

人类智慧与人工智能

林尧瑞 郭木河 编著

清华大学出版社

《青少年科学教育丛书》

编辑指导委员会

主任：陈佳洱

副主任：翁史烈 王大中

委员：张恭庆 徐如人 陈章良 李衍达

董 奇 范守善 刘昌明 韩启德

金国藩 石元春 冯士笄 左铁镛

余振苏 倪维斗 王义遒 张尧学

朱慕菊 王晓茑 陈冬生 马新国

周月梅 郭永福 蔡鸿程

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

人工智能是研究如何用电脑来模拟人类智慧的一门新学科。本书从若干有趣的智力测验问题入手,深入浅出地介绍了人们如何通过大脑思维活动来求解这些难题,在此基础上进一步介绍了如何用电脑来实现人类的思维过程,以及人工智能的概念、历史和智能技术在工农业生产、军事装备、财政金融、医疗卫生、体育竞技、社会生活等领域的应用概况及其对科学技术发展和社会进步产生的巨大影响。

本书的写作特点是知识性和趣味性并举,语言通俗易懂,内容生动有趣。读者不仅能通过丰富的知识启迪智慧,而且能从人工智能的学科发展历程中获得创新思维的有益启示。

本书既可作为中学生学习智能技术的科普读物,也可作为社会各界人员了解和学习人工智能的科普读物。

书 名: 人类智慧与人工智能

作 者: 林尧瑞 郭木河 编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

联系电话: 010-62786544

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850× 1168 1/32 印张: 6.625 插页: 1 页 字数: 138 千字

版 次: 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04082-6/TP · 2406

印 数: 0001 ~ 0000

定 价: 00.00 元

序

历史的脚步已经迈进了新的千年。人类在过去的几千年创造了灿烂的文明,这些人类文明的成果深刻地影响了历史发展进程,使我们今天能够生活在物质较为充裕、精神生活丰富多彩的环境里。知识的传承是人类文明历经几千年虽遭到种种破坏仍能不断发扬光大的根本原因。生活在新千年开端的青少年,肩负着探索更多的未知领域,开创人类文明新纪元的伟大使命,所以更加需要认真地学习和继承前人积累的知识,包括自然科学、社会科学和人文科学的知识。

自然科学是人类在改造自然、使之更加符合人类生存和发展需要的过程中形成的知识的体系化,它的起源和人类文明的起源一样久远。当然,自然科学获得飞速发展,并形成众多的学科和分支只是近两个世纪的事情。自然科学的发展带来了人类生产和生活方式的极大变化,也使更多未知的领域展现在人们的面前,宏观世界、微观世界、生命现象等都有很多的秘密等待着人类去探索,人

类自身发展的危机,人与自然的紧张关系,也都需要科学的进一步发展来解决。可以预言,自然科学的发展将翻开人类历史上一页又一页的新篇章。

对于一个生活在现代社会的人来讲,自然科学知识的学习不仅是为了改造自然的需要,同时也是主动地适应生活环境变化的需要。我们生活在科学技术飞速发展的时代,在十几年前、甚至几年前还是最新的科技成果,今天已是日常生活中必不可少的东西了。对于这一点,年龄大一点的人都有很深的体会,我想,青少年朋友也能感受到。在新的世纪,知识和技术更新的速度将大大加快,新技术的应用,会使我们的生活方式和生活环境发生更深刻的变化,一个人如果不能自觉地学习一些自然科学知识,在日常生活中也会感到无所适从。

自然科学知识的学习,对青少年而言,我觉得还有非常重要的一点是能够培养他们的科学精神。所谓科学精神,主要是指从实际出发,实事求是,不断追求真理的精神。同时,科学精神还要求我们根据实践,不断改正错误。科学精神,对于一个人的成长,对于一个民族的进步具有重要的意义。目前,我国的改革开放事业处于关键时期,尤其需要提倡这种精神。另外,自然科学知识的学习,也是培养一个人理性思维能力的有效方法。自然科学是人类理性的结晶,自然科学的任何一项成果,都建立在严格

的概念、判断、推理的基础上。青少年一般都长于感性思维,把握抽象的事物相对困难,通过一些具体的科学知识的学习,能够使他们的理性思维能力得到锻炼和提高。较高的理性思维能力,是从事创造性劳动必不可少的素质。

