

(樣式第 3 号)

## 論 文 要 旨

### 論 文 題 目

#### **Image Feature Extractions by Independent Component Analysis and Principal Component Analysis**

A central problem in neural network research, as well as in statistics and signal processing, is finding a suitable representation of the data, by means of a suitable transformation. It is important for subsequent analysis of data that the data is represented in a manner that facilitates the analysis. This is achieved by a feature extraction process, which in most cases is sought as a linear transformation.

Many principles and methods have been developed to find a suitable linear transformation. These methods define a principle that tells which transform is optimal. The optimality may be defined in the sense of dimension reduction, statistical characteristics of the resulting components, 'interestingness' of the basis functions or other criteria, including application-oriented ones. In this dissertation, we shall concentrate on the problem of image feature extraction by principal component analysis (PCA) and independent component analysis (ICA). PCA is a widely used data analysis technique which is able to extract the principal components of the stream of input vectors. It rotates the input space in such a way that the values of the outputs are as uncorrelated as possible and the variances of the patterns are mainly concentrated in a few output components. On the other hand, ICA is a relatively new invention and can be seen as an extension to PCA. ICA assumes that the input data (observation) are linear mixtures of some unknown latent variables (sources). The mixing coefficients are also unknown. ICA tries to rotate the input space so that the outputs are as statistically independent as possible. The image feature extraction by ICA and PCA is motivated by results in neurosciences which suggest that the similar principle of redundancy reduction explain some aspects of the early vision process in the brain.

The objective of this dissertation is to cover the application of ICA and PCA to image feature extraction, mainly spatial and color feature representation. First, we combine nonlinear PCA and a subspace classifier to extract the edge and line features in images. Compared with standard PCA, nonlinear PCA can provide the higher-order statistics and result in non-orthogonal basis vectors. The simulation results indicate the basis vectors from nonlinear PCA can classify the edge patterns better than those from linear PCA. Second, we propose a novel pixel pattern-based approach for texture classification, which is independent of the variance of illumination. Gray scale images are first transformed into pattern maps by pattern matching. We use the basis functions learned through PCA as templates for pattern matching. Using PCA pattern maps, the feature vector is comprised of the numbers of the pixels belonging to a specific pattern. The new feature is quite time saving, free of the influence of illumination, and has comparable accuracy. Third, we apply ICA to analyze the color representation of remotely sensed images. Among the three ICA basis functions obtained from RGB color space, two are in opponent-color model by which the responses of R, G and B cones are combined in opponent fashions. This is coincident with the idea of contrasting reflected in many color systems. The interesting point is that there is no summation component which corresponds to illumination in other transforms. Fourth, we apply ICA to extract the features in color histograms. PCA is applied to reduce the dimensionality and then ICA is performed on the low-dimensional PCA subspace. The experimental results show that the proposed method (1) significantly reduces the feature dimensions compared with the original color histograms and (2) outperforms other dimension reduction techniques in terms of accuracy.

氏 名 曾 湘 燕

(様式第5-2)

2004年3月3日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 仲尾 善勝

副査 氏名 陳 延偉

副査 氏名 Mohammad Reza Asharf

副査 氏名 和田 知久



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 総合知能工学専攻 氏名 Zeng, Xiangyan 学籍番号 018653J (曾 湘燕)
指導教官名	仲尾 善勝
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格      最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Image Feature Extraction by Independent Component Analysis And Principal Component Analysis
審査要旨 (2000字以内)	<p>本研究では、独立成分分析(ICA)と主成分分析(PCA)を、適応的及び統計的手法として、画像特徴抽出に適用し、主に、空間及び色彩特徴の抽出に有効であることを示している。</p> <p>(1)まず、非線形 PCA の部分空間による画像特徴表現を提案し、部分空間クラシファイヤを用いてイメージパッチの集合から画像のエッジ特徴を抽出している。</p> <p>(2)画像パターンベースに基づく新しいテクスチャー分類法を提案している。パターンマッチン</p>

(次頁へ続く)

グにテンプレートとしてPCA基底関数を用いている。これらはフーリエ変換基底関数等と比較して、より実データに適合することを示している。幾つかのフィルターの畳み込みから特徴を計算する従来法の一つであるマルチチャンネル法と比較して、提案手法は照明に依存しない、計算時間が短い、及び、より良い精度を持つことを示している。

(3)リモートセンシング画像の色彩分析にICAを適用している。RGBカラー空間から得られた3個のICA基底関数のうち2個がR,G,及びBの反対色モデルであり、また、他の変換における強度に対応する成分がICA基底関数にはないので、照明と物体の影の影響が減少することを示し、実験により、マルチスペクトルのリモートセンシング画像の分類精度をかなり向上させることを示している。

(4)最後に、カラーヒストグラムにおける特徴抽出にICAを適用している。画像検索において、従来法は高次元のヒストグラムデータを圧縮するが、提案法は、PCAにより低次元化し、ICAを低次元部分空間に適用し、良い検索精度を持つ低次元特徴を提案している。例えば、次元圧縮の従来法であるSVDと比較し、より良い精度を達成したことを示している

以上のように、本論文は博士の学位論文に値するものとして合格と認める。また、上記の者は専門分野及び関連分野の十分な知識を有することが判明したので、最終試験も合格とする。