

眼電位センサを用いた眠気検出に基づく ディスプレイ輝度制御システム

工藤 聡莉[†]
渋谷教育学園幕張高等学校[†]

許 ケビン[‡]
東京大学[‡]

菅野 裕介[§]
東京大学[§]

1 はじめに

近年の情報技術の進歩とコロナ禍の影響で、我々がディスプレイと接する時間は飛躍的に増加した。オンライン授業や Web 会議は非常に効率的である一方、VDT 症候群 [2] やディスプレイ作業に起因する眠気 [4] などが重要な課題として指摘されている。

ディスプレイ疲労対策としてよく知られるブルーライトカットは近年その無効性が指摘されているが [5]、輝度が高いディスプレイは眠気度を低下させることが示されている [4]。一方、JINS MEME [6] のようなウェアラブルセンサを使用すればユーザーの眠気度を計測することは可能であり、例えば運転中に眠気度に応じてアラートが鳴るシステムが提案されている [3]。しかし、ディスプレイを動的に制御する眠気低減システムはこれまで検討されてこなかった。

本研究では、ユーザーの状況に適応してディスプレイの輝度を調節し、眠気を自動で低減させるシステムを提案する。JINS MEME から獲得した眠気度が上昇すると、それに対応してディスプレイの明るさを動的に上昇させる。提案システム使用時と通常の動画視聴時を比較した実証実験を通して、提案手法の効果を定量的に示す。

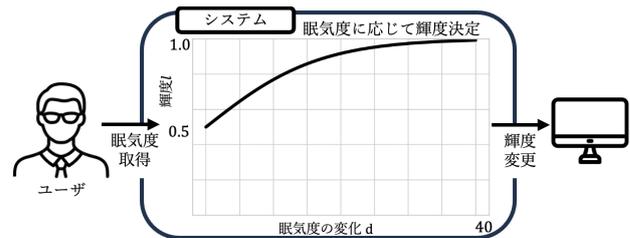


図1 提案システム

2 提案手法

図1に提案システムの概要を示す。提案システムは、ユーザーが装着する JINS MEME とラップトップ PC で構成される。システムは定期的に、API を通して JINS MEME で測定される眠気を表す眠気度（低覚醒スコア）を獲得する。眠気度が高くなってきたら、ディスプレイの輝度を高くすることで、受講者の目の眠気を低減させることを狙う。

実装では、ディスプレイの輝度 l は次のように設定した。

$$l = \frac{l_0 L}{l_0 + (L - l_0)e^{-kd}} \quad (1)$$

$L = 1.0$ はディスプレイの最大輝度であり、 $l_0 = 0.5$ は輝度の初期値である。 d は現在の眠気度と基準となる眠気度の差であり、予備実験よりこの基準値は 40 と設定している。また、眠気度が 80 前後で輝度が最大かつ緩やかに明るくなるように、輝度変化率 $k = 0.12$ と定めた。

3 実験

提案システムと、初期輝度 $l_0 = 0.5$ で変化しないベースラインシステムで動画視聴する比較実験を行った。8名（女性7名、 $M = 16.4$ 歳、

Evaluation of the Effectiveness of Display Brightness Control System Using EOG Sensor in Preventing Drowsiness

