

ドライアイ軽減のための瞬き促進システムの実装および評価

東覚 瑠菜* 神場 知成*

概要. ドライアイを軽減することを目的として、利用者の瞬き回数を自動的に検知し、その状況によって瞬きをうながすシステムを開発した。パソコンに内蔵されたカメラで取得する利用者の顔画像から瞬きを検知し、一定のルールにしたがって画面上に瞬きのリマインドを表示する。①リマインドをしない場合、②40秒に1回定期的にリマインドをする場合、③10秒間に瞬き回数が2回以下になった際にリマインドをする場合、④短い瞬き（不完全な瞬きと推定される）の割合が高くなった際にリマインドをする場合、を比較した。被験者6名による4分間の実験結果では、③の条件下でもっとも瞬き回数が増え、短い瞬きも少なくなった。従来、一定時間ごとに瞬きをリマインドする機能の効果は確認されていたが、瞬き回数に応じて必要な場合だけ動的にリマインドを行うものではなく、利用者のわずらわしさを減らして継続的な利用を促す効果が期待できる。さらに長時間の実験を通じて実用性の向上を目指す。

1 はじめに

VDT 作業におけるドライアイ症候群の割合は高く、原因の一つは VDT 作業時に瞬きの回数が減ることであるとされている[1]。ドライアイ症候群は見過ごされがちだが、QOL に大きな影響を与えることが分かっている[2]。

2 従来の研究

Tarik らはドライアイ症候群の対策として、PC 使用中の瞬き回数を増やすためのリマインド手法を提案した[2]。画面がぼやけるアニメーションなど4手法を比較し、いずれの手法によっても瞬き回数の増加に成功したが、アニメーションがユーザの作業の邪魔になるなど複数の課題があった。Nosch 等はこれらの課題を解決し、シャッターのアニメーションを用いて定期的に瞬きを指示する手法の有効性を示した[3]。しかし、通常人間の瞬きは一定ではなく、一定間隔でのアラートは不自然に感じられる可能性があるなど[2]、長期的な実用面で課題がある。

さらに、近年では瞬きの質も重要視されている[1][4]。涙液を十分に眼球に行き渡らせるという点では不完全な瞬きがあるとされ、不完全な瞬きとは、完全に目を閉じていない場合などが指摘されている[1]。

本論文では、必要な場合だけリマインドを出すことで利用者の「慣れ」を防ぐとともに、瞬きの回数

だけでなく質の検討も行う。以下では実装システムを用いた適切なリマインド方法と効果の検討を示す。

3 実験システム

3.1 システム構成

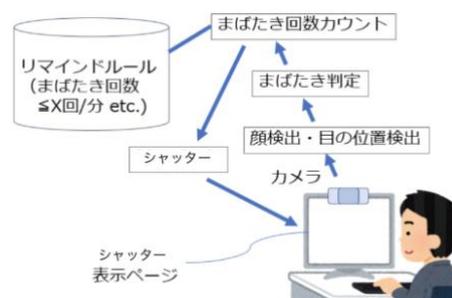


図1. システム構成

システム構成を図1に示す。ユーザのPC作業中、モニター上部に設置されたカメラが顔画像を映し、画像処理により瞬きを検知する。瞬きの検知はGoogleによるオープンソースの機械学習ライブラリMediaPipeを利用し、ライブラリによって検知された上下まばたきの距離が0.02以下になった場合を瞬きと判定している(図2)。予備実験によれば、実際の瞬き回数と、本検知機能による測定回数の「ずれ」は4分間にほぼ2回となった。



図2. 瞬きの判定

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 東洋大学 情報連携学部 (INIAD)

3.2 リマインド機能

システムは、一定の条件が満たされたときにユーザに瞬きを促す。実装は、Selenium ライブラリで Chrome ブラウザ上に表示されたページを制御した。リマインドには Nosch らが提案した手法[3]を模倣しシャッターのアニメーションを用いた。図 3 に示すように上下からグレーの帯が中心に向かい、4 秒で画面全てグレーになるとアニメーションが消える。

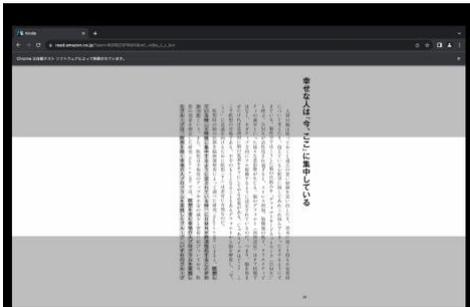


図 3. リマインドのアニメーション

4 実験

4.1 実験概要

日常的に PC を利用する被験者 9 名に、ノート PC 上で 4 分間読書をしてもらう。書籍の表示には Amazon Kindle のアプリを用い、読みやすい縦書きの実用書を使用した。ページめくりは被験者が矢印キーにより行った。システムは、条件が成立したときに図 3 のようなシャッターのアニメーションをページ上に表示する。被験者に対して、瞬きのリマインドをすることはあらかじめ伝えてあるが、その時に行うべき具体的な対応の指示はしていない。

被験者 1 名あたり、瞬きを促すタイミングを下記に示す 4 つのルール R1~R4 で行なった。実施順序は、全員が R1 を最初に行い、それ以後の 3 回はランダムに変更した。目の疲労を考慮し、一回の実験が終わるごとに 2 分程度の休憩を挟んだ。

R1) リマインドなし (ベースライン)

R2) 一定 (40 秒に 1 回)

