

Web カメラを用いた PC ユーザ作業時間の自動測定

Measurement of Time in Watching a PC Display Using a Webcam

宮崎 亮輔† 阿部 孝司† 南 昌秀‡
Ryosuke Miyazaki Koji Abe Masahide Minami

1. まえがき

急速な IT 化により、業務などを行う際にディスプレイを見ながらキーボードを操作する作業（VDT 作業）の時間が増加している。長時間の VDT 作業は、体や心の不調を引き起こす VDT 症候群を発症する危険がある。その予防として、産業医は会社内で PC 作業者の VDT 作業時間が長時間に及ばないように注意を促す必要がある。厚生労働省は「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」[1]を策定しているが、実際は作業者の自己管理となっているのが現状である。

本研究では、PC ユーザの労働管理を安価に支援することを目的として、Web カメラを用いて VDT 作業者の作業時間を計測するシステムを構築することを目指す。本稿では、その前処理として、カメラの前に作業者がいるか否かの認識方法を提案する。

2. VDT 症候群

VDT (Visual Display Terminal) 症候群とは、ディスプレイを持つ機器（PC、携帯情報端末など）を使用して、長時間作業を続けることにより、目や体、心に支障をきたす病気のことであり、主な症状としては、ドライアイ、充血、首や肩のこり、食欲減退、抑うつ症状などである。

このような状況を回避するために、リアルタイムで VDT 作業者を監視し、長時間の作業に対して警告を知らせるシステムを提案する。本研究では、作業者が PC ディスプレイの前で椅子に座って何らかの作業をしている状態を作業中と定義し、連続作業時間が 60 分に達した時点で警告を知らせることで、長時間の VDT 作業による VDT 症候群を予防するシステムを想定する。

3. 提案手法

3.1 システム概要

使用する画像は、VDT 作業者のディスプレイ上部に Web カメラを設置して取得した動画から 1 分毎に画像（BMP、640×480、24bits フルカラー）をサンプリングする。「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」に従い、60 分間作業を続けている状態で休憩を促す警告を知らせたいので、1 枚の画像に対し 3.2 に示す処理を行い、作業者がディスプレイ前にいるか否かの判別を行い、60 回連続で作業者がいると判別された場合、作業者に警告するものとする。また、作業者がいないと判別された場合、判別結果が 10 連続未満（10 分未満）であれば作業中、10 連続以上（10 分以上）であれば休憩したものとす。

† 近畿大学, Kinki University

‡ 金沢学院大学, Kanazawa Gakuin University

3.2 特徴量抽出と判別方法

作業者がいる場合、作業者の顔面の上方には頭髪があることを想定し、作業者の顔面部分だけでなく頭髪の部分にも着目することで、首から上の頭部全体の特徴量を抽出する。まず、画像の左右両端から水平方向 50 ピクセル間の RGB 値を $R=G=B=255$ とすることでノイズを除去する。次に、ピクセル毎に R 値、G 値、B 値をそれぞれ比較して R 値が最大、かつ、R 値と他の値との差が 10 以上の場合、 $R=255$ かつ $G=B=0$ とする。そして、画像右下の頂点を開始点とし、垂直上方向に走査し、走査線を右から左へ移動させていく。ピクセルの RGB 値が、 $R=255$ かつ $G=B=0$ の場合、その 1 ピクセル上方の RGB 値を調べ、 $R < 100$ かつ $G < 100$ かつ $B < 100$ の場合、 $R=255$ かつ $G=B=0$ とする。さらに、 $R=255$ 、 $B=G=0$ を閾値として二値化を行い赤領域の最大独立面積を求める。作業者がいる状態の図 1 に対して上記の前処理を行い、求めた最大独立面積が図 2 である。同様に、作業者がいない状態の図 3 に処理を行ったものが図 4 である。図 2 と図 4 より、作業者の有無で抽出された領域の大きさに違いが現れていることがわかる。以上のことから、上記の処理で得られる最大独立面積を判別するための特徴量とする。

これを変量として、サポートベクターマシンにより作業者がいるか否かの判別を行う。



図 1 原画像



図 2 最大独立面積

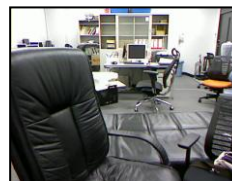


図 3 原画像



図 4 最大独立面積

4. 実験

4.1 実験結果

10 人の動画を 5 時間録画して 1 分毎にサンプリングし、実験画像を 1 人あたり 300 枚収集した。表 1 に各被験者の実験画像の内訳を示す。また、時間をずらして 1 人あたり 1000 枚（人あり 500 枚、人なし 500 枚）をサンプリングして学習画像を用意した。実験画像に対して、提案手法を適用した。実験結果として、判別精度を適合率と再現率で表し、作業者が「いる」状態の判別結果を表 2、「いない」状態の判別結果を表 3 に示す。適合率と再現率

