

从计算机下棋谈起

——人工智能浅谈

徐明昆



西安交通大学出版社

从计算机下棋谈起

——人工智能浅谈

徐明昆 编

西安交通大学出版社

内 容 提 要

在本书中，作者以浅显的文字，生动鲜明的举例，介绍了计算机人工智能的产生和发展，介绍了它的主要研究领域和广阔的前景，并且进一步给读者提供了人工智能思想的基本原理和基本技术的知识。

凡具有初中以上文化程度都可读懂本书，尤其对广大青少年学生和工人，本书可以提供有益的信息和知识。

从 计 算 机 下 棋 谈 起

——人工智能浅谈

徐明昆 编

责任编辑 刘彰·曹晓梅

西安交通大学出版社出版
(西安市咸宁路 28 号)

西安交通大学出版社印刷厂印装
陕西省新华书店发行 · 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/32 印张 3.0625 字数 63 千字

1985 年 7 月第一版 1985 年 7 月第一次印刷

印数 1—5,000 册

统一书号: 15340·036 定价: 0.60 元

目 录

第一章 人工智能科学概述	(1)
第一节 人工智能的产生和发展.....	(1)
第二节 人工智能的主要研究领域.....	(5)
第三节 人工智能学科的特点.....	(8)
第二章 人工智能问题怎样通过计算机解决	(10)
第一节 电子计算机概述.....	(10)
第二节 人工智能由计算机实现的过程.....	(15)
第三章 知识表达技术	(18)
第一节 良好的表达是解决问题的前提.....	(18)
第二节 基于图的知识表示法.....	(23)
第三节 基于符号语言的知识表示法.....	(33)
第四节 框架表示法.....	(39)
第四章 启发式搜索技术	(43)
第一节 有关的基本概念.....	(43)
第二节 基本搜索方法.....	(45)
第三节 启发式搜索方法.....	(52)
第四节 利用规划的搜索.....	(57)
第五章 人工智能系统技术	(60)
第一节 产生式系统概述.....	(60)
第二节 可分解的产生式系统.....	(62)
第三节 介绍一种实际的产生式系统.....	(68)

第六章 人工智能语言初步	(71)
第一节 人工智能语言概述.....	(71)
第二节 <i>LISP</i> 初等函数和构造函数.....	(75)
第三节 <i>LISP</i> 程序例子.....	(81)
第七章 人工智能与人类社会	(84)
第一节 人工智能与人的智能.....	(84)
第二节 人工智能与现代社会的新技术革命...	(87)
附录 I：集合和图论简介	(92)
II：主要参考书.....	(93)

第一章 人工智能科学概述

第一节 人工智能的产生和发展

本世纪七十年代，一个叫“契士 4.5”的计算机程序赢得了美国明尼苏达州国际象棋公开赛的冠军，又在限五分钟走完全局的“闪电战”中击败了所有的大师和专家；1976年，三台计算机共用 1200 小时证明了数学家们为之绞尽脑计的“四色定理”，解决了一百多年的数学悬案；1979 年 7 月，美国举行过一场惹人瞩目的十五子棋比赛，计算机与世界冠军对垒，有人为这场别开生面的比赛下了 2500 美元的赌注，结果是计算机获胜。……人工智能初露锋芒，显示了计算机模拟人类思维的巨大潜力。其实，目前的人工智能，还只是处在它的儿童时期，其发展前景将是令人鼓舞和漫无止境的。

自古以来，人类总是想着用机器来帮助大脑思维。许多美妙的神话传说和文学作品中都有智能机器人的出现。此外，人工智能思想又总是和计算机的发展息息相关的。十七世纪法国的数学家帕斯卡，迈出了用计器代替人脑的第一步：他以其精深的数学技能研制出世界上第一台机械加法器。尔后，与牛顿同时发时微积分的数学家莱布尼茨在帕斯卡工作的基础上，制成了可以进行四则运算的计算器。

本世纪中为现代计算机作出开拓性贡献的是英国的天才人物图灵。他提出了著名的图灵机模型，全面推进了计算机理论。1950年图灵在《计算机能思维吗？》一文中设计了检验计算机智能的图灵测验（图1-1）假定有一个观察者A欲分析X和Y的言行，但不能直接看见X或Y。X和Y中一个是人，一个是计算机。要求A予以辨别。如果挑选参加观察的人有一半以上都未能正确辨别，则认为该计算机有智能。

