



从演绎、思维到问题解决，强力助长您关键思维的方法与技能

人工智能 与问题解决方法

[美] Danny Kopec Christopher Pileggi 著
David Ungar Shweta Shetty

胡欣宇 岳亚伟 阮晓龙 译

- ◆ 世界著名人工智能专家合力著作
- ◆ 深刻领略如何使用最有效的方法解决著名AI问题
- ◆ 集计算机、数学及人工智能专业中最常见、最有趣、最具挑战性的AI问题于一体
- ◆ 从演绎、思维到问题解决，强力助长您关键思维的方法与技能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

人工智能 方法

[美] Danny Kopec | Christopher Pileggi | David Ungar | Shweta Shetty 著

胡欣宇 岳亚伟 阮晓龙 译



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

衡量人工智能的一个角度是解决问题的能力。

本书将我们在计算机科学、数学和人工智能课程上经常遇到的一些有趣的、有挑战性的问题汇集到一起,对那些已证明的人类靠自身难以解决而需要计算机辅助进行解决的问题进行深入讨论,不仅给出了解决方案,也探讨了计算机科学和人工智能中用来解决这些问题的各种思想、方法和应用。此外,对解决方案能否经得起人类检验的思考(“人类窗口”的概念)能加深对问题及问题解决方案是否存在以及如何存在的理解。

来自不同背景的学生均可以从解决这些问题的推导思想中受益,尤其是那些要寻找这些问题的解决方案的计算机科学、数学和人工智能课程的教师,当然本书对那些希望提高自己问题解决能力的人也很有帮助。毫无疑问,今天的年轻人很快就会发现他们缺乏这些基本技能,而这本书可以在他们练习和提高问题解决能力的时候随时提供帮助资源,并且有助于他们形成并保持终身学习的能力。

Copyright ©2016 by MERCURY LEARNING AND INFORMATION LLC. All rights reserved.

The simplified Chinese translation rights arranged through Rightol Media (本书中文简体版权经由锐拓传媒取得 Email:copyright@rightol.com)

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2016-8435 号

图书在版编目(CIP)数据

人工智能与问题解决方法 / (美) 丹尼·科佩茨
(Danny Kopec) 等著; 胡欣宇, 岳亚伟, 阮晓龙译. --
北京: 中国水利水电出版社, 2017.8

书名原文: Artificial Intelligence and Problem
Solving

ISBN 978-7-5170-5754-3

I. ①人… II. ①丹… ②胡… ③岳… ④阮… III.
①人工智能 IV. ①TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第193621号

策划编辑: 杨庆川

责任编辑: 张玉玲

封面设计: 李 佳

书 名	人工智能与问题解决方法 RENGONG ZHINENG YU WENTI JIEJUE FANGFA
作 者	[美] Danny Kopec Christopher Pileggi David Ungar Shweta Shetty 著 胡欣宇 岳亚伟 阮晓龙 译
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 14.5印张 320千字
版 次	2017年8月第1版 2017年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

我们生活在一个速变的、快节奏的时代。每个人至少有一台电子设备，如智能手机、笔记本电脑等，这些设备是每个人生活中必不可少的。每个人都耐心有限，希望无需做大量复杂的调查就快速得到结果（如谷歌）。学生在上课时毫无顾忌地打开这些设备，老师也不知道他们是在发短信、玩社交网络还是在解决手头问题，注意力总是难以集中。我们总是被一些不太重要的小事情分散注意力。最后，当我们要完成日常任务时才发现我们的生活似乎是由一些琐碎的、不连续的小片段构成的。一个人一直在桌旁不受打扰地静坐几个小时的想法在我们当前的社会显得有些另类。毅力、尝试、调查、求知，甚至连最简单的思考正在渐渐成为过去。显然，我们不会从这个技术时代回头，也不会摆脱对这种技术的依赖。然而孩子成绩下降的消息一遍又一遍地在我们耳边响起。

