

# サポートベクターマシンの 花品種識別への応用

---

宗久研究室

T02KF024 篠原正一

# 概要

1. サポートベクターマシン (Support Vector Machine)
2. 非線形問題に対応したSVM (非線形SVM)
3. SVMを用いた花品種識別実験
4. SVMと実験への考察

# サポートベクターマシン(SVM)

## ■ SVMとは？

- ▶ パターン認識性能の優れた学習モデル.
- ▶ サンプルを2クラス(正例, 負例)に線形分離する識別器を構成する.

## ■ パターン認識とは？

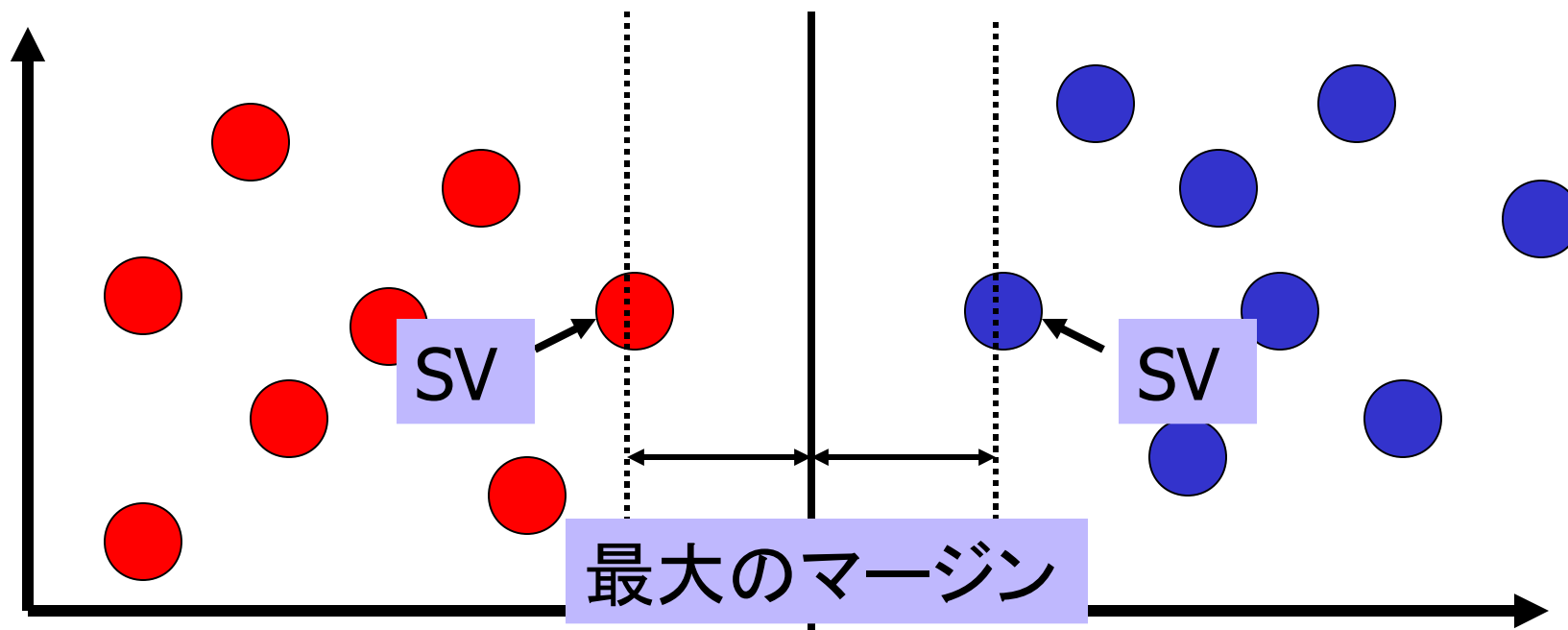
- ▶ あるd次元特徴空間のベクトルと, 分類されるべきクラスとの対応づけをすること.

$$x_i \in R^d (i = 1, \dots, N) \longleftrightarrow y_i \in \{-1, +1\}$$

$x_i$  : 特徴ベクトル(学習サンプル)

$y_i$  : クラス(+1  $\Rightarrow$  正例, -1  $\Rightarrow$  負例)

# SVMによる線形分離



図：線形分離可能な2クラスのサンプルの分布

## ■ マージン

- 識別境界から各クラスの最も近いサンプル点までの距離

## ■ サポートベクター (SV)

- 識別境界からの距離がマージンと等しいサンプル

# SVMの識別器

- SVMの識別器が満たすべき条件.
  - $x_i$ の入力に対して $y_i$ を正しく出力できること.
  - マージン最大化の基準に従った識別境界が表せること.

$$f(x) = \text{sign}(g(x)) = \begin{cases} 1 & \text{if } g(x) > 0 \\ -1 & \text{if } g(x) < 0 \end{cases} \quad (1)$$

- $f(x) \Rightarrow$  識別器
- $g(x)$ を識別関数と呼び, 識別境界は  $g(x) = 0$  で表される.