我国适合青少年学习的特点,知识性和趣味性兼备的自然科学读物还不是很多,北京大学、清华大学和北京师范大学等高校的出版社组织著名科学家主持编写这套《青少年科学教育丛书》,是值得称赞的。相信这套丛书的出版发行,对我国青少年科学文化素质的提高将发挥积极的作用。

全国人大常委会副委员长

2000年1月5日

信息科学与技术系列

主 编 的 话

我们年青的一代是面向 21 世纪的新一代。在 21 世纪,科学技术将日新月异,信息科技发展尤其迅速,对社会和经济将产生极大的影响。很多青少年都希望了解信息科学与技术方面的知识,为了满足这种愿望,我们约请有关的专家在计算机、通信、自动化、网络、微电子技术、智能技术以及信息的基本概念与理论等方面撰写了《青少年科学教育丛书》·信息科学与技术系列。虽然撰写者大都是有造诣的专家,但是我们希望丛书能够通俗易懂,生动有趣,深入浅出,为青少年所喜爱,我们更希望丛书能贯穿辩证唯物主义的观点,使青少年读者在求知的过程中建立起科学的思想方法,因为在 21 世纪,我们将在中国实现四个现代化,而其基础就在于青少年思想方法的科学化。

中国科学院院士
清华大学信息科学技术学院院长

1999 年 12 月

目 录

引言	1
第 1 章 智力测验问题的无穷魅力	5
1.1 神奇的数字魔方与魔圆	5
1.2 古老的梵塔故事——真的有世界末日吗	9
1.3 传教士与野人怎样渡河	10
1.4 博弈——智力竞技的园地	12
1.5 猜猜“宝石在哪里”	13
1.6 货郎担旅行路线问题	14
1.7 量水游戏有学问	16
1.8 本章小结: 人的智力需要开发	17
第 2 章 怎样求解智能问题	19
2.1 什么是人类的智能	19
2.2 求解智能问题时的思维过程	22
2.3 求解高阶数字魔方有妙法	27
2.4 数字魔圆的求解途径	31
2.5 梵塔问题的答案是天文数字 3^{64}	36

2.6	传教士能找到安全渡河的方案吗	43
2.7	分钱币博弈有必胜的策略吗	50
2.8	推测“宝石在哪里”的两种方法	56
2.9	货郎如何设计旅行路线	61
2.10	量水游戏的玩法	63
2.11	本章小结: 知识就是力量	66

第 3 章 通过电脑程序来实现智能问题的

求解	70
3.1 什么是人工智能	72
3.2 实现人工智能有哪些途径	73
3.3 人工智能的发展简史	76
3.4 电脑模拟人求解问题的基本方法 ——产生式系统	83
3.5 如何建立产生式系统描述	88
3.6 介绍两个常用的术语	94
3.7 产生式系统求解问题的基本过程	98
3.8 本章小结: 产生式系统是电脑实现人工 智能的基本方法	101

第 4 章 产生式系统的搜索策略 102 |

4.1 搜索策略是产生式系统的主心骨	102
--------------------------	-----

4.2	不悔步方式的搜索策略	104
4.3	回溯式搜索策略	107
4.4	图搜索策略概述	118
4.5	电脑怎样求解博弈问题——极小-极大法	132
4.6	本章小结:产生式系统可以模拟人的思维 过程,它的核心是搜索策略	139
第5章	电脑是怎样进行推理的	141
5.1	问题求解中常用的推理方法	141
5.2	电脑程序是如何模拟演绎推理的 ——一个动物小世界的识别问题	146
5.3	通过正向演绎推理来识别动物	150
5.4	通过逆向演绎推理来识别动物	153
5.5	电脑程序能证明定理吗	157
5.6	本章小结:电脑可以实现推理和定理 证明	160
第6章	智能技术与社会进步	161
6.1	什么是智能技术	161
6.2	智能技术及其应用	162
6.3	智能计算机	170

6.4	智能机器人	173
6.5	人工智能与体育竞技	178
6.6	人工智能与艺术	184
6.7	人工智能与军事现代化	186
6.8	本章小结: 人工智能技术有着非常广泛的 应用	189
第7章	21世纪人工智能的使命	191
附录	智力问题十问	195

