

目 录

第1章 数学工具之多空间.....	1
1.1 集合符号	1
1.2 测度空间	2
1.3 拓扑空间	5
1.4 测度拓扑空间	6
1.5 度量空间	7
1.6 线性空间	9
1.7 范数空间	14
1.8 内积空间	16
第2章 数学工具之矩阵论.....	17
2.1 线性方程组	17
2.2 矩阵的相抵	20
2.3 矩阵的相似	22
2.4 矩阵的相合	22
2.5 矩阵的正交相似.....	23
2.6 矩阵的奇异值分解.....	25
2.7 矩阵的计算	29
第3章 数学工具之微积分.....	34
3.1 单变量数量函数.....	34
3.2 单变量向量函数.....	34
3.3 多变量数量函数.....	35
3.4 多变量向量函数.....	36

3.5 积分与积分变换.....	37
3.6 数列与积分估计.....	37
第4章 数学工具之概率论.....	38
4.1 概率空间.....	38
4.2 条件概率.....	39
4.3 随机变量.....	40
4.4 期望与矩.....	42
4.5 大数定律.....	45
4.6 随机过程.....	46
第5章 数学工具之最优化.....	51
5.1 最优化的数学模型.....	51
5.2 凸集合的定义与性质.....	52
5.3 凸函数的定义与性质.....	57
5.4 凸模型的定义与性质.....	67
5.5 对偶与最优性条件.....	73
5.6 下降搜索算法思想.....	76
5.7 无约束优化的算法.....	79
5.7.1 最速下降法.....	80
5.7.2 共轭梯度法.....	81
5.7.3 牛顿法.....	88
5.7.4 拟牛顿法.....	90
5.8 有约束优化的算法.....	98
5.8.1 Frank-Wolfe方法.....	98
5.8.2 Zoutendijk方法.....	100
5.8.3 Rosen投影梯度法.....	106

5.8.4	Wolfe既约梯度法	109
5.8.5	外点法	112
5.8.6	内点法	113
5.8.7	乘子法	115
第6章 数学工具之博弈论		121
6.1	策略型博弈	121
6.1.1	策略型博弈的基本模型	121
6.1.2	策略型博弈的支配均衡	122
6.1.3	策略型博弈的安全均衡	123
6.1.4	策略型博弈的纳什均衡	124
6.1.5	策略型博弈的均衡关系	127
6.1.6	策略型博弈的混合均衡	130
6.1.7	策略型博弈的颤抖手均衡	132
6.2	扩展型博弈	135
6.2.1	扩展型博弈模型的数学工具	135
6.2.2	无随机移动有完美信息的扩展型博弈	137
6.2.3	有随机移动有完美信息的扩展型博弈	139
6.2.4	无随机移动无完美信息的扩展型博弈	141
6.2.5	有随机移动无完美信息的扩展型博弈	143
6.2.6	行为策略与混合策略的等价	146
6.2.7	纯粹策略的纳什均衡	151
6.2.8	混合策略的纳什均衡	152
6.2.9	行为策略的纳什均衡	154
6.2.10	纯粹策略子博弈完美均衡	156
6.2.11	混合策略子博弈完美均衡	156

6.2.12 行为策略子博弈完美均衡.....	157
6.2.13 混合策略颤抖手均衡	158
6.2.14 行为策略颤抖手均衡	162
6.2.15 行为策略序贯均衡	166
第7章 数学工具之决策论.....	171
7.1 决策的分类	171
7.2 决策的过程	172
7.3 不确定型单目标决策.....	173
7.3.1 悲观主义决策准则	174
7.3.2 乐观主义决策准则	174
7.3.3 等可能性决策准则	175
7.3.4 最小机会损失决策准则.....	176
7.3.5 折中主义决策准则	176
7.4 风险型单目标决策.....	177
7.4.1 最大期望收益决策准则(EMV).....	177
7.4.2 最小机会损失决策准则(EOL)	178
7.4.3 EMV和EOL决策准则的关系	178
7.4.4 全情报的价值(EVPI).....	179
7.5 多目标决策基本概念.....	179
7.6 多目标决策化多为少法.....	181
7.6.1 优选法	181
7.6.2 数学规划法	181
7.6.3 线性加权法	182
7.6.4 平方和加权法	183
7.6.5 理想点法	184