# 「学習」と「識別」

- SVMの「学習」と「識別」とは？

- 線形識別関数  $g(x_i)$  を定義.

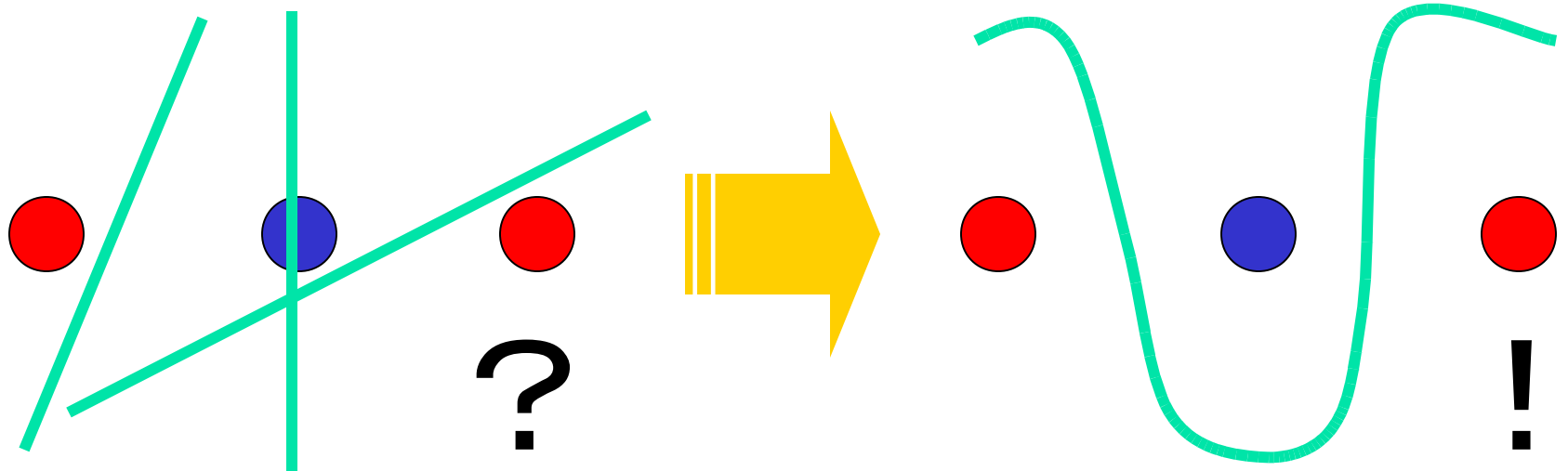
$$g(x_i) = w^t x_i + h \begin{cases} \geq 1 & y_i = 1 \\ \leq -1 & y_i = -1 \end{cases} \quad (2)$$

( $w, h$ : 識別関数のパラメータ)

- 「学習」とは、式(2)の定義を守りつつ、マージンを最大にするパラメータを算出すること.
- 「識別」とは、学習したパラメータを用いて、未知のサンプル  $x$  について  $f(x)$  の出力を算出すること.

# 線形分離と非線形分離

- ここまでの前提: 識別課題が線形分離可能であること.
  - 識別境界が線形である限り, 線形分離が不可能な識別課題に対して良い汎化性能を得ることができない.
- 非線形な課題に対しては非線形な識別境界を構成する工夫が必要になる.



# 非線形SVM

- 非線形な識別境界を構成するには？（非線形SVM）

$$g(x) = w^t \phi(x) + h \quad (3)$$

（ $w, h$  : 識別関数のパラメータ）

- $\phi(x)$  の定義

- 元の特徴ベクトル  $x$  を、線形分離が可能となるように、高次元特徴空間のベクトルに変換する写像。

- つまり...

