

Web カメラ画像の多次元解析による疲労推定システムの研究開発

野々村 拓朗[†] 早川 剛^{††} 山本 寛[†]

[†]立命館大学情報理工学部

^{††}NEC ソリューションイノベータ株式会社

1. はじめに

近年、過労による死者数や罹患者数は増加傾向にある。この問題へ対処するために、疲労度を検知する技術に関する研究が広く行われている[1]。しかし、既存のカメラを用いた疲労検出システムでは、疲労度を求めるための動画撮影に時間がかかるため、ユーザは長時間同じ姿勢でいる必要があり、負担が大きいことが問題である。そこで本研究では、Web カメラによりユーザの顔が映る動画を短時間だけ撮影し、特に頬が写っている部分に着目して機械学習を用いて解析することで、高精度に疲労度を推定し、ユーザにフィードバックするシステムを提案する。

2. システムの全体像

システムの全体像を図 1 に示す。PC に取り付けられた Web カメラによりユーザの顔が映る動画を 5 秒間撮影し、頬が映っている領域を検出して格子状に分割する。両頬を分割することで、疲労度を推定するための多くの特徴量を得ることが可能となる。分割された両頬の各領域において、緑色(G)成分の時間的な変化を表す時系列データを作成して、その時系列データに対してフーリエ変換を行う。緑色成分に着目する理由は、血中に含まれるヘモグロビンが緑色の波長を吸収する特性を持ち、脈拍に伴い血流量が変化すると、ヘモグロビンの光吸収量が変化し、肌領域の反射光量が変化するためである。

得られた両頬の各部位におけるフーリエ変換後の周波数成分において、疲労の影響が現れる特徴的な周波数帯のデータを抽出し、積分して面積を求め、疲労度を推定するための特徴量とする。その後、特徴量を保存した CSV ファイルを解析サーバへ送信する。ユーザを撮影した画像から特徴量を抽出するまでの流れを図 2 に示す。解析サーバは、ユーザが Web ブラウザ経由でアクセスすると、この特徴量を事前に生成した機械学習モデルに入力して疲労度を推定し、その疲労度をユーザへ通知するための Web ページを生成する。

3. 疲労度を推定する機械学習モデルの構築

機械学習モデルを構築するための正解ラベルとして、Web カメラによりユーザの顔が映る動画を 40 秒程度撮影し、既存研究の技術により解析し、疲労度を表す自律神経の指標である LF/HF の値を算出する[1][2]。算出した LF/HF の値を基に 3 段階でのユーザの疲労度を判定し、疲労度の正解ラベルを求める。その後、撮影した動画を 5 秒ごとに分割し、分割された各動画から提案手法により特

徴量を抽出する。抽出した特徴量に正解ラベルを割り当てた訓練データを用いて、機械学習モデルを構築する。

4. 構築した機械学習モデルの性能評価

本研究では、機械学習モデルを構築するための特徴量を決定するために、頬を示す領域の最適な分割数(「分割なし」・「4 分割」・「9 分割」・「16 分割」・「25 分割」)を評価する。具体的には、本稿の著者が被験者となり Web カメラで撮影した動画を対象として、各分割数において、ランダムフォレストを用いて機械学習モデルを構築し、疲労度の推定精度として正解率と再現率を評価する。この実験を通して、動画の頬を示す領域を 9 分割して解析することで、両指標が共に最も高い 82%となり、提案システムにより高精度にユーザの疲労度を推定できることを明らかにしている。

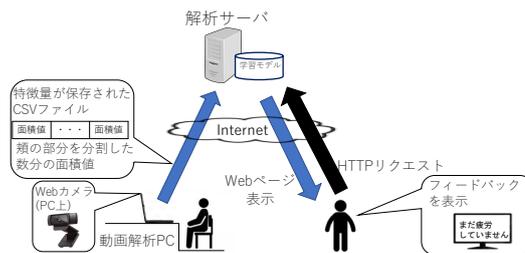


図 1 システムの全体像

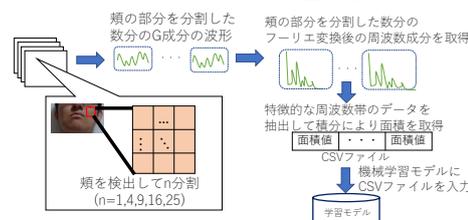


図 2 撮影画像から特徴量を抽出する処理の流れ

5. まとめ

本研究では、Web カメラを用いてユーザの顔を撮影した短時間の動画を解析することで、ユーザの疲労度を高精度に推定するシステムを研究開発した。

今後は、他の被験者に対しても疲労度の推定が可能か確認するための実証実験を実施し、また本研究で利用したWebカメラより性能の高いカメラを使用することにより、疲労度の推定精度の向上も検討する。

参考文献

[1] リコーグループ, “カメラ画像による疲労計測技術”, <https://jp.ricoh.com/technology/institute/research/tech/human-fatigue-detection.html> (2021年1月18日参照)

[2] 内村 麻里奈, 他, “LF/HF を用いた時空間ストレス指標の提案”, 情報処理学会研究報告, vol.2012-BIO-32, p.2, 2012