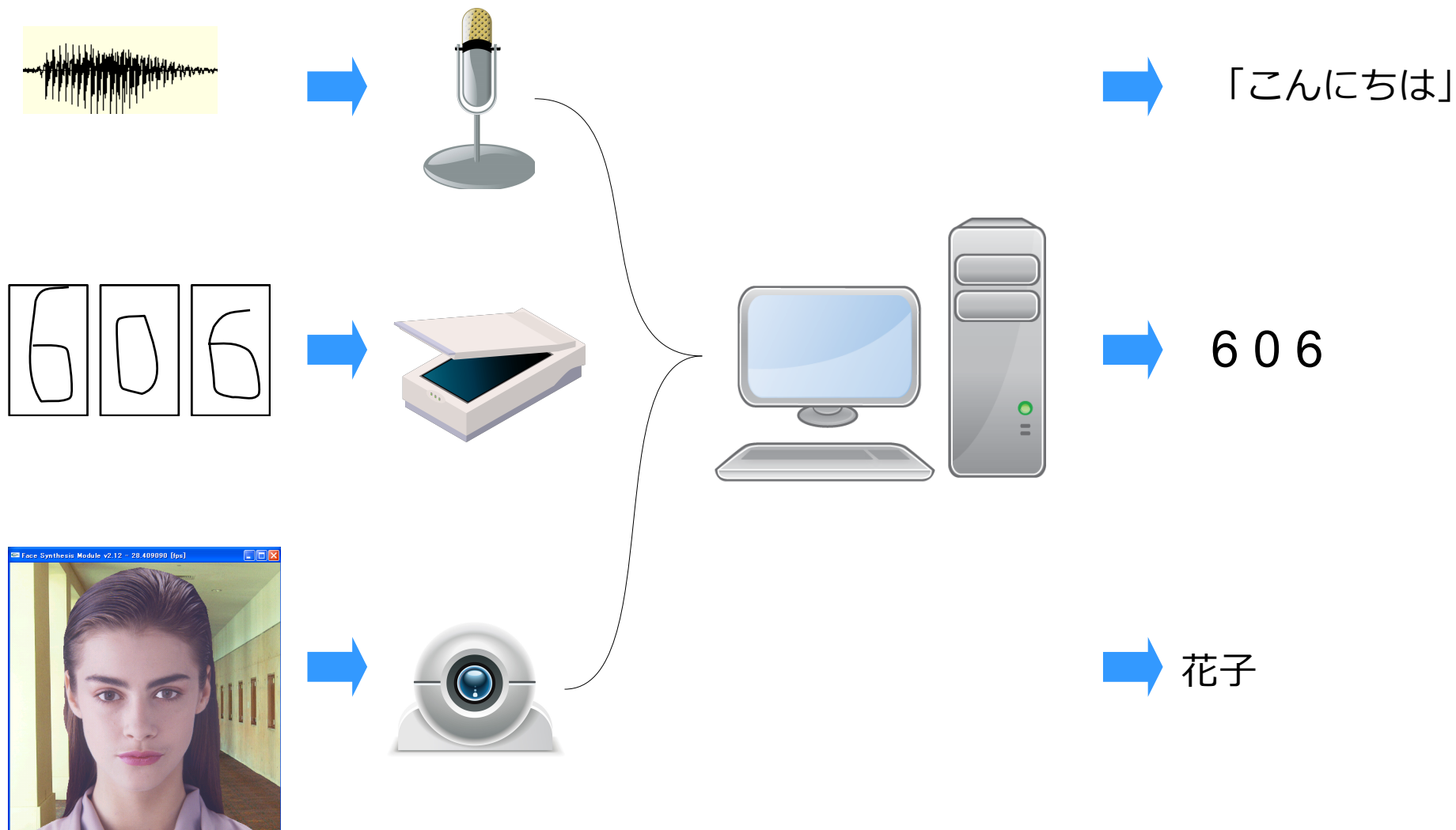


# 第1章 パターン認識って何？

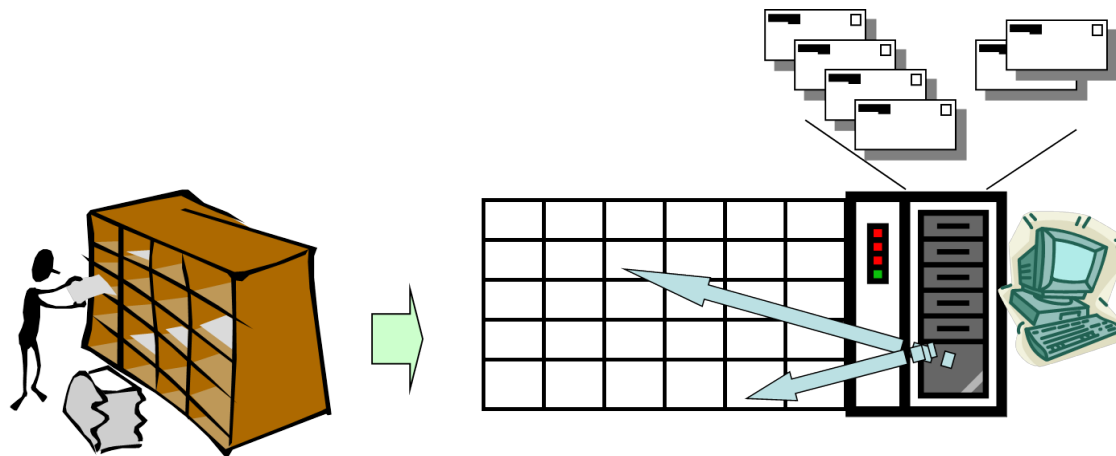


# 1.1 パターン認識とは

- 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

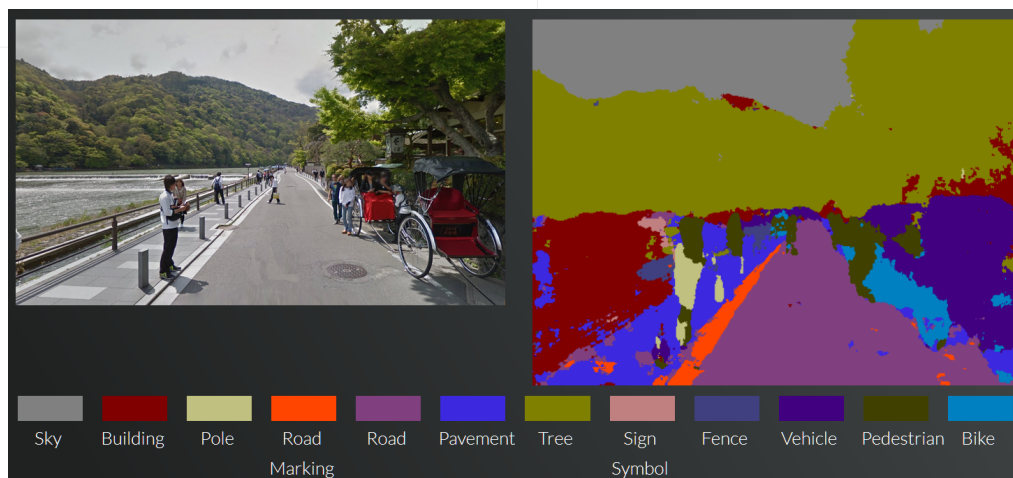
