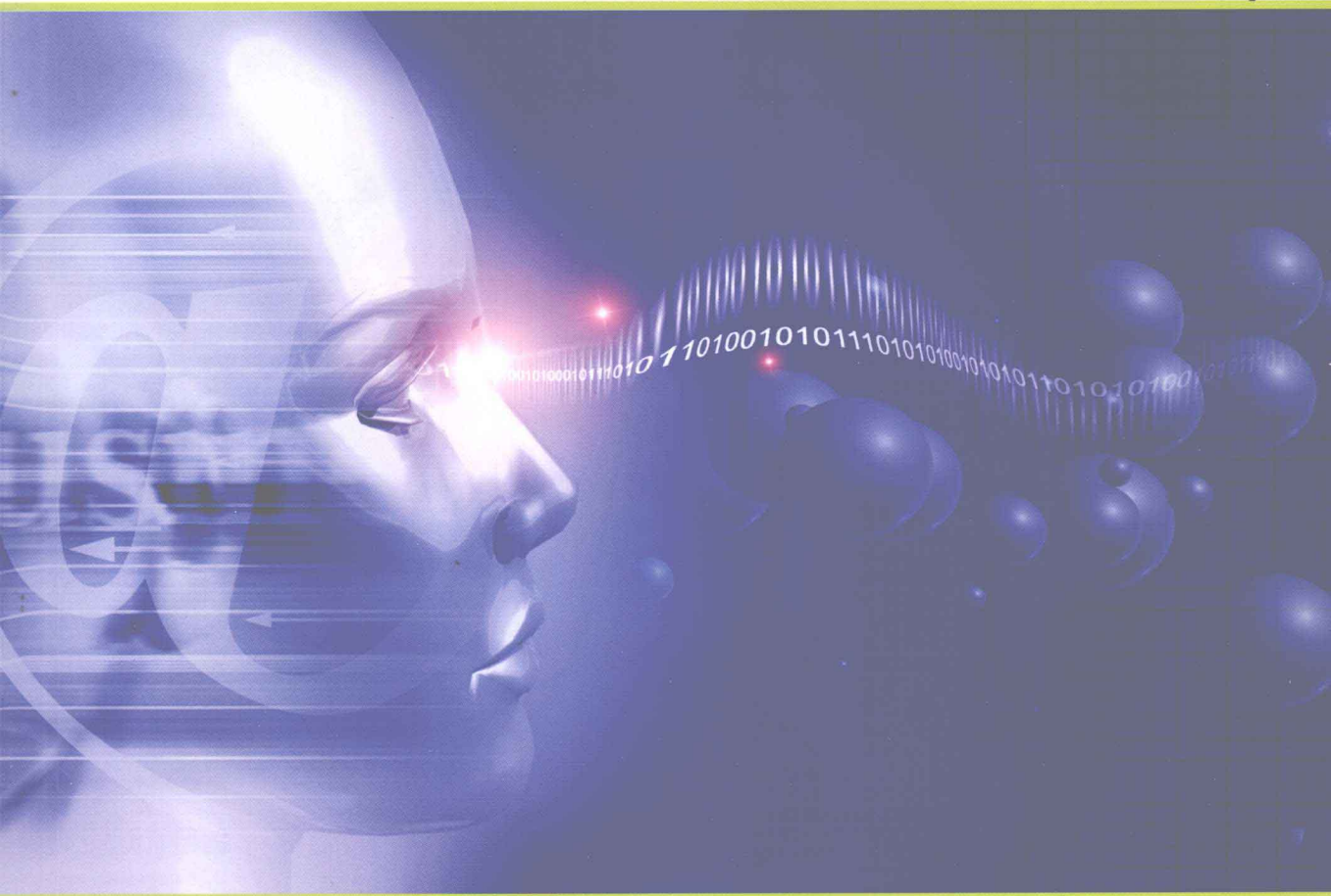


RENGONG ZHINENG
JIQI YINGYONG

人工智能及其应用

王宏生 孟国艳 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

人工智能及其应用

王宏生 孟国艳 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是作者积累多年教学经验,参考国内外大量文献资料,追踪当代人工智能发展趋势而写成的著作。

