

コンピュータ使用時のユーザの前傾姿勢の検知に向けた予備的検討

A preliminary investigation toward detecting user's forward tilt during computer use

高島 諒¹
Ryo Takashima

矢谷 浩司¹
Koji Yatani

東京大学大学院 工学系研究科¹
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

1 はじめに

IT 機器の中でも特にコンピューターのディスプレイ等の画像表示端末を Visual Display Terminals (VDT) と呼ぶが、VDT 使用時には、猫背など前屈みの姿勢を維持するなどの使用中の行動が人体の健康に及ぼす悪影響が懸念されている。VDT の使用は目の痛み、ドライアイ、疲労感、手首や腕の疲れ、首や肩の痛みなどに繋がり、以上のような症状は VDT 症候群と総称されている。このような VDT 症候群を検知し、予防を支援する研究は広く行われてきた。本論文では深度カメラを用いてユーザの顔の特徴量を抽出し、上半身の前傾姿勢を検知する方法の予備実験を行い、その結果及び分析について述べる。

2 予備実験

ウェブカメラから得られる情報は 2 次元かつ全身が映らない限定的な画角であるため、実験には正面からでも深さの情報を得ることができる深度カメラを用いることとした。さらに、姿勢に関連する関節の座標推定は、全身が映らず肩が一部しか映らない等の条件により良い精度が見込めない。そこで深度の情報を含む顔の特徴量であればそこから姿勢を推定できるのではないかと考えた。そのため顔の 3 次元座標から顔の角度を推定することで悪い姿勢を特定するため、まず学生 6 名に対し顔の角度を推定する予備実験を行った。なお、深度カメラには intel 社の RealSense™D435i を使用し、顔の特徴点の推定には顔の特徴点計 68 点を得ることができる機械学習ライブラリ Dlib を用いた。ここで顔の角度について、鼻の頂点と顎の先を結んだ線分に関して、地面に対して垂直方向を 0° とし、そこから顔が下を向く方向に角度が正に増加するものとした。実験では一人当たり顔の角度を 0° から 60° の範囲で 10° 刻みの計 7 つの角度について 3 セットずつデータを取得し、分析には 6 × 7 × 3 の 126 個のうち、角度が極端 (0° や 60°) な場合に顔として認識できなかった 22 個を除いた 104 個を使用した。実験は全て同じ場所で行い、地面からの椅子の高さ、深度カメラの地面からの高さ、カメラの中心から椅子の距離もそれぞれ 41 cm, 93 cm, 60 cm に固定した。また、実際の顔の角度は模範となる地面に対し垂直に立てた場合にその角度となる平面板を用意し、調整した。ここで、角度の推定に鼻の頂点と顎の先の情報のみを用いてしまうとそれら 2 点の測定部分の誤りや誤差がそのまま角度推定結果に反映されてしまう。そこで得られた 68 点の特徴点を 17 番から 47 番の 31 点 (グループ A) と 0 番

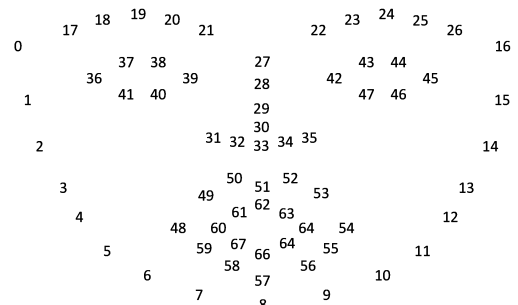


図 1: 顔の特徴点の番号の対応

から 16 番及び 48 番から 67 番の 37 点 (グループ B) に 2 分割し、31 × 37 = 1147 の組み合わせの 2 点を結んだ線分に対して計算される仰角を説明変数、目的変数を実際の顔の角度として変数増減法による最小二乗回帰の特徴量抽出を行った。ここで、特徴点の番号と実際の顔の対応を図 1 に示す。特徴量抽出には Python のライブラリである statsmodels を用いて重回帰分析を行った。

3 結果

A B	A B	A B	A B	A B	A B
26 14	25 6	27 56	40 5	26 48	29 50
29 0	17 15	33 51	36 56	44 48	45 16
26 12	44 61	32 67	34 1	24 55	45 58
42 50	35 58	33 65	26 13	23 6	31 59
25 16	19 58	36 65	20 66	34 62	20 10
35 0	17 59	46 15	46 48	34 3	43 7
17 16	21 4	34 66	40 59	36 14	30 6
40 4	35 67	19 51	39 60	22 57	37 53
29 2	25 65	41 8	37 51	32 7	18 54

表 1: 特徴量抽出により得られた 54 の点の組み合わせ。各組み合わせの 2 点を結んだ線分に対して計算される仰角を説明変数とする。

R-squared	Adj. R-squared	F-statistic	Prob(F-statistic)
0.983	0.965	53.01	3.94e-30
Log-Likelihood	AIC	BIC	Covariance Type
-234.26	578.5	724.0	nonrobust

表 2: 重回帰分析結果。

特徴量抽出の結果、1147 の角度情報のうち、表 1 にあげる 54 の角度情報を用いるモデルが最も低い AIC (578.5) となり、決定係数が 0.983 となった。モデルの分析結果を表 2 に示す。なお表 1 について、変数増減法では変数を追加していき AIC が最も低くなる変数を選んでいくがその選ばれた順番となっている。

今後はこの予備実験の結果をもとにユーザの姿勢を継続的にモニタリングし、必要に応じてユーザに姿勢を正すフィードバックを提示するシステムを構築する。