

第12章

KL変換

- 主成分分析
- 直線あてはめ問題
- 固有値問題
- 分散共分散行列
- 顔特徴検出
- 顔画像認識

最近、情報セキュリティや犯罪防止の観点から生体認証（バイオメトリクス）システムが研究され、急速に実用化されつつあります。生体認証には指紋、虹彩、顔画像、手指の静脈、音声（声紋）、筆跡など個人に特有な生体情報が使われます。なかでも顔画像を対象としたシステムは、眼鏡や表情によって認識率は低下しますが、利用者の心理的抵抗が少なく、USBカメラによって認証システムを手軽に実現することができロボットの目としても利用されています。

KL変換は学習サンプルデータの統計的性質を用い、変換後の成分エネルギーが最も集中するように直交ベクトルを構成します。分散共分散行列の固有ベクトルを正規直交基底とする直交変換であり、これは数学的には多変量解析の主成分分析とほとんど同じです。パターン認識の分野では固有空間法とも呼ばれます。

本章では、KL変換の原理を学び、単純な顔認識への応用例を示します。

12.1 KL変換の考えかた

顔認識には、目や鼻、口などの位置関係で調べる“特徴点の幾何学的情報に基づく方法”と、顔全体の濃淡パターンを特徴量とする“顔パターンに基づく方法”があります。

後者は顔パターンから作られる次元数の大きな特徴ベクトルを小さな次元数の特徴ベクトルに直交変換し、モデル画像と未知画像を比較する方法です。直交変換には8章で説明したフーリエ変換、離散コサイン変換、10章のウェーブレット変換、そのほか多くの種類があります。本章で述べるKL変換もその1つです。

KL変換あるいは主成分分析は“元の特徴ベクトル空間の分布を最もよく近似”するように次元数を削減する方法です。このことをまず、2次元問題で考えてみます。

12.1.1 主成分分析

ある集団の身長と体重をプロットしたとき、図12.1のような散布図が得られたとします。このようなパターン集合を原特徴空間と呼びます。横軸 x_1 が身長、縦軸 x_2 が体重を表しています。5個のサンプル点を黒丸で示しています。

一般にサンプル数が多いとき、パターン集合は楕円状の分布になる傾向にあります。楕円の長軸（ y_1 軸）