- さまざまなパターン認識システム



(a) 郵便物の仕分けの変遷



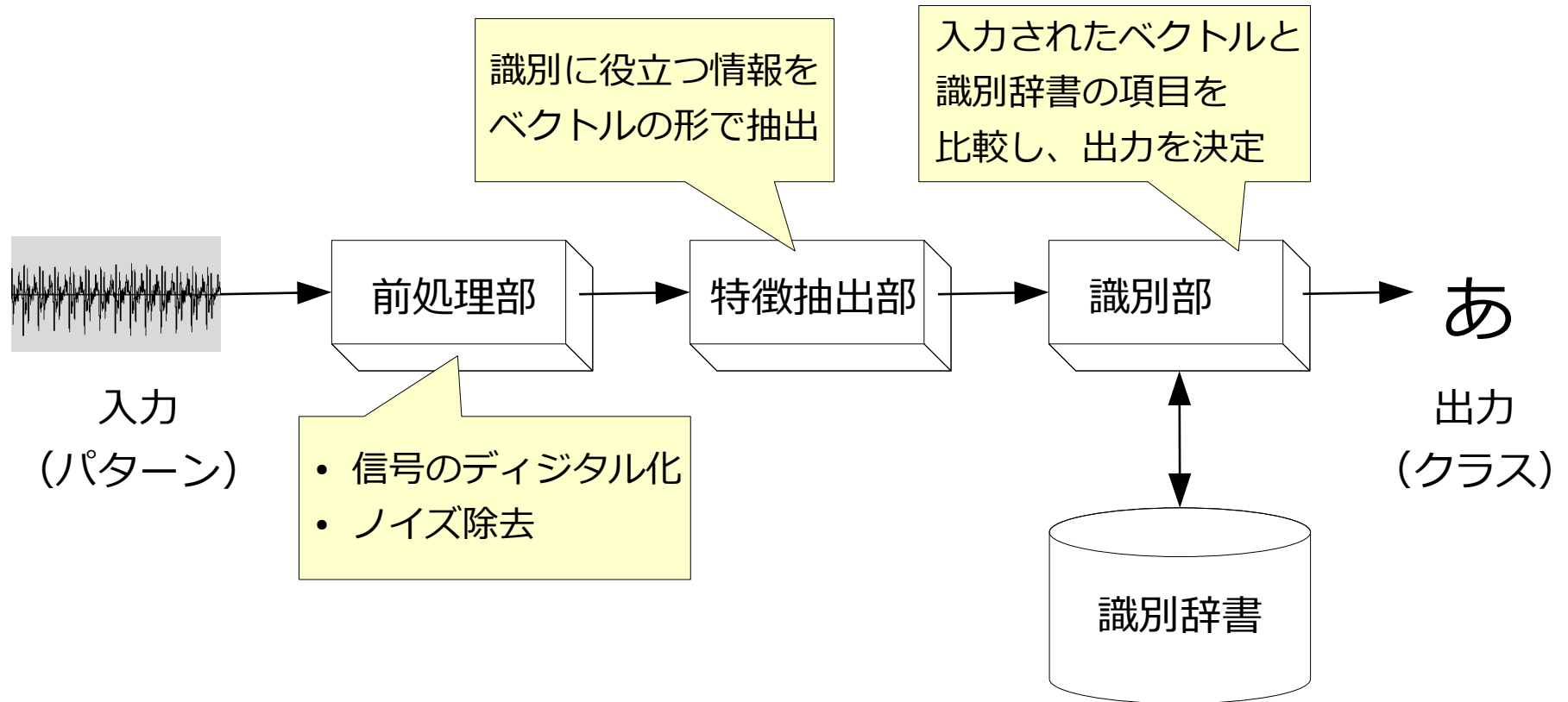
(b) 音声対話アプリ



(c) 道路状況認識システム

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

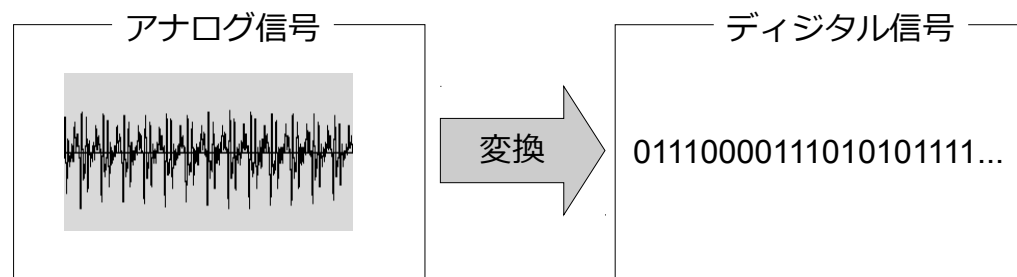
