

機械学習講座 入門版

講師：荒木雅弘
(京都工芸繊維大学)



自己紹介

荒木雅弘

- 京都工芸繊維大学 情報工学・人間科学系 准教授
- 専門：音声対話処理
- 著書



本講座の目的

- 機械学習技術の全体像を広く知ること、どのような機械学習技術が製品・サービスの開発に活用できるのか、どのような基準でその技術を評価すべきかということを考え、実践できる技術者・開発者の育成を目的とします。

全 3 回の予定

1. 機械学習の基礎：パターン認識

- 「音声認識システム」第 1 部

2. 基本的な機械学習手法

- 「機械学習入門」1 ～ 8 章

3. 発展的な機械学習手法

- 「機械学習入門」9 ～ 15 章

本講座への取り組み方

- 本講座は、京都工芸繊維大学「履修証明プログラム」全 90 時間中約 **75 時間**分の内容を、**15 時間**にまとめたものです。
- 十分な効果をあげるため、1 回の講習につき、**20 時間**程度の勉強時間の確保をお願いいたします。
 - 例) テキスト各章につき
 - 1 時間：テキストによる復習
 - 1 時間：PC を用いた演習

} × 7 ~ 9 章

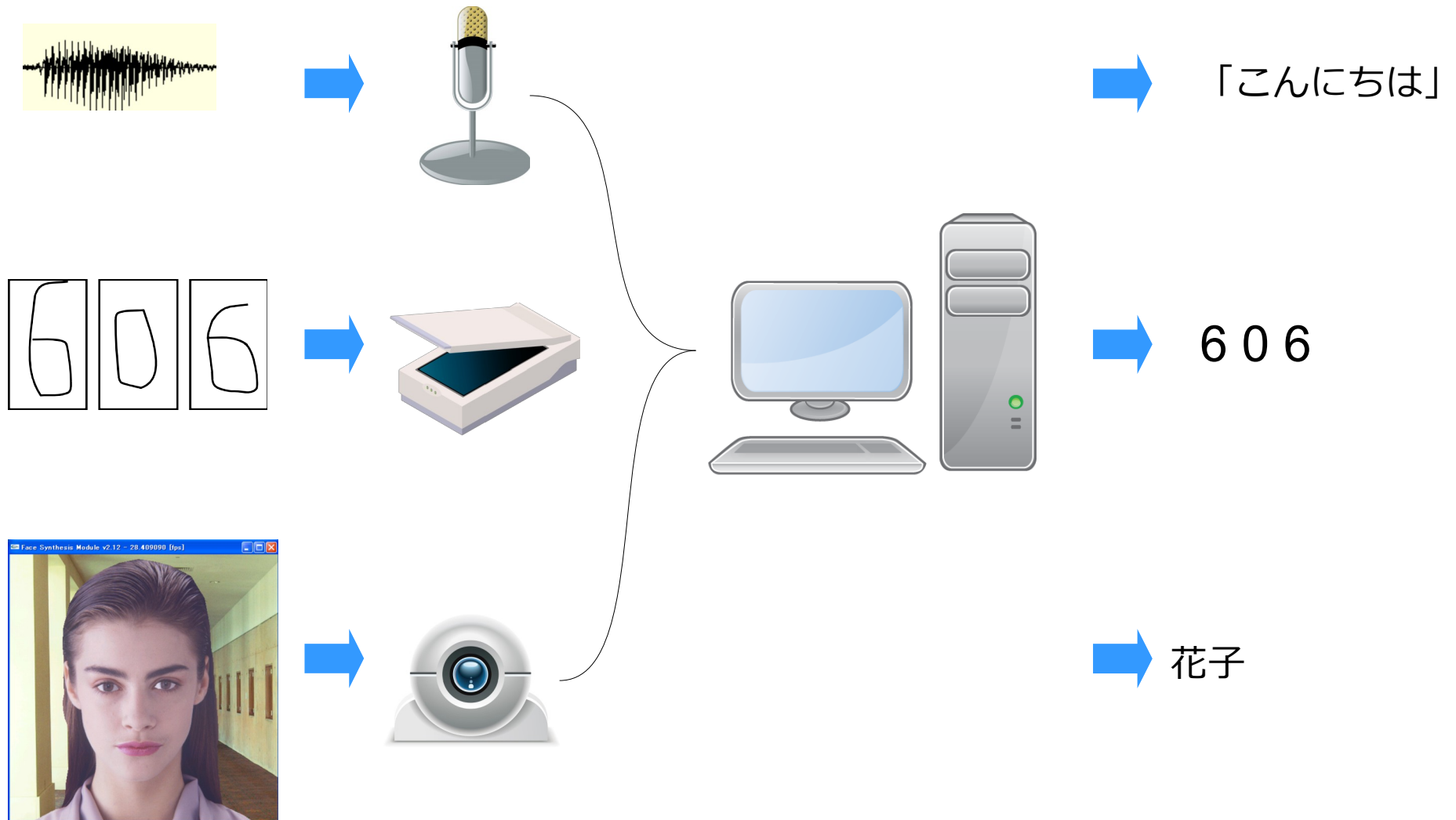
本日の予定

- 9:30-10:30 パターン認識の概要 (1 ~ 3 章)
- 10:45-11:45 基本的な識別手法 (4,5 章)
- (昼休憩)
- 13:00-14:00 サポートベクトルマシン、ニューラルネットワーク (6,7 章)
- 14:15-15:15 統計的識別手法、学習の評価 (8,9 章)
- 15:30-16:30 Scilab, Weka の使い方

