

3. 統計的パターン認識

3.1 パターン認識とは

3.2 統計的パターン認識の考え方

3.3 生成モデルの学習

3.4 識別モデルの学習

3.5 統計的音声認識の概要

3.1 パターン認識とは

- パターン認識の定義

- 人間が五感によって知覚することができる信号を、予め持っている概念の一つに対応させる技術

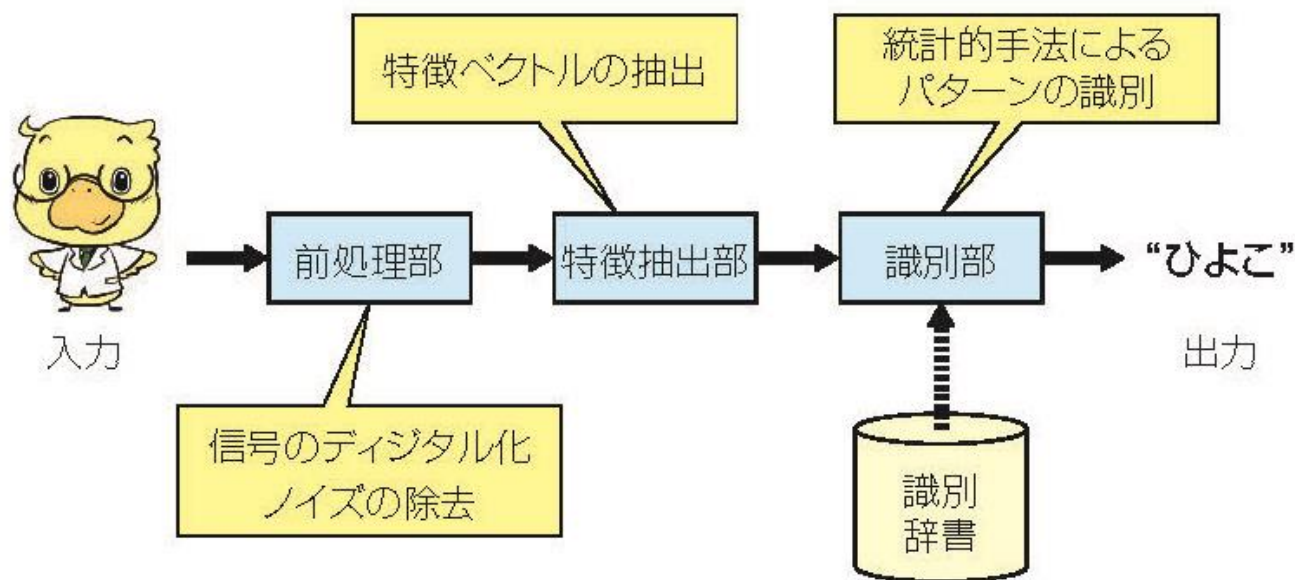


図 3.1 パターン認識システムの構成

3.1 パターン認識とは

- パターン認識の難しさの分類
 - 1入力1出力
 - 最も基本的な設定
 - 1つのベクトルを引数とするクラス毎の識別関数を設定し、最大値を出力するものを求める
 - 複数入力1出力
 - 入力が不定長の場合は、識別関数の構造に工夫が必要
 - 1入力複数出力
 - 出力毎に識別器を作成すればよい
 - 複数入力複数出力
 - 探索処理が必要になり、最も複雑

音声認識

3.2 統計的パターン認識の考え方

- 1 入力 1 出力のパターン認識
 - 入力：特徴ベクトル (d 次元空間上の点)
 - 出力：クラス $\omega_1, \dots, \omega_c$ のいずれか

