

仕事推奨のためのストレスと集中度の関連性からの状態推定 State Estimation from Relationship of Stress with Concentration for Job Recommendation

若林 直哉[†]
Naoya Wakabayashi

原田 史子[†]
Fumiko Harada

島川 博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

働き方改革により、仕事に従事している個人の生産性を向上することが求められている。そのためには、個人の状態にあった仕事を遂行する必要がある。しかし、さまざまな要因により、個人の心身状態は変化し、本人はそれを把握できない。したがって、個人の状態に応じた仕事をおこなえていない可能性が高い。

本研究では、仕事の生産性を向上させるため、ストレスと集中度から個人の仕事遂行に対する状態推定をおこない、ストレスと集中度の制約のもとで適切な仕事を推奨する仕組みを構築する。本論文では、対象者のふるまいとウェアラブルセンサを用いて、対象者にかかるストレスを見分ける手法と、集中度を識別する手法を考察する。対象者にかかっているストレスと集中度の関連を明らかにし、その状態のもとで取り組むべき仕事を調べる。

2. ストレスの識別

外部から対象者への刺激であるストレスにより、仕事の生産性は左右される。ヒトが感じるストレスは多様で、ストレスの種類により、ヒトの状態は変化する。本研究では、ストレスを良性と、悪性に分類する。

良性ストレスとは、仕事に従事するうえで、適度な負荷を心身に与えることで、心身の働きを促進させる緊張状態を指す。一方で、悪性ストレスとは、過度な負荷を心身に与えるため、心身機能の低下につながるイライラと不満を抱えている状態を指す。良性ストレスと悪性ストレスを分類することで、現在のストレスを維持すべきか、それとも、従事する仕事を変更し気分転換させるべきかがわかる。それゆえ、仕事に従事している対象者の状態を多角面から推定することが可能となる。

3. 仕事推奨モデルの生成

3.1 状態に応じた仕事の推奨

仕事にはいくつかの種類が存在し、種類ごとに人が感じるストレスと集中度は異なる。したがって、仕事ごとに固有のストレスと集中度の値が存在するため、ストレスと集中度を持っているときに、どの種類の仕事を与えればよいか最適な解が存在する。本手法では、対象者の状態を推定するために、ストレスと集中度を識別する。図 1 に示すように、複数のウェアラブルセンサで、ストレスと集中度を算出するための指標となる値を取得する。算出されたストレスと集中度の値ごとに、対象者の状態を分類する。分類結果をもとに、最適な仕事を推奨する仕組みを構築する。

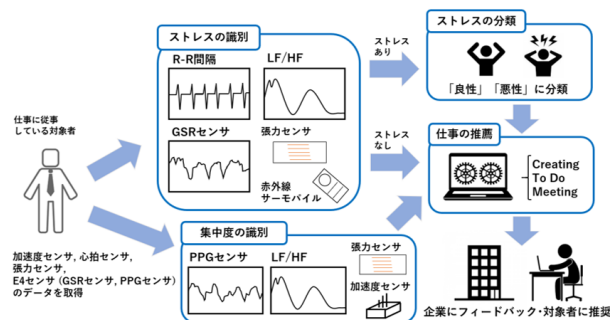


図 1: ストレスと集中度からの最適な仕事の推奨

3.2 仕事の種類

本研究において、仕事は Creation, To do, Meeting の 3 種類に分割できると想定する。また、すべての仕事はいずれかの分野に必ず属していると仮定する。

Creation は、仕事の質が求められる創造的な仕事を指す。思考中心の内容のため、高い集中度と良性のストレスが必要となる。To Do は、機械的に手を動かせばこなせる単純作業を指す。ミスを防ぐために集中度は必要となるが、ストレスがない状態の方が効率化につながる。Meeting は、会議や打ち合わせなどの相手を必要とする仕事を指す。気分転換としての意味合いも兼ねるため、集中度は低くてもよいが、ストレスは良性もしくは、なしの状態がふさわしい。

3.3 ストレスの算出

本手法において、ストレスには良性と悪性が存在するため、ストレスありと判断されたさいに、どちらに属するかを分類する。対象者は腕に、発汗と脈波数変動を測定できるウェアラブルな発汗センサ、周辺皮膚温度を計測できるウェアラブルな赤外線センサ、胸部に心拍センサおよび、張力センサを装着する。

発汗センサは、対象者の皮膚から精神性の発汗を電気的にとらえることができる。ヒトが受けているストレスと手の発汗には正の相関があると言われ、発汗センサはストレスの有無の識別に利用できる。

ストレスの分類には、張力センサから導出した呼吸データ、赤外線サーモパイルから取得した周辺皮膚温度、心拍センサから取得した R-R 間隔、その高周波成分と低周波成分の比である LF/HF を利用する。

ヒトが悪性のストレスを受けると、ため息をつく頻度が高くなる。そのため、張力センサより横隔膜近くの皮膚の動きを分析し、導出した呼吸データを分析することで、悪性のストレスを発見することができる。さらに、ストレスの種類によって皮膚温度は変化する [1]。よって、赤外線サーモパイルで皮膚温度の変化を検知することで、ストレスを見分ける指標のひとつになる。また、

[†]立命館大学情報理工学部

[‡](株) コネクトドット

交感神経亢進時の心拍数はストレスの種類に有意に左右される [2]。したがって、LF/HF にて自律神経バランスを把握し、そのうえで R-R 間隔を分析することで、ストレスの分類に利用できる。これらのデータを教師あり学習の Random Forest に与え、良性・悪性に分類する。

