

N-018

e-learning 学習者の上半身姿勢情報を利用した集中度推定

Estimation of Learners' Concentration Levels Using Postures of Their Upper Bodies in E-Learning

立花 優斗[†] 今井 順一[†]
Yuto Tachibana Jun-ichi Imai

1. はじめに

近年, 多くの教育機関や企業における個人の知識定着を目的とした学習形態として, e-learning が普及してきている。それに伴い学習者は理解度や生活リズムに合わせ, ある程度随意的な学習環境を提供されるようになった。しかし, 学習できる環境が整っているだけでは学習者の理解度の向上には繋がらない。学習環境の充実に加えて, 学習者自身の学習に対する集中の継続が必要不可欠である。その際, e-learning 学習者の学習状況を推定し, その集中度に応じて適切なフィードバックをリアルタイムに行うことができれば学習者の理解度の向上に繋がると考えられる。

そこで本研究では, そのための第一歩として, e-learning 学習者の集中度を推定する手法を提案する。

2. 従来研究

学習者の集中度推定に関する先行研究には様々なものがある。例えば, 山下ら [1] は, WEB カメラを用いて学習者の顔や手の動作情報を取得し, さらに学習者の頭部に取り付けた簡易脳波計から取得した生体情報を組み合わせて学習者の集中度推定をリアルタイムで実現した。また, 江木ら [2] は, 加速度センサを組み込んだ筆記具を利用した際に表れる加速度の特徴から学習者の状態を識別した。

このように, 生体情報や特殊な筆記具を利用することである程度高精度な学習状況推定は可能である。しかし, 生体情報を取得するためのセンサや特殊な筆記具を利用した学習は平常時とは異なるため, 得られた推定結果をそのまま学習者へのフィードバックに利用できるとは限らないという問題がある。

3. 提案手法

本研究では, 学習者のより自然な状態での学習状況の推定を目指し, ディスプレイ上で e-learning 学習をする学習者の正面から取得した顔向き情報と上半身姿勢情報を利用した手法を提案する。

本システムを用いた学習環境例を図 1 に示す。e-learning 学習を行う学習者の前方に情報取得のための RGB-D カメラを設置する。本研究では, RGB-D カメラとして Microsoft 社製 Kinect for Xbox 360 を使用した (図 2)。RGB-D カメラから学習者の顔向き情報と上半身姿勢情報を取得し, それらの情報を統合して学習者の集中度推定を行う。処理の流れを図 3 に示す

3.1 顔向き情報

顔向き情報はカメラで取得した画像に対して FaceTracker [3] を適用することで取得する。FaceTracker で取得した頭部のピッチ角 θ_{pitch} 及びヨー角 θ_{yaw} を学習者の顔向き情報とする。RGB-D カメラに顔が正対する場合に $\theta_{pitch} = 0^\circ$, $\theta_{yaw} = 180^\circ$ となる。カメラに対し顔が上を向くと θ_{pitch}

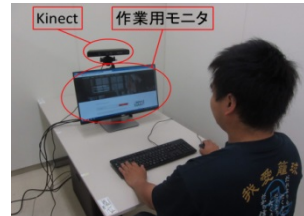


図 1 学習環境例

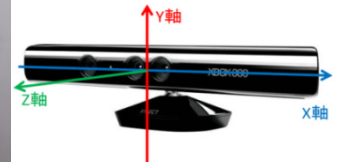


図 2 Kinect

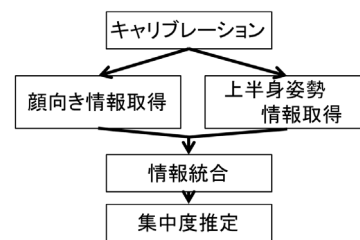


図 3 システムの処理の流れ

は正, 下を向くと負の値をとる。また, カメラに対して右を向くと $\theta_{yaw} \leq 175^\circ$, 左を向くと $\theta_{yaw} \geq 185^\circ$ となる。

3.2 上半身姿勢情報

上半身姿勢情報は, Kinect の Skeleton Tracking を用いて検出した首と両肩の骨格情報から算出して取得する。骨格情報は Kinect の中心に原点を置いた三次元座標として取得される (図 2)。まず取得された両肩の深度情報を比較し, Kinect に近い方の肩を検出する。そして近い方の肩と首の位置をもとに, 式 (3.1) により Kinect に対する上半身の向き θ_b を求める。

$$\theta_b = \arccos\left(\frac{|x_s - x_n|}{\sqrt{|x_s - x_n|^2 - |z_s - z_n|^2}}\right) \quad (3.1)$$

ここで, x_n, z_n は首の, x_s, z_s は肩の x 座標及び z 座標である。RGB-D カメラに上半身が正対する場合 $\theta_b = 0^\circ$ であり, 左を向くと正, 右を向くと負の値をとる。

3.3 集中度推定

顔向き情報は e-learning 学習中に学習者がモニタに顔を向けているかを, 上半身姿勢情報は学習者がモニタに対して体を向けているかを判断するための手がかりとして利用できる。これらの情報を複数フレームごとに統合することで集中度推定を行う。

e-learning 学習者は, 学習中のモニタに顔を向け学習画面を見ている状態が最も集中度が高いと仮定できる。これは, e-learning 学習者の主観的難易度の高/低を人間が読み取る際の特徴を調査した結果, 学習者の顔の位置, 傾き角度, 注視位置等が特徴量として利用可能であることを示した中村らの研究[4]を参考に決定した。併せて, 学習者の上半身