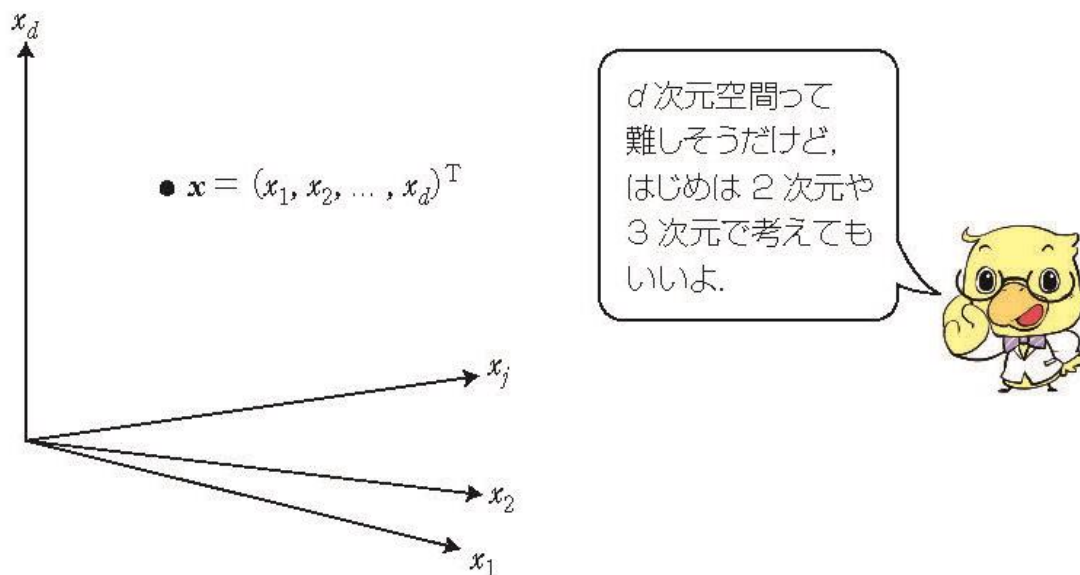


図 3.3 特徴空間と特徴ベクトル

3.2 統計的パターン認識の考え方

- 統計的パターン認識

- 事後確率 $P(\omega_i | \mathbf{x})$ が最大となるクラス $\hat{\omega}$ を求める

- 生成モデル

- 事後確率の式をベイズの定理で求めやすい確率に変形する

$$\begin{aligned}\hat{\omega} &= \arg \max_{\omega_i} P(\omega_i | \mathbf{x}) \\ &= \arg \max_{\omega_i} \frac{p(\mathbf{x} | \omega_i) P(\omega_i)}{p(\mathbf{x})} \\ &= \arg \max_{\omega_i} p(\mathbf{x} | \omega_i) P(\omega_i)\end{aligned}$$