## 1.2 パターン認識システムの構成



# 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

## 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

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

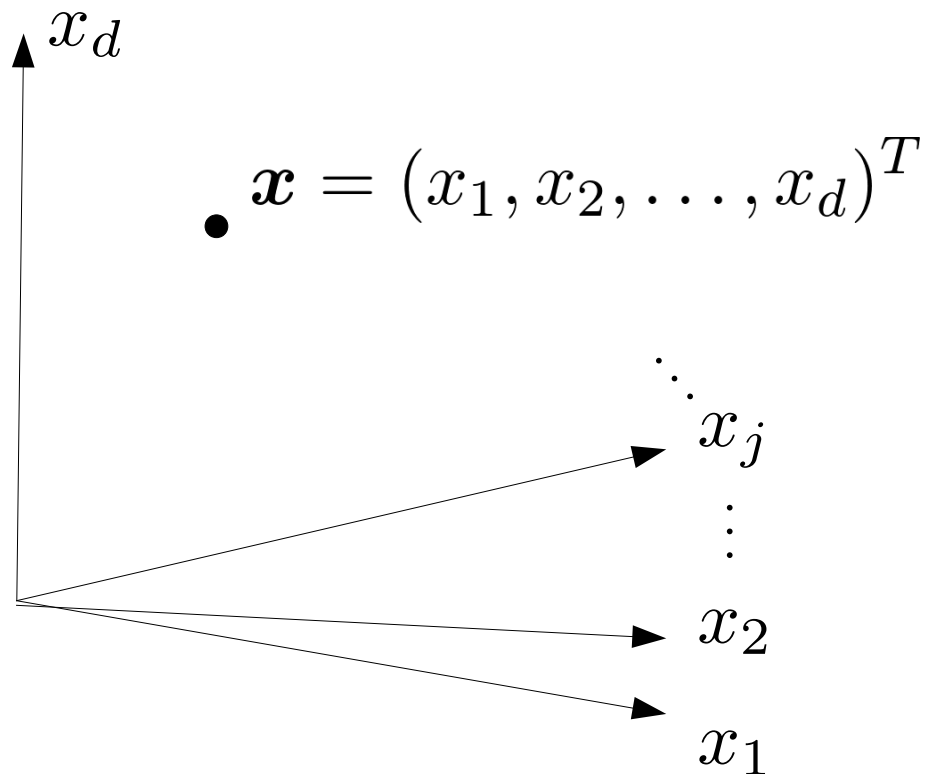
