2ZA-06

脚部動作計測に基づく学習効果向上のための休憩提案システム

後藤 和彦 †　　相川 大吾 ‡　　江木 啓訓 ‡

† 電気通信大学 情報理工学域 先端工学基礎課程　‡ 電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻

1　はじめに

本研究では，学習者に適切なタイミングでの休憩取得を促すことにより，学習効果を向上させるシステムを提案する．

個人学習に取り組む際に，疲労が蓄積して集中力が散漫になり，学習効果が低下するということが生じる．適切なタイミングで休憩を取得すると，学習効果が向上するという指摘がある [1]．しかし，学習者自身が決めたタイミングで休憩を取得することが，学習効果向上に繋がるかどうかは明らかではない．

学習効果向上に繋がる休憩の取得方法として，ポモドーロ・テクニックを用いた方法などが挙げられる．ポモドーロ・テクニックとは，短時間学習を，短時間休憩を挟みながら繰り返す学習法である．しかし，固定されたタイミングで休憩を取得するよりも，パーソナライズされたタイミングで休憩を取得した方が，学習効果が向上する [1]．また，疲労と集中力には相関があることが指摘されている [2]．このため，学習者の疲労が蓄積した際に休憩を取得することにより，学習効果を向上させることができると考えられる．

本研究では，学習者の疲労を推定し，休憩のタイミングを決定するシステムを開発した．開発したシステムによって提案されたタイミングで休憩を取得させることによる，学習効果の向上を検証した．

2　関連研究

パーソナライズされたタイミングで休憩を取得することによる，学習効果の向上を示した研究がある [1]．この研究では，パーソナライズされたタイミングでの休憩の取得は，学習効果の向上に効果的であるとしている．特に，パフォーマンスが低下した際に，休憩を取得することが重要であると報告されている．しかし，この研究の手法では，パフォーマンスの指標としてセクションごとのテストの結果を用いているため，テストの結果をセクションごとに測定する必要がある．

デスクワークを行う被験者の瞬目の頻度から疲労を推定し，休憩タイミングを決定した研究がある [3]．この研究では，被験者の瞬目の状況をビデオカメラで撮影するため，被験者に緊張感や圧迫感を与える可能性がある．また，この研究では，疲労が蓄積した際に休憩を取ることの有用性について言及はしているが，疲労に基づく休憩を取得した際の効果の検証は行っていない．

これらの関連研究における問題点から，本研究では，学習者の学習活動を阻害することなく，リアルタイムで学習効率を推定する手法を用いる．

3　提案手法

本研究は，学習者の脚部動作に注目する．脚部の動作時間から学習者の疲労の推定を行い，適切な休憩タイミングを決定する．脚部動作は，机上のタスクに関わらず計測可能である．また，本システムでは，焦電型赤外線センサを用いて非接触で脚部動作を計測するため，学習活動を阻害する恐れがない．

疲労の蓄積により，脚部の動作時間が増加するという結果が示されている [2]．また，集中力が低下した際，学習者は，首を傾げる，頬杖をつく，椅子によりかかる，足を組む，座り直すなどの動作をする [4]．脚部の動作時間と，主観的な疲労の間に強い正の相関があり，暗算課題の正答率と疲労の間には強い負の相関があるとしている．すなわち，脚部の動作時間の増加は疲労の蓄積および集中力低下の合図であり，学習の定着の低下の合図でもある．休憩を取得することにより学習効果が向上することから，本システムが提案したタイミングで休憩を取得することによって，学習効果を向上させることができると考えられる．

本システムの概要を図 1 に示す．

4　実験方法

本研究では，本システムが提案した休憩を取得することによる，学習効果の向上の検証を行うために実験を行った．被験者は，理工系大学および大学院の学生 20 名とした．被験者を 10 名ずつ 2 群に分け，それぞれ実験群 (提案手法)，対照群 (連続学習) とした．被験者は 90 分の資格試験に関する映像講義を視聴した．実

Break Proposing System for Effective Learning Based on Leg Movement Measurement

† Kazuhiko GOTO　‡Daigo AIKAWA　‡Hironori EGI

†Faculty of Informatics and Engineering,
The University of Electro-Communications

