

労働状態推定のための視線情報応用可能性の調査

出崎達也[†] 小坂隆浩[†]

概要：近年、リモートワークを取り入れる企業が急速に増えている。しかしリモートワークには目の届かない所でちやんと働いているかわからないといった不安の声が多くあり、遠隔での労働状態を把握することが一つの問題となっている。遠隔での状態を把握するための手段としてアイトラッカー等を設置し視線に関する情報から状態を分析する研究がされているが、特別な機器を必要とする手法は配備に費用がかかり、手法の大規模な実践が困難となる課題を抱えている。そこで本研究はアイトラッカーを使用せず視線情報を得る手法としてPC等に備わったwebカメラから視線情報を予測する技術に注目し、この技術での視線予測精度を評価しながら労働状態の分類にアイトラッカーに代わり用いることの可能性を調査した。

キーワード：リモートワーク、視線検出、webgazer

1. はじめに

近年、リモートワークを取り入れる企業が急速に増えている。しかしリモートワークには「目の届かない所で集中して働いているかどうかかわからないといった不安の声」^[1]があり労働状態を把握する方法が必要とされている。本研究における労働状態とは広義には集中して働いているかどうか、狭義にはどの程度集中して働いているかと定義する。リモートワークにおけるワーカーの労働状態の把握方法は企業によって各種方法がとられている^[2]。例えば、マウスが動いている状態で判断する簡単な方法があるが、マウスを用いた方法では態度や業務に集中しているかわからず、また恣意的に働いているように見せることも容易である。既存研究では、情報不足や偽装が容易であることを改善するために、腕に装着するウェアラブルデバイスから心拍数を生体情報を得たり^[4]、アイトラッカーを設置して視線情報を得るなどといった方法が提案されている^[3]。しかし、特別な機器を必要とするものは機器の調達に費用が掛かり、実際のリモートワーク環境での利用が困難であることが課題となる。この課題の解決に対して、心拍数などに代表される生体情報は特別な計測機器を用いなければ予測することが極めて困難なのに対して、視線情報に関してはノートPCなどに多く配備されているwebカメラからの映像から予測が可能である。

本研究では、リモートワークにおける労働状態の把握とその手法に必要な費用の削減を目指して、webカメラからの視線予測を用いて労働状態の把握について検討することを目的とし、そのためにPCを使った作業や作業以外の各種行動での視線予測を調査した。

2. 予備実験

本研究では、webカメラの動画から視線情報を予測するフレームワークとしてwebgazer^[5]を使用した。webgazerはブラウン大学が行った調査をもとに開発されたユーザが画面のどこを見ているかという視線を予測するアプリケーション

であり、webサイトに付属させwebサイトのどこを見ているかを調査する。webgazerの特徴として、マウスをクリックした際、ユーザがカーソルをクリックした点を注目していると仮定して学習を行い予測をリアルタイムで改善していくことと、また予測に際してカーソルの現在位置を大きな情報源としていることがあげられる。後者についてはカーソルを動かすと予測もそれを追従するような動きを見せること、またカーソルから遠い場所を見ている場合でもカーソルに近い位置を予測することがあげられる。このwebgazerの予測精度について本実験の前に予測精度を評価するための予備実験を行った。

予備実験では、画面を2×2に十字に均等に分割した4つの各領域についてそれぞれ10秒間見定め、その間予測された視線位置が領域にとどまっている割合を調査する。また、3×3、4×4、5×5の場合も同様の手順で行った。図1は3×3の画面分割の例を示す。実験は十分に学習した上でを行い、カーソルの仕様を考慮して凝視している間マウスは画面中央から動かさないこととした。2×2から4×4までの実験の結果を表1から表3に示す。表は画面の各領域が表に対応した形式となっており%表示(小数点以下四捨五入)となっている。表2で例を挙げると図1で1と割り振られた左上の領域では91%となっている。表1から表3を見ると2×2、3×3までは全ての領域において9割近い精度となっている。4×4では5割を下回る精度の領域が現れ始めている。また表3、表4を見ると外周ほど精度が低い領域が多くカーソルを中央に置いたのが原因である。

1	4	7
2	5	8
3	6	9

図1 3×3の画面分割の例

[†] 同志社大学院
Doshisha University

表1 2×2の場合の各領域の精度(%)

98	100
100	10

表2 3×3の場合の各領域の精度(%)

91	100	89
99	92	97
91	92	100

表3 4×4の場合の各領域の精度(%)

54	73	79	49
92	89	98	77
53	100	96	76
47	89	69	56

表4 画面外を見ていた時間の割合(%)