$T$ : 転置記号

- 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

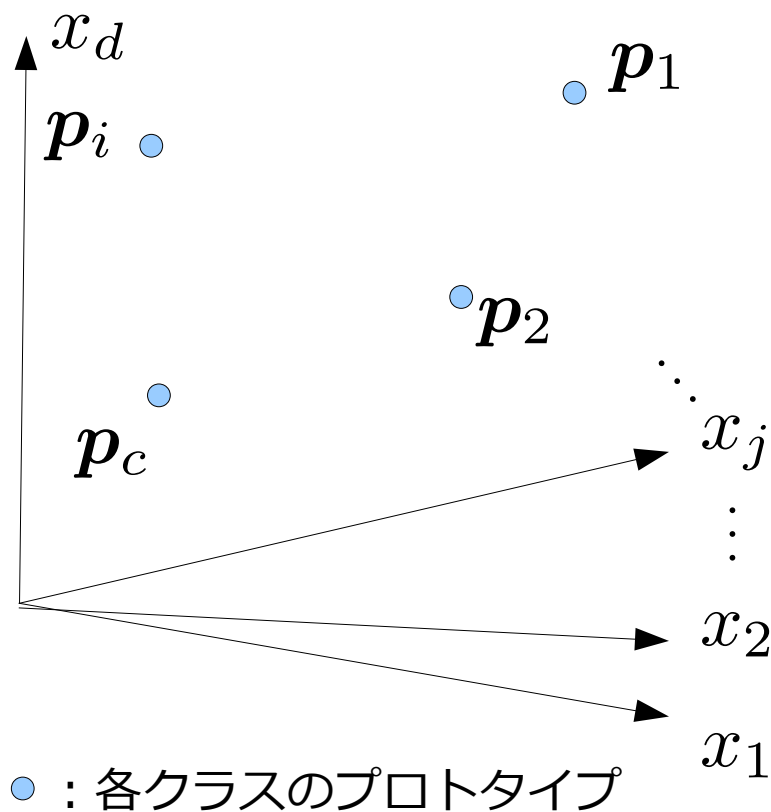
### 1.5.1 基本的な識別手法

- 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



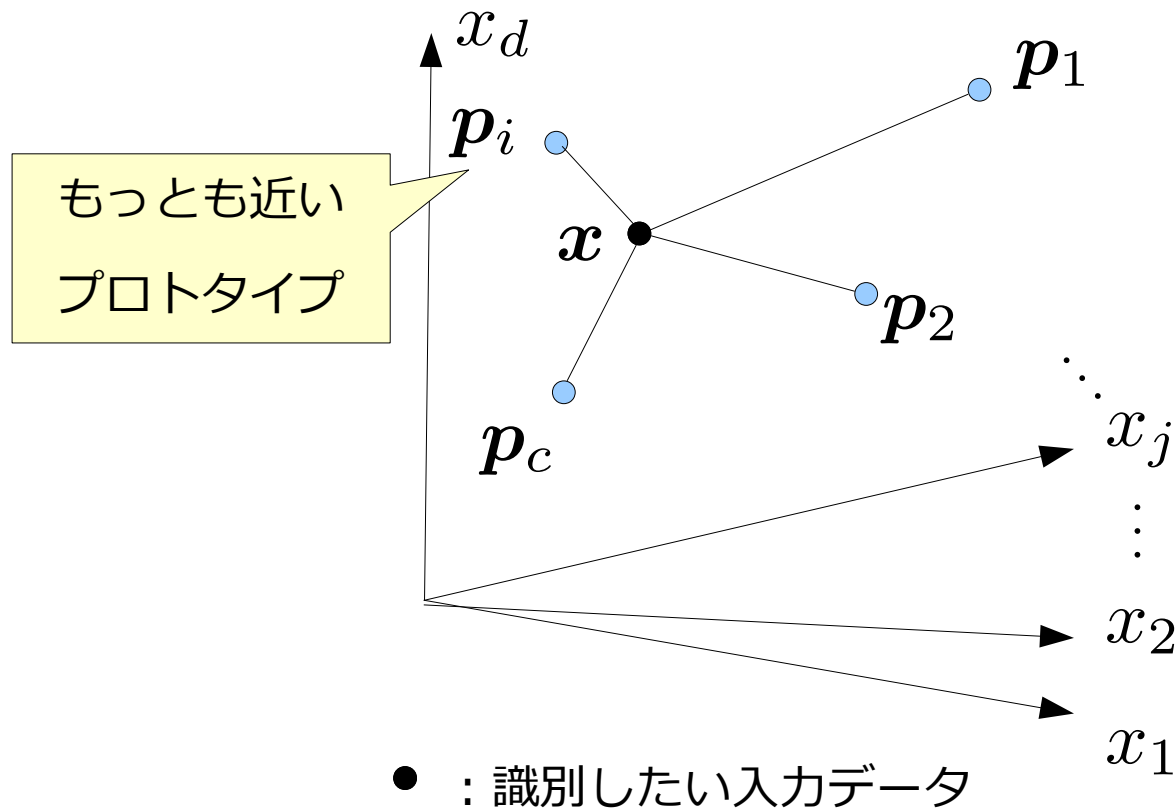