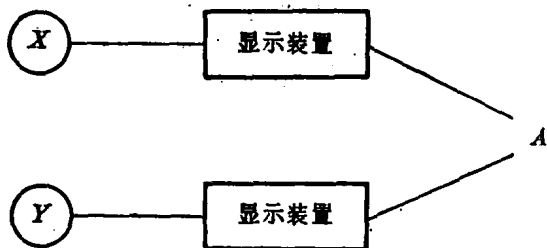


图 1-1 图灵测验

在计算机与人工智能的历史上，还有一位永垂不朽的杰出人物，就是与图灵同时代的数学大师冯·诺伊曼。他享有“计算机之父”的崇高声誉。

事情还要从第二次世界大战说起。

这场旷日持久的战争使成千上万的人血肉横飞，对物质财富的直接破坏达数万亿美元。但战争也极大地刺激了科学技术的全面发展，第一台电子计算机就是战争的产物之一。1946年由军方资助的“埃尼阿克”计算机用于弹道计算，这是现代计算机的雏形。冯·诺伊曼为了改进“埃克阿克”，提出了一份设计报告，该报告的思想至今仍是计算机设计思

想的核心。其中主要是：确定计算机由五部分组成：(1)运算器；(2)控制器；(3)存储器；(4)输入设备；(5)输出设备。采用存储程序及二进制。他还是流程图的发明者之一。1958年他出版了《计算机与人脑》一书，探讨了计算机与人脑的关系。

图灵在二次大战初期参与了代号为“青铜女神”的密码破译机的设计制造工作。该机破译了德国的大部分由无线电传送的绝密密码。希特勒和他的将领们的通讯，德国军队的战略、调度、给养、兵员悉为英、美所知，使德国莫名其妙地吃了大败仗。图灵的某些设计思想和原则至今还保密，不为世人知晓。

计算机本身就包含着人工智能的思想，并且是实现人工智能的物质技术基础，两者就象连体人一样难舍难分。诺伊曼对原始的人工智能思想也有功劳。他开辟了计算机适用数学——离散数学的应用，其中包括现代人工智能研究的一个分支——博弈论。有趣的是，这位博弈论的创造者打牌时却常常是输得最多的一个。

本世纪四十年代末五十年代初，随着计算机事业的蓬勃发展，各式各样计算机的涌现，人们清楚地看到计算机具有人脑的某些功能。从此，计算机就成为一面镜子，从这面镜子中，人们可以观察到自己是怎样思维的。

与图灵、诺伊曼同时代的科学奇才还有控制论的创立者维纳，信息论的创立者仙农，系统论的创立者贝诺朗菲。

“三论”与其它科技理论不同，它们是综合研究各门科学技术的“横向学科”。“三论”与人工智能关系密切，相互贡献又相互索取。它们与心理学、哲学、神经生理学等各部门学

科互相渗透，标志着新的科学技术革命的开端，也预示了人工智能的基本体系已是呼之欲出了。

人工智能作为一门新兴学科正式诞生于1956年夏。当时，在美国的达特码斯大学，一批计算机、数学、心理学、信息论方面的学者举行了一次具有历史意义的会议，会上正式提出 Artificial Intelligence（人工智能）这个术语，一般人工智能书上常缩写为 AI。这批学者包括明斯基，麦卡赛，塞缪尔，纽厄尔，西蒙，罗却斯特，这些人后来建立了专门研究人工智能的机构。

就在1956年，纽厄尔与西蒙合作编制了一个叫 LT 的计算机程序，该程序能模拟人用逻辑规则证明定理的思维过程。LT 证明了怀德海和罗素艰深玄妙的名著《数学原理》中的三十八条定理。同时，塞缪尔研究成功具有判断能力的跳棋程序，1959年该程序击败了它的设计者，1962年击败美国一个州的跳棋冠军。这两项成就是机器模拟人的思维过程卓有成效的探索。此后许多发达国家都风行计算机与人下棋，棋种名目繁多，包括围棋，国际象棋，跳棋，十五子棋，余一棋等等。