- 識別モデル

- 事後確率の値を関数の形を仮定して求める

3.2 統計的パターン認識の考え方

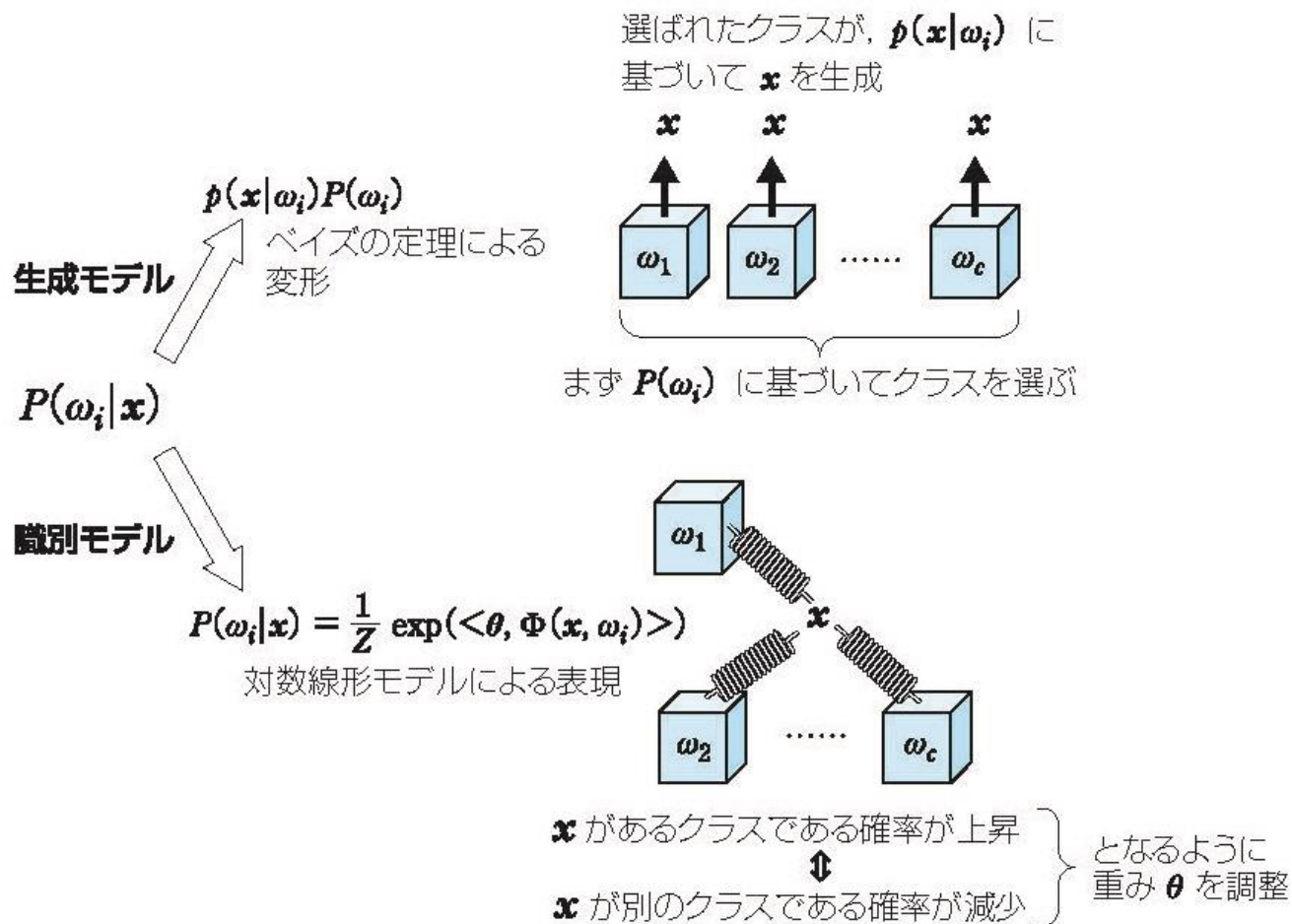


図 3.5 生成モデルと識別モデル

3.3 生成モデルの学習

- 最尤推定法

パラメータ θ のモデルが
データ D を生成する確率

- 学習データ D に対する尤度 $P(D; \theta)$ が最大になるようにモデルのパラメータ θ を定める

- 事前確率の推定

- 学習データ中のクラス ω_i のデータの個数 n_i を、全データ数 n で割ったものが最尤推定値

$$P(\omega_i) = \frac{n_i}{n}$$

3.3 生成モデルの学習

- 尤度関数の推定
 - 正規分布を仮定し、学習データから求まる平均と共分散行列をそのパラメータとする

1次元正規分布のパラメータは、平均 μ_i と分散 σ_i^2 で、これらが与えられれば、確率密度関数 $p(x|w_i)$ の形が決まります。

$$p(x|w_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_i^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right)$$



正規分布は、多くの自然現象や社会現象のモデルとして用いられています。

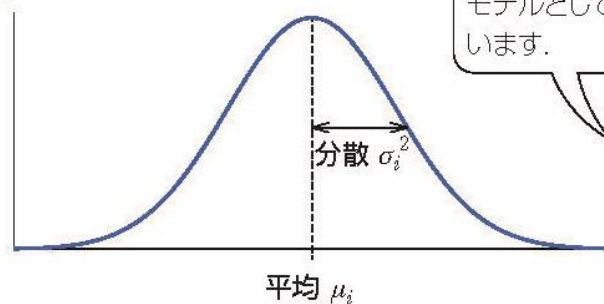


図 3.8 尤度の推定

3.4 識別モデルの学習

- 対数線型モデルで事後確率の値を推定

$$P(\omega_i|\mathbf{x}) = \frac{1}{Z} \exp(< \boldsymbol{\theta}, \Phi(\mathbf{x}, \omega_i) >)$$