全书共分7篇。第一篇讲述模拟人类自然推理的不确定性推理方法和非单调推理方法:包括专家系统 MYCIN 的不确定性推理方法、主观 Bayes 方法、模糊推理、证据理论和非单调推理;第二篇讲述机器学习的概念与方法:包括概念学习、决策树学习和学习规则集合;第三篇讲述计算智能:包括人工神经网络、遗传算法和其它计算智能方法;第四篇讲述如何在机器上实现人类的语言、视觉和听觉:包括语法和语义分析、基于语料库的自然语言理解、计算机视觉和语音处理;第五篇介绍蓬勃发展的分布式人工智能和 Agent 技术;第六篇介绍人工智能的三个应用领域:即汉语自然语言处理、光学文字识别及移动 Agent 技术;第七篇是作者对于人工智能的现在与未来的思考。

本书叙述简明清晰,逻辑性强,可作为高等学校相关专业研究生和高年级本科生的教材,也可供从事人工智能研究与应用的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能及其应用 / 王宏生,孟国艳编著. —北京:国防工业出版社,2009.1

ISBN 978-7-118-06021-8

I. 人... II. ①王...②孟... III. 人工智能 IV. TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 167837 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20¼ 字数 456 千字

2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

目 录

第一篇 高级推理技术

第 1 章 传统的推理技术	1
1.1 命题逻辑与谓词逻辑概论	1
1.1.1 命题逻辑	1
1.1.2 谓词逻辑	4
1.2 基于传统逻辑的推理机制	6
1.2.1 推理基础	6
1.2.2 基于传统逻辑的推理	8
小结	13
习题	13
第 2 章 专家系统 MYCIN 的不确定性推理方法	15
2.1 不确定性推理	15
2.1.1 不确定性推理概述	15
2.1.2 不确定性推理中的基本问题	16
2.2 MYCIN 的可信度概念	18
2.3 MYCIN 的不精确推理模型	19
2.3.1 知识不确定性的表示	19
2.3.2 证据不确定性的表示	19
2.3.3 组合证据不确定性的算法	20
2.3.4 不确定性的传递算法	20
2.3.5 结论不确定性的合成算法	20
2.4 带加权因子的可信度推理	22
小结	23
习题	24
第 3 章 主观 Bayes 方法	26
3.1 概率论的简单回顾	26

3.2	主观 Bayes 方法的基本理论	27
3.2.1	知识不确定性的表示	27
3.2.2	主观 Bayes 方法的基本算法	27
3.3	主观 Bayes 方法的推理模型	31
3.3.1	组合证据不确定性的计算	31
3.3.2	证据不确定性的传递	31
3.3.3	结论不确定性的合成	32
	小结	34
	习题	34
第 4 章	模糊推理	36
4.1	模糊数学的基本知识	36
4.1.1	模糊集合	36
4.1.2	模糊关系及其运算	37
4.2	模糊假言推理	39
4.2.1	模糊知识的表示	39
4.2.2	前提的模糊匹配	39
4.2.3	简单模糊推理	40
	小结	42
	习题	42
第 5 章	证据理论	44
5.1	基本理论	44
5.1.1	命题的表示	44
5.1.2	概率分配函数	44
5.1.3	信任函数	45
5.1.4	似然函数	45
5.1.5	概率分配函数的正交和	46
5.2	证据理论的推理模型	47
5.2.1	一个特殊的概率分配函数	47
5.2.2	类概率函数	48
5.2.3	规则的表示方法	50
5.2.4	多前提组合的 CER 计算	50
5.2.5	不确定性的传递算法	50
	小结	54
	习题	54

第 6 章 非单调推理	55
6.1 缺省理论	55
6.1.1 缺省规则的形式	55
6.1.2 缺省规则的分类	56
6.2 界限理论	56
6.3 正确性维持系统	58
小结	60
习题	61

第二篇 机器学习

第 7 章 机器学习概论	62
7.1 机器学习模型与形式化	62
7.1.1 机器学习模型	62
7.1.2 机器学习模型的形式化	64
7.2 学习系统的结构和训练样例	65
7.2.1 设计目标函数	65
7.2.2 目标函数的表示形式	66
7.2.3 设计函数逼近算法	67
7.2.4 训练经验的选择	69
7.2.5 最终设计	69
7.3 学习系统的观点和问题	71
小结	72
习题	72
第 8 章 概念学习	74
8.1 什么是概念学习	74
8.2 概念学习的搜索空间	75
8.3 假设空间的偏序关系	75
8.4 寻找极大特殊假设的 $F_{IND}-S$ 算法	76
8.5 变型空间和候选消除算法	79
8.5.1 变型空间的定义	79
8.5.2 列表后消除算法	80
8.5.3 候选消除算法	80
8.5.4 变型空间和候选消除算法的几点说明	85

