

# eラーニングにおける学習者の表情ログの獲得・提示

## Maintaining logs of facial expressions given by the learner using e-learning system

角所 考<sup>\*1</sup>  
Koh Kakusho

中村和晃<sup>\*1</sup>  
Kazuaki Nakamura

村上正行<sup>\*2</sup>  
Masayuki Murakami

美濃導彦<sup>\*1</sup>  
Michihiko Minoh

<sup>\*1</sup>京都大学  
Kyoto University

<sup>\*2</sup>京都外国語大学  
Kyoto University of Foreign Studies

This article proposes to maintain facial expression and eye gazes of the learner during e-learning as a new kind of learning logs, so that the instructors can understand how the learner feels about the course materials given by the e-learning system. Since it is not easy to recognize those facial expressions and eye gazes automatically, we propose to obtain the video image of the learner's face seen through the monitor from the viewpoint right behind the monitor. From this video image, the instructor can understand the facial expression and eye gaze of the learner. This image is synthesized from a pair of images obtained by a stereo cameras installed on the frame of the monitor using computer vision techniques.

### 1. はじめに

近年、教育分野へのIT技術の導入に伴い、e-learning システムを用いた非同同期型の遠隔教育が様々な場面で導入されている。このようなe-learning システムの多くは、各学習者の教材へのアクセス時刻やテストスコアなどを学習ログとして保存し、教師に指導の参考として利用してもらえようになっている。しかし、このような学習ログだけでは、教師は、学習者が教材やテストのどの部分をどのような興味の下に学習していたかといった学習者の学習の様子を把握することはできない。そこで本研究では、学習者の学習履歴に加え、学習者が教材のどの部分を、どのような表情で見ていたかを教師が把握できるような画像を、e-learning システムの学習ログとして保存することを提案する。

### 2. 表情と注視対象の記録・保存

#### 2.1 従来研究

学習者による教材中の注視対象や表情を学習ログとして記録するためのアプローチとして、計算機による表情認識や視線検出を実現することが考えられる。このうち表情認識に関しては、従来から、“喜び”、“怒り”等の基本6表情[1]の認識を目指した様々な手法[2][3]が提案されてきたが、学習の場面で想定されるのは、むしろ“難しい”、“興味深い”、“退屈である”といった表情である。しかし、このような表情は、基本6感情のような明確なカテゴリが存在するとは限らず、表情変化もそれほど明確でないと考えられることから、従来のような表情認識手法はそのまま利用できない。

また、視線検出のための従来手法のうち、アイマークレコーダを用いる装着型のアプローチ[4]は、そのような装置をeラーニングで装着すること自体が現実的でない。画像処理による非装着型のアプローチ[5]でも、瞳孔やブルキニエ像等を画像中からロバストに検出するには赤外光の照射が必要であり、そのための装置を常に準備するのはやはり望ましくない。一方、赤外光を用いない手法では、教材中のどの部分を見ているかを判断できるほど十分な精度を得ることが難しい。

そこで本研究では、学習者の表情や視線を自動認識・検出するのではなく、教師自身がそれを見ることによって学習者の表

情と注視対象を同時かつ継続的に把握できるような学習者の顔画像（以後これを“ログ画像”と呼ぶ）を、そのまま学習ログとして保存・提示するというアプローチを考える。

#### 2.2 表情・注視対象把握のためのログ画像

表情を把握する上で最も望ましいログ画像は、いうまでもなく学習者の顔を正面から捉えた画像であろう。一方、注視対象が把握できるためには、学習者の顔に加えて、そのときに見ているモニタ画面、および学習者の顔とモニタ画面の位置関係の情報が必要となる。

以上を考慮して、本研究では、学習者の顔を、モニタの裏側からモニタ越しに透視したような画像をログ画像として利用することを提案する。ただし、カメラを設置できる場所は、モニタの枠部分であるため、このようなカメラ位置から、上のようなログ画像を得ることはできない。そこで本研究では、モニタの枠部分に設置したカメラによる顔画像から、モニタ後方の仮想視点での顔画像を合成し、これに教材画像を重畳することで、上のようなログ画像を合成・保存し、教師に提示する。このための具体的な手法について次に述べる。

### 3. ログ画像の合成手法

モニタ後方の仮想視点での顔画像を合成するための単純な方法は、顔を平面モデルで記述し、平面射影変換を行うという2次元的なアプローチである。しかし、本研究で考えるような学習状況では、顔-カメラ間の距離が小さいため、顔を平面近似したときの誤差が無視できず、顔画像の歪みが大きくなる。そこで、本研究では、次に述べるように、学習者の顔の3次元モデルと2台のカメラによるステレオ視によって学習者の仮想視点顔画像を生成するという3次元的なアプローチを用いる。

ステレオカメラにより撮影された2枚の学習者の顔画像それぞれから、両目と口の中心点を抽出し、その3次元位置をステレオ視の原理を用いて求める。この3次元位置に対して、対応する顔特徴点が一致するようにモデルの姿勢を定め、そのときにステレオカメラ画像中でモデルの各パッチに対応した各三角形内の領域を、テクスチャとして顔モデルの各パッチに貼り付ける。さらにそれをモニタ後方の仮想視点に置いた仮想カメラで観測したときの画像を求めることにより、モニタ後方から学習者の顔を見たような画像を合成する（図1）。