衡量智力的一个角度是解决问题的能力，另一个角度是一个个体或群体如何在逆境中生存。因此我们自然会想到，如果有人“关掉电源”，我们的社会和孩子将会怎样？

此时有一本解决不一般的、偶尔难以解决的问题的书就显得很有必要，因为它能满足一些相关读者的需求。这本书将学生经常在计算机科学、数学和人工智能课程上遇到的有趣的、有挑战性的问题汇集到了一起。这些问题并不是新问题，但是来自不同背景的学生都可以从解决这些问题的推导思想中受益。这本书的另一部分读者是要寻找这些问题的解决方案的计算机科学、数学或人工智能课程的教师。本书不仅提供了解决方案，还探究了计算机科学和人工智能中解决这些问题的各种思想、方法和应用。此外，对解决方案能否经得起人类检验的思考（即“人类窗口”的概念）可以加深对问题及问题解决方案应该如何提出的理解。这本书对于那些希望提高自己问题解决能力的人来说也很有帮助。毫无疑问，今天的年轻人很快就会发现他们缺乏这些基本技能，而这本书在他们练习和提高问题解决能力的时候随时可以提供帮助资源，并且有助于他们形成并保持终身学习的能力。

本书的另一个特色是它对那些已证明人类难以解决并需要计算机辅助解决的问题进行了描述、分析，并提供了解决方案：第 13 章讲解数独问题，第 14 章讲解图画着色和色块数问题，第 15 章讲解密码学问题，第 16 章讲解图的随机游动与蒙特卡罗方法。

必须强调的是，这本书并不是关于快速解决问题的。技术性问题的解决，无论是学习下棋、成为一名合格的小提琴手，还是读这本书，都是需要时间的。所以准备好享受、学习、获益和成长吧！

Danny Kopee
Merrick, NY
2016 年 6 月

目 录

前言

第1章 简介	1
1.1 本书目的	1
1.2 背景和以前的工作	2
1.3 本书贡献	3
1.4 参考文献	3
PART I 传统人工智能问题	5
第2章 解决问题	6
2.1 波利亚用于解决问题的五步法	6
2.2 问题解决技术	9
2.2.1 启发法/启发式	13
2.2.2 解决问题的其他启发式	15
2.3 人类窗口	15
2.4 人类窗口标准和方案分类	17
2.5 分类	19
2.6 参考文献	19
第3章 传教士和野人问题	21
3.1 背景	21
3.2 选择恰当的问题表示	22
3.3 解决方案	24
3.4 人类问题解决	27
3.5 人类窗口分析解决方案	30
3.5.1 最佳人类窗口匹配 解决方案	31
3.5.2 最差人类窗口匹配 解决方案	33
3.6 最佳机器解决方案	34
3.7 相关问题	34
3.8 可体验程序	35

3.9 参考文献	35
第4章 12 硬币问题	37
4.1 背景	37
4.2 解决一个较简单的问题	38
4.3 解决方案	41
4.4 人类问题解决	45
4.5 人类窗口分析解决方案	46
4.5.1 最佳人类窗口匹配解决方案	47
4.5.2 最差人类窗口匹配解决方案	48
4.6 最佳机器解决方案	50
4.7 可体验程序	50
4.8 参考文献	51
第5章 密码算术问题	52
5.1 背景	52
5.2 问题解决技术	52
5.3 解决方案	53
5.4 人类问题解决	62
5.5 人类窗口分析解决方案	62
5.5.1 最佳人类窗口匹配解决方案	64
5.5.2 最差人类窗口匹配解决方案	64
5.6 最佳机器解决方案	65
5.7 相关问题	66
5.8 可体验程序	67
5.9 参考文献	67
第6章 红驴拼图问题	69
6.1 背景	69
6.2 解决方案	70
6.3 人类问题解决	73