小结.....	87
习题.....	88
第 9 章 决策树学习	90
9.1 决策树表示法及其含义	90
9.2 决策树学习的适用问题	91
9.3 决策树学习的 ID3 算法	93
9.4 最佳属性的选择	94
9.4.1 用熵度量系统的混乱程度.....	94
9.4.2 信息增益最佳分类属性.....	97
9.4.3 决策树计算举例.....	97
9.5 决策树学习的问题.....	100
小结	102
习题	103
第 10 章 学习规则集合	105
10.1 学习命题逻辑规则	105
10.2 学习一阶逻辑规则	109
10.2.1 假设的产生	109
10.2.2 归纳推理	111
10.2.3 FOIL 算法	112
小结	115
习题	115

第三篇 计 算 智 能

第 11 章 人工神经网络	117
11.1 脑神经系统与生物神经元的结构与特征	117
11.2 人工神经元的结构与模型	119
11.2.1 人工神经元	119
11.2.2 常用的人工神经元模型	120
11.3 人工神经网络的互连结构	121
11.3.1 单层或两层网络结构	121
11.3.2 多层网络结构	121
11.4 感知器及其训练法则	123
11.4.1 感知器的定义与空间划分	123

11.4.2	感知器训练法则	126
11.4.3	梯度下降和 delta 法则	127
11.4.4	梯度下降的随机近似	129
11.5	多层网络和反向传播算法	129
11.5.1	可微阈值单元	130
11.5.2	反向传播算法	130
11.5.3	反向传播算法的说明	133
11.6	Hopfield 网络及其学习	134
11.6.1	Hopfield 网络的结构	134
11.6.2	Hopfield 模型的稳定性	135
11.6.3	Hopfield 网络学习算法	135
小结		136
习题		136
第 12 章	遗传算法	139
12.1	遗传算法概述	139
12.1.1	遗传算法的产生与发展	139
12.1.2	遗传算法中的基本概念	139
12.1.3	遗传算法的基本结构	141
12.1.4	遗传算法的基本特征	141
12.2	Holland 遗传算法	142
12.3	遗传算法的设计与实现	144
12.3.1	遗传算法的编码方法	144
12.3.2	适应度值量度	147
12.3.3	遗传算法的基本操作	149
12.3.4	参数控制	152
12.4	Holland 遗传算法的改进	155
12.4.1	Holland 遗传算法改进的思考方法	155
12.4.2	Micro 遗传算法	157
12.4.3	变种群规模的遗传算法	157
12.4.4	自适应遗传进化算法	158
12.4.5	并行遗传算法	159
12.5	遗传算法的收敛性	161
12.5.1	遗传算法收敛性的定义	161
12.5.2	未成熟收敛问题	161
12.5.3	遗传算法收敛性的结论	162
12.6	遗传算法的应用举例	162

12.6.1 组合优化问题	162
12.6.2 作业车间调度问题	164
小结	166
习题	167
第 13 章 其它计算智能方法	168
13.1 进化策略	168
13.1.1 进化策略的算法模型	168
13.1.2 进化策略和遗传算法的区别	169
13.2 进化编程	169
13.2.1 进化编程的机理与表示	169
13.2.2 进化编程的步骤	170
13.3 人工生命	171
13.3.1 人工生命研究的起源和发展	171
13.3.2 人工生命的定义和研究意义	171
13.3.3 人工生命的研究内容和方法	172
13.3.4 人工生命的实例	174
13.4 粒群优化	174
13.4.1 群智能和粒群优化概述	175
13.4.2 粒群优化算法	176
13.5 蚁群算法	178
13.5.1 蚁群算法基本原理	178
13.5.2 蚁群系统模型	179
小结	181
习题	181

第四篇 自然语言理解与感知

第 14 章 概述	182
14.1 自然语言理解的发展	182
14.1.1 萌芽	182
14.1.2 发展	183
14.1.3 繁荣	184
14.2 自然语言的构成	184
14.3 自然语言理解的层次	185