Section 1

- パターン認識の概要（1～3章）

第1章 パターン認識って何？

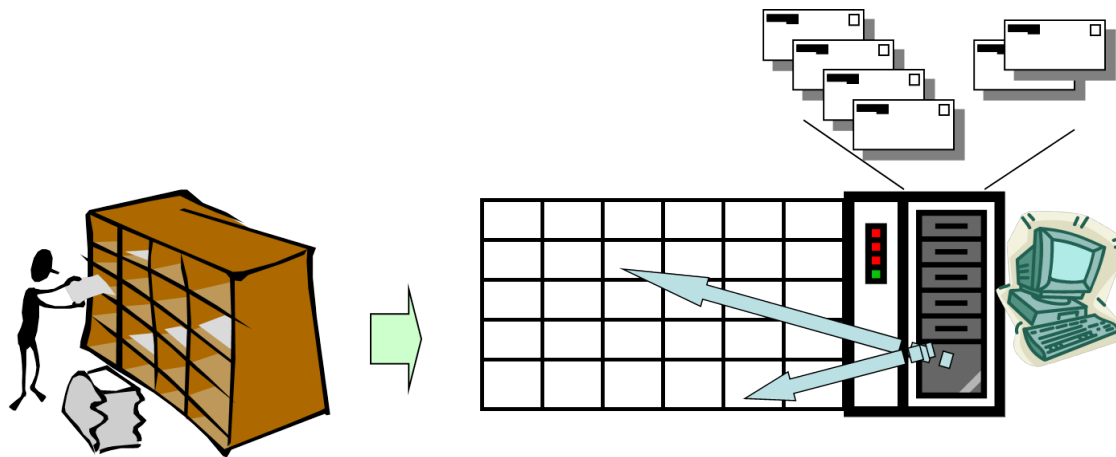


1.1 パターン認識とは

- パターン
 - 人間や動物が知覚できる実世界の画像・音声・匂いなどの情報
- パターン認識
 - 観測されたパターンをあらかじめ定められた複数の概念（クラス）のうちの一つに対応させる処理
- パターン認識の例
 - 文字認識 画像 → 文字
 - 音声認識 音声波形 → 文字 or 単語
 - 心電図の分析 波形 → 病気の兆候