[†] Akari Kudo, Makuhari Junior and Senior High School

[‡] Kevin Xu, The University of Tokyo

[§] Yusuke Sugano, The University of Tokyo

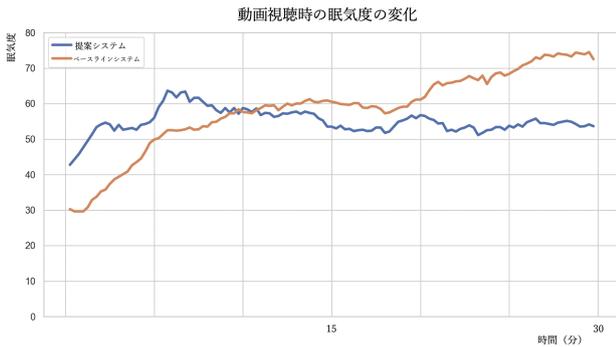


図2 眠気度の変化。横軸は実験開始以降の経過時間、縦軸は全参加者の平均眠気度。

$SD = 1.66$) の参加者は、カウンターバランスをとり4つの実験条件(2種類の動画の視聴順序と2種類のシステム使用順序)に割り当てられた。実験の概要説明を受けた後、参加者は同意書に署名し、まず Stanford Sleepiness Scale (SSS) [1] に沿って主観的眠気度を回答した。その後 JINS MEME を装着してシステムを使用し、あらかじめ選定した講義映像を視聴した。動画視聴後、再び主観的眠気度を回答し、さらに講義映像に関する理解度テストに解答した。

最後に、システムごとに、自由記述形式の感想に加え次のような項目のアンケートに5段階のリッカート尺度で回答した：Q1) ディスプレイの輝度は、動画の視聴に適しており、見やすかった、Q2) 眠くならずに動画を視聴できた、Q3) 動画の内容が頭に入ってくるシステムだった、Q4) 提案システムを実際に使いたいと思ったか(提案システムのみ)。その後、間に15分のインターバルを置き、もう一方のシステムを使用し同様の実験を実施した。

JINS MEME で取得した眠気度データの平均値の推移を図2に示す。ベースラインシステムでは眠気度が上昇傾向にあるのに対し、提案手法では眠気度を一定以下に抑えられていることがわかる。視聴開始後と視聴終了間際の5分間の平均眠気度に関して、ベースラインシステムでは有意な差があった($p = 0.002^{*1}$)一方、提案

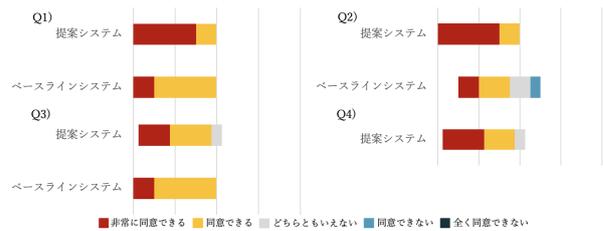


図3 アンケートの回答結果

システムでは有意差は見られなかった。また、SSS の値もベースラインシステムでは動画視聴前後に有意な差があった($p = 0.016$)一方で、提案システムでは有意差は見られなかった。

また、図3に示すアンケート結果では、Q1、Q2で提案システムがベースラインよりも有意に高い評価を獲得した($p = 0.046, 0.038$)。一方、Q3では有意差は見られず、提案システムによって動画視聴を妨げる可能性は見られなかった。さらにQ4では、8人中7人が同意できる、または非常に同意できると回答した。

4 おわりに

本研究では、眠気度に応じて輝度を自動変更するシステムを提案し、その眠気低減効果をユーザー実験を通して実証した。今後の課題として、スクリーン輝度と環境照度の関係の考慮や、眠気度の値の更なる正確化が求められる。

参考文献

- [1] AZMEH SHAHID, KATE WILKINSON, S. M. C. M. S. *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*. Springer, 2012.
- [2] CLAYTON BLEHM MD, SEEMA VISHNU MD, F. A. K. M. S. M. M. R. W. Y. M. Computer vision syndrome: A review. *Surv Ophthalmol* 50, 3 (2005), 253–262.
- [3] SHINJI NIWA, MORI YUKI, T. N. S. S. K. I. A wearable device for traffic safety—a study on estimating drowsiness with eyewear, jins meme. *SAE Technical Paper* (2016), 8.
- [4] SIMONE BENEDETTO, ANDREA CARBONE, V. D.-Z. M. P. T. B. Effects of luminance and illuminance on visual fatigue and arousal during digital reading. *Computers in Human Behavior* 41 (2014), 112–119.
- [5] SUMEER SINGH, PETER R KELLER, L. B. P. M. E. M. J. G. L. C. C. H. L. E. D. Blue - light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 41 (2023), 1–99.
- [6] UEMA, Y., AND INOUE, K. Jins meme algorithm for estimation and tracking of concentration of users. In *Proc. Ubicomp* (2017), pp. 297–300.

*1 以下全てウィルコクソンの符号順位検定