第 15 章 语法分析和语义分析	188
15.1 短语结构语法理论与乔姆斯基语法体系	188
15.1.1 短语结构语法理论	188
15.1.2 乔姆斯基语法体系	189
15.2 乔姆斯基语法体系的网络表示	191
15.2.1 有限状态转移网络	191
15.2.2 递归转移网络	193
15.2.3 扩充转移网络	193
15.3 语法分析	196
15.3.1 自顶向下分析算法	196
15.3.2 自底向上分析算法	198
15.3.3 带有属性限制的语法	200
15.4 语义分析	203
15.4.1 在语法规则中编码语义结构	204
15.4.2 将语法结构编码进词典	207
15.5 语境分析	209
小结	210
习题	210
第 16 章 基于语料库的自然语言理解	213
16.1 基于概率分布的语言模型	213
16.2 基于上、下文信息的语言建模	214
16.2.1 基于随机过程理论的模型构造	215
16.2.2 基于信息论最大熵方法的模型构造	216
16.3 基于组合思想的语言建模	217
16.3.1 利用插值法构造新的模型	217
16.3.2 利用加权方法构造新的模型	217
16.4 语言模型的相关问题	218
16.4.1 语言模型参数的确定	218
16.4.2 数据稀疏问题的解决	218
16.4.3 语言模型的性能分析	218
小结	219
习题	219
第 17 章 计算机视觉	220
17.1 图像的产生	220

17.1.1	二维图像的获取	220
17.1.2	立体成像	221
17.2	图像的处理	222
17.2.1	图像的边缘检测	222
17.2.2	分割	223
17.3	图像的描述	224
17.3.1	边缘距离的计算	224
17.3.2	表面方向的计算	225
17.4	视觉的知识表示	229
17.4.1	视觉信息的语义网络表示	229
17.4.2	位置网络	230
17.5	物体形状的分析与识别	231
17.5.1	复杂形状物体的表示	231
17.5.2	物体形状识别方法	234
小结		236
习题		236
第 18 章	语音处理	237
18.1	组成单词读音的基本单元	237
18.2	信号处理	238
18.3	语音识别的隐 Markov 模型	240
小结		245
习题		246

第五篇 分布式人工智能

第 19 章	概述	247
19.1	什么是分布式人工智能	247
19.1.1	起源	247
19.1.2	分布式人工智能的特点	247
19.1.3	分布式人工智能的分类	248
19.1.4	分布式人工智能系统的研究发展	248
19.2	分布式问题求解	249
19.2.1	分布式问题求解的概述	249
19.2.2	分布式问题的求解过程与方法	249

第 20 章 Agent 技术	251
20.1 Agent 的基本结构	251
20.1.1 什么是 Agent	251
20.1.2 Agent 的基本结构	252
20.1.3 Agent 的结构分类	253
20.2 Agent 通信	255
20.2.1 Agent 间的协作与通信	255
20.2.2 交谈的规划与实现	256
20.2.3 Agent 系统的通信语言	258
20.3 多 Agent 系统	259
20.3.1 多 Agent 系统的基本模型	259
20.3.2 多 Agent 系统的体系结构	260
20.3.3 多 Agent 系统的协作、协商与协调	264
20.3.4 多 Agent 系统的学习与规划	266
20.3.5 多 Agent 系统的应用	267
小结	268
习题	268

第六篇 人工智能的应用

第 21 章 汉语自然语言处理	270
21.1 语音识别中的音字转换技术	270
21.1.1 汉语声音语句输入的特点	270
21.1.2 汉语声音语句输入系统的结构	271
21.1.3 汉语声音语句输入的实现	272
21.2 汉语自动文摘技术	273
21.2.1 自动文摘系统的构成	273
21.2.2 文本的内部表示方法	274
21.2.3 基于浅层分析的文摘技术	274
21.2.4 基于实体分析的文摘技术	275
21.2.5 基于话语结构的文摘技术	276
21.3 信息检索技术	278
21.3.1 信息检索的定义与术语	278
21.3.2 信息检索系统的构成	278
21.3.3 信息检索的统计模型	279

