラ映像の比較による講義への集中度の分析、電子ノートのキーワードや理解度テストによる講義の理解度の分析から構成される。これらのテーマの実施を3年間の期間で以下に記す計画に従って推進した。

#### (1) 平成 25 年度

初年度は、上記サブテーマのうち、以下の2つのサブテーマに取り組む。

電子ノート内のキーワードの自動抽出とその索引への登録

手書きノートには検索機能はなく、ノートの記述量が多くなった場合、目的のページを探すことが次第に困難になる。一方、電子ノートは、一旦キーワードを索引に登録しておきさえすれば、どんなに古いノートからも容易に目的のページを閲覧可能となる。電子ノートにキーワードを登録する方法としては、(a)ノートの記述者本人が行う、(b)講義者がキーワードを指定する、(c)電子ノートへの電子ペンの書き出し用語や頻度の高い用語を自動抽出し、キーワードとする、といった方法が考えられる。ここでは、(c)の方法を中心にその実現方法を研究する。この際、個人の過去の電子ノートやその講義を受講している他の受講者の電子ノートもキーワードの自動抽出に利用する。

固定カメラ映像から、電子ペンによる記入内容に一致する部分の自動抽出

電子ノートのキーワードの説明に対応する固定カメラの映像部分を抽出し、その映像をキーワードにハイパーリンクをすることで、電子ノートに映像を埋め込む。このとき、(a)サングラス型カメラの視線の変化、(b)電子ノートへの記入のタイミング、の2つの情報量を分析し、映像の大まかな分割に利用する。また、電子ノートの記入者個人の情報だけでなく、その講演の受講者全員の情報も活用する。更に、既に提案されている映像のサマリビデオ(要約ビデオ)の作成手法等も活用し、抽出精度をより向上させる手法を考案する。

#### (2) 平成 26 年度

次年度は、サブテーマ および の改善を継続すると共に、サブテーマ 固定カメラ映像とサングラス型カメラ映像の比較による講義への集中度の分析に取り組む。

講義の受講者の視線は、大まかに分類すると(a)講師や板書の内容をみる時間、(b)ノートにメモを記入する時間、(c)教科書や配布資料を読む時間の3つに分類される。視線が、それ以外に長期にわたりある場合は、著しく講義への集中力を欠いている状態であると推定できる。また、講義者の講義時間も、(a)説明を主に行っている時間、(b)板書を主に

している時間、の2つにおおまかに分類できる。これらの相互の時間を解析し、受講者が(a)講義者の説明を聴講している時間、(b)内容の理解が終了し、ノートにメモをしている時間、の2つに明確に分類できるかどうかを統計的手法を用いて分析する。受講者全員にこの分析を行い、内容を理解せず、板書を写すことに専念している場合の視線の動きを特徴づける。そして、これらのデータをもとに、その講義において受講者の集中度や関心度を測る指標を提案する。また、講義者が、説明時間と板書時間を明確に分けた場合と、板書と説明を混在した場合で集中力にどのような違いが生まれるかを調べる。

(3)平成27年度

最終年度は、サブテーマ 電子ノートのキーワードや理解度テストによる講義の理解度の分析に取り組む。

最初に、受講者が作成した電子ノート内に、講義者が講義の目標としたキーワードが正しく記入されているかを調べる。この分析は、個人の講義の理解度を調べるだけでなく、この分析を講義の全受講者に行うことで、その講義の評価 - 目的が受講者に正しく伝えられたかどうか - を明らかにする。

次に、映像を埋め込んだ電子ノートを作成する受講者と手書きノートのみ作成する受講者に対して、時間を空けて、キーワードに対しての理解度テストを行う。この調査から、電子ノートが従来の手書きノートに対して優位性があるかどうかを検証する。

#### 4. 研究成果

(1)平成25年度は、以下の2テーマを行った。電子ノート内のキーワードの自動抽出とその索引への登録。特に、電子ノートへの電子ペンの書き出し用語や頻度の高い用語を自動抽出し、キーワードとする方法の提案を行った。また、固定カメラ映像から、電子ペンによる記入内容に一致する部分の自動抽出を行った。特に、電子ノートのキーワードの説明に対応する固定カメラの映像部分の抽出では、(a)サングラス型カメラの視線の変化、(b)電子ノートへの記入のタイミング、の2つの情報量を分析し、映像の大まかな分割に利用した。