纽厄尔和西蒙做了许多心理学实验，发现人的解题思维过程大致分为三个阶段：(1)想出大体解题计划；(2)根据已知的知识和规则，实施解题过程；(3)不断对题目和有关的方法进行分析并修改与完善解题计划。

模拟人类这种思维过程，他们编制了大名鼎鼎的“通用问题求解”程序，该程序的许多设计思想至今还具有指导意义。

1960年，麦卡赛研制出了适用于解决人工智能问题的

程序设计语言 LISP (List Processing)。LISP 简洁明快，象数学一样缜密，又象诗一样优美。1983 年还真有一个美国人编了一本由程序组成的《LISP 诗集》。今天的 LISP，不仅有很强的数值处理能力，还能方便地处理符号表达式串，而且易学易用，这就使 LISP 无可争议地成为人工智能研究者得心应手的工具。从此，人工智能的成长进入了一个新阶段。

本世纪六十年代至今，是人工智能在应用上不断发展，在理论上不断完善时期。人工智能崭露头角，就立即引起了学术界和工业界的兴趣，许多人投入到人工智能的研究中来，开拓了各种应用和研究领域。

第二节 人工智能的主要研究领域

人工智能的研究领域是很广阔的，其中不少内容都与机器人有关。这里先描述一个具体的机器人，然后归纳出人工智能的研究、应用领域。《新华文摘》1982 年第 2 期刊登了沈文写的《我在巴黎看到的机器人》，很有意思，现转摘一部分如下：

“这个机器人……胸前有一个照相机透镜样的东西，估计是视觉器官，还有听觉器官，说话通过喇叭。它正在和一位观众谈话，突然，机器人转到我的面前，站住了，问我：‘贵姓’？”

“我姓沈”。

这就记住了，以后它都叫我‘沈先生’，不过‘沈’字的音说得不很准。机器人问我：‘您能不能跟我握手呢？’

我看到它的手象两个钳子似的，有点害怕，后来，我想不能在机器人面前示弱，还是和它握了。

‘我感到很荣幸！’机器人满意地说。

‘你几岁了？’我想打听对它已研究了多久了。

‘九岁了。’它回答后，反问我：‘您几岁了？’

我想，对机器人不必说得太具体，便说：‘当然比你老多了。’

‘是的，从您的样子可以看出来，您是度过了很多可尊敬的生活。’

机器人讲的英语不但语法很正确，而且礼貌上也很对。我们是临时的回答，它说的话一定不是准备好的。

第二天，听我介绍后，别的同志又去参观。机器人来了，转到我的朋友跟前说：“您是东方人！”

我们估计，机器人会辨别颜色，它一定从我们的皮肤、眼睛和头发的颜色上推断出是东方人。不一会，飞机在外头表演了，一架战斗机巨吼着从屋顶上掠过，它转过头斜着往上望了望，说了一声：‘真讨厌！’

‘您们和我跳个舞好不好？’机器人请求说。……一个女孩子上去和它跳舞……”

我们看到，这个机器人具有理解语言的能力；感知外界信息，并加以判断、推理能力；还能恰到好处地和人进行会话。怎样让机器获得并加强这些功能，都是人工智能的研究内容。

一般计算机只能处理确定的信息流，而要象上述那个机器人那样能理解人们日常使用的含糊而多变的语言，就得仰仗人工智能技术了。在某些稍加限制的特定范围内，能进行

两种语言互译的计算机已进入商业实用阶段。美国的耶鲁大学 1978 年建立的 SAM 和 PAM 两个人工智能系统，能理解小故事。机器人理解语言，并进行翻译，实际上还须有个基本前提，就是它能够“听”见声音，“看见”图象。上述那个机器人，就能听见别人的说话，还能听见飞机的响声；也能分辨颜色和物体外形。机器人的答话显然很有逻辑性，并对外界的活动产生相应的反应，表明它能进行推理、判断。如它能根据人体的一些生理特征知道人的大概岁数和人种。这些都是人工智能的研究范围。利用机器具有自动进行推理、判断的能力，让机器从事定理证明，业已取得了若干惊人的成果。1976 年，借助于大型计算机证明了“四色定理”，曾在数学界和计算机界轰动一时。我国著名数学家吴文俊教授，采用一些新颖有效的方法，用计算机证出了一些相当难的几何定理。

