

web カメラを用いた瞬き検出による集中度評価

兜森 仁志[†] 安彦 智史[‡] 長谷川 大[†] 佐久田 博司[‡]青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科[†] 青山学院大学附置情報メディアセンター[‡]

1. はじめに

学校教育におけるタブレット PC は、情報系科目だけでなく語学教育や工学系科目など、マルチメディアを利用する様々な科目で利用されている。特に近年では、オンライン講座や e-learning システムなど、タブレット PC を利活用した教育手法が増加している¹。これらの教育手法を用いた講義は、従来における教員との対面型講義と異なり、受講者が PC と向かい合うため、講義に集中しているか把握しづらいという問題がある。

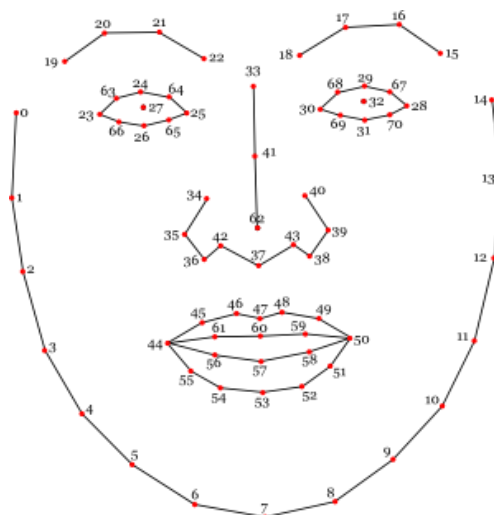
近年、集中度の指標として瞬きが注目を集めている。例えば、Stern ら [1]の研究により、視覚課題を行っている際に瞬きが抑制されることが明らかにされている。しかし、田中ら [2]の研究により、計算課題の困難度に応じて瞬きが増加するということが明らかにされている。このようにタスクに依存した傾向が報告されているものの、瞬きは集中度の指標になりうると考えられる。

そこで、本研究では集中と関係が深いとされる瞬きに着目し、ノート PC に内蔵された低解像度カメラ画像から得られる瞳孔座標の変化量により、瞬き回数を計測するシステムを提案する。また、e-learning 中の使用を想定し、提案システムの実相は、一般的な web サイトに組み込めるように Javascript を使用する。これにより、e-learning 開発者は、従来の web サイトをベースに簡単に本システムの結合が可能となる。また、利用者にとっては、アプリケーションのインストールなどの必要がなく、負担がない。

さらに、集中して課題を行っている際の瞬き回数は減少すると仮説を立て、本システムを用いて、e-learning システムを利用中の学習者を想定した瞬き計測実験を行う。

2. 研究概要

本研究では、集中力把握を行うための瞬き検出システムの開発を行う。本研究で開発する瞬き検出システムは、タブレット PC の利用を考慮し、Javascript による実装を行う。実装には、顔特徴検出ライブラリである clmtrackr²を利用した。なお、本システムは、タブレット PC に内蔵している低解像度カメラ画像から取得できるフレーム画像を入力とし、システム開始時から終了時

図 1 clmtrackr の特徴点番号一覧³

までの瞬きの回数を計測する。

2.1. 顔特徴検出

低解像度カメラから得られた動画画像から、瞬き検出を行うために、顔特徴検出を行う。今回利用した clmtrackr は、the MUCT database を用いた Jason ら [3] が提案した Subspace Constrained Mean-Shifts による顔特徴検出ライブラリである [3]。

2.2. 瞬き検出

clmtrackr により取得された瞳孔付近の特徴点、および顔の中心にあたる鼻の特徴点の変化量を利用し、瞬きの検出を行う。具体的には、図 1 の特徴点 27, 32, 37 番の xy 座標を clmtrackr により 1 フレーム分保持し、現在のフレームの各 xy 座標と 2 点間の距離の公式を用いてフレームごとの変化量を求める。この計算結果より、27, 32 番の座標の変化量が 0.5 より大きく、かつ、27, 32 番の座標の変化量から 37 番の座標の変化量を引いた数値が 0.5 より大きい場合は瞬きとしてカウントする。本システムにおいて、瞬きを一度カウントした際には、直後の 20 フレームは瞬き回数をカウントしないものとした。

3. 実験

本研究では、瞬き検出システムの精度実験、及び集中による瞬き回数の変化を検証するための実証実験を行った。

¹ http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1339524.htm

[†] Hitoshi Kabutomoi, Dai Hasegawa, Hiroshi Sakuta

[†] Department of Integrated Information and Technology, College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

