

## 表情画像を用いた心理状態推定のパラメータの検討 An analysis of the parameters of the emotion estimation from facial images

繁田 亜友子<sup>†</sup> 小池 武士<sup>†</sup> 黒川 智哉<sup>†</sup> 野須 潔<sup>†</sup>  
Ayuko Shigeta Takeshi Koike Tomoya Kurokawa Kiyoshi Nosu

### 1. はじめに

e-Learning 学習者の表情画像から、その学習者の心理状態をリアルタイムで推定し、電子教材にフィードバックするシステムの開発[1]において、学習者の特性を考慮した心理状態推定法を検討する必要がある。

本報告では、実際に Web を利用した学習環境下[2]において、学習者の顔画像特徴点の変化量と主観評価との対応関係の実験を行い、心理状態推定基準データの抽出を行った。得られた心理状態推定基準データを用いて、マハラノビスの距離による心理状態推定実験を行った結果について述べる。

### 2. 心理状態推定基準データの抽出

以下の手順により、学習者の主観評価実験を行い心理状態推定基準データの抽出を行った。

#### 2.1 主観評価実験

被験者は、大学生 13 名 (男子 10 名、女子 3 名) である。

- (1) 被験者は、実際に使用されている e-Learning 学習教材を用いて 5 分間自習形式で学習を行う。
- (2) 被験者の学習前平静状態を 1 分間、引き続き学習の様子を 5 分間ビデオカメラで撮影した。撮影は、被験者の表情を学習用端末の上部より、学習中の教材画面を被験者の後方より、合計 2 台のビデオカメラを用いて撮影した。
- (3) 学習終了後直ちに、被験者に撮影した教材画面の映像を提示し、SD 法による主観評価を実施した。評価心理状態は、表 1 に示す e-Learning 使用状況に基づいた 4 つの心理状態対を使用した。これらの対について 30 秒間隔で 1~5 段階の評価してもらい、評価「1」、「2」を表 1 の左側の心理状態、「4」、「5」を右側の心理状態とした。各心理状態は、独立しているものと仮定し、選択された心理状態を評価「3」(中立状態)を除き、その時点での代表複合心理状態とした。したがって、ある時点では、最大 4 つの代表心理状態が検出される。

表 1 学習者評価心理状態

| 心理状態対     | 評価心理状態       |
|-----------|--------------|
| 第 1 心理状態対 | 難しいー簡単       |
| 第 2 心理状態対 | つまらないー面白い    |
| 第 3 心理状態対 | 理解できないー理解できた |
| 第 4 心理状態対 | 飽きているー集中している |

<sup>†</sup> 東海大学大学院開発工学研究科, Graduate School of High-Technology For Human Welfare, Tokai University.

### 2.2 顔画像解析

顔画像解析手順を以下に示す。心理状態推定に用いる顔特徴点は、右眉外側、右眉内側、左眉外側、左眉内側、右口端、左口端の 6 点とし、2.2.1 で述べる顔画像の正規化を行うために頭頂部、顎の 2 点を基準点として使用した。顔画像上における顔特徴点と基準点の位置関係を図 1 に示す。

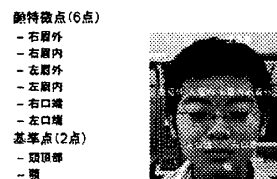


図1 顔画像上での顔特徴点と基準点

撮影した学習者の映像を 2 次元画像追跡ソフト 2D-PTV (デジモ社製) 用い、顔特徴点・基準点の 8 点を 15 フレーム/S に設定し軌跡追跡を行った。追跡されたデータは、640×480 画素における 2 次元座標値 ( $x$  座標、 $y$  座標) に変換されるが、顔の大きさや時々刻々と変化する顔の傾きを考慮し、頭頂部 - 顎の距離を基準線分長とした座標の正規化を行い、相対座標値として算出する。

#### 2.2.1 相対座標化手順

- (1) 頭頂部 - 顎の長さを基準線分長 (長さ 1) とする。頭頂部を中心に、半径が基準線分長の  $1/2$  の円と、顎を中心に、同じく半径が基準線分長の  $\sqrt{5}/2$  の 2 つの円との交点のうち、向かって画像左側の交点を新たに原点とする。
- (2) 2 つの交点を結ぶ直線を  $x$  軸とし、頭頂部から顎へ向かう直線と平行かつ原点との交点を始点とする直線を  $y$  軸とした顔領域を内包する正方形を新たに相対座標系とする。相対座標系を図 2 に示す。

以上の手順により、すべてのフレームの顔特徴点の相対座標値を算出した。

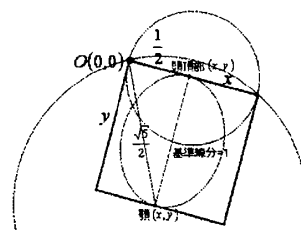


図 2 相対座標系

### 2.3 主観評価との対応

2.2 より得られた顔特徴点の相対座標値より、学習前平静状態の平均値を算出し、これを被験者の基準値 (平静状態) とした。学習中の画像は、フレームごとに基準値との移動距離を求め、30 秒間隔で平均値を算出し、これを平均