- 元の学習サンプル  $x_i$  を  $\phi(x_i)$  で写像変換し、変換した高次元特徴ベクトル空間で線形分離をする。



# カーネルトリック

- 「学習」と「識別」の際、 $\phi(x)$  の内積計算が必要になる。
  - 式(4)の関数Kを用いる。

$$\phi(x_1)^t \phi(x_2) = K(x_1, x_2) \quad (4)$$

- 式(4)を満たす関数Kをカーネルと呼ぶ。
- 実際に $\phi(x)$ を求めずとも、高次元写像空間での線形識別が実現できる。

## 式(4)を満たすカーネル

- 多項式カーネル

$$K(x_1, x_2) = (1 + x_1^t x_2)^p \quad (5)$$

- Gaussカーネル

$$K(x_1, x_2) = \exp\left(\frac{-\|x_1 - x_2\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (6)$$

- シグモイドカーネル

$$K(x_1, x_2) = \tanh(ax_1^t x_2 - b) \quad (7)$$

---

# 実験：SVMによる花品種識別

# 実験

- SVMを利用して、画像中の花の品種識別を行う。
  - 色に特徴の表れる花が対象⇒色情報のみによる識別を行う

## 実験手順

1. 画像から対象(花)を抜き出す.
2. 抜き出した対象から, 色情報に基づいて特徴データを抽出する.
3. 非線形SVMを用いて学習・識別を行う.

# 花の抜き出し

- 花の画像：花弁を中心とした一輪が収まったもの
- 『抜き出しの手順』
  1. 画像編集ソフトを用いて、背景が同一の色情報を持つように減色・調整した画像を作成する。
  2. 減色画像の画素を対象か背景かでラベリングする。
  3. ラベリング情報と原画像を重ね合わせて、対象を抜き出す。



# 特徴データの抽出

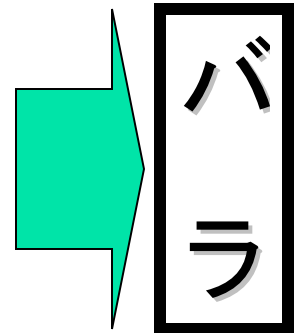
- 品種の特徴的な色とともに、照明環境も考慮する。
  - 色がはっきりしている画素は色相で、それ以外は明度で色情報をデータ化してみる。
- 『データ化の手順』
  1. 対象の画素を、彩度の「大きい1割」と「小さい9割」に区分.
  2. 「大きい1割」については、8つに等分割した色相値域のどこに所属するかを判定.
  3. 「小さい9割」については、3つに等分割した明度値域のどこに所属するかを判定.
  4. 各値域に所属する画素数の割合（全画素数で割った値）を特徴量とする。（11次元の特徴ベクトル）
  5. 画像ごとの彩度の違いも考慮し、「大きい1割」の平均彩度も特徴に加える。（合計で12次元の特徴ベクトル）

# 識別実験の条件

- 識別する品種は4品種。(4クラス)
  - バラ(Rose), チューリップ(Tulipa), ガーベラ(Gerbera), カーネーション(Carnation)
- 識別結果を決定する手段⇒多数決方式
  - クラスの組み合わせごとにSVMで1対1の識別をする.
  - その結果を多数決で統合する.

あるサンプルの識別結果を多数決方式で決める例

あるサンプル	・バラorチューリップ?	⇒バラ
	・バラorガーベラ?	⇒バラ
	・バラorカーネーション?	⇒バラ
	・チューリップorガーベラ?	⇒チューリップ
	・チューリップorカーネーション?	⇒チューリップ
	・ガーベラorカーネーション	⇒ガーベラ
	?	



# 識別実験の条件

## ■ サンプル数

- 各品種15枚, 合計60枚の画像より抽出した60ケース

## ■ 実験方法

- Leave-one-out法  
: 59ケースを学習サンプルとして, 残りの1ケースで  
識別を行う.
- 合計60回

## ■ SVMのカーネル

- Gaussカーネル
- 分散パラメータ  $\sigma = 5.0$



# 実験結果

結果 \ 品種	Rose	Tulipa	Gerbera	Carnation
Rose	13	2	0	2
Tulipa	1	11	0	2
Gerbera	0	0	15	0
Carnation	1	2	0	11
識別率 (%)	86.7	73.3	100.0	73.3

(注) 多数決不能なサンプルについては,  $g(x)$  の絶対値の合計が大きいクラスに分類.

- 平均識別率 : 83.3%

# 考察

- サンプル数が少ないながらも、良い識別率が得られた。
  - 識別にSVMを用いることの有用性を確認した。
  - 花の色や照明環境にバリエーションを持たせた画像を用いて、大量のサンプルで学習ができればよい。
- 色の似た品種間でも識別精度は良好だった。
  - 12次元程度の特徴データを用いたにしては、よい結果が得られたと評価できる。
- カーネルのパラメータ設定が困難
  - 最適値を求める絶対的な基準が無い。
  - 更に識別精度を向上させる値が存在する可能性はある。

