

浅い眠気のモデル予測制御によるオフィスでの生産性向上の実証 An Experimental Proof of Productivity Improvement in Office by Model Predictive Control of Shallow Drowsiness

向後 卓磨^(a) 辻川 剛範^(b) 木内 幸浩^(a) 西野 淳^(c) 橋本 哲^(c)
Takuma Kogo Masanori Tsujikawa Yukihiro Kiuchi Atsushi Nishino Satoshi Hashimoto

1. はじめに

人工知能やロボティクスによる自動化によって労働者の一部の業務を代替しつつあるが、近い将来においては全ての業務が代替されることはないため、今後も労働者の生産活動を支援する仕組みを継続して検討していく必要がある。これについては様々なアプローチが考えられるが、その一つとして、適切な労働環境を提供することによって労働者の生産効率に貢献する方法があげられる。

筆者らは、生産性に関係すると言われていた眠気に着目しており、適切な室内環境によって眠気を改善することで生産性が向上する可能性について検討を行ってきた。近年において実用化が進んでいる眠気の推定方法[1]を用いて定型業務における眠気の状態を調査したところ、眠気レベルが浅い眠気状態となっている割合が全体の 40%程度を占めており、改善の余地があることを確認している[2][3]。

さらに筆者は、オフィスワーカーの浅い眠気を予防する空調・照明の制御方法について開発を行ってきた。具体的には、実験データから同定した予測モデルを用いてオフィスワーカーの眠気レベルを最小化する空調および照明の設定値を計画して制御するモデル予測制御を開発してきた。本モデル予測制御を適用することによって、映像データのアンテーションという実定型業務において、快適性を損なうことなく、作業スピードが冷房時に 8.3%、暖房時に 8.0%だけ改善したという実証結果を得ている[2][3]。

筆者らは、本モデル予測制御はオフィスにおける生産性向上に有効であると考えているが、一方で、業務・作業の内容によっては生産性向上の程度は異なると推察している。そこで筆者らは、先行研究[2][3]とは業務性質が異なり、かつ、多くの企業で行われている業務であるという条件を満たす総務系業務に本モデル予測制御を適用し、月次の労働時間が削減可能であるか実証試験を行った。本稿では労働時間の削減効果について報告し、本モデル予測制御がオフィスにおける生産性向上に寄与する可能性について示す。

2. 評価対象の業務

NEC VALWAY 株式会社[4]に協力頂き、事務所の一部署において本モデル制御を適用する実証試験を行った。NEC VALWAY 株式会社は、コンタクトセンターの構築・運営、デジタルマーケティングのアウトソーシング、ヘルプデスクの構築・運営、IT アウトソーシング、BPO (Business Process Outsourcing) および人材派遣サービスの提供を事業の中核としている。実証試験においては、

- (a) NEC データサイエンス研究所
Data Science Laboratories, NEC Corporation
(b) NEC バイオメトリクス研究所
Biometrics Laboratories, NEC Corporation
(c) ダイキン工業株式会社
Daikin Industries, LTD



図 1 執務室の内観

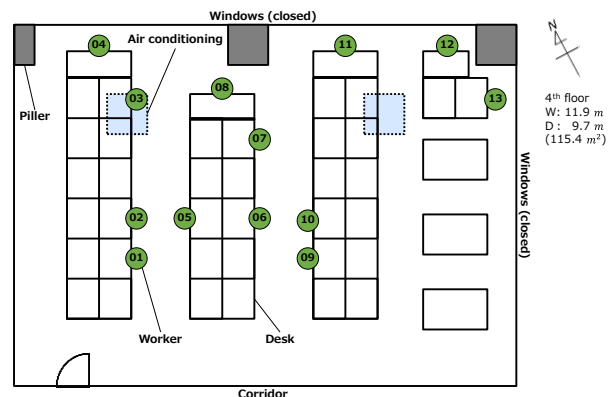


図 2 執務室のレイアウト

この中の BPO サービス部門のうち 25 名から成る部署に協力頂いた。評価対象となった部署は、総務系業務の BPO サービスとして、各種事務手続きなどの申請に対する受理手続きを行っており、申請内容に不備がないか確認し、承認および差し戻しの処理を業務として行っている。

評価の対象となる業務は、定型業務に分類される。しかし、先行研究[2][3]において対象となった作業と比較すると、より複雑な作業である。具体的には、個々の様々な申請内容に対して抜け漏れ及び不整合の有無を間違いなくチェックし、差し戻しの際には不備の内容を申請者に分かりやすく説明する文面を作成する。よって、対象の業務は、総務系業務に限らず多くのオフィスワーカーが日常的に行う一作業でもあることを加えて考慮すると、日常業務程度の複雑性を持った定型業務といえる。

3. 評価方法

前章で記した BPO サービス業務を行う 25 名の部署を対象に本モデル予測制御を適用する実証試験を行った。図 1 と図 2 に、事務所の一區画にある対象部署の執務室を示す。