人工智能还有两个重要的研究领域，即专家咨询系统和博奕。专家咨询系统能模仿人类专家、学者的思维方式，帮助人们解决各种问题。这种系统目前在医学、化学方面已比较普及，用于诊断、治疗的计算机程序国内外均不少见。在本书第五章将介绍一个叫 DENDRAL 的化学专家系统。至于博奕，我们常见的打牌、下棋就是一种。博奕就是用智慧对策，它广泛存在于军事、政治、经济活动过程之中。

计算机下棋一向是引人入胜的。最精采的比赛是 1984 年 2 月，在纽约举行的计算机国际象棋锦标赛。上届冠军 Belle 分别与叫 NUCHESS 和 CRAYBLITZ 的两台计算机展开激烈争夺。Belle 的创造者说它“总是宁愿花很大代价换取一个兵。”可能在一次车祸中受了“电子脑震荡”，

Belle 卫冕失败，结果桂冠被 CRAYBLITZ 夺走。

NUCHESS 的设计者这样评价计算机下棋：“计算机就象游来游去的一头鲨鱼。它并不怎么聪明，但是当它一闻到血腥气味时，就会猛扑上来，乱撕乱咬，大嚼一阵。”

这次锦标赛期间，进行了类似图灵测验的试验。让人与一个对手下棋，而不告诉他对手是人还是计算机（对奕的双方互相隔开，只是屏幕上显示各自的棋步），结果大部分对奕者都不能判断对手是人还是计算机。

以上介绍的几个主要的人工智能领域，常常是互相交叉的。如语言理解就包含了自动推理和感知信息的过程。这些领域的成果可以具体应用到许多方面，如计算机绘画，计算机谱曲，还有第七章介绍的三A等等。

第三节 人工智能学科的特点

人工智能是一门处于迅速发展中的新兴学科，它的产生有其历史必然性，绝不是某位发明家灵机一动的产物。从思想根源看，它是人类长期、执着地探求计算、推理、联想等思维过程，并努力使之机械化、自动化的结果；从理论根源看，是由于现代科学理论各分支的互相渗透和综合。电子计算机的出现和发展，使用物理方法模拟人脑的思维成为了现实。

人工智能学科的特点，在一定程度上反映了它的产生根源。其特点主要有四个，是相对于其它学科而言的。

(1) 人工智能是一门综合性很强的边缘学科，涉及计算机科学，管理科学，“三论”，数学，生物学，语言学，心

理学，哲学等等。这些学科中的概念、方法，有许多“移植”到了智能科学之中。

(2) 人工智能是一门实践性很强的学科，它本身是对人脑的模拟和发展。这就需要用它来增强人的思维能力，解决实际问题，而不能停留在理论的空谈中。对人脑模拟是否成功，也需由实践结果来检验。

(3) 人工智能有宽广的应用领域。人的任何有意识的活动都是由人脑支配的，任何理论都是由人脑建立和发展起来的，而人工智能就是对人脑机能的模拟。因此，如果可能，人工智能在任何需要人类思维的地方都能派上用场。

(4) 由于人工智能的广泛应用性和实践性，它在某一学科的成功应用结果不仅成为该学科一个新的组成部分，而且这棵大树上成熟的果实还将落到别的学科上。看上去人工智能理论变化不大，其实它到处贡献了它的累累硕果。