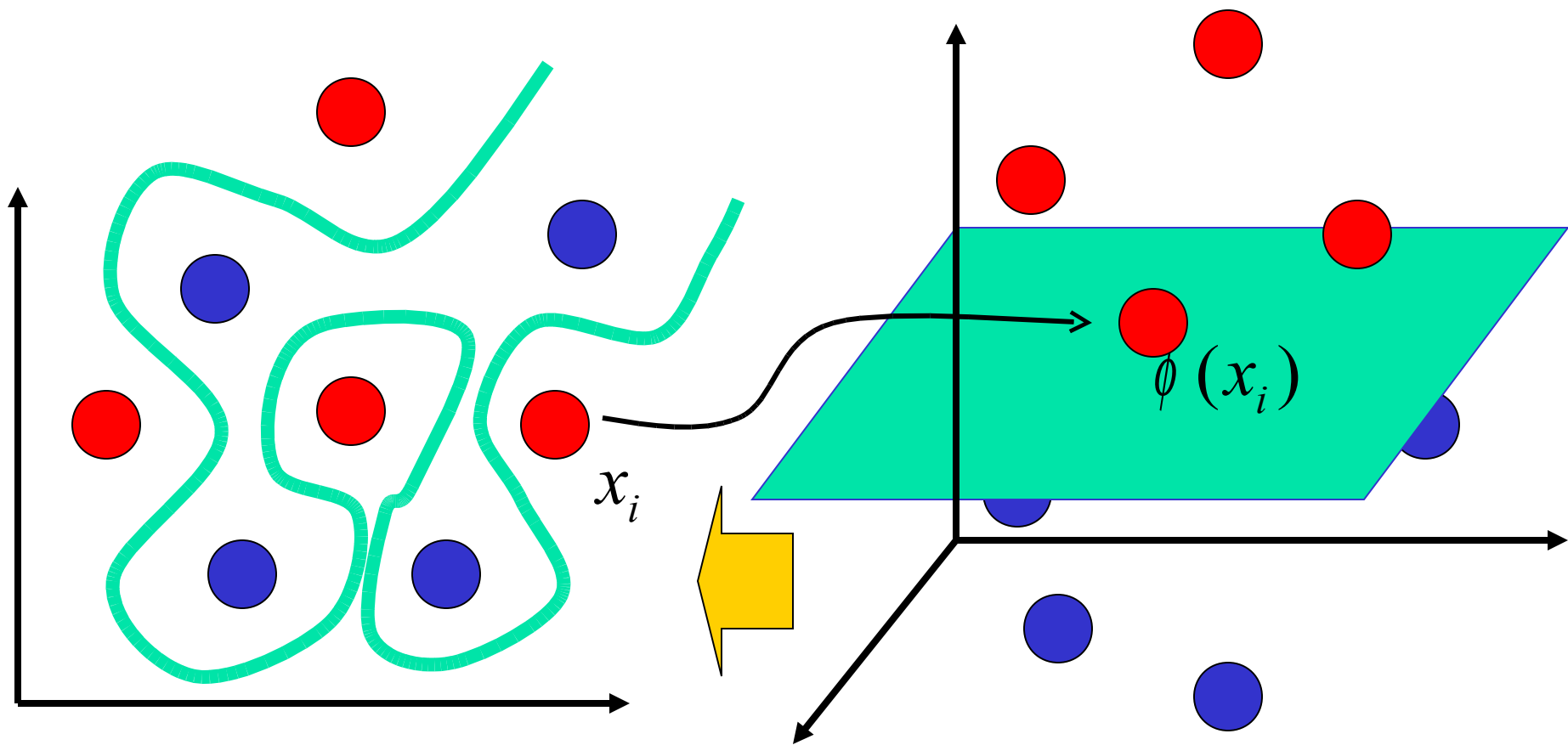
# 原画像例



# 参考文献

1. 栗田多喜男: サポートベクターマシン入門,  
(online), <<http://www.neurosci.asist.go.jp/~kurita/lecture/svm/>>  
(2006-11)
2. 青葉雅人: SupportVectorMachineってなに?,  
(online), <<http://www.neuro.sfc.keio.ac.jp/~masato/study/SVM/>>  
(2006-11)
- 3.
4. 下平博, 佐藤弘一, Vlach, M. : SupportVectorMachinesによる複数カテゴリ  
の識別, 北陸先端科学技術大学 情報科学研究科 (1998)
5. 久保山裕: 画像処理による動植物の品種識別と個体識別,  
(online), [http://www.sedef.eecs.kumamoto.ac.jp/so/research\\_file/](http://www.sedef.eecs.kumamoto.ac.jp/so/research_file/)  
(2006-12)
- 6.
- 7.
8. 堀内亮介: サポートベクトルマシンを使った6パリティ問題の解決 (2005)
9. 児島佑樹: サポートベクターマシンとその応用 (2006)

# 非線形識別境界の構成



元の特徴空間(2次元)

高次元特徴空間(3次元)