[†] 千葉工業大学

の体の向きも e-learning 学習において集中度推定の基準になると考えられる。

本システムにおける e-learning 学習者の総合的な集中度を C_{level} 、顔向き情報から得られる集中度を C_{head} 、上半身姿勢情報から得られる集中度を C_{body} とする。総合的な集中度 C_{level} を式 (3.2) により定義する。 C_{level} の値が高くなる状態を e-learning 学習に対する集中度が高い状態として推定する。

$$C_{level} = C_{head} + C_{body} \quad (3.2)$$

C_{head} 及び C_{body} はモニタに対してそれぞれ顔や上半身を向けているとされる値の範囲内に θ_{pitch} 、 θ_{yaw} 及び θ_b の値が含まれているかどうかで決定する。

4. 実験

本システムにおける C_{head} 、 C_{body} の推定値を検討するために、e-learning 学習者がモニタの範囲内に顔を向けている場合とモニタ外を見ている場合の顔向き情報、及びモニタの範囲内に体を向けている場合とモニタ外に体を向けている場合の上半身姿勢情報について調査を行った。

調査のために用意した実験環境を図 4 に、使用した実験機材を表 1 に示す。

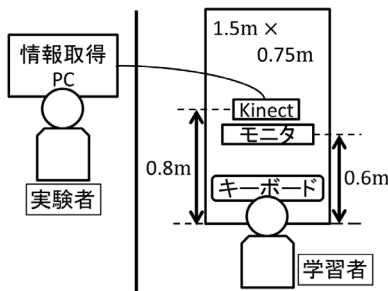


図 4 実験環境図

表 1 実験機材

	実験者	学習者
PC 機種	ThinkPad W530	Precision T7910
OS	Windows 7 (64bit)	Windows 7 (64bit)
外部モニタ		Dell U2414H(23.8inch)

学習者のモニタには中央と 4 隅に印を付けておき、実験者の指示に従い指定された印に 10 秒程度、顔または体を向ける動作をしてもらった。

顔向き情報の結果例を図 5 に、上半身姿勢情報の結果例を図 6 に示す。

4.1 顔向き情報判定実験

結果より、モニタ内に顔が向いていると推定可能な範囲は、 $-12.0^\circ < \theta_{pitch} < -8.0^\circ$ 、 $+165.0^\circ < \theta_{yaw} < +195.0^\circ$ となった。このことから、学習者が集中していると推定できる顔向き情報の推定値は式 (4.1) のように表せる。

$$C_{head} = \begin{cases} 1, & -12.0^\circ < \theta_{pitch} < -8.0^\circ, \\ & +165.0^\circ < \theta_{yaw} < +195.0^\circ \\ 0, & \text{それ以外} \end{cases} \quad (4.1)$$

4.2 上半身姿勢情報判定実験

結果から、モニタ内に体が向いていると推定可能な範囲は、 $-22.0^\circ < \theta_b < +22.0^\circ$ となった。このことから、学習者が集中していると推定できる上半身姿勢情報の推定値を表すは式 (4.2) のように表せる。

$$C_{body} = \begin{cases} 1, & -22.0^\circ < \theta_b < +22.0^\circ \\ 0, & \text{それ以外} \end{cases} \quad (4.2)$$



a モニタ中央
 $\theta_{pitch} = -9.93^\circ$
 $\theta_{yaw} = 180.1^\circ$



b モニタ左下
 $\theta_{pitch} = -11.56^\circ$
 $\theta_{yaw} = 193.0^\circ$



c モニタ外右上
 $\theta_{pitch} = -6.15^\circ$
 $\theta_{yaw} = 163.5^\circ$

図 5 顔向き情報結果例



a モニタ右
 $\theta_b = -21.9$



b モニタ外左
 $\theta_b = 41.1^\circ$

図 6 顔向き情報結果例

5. まとめ

本研究では、e-learning 学習者の正面から取得した顔向き情報と上半身姿勢情報を利用した集中度推定手法を提案した。実験により、集中度推定に利用する学習者の顔向き情報と頭部姿勢推定情報に関するパラメータを決定した。今後、実際の e-learning 学習環境で推定を行っていくための調査及び実装を行っていく予定である。

参考文献

- [1] 山下将吾, 三巻祐介, 萱野彩香, 河合純, 金田重郎, “受講者の動作情報と生体情報を併用するリアルタイム教育支援システム,” 電子情報通信学会技術研究報告, ET, 12-500, 151/156 (2013).
- [2] 江木啓訓, 澤重知, “学習者センシングのための筆記行為の検出手法と評価,” 日本教育工学会論文, 36 (Suppl.), 181/184 (2012).
- [3] J. Saragih, S. Lucey, and J. Chon, “Face Alignment through Subspace Constrained Mean-Shifts,” Proceedings of IEEE 12th International Conference on Computer Vision, 1034/1041 (2009).
- [4] 中村和晃, 角所考, 村上正行, 美濃彦彦, “e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の推定,” 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J93-D, No.5, 568/578 (2010).