

## 学位論文の審査結果の要旨

顔画像分類は、コンピュータビジョンにおける画像分類のひとつであり、顔の様々な特徴量を解析することによって、入力した顔画像をいくつかのクラスに分類するものである。顔画像分類は、予め定義されたクラスやグループによって、(i)厳密尺度を用いる分類と、(ii)抽象尺度を用いる分類の2つのカテゴリーに大別される。厳密尺度を用いる分類には、性別や身元などの明確な定義が存在するが、抽象尺度を用いる分類では、顔に対する個人の好みなどのあいまいな情報を取り扱う。本論文では、線形アルゴリズムを利用した顔画像の認識と分類に焦点を当て、厳密尺度に基づき顔認証 (face authentication) および顔特定 (face identification) を行う方法と、抽象尺度に基づき個人の好みを反映した顔分類を行う方法について論じている。

まず、第1章では、画像分類に関する研究分野全体を俯瞰し、顔画像分類に関する従来のアプローチを概観して課題を明らかにするとともに、本研究の研究目的、アプローチについて述べている。次に第2章では、分類に利用する線形アルゴリズムについて概観し、本研究で用いる Principle Component Analysis (PCA)、Linear Discriminant Analysis (LDA)、Fisher Linear Discriminant Analysis (FLD) についてまとめている。

第3章では、厳密尺度に基づく顔画像分類として、入力した顔画像を既知の顔 (利用者) と未知の顔 (侵入者) に分類する顔認証 (face authentication) と、顔同定 (face identification) を行うにあたり、顔全体の特徴と局所的な特徴およびその組み合わせを利用する HFLD (Hybrid Fisher Linear Discriminant Analysis) 法を提案している。提案法では、顔画像を全体、目、目鼻、鼻口、そして口の5つの要素にパーツ化し、それぞれについて学習する。400枚の画像データからなる AT&T データベースおよび自ら収集・作成した MZ データベースを用いた検証実験により、顔認証では未知の顔画像の検出率として 99.2%、98.6%を、顔同定では同じデータベースを使用し、それぞれ 97.5%、96.3%の高い認識率を達成した。これらの結果から、提案法は従来法と比べて安定して高い認識率を達成できることを明らかにしている。

次に、第4章では、抽象尺度を用いる顔画像分類として、顔画像に対する好みに基づく顔画像分類について検討している。ここでは、予め個人にとって魅力的な顔、魅力的でない顔、およびどちらとも言えない顔の3種類に分類しておき、それぞれの顔画像の eigenface (固有顔) を利用し、アジア人の女性顔、男性顔を好みによって分類する方法を提案している。提案法では、それぞれのクラスを別々に扱うため、よりクラスに特有な情報を含んだ固有画像を生成し、分類

に利用することができる。分類は、個人ごとに、クラス特有の固有顔を用いて再構成した顔画像と入力画像との間の類似度を計測し、最も距離の近いクラスに分類する。その結果、個人ごとに差は認められるものの3クラス分類（魅力的／どちらとも言えない／魅力的でない）の場合、従来法と比べて女性顔で 6.3%～17.7%、男性顔で 5.2%～16.6%分類成功率が向上した。2クラス分類（魅力的／魅力的でない）の場合、従来法と比べて女性顔で 6.3%～17.7%、男性顔で 5.2%～16.6%の向上が認められ、提案法の有用性を明らかにしている。最後に、第5章で本論文をまとめ、残された課題について言及している。

これらの研究成果は、専門分野の学会誌論文2通と、国際会議論文1通に発表され、当該専門分野においてその新規性と有用性が認められている。これらを総合的に考慮し、審査委員会全員一致で、本論文は博士の学位に値するものと判断した。

#### 公表主要論文名

- M. Chua, Y. Akimoto, H. Aguirre, and K. Tanaka, “Asian Face Classification Based on Personal Attractive Preference Using Class-Specific Eigenfaces Reconstruction Method”, IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol.2, No.1, pp.91-103 (2014).
- M. Chua, M.F.A. Fauzi, K.S. Shima and K. Tanaka, “Hybrid Fisher Linear Discriminant Algorithm for Dual-Function Face Recognition Home Security System”, Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, Vol.41, No.5, pp. 506-519 (2012).
- M. Chua, Y. Akimoto, H. Aguirre, and K. Tanaka, “Asian Female Face Classification Incorporating Personal Attractive Preference”, Proc. IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2013), Okinawa, pp.413- 418 (2013).