‡Department of Informatics, Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

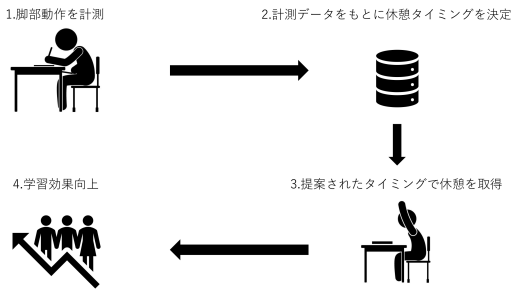

図 1: 提案するシステムの概要

験群では，脚部の動作時間が閾値に達した際に休憩を実施した．対照群では，映像講義を視聴する間の休憩を実施しなかった．被験者に映像講義の視聴前後にテストを課し，各群のテストの結果を分析した．

脚部の動作回数の測定には，脚部の遷移回数から疲労を推定するシステムを使用した．このシステムは，シングルボードコンピュータ（RaspberryPi）と焦電型赤外線センサを，ユニバーサル基板を用いて接続したものである．シングルボードコンピュータは，焦電型赤外線センサの出力値から，移動標準偏差を用いて脚部動作を計測する．映像講義には，食生活アドバイザーの資格試験に関するものを使用した．休憩の時間は 5 分間とし，休憩中はスマートフォンなどを触らないこと以外は特に指示をしなかった．

5 実験結果

表 1 に，各グループにおけるテストの平均点を示す．僅かではあるが，実験群の方が，対照群より得点差の平均が高い結果となった．しかし，t 検定の結果，得点差に対する有意差は認められなかった．これは，実験群は対照群に比べて学習開始からテストまでの時間が長くなり，序盤の講義内容を忘れている可能性が考えられる．

そこで，事後テストの問題を映像講義の出題箇所をもとに前半と後半に分け，分析を行った．各群の事後テストの前半と後半の結果を，図 2 に示す．分析を行うにあたり，各群の被験者の事後テストの前半と後半の結果に対して t 検定を行った．その結果，対照群は，後半の得点が前半に比べて有意に低いことがわかった ($p=0.004$)．また，実験群では，前半と後半の得点に関する有意差は認められなかった．このことから，対照群では，映像講義が進むにつれて学習効率が低下していると考えられる．それに対し，実験群は，適切なタイミングで休憩を取得することによって，学習効率を落とすことなく映像講義を視聴することができた可能性があると考えられる．今後はより効率的な学習を実現するために，休憩を提案するための脚部の動作回数の閾値の決定方法や休憩時間を検討する必要がある．

群	事前平均	事後平均	得点差平均
実験群 (提案手法)	27.3	36.5	9.2
対照群 (連続学習)	27.7	36.7	9.0

表 1: 事前事後テストの結果

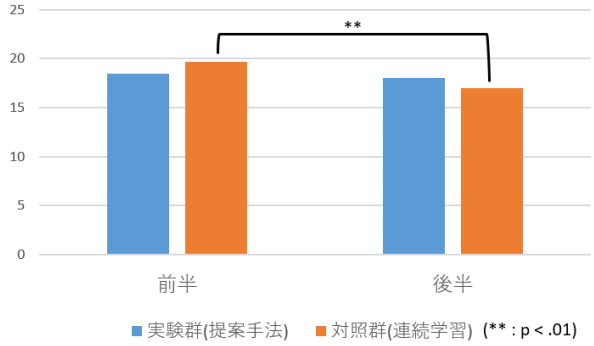

図 2: 事後テストの前半と後半の結果

6 おわりに

本研究では，脚部動作の計測に基づく休憩タイミングを提案し，学習効果を向上させるシステムを提案した．脚部動作は，机上のタスクに関わらず計測可能であり，学習活動を阻害する恐れがない．将来的には，映像講義だけでなく，家庭学習をする際にも本システムを利用することにより，個人学習における学習効果をさらに向上させることができると考えらえる．

参考文献

[1] Aditi Ramachandran, Chien-Ming Huang, and Brian Scassellati. Give me a break! personalized timing strategies to promote learning in robot-child tutoring. In *Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pp. 146–155, 2017.

[2] 相川大吾, 浅井康貴, 河端留奈, 江木啓訓. 学習者の脚部動作時間に基づく疲労感の推定手法. 教育システム情報学会誌, Vol. 37, No. 2, pp. 149–154, 2017.

[3] 東川知生, 山本景子, 倉本到, 辻野嘉宏ほか. デスクワーク時における瞬目に基づく疲労蓄積の検出と適切な休憩タイミングの提示. 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2012, No. 1, pp. 1–6, 2012.

[4] 亀井諭ほか. 学習時の姿勢と行動の計測による集中度合いの推定. 中央大学大学院研究年報 理工学研究科編, Vol. 45, pp. 1–4, 2015.

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.