

Artificial Bee Colonyアルゴリズムによるサポートベクトルマシンのハイパーパラメータ最適化

2131007 安達拓真

千葉工業大学 情報科学部 情報工学科 4年

2024年9月3日

はじめに

- 機械学習にはハイパーパラメータがある
 - 手動での調節は時間を要する
 - 自動調節のための手法が提案されている
- サポートベクトルマシン(SVM)における自動調節
 - Artificial Bee Colony(ABC)アルゴリズムを適用した研究
- 本研究ではカーネル関数も最適化対象とする
 - SVMの分類精度向上を図る

サポートベクトルマシン(SVM)

- 機械学習アルゴリズムの一つ[1]
 - 主に分類問題に使用される
- カーネルトリックを使用して、非線形データを高次元空間に写像し、線形分離可能にする
- データを分類する最適な境界線(超平面)を探す

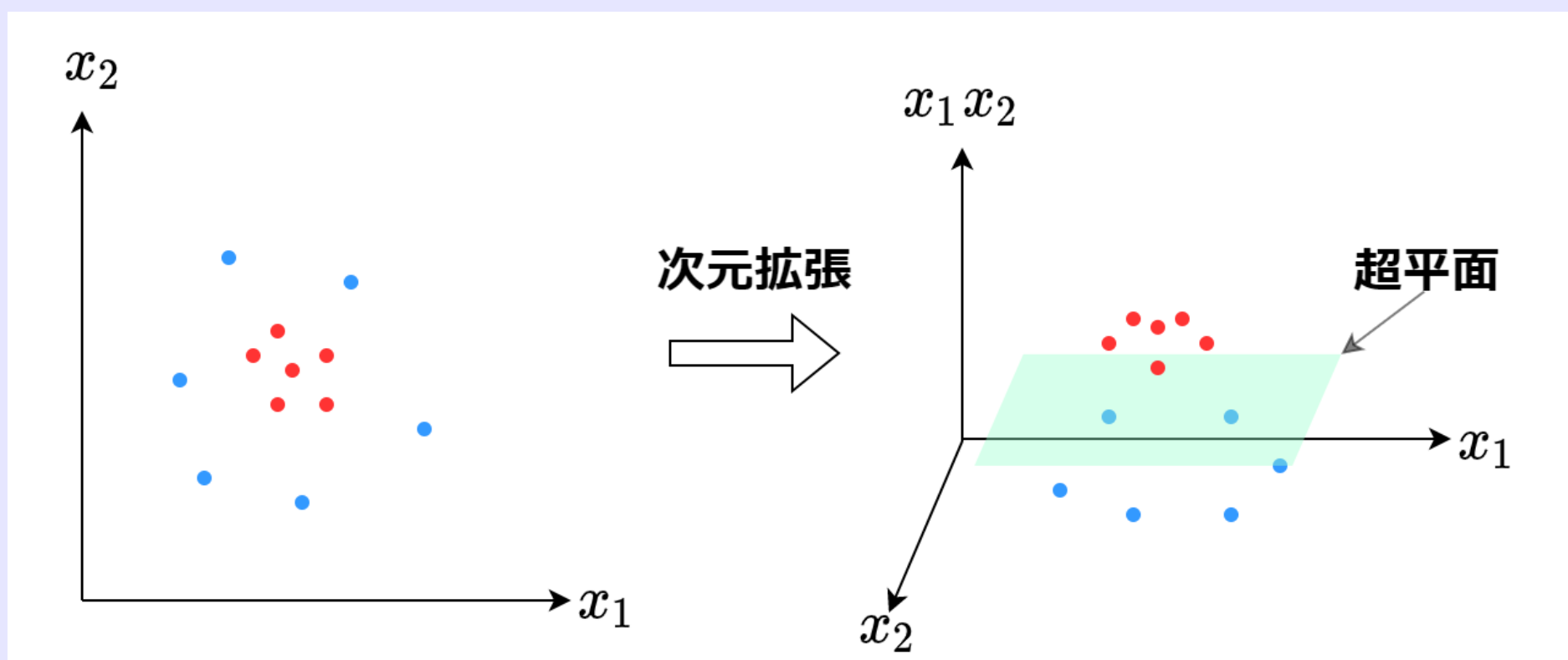


Figure: 高次元空間への写像の例

ハイパーパラメータ最適化(HPO)

- 機械学習の性能を最大限に発揮するには適切なハイパーパラメータの選択が必要不可欠
- 手動で経験的に決めることが多い
 - 自動で選択する研究が行われている
- HPOは一般的に計算量が大きい
 - 効率的なパラメータ空間の探索が必要
- ハイパーパラメータの性質は様々
 - 離散値
 - 連続値
 - カテゴリ変数

Artificial Bee Colony(ABC)アルゴリズム

- 蜂の採餌行動に着目した最適化アルゴリズム[2]
- 働き蜂、追従蜂、偵察蜂の三種類の蜂によって各個体(食物源)の探索を行い、最適解を求める
- ABC自体の設定パラメータは少ない

先行研究

- SVMのハイパーパラメータの最適化とデータセットの特徴選択にABCを適用[3]
 - カーネル関数はガウスカーネルに固定

問題点

- カーネル関数を1つに固定している
 - カーネル関数には様々な種類がある
- カーネル関数によってハイパーパラメータは異なる
 - ハイパーパラメータ空間の探索範囲が限定的

提案手法

- 4つのカーネル関数とそのハイパーパラメータも最適化対象とする

線形カーネル: $K(x, x') = x \cdot x'$

ガウスカーネル: $K(x, x') = \exp(-\gamma \|x - x'\|^2)$

シグモイドカーネル: $K(x, x') = \tanh(\gamma x \cdot x' + \text{coef0})$

多項式カーネル: $K(x, x') = (\gamma x \cdot x' + \text{coef0})^d$

- 最適化アルゴリズムはABCアルゴリズムを利用
- 解は5次元のハイパーパラメータの組で表す
 - (カーネル関数, C, γ , coef0, d)
- ハイパーパラメータの扱い
 - γ , coef0, dの3つはカーネル関数によって異なる
 - ★ 選択されたパラメータのみを更新の対象にする
 - カーネル関数は4種類の値をとるカテゴリ変数
 - ★ 整数にエンコード
 - ★ 更新はランダムに選ばれた個体とのルーレット選択

$$\text{更新確率: } P = \frac{f(x_j)}{f(x_i) + f(x_j)}$$

- 探索範囲を広くし、より最適なSVMモデルの探索を可能にする

参考文献

- [1] Cortes, C. and Vapnik, V. Support-vector networks, Machine Learning, Vol.20, No.3, pp.273-297, 1995.
- [2] Karaboga, Dervis. An idea based on honey bee swarm for numerical optimization. Vol. 200. Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer engineering department, 2005.
- [3] 近藤 久, 浅沼 由馬 “人工蜂コロニーアルゴリズムによるランダムフォレストとサポートベクトルマシンのハイパーパラメータ最適化と特徴選択”, 人工知能学会論文誌, vol34-2, pp.1-11, 2019.