第 22 章	光学字符识别技术	282
22.1	印刷体文字识别系统的构成	282
22.2	汉字图像预处理技术	283
22.2.1	二值化	283
22.2.2	版面分析	284
22.2.3	倾斜自动测量	284
22.2.4	版面切分	284
22.2.5	行、字分割	285
22.2.6	细化和规范化	285
22.3	汉字笔段特征抽取与识别	285
22.3.1	笔段特征抽取的方法	286
22.3.2	汉字笔画的分类	286
22.3.3	汉字笔画的方向编码	287
22.3.4	汉字笔画方向码合并处理及笔画识别	288
22.3.5	汉字笔画间特征量的定义	288
22.3.6	基于整字匹配的汉字识别	289
第 23 章	移动 Agent 技术	291
23.1	移动 Agent 系统结构及其关键技术	291
23.1.1	移动 Agent 系统结构	291
23.1.2	移动 Agent 系统的关键技术	292
23.1.3	典型的 Agent 系统	293
23.1.4	移动 Agent 的开发	294
23.2	移动 Agent 在电子商务中的应用	294
23.2.1	电子商务系统模型 B-CISOM	294
23.2.2	基于移动 Agent 的协作信息中间件 CISOM	294
23.2.3	CISOM 的设计与实现	295
23.2.4	基于 CISOM 的 B2B 协作电子商务系统 B-CISOM	296
23.3	移动 Agent 在信息安全中的应用	297
23.3.1	入侵检测系统 IDS	297
23.3.2	传统的入侵检测系统	297
23.3.3	基于移动 Agent 的分布式入侵检测模型	298
23.3.4	MABDIDS 实现的关键技术及解决方案	300
23.4	移动 Agent 在信息服务中的应用	301
23.4.1	基于移动 Agent 的 Web 服务	301
23.4.2	信息搜索工作流程	301

小结 302

第七篇 人工智能的现在与未来

第 24 章 对人工智能的思考 303

24.1 专家系统对知识的滥用 303

24.2 强人工智能与弱人工智能 305

24.3 人工智能的极限 305

参考文献..... 308

第一篇 高级推理技术

第 1 章 传统的推理技术

推理能力是人类智能的重要组成部分,推理方法的研究源远流长,早在古希腊时代亚里士多德就提出了三段论,经过 G. 弗雷格、B. 罗素和莱布尼茨等人的发展,在计算机诞生之前,传统的推理技术就已经十分成熟。

传统的推理技术包括命题逻辑和谓词逻辑,其推理的结果只有两个,要么是“是”,要么是“否”,这与人类推理中的“可能”与“大概”相差很远。

专家系统是以传统的推理技术为基础,并能够模拟人类思维中的模糊性,是高级的推理技术。本章回顾了命题逻辑和谓词逻辑的基本概念的推理方法,并以此为基础,给出了正、反向推理的程序流程图,为高级推理技术打下基础。

1.1 命题逻辑与谓词逻辑概论

1.1.1 命题逻辑

1. 什么是命题

命题是具有真假意义的一句话。

例如:“雪是黑色的”,“北京是中华人民共和国的首都”,“今天下雨”。

命题是有真假之分的,真和假称为命题的真值。当命题为真命题时,其真值为真,记为 T;当命题为假命题时,其真值为假,记为 F。命题“雪是黑色的”,真值为假;命题“北京是中华人民共和国的首都”,真值为真;命题“今天下雨”,则要看当天的实际情况来确定其真值。

在命题逻辑中,命题通常用大写的英文字母表示,如用 P 表示“雪是黑色的”。命题的真值也可以用 0、1 来记,0 表示真值为假,1 表示真值为真。设有命题 A, $f(A)$ 表示 A 的真值,则有

$$f(A) = \begin{cases} 1, & \text{命题 A 为真} \\ 0, & \text{命题 A 为假} \end{cases}$$

命题可以分为原子命题和复合命题,原子命题是无可再分解的命题,复合命题是用联结词将原子命题联结起来的命题。复合命题中,联结词起着关键的作用。

2. 联结词

设 P、Q 是命题,常用的联结词如下:

- (1) 否定 $\neg$, 如: $\neg P$;
- (2) 合取 $\wedge$, 如: $P \wedge Q$;
- (3) 析取 $\vee$, 如: $P \vee Q$;
- (4) 条件 $\rightarrow$, 如: $P \rightarrow Q$, 当且仅当 P 的真值为 T, Q 的真值为 F 时, $P \rightarrow Q$ 的真值为 F;
- (5) 双条件 $\leftrightarrow$, 如: $P \leftrightarrow Q$, 其真值为 T, 当且仅当 P、Q 的真值相同。

上述五种命题联结词的真值表如表 1-1 所列。

表 1-1 复合命题 $P \rightarrow Q$ 的真值表

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \rightarrow Q$	$P \leftrightarrow Q$
T	T	F	T	T	T	T
T	F	F	F	T	F	F
F	T	T	F	T	T	F
F	F	T	F	F	T	T