## 1.5.1 基本的な識別手法

- 特徴空間上のプロトタイプ



## 1.5.1 基本的な識別手法

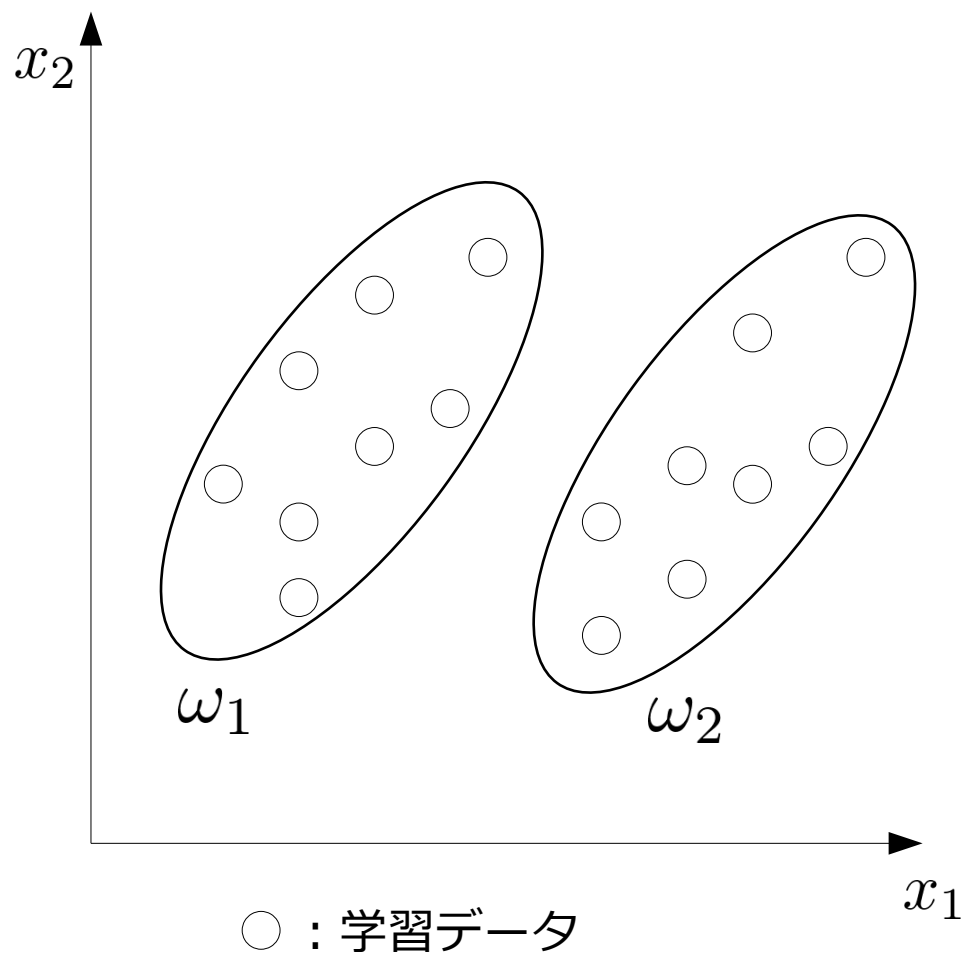
- 最近傍決定則（NN法）



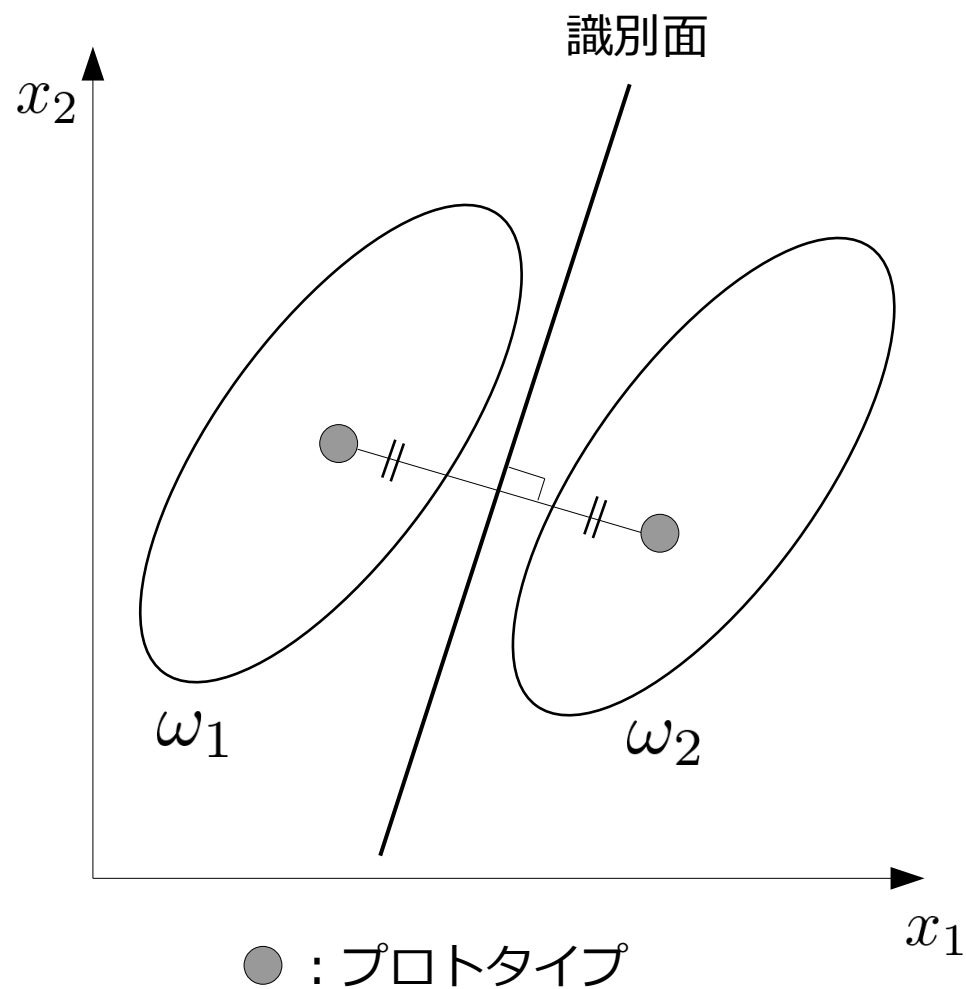
## 1.5.2 識別辞書の中身

- 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