1.1 パターン認識とは

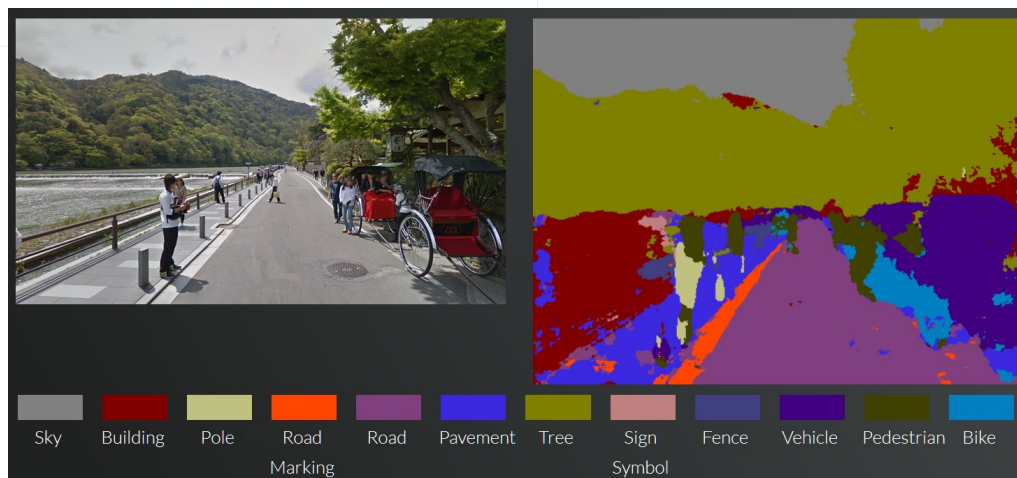
- さまざまなパターン認識システム



(a) 郵便物の仕分けの変遷



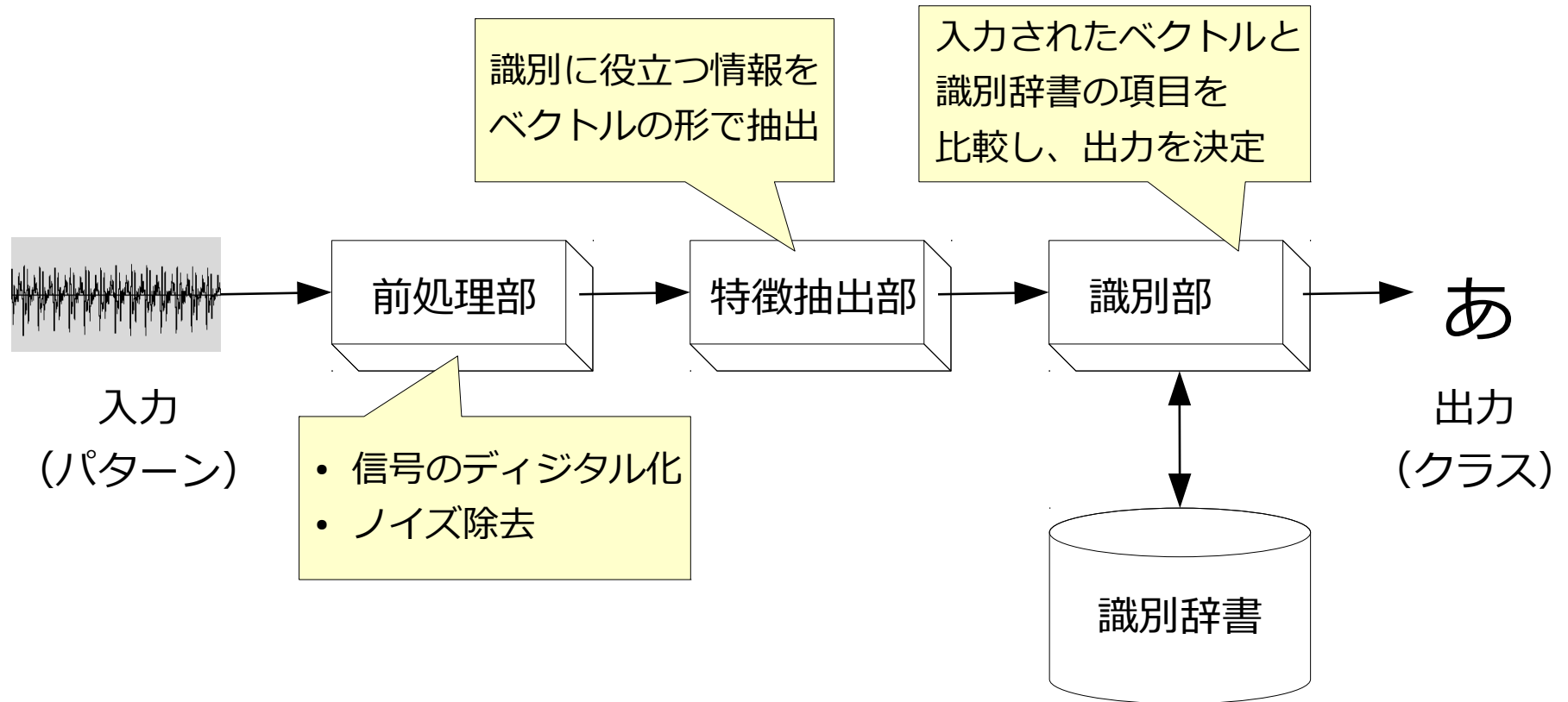
(b) 音声対話アプリ



(c) 道路状況認識システム

<http://mi.eng.cam.ac.uk/projects/segnet/>

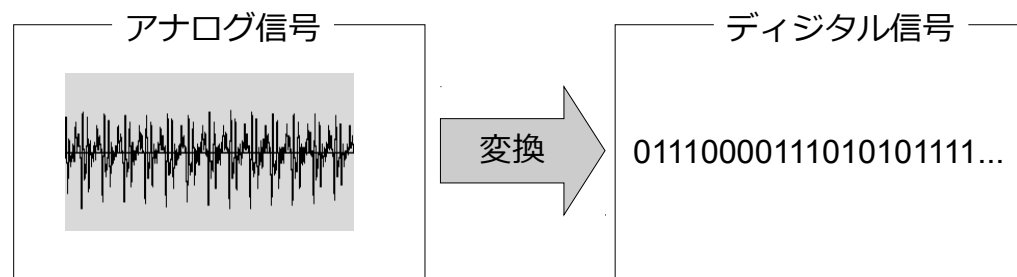
1.2 パターン認識システムの構成



1.3 前処理部

- 前処理部の入出力

- 入力：アナログ信号
- 出力：デジタル信号



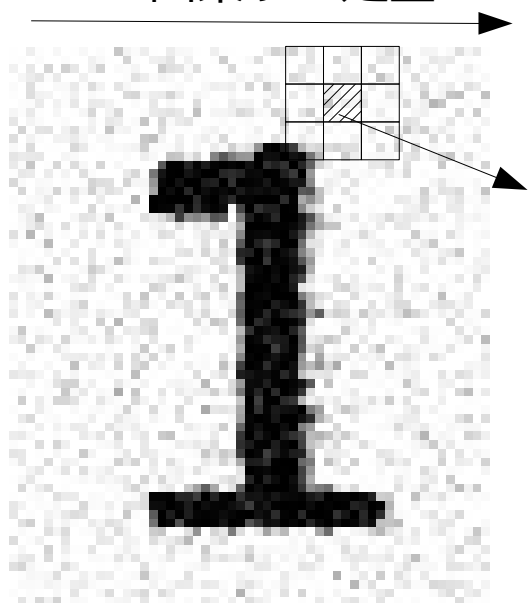
- ただし、単純な AD 変換ではない
 - 識別に必要な情報が落ちていない精度で
 - かつ、後の処理が容易な容量で
- 信号処理レベルで可能なノイズ除去も行う

2.3 特徴抽出をしやすくする処理

- 画像の場合
 - フィルタの適用

特定の画像入力に反応する
脳の視覚野領域の処理に対応

1画素ずつ走査



この画素の値を

$$\sum_{p=0}^2 \sum_{q=0}^2 x_{i+p, j+q} h_{pq}$$

と置き換える

| | | |
|---------------|---------------|---------------|
| $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ |
| $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ |
| $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ | $\frac{1}{9}$ |

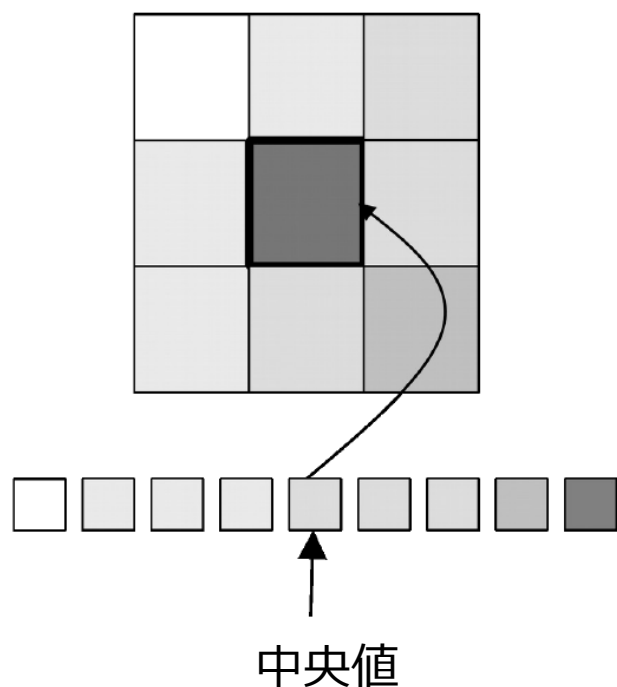
平均値フィルタ

| | | |
|----|---|---|
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |
| -1 | 0 | 1 |