3. 等价与蕴含

1) 等价

对于两个命题公式 A、B, 设 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 为出现于 A、B 中的所有变元, 若对于任何一组真值 $P_1, P_2, \dots, P_n$, A 和 B 的真值都相同, 则称 A 和 B 等价, 记为 $A \Leftrightarrow B$ 。

例 1-1 求证: $P \leftrightarrow Q \Leftrightarrow (P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow Q)$ 。

证明: 列出命题 $P \leftrightarrow Q$ 和命题 $(P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow Q)$ 的真值表, 如表 1-2 所列。

表 1-2 真值表法证明命题等价

P	Q	$P \leftrightarrow Q$	$(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)$
F	F	T	T
F	T	F	F
T	F	F	F
T	T	T	T

从真值表看出, 对于 P、Q 真值的各种组合(共四种), 命题 $P \leftrightarrow Q$ 和命题 $(P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow Q)$ 的真值相同, 因此, 证明了 $P \leftrightarrow Q \Leftrightarrow (P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow Q)$ 。

2) 蕴含

当且仅当 $P \rightarrow Q$ 是永真式时, 称 P 蕴含 Q, 记为 $P \Rightarrow Q$ 。

例 1-2 求证: $\neg Q \wedge (P \rightarrow Q) \Rightarrow \neg P$ 。

证明: 列出复合命题 $\neg Q \wedge (P \rightarrow Q)$ 和 $\neg P$ 的真值表, 如表 1-3 所列。

表 1-3 真值表法证明蕴含

P	Q	$\neg Q \wedge (P \rightarrow Q)$	$\neg Q \wedge (P \rightarrow Q) \rightarrow \neg P$
F	F	T	T
F	T	F	T
T	F	F	T
T	T	F	T

从真值表看出,对于 P、Q 真值的各种组合(共四种),命题 $(\neg Q \wedge (P \rightarrow Q)) \rightarrow \neg P$ 均为真,因此,证明了 $\neg Q \wedge (P \rightarrow Q) \Rightarrow \neg P$ 。

注意:条件 $P \rightarrow Q$ 和蕴含 $P \Rightarrow Q$ 的区别, $P \rightarrow Q$ 是一个命题,而 $P \Rightarrow Q$ 是描述两个命题 P 与 Q 间的关系。双条件 $P \leftrightarrow Q$ 和等价 $P \Leftrightarrow Q$ 的区别也是如此。有的文献并未如此细分。

4. 常用定理

有关复合命题的常用定理:

双重否定	$\neg \neg P \Leftrightarrow P$
分配律	$P \vee (Q \wedge R) \Leftrightarrow (P \vee Q) \wedge (P \vee R)$ $P \wedge (Q \vee R) \Leftrightarrow (P \wedge Q) \vee (P \wedge R)$
幂等律	$P \vee P \Leftrightarrow P$ $P \wedge P \Leftrightarrow P$
交换律	$P \vee Q \Leftrightarrow Q \vee P$ $P \wedge Q \Leftrightarrow Q \wedge P$
结合律	$(P \vee Q) \vee R \Leftrightarrow P \vee (Q \vee R)$ $(P \wedge Q) \wedge R \Leftrightarrow P \wedge (Q \wedge R)$
吸收律	$P \vee (P \wedge Q) \Leftrightarrow P$ $P \wedge (P \vee Q) \Leftrightarrow P$
De - Morgan 定律	$\neg (P \vee Q) \Leftrightarrow \neg P \wedge \neg Q$ $\neg (P \wedge Q) \Leftrightarrow \neg P \vee \neg Q$

有关蕴含的常用定理:

假言推理	$P \wedge (P \rightarrow Q) \Rightarrow Q$
假言三段论	$(P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow R) \Rightarrow P \rightarrow R$
化简式	$P \wedge Q \Rightarrow P$ $P \wedge Q \Rightarrow Q$
附加式	$P \Rightarrow P \vee Q$ $Q \Rightarrow P \vee Q$
其它	$P \rightarrow Q \Leftrightarrow \neg P \vee Q$ $\neg P \Rightarrow P \rightarrow Q$ $Q \Rightarrow P \rightarrow Q$

5. 推理理论

设 A、C 是两个命题公式,当且仅当 $A \rightarrow C$ 为永真式或 $A \Rightarrow C$,称 C 可由 A 推出。