

# ■ 目 次

■ シリーズの刊行にあたって	iii
■ まえがき	v
■ 表記法	ix
<b>Chapter 1</b>	
第 1 章 2 クラス分類	1
1.1 はじめに	1
1.2 線形 SV 分類	4
1.2.1 ハードマージン	4
1.2.2 ソフトマージン	7
1.3 双対表現	10
1.3.1 双対問題	11
1.3.2 双対性と鞍点	14
1.3.3 最適性条件	16
1.4 カーネルによる一般化	18
1.5 計算上の特徴	21
1.6 SV 分類の性質	22
1.6.1 期待損失最小化	22
1.6.2 損失関数と正則化	23
1.6.3 条件付き確率推定	28
<b>Chapter 2</b>	
第 2 章 多クラス分類	30
2.1 はじめに	30
2.2 1 対他方式	31
2.3 1 対 1 方式	32
2.3.1 非循環有向グラフによる方法	33
2.3.2 ペアワイズカップリング	34
2.4 誤り訂正出力符号	36
2.4.1 クラスラベルの符号化による多クラス分類	36
2.4.2 ペアワイズカップリングとの併用	38
2.5 多クラス問題の同時定式化	39
<b>Chapter 3</b>	
第 3 章 回帰分析	42
3.1 回帰問題	42
3.2 最小二乗法と最小絶対誤差法による回帰	43
3.3 SV 回帰の定式化	47

	3.3.1 SV 回帰の損失関数	47
	3.3.2 SV 回帰の主問題	48
	3.3.3 SV 回帰の双対問題	49
	3.4 SV 回帰による非線形モデリング	52
	3.5 SV 回帰の性質	52
	3.5.1 スパース性とサポートベクトル	52
	3.5.2 SV 回帰と最小二乗法・最小絶対誤差法との関係	54
	3.6 分位点回帰分析	56
<b>Chapter 4</b>	<b>第 4 章 教師なし学習のためのサポートベクトルマシン</b>	<b>62</b>
	4.1 教師なし学習のタスク	62
	4.1.1 クラスタリング	63
	4.1.2 次元削減	64
	4.1.3 異常検知	65
	4.1.4 教師なし学習と確率密度推定	66
	4.2 1 クラス SVM	67
	4.2.1 1 クラス SVM の考え方	67
	4.2.2 1 クラス SVM の定式化	70
<b>Chapter 5</b>	<b>第 5 章 カーネル関数</b>	<b>74</b>
	5.1 カーネル関数の性質	74
	5.1.1 マーサーの定理	75
	5.1.2 カーネル関数への操作	76
	5.2 いろいろなカーネル関数	77
	5.2.1 基本的なカーネル関数	77
	5.2.2 確率モデルに基づくカーネル関数	78
	5.2.3 文字列のためのカーネル関数	79
	5.2.4 グラフのためのカーネル関数	82
<b>Chapter 6</b>	<b>第 6 章 最適化概論：最適性条件と汎用的解法</b>	<b>87</b>
	6.1 はじめに	87
	6.2 最適性条件	88
	6.3 汎用的解法	95
	6.3.1 アクティブセット法	95
	6.3.2 内点法	97
<b>Chapter 7</b>	<b>第 7 章 分割法</b>	<b>102</b>
	7.1 分割法	103
	7.2 カーネル SVM のための SMO アルゴリズム	104

7.2.1	2変数の最適化	105
7.2.2	2変数の選択	107
7.2.3	SMO アルゴリズムのまとめ	109
7.3	線形 SVM のための DCDM アルゴリズム	110
7.3.1	線形 SV 分類	111
7.3.2	DCDM アルゴリズム	112

Chapter 8

第 8 章	モデル選択と正則化パス追跡	115
8.1	モデル選択と交差検証法	115
8.1.1	モデル選択	115
8.1.2	交差検証法	117
8.2	正則化パス追跡アルゴリズム	119
8.2.1	正則化パス追跡アルゴリズムの概要	119
8.2.2	最適解のパラメータ表現 (ステップ 1)	121
8.2.3	イベント検出 (ステップ 2)	123
8.2.4	正則化パス追跡アルゴリズムの区分線形性	124
8.2.5	数値計算と計算量	125
8.2.6	正則化パス追跡アルゴリズムの例	126

Chapter 9

第 9 章	逐次学習	127
9.1	はじめに	127
9.2	ウォームスタート	128
9.3	アクティブセットに基づく方法	129
9.3.1	更新方向の導出	129
9.3.2	イベント検出	132

Chapter 10

第 10 章	サポートベクトルマシンのソフトウェアと実装	135
10.1	統計解析環境 R を用いた SVM	135
10.1.1	SV 分類	136
10.1.2	SV 回帰	137
10.2	LIBSVM ソフトウェアの実装	138
10.3	LIBSVM のアルゴリズムの流れ	139
10.3.1	初期化	140
10.3.2	停止条件	141
10.3.3	シュリンキング	142
10.3.4	第二作業集合の選択	144

Chapter 11	第 11 章 構造化サポートベクトルマシン .....	145
	11.1 はじめに .....	145
	11.2 結合特徴ベクトル空間における最大マージン .....	147
	11.3 最適化法 .....	149
	11.3.1 単一スラック変数による定式化 .....	150
	11.3.2 切除平面法 .....	151
	11.4 損失関数の導入 .....	153
	11.5 応用例：ランキング学習 .....	154
Chapter 12	第 12 章 弱ラベル学習のためのサポートベクトル マシン .....	157
	12.1 はじめに .....	157
	12.2 半教師あり学習のための SVM .....	158
	12.2.1 半教師あり 2 クラス分類問題 .....	158
	12.2.2 半教師あり SVM .....	160
	12.2.3 半教師あり SVM の非凸最適化 .....	162
	12.2.4 半教師あり SVM の例 .....	163
	12.3 マルチインスタンス学習のための SVM .....	164
	12.3.1 マルチインスタンス学習とは .....	165
	12.3.2 マルチインスタンス SVM .....	166
	■ 参考文献 .....	171
	■ 索引 .....	174