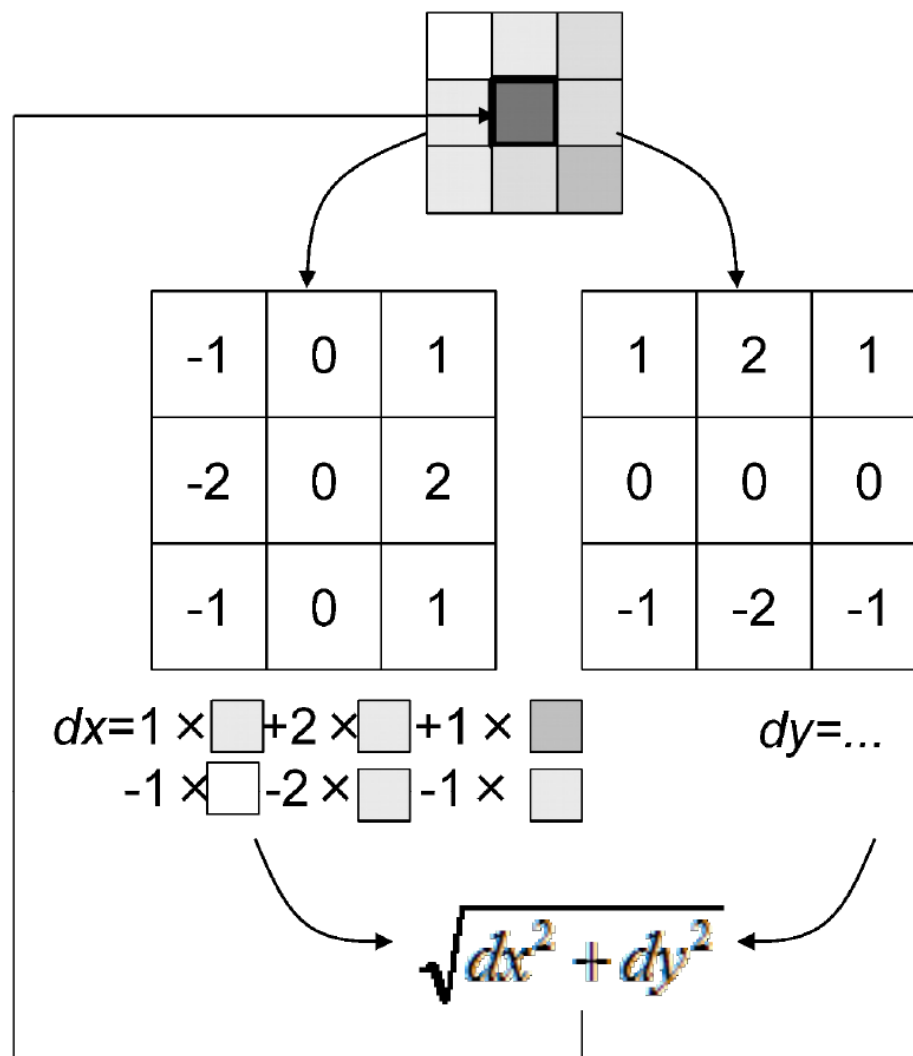
(縦) エッジフィルタ

2.3 特徴抽出をしやすくする処理

- 画像の場合



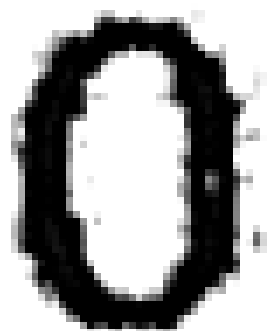
(a) メディアンフィルタ



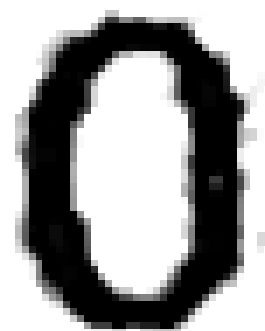
(b) Sobelフィルタ

2.3 特徴抽出をしやすくする処理

- メディアンフィルタ適用の結果
 - ノイズの除去が目的



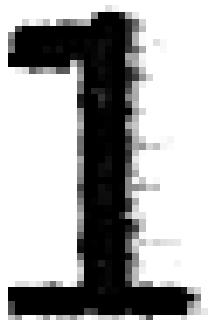
適用前



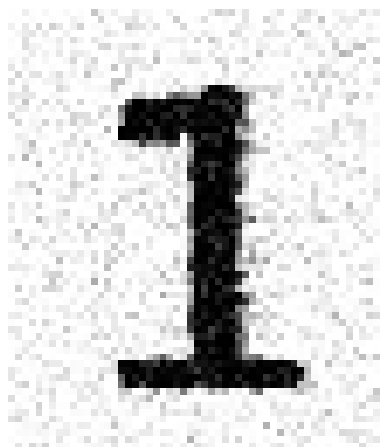
適用後

2.3 特徴抽出をしやすくする処理

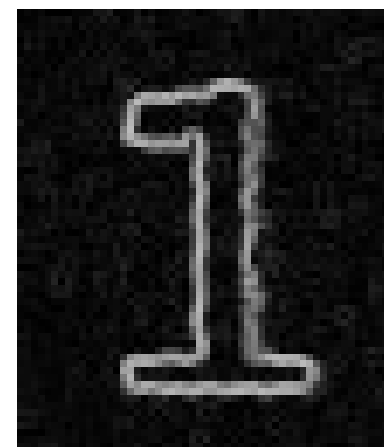
- Sobel フィルタ適用の結果
 - 境界の抽出が目的



元画像



ノイズ付加



Sobel フィルタ適用

1.4 特徴抽出部

- 特徴抽出部の入出力

- 入力：デジタル信号
- 出力：パターンの特徴を表す d 次元ベクトル