[‡] Satoshi Abiko

[‡] Aoyama Gakuin University Institute of Information and Media

² <https://github.com/auduno/clmtrackr>

³ http://auduno.github.io/clmtrackr/media/facemodel_numbering_new.png



図2 実証実験（左）と精度実験（右）の様子

表 1 各条件の瞬き回数

瞬き回数	A	B	C	D	平均
条件 1	18	20	44	21	26
条件 2	22	39	24	29	29
条件 3	18	37	20	34	27
合計	58	96	88	105	82

表 2 各条件の正答率

正答率	A	B	C	D	平均
条件 1	94%	57%	63%	63%	71%
条件 2	100%	93%	100%	100%	98%
全体	92%	67%	71%	73%	77%

3.1. 精度実験

実証実験を行う前に、本システムの精度を検証するための実験を行った。実験の様子を図 2 の右図に示す。実験では、タブレット PC である VAIO Tap 11 とそれに内蔵する低解像度カメラを利用し、1 分間、本システムを稼動し、瞬き検出の精度及び再現率、F 値を算出した。実験環境は、照度 400~600 ルクスの教室で行った。

3.2. 実証実験

実証実験では集中度に着目した条件を作成した。実験の様子を図 2 の左に示す。集中による瞬きの減少を検証するため 3 条件による、被験者の瞬きの様子を本システムにより計測する。仮説より、条件 1 を集中が必要な条件、条件 2, 3 を集中が必要ない条件とし、条件 1 で瞬き回数が抑制されると考える。

条件 1

1~3 桁の足し算または引き算の計算式を表示し、その答えの最上位の桁の数字の偶奇を判定する。

条件 2

1 桁の足し算の計算式を表示し、その答えの偶奇を判定する。

条件 3

2 分間白い画面を見る。

4. 結果と考察

精度実験、及び実証実験の結果、以下のようなデータを得た。

4.1. 精度実験の結果と考察

精度実験は被験者 2 名で行った。その結果、本研究で開発した瞬き検出システムは精度 92%、再現率 98%、F 値 95%となった。今回の精度実験ではメガネを着用した被験者も含まれたが、正常な数値を得ることが可能であった。

4.2. 実証実験の結果と考察

本システムの実証実験を 4 名の被験者により行った。実験結果を表 1, 2 に示す。

表 1 は各条件での瞬きの回数、表 2 は各条件で提示した問題の正答率を示している。表 1 より、被験者 A, B, D は仮説通りの結果を得られた。

しかし、被験者 C のみ、仮説とは逆に条件 1 で瞬きの回数が一番多くなるという結果が得られた。これは、条件 1 で提示される問題が切り替わる際に、明示的幕間が発生していたため、瞬きが誘発され、それに伴い瞬きの回数が増加したと考えられる。

また、今回の実験では少数の被験者により実験を行っているが、より多くの被験者を集めることで、被験者 C のような、条件 1 で瞬きの回数が最も多くなる割合を求めることが可能となる。

5. おわりに

本研究では集中度把握のための瞬き検出システムを開発し、精度実験と実証実験により、高い精度と再現率を確認した。また、Javascript を使用することによりデバイスに依存しないリアルタイムで動作する瞬き検出システムを実現した。また、今回の実証実験では、集中が必要とされる条件で、瞬きの回数が減少することが確認できた。しかし、前章でも述べたように、今回の実験では、予想に反したパターン瞬きの回数を示す被験者も確認できた。このため、集中度の把握に瞬きを利用するには、明示的幕間での瞬き増加を確認する条件を追加し、より多くの被験者を用いて実験を行う必要があると考えられる。

今後の展望として、本システムを一般的な講義時間中稼動した場合においても、瞬き検出の精度を保持するか確認する必要がある。精度を保持しないのであれば、長時間稼動に耐えうるよう改良をすることで、一般的な講義時間の中でも講義受講者の集中度を測ることが可能となる。

参考文献

- [1] J. A. Stern, L. C. Walrath and R. Goldstein, "The endogenous eyeblink," *Psychophysiology*, 21, 22-33, 1984.
- [2] 田中裕, "覚醒水準と瞬目活動," *心理学研究*, 70(1), 1-8, 1999.
- [3] J. M. Saragih, S. Lucey and J. F. Cohn, "Face Alignment through Subspace Constrained Mean-Shifts," *Computer Vision*, 2009.