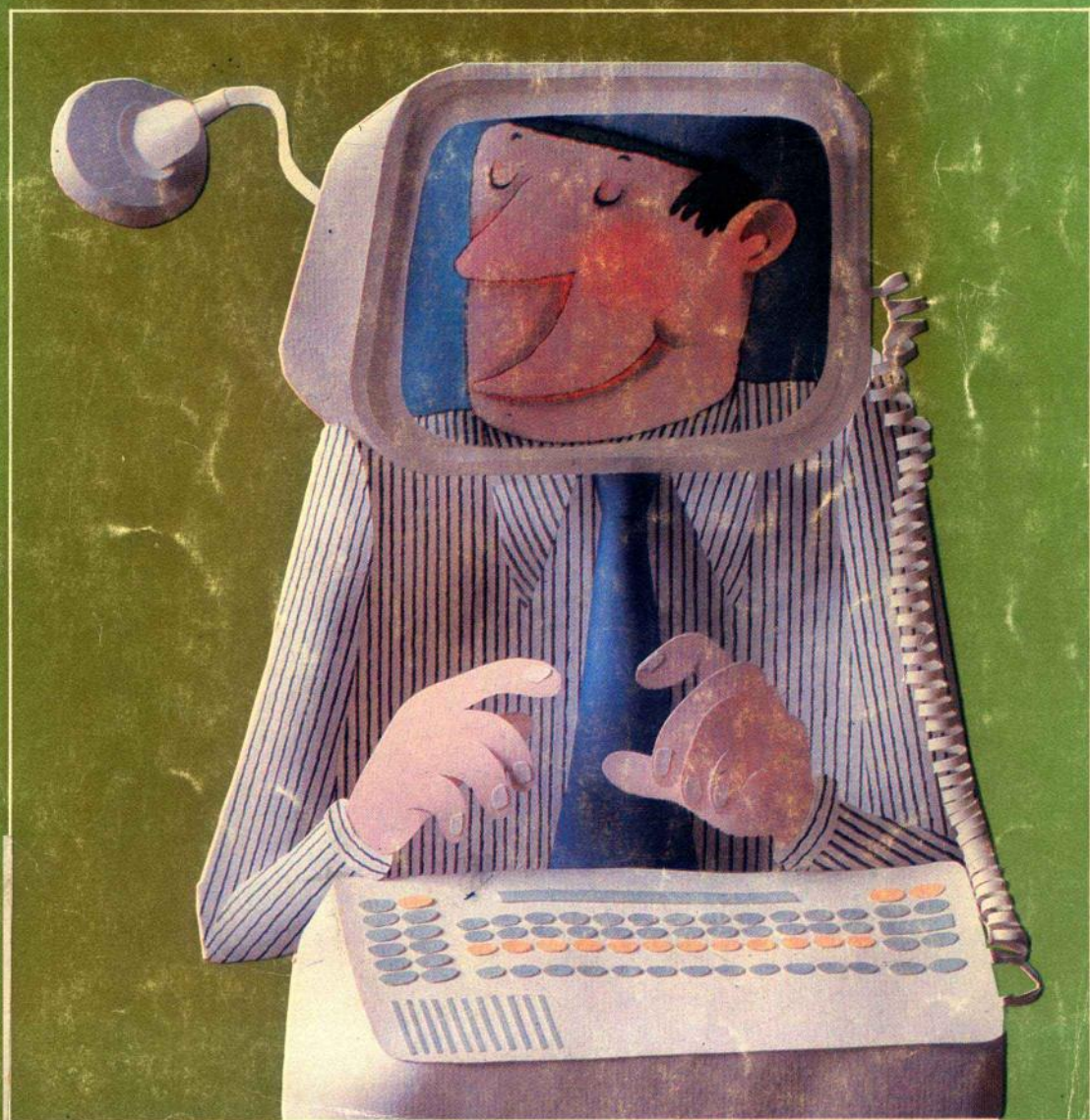


当代新思维新学科系列画库

人工智能

民盟北京市委图象传播研究所编
河南美术出版社



当代新思维新学科系列画库

人 工 智 能

渠 川 璐 著

杨 沂 京 绘

方 晶 摄 影

民盟北京市委图象传播研究所编

河 南 美 术 出 版 社 出 版

当代新思维新学科系列画库

人 工 智 能

渠川璐 著
杨沂京 绘

河南美术出版社出版
北京人民美术印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

开本16 印张2.25 印数 1—5,000册
1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

书号: ISBN 7-5401-0201-2 J·136 定价: 2.80元

总 序

历史发展到今天，人类正面临着跨越世纪的转换。世界范围内的变革与发展以及科技革命浪潮，对处于九十年代的中国人既是机遇，也是挑战。

当代科学技术的发展与社会的进步，使自然科学与社会科学紧密结合，并已成为不可抗拒的历史洪流。在这种背景下，二者的互相渗透、融合、交叉，诞生了一系列新思维、新学科。它不仅开拓了人们的视野、带来了观念性的变革，而且也极大地提高了社会生产力。