6.4 人类窗口分析解决方案	74	8.9 参考文献	108
6.4.1 最佳人类窗口匹配解决方案	75	第9章 神机妙算问题	109
6.4.2 最差人类窗口匹配解决方案	77	9.1 背景	109
6.5 最佳机器解决方案	78	9.2 问题解决技术	110
6.6 相关问题	79	9.3 解决方案	110
6.7 可体验程序	79	9.3.1 例1	111
6.8 参考文献	79	9.3.2 例2	112
第7章 15 拼图问题	81	9.3.3 例3	114
7.1 背景	81	9.3.4 例4	116
7.2 问题解决技术	82	9.4 人类问题解决	117
7.3 解决方案	82	9.5 人类窗口分析解决方案	117
7.3.1 求解第一行	82	9.6 最佳机器解决方案	118
7.3.2 角技术	85	9.7 相关问题	118
7.3.3 求解第二行	87	9.8 可体验程序	119
7.3.4 求解第三行	87	9.9 参考文献	119
7.3.5 求解第四行	89	第10章 蒙提霍尔问题	120
7.4 人类窗口分析解决方案	90	10.1 背景	120
7.4.1 最佳人类窗口匹配解决方案	91	10.2 问题解决技术	121
7.4.2 最差人类窗口匹配解决方案	92	10.3 解决方案	122
7.5 最佳机器解决方案	93	10.4 人类问题解决	122
7.6 相关问题	94	10.5 相关问题	122
7.7 可体验程序	94	10.6 参考文献	123
7.8 参考文献	94	第11章 魔方问题	124
第8章 骑士旅行问题	96	11.1 背景	124
8.1 背景	96	11.2 问题解决技术	125
8.2 问题解决技术	97	11.3 解决方案	125
8.3 解决方案	97	11.3.1 魔方组件	126
8.4 人类问题解决	103	11.3.2 子目标1: 顶部十字	129
8.5 人类窗口分析解决方案	103	11.3.3 子目标2: 顶面角	130
8.5.1 最佳人类窗口匹配解决方案	105	11.3.4 子目标3: 中间层	132
8.5.2 最差人类窗口匹配解决方案	105	11.3.5 子目标4: 新顶部十字	133
8.6 最佳机器解决方案	107	11.3.6 子目标5: 新顶部角	135
8.7 相关问题	107	11.3.7 子目标6: 正确角块定位	136
8.8 可体验程序	108	11.3.8 子目标7: 顶部边	137

11.4	人类问题解决	138	15.1	背景	181
11.5	人类窗口分析解决方案	139	15.2	对称加密	182
11.5.1	最佳人类窗口匹配解决方案	140	15.3	公钥加密	184
11.5.2	最差人类窗口匹配解决方案	141	15.4	RSA 加密	185
11.6	最佳机器解决方案	143	15.5	关于 RSA 加密系统的问题	186
11.7	可体验程序	144	15.5.1	RSA 实现实例	187
11.8	参考文献	144	15.5.2	RSA 的安全性和攻击	187
第 12 章	囚徒困境问题	146	15.6	参考文献	188
12.1	传统问题	146	第 16 章	图的随机游动与蒙特卡罗方法	190
12.2	重复的囚徒困境	148	16.1	简介	190
12.3	在不同领域的应用	148	16.2	推理应用程序	192
12.4	相关问题	150	16.3	在图上的随机游动	193
12.5	参考文献	150	16.4	马尔可夫链和蒙特卡罗方法	194
PART II	需要计算机求解的问题	151	16.5	参考文献	195
第 13 章	数独	152	PART III	各种各样的小问题及导出理论	197
13.1	背景	152	第 17 章	各种各样的问题	198
13.2	数学分析	153	17.1	暗处的纸牌/硬币	198
13.3	问题解决技术和策略	157	17.1.1	暗处的纸牌	198
13.4	真实生活实验	160	17.1.2	硬币版的问题	200
13.5	计算机解决方案算法	163	17.1.3	参考文献	200
13.6	人类窗口分析解决方案	164	17.2	十大海盜和他們的黃金	200
13.6.1	最佳人类窗口匹配解决方案	165	17.3	霍尔姆斯握手问题	203
13.6.2	最差人类窗口匹配解决方案	170	17.4	随机的航空座位问题	208
13.7	在线可体验程序	171	17.5	生日问题	210
13.8	参考文献	171	17.6	新的人工智能技术	211
第 14 章	图画着色和色块数	173	17.6.1	深度学习	211
14.1	背景	173	17.6.2	卷积神经网络	212
14.2	说明定理	174	17.6.3	深度信念网络	213
14.3	早期尝试证明	176	17.6.4	参考文献	214
14.4	事件导致的四色问题的定义和 解决方案概述	177	第 18 章	结论: 导出解决问题的理论	217
14.5	样本代码的证明	179	18.1	人类窗口研究	217
14.6	参考文献	180	18.2	经验教训	217
第 15 章	密码学	181	18.2.1	传教士和野人问题	218
			18.2.2	12 硬币问题	219