これらのテーマに対して、以下の研究成果を得た。

(i)ペンタブレットで入力されたオンライン手書きノートから、チェーンコードのヒストグラムやランレンジス圧縮法を利用することで、手書きキーワードをノート内から高速に検索する方法を開発した。また、オンライン手書きノートから頻度の高いキーワード自身を自動的に抽出する方法も開発した。(ii)受講者が講義者や板書をみているか筆記中であるかを固定カメラやサングラス型カメラの映像から自動的に判断する方法を提案した。固定カメラの映像から、受講者の顔を肌色領域として抽出し、抽出した肌色領

域の変化から、ペン先の動きを解析することで筆記中かどうかを判断した。実験では、複数の被験者に対して、顔の向きやペン先の動きから筆記中の状態を推定できた。

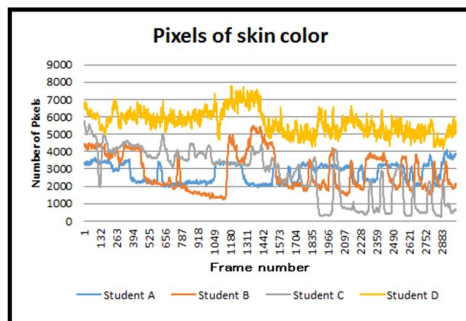


図1：4人の学生の肌色の画素の変化

(2)平成26年度のテーマは 固定カメラ映像とサングラス型カメラ映像の比較による講義への集中度の分析であった。このテーマを実行するためのサブテーマが以下の2つであった。

(a)固定カメラの映像を講義者の板書時と説明時に分離すること (b)サングラス型カメラ映像における講義者、黒板、電子ノートへの受講者の視線変化を計測すること

これらに対して、以下の研究成果を得た。

(i)講義の受講者の講義への集中度を分析するに当たり、受講者の視線が(a)ノートにメモを記入する時間及び(b)講師や板書の内容を見る時間に自動的に分割する方法を提案した。実験の結果、常時板書を写すタイプの受講者としてしばらく板書を眺めた後にメモを取り始めるタイプの2タイプ受講者が存在することが分かった。しかし、提案手法では、受講者が多い場合、複数の顔が重なって、顔の向きも判断ができない問題が残された。

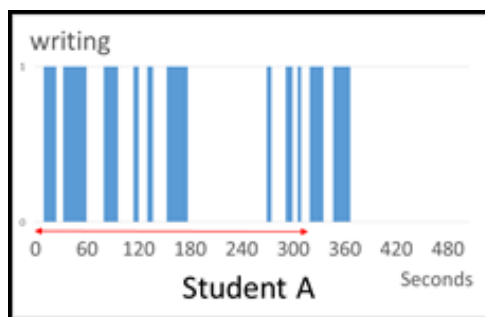


図2：学生Aの筆記状態のグラフ

(ii)次に、サングラス型カメラを着用した受講者の撮影した画像からの視線の動きの推定を行った。その結果、顔の動きである程度視線の推定ができることがわかった。しかし、顔の動く速度が異なると推定誤差が生じることにも分かった。このため、視線の動きの推定精度を向上するには顔の動きの速度に応じた補正が必要であることがわかった。サングラス型カメラ映像による集中度の分析

は次年度への残された課題となった。  
(3)平成27年度の課題はテーマ「電子ノートのキーワードや理解度テストによる講義の理解度の分析であった。このためのサブテーマが以下の2つであった。

(a)電子ノート内の講義者が指定したキーワードの個数の計算

(b)電子ノートを一読後、理解度テストを行った結果

をもとに電子ノートの効果による個人および受講者全員の講義への集中度や理解度を定量的に分析する。理解度テストは、通常の手書きノートや講義映像のみのグループとの比較も行う。

これらに対して、以下の結果を得た。

サブテーマ(a)に関しては明確な傾向は得ることができなかった。サブテーマ(b)に対しては、電子ノートの有効性を確認するための理解度テストを行った。最初に被験者達にビデオ映像で講義を受講してもらった。直後に理解度テストを実施した。1週間後に講義映像を付加した電子ノートと映像の含まれない文字だけのノートの2グループに分けて、10分間の復習をしてもらった。その後2グループに対して、被験者達に別の理解度確認テストを実施した。その結果、映像のある電子ノートを復習に利用したグループが正答率や回答時間で比較的大きな向上が見られた。実験の結果から、映像を付加した電子ノートのほうがテキストのみのノートより学習効果が高いことがわかった。

#### 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5件)

門田 昭男, 尾関 孝史, 渡邊 栄治, 電子ノートを利用した講義中の受講者の動作解析, 福山大学工学部紀要, Vol. 39, pp. 121-128, 2016, 査読無. ISSN 0286-858X