- 素性関数 $\Phi(\mathbf{x}, \omega_i)$
 - 特徴とクラスの間にある関係が成り立つときに1となる
- 正規化係数 Z
 - 全クラスに対する計算結果の和を Z とすることで、事後確率の値を全クラスに対して足すと1となる

3.5 統計的音声認識の概要

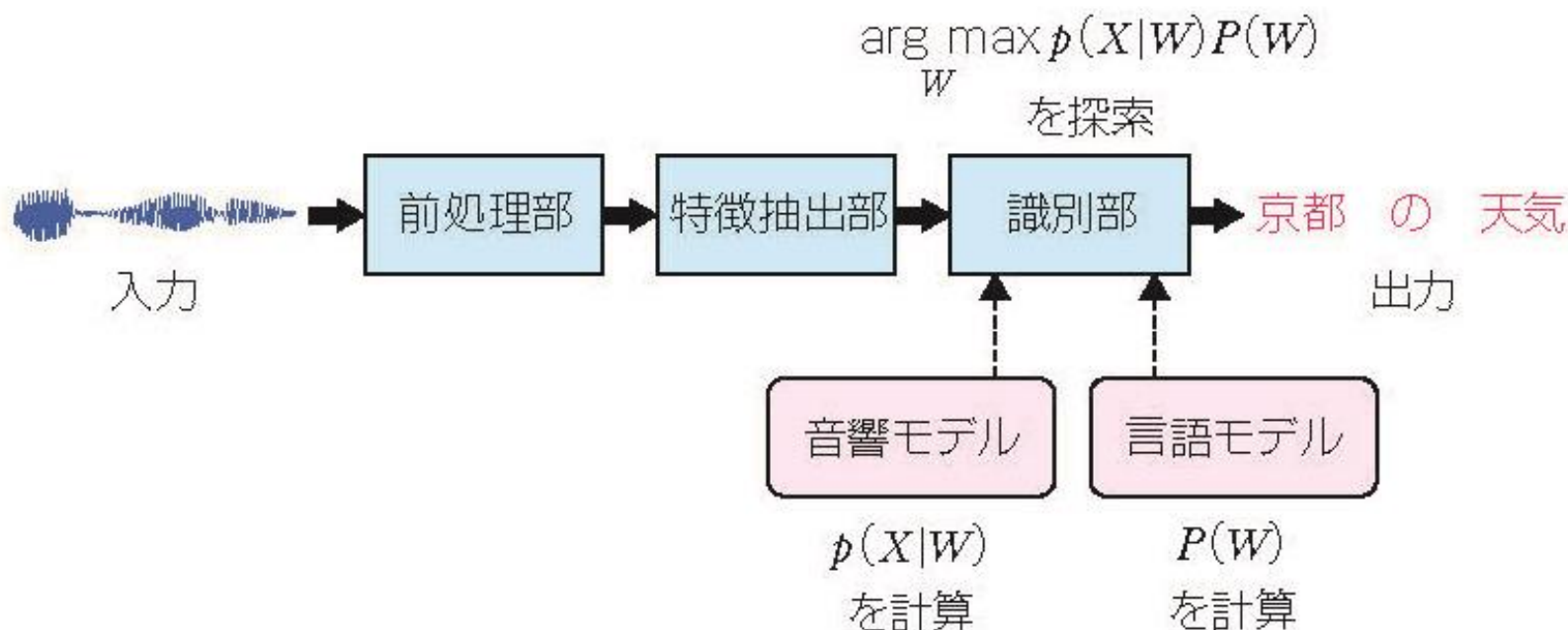


図 3.12 音声認識システムの構成