18.2.3 密码算术问题·····	219	18.2.9 魔方问题·····	221
18.2.4 红驴拼图问题·····	220	18.2.10 囚徒困境问题·····	221
18.2.5 15 拼图问题·····	220	18.2.11 各种各样的问题·····	221
18.2.6 骑士旅行问题·····	220	18.3 回顾、结论和未来的工作·····	221
18.2.7 神机妙算问题·····	220	18.4 参考文献·····	222
18.2.8 蒙提霍尔问题·····	221	18.5 复合性网站的问题·····	224

1

简介

现在，学生拥有足够的可用技术来帮助他们去解决问题，不论是在学校还是在日常生活中。但不幸的是，大部分学生主要用这些技术来进行消遣和社交。反观这些技术在教育上的应用，大部分局限于快速寻找答案或者解法。事实上，过去二十年间几乎所有科目的信息都已经变得触手可及，而要求学生使用批判性思维去解决问题的事物却变得少见了。

问题解决、事物分析和决策能力（曾经被认为是大学生的重要指标）在人才招聘中越来越受到重视[1]。虽然发展这些能力不仅有助于教育而且对于就业以及日常生活都颇有益处。但是人们经常被复杂问题困扰，并且可能迷失其中[2]。这就要求系统地教育学生去理解问题，根据特定问题类型采用合适的技巧。

1.1 本书目的

这本书的目的是对一些经常在数学、计算机科学和人工智能中出现的人工、计算机解法的经典问题进行收集、归类和研究。就总体而言，基于这些问题的特殊性我们将它们视作人工智能问题：就人类目前的科技水平而言，它们是难解的。它们牵涉到逻辑，它们或许还需要如演绎、推理、子问题解决、模式识别等特定技术，这些问题可以用这些技术解决并推广到其他问题。这些问题是广为人知并经受过时间考验的。其中某些问题已经被用作人工智能问题——问题解决技术的测试平台，如 15 拼图问题、神机妙算问题、骑士旅行问题、红驴拼图问题、密码算术问题，它们非常适合用来研究人类如何解决问题的活动。本书的长期、高级目标是探索并形成关于问题解决的理论。我们选择用于探讨的问题包括以下几个：

（1）传教士和野人问题：在这个问题中，需要将三个传教士和三个野人安全地从河东岸渡到河西岸，船每次仅能渡乘客。限制条件是任何情况下野人的数量都不能超过传教士的数量。目标是以最少的来回次数将每个人都渡到对岸。

(2) 12 硬币问题：在这个问题中，有 12 枚硬币，要求我们使用一个天平，仅通过三次称量就找出与其他 11 枚重量不同的硬币。

(3) 密码算术问题：例如 $\text{SEND} + \text{MORE} = \text{MONEY}$ 或 $\text{DONALD} + \text{GERALD} = \text{ROBERT}$ 。问题的目标是寻找唯一满足公式的数字（从 0 到 9）来表示字母表里的字母。