7.6.6 乘法	184
7.6.7 功效系数法	185
7.7 多目标决策分层序列法	186
7.8 多目标决策的线性规划	187
7.9 多目标决策层次分析法	189
第8章 数学工具之信息论	193
8.1 多类型熵的定义	193
8.2 多类型熵的性质	197
第9章 数学工具之不等式	199
9.1 微积分中的不等式	199
9.1.1 Cauchy-Schwarz (柯西-施瓦茨) 不等式	199
9.1.2 Jensen不等式	202
9.2 信息论中的不等式	204
9.3 概率论中的基本不等式	205
9.4 概率论中的集中不等式	207
9.5 随机矩阵的集中不等式	212
第10章 机器学习的基本概念与符号	215
10.1 机器学习的多种空间	215
10.2 机器学习的抽象算法	216
10.3 机器学习的典型问题	218
10.4 机器学习的算法评价	219
第11章 具体计算的时间复杂度	231
11.1 问题的计算多要素	231
11.2 问题的计算复杂度	232

11.3 问题的多项式转换.....	235
第12章 抽象算法的样本复杂度.....	239
12.1 概率近似正确	239
12.1.1 一般学习算法的PAC可辨识.....	239
12.1.2 分层学习算法的PAC可辨识.....	242
12.1.3 随机分层学习算法的PAC可辨识.....	245
12.2 高效学习算法	248
12.2.1 高效学习算法的定义	248
12.2.2 经验风险最小化算法	251
12.3 泛化风险估计	257
第13章 梯度下降算法的多变体.....	261
13.1 无约束优化确定最速下降算法.....	261
13.2 优化算法收敛速度比较与评价.....	263
13.3 一般凸优化确定梯度下降算法.....	264
13.4 强凸优化确定梯度下降算法.....	266
13.5 一般凸优化随机梯度下降算法.....	269
13.6 强凸优化随机梯度下降算法.....	273
第14章 函数选择的多类型原则.....	275
14.1 三风险最优函数.....	275
14.2 贝叶斯最优函数.....	278
14.3 二值与实值分类.....	280
14.4 替代函数一致性.....	284
第15章 抽象算法的扰动稳定性.....	291
15.1 算法稳定性的多种定义.....	291

15.2 稳定性与泛化风险估计	295
15.3 稳定性与过拟合的关系	300
15.4 稳定性与可学性的关系	301
第16章 函数空间的整体复杂度	305
16.1 函数空间的几类特征要素刻画	305
16.1.1 函数空间增长函数	305
16.1.2 函数空间的覆盖数	306
16.1.3 函数空间的包装数	310
16.2 基于值域空间的函数空间维度	313
16.2.1 函数空间的VC维度	313
16.2.2 函数空间的Pseudo维度	314
16.2.3 函数空间的Fat维度	315
16.3 增长函数、覆盖数、包装数与维度	316
16.4 基于概率分布的函数空间复杂度	319
第17章 二值分类问题的泛化界	325
17.1 二值分类问题的风险相关要素	325
17.2 二值分类问题的泛化风险上界	331
17.2.1 无限制情形的上界估计	331
17.2.2 有限制情形的上界估计	337
17.3 二值分类问题的泛化风险下界	338
17.3.1 无限制情形的下界估计	338
17.3.2 有限制情形的下界估计	342
第18章 实值分类问题的泛化界	344
18.1 实值分类问题的风险相关要素	344
18.2 实值分类问题的泛化风险上界	348

18.3 实值分类问题的泛化风险下界	349
第19章 实值回归问题的泛化界	351
19.1 实值回归问题的风险相关要素	351
19.2 实值回归问题的泛化风险上界	355
19.3 实值回归问题的泛化风险下界	358
第20章 分层学习多类高效算法	359
20.1 分层学习的要素刻画	359
20.2 分层学习的高效算法	365
20.3 随机分层学习的要素刻画	367
20.4 随机分层学习的高效算法	373
参考文献	376