$$\boldsymbol{x} = (x_1, x_2, \dots, x_d)^T$$

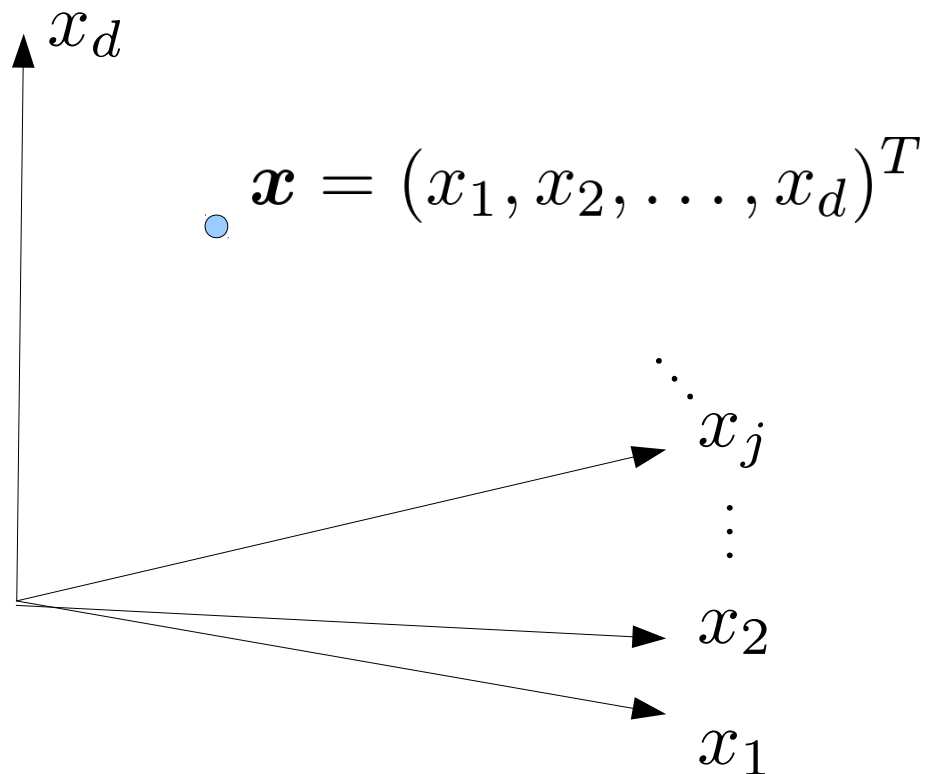
T : 転置記号

- 特徴抽出処理

- パターンの変動に影響されにくい特徴を選ぶ
 - 例) 文字認識
 - 識別に役立つ特徴：線の本数・傾き・曲率 etc.
 - パターンの変動：文字の大きさ・位置・色 etc.
- 抽出すべき特徴は認識対象によって異なる
 - 例) 音声認識と話者認識

1.4 特徴抽出部

- 特徴空間
 - 特徴ベクトルによって張られる d 次元空間
 - 同一クラスに属するパターンは、特徴空間上でクラスタ（塊）を形成する



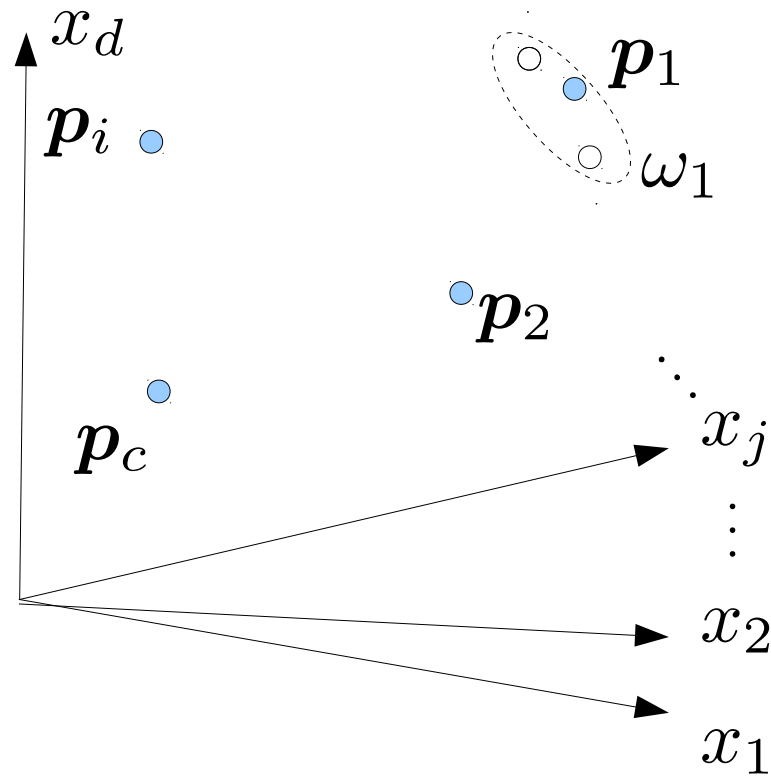
1.5 識別部と識別辞書

1.5.1 基本的な識別手法

- 識別部の入出力
 - 入力：特徴ベクトル
 - 出力：識別結果
- 最近傍決定則（nearest neighbor (NN) 法）
 - 識別辞書に各クラスのプロトタイプ（お手本）を格納
 - 入力された特徴ベクトルと最も近いプロトタイプの属するクラスに識別