发展科技、振兴经济、造福人民是我们最高和最终目标。为了向亿万群众普及传播新学科、新知识，使我们民族的科学文化素质和现代科学技术同步前进，民盟北京市委图象传播研究所组织编辑了这套图文并茂的《当代新思维新学科系列画库》，愿它引起广大学生、群众、干部的兴趣，并成为大家进一步探索科学新天地的桥梁。

这套画库是编辑者的初次尝试，还要陆续出下去。希望得到广大读者的关心和指正，使之不断完善。

钱伟长

1991年12月

顾问：钱伟长 冯之浚
程述武 叶家铮

主编：王效池 刘立宾

编委：闵惠泉 张世德
孙肃显 姜吉维
钱 炜

责任编辑：孙肃显 赵智文

封面设计制作：沈小川



著者简介:

渠川璐,北京航空航天大学计算机系教授,50年代中国人工智能创始人之一,中国人工智能学会奠基人之一。1982年领导建立第二代专家系统 **BIAAPS**、1985年领导设计推广了第二代专家系统 **KIPS**, 1988年领导完成了中国第一台智能计算机 **CIM-1**。专著有《电子教学计算机实对位制系统》(81科学版)、《人工智能、专家系统与智能计算机》(北航出版社)、《超级计算机》(中国铁道出版社)等。现任国际模式识别人工智能学报 (**IJPRAI—Singapore-New Jersey-Lond don**)国际付主编等。



绘者简介:

