

# 目 次

はじめに	1
<b>1 機械学習の基礎概念</b>	<b>5</b>
1.1 背景	5
1.2 情報の変換モデル	6
1.2.1 モデル	6
1.2.2 例題：文書分類	8
1.3 概念の整理	10
1.3.1 分類と回帰	10
1.3.2 識別モデルと生成モデル	12
1.3.3 教師あり学習と教師なし学習	12
1.4 データの性質と表現	12
1.4.1 データの種別と性質	12
1.4.2 集合の表現	14
1.4.3 素性	14
1.5 評価方法	16
1.5.1 学習データとテストデータ	17
1.5.2 教師あり学習の場合	18
1.5.3 教師なし学習	23
1.6 本書で用いる記法	23
1.6.1 ベクトルと行列	23
1.6.2 期待値と分散、共分散	25
<b>2 確率分布のパラメタ推定</b>	<b>27</b>
2.1 最尤推定と最大事後確率推定	27
2.1.1 最尤推定	27

2.1.2	最大事後確率推定	28	5	サポートベクターマシン	79
2.2	Bayes 推定	31	5.1	線形分類の問題点	79
2.2.1	共役事前分布と指数型分布族	32	5.1.1	SVMの定式化	80
2.2.2	多項分布と Dirichlet 分布	34	5.1.2	双対問題化	83
2.2.3	正規分布	35	5.1.3	KKT 条件とサポートベクター	85
2.2.4	指数型分布族に属さない分布	40	5.2	ソフトマージン	87
2.3	指数型分布族の最尤推定	40	5.3	カーネル法	91
2.3.1	平均と分散の最尤推定	40	5.4	学習アルゴリズム	93
2.3.2	平均と分散の計算例	42	5.5	回帰	98
3	線形モデル	45	5.5.1	$\epsilon$ -インセンシティブ損失	98
3.1	線形回帰モデル	45	5.5.2	最適化問題としての定式化	99
3.1.1	最尤推定と正規方程式	45	6	オンライン学習	103
3.1.2	基底関数の導入	48	6.1	概要	103
3.2	線形分類モデル	49	6.1.1	概念と定式化	103
3.2.1	2クラス分類	49	6.1.2	評価指標	105
3.2.2	境界面の幾何学的解釈	50	6.2	正則化項付き累積損失最小化法	108
3.2.3	多クラス分類	52	6.2.1	累積損失最小化法	108
3.3	正則化	53	6.2.2	正則化項付き方法	110
3.3.1	L2 正則化	54	6.2.3	劣勾配	113
3.3.2	L1 正則化	54	6.2.4	オンライン勾配降下法の Regret 上界	115
3.3.3	正則化項の Bayes 的解釈	57	6.3	パーセプトロン	120
3.4	種々の損失と正則化	59	6.4	Passive-Aggressive アルゴリズム	124
3.4.1	損失	59	6.4.1	線形分離可能な場合	125
3.4.2	正則化	63	6.4.2	ソフトマージン PA アルゴリズム	126
3.5	生成モデルによる分類	63	6.5	ラウンド数の対数オーダの収束	129
4	過学習と予測性能	69	6.6	双対化座標降下法	132
4.1	過学習	69	7	クラスタリング	139
4.2	バイアス・バリエンス分解	71	7.1	距離の定義	139
4.2.1	損失関数とバイアス、バリエンス	71	7.1.1	クラスタリングと距離	139
4.2.2	k-近傍法におけるトレードオフ	75	7.1.2	種々の距離と類似度	140

7.1.3	Mahalanobis 距離 . . . . .	144
7.2	階層的凝集型クラスタリング . . . . .	146
7.2.1	デンドログラム形成とクラスタ抽出 . . . . .	146
7.2.2	クラスタ間距離の諸定義 . . . . .	149
7.3	K-平均法 . . . . .	150
7.4	評価法 . . . . .	153
<b>8</b>	<b>EM アルゴリズム . . . . .</b>	<b>157</b>
8.1	潜在変数を持つモデル . . . . .	157
8.2	EM アルゴリズムの導出 . . . . .	159
8.3	EM アルゴリズムの適用例 . . . . .	164
8.3.1	不完全な観測データ . . . . .	164
8.3.2	混合正規分布 . . . . .	166
8.4	事前分布のパラメタ初期値の推定 . . . . .	174
<b>9</b>	<b>Markov 連鎖 Monte Carlo 法 . . . . .</b>	<b>177</b>
9.1	サンプリング法 . . . . .	177
9.1.1	必要性 . . . . .	177
9.1.2	Monte Carlo EM アルゴリズム . . . . .	178
9.1.3	次元の呪い . . . . .	178
9.2	重点サンプリング . . . . .	180
9.3	Markov 連鎖 Monte Carlo 法 . . . . .	182
9.3.1	基本原理 . . . . .	182
9.3.2	Metropolis Hastings アルゴリズム . . . . .	186
9.3.3	Gibbs サンプリング . . . . .	189
9.3.4	条件付き確率 . . . . .	191
9.4	粒子フィルタ . . . . .	193
	参考文献 . . . . .	199
	おわりに . . . . .	203
	索引 . . . . .	205