(4) 红驴拼图问题：这是一种滑块拼图，其中一个 2×2 的方块必须从 4×5 面板的顶部移到底部。拼图中还包括 4 个 1×2 垂直方块、4 个 1×1 方块、1 个 2×1 水平方块。

(5) 15 拼图问题：这是另外一种滑块拼图，15 个单位方块（从 1 到 15 编号）必须在 4×4 方格上按照顺时针方向升序重新排列。

(6) 骑士旅行问题：这个问题是想要在棋盘上找到一条路径，使得骑士能够游历棋盘上的每个位置恰好一次。一个更严格的变种问题是要求骑士回到起始位置。通常骑士从棋盘的左下侧（被称为 A1）出发。

(7) 神机妙算问题：这是一种双人对战密码破解棋盘游戏，其中一个选手（称为破密者）需要在 10 次以内将另一个选手（称为产密者）给出的编码破解或猜出。编码由一个按照特定次序排列的有色桩序列表示。

(8) 蒙提霍尔问题：这个问题要猜哪个门后面有奖品（例如汽车）。问题在于在游戏主持者告诉你那个门后面没有奖品后，你是否坚持最初的选择。

(9) 魔方问题：是一种非常流行的拼图游戏，一个由若干个小立方体组成的立方体，每个面颜色不同。目标是将这些小立方体重组使得大立方体每个面只有一种颜色。

(10) 囚徒困境问题：这是一系列经典博弈论中提出的问题，问题考虑囚犯怎样得到最轻判决，这依赖于他们在私人审判中保持沉默还是互相检举。

(11) 杂项问题：我们选择了 5 个小问题，和书中展示的 10 个问题属于同一类型，但是规模较小。这 5 个问题主要是为了实现对问题、设计模式、使用概率和逻辑的图形化的抽象和理解。

这本书主要关注如何使用特定问题解决策略如搜索、问题约减、推理及数学公式来找到这些经典问题的解决方案，同时关注当人们面临问题时怎样分析问题并将其分解为更易控制和解决的问题。

1.2 背景和以前的工作

人类问题的解决是一个被广为研究的重要话题，是人工智能及其源于心理学的表亲——认知科学的共同基础。从我们的角度来看，在开发和使用机器帮助我们解决问题之前，我们必须对人类如何考虑和解决问题有一个透彻的认识。

我们工作中的许多灵感来自于 George Polya 的 *How to Solve It* 这本书。这本书的工作是突破性的并且经受过时间的检验，它帮助问题决策者提升对问题的理解，并告诉他们如何变得更成功（更多 Polya 工作的描述可参考第 2 章）。

Allen Newell 和 Herbert Simon 在问题解决研究上做出了重要贡献,并在 *Human Problem Solving* 一书中对他们的研究进行了总结。根据 Newell、Shaw 和 Simon 的观点:一个问题有若干条解决途径,有且仅有一条(或少数条)能得到期待结果。解决问题的过程就是寻找正确途径的过程。进一步可将问题定义为当前状态与某个期待状态的区别[3]。Newell 和 Simon 给出了问题解决的几个例子,如解迷宫、纵横字谜游戏、找到安全组合,以及将一种语言翻译为其他语言[4]。他们的研究主题包括外在环境的内在表示、为达成目标所做的子目标和子问题创建策略、问题导向策略,以及使用启发式方法来寻找最佳解决路径。他们同时也强调了依赖对问题空间的简单抽象来解决复杂问题的过程。

Cereny、Garritty 和 Sanders 讨论了问题解决的两种类型:一种是线性问题求解,通过一系列顺序步骤来达成目标;另一种是并发问题求解,求解步骤是迭代的,需要将当前状态与理想状态对比,然后执行到达该理想状态的步骤[5]。

Gunzelmann 和 Anderson 指出问题解决的两个关键步骤是以内在形式进行问题理解和问题表达。他们同时指出问题解决中规划的重要性。如果反馈表现有更快的解决方案将增加人类规划的深度[6]。