杨沂京,1955年出生于北京,1982年毕业于鲁迅美术学院国画系。擅长工笔人物画,画风细腻生动。

其作品于1979年参加辽宁省青年画展,于1980年参加全国第二届青年画展;连环画和插图曾在多家出版社发表。

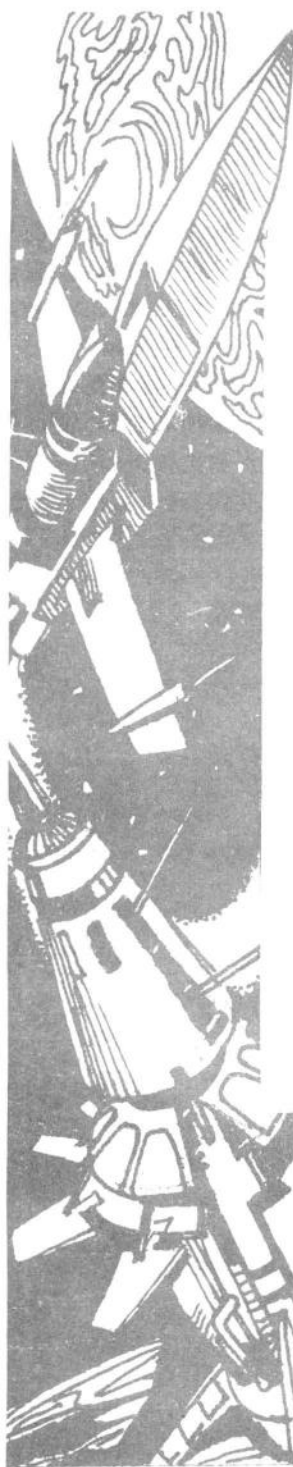
前言

人工智能是当前计算机技术的竞争焦点。人类从产业革命以来,机器“放大了”人类的体力,似乎使人类在一夜之间变成了“巨人”。人类可以通过机器把整座楼房搬走,可以把大块金属压成想要的任何形状,可以把岩石击碎……。这种变化激发了人类把自己脑力也通过机器来放大的雄心。从19世纪开始,人们就处心积虑地从事创造这种“智能机器”。但在当时的生产力水平上,这只是个空想而已。

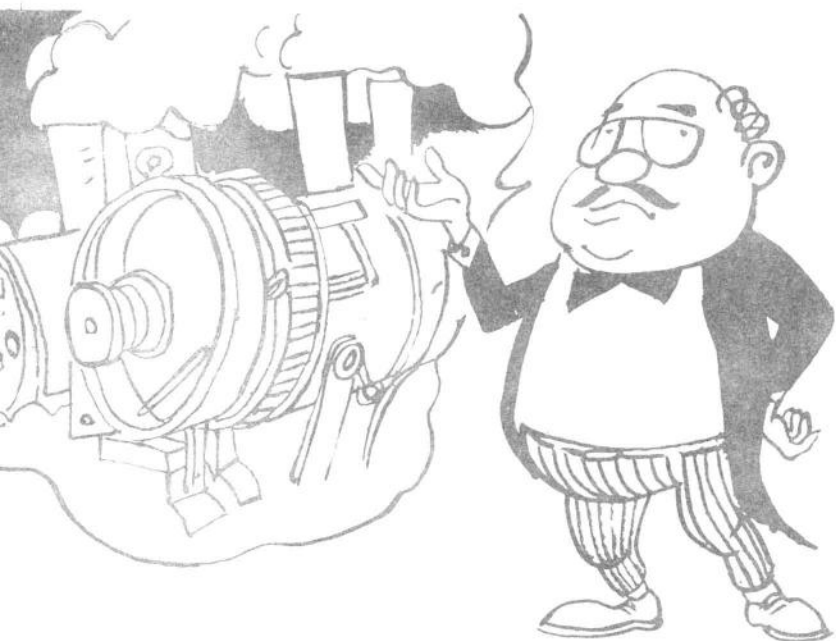
到了电子计算机在20世纪50年代问世后,人们终于在这条道路上放开了脚步。自50年代至今的30多年中,人类不仅真正作到了使电子计算机拥有自己的“思维能力”而且还在进一步创造下一代计算机——智能机器——而前进。日本人为此投资了近1000亿日元,欧洲也出现了ALVEY计划、EURIKA计划,美国在静悄悄地开发并使用。为了下一代计算机能武装本国的经济、工业、军事;同时也为了在国际企业战中垄断计算机市场,大量人力被投入了人工智能的研究。

真的能叫机器“自我思维”吗?机器是怎样思维的?机器怎么能够看得懂文献、景物,又怎么能听得懂人类的语言?