は、それぞれ以下の式で求めた。平均と標準偏差は、提案した特徴量について被験者毎に求めたものである。

- 適合率 = 正しく判別できた数 / 判別された数
- 再現率 = 正しく判別できた数 / 正解数

表 1 実験画像内訳

	「いる」	「いない」	計
被験者 1	194 枚	106 枚	300 枚
被験者 2	181 枚	119 枚	300 枚
被験者 3	198 枚	102 枚	300 枚
被験者 4	262 枚	38 枚	300 枚
被験者 5	231 枚	69 枚	300 枚
被験者 6	269 枚	31 枚	300 枚
被験者 7	269 枚	31 枚	300 枚
被験者 8	247 枚	53 枚	300 枚
被験者 9	210 枚	90 枚	300 枚
被験者 10	254 枚	46 枚	300 枚

表 2 作業者が「いる」状態の判別結果

	適合率	再現率	平均	標準偏差
被験者 1	96.5%	99.5%	78381	29207
被験者 2	97.7%	94.5%	31687	1224
被験者 3	98.8%	80.8%	32953	9395
被験者 4	99.5%	82.8%	60254	14532
被験者 5	100%	100%	61710	6042
被験者 6	99.5%	90.5%	52285	16280
被験者 7	99.3%	100%	94342	14715
被験者 8	99.2%	96.0%	51044	13812
被験者 9	97.4%	89.0%	26734	9005
被験者 10	99.6%	97.2%	30070	17873

表 3 作業者が「いない」状態の判別結果

	適合率	再現率	平均	標準偏差
被験者 1	99.0%	93.4%	4217	2267
被験者 2	92.0%	96.6%	1224	1210
被験者 3	72.5%	98.0%	3639	3521
被験者 4	45.1%	97.4%	1220	432
被験者 5	100%	100%	3136	2139
被験者 6	75.6%	98.6%	5930	1608
被験者 7	100%	93.5%	5335	13111
被験者 8	83.6%	96.2%	1855	1695
被験者 9	78.7%	94.4%	5735	2321
被験者 10	67.2%	97.8%	9741	1673

4.2 考察

作業者がいるにも関わらず、「いない」と誤判別された失敗画像については、後ろを向いている状態（図 5）、うつむいている状態（図 6）、Web カメラの撮影領域から作業者がはみ出ている状態（図 7）であった。これらの失敗要因は、人の顔部分が Web カメラの撮影領域内に捉えられなかったためである。例えば、図 7（被験者 2）では、抽出された特徴量は 902 であり、被験者 2 の「いない」状態の特徴量平均値に近くなったためである。

また、作業者がいないにも関わらず、「いる」と誤判別されてしまった画像については、図 8（被験者 2）のように被験者が席を立ったにも関わらず、Web カメラの撮

影領域に捉えられた状態であった。これは、手の部分の R 値が抽出されたことにより、黒い服の部分も頭髮部分と同様にして赤色に変換されたため特徴量が 39350 となり、被験者 2 の「いる」状態の特徴量平均値に近くなったためである。さらに、一部の被験者において、図 9（被験者 3）のように被験者とカメラの距離が離れた状態で作業者がいるにも関わらず「いない」と誤判別された。図 9 左から抽出された特徴量は 9623 で、被験者 3 の「いない」状態の特徴量平均値 3639 に近くなったためである。今後さらに認識率を上げるためにはこれらの状況に対応させる必要があるが、Web カメラの設定を撮影開始時にディスプレイ上に枠を表示し、その枠内に作業者の顔が収まるように初期指定することで改善できると示唆される。

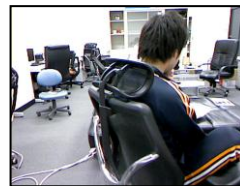


図 5：後ろを向いている



図 6：うつむいている

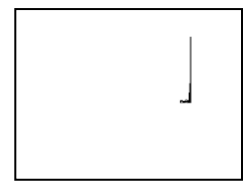
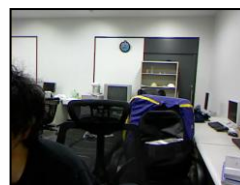


図 7：はみ出ている（左：原画像、右：最大独立面積）

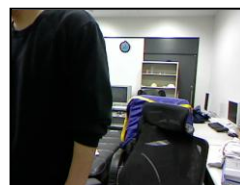


図 8：席を立っている（左：原画像、右：最大独立面積）

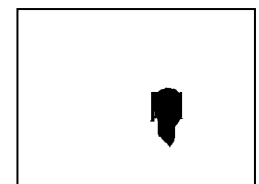


図 9：距離が離れている（左：原画像、右：最大独立面積）

5. まとめ

本稿では、VDT 作業時間計測の前処理として、Web カメラを用いて作業者がディスプレイの前に存在しているかの認識方法を提案した。今後さらに認識率を上げるためには Web カメラの設定を撮影開始時にディスプレイ上に枠を表示し、その枠内に作業者の顔が収まるように指定する必要がある。また、時系列による判別結果の修正方法も提案する必要がある。

参考文献

- [1] 厚生労働省労働基準局安全衛生部労働衛生課：“VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン，”
<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/04/h0405-4.html>，
 (2012/6/21 アクセス)