

VDT 作業環境及び作業姿勢の検知・警告システムの提案

1. はじめに

近年、PC を長時間に渡って利用する作業環境が増加しており、PC を利用しているときの姿勢などが原因で、VDT 症候群になる人が多くなってきている。それに伴い、ユーザーの姿勢検知を行う手法[1]なども提案されてもいるが、従来研究では姿勢推定を主としたものが多い。

本稿では、PC を使用して勉学や業務を行う人々の VDT 作業における労働衛生状態の改善を目的とし、ユーザーの姿勢推定だけでなく、実際に VDT 作業中かどうかを判断したり、作業環境の状態管理も行うシステムを開発する。

2. 検知・警告の手法

2.1 ディスプレイと頭部との距離の計測と警告

図 1 のように予めカメラやディスプレイ、机などの位置関係を求めておき、Kinect で取得した頭部 X_f とディスプレイ中心 X_d との距離 d を計算する。

$$d = \sqrt{(X_d - X_f)^2 + (Y_d - Y_f)^2 + (Z_d - Z_f)^2}$$

ディスプレイとの距離 d が 400mm 以下の場合に警告を行う。

2.2 肘の角度の計測と警告

肩 X_s 、肘 X_e 、手首 X_w の三点の座標を結び、肘の角度 θ と、机 $a(X - X_0) + b(Y - Y_0) + c(Z - Z_0) = 0$ からの手首の高さ h を計算する。

$$\cos \theta = \frac{(X_s - X_e)^T (X_w - X_e)}{|X_s - X_e| |X_w - X_e|}$$

$$h = \frac{a(X_w - X_0) + b(Y_w - Y_0) + c(Z_w - Z_0)}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

手首の高さが $0 \leq h \leq 200$ mm の場合に VDT 作業中と判断し、肘の角度 θ が 90° 以下の状態が 10 秒以上継続した場合に音を出して警告を行う。

2.3 作業環境の二酸化炭素濃度の計測と警告

二酸化炭素濃度センサ (ZMP 社製 CO2SEN) を用い、作業環境の二酸化炭素濃度を計測する。学校環境衛生基準の許容濃度である 1,500PPM(0.15%)を超えた時に警告を行う。

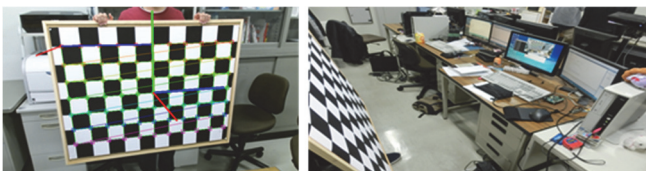


図 1 ディスプレイのキャリブレーションの様子

3. 実験結果

実際に VDT 作業時の姿勢を推定した結果を図 2 に示す。顔の距離や手の高さを取得し、ユーザーが作業中かどうかを識別することが出来た。また、顔の距離や肘の角度が警告の範囲に入った時、点や線の表示色を変更し、警告音を再生することで警告を行うシステムを実現することができた。



図 2 頭部との距離計測(左)と肘の角度計測(右)

また、二酸化炭素濃度センサによって取得した濃度値の推移を図 3 に示す。ユーザーの入室や換気を行ったタイミングで濃度値が変化することが検知できており、状態を管理して換気を促すことが可能であることが確認できた。

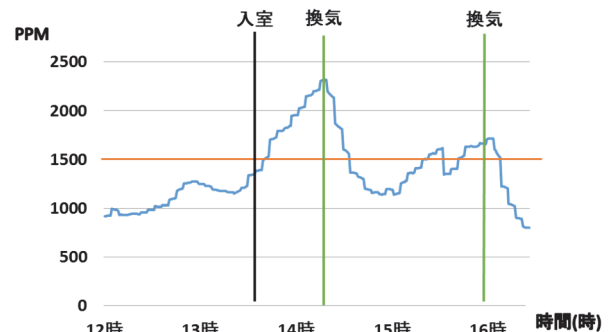


図 3 二酸化炭素濃度の検知実験の結果

4. おわりに

本稿では、ユーザーが VDT 作業中かどうかを判断し、状態に応じて警告を行うシステムを開発した。Kinect と二酸化炭素濃度センサを用いてユーザーの作業姿勢や作業環境の状態を計測し、音で警告を行うシステムを実装した。

今後の課題として、顔の向きを推定してディスプレイに顔が向いているかを判別することや、警告表示の方法やタイミング設定の改善などが挙げられる。

[参考文献]

- [1] 内藤孝雄, 黒須誠治, “デスクワーク時の着座姿勢の評価方法の提案”, 人工知能学会全国大会論文集, vol. 28, pp. 1-4, 2014.