本书将对人工智能技术作一个浅显易懂的梗概介绍。



产业革命“放大了”人类体力



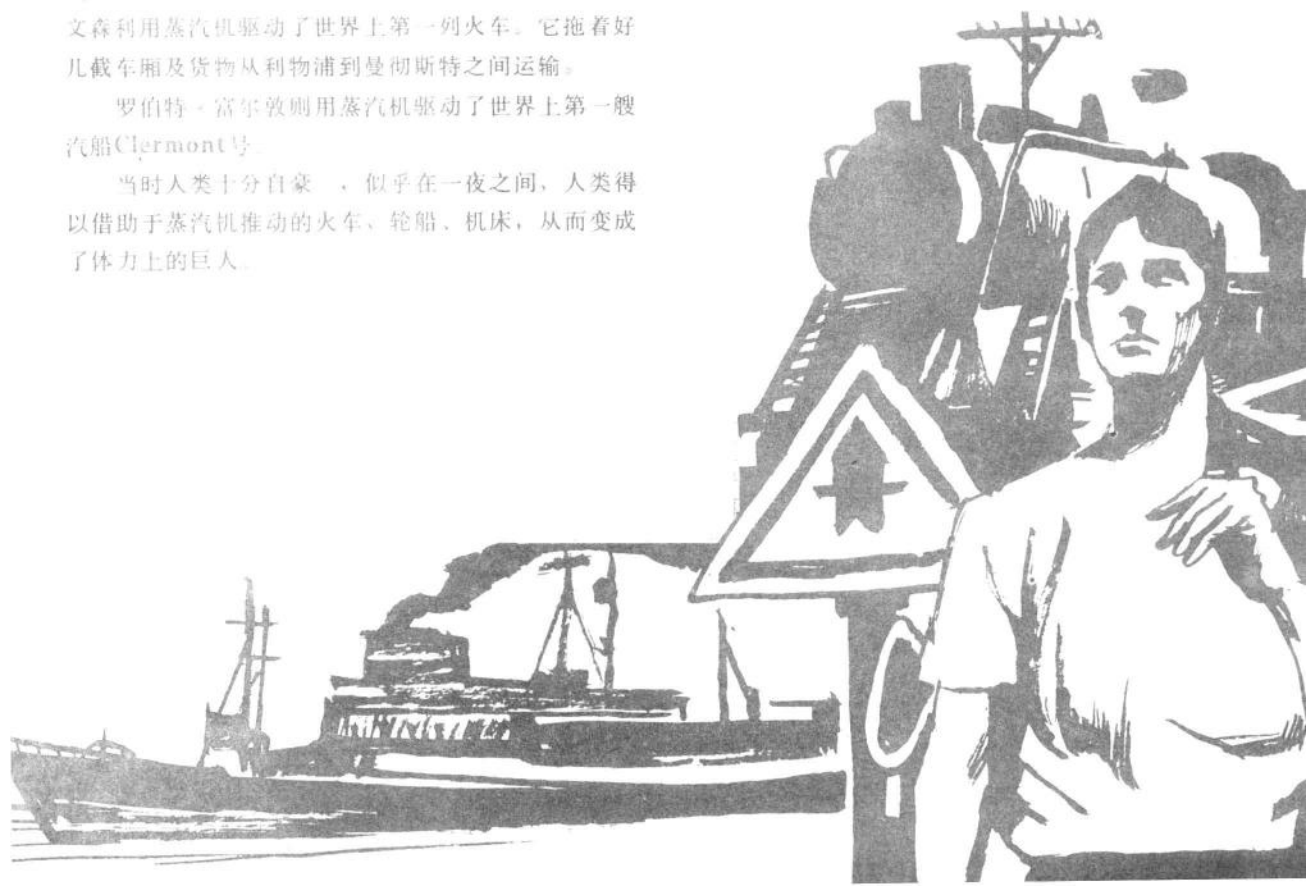
1750—1850年，人们习惯地称之为产业革命时期。其中最重要的可能是詹姆斯·瓦特的蒸汽机了，其实早在1705年汤玛士·纽考曼就已经发明了蒸汽机。但瓦特所作的改进工作则得到了接近于现代的活塞——阀门式蒸汽机。这种大大增加了动力的机器，使人类“体力”得到了放大。使用蒸汽机来驱动机械装置，成了当时一种典型模式。