	画面外を見ていたと予測した割合
画面から目を外す	3.7
定期的に画面から目を外す	16.0
集中して見ている	1.3

表5 各行動の領域ごとの注視時間割合(%)

領域	動画視聴	web 閲覧	作文作業	入力作業
1	4.1	1.0	1.0	6.4
2	81.5	7.1	3.1	14.2
3	9.8	6.3	0.3	6.0
4	0.3	2.1	17.8	6.5
5	2.3	31.4	43.7	13.6
6	1.0	42.9	20.1	21.1
7	0.0	1.0	0.9	2.3
8	0.0	2.6	4.8	3.2
9	0.4	3.4	2.0	8.0
画面外	0.6	2.2	5.8	18.3

3. 評価実験

3.1 実験について

webカメラからの視線予測を用いて労働状態の把握について検討のために評価実験を行った。評価実験は一人を対象に作文やデータ入力などの作業と動画視聴やweb閲覧などの作業以外のPC使用も含めた行動について視線と作業内容を長時間計測する。

予備実験の結果を考慮し、視線の予測データそのものではなく図1のように3×3のグリッド分けし、それぞれに図1の数字の通りに左上から領域1、領域2と各領域に番号を割り振り、そこに画面外も加えた10の領域について解析した。

3.2 実験結果

表4には画面を見ている割合を変えた時の各行動ごとのwebgazerの画面外を見ていたと予測した割合を、表5には一部抜粋した各行動での領域ごとの予測された注視時間割合を示す。表4では、「定期的に画面から目を外す」が唯一1割を超えており、画面外を見ていたと予測される割合が高く、他はこれよりも低い割合となっている。表5では入力作業以外では一つか二つの領域に視線が集中している。

表4での結果について、これはwebgazer側の仕様として画面外を見ていることがあまり想定されていないため、画面外へと移動した視線の動きは捉えても、その後視線予測が画面内に戻るといった特徴があることがわかった。

表5での結果について、一つのアプリに集中している際の視線は一か所に停留する傾向がみられた。動画視聴は動画のある領域2に、作文では領域5に集中している。またスクロールを必要とする行動では二つの領域に集中していた。web閲覧においては、領域5と領域6に、表に乗せてないweb閲覧行動における注視領域の組み合わせでは領域2と領域3、領域8と領域9などの組み合わせの領域に集中した。主に画面の下二つの領域に集中しスクロールでは下から新たな情報が上がってくるため自然とした画面に視線が集中する。

表5に関する、もう一つの特徴として列に対する視線移動と行に対する視線の移動量の差があげられる。昨今のPC

アプリは上から下にスクロールするのが基本でありその結果として縦長のウインドウとなっている。この仕様が影響するため、一つのアプリを使用している際はほとんど一つの列に視線が集中した。表5において動画視聴では左から1列目の領域に、web閲覧と作文では真ん中の列に集中しているが、データの確認と入力を別々のウインドウで行う入力作業では視線が分散する結果となった。また入力作業以外でも動画を見ながらの作業でも同様の特徴がみられ、ながら作業の検出が可能である。

4. まとめ

労働状態推定において視線情報の応用可能性を調査し、いくつかの特徴と応用可能性を示した。今後の展望として視線情報単一ではなく、アクティブタブログなどの操作情報と組み合わせにより情報の詳細化を目指していくことがあげられる。

参考文献

- [1] 佐藤 彰男, 国内における実証的テレワーク研究の展開, 大手前大学人文科学部論集, 4巻, pp.165-180, 2003.
- [2] 磯 和之, 白井 隆也, テレワーク環境におけるアンビエントセンサを用いた作業者の状態推定に関する実験, 研究報告グループウェアとネットワークサービス, pp1-7, 2018
- [3] Tarmo Robal, Yue Zhao, Christoph Lofi and Claudia Hauff, 2018, Webcam-based Attention Tracking in Online Learning: A Feasibility Study IUI:Session 2B: Modelling and Predicting User Behavior, In 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces, pp.189-197, 2018.
- [4] 林 正幸, 吉川 寛樹, 内山 彰, 東野 輝夫, 自律型生体データ収集における腕装着型センサの信頼性推定法の検討, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2019)シンポジウム, pp.1409-1414, 2019.
- [5] Alexandra Papoutsaki, Nediya Daskalova, Patsorn Sangkloy, Jeff Huang, James Laskey, and James Hays, WebGazer: scalable webcam eye tracking using user interactions. In IJCAI '16, pp.3839-3845, 2016.