3.4 集中度の算出

集中度の識別には、腕に装着するウェアラブルな PPG センサ、胸部に装着する心拍センサの測定結果から導出された LF/HF、および、張力センサ、対象者が座る椅子に取り付けた加速度センサを用いる。これらのセンサより取得したデータを用いて、対象者が高い集中状態にあるか、低い集中状態にあるかを識別する。

PPG センサとは、血管内を巡る血流の体積変化を光で読みとるセンサのことである。PPG センサより得られた波形は、静脈や組織で吸収されて生じた直流成分と、BVP と呼ばれる交流成分からなる。BVP を測定することで、心拍変動や末梢の血流の変化を測定可能である。安静時の PPG センサ出力波形には、不要な成分としては直流成分しか発生しないので、これらは高域フィルタによって除去できる。しかし、運動時は BVP と重なる周波数成分からなるノイズが生じるため、フィルタによる除去は難しい。そこで、RLS アルゴリズムを用いて、誤差を削減する [3]。

ヒトの自律神経には、交感神経と副交感神経が存在し、交感神経は闘争状態を、副交感神経はリラックスしている状態を示す。つまり、高い集中状態にあるとは、交感神経の活動が活発であることを指す。交感神経が活発なときは、血圧が上昇し、末梢血管が収縮、心拍変動が促進する [4]。したがって、PPG センサによって血流の体積変化を測定し、BVP 成分を解析して、心拍変動と末梢血管の血流の変化を測定することで、集中度の識別が可能となる。また、心拍センサより導出した LF/HF を分析することで、自律神経内のバランスを見ることができ、集中度の識別に利用できる。さらに、高い集中状態にあるときは、物事に黙々と取り組むため、対象者の体の動きは制限される。よって、加速度センサを用いることで対象者の動き度合いを観測すれば、集中度の識別に貢献する指標になると推測される。また、ヒトが集中しているときは、思考によって脳を駆使しているため、必要酸素量が増加することが知られている。したがって、酸素をより多く取り込むために、呼吸間隔が短くなると想定される。張力センサを用いることで横隔膜の動きを取得し、呼吸間隔を導出できる。張力センサによって呼吸間隔を観測することで、集中力の識別に利用できる。

血流の体積変化、BVP 成分、LF/HF、対象者の動き、呼吸間隔を Random Forest を用いて、高い集中状態にあるのか低い集中状態にあるかを判別する。

3.5 仕事の推奨

本節では、ストレスと集中度のそれぞれの状態によって、適した仕事を推奨する仕組みを考える。ストレスと集中度の関連性を基にした推奨すべき仕事を本研究では図 2 のように仮定する。

ストレスが良性かつ、集中度が高いと判断されたときは、対象者がもっとも良い状態にあると考える。Creation は、思考力を必要とするため、もっとも良い状態のときに推奨するのが好ましい。よって、良性ストレスかつ、

高い集中度のときに Creation を推奨する。To Do は、単純作業のため、ストレスがかかかっておらず、集中している状態の方がミスを防止できる。したがって、ストレスがなく、集中度が高いと判断されたさいに、To Do を推奨する。Meeting は、相手と会話をするため、気分転換することが可能である。よって、集中度は低い状態でもよい。しかし、悪性のストレスがかかっているときは、相手に不快な思いをさせる危険性があるため控えた方がよい。したがって、集中度が低く、ストレスが良性もしくは、なしの状態のときに推奨する。悪性のストレスがかかっている状態のときは、仕事をするべきタイミングではないため、集中度が高いときは input 作業を、集中度が低いときは refresh を推奨する。

表 1: ストレスと集中度に応じた仕事の推奨

集中度 \ ストレス	良性	悪性	なし
	高い	Creation	Input
低い	Meeting	Refresh	Meeting

3.6 推奨の検証

表 1 の推奨例は、定性的な考察による推定である。これらが正しいかを実験により確かめる。また、センサ数も減らすことが望ましい。実験では、多様なタスクを被験者に与え、ストレスと集中度を測定する。同時に被験者に、その状況での望ましい仕事を指摘してもらう。Random Forest 適用時の重要変数を調べ、それぞれの仕事にふさわしい状態を識別するのに有効な生体信号を絞り込み、センサの数を減らす。

4. おわりに

本論文では、ウェアラブルセンサと対象者のふるまいを用いてストレスと集中度を計測し、それらの制約の下で対象者に適した仕事を推奨する仕組みを提案した。今後は、提案した手法を確かめるために、実験をおこなう必要がある。

参考文献

- [1] 櫻井美咲, 矢島邦昭: 生体情報によるストレス計測・分析システムの検討-コンピュータベース学習環境において-, 情報処理学会研究報告, VoL.2016-7-A1-4, pp.1-7, 2017
- [2] 駒澤真人, 板生研一, 畝田一司, 羅志偉: 心拍変動と心拍数を組み合わせたストレス評価に関する検討, 人間情報学会, 3-4, 2017
- [3] 島崎拓則, 原晋介, 奥畑宏之, 中村肇, 河端隆志: 光電脈波形の原理を利用した適応フィルタによる運動中の心拍数センシング, 生体医工学, 54(5), 225-235, 2016
- [4] 下野太海, 大須賀美恵子, 寺下裕美: 心拍・呼吸・血圧を用いた緊張・単調作業ストレスの評価手法の検討, 人間工学, 34(3), 107-115, 1998