某些时候仅仅找到通往目标的途径是不够的。由于一些如时间、计算能力以及其他资源等的限制条件,我们需要在最优化资源利用的情况下高效解决问题。Anzai 和 Simon 曾经指出,虽然多个策略都可以解决某个问题,但某些策略较其他策略更高效。策略的效率依赖于若干因素,如速度、内存加载、内存中信息保存的难易程度等[7]。

1.3 本书贡献

- (1) 将需要解决的问题分类。
- (2) 探讨可用于问题解决的通用问题解决技术。
- (3) 根据问题域对所选问题应用适合的问题解决策略。
- (4) 研究人类问题解决行为。
- (5) 根据问题类型按先后次序推荐合适的策略和方法。
- (6) 探索了 Donald Michie “人类窗口”的概念来解决人工智能类型问题[8]。

1.4 参考文献

- [1] Ruggiero, V.R (1998). *The Art of Thinking*. Boston, MA: Addison-Wesley.
- [2] Coleman, P.T. (2011). *The Five Percent: Finding Solutions to seemingly Impossible Conflicts*. New York: Public Affairs, Perseus.
- [3] Newell, A., Shaw, J.C., and Simon, H.A (1958). *The Process of Creative Thinking*. Pittsburgh, PA: Carnegie-Mellon University, The Rand Corporation.

- [4] Newell, A., and Simon, H.A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [5] Cervený R.P., Garrity, E.J., and Sanders, G.L. (1990). "A Problem-Solving Perspective on Systems Development." *Journal of Management Information System* (Vol. 6, No.4)(6) 4: 103-122. Published by: M.E. Sharpe, Inc. Stable. Available at <http://www.jstor.org/stable/40398777>. Accessed on December 23. Source: *For the Learning of Mathematics* (1) 2: 35-42. Published by: FLM Publishing Association. Stable Available at <http://www.jstor.org/stable/40247714>. Accessed on December 23, 2012.
- [6] Gunzelmann, G., and Anderson, J.R. (2003). Problem Solving: Increased Planning with Practice. *Cognitive Systems Research* 4(1): 57_76.
- [7] Anzai, Y., and Simon, H.A (1979). The Theory of Learning by Doing. *Psychological Review*, 86(2):124-140.
- [8] Michie, D. (1982). Experiments on the Mechanization of Game-Learning: 2—Rule-Based Learning and the Human Window. *The Computer Journal* 25(1): 105-113.

PART I

传统人工智能问题

2

解决问题

解决问题是一个重要的技能，可以帮助到我们生活的方方面面。因此，我们用系统性的方法解决问题是十分必要的。波利亚的工作[1]是突破性的，因为他引领了五步解决法的发展，本质上五步解决法可普遍适用，而与领域无关。

2.1 波利亚用于解决问题的五步法

- (1) 理解问题。
- (2) 制定算法（计划）。
- (3) 执行算法（计算机编码）。
- (4) 检测算法（故障排除）。
- (5) 修改算法（如有错误返回至步骤 1~4）。

波利亚的五步解决法最令人惊叹的是：只需稍作修正，它们即可用于数学问题、计算机编程、工程、经营管理学、商业等。

1. 理解问题

波利亚的意思是在你花费时间去理解它之前，你甚至无需为尝试解决问题而费心。了解问题的本质，尝试将问题分类。

它是什么类型的问题？这个问题能被分解吗？对这个问题有什么更好的描述吗？这个问题与你以前遇到过的或解决过的问题有什么相关联的？

甚至当我们在写这一节内容时我们仍遇到了问题：笔记本电脑一直死机。我们已经知道某些计算机的电源有问题。但我们想知道，它究竟是什么？电源（可用的两个电源中的这一个不适用于我们的机器吗）？因此我们尝试两种电源，但没有任何变化。很明显，电