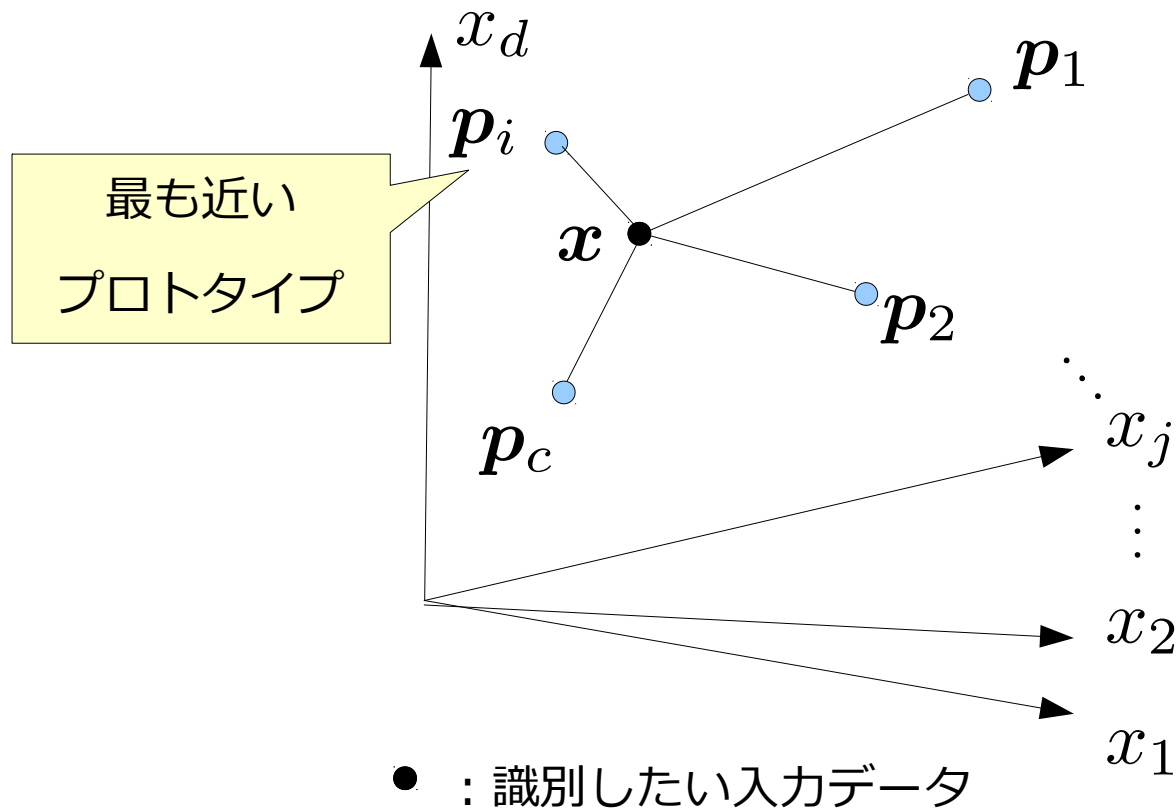
1.5.1 基本的な識別手法

- プロトタイプの設定



1.5.1 基本的な識別手法

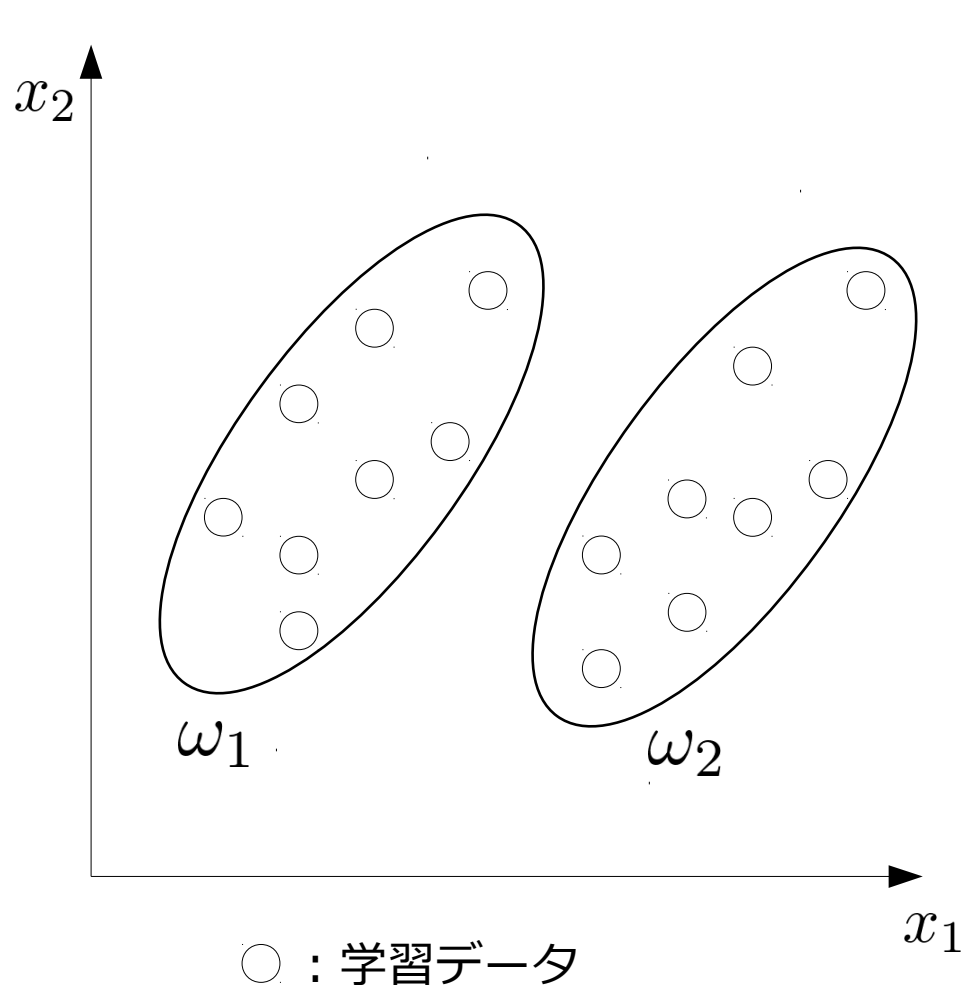
- 最近傍決定則（NN法）



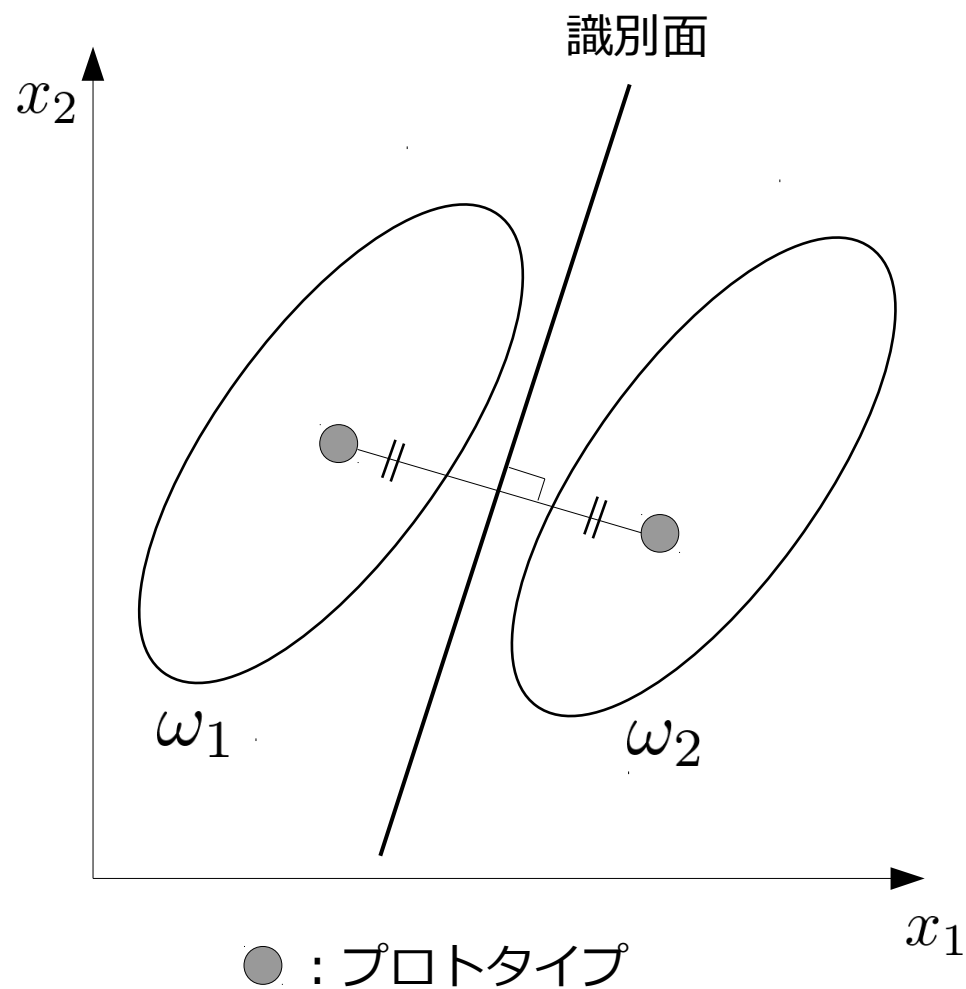
1.5.2 識別辞書の中身

- NN 法を前提にすると
 - 2 つのクラスに分岐点はそれぞれのプロトタイプから等距離にある点の集合
 - 2 次元ならばプロトタイプの中点の垂直二等分線
 - d 次元ならば垂直二等分 $d-1$ 次元超平面
- 識別が非線形な方法なら
 - 境界は非線形曲面
- 収集した「学習データ」からこれらを決定する