引 言

1997年5月11日下午,在美国纽约,IBM超级计算机“深蓝”正与当今世界上头号国际象棋大师卡斯帕罗夫进行着最后一盘国际象棋决赛。经过3小时的战,“深蓝”取胜,并以2胜1负3平积3.5分的总成绩战胜了卡斯帕罗夫,获得了70万美元的奖金,卡氏也得到了40万美元的奖金。这一结果,使人们又惊愕又兴奋。卡氏意味深长地说:“这仅仅是开始。”是的,说“有思维的机器已经胜过了人”为时尚早。但人们不禁要问,科学家能制造出“具有人一样的智能、甚至超过人类智能的机器来吗?”如果真的实现了,人类的生活会变成什么样子?它又会带来什么新的社会问题?大家都在思考着,争论着。青少年是世界未来的主人,你们有必要关心和了解这一领域的新成就和发展方向。

20世纪90年代,人们常说人类已跨入了信息时代,也就是说以计算机(通常称电脑)技术和现代通信技术为基础而形成的信息技术和产业的飞速发展和广泛应用,使得人们的工作、学习和生活发生了巨大变化。过去只有大城市里才能享用电视、电话和家用电器等现代化设备,如今在边远村落和深山老林地区实现村村通广播电视、家家有电话和家用电器已不再是天方夜谭了。人们确确实实地

感到地球正在“变小”，生活的“时空”在“缩小”，甚至于现代战争与“革命”就在“电视里进行”。信息时代的社会变革真是一日千里啊！“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”已不再是浪漫的诗章而是活生生的现实。

当人们在总结人类社会的进步时，常说 18 世纪蒸汽机的出现使人从繁重的体力劳动中解放出来，机器的作用就相当于人手的延伸。而 20 世纪计算机的出现，则使人从部分繁重的脑力劳动中解脱出来，可以说它是人脑的延伸。近年来，计算机技术的飞速发展和广泛应用，使得“智能”这个词变得很时髦，也很吸引人。大家常常从新闻和广告中听到或看到“智能卡”、“智能软件”、“智能仪表”、“智能大楼”、“智能机器人”、“智能电饼铛”和“邮政信息智能管理系统”等等冠以“智能化”头衔的各种家用电器和工业产品。其实这些“智能化”产品小的只不过安装了一个或几个电脑芯片，大的则是电脑形成网络，从而实现信息处理或自动控制功能，代替了以往要人参与的体脑劳动，好像这类产品像人一样有某种智能行为，变得“聪明”起来，因而备受用户欢迎。

跨入 21 世纪，科学技术无疑将会有更迅猛的发展，人们也渴望智能技术有更广泛的应用，产品的智能化水平更高，进而推动整个社会的进步。可以预见，随着计算机技术的快速发展，智能化产品将成为人们生活中有机的组成部分。在新世纪里，越来越多具有人的“智慧”一样的机器的推出，将大大地改变人类的生活观念。例如，当你工作劳累一天回到家时，在沙发上坐下只需拍拍手便有“机器保姆”为你送上热腾腾的咖啡，为你递上毛巾，为你弹奏钢琴，甚至于利用脑电波信息与“电脑”沟通，指挥机器人干你所想

要做的某些事。还有当你在高速公路上驾车感到困倦时，汽车会自动驾驶并超车或躲避障碍等等。这些在不远的将来都会实现。既然“智能”有如此神奇的作用，人们也很自然想从科学的角度了解“智能”一词的含义，以及现代化的智能化产品其“智能”确切的含义。它和人类的智慧有什么差异吗？

要想知道这些问题的科学解释，就要学习一门新兴的学科——人工智能。人工智能这个术语目前有多种解释，较为通俗的表述是：人工智能是研究通过电脑程序来模拟人类智能行为的一门学问。或者说人工智能是研究使电脑能做通常需要智能才能完成的那些任务，使电脑能像人那样做事机灵。还有人认为，人工智能就是研究使电脑具有智能的各种理念的学问，等等。当然，要赋予电脑能有像人类那样的智能，首先应对人类智能（智慧）是如何表现的有一些具体的了解和描述，这样才好去模拟智能行为，以便实现人工智能。通过分析人如何运用自身的智能去求解智力测验难题，去探索智力游戏的奥秘也很重要。这不仅有助于增长自己的知识，促进开发自身的智能，而且为实现人工智能提供了有用的方法。还有在对人工智能基本原理有一定认识之后，自然会对其研究发展起来的智能技术概貌也会有所了解，进而对智能技术的应用的现状和前景、对社会进步的推动作用都会有较全面的理解。