当然，人工智能还是一门稚嫩的学科，和数学，计算机科学及生理学等学科比较，还存在不完备、不协调、不确定等许多不足，还有很多奥秘等待人们去探索、发现。

第二章 人工智能问题怎样 通过计算机解决

第一节 电子计算机概述

我们先从人是怎样进行计算谈起，再讲述计算机的基本组成部分。

假如用纸、笔和算盘来计算一道简单的算术题： $3+1-2=?$ ，其计算过程大致如下：

第一步，根据给定的题目，把题目写在纸上，想好解题步骤。对复杂的算题，必须列出解题步骤和已知数据。

第二步，在算盘上计算。先做加法 $3+1$ ，求得中间结果 4 ；再做减法 $4-2$ ，求得最终结果 2 。

第三步，将最后结果 2 写在纸上，解完了题目。

由上述计算过程可看出，要让计算机完成计算，它应具有下列装置：(1)对数进行运算的运算器，相当于算盘；(2)代替纸张存贮计算步骤、原始数据、中间结果和最后结果的存贮器；(3)代替人脑和手控制整个运算过程的控制器。也就是说，电子计算机的基本组成部分包括运算器、存贮器和控制器等部分。

计算机能够实现运算，总得有东西让它算；算完了，光计算机知道结果还不行，还要输出来让用户知道。因此，计算机还必须具有输入和输出设备。它们和运算器、存贮器和

控制器一起，就组成了电子计算机的“五大件”。计算机的基本组成和信息传输见图 2-1。

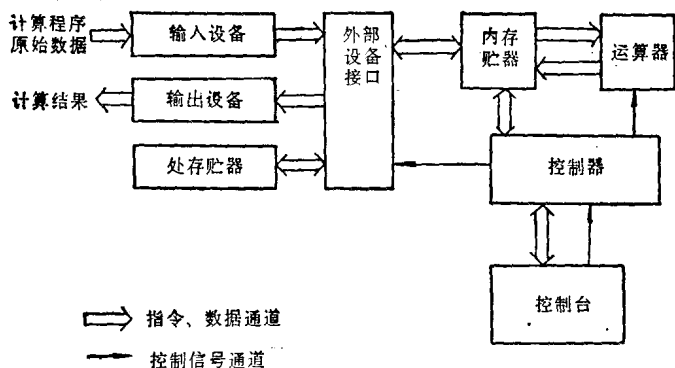


图 2-1 计算机的基本组成和信息传输

从上面我们已经知道了计算机的基本组成，现在从信息传输角度来分析计算机计算“ $3+1-2$ ”的大致过程。它与上述人的计算过程相仿，大致分为三步：

第一步：根据给定的题目编制出计算机解题的计算步骤，如表 2-1 所示。其中的每一步相当于一指令。由若干

表 2-1 计算程序

顺序	操 作 内 容
1	从存储器中取出被加数 3，送到运算器。
2	从存储器中取出加数 1，送到运算器，在运算器中进行 $3+1$ 的运算，得中间结果 4
3	从存储器中取出减数 2，送到运算器，进行 $4-2$ 的运算，得最后结果 2
4	将最后结果取出，放入存储器中
5	将计算结果由输出设备打印出来

条指令有序排列组成的完整的计算步骤称为“计算程序”。

表 2-1 就是用文字描述的计算程序。

第二步：计算程序及原始数据送入存储器中后，计算机便可自动进行计算，具体过程如下：

在控制器的控制下，从存储器中取出第一条指令（见表 2-1 中的步骤 1），放入控制器。控制器接到第一条指令后，发出相应的控制信号，从存储器中取出被加数 3 送到运算器。

执行完第一条指令所规定的操作后，控制器又从存储器中取出第二条指令（见表 2-1 中的步骤 2），将存储器中的加数 1 送到运算器中，并与运算器中原有的数字 3 相加，得到中间结果 4。

执行完第二条指令所规定的操作后，控制器又从存储器中取出第三条指令，……，这样直到执行完第四条指令，将计算结果存入存储器。

第三步：在计算机上执行第五条指令时，便启动输出设备，将计算结果打印在纸上（或显示在屏幕上）。至此，计算机完成了此题的全部工作，可以停机了。

计算机看上去神通广大，神秘莫测，其实也不过是巧妙安排的一套复杂的电子、机械装置而已，它并不能直接理解用汉语、英语或其它任何自然语言所写出的指令。一般计算机的电路部分只“认得”数字 0 与 1，这就是二进制数字。我们常用的十进制可以方便地转换成二进制，所以最“原始”的指令是用一串数字写的，如 03130，02015，02050 等等。这种指令称为机器指令，机器指令构成的“语言”叫机器语言。显然，这种语言很难记，很易出错，错了也难修改，