1.5.2 識別辞書の中身



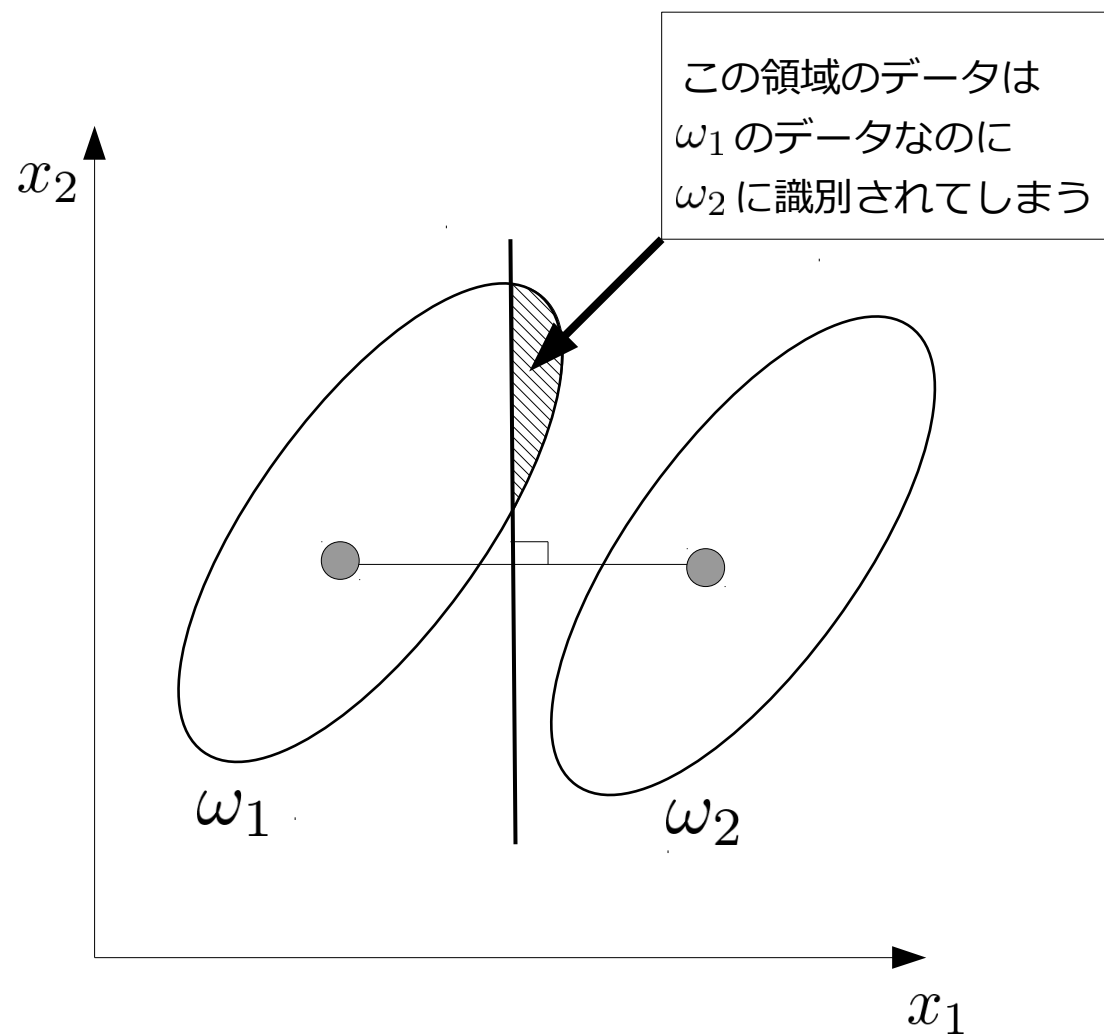
(a) 2次元の2クラス識別問題



(b) 正しく設定された識別面

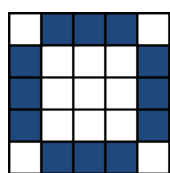
1.5.2 識別辞書の中身

- 間違った識別面の例

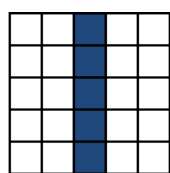


例題 1.1 手書き数字認識

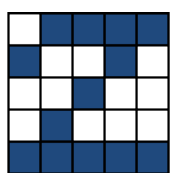
- 学習データをそのままプロトタイプとして NN 法で入力パターンを識別せよ
- 単純な特徴ベクトル
 - 入力：5 × 5 の白黒のメッシュパターン
 - 特徴ベクトル：白 = 0、黒 = 1 としたとき、 $\mathbf{x} = (0, 0, 1, 0, \dots, 1, 0, 0)$ のような 25 次元のベクトル



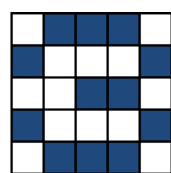
0



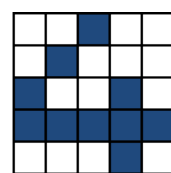
1



2

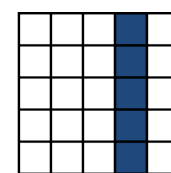


3



4

プロトタイプ



入力パターン

解答例

- 入力パターン \mathbf{x} とプロトタイプ \mathbf{p}_i との距離

$$D(\mathbf{x}, \mathbf{p}_i) = \sqrt{(x_1 - p_1)^2 + \cdots + (x_d - p_d)^2}$$

- 色の異なるマス数を数えればよい

| クラス | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|----|----|----|----|---|
| 異なるマス目の数 | 13 | 10 | 12 | 11 | 9 |

- 答：「4」と識別
- おかしい解答になった原因
 - パターンの変動に強い特徴の抽出を行わなかった

演習問題 1-1

図 1.9(a) のデータから、縦・横・斜めの線の数およびループの数を特徴として抽出せよ。ただし、縦・横・斜めの線とはそれぞれの方向に黒のマスが 3 つ以上続いた場合を数える。また、ループは縦・横・斜めで黒のマスが途切れていないものを数える。

演習問題 1-1 解答例

特徴ベクトル (縦の線 , 横の線 , 斜めの線 , ループの数) は、それぞれ

- 「 0 」 $= (2, 2, 0, 1)$
- 「 1 」 $= (1, 0, 0, 0)$
- 「 2 」 $= (0, 2, 1, 0)$
- 「 3 」 $= (0, 2, 0, 0)$
- 「 4 」 $= (1, 1, 1, 0)$

となる。

演習問題 1-2

演習問題 1-1 で抽出した特徴ベクトルを新たなプロトタイプとして入力パターンを識別せよ。

演習問題 1-2 解答例

入力パターンは $(1,0,0,0)$ となり、各プロトタイプとの距離は、 $\sqrt{6}, 0, \sqrt{6}, \sqrt{5}, \sqrt{2}$ となる。これより、プロトタイプ「1」と最短距離（距離 = 0）となり、「1」と認識される。

Section1 のまとめ

- パターン認識とは
 - 観測されたパターンをあらかじめ定められた複数の概念（クラス）のうちの一つに対応させる処理
- パターン認識システムの構成
 - 前処理 → 特徴抽出 → 識別
- 最も単純な識別手法
 - 最近傍決定則
 - 各クラスでプロトタイプを決め、入力とプロトタイプとの距離が最小となるクラスを識別結果とする