源不是问题。每隔几分钟笔记本电脑就会死机，这就意味着在截止日期之前我们不能成功完成这本书。我们尝试了一种简单的解决方案即提前结束工作，让机器休息一整夜。它似乎在早上运转良好，但经过大约一小时的操作后就再一次死机了。

对于问题其他独特的症状有什么？

我们注意到，在过去几个星期，笔记本电脑的风扇通风口十分烫手（在左上角，键盘上方）。

对问题的检视：一个星期左右后，在保修期内电脑的主板和风扇全部被替换。现在机器工作正常。

2. 制定算法

显然，缺乏思考的解决问题的方法并不是很有效。例如，在国际象棋中，我们说制定计划再来下象棋是很好的，甚至是一个差计划也比没有计划强。我们是按照以下对算法的定义来制定的：

一个定义明确的，但可能是重复的，用有限的一系列步骤来解决问题。

注意到在上面的框中描述的问题，并且结合以往的经验（也记录在其上），并回想起我们曾看到一个年轻人通过简单地打开和替换一个通风口就解决了他的计算机的问题，一个想法浮现出来：

有一个可用的、非常小的（5英寸通风口），有时在炎热的夏天使用以达到快速降温的通风口。也许这种通风口可使笔记本电脑降温。

3. 执行算法

这是采取行动的時刻了。在我们的头脑中一直都有无数种想法和计划，而没有实施的计划成为了“短暂的不好的记忆”，然而它也提醒我们应该列清单、做笔记等，而不是把所有计划存放在脑海中。但是，你不能一次做完所有的事情，人不是机器。我们需要在我们的生活和我们的活动中有某种秩序——一些指令，从而使我们能够评估提出的问题解决方案的的有效性。

5英寸的小通风口已经吹了将近45分钟，并且笔记本电脑仍能正常工作。左上方的区域仍然很热，但是并不像以前那么热（仅仅使用触感）了。这是否意味着问题已经解决了？

4. 检测算法

测试是解决问题过程中的一个非常重要的步骤。我们所有人都希望能说，“这个问题已经解决了！”有多少这样的判断是基于欲望、情感、自我，或者仅仅是继续前进的欲望？对于那些以目标为导向、雄心勃勃、认真、痴迷或仅仅是平凡的坚守者，一旦决定接受解决方案，都可能是雷厉风行的。因此，我们必须回答以下问题：解决方案是否有效？它是否充分发挥作用？还是只是发挥了一部分的作用？现在你有多确信你解决了这个问题？在解决问

题的过程中有多少工作是必要的？一个半小时后，这个新的解决方案，新安装上的通风口似乎持续在工作。

5. 修改算法

基于上述结果，我们对如何处理有决定了吗？当我们回到第一阶段，我们应该重新考虑我们对这个问题的理解吗？或者我们要考虑可替代的解决方案/计划/算法吗（阶段二）？我们是否正确实施了计划的解决方案或算法？

伴随着的“有趣”解决方案，其余可供选择的解决方案也在考虑中，例如使用另一台笔记本电脑或备份有关的所有密钥文件。根据当前算法/测试的结果，有人也可能求助于这些备选计划。

问题已经提供了一些给定的数据、一些未知数、一些条件、初始状态和目标状态，目的是在从初始状态移动到目标状态时使用给定数据来找到未知数。在问题的初始阶段，以内部形式展示[2]。

使问题变得更易理解的一个关键步骤是以另一种形式来描述问题，即清晰展现各种各样的问题情形及其推荐的解决方案以及它们之间的转换。这通常降低了问题的复杂性。一些问题最好以图表形式表示，例如图或图形梗概，而其他问题可以更好地以树状格式表示。

知识表示的一个重要方面是详细程度。知识在现可以是扩展的或密集的。

扩展型表示法展示每个步骤、情况或案例，尽管密集型再现是短而含蓄的，例如[3]。我们需要选择最能描述问题的表示法，并帮助我们轻松地理解和解决它。

根据波利亚的理论，理解问题的一个重要步骤是主次分离，即数据、条件和问题中的未知数。这些可作为个体进行检测，也涉及了其余部分和整个问题[1]。这些方法都有助于我们更好地理解问题。