R3) 瞬き回数が 10 秒あたり 2 回以下になった時

R4) 質の悪い瞬きが 40 秒あたり 2 割を超えた時
ここで R3) については、一般の人の通常時の瞬きが 1 分間あたり平均 10-16 回前後とされているため[3]、それを大幅に下回ることを防ぐように設定した。

R4) では、被験者に事前に「質の悪いまばたきが増えるとリマインドが出る」と伝えている。通常まばたきを閉じている時間は 50ms[4]程度であることから、それ以下の短い瞬きを、質の悪い瞬きと仮定した。

4.2 結果

書籍は全 256 ページあり、4 分間×4 ルールの合計 16 分間で、被験者はおよそ 20~30 ページ読んだ。実験は 9 人に対して行ったが、後述の理由により、ここでは 6 名の結果を示す。4 分間のリマインド回数、瞬き回数、短い瞬きの比率を表 1~3 に示す。表 2 と 3 のいずれにおいても R3 がもっとも好成績(瞬きが多く、質の悪い瞬きが少ない)となっている。

表 1. 被験者 A~F に対する 4 分間のリマインド表示回数

	A	B	C	D	E	F	平均
R1	0	0	0	0	0	0	0
R2	6	6	6	6	6	6	6
R3	15	19	11	8	21	8	12.7
R4	4	4	4	5	5	3	4.2

表 2. 1 分あたりの瞬き回数

	平均	標準偏差	中央値
R1	8.7	4.6	9.4
R2	10.9	3.0	11.0
R3	14.0	5.5	15.1
R4	9.0	3.6	10.4

表 3. 短い瞬きの割合

	平均(%)	標準偏差	中央値
R1	55.1	4.2	54.8
R2	63.2	15.0	58.9
R3	54.6	24.9	55.3
R4	65.9	20.3	74.2

5 考察

質の悪い瞬きを判定してリマインドする R4 では効果が見られず、瞬き回数に応じてリマインドをする R3 が、結果的には質の悪い瞬きも減らす結果となった。アンケートによると R4 の方法では、なぜ質の悪い瞬きが多いと判断されたのかわからず使いづらかったという意見が複数あった。改善には、利用者への具体的な説明が必要と考えている。

なお、被験者 9 名中 2 名は縁の太いフレームのメガネをかけており、フレームとまぶたが度々重なることで瞬き検出精度が悪く、分析対象から外した。1 名はすでに病院でドライアイと診断されており顕著に瞬きが多く、集計から除外した。実用面ではこれらの考慮が必要である。

6 おわりに

ドライアイ対策として PC 利用中に動的に瞬きを促すシステムを提案した。さらなる検証と実用性向上を目指す。

謝辞

本研究は、東洋大学重点研究推進プログラムにより助成を受けたものです。同助成に感謝いたします。

参考文献

- [1] A. Fogelton and W. Benesova, "Eye blink completeness detection," *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 176–177, pp. 78–85, 2018. doi:10.1016/j.cviu.2018.09.006
- [2] T. Crnovrsanin, Y. Wang, and K.-L. Ma, "Stimulating a blink," *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2014. doi:10.1145/2556288.2557129
- [3] Nosch DS, Foppa C, Tóth M, Joos RE. Blink Animation Software to Improve Blinking and Dry Eye Symptoms. *Optom Vis Sci*. 2015 Sep; 92(9): e310-5. DOI: 10.1097/OPX.0000000000000654.
- [4] J. K. Portello, M. Rosenfield, and C. A. Chu, "Blink rate, incomplete blinks and Computer Vision Syndrome," *Optometry and Vision Science*, vol. 90, no. 5, pp. 482–487, 2013. doi:10.1097/opx.0b013e31828f09a7
- [5] J. A. Stern, L. C. Walrath, and R. Goldstein, "The Endogenous Eyeblink," *Psychophysiology*, vol. 21, no. 1, pp. 22–33, 1984. doi:10.1111/j.1469-8986.1984.tb02312.

未来ビジョン

本研究では、PC利用者のドライアイに焦点を当て、ドライアイ改善のためのシステムを提案・評価した。目は身体の中でも非常に複雑な器官であり、目の健康を維持することは全身の健康維持にもつながると言われる。近年デジタルデバイスの普及が益々進む中で、目の健康を保ち、デジタルデバイスと上手く付き合っていく手法はないか探りたく研究を進めている。

また、本システムが目の健康維持に加え、全身の病気の早期発見に役立てられることを期待している。目は身体の窓ともいわれ、眼科の受診をきっかけに全身の疾患に気づくこともある。近年目の状態から身体のだまざまなことが分かるようになってきており、眼底検査が高血圧や動脈硬化などの循環器疾患、

糖尿病などの早期発見につながる可能性がある。定期検診のため眼科を受診する習慣がない人は多く、受診時には症状が進行してしまっているケースも多い。提案システムを通じ日頃から目の状態を把握し、必要時には眼科の受診を促すなどしたい。また、最近では高性能小型カメラの登場により、PCやスマートフォン付属のカメラで精度の高い情報を得ることができるようになってきている。近い将来自宅でもできる検診サービスが増え、近くに眼科がない人でも検診を受けられるリモート検診のサービスともつなげ、目と全身の健康向上に役立つと良いと考えている。

提案するシステムが、日頃の目の渇きからくる精神的・身体的ストレスを軽減すると同時に、全身の健康を守るサービスとして活躍することを期待している。