

1. まえがき

オンライン教育では、生徒の状況を適切に把握することが難しいと言われている。e-learning によってドロップアウトする生徒の多くは孤独感による気力や集中力の低下であり、それをケアするためには、その予兆を適切に見出す教員の気付きが大切と言われている [1]。一方、同様な e-learning においても、持ち帰らせたタブレットを通じて生徒が学習状況を相互に知ることによって積極性が高まることが示されている [2]。このように、e-learning においても人との関わりをうまく持つことで高い教育効果が得られる。しかし、一般的なオンライン教育は教師から生徒への一方通行が主流であり、学習中の生徒の状況をフィードバックする術がない。特に、発達段階や習熟度の違い、障害の状態等により自発的な学習が困難な生徒の場合、学習の状況・成果に差が生じるという見解を文部科学省は示している [3]。

そこで本研究では、遠隔学習中における学習者の支援を目指し、学習者の学習状況を推測することを目的とする。具体的には、学習中の RGB 映像から学習者の姿勢を判別し、姿勢に応じた学習への集中状況を推定する手法を検討する。

2. RGB 映像に基づく集中度推定

2.1 RGB 画像の取得

20 歳代男性 1 名を被験者として、数学問題を解答している様子を Fig. 1 に示す環境にて撮影した。撮影機材は Microsoft 社の Kinect v2 [4](Table 1) である。使用する数学問題は因数分解問題であり、問題数および難易度については Table 2 に示す。今回は提案手法の検証を主な目的とするため、問題解答の姿勢の変化が明確に現れているデータが望ましいことから、因数分解を選択した。

Table 1 Specifications of Microsoft Kinect v2

垂直画角	60 deg	解像度	1080p
フレームレート	30 fps	水平画角	70 deg

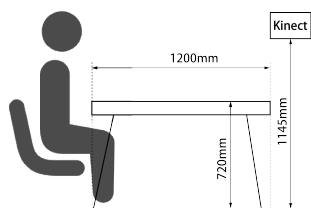


Fig. 1 Experimental environment

Table 2 Question paper specifications

問題内容	因数分解	
問題数	36 (12/ページ)	
教育レベル	中学生レベル	
Difficulty	1 ページ	易
	2 ページ	中
	3 ページ	難

Table 3 Definition of skin color in this work

Extracted color depth	H	S	V
	0~27	40~100	100~255



(a) RGB image (b) Skin color extraction

Fig. 2 Comparison between RGB and skin color extraction

2.2 学習用データセットの生成

2.2.1 皮膚色素抽出による二値化

撮影動画をフレームごとに分割 (以下、解析画像) し、解析画像ごとに生徒の学習状況を推定する。撮影データを Fig. 2(a) に示す。

今回は学習者の頭部と両手の位置関係から学習状況を推定する。頭部、両手は画像内に皮膚色で写っていることがほとんどである。そのため、以下の手順により解析画像中の皮膚色素を抽出し、二値化することで頭部と両手の位置を特定する。

1. RGB 画像の色空間を HSV に変換
2. Table 3 の条件で皮膚色素を抽出して二値化 (Fig. 2(b))

2.2.2 解析領域とハッシュ化による特徴ベクトルの生成

皮膚色素を抽出した解析画像を複数の領域へ均等に分割し、領域内の皮膚色素の割合に基づいて領域を二値化してビット列で表現する (ハッシュ化)。領域分割数は予備実験から (20 × 20) の 400 領域に分割することとした。また、各領域の二値化は以下の手順で実施する。

1. 領域内の画素数 P_t に対する皮膚色素の総数 P_s の割合 $R_p = P_s/P_t$ を算出