一旦我们理解了这个问题，我们继而规划来解决它。这是一种处理问题复杂性的方法。我们观察到，如果规划能找到更快的解决方案，那么规划的成效会提高[4]。

处理复杂问题的方法之一是使用解决这一问题的简单版本。被用于这一简单问题的解决方案和方法可被用于更难的问题中[5]。

解决问题涉及寻找许多可能性方案，由一系列能抵达目标阶段的步骤组成。我们也可以创建子目标并解决它们直到最终目标[6]。算法和启发法是解决问题的两种基本方法。

计算机科学中的算法通常是计算密集型的，并且涉及在矢量状态空间中的详尽搜索。因此，他们常常导致目标状态和 100% 正确[7]。就记忆能力和处理速度而言，启发式的解决问题的方法更适合人类使用。

启发式方法是经验法则，允许人们通过矢量状态空间寻找到更可能导致目标状态的一个或几个可能路径。通过启发式方法通常会导致相对处理较少的解决方案[4]，但这并不总是保证得出正确的解决方案，有时甚至可能会引导我们至错误的方向[7]。

2.2 问题解决技术

现在我们将研究一些解决问题的技术。整本书可以写许多这方面的技术，但我们的目的是简单地介绍和区分这些技术，希望解决问题者会发现它们有用。

■ 归纳法

在数学中，归纳法通常被用作隔音技术。不幸的是，当它被用于现实世界时，它不一定是声音。

例 1：我发现一只黑色的乌鸦。我找到 100 只黑乌鸦。我找到的每一只乌鸦都是黑色的。因此，我发现的下一只乌鸦也会是黑色的。（这未必是真的。）

例 2：每一次，一个队伍在棒球季后赛中得到了 3 比 0 的领先，这个队伍就赢了。这在历史上发生了 39 次，但是在 2004 年，洋基队对波士顿红袜队时有 3 比 0 的领先，但他们输了。

■ 推论法

推论法涉及从某些有逻辑关系的事实中得出结论的尝试。通常我们试图从它可能涉及的笼统信息中得出一个精确的结论[8]^①。

例 1：著名的肯定前件是一个常见的例子。

所有的人都是凡人。苏格拉底是一个男人。因此，苏格拉底是凡人。

例 2：下午 4:00 至 6:00，在第 365 85 街公寓有一个入室盗窃案。在这段时间内，约翰·史特勒是唯一一个被看见进出公寓的人（通过保安摄像头）。因此，假设约翰·史特勒是盗贼是合理的（通过推论）。

例 3：在医学上，我们用推论法以确定哪些疾病困扰患者。例如，如果一个病人发热、头痛、咽痛，则很可能会断定她得了流感，因为她有“与流感样相似的”症状。

■ 引导法

引导法是对还未被证实的推论的尝试。这是在约翰·索瓦的书《概念结构》中的讨论。他给出了以下例子：

例 1：所有的贵格会信徒是和平主义者。理查德·尼克松是一个贵格会信徒。莫德斯人认为尼克松是一个和平主义者。（这未必正确。）

例 2：巧克力是爱情的食粮。我恋爱了。因此，我吃的巧克力使我陷入爱河。

例 3：吸烟会导致癌症。汤姆有癌症。因此，汤姆是吸烟者。

^① 关于推论法的精彩的书是《人类推理：心理的演绎》，Ruth MJ Byrne, Jonathan BT St. Evans, Stephen E. Newstead。例如，他们指出，在肯定前件的情况下，关于苏格拉底是凡人的推论是相对比较容易的，但如果人们被告知该号码不是 5，但他们看到奇数系列“1, 3, ...”后，他们很可能得出结论，下一个数字应为“5”。A 是一个推理（称为模式 tollens），这更难以让人理解。