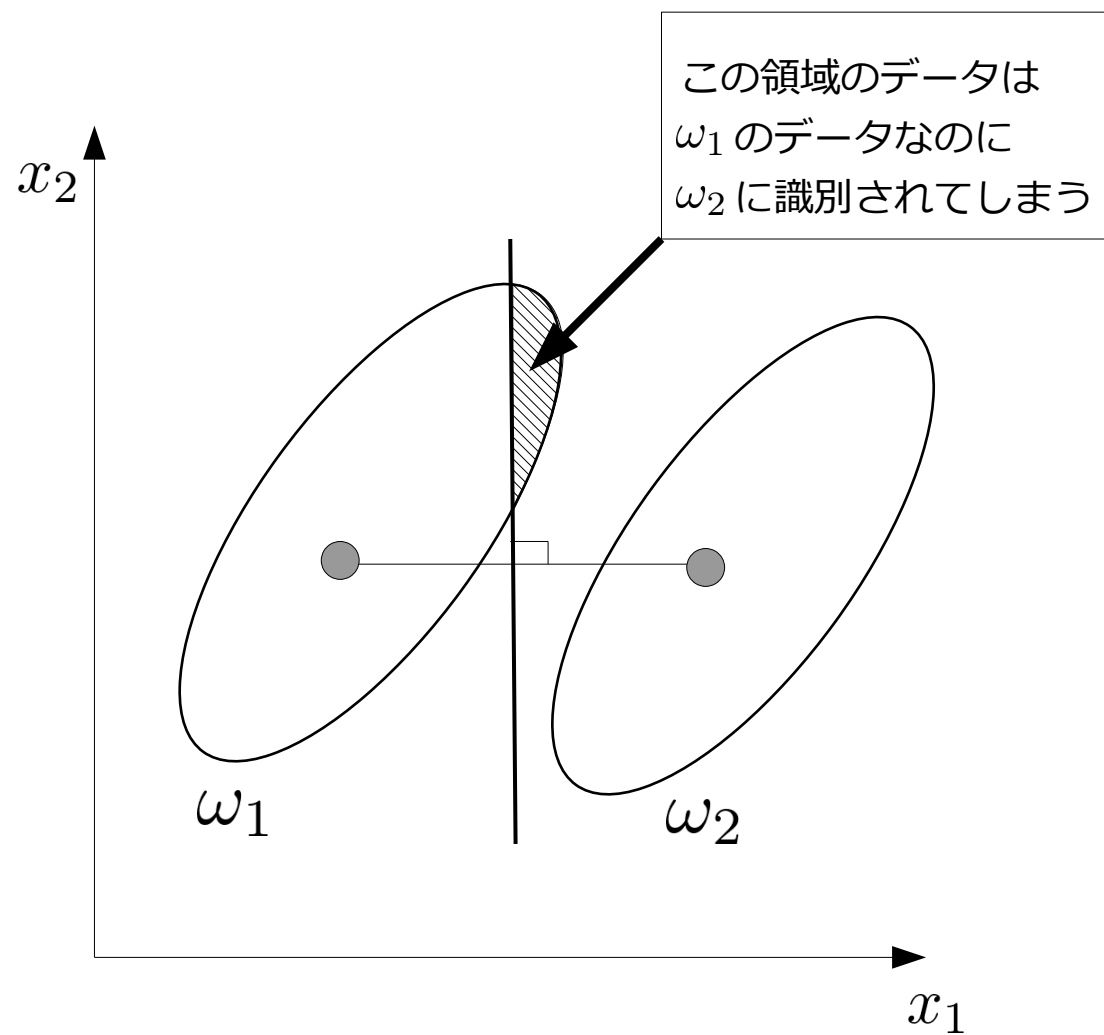
(a) 2次元の2クラス識別問題



(b) 正しく設定された識別面

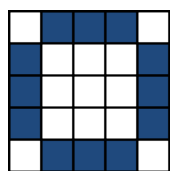
## 1.5.2 識別辞書の中身

- 間違った識別面の例

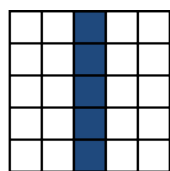


## 例題 1.1 手書き数字認識

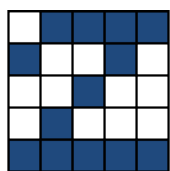
- 学習データをそのままプロトタイプとして NN 法で入力パターンを識別せよ
- 単純な特徴ベクトル
  - 入力：5 × 5 の白黒のメッシュパターン
  - 特徴ベクトル：白 = 0、黒 = 1 としたとき、 $\mathbf{x} = (0, 0, 1, 0, \dots, 1, 0, 0)$  のような 25 次元のベクトル



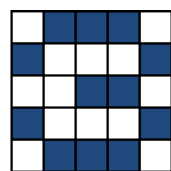
0



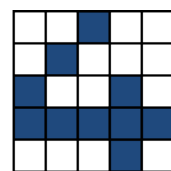
1



2

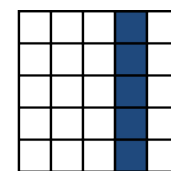


3



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。