変化率とした。得られた30秒間隔の平均変化率と2.1で検出された代表複合心理状態とを対応させ、心理状態推定基準データを抽出した。

3. 被験者数の分析

被験者数と顔特徴点の分散との関係を分析した。2.3より得られた推定基準データから、被験者数と顔特徴点の分散を算出した結果のうち、図3に心理状態「面白い」、図4に「つまらない」の結果を示す。どちらの心理状態についても被験者が5名程度まではばらつきが大きい、7名を超えるとばらつきが小さくなり、10名程度でどの顔特徴点についてもほぼ一定値に収束する傾向が見られた。「面白い」、「つまらない」以外の心理状態についてもほぼ同様の結果が得られた。

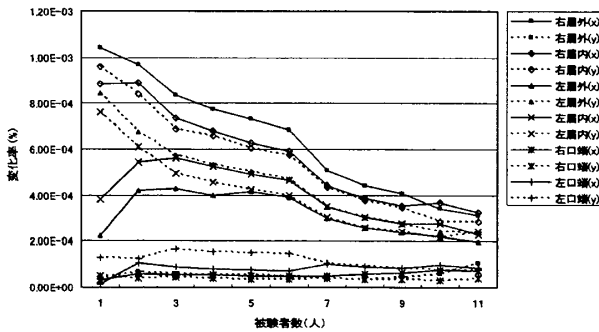


図3 被験者数と分散 (心理状態「面白い」)

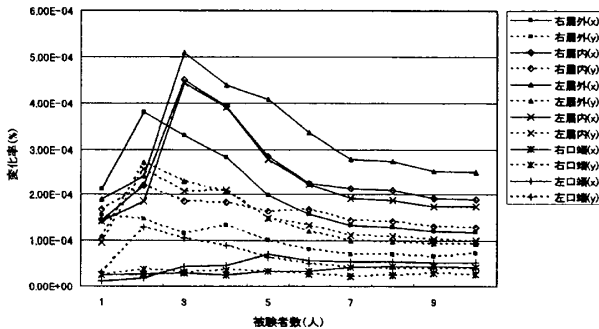


図4 被験者数と分散 (心理状態「つまらない」)

4. マハラノビスの距離による心理状態推定実験

2.3より抽出した推定基準データを用いてマハラノビスの距離による心理状態推定実験を行った。

4.1 マハラノビスの距離

$N$ 次元パターン $x$ の母集団の平均値ベクトルを $\mu$ 、共分散行列を $\Sigma$ とすると、 $\mu$ と $x$ の間のマハラノビスの距離は式(1)で定義される。

$$d^2 = (x - \mu)' \Sigma^{-1} (x - \mu) \quad (1)$$

4.2 心理状態推定実験

4.2.1 実験方法

パターンの次元は、 $N=12$ (顔特徴点6点の $x, y$ 座標値)、推定基準データより推定した標本平均値ベクトル、不偏分散を用いた。なお、今回は、十分な評価データが得られていないため、評価データ群から1つを抜き取り残り

の $n-1$ を標本とし、抜き取ったデータを評価データとして使用し、表1の全心理状態について心理推定実験を行った。

4.3 推定実験結果

表3に推定実験結果を示す。推定率の高い心理状態は、「集中している」92.86%、「理解できた」84.29%であった。一方、推定率の低い心理状態は、「飽きている」51.52%、「理解できない」58.06%、平均推定率は、73.49%であった。なお、サンプル数と推定率との関係については、今後検討していく予定である。

表2 マハラノビスの距離による心理状態推定実験結果

| 心理状態   | 推定率    | サンプル数 |
|--------|--------|-------|
| 簡単     | 79.25% | 53    |
| 難しい    | 77.14% | 35    |
| 面白い    | 63.16% | 38    |
| つまらない  | 81.63% | 49    |
| 理解できた  | 84.29% | 70    |
| 理解できない | 58.06% | 31    |
| 集中している | 92.86% | 70    |
| 飽きている  | 51.52% | 33    |
| 平均     | 73.49% |       |

5. まとめ

学習者の顔画像特徴点の変化量と主観評価との対応関係の実験を行い、心理状態推定基準データの抽出を行った。抽出した心理状態推定基準データより被験者数と顔特徴点の分散との関係を分析した結果、大学生を対象とした場合、被験者が10名程度でどの顔特徴点についてもほぼ一定値に収束する傾向が確認された。

次に、マハラノビスの距離による心理状態推定実験の結果、推定率の高い心理状態は、「集中している」92.86%、「理解できた」84.29%、推定率の低い心理状態は、「飽きている」51.52%、「理解できない」58.06%、平均推定率は、73.49%という結果を得た。

今後は、さらに被験者数を増やし、学習者の特性を考慮した心理状態推定法を検討していく予定である。

謝辞

本研究の一部は、独立行政法人 科学技術振興機構の「シーズ発掘試験研究」として行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

[1]黒川智哉, 野須潔, 山崎清之, “顔画像および生体信号のテンプレートを用いた e-Learning 学習者の心理状態時系列変化推定の検討”, 映像メディア学会誌, Vol.61, No.12 (2007).  
 [2]小池武士, 繁田亜友子, 黒川智哉, 野須潔, “表情画像によるリアルタイム心理状態推定を用いた e-Learning 支援システム”, FIT2008 発表予定