連絡先: 角所 考, 京都大学学術情報メディアセンター (京都市左京区吉田本町), kakusho@media.kyoto-u.ac.jp

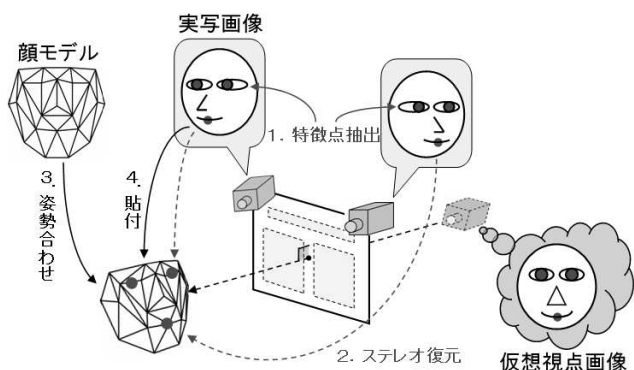
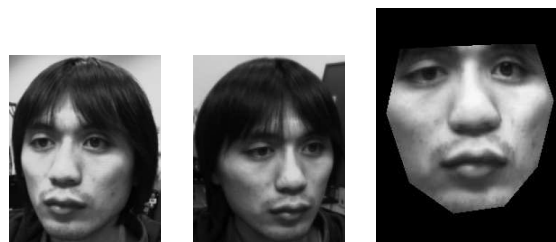


図 1: 仮想視点顔画像の合成



(a) ステレオカメラ画像 (b) 仮想視点顔画像

### 3.1 教材画像との重畳

2.2 節のログ画像を生成するために、3.1 節で合成した仮想視点顔画像に教材画像をそのまま重畳するだけでは、教材画像に対する顔画像の相対的な大きさが小さくなりすぎ、顔が見にくくなる。しかし、顔画像だけを適当に拡大すると、仮想視点に対する顔とモニタ画面との位置関係が崩れてしまうため、そのような画像から注視対象を正しく把握することはできない。

そこで本研究では、図 2 に示すように、学習者の顔の中心 E を頂点、モニタ画面を底面とする錐体に沿ってモニタ画面を縮小し、視点位置 C を、縮小後のモニタ画面の中心 D' から仮想カメラの焦点距離  $f$  だけ離れた位置 C' に改める。この状況で、縮小したモニタ画面越しに学習者の顔を透視した教材画像を顔画像に重畳する。これにより、学習者の視線方向と注視対象との関係を維持したまま顔画像の相対的な大きさを拡大することができる。ただし、画像を重畳する際、教材画像と顔画像は左右が互いに逆になっているので、顔画像を左右反転させてから教材と重畳する。

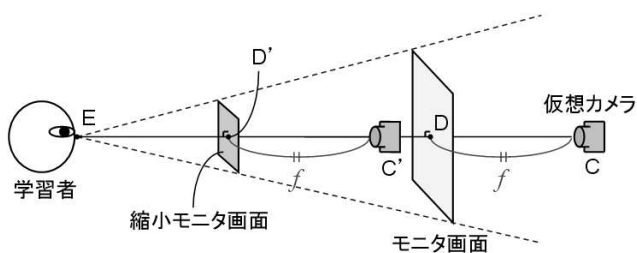
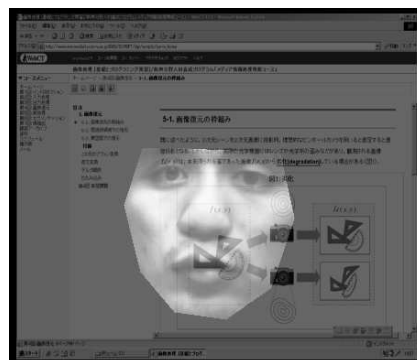


図 2: 顔画像の相対的な大きさの拡大

## 4. 実験

eラーニングシステムには WebCT を使い、ステレオカメラ画像から両目と口の中心点を抽出する処理にはオムロン社の顔画像処理ソフト OKAO Vision を用いた。重畳結果を図 3 に示す。このとき、評価のために、教材画像を意味的に一まとまりの領域に分割し、学習者役の被験者 (3 名) に対して注視する領域を指示した状態でログ画像を撮影した。これを教師役の被験者 (5 名) に提示し、学習者役被験者が教材中のどの領域を見ていると思うか回答を求めたところ、一致率は 78.3% であった。一致しなかった事例についても、92.3% は誤りは隣接領域の範囲内に収まっていた。



(e) 重畳画像

図 3: 実験結果

## 5. むすび

本研究では、e-learning システムの学習ログとして、教師が学習者の表情と注視対象の 2 点を同時かつ継続的に観測・把握できるような画像を利用することを提案した。このような画像として、モニタの裏側からモニタ越しに学習者の顔を透視したような画像を利用することを考え、このような画像を、モニタに設置したステレオカメラ画像から合成した。今後の課題として、注視対象をより把握しやすくするために、教材画像に対する顔画像の透過割合などについても検討すると共に、顔のみという不自然さを解消するために、髪や胴体部分などを追加することなどが挙げられる。

## 参考文献

- [1] Ekman, P. et al.: "The Facial Action Coding System", Consulting Psychologists Press (1978)
- [2] 崔 昌石他: "顔の 3 次元モデルを用いた顔面表情の分析", 信学論, vol.J-74-D-II, no.6, pp.766-777 (1991)
- [3] 松野 勝弘他: "ポテンシャルネットと KL 展開を用いた顔表情の認識", 信学論, Vol.J-D-II, No.8, pp.1591-1600 (1994)
- [4] 満上 育久他: "視線情報を用いた注視点の 3 次元位置推定", 信学技報 PRMU, vol.102, no.554, pp.1-6 (2003)
- [5] 大野健彦他: "眼球形状モデルに基づく視線測定システム—視線入力デバイスの実現に向けて—", 情処研報, 2001-HI-93, pp.47-54 (2001)
- [6] 青山 晃治他: "一台のカメラによる顔と視線方向の推定", 信学技報, PRU, vol.95, no.583 (1996)