

# 第9回 識別プログラム

## 画像認識工学

情報工学科4年

科目担当 鈴木

# 実対称行列の対角化

実対称行列 $A$ に対し、 $P^{-1}AP = \Lambda$ を満たす次のような行列が存在する。

$\Lambda$   $\cdots$   $A$ の固有値を対角成分にもつ行列  
(非対角成分は0)

$P$   $\cdots$   $A$ の固有ベクトルを列にもつ行列

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & \cdots & \cdots & 0 \\ \vdots & \lambda_2 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \cdots & \lambda_d \end{bmatrix} \quad P = [\vec{e}_1, \vec{e}_2, \cdots, \vec{e}_d]$$

# Jacobi法

- ①  $n = 1, \quad Q_0 = A$
- ②  $Q_{n-1}$ の非対角成分のうち絶対値が最大の要素の場所を  $(i, j)$  とする。
- ③  $Q_n = P_n^{-1} Q_{n-1} P_n$  の  $(i, j)$  成分が0になるように  $P_n$  を構成する。(構成方法は別途)
- ④  $Q_n$  が対角行列なら⑤へ。そうでない場合は  $n = n + 1$  として③へ。
- ⑤  $Q_n = P_n^{-1} P_{n-1}^{-1} \cdots P_2^{-1} P_1^{-1} A P_1 P_2 \cdots P_{n-1} P_n$  の対角成分が固有値であり、 $P_1 P_2 \cdots P_{n-1} P_n$  の各列が対応する固有ベクトルである。

※収束性については数学的に証明することが可能。

# Jacobi法で用いる行列

$$P_n = \begin{bmatrix} 1 & & & \vdots & 0 & \vdots & & & \\ & 1 & & \vdots & 0 & \vdots & & 0 & \\ & & \ddots & \vdots & 0 & \vdots & & & \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cos\theta & \cdots & \sin\theta & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \vdots & 1 & \vdots & 0 & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & -\sin\theta & \cdots & \cos\theta & \cdots & \cdots & \cdots \\ & & & \vdots & 0 & \vdots & \ddots & & \\ & 0 & & \vdots & 0 & \vdots & & 1 & \\ & & & \vdots & 0 & \vdots & & & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \\ \\ \\ i\text{行} \\ \\ j\text{行} \\ \\ \\ \end{matrix}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2a_{ij}}{a_{jj} - a_{ii}} \quad (\text{ただし } i < j)$$

# 課題8 (提出期限 1 月 5 日)

- 共分散行列を読み込み、その固有値及び固有ベクトルをヤコビ法により求め、その結果をファイルに書き出すプログラムを作成する。
- 与えられたプログラムの雛形の中で、ReadCov(), Jacobi(), WriteEigenVV()の関数部分を実装し、プログラムを完成せる。
- プログラムが完成したら実際に与えられた共分散行列を処理し、固有値及び固有ベクトルが格納されたファイルを作成すること。

【提出物】 作成したプログラム

【補足】

内容は同等であれば、雛形を使わずにプログラムを作成しても差し支えない。C言語でなくても構わないが、あまり一般的に利用されていない言語の使用は控えること。また提出の際にはZIPファイルにまとめたりせず、1つのファイルとして提出できるようにすること。

# 参考 共分散行列のファイルの形式

共分散行列はあらかじめファイルで提供する。ファイルの形式は次の通りである。

□ファイルはテキスト形式である。

□認識対象の46字種の共分散行列が「あ」から「ん」まで順に記録されている。

□1字種の共分散行列は、 $(1, 1)$ 成分から $(196, 196)$ 成分まで順に1行に1要素ずつ記録されている。共分散行列は実対称行列であることに注意すること。

□各行の数値は共分散を表すものなので実数である。

□ファイルの行数は $196 \times 196 \times 46$ 行となる。

# 課題9 (提出期限 1 月 19 日)

- ❑ 各字種の標準特徴量、共分散行列から求めた固有値、固有ベクトルと、認識対象特徴量を読み込み、マハラノビス距離を用いて識別を行うプログラムを作成する。
- ❑ 与えられたプログラムの雛形の中で、ReadAve(), ReadEigenVV(), Mahalanobis()の関数部分を実装し、プログラムを完成せる。
- ❑ マハラノビス距離のバイアス値は、試行錯誤により最適と思われる値を設定すること。

【提出物】 作成したプログラム

【補足】

内容は同等であれば、雛形を使わずにプログラムを作成しても差し支えない。C言語でなくても構わないが、あまり一般的に利用されていない言語の使用は控えること。また提出の際にはZIPファイルにまとめたりせず、1つのファイルとして提出できるようにすること。

# 課題10 (提出期限1月26日)

- ❑ 課題9で作成したプログラムを用いて認識実験を行う。
- ❑ 標準特徴量はあらかじめファイルで提供する。ファイルはテキスト形式で、「あ」から「ん」までの46字種の196次元特徴が順番に記録されている。従ってこのファイルの行数は $196 \times 46$ 行となる。詳細はテキストエディタで開いて確認すること。
- ❑ 各字種の固有値・固有ベクトルは課題8のプログラムを用いて各自が作成すること。
- ❑ 認識対象文字の特徴量はファイルで提供する。unknown01.txtからunknown46.txtまでの46個のファイルがあり、それぞれ「あ」から「ん」までに対応している。各ファイルはテキストファイルで20文字分の特徴量が順番に記録されている。従ってこれらのファイルの行数は $196 \times 20$ 行となる。詳細はテキストエディタで開いて確認すること。
- ❑ 実験では、字種ごとに20文字に対する認識率を求めると共に、全字種の平均認識率も計算すること。また、マハラノビス距離に用いるバイアスの値も記録しておくこと。

(次ページに続く)



# 課題10（提出期限1月26日）

【提出物】 報告書（A4で1ページを原則とする）

## 【補足】

- ❑ 報告書の内容は、実験目的、実験方法（何を使ってどういう実験をしたのか具体的に）、実験結果、考察、の4項目とし、A4用紙に2段組で1ページ以内に簡潔にまとめること。
- ❑ 報告書はWordでの提出を原則とし、その他のソフトを使う場合はPDFに変換して提出すること。