Eiji Watanabe, Takashi Ozeki and Takeshi Kohama, Digitization of Hand-Written Notes Using a Wearable Camera, International Journal of Information and Education Technology, Vol. 5, No. 10, pp. 723-727, 2015, 査読有. DOI:10.7763/IJiet.2015.V5.600

尾関 孝史, 渡辺 恵太, 三好 武士, 渡邊 栄治, 電子ノート内のキーワードの自動抽出, 福山大学工学部紀, Vol. 38, pp. 121-128, 2015, 査読無. ISSN 0286-858X

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, e-Learningにおける受講者によるノートティング動作の分析, 信学論, Vol. J97-D, No.12, pp.1725-1728, 2014, 査読有. DOI:10.14923/transinfj.2014JDP0012

尾関 孝史, 宮崎 光二, 渡邊 栄治, 長方形の用紙を利用したテーブル上の画像の斜め補正法 - 第3報 -, 福山大学工学部

紀要, Vol. 37, pp. 151-154, 2014, 査読無. ISSN 0286-858X

[学会発表](計14件)

尾関 孝史, 渡邊 栄治, ノーティング動作の解析による学修タイプの分類, 電子情報通信学会2016年総合大会 p. 210 2016年3月15日~18日, 九州大学(福岡県福岡市).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義に対する学習者のノートティング動作とノートに対する評価との関係, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2015-108, pp.81-86 2016年3月5日, 香川大学(香川県高松市).

Takashi Ozeki, Eiji Watanabe and Takeshi Kohama, An Analysis of Students' Noting in Lectures Using an Electronic Notebook, Proc. of the International Workshop on Advanced Imaging Technology 2016, in USB(4 pages), 2016年1月6日~8日, 釜山(韓国).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義を対象とした協同学習における学習者の動作の分析, HCGシンポジウム2015, HCG2015-B-6-1, pp. 348-353, 2015年12月16日~18日, 富山国際会議場(富山県富山市).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義を対象とした学習者の非言語動作と理解度の関係, 電子情報通信学会技術研究報告, SITE2015-4, ET2015-69, pp.1-6, 2015年12月4日, 福井市地域交流プラザ(福井県福井市).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 画像処理によるノートティング動作の記録と再生, 電子情報通信学会技術研究報告, LOIS2015-9, pp. 1-6, 2015年7月13日, はこだて未来大学(北海道函館市).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 問題解答時における学習者のライティング動作の分析, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2015-23, pp. 1-6, 2015年7月4日, 北海道教育大学(北海道札幌市).

Takashi Ozeki, Eiji Watanabe and Takeshi Kohama, An Analysis of the Movements of the Face of Students in Lecture, Proc. of the IWAIT & IFMIA 2015, in CD-ROM(3 pages), 2015年1月11日~13日, 台南(台湾).

Takashi Ozeki, Eiji Watanabe, An automatic extraction method of keywords from on-line handwritten notes, Proc. of the Fourth IEEEJ International Workshop on Image Electronics and Visual Computing, in USB (4 pages), 2014年10月7日~10日, サムイ島(タイ).

Takashi Ozeki, Eiji Watanabe, A

Solvable Condition of the Factorization Method for Polynomials Using the Inverse Z-transformation, Proc. of the NOLTA2014, pp. 688-691, 2014年9月14日~18日, ルツェルン(スイス).

渡邊 栄治, 小池 慧, 尾関 孝史, 小濱 剛, ウェアラブルカメラを用いたハンドアウトへの書き込み内容の電子化, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2013-14, pp. 17-21, 2014年7月24日~25日, 広島大学東京オフィス(東京都港区).

K. Watanabe, Takashi Ozeki, K. Miyazaki and Eiji Watanabe, A Fast Search Method for On-Line Data from Handwritten Notes Using DP matching, Proc. of the International Workshop on Advanced Imaging Technology 2014, pp. 365-369, 2014年1月6日~8日, バンコク(タイ).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ウェアラブルカメラを用いた手書きノートの電子化, 電子情報通信学会技術研究報告, EMM2013-56, pp. 19-23, 2013年9月12日~13日, 東海大学熊本キャンパス(熊本県熊本市).

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 問題に対する解答時における学習者の動作の分析, 映像情報メディア学会技術報告, ME2013-136, pp. 69-72, 2013年12月9日~10日, あわら温泉 まつや千千(福井県あわら市).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

尾関 孝史(OZEKI Takashi)

福山大学・工学部・教授

研究者番号: 40299300

### (2) 研究分担者

渡邊 栄治(WATANABE Eiji)

甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号: 20220866