対象部署の執務者 25 名に事前に本実証試験について説明を行った。このうちの眠気レベルの測定に関して承諾を頂いた 13 名については各人の作業用モニタの上に Web カメラを設置して眠気レベルの測定を行えるようにした。

本モデル予測制御の適用については、照明が設定値の変更ができるものではなかったため、空調の温度設定値のみを変更するものとした。また、空調の温度設定値は 25.5～27.5℃の範囲で決定するものとした。評価期間において空調の風量と風向の設定値は固定とし、変更を行っていない。また、評価期間は冬季ではあったが、事務所建物の高い断熱性から暖房運転では室温が 28.0℃を超えてしまうため、空調は冷房運転とした。

評価期間は 2018 年 10 月～12 月の 3 ヶ月間とした。これは業務プロセス及び人員の変更がない期間を選定した結果である。10 月においては本モデル予測制御を一切適用せず、11 月においては 2 週間 (10 営業日) だけ本モデル予測制御を適用し、12 月においては 3 週間 (15 営業日) だけ本モデル予測制御を適用した。

評価指標は月次の 25 名の総労働時間とした。ただし、月毎に処理案件数が異なるので、処理案件数で正規化した総労働時間を評価指標として採用した。次章において労働時間といえば、この評価指標を指すものとする。また、13 名の執務者には各日の午前と午後 (それぞれ 11:45 頃と 17:15 頃) に快適性に関するアンケートに回答頂いた。アンケートの内容および回答基準は先行研究[2][3]と同様である。

4. 評価結果

図 3 に制御期間の違いによる労働時間の比較結果を示す。制御なし (10 月) と比較して本モデル予測制御の適用期間が長くなるほど労働時間の削減効果が大きくなっていることがわかる。本モデル予測制御の適用期間を 1 ヶ月間すべてとした場合の労働時間の削減効果は 3.0%程度になると推定される。これは人件費を 800 万円/人/年とすれば、年間 24 万円/人の費用削減に相当する。25 人の部署の場合では年間 600 万円の費用削減に相当する。

快適性に関しては、主観評価値が不快でない範囲となった回答の割合が 80.8%という結果を得ており、先行研究[2][3]で示されている制御を行わない場合における 81.5%と同程度となった。これより執務者の快適性は損なわれていないと推察できる。

5. おわりに

オフィスワーカーの生産性を向上させる空調・照明を用いた浅い眠気モデル予測制御を、総務系業務を行う事務所の一部署に適用する実証試験を実施した。25 名の部署における月次の総労働時間について本モデル予測制御によ

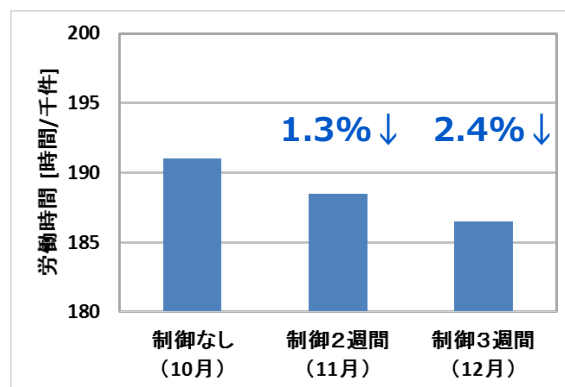


図 3 労働時間の削減効果

る削減効果を測定したところ、2 週間の制御適用で 1.3%、3 週間の制御適用で 2.4%の削減率が実測された。また、このときの快適性についての執務者の主観評価は本モデル予測制御を行わない場合と同程度となっており、快適性を損ねることなく労働時間の削減を実現したことを確認した。

倫理的配慮

本研究は、特定非営利活動法人全国臨床研究協議会倫理審査委員会の承認の下、臨床研究等の倫理指針、「ヘルシンキ宣言」およびその他関連法規を遵守し、被験者の個人情報の取扱いおよび心身に十分配慮した上で実施した。また、被験者についてインフォームドコンセントを実施した。

謝辞

実証試験に協力頂いた NEC VALWAY 株式会社の對川猛氏、油井郁奈氏、福家匠氏、伊藤武徳氏、越田真弘氏、株式会社光和ビルディングの吉岡秀浩氏、宮村修氏ならびに関係者の方に厚く御礼を申し上げますと共に感謝の意を表する。

参考文献

- [1] M. Tsujikawa, and et al., "Drowsiness Estimation from Low-Frame-Rate Facial Videos Using Eyelid Variability Features," *Ann. Int'l Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pp.5203-5206, July 2018.
- [2] T. Kogo, and et al., "Model Predictive Control of Shallow Drowsiness: Improving Productivity of Office Workers," *Ann. Int'l Conf. of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, July 2019 (to appear).
- [3] T. Kogo, and et al., "Model Predictive Control of Shallow Drowsiness: Improving Productivity of Office Workers," arXiv preprint, arXiv:1904.06195, April 2019.
- [4] NEC VALWAY, <https://www.necvw.co.jp/>