本书的第一部分是通过介绍人们怎样思考和求解几个典型的智力测验难题和游戏来说明什么是人类的智能，说明人的聪明才智是可以通过实践得到提高和开发的。第二部分介绍了什么是人工智能，人工智能的基本原理和方法，怎样用人工智能方法去求解智力测验和智力游戏难

题,使电脑程序能起到智能助手的作用。还有就是介绍一点人工智能学科中的主要智能技术。本书最后介绍几个智能技术应用的实例,展望智能技术对未来社会进步的影响。希望通过本书的介绍能使广大青少年读者对人类智能、人工智能、智能技术有一个粗浅的了解,为今后学习高科技知识积累一些有用的基础知识。

作者

2000年4月

第 1 章 智力测验问题的 无穷魅力

人们在日常读书、看报和娱乐活动中,甚至在求职面试时,常有机会碰到一些来自传说故事的智力问题,如 1999 年夏天,微软北京研究院在对研究生的求职面试时,就有一道传教士与野人渡河的问题。还有当你有机会去参与智力游戏比赛,也常常会碰到这类有趣且很吸引人的问题。有时看起来很简单,但真的尝试去求解时往往感到并非易事,甚至于束手无策,无从下手。其实这类问题并非难不可破,它们有着自身的规律和特点。我们只要通过努力学习和实践,积累经验,不断提高自身的智力水平,再遇到这类问题就会心中有数,敢于知难而进解决问题。有意识地接触与试解有关的智力测验和智力游戏问题对今后个人的学习、工作与发展都会有很多的帮助。而我们讨论它当然是因为它和人工智能有关。

本章介绍几个不同类型的智力测验问题和游戏,提供给读者思考:它们的性质、难度和实际意义。

1.1 神奇的数字魔方与魔圆

也许你已知道,西方国家有些报刊的周末版上,经常刊登有一种叫做“猜填交叉方格字母”(cross words)的游

戏,就是在由小方格组成的奇特图案的交叉方格中猜填一些英文字母,使其和已有的字母组合起来,从左到右和从上到下来看,都是有意义的单词。例如图 1.1 是一个最简单的交叉字谜,在两个交叉空格中填两个字母,使之能拼出三个英文单词来。实际上这种交叉字谜游戏已有很长的历史,根据记载,在 1913 年 12 月 21 日,“纽约周日世界”报上第一次刊出这种字谜,从那时起西方报刊不断发展了这种字谜游戏,并成为一种消遣和娱乐活动,甚至看成为一种开发语言方面智力的工具。

其实在人们发明交叉字谜之前,一种类似的填数字游戏就已诞生,这就是所谓的数字魔方(magic squares)和数字魔圆(magic circle of circles)。魔方和魔圆问题是古代数学家、哲学家、神学家、占星家等很感兴趣的探索问题,它们既是一种趣味数学,也被认为是一种开发数学智力水平的好工具。

图 1.1 交叉字谜

1750 年数学家本杰明·弗兰克林(Benjamin Franklin)编造了一个数字魔方,在 8×8 的棋盘方格上,填入 $1 \sim 64$ 的数字,组成的数字方阵如图 1.2 所示。这个数字魔阵有很有趣的性质:如每行或每列 8 个数字的总和均为 260;任一半行或半列的 4 个数字之和为 130;任一拐弯对角上 8 个数字之和也是 260(如 16、63、57、10、23、40、34、17 和 50、8、7、54、43、26、25、47 两条拐弯对角线);4 个角的 4 个数字(52、45、16、17)与中心的 4 个数字(54、43、10、23)之和也是 130;任意一个 2×2 的子方阵中 4 个数字之和是 130(52、61、14、3 或 23、26、41、40)等等。要组成满