1830年，乔治·斯蒂

文森利用蒸汽机驱动了世界上第一列火车。它拖着好几节车厢及货物从利物浦到曼彻斯特之间运输。

罗伯特·富尔顿则用蒸汽机驱动了世界上第一艘汽船Clermont号。

当时人类十分自豪，似乎在一夜之间，人类得以借助于蒸汽机推动的火车、轮船、机床，从而变成了体力上的巨人。



脑力能否用机器放大？

这种借助于机器放大体力的途径，激动了世上万千千人，很自然，人们就会想到，能否也借助于机器来放大一下人的脑力？

1854年，英国人乔治布尔在深思熟虑之后，提出了一篇著名论文《对人类思维规律的探讨》。这就是后来所谓的“布尔代数”。布尔实际上作的工作，就是把亚里斯多德的形式逻辑数学化和严格化了。这就成为“计算机逻辑”的先导。目前，设计电子计算机硬件及软件还是基于布尔代数。

由于当时还没有高速计算机，布尔的探讨也只能是一种探讨而已。依据布尔代数及经过若干人的努力，第一台电子数字计算机ENIAC终于在1946年问世了。这台机器规模庞大，但今天看来则“能力低下”，它的一次逻辑操作速度为286微秒（也就是每秒钟34 96次）。但在当时却起了轩然大波。人们在想象：每秒钟作接近3500次逻辑操作！而人类大脑却顶多能作每秒4—5次。于是阿诗贝称之为“巨脑”。

这种机器的诞生使得人类再次萌发出当年的梦想，



即：用这种快速机器是否可以再现出布尔总结的“人类思维规律”，因而可以创造出一种智力放大机器？很多人因而绞尽脑汁。

但很快，智力放大机器的想法就被美国军方的计划打破了。时值二次大战，德国人的V-2火箭正在袭击伦敦。美军也在积极发展火箭武器，但弹道的计算极为复杂，总是计算不准确。如果用人工来解算弹道微分方程要花去上百年的时间。



人工智能的歧路及萌芽

经美国军方研究决定，把ENIAC先用来在新墨西哥州白沙火箭基地使用，并用来解算弹道微分方程。于是，智力放大器的想法，再一次被搁置。

ENIAC机器在火箭弹道微分方程的计算中，十分成功。这种成功，使得人们都认为这种机器只是一种快速计算的机器而已。从此，在逐步接受这种机器的其他国家就很少研究来龙去脉。认为电子计算机只是“计算”机，而根本不是什么智能机器。布尔的研究探讨的原始目标都被人遗忘了。在法国早期，则称之为La Calculateur，中国称之为“计算机”。也许至今还有不少人认为智能机器的想法是突如其来的。这当然是对历史缺乏了解所致。





但在计算机的诞生地——美国——并未对此罢手。1956年一群年青人在著名通讯科学家克劳德·山农的领导下，在达特茅斯举行了一个讨论会。其主题就是怎样利用计算机实现智能机器。会上，意见分裂成两大派系：一派认为，应该用计算机去模拟思维行为，而不是复装一颗生物大脑；而另一派则主张机器的内部器件的二进制状态与人脑神经元的激发与抑制是相似的，而主张“复现一颗生物行为全同的‘机器大脑’”。会上当然没有什么结果，而是发布了一本小册子叫作“自动机研究”。

前一派是务实的。迄今，在其中出现了四个计算机图灵奖获得者，即：H·西蒙，A·纽威尔，J·麦卡锡，M·明斯基，以及一个被称为美国人工智能之父的爱德华·费根包姆。他们各自作出了重大成就。

但另一派代表人物：如匹兹斯，麦克劳则至今没无闻。

在我国也有人在50年代独立提出了相同的途径。但在那阶级斗争为纲的岁月中，被批得体无完肤。东方圣火随即熄灭了达20年之久。

确立是因为社会需要

西蒙等人在争辩之后，感到与另一派人的争辩总是“空口无凭”。于是他们致力于作出一项证明作为例子，他们选择了数学家罗素与怀德海所著的《数学原理》一书中有52个人类未能证明的定理作为突破口。经过一段努力，机器高速度地把其中的定理都自动证明了。他们把这个模拟人类思维推理的程序称之为LT（逻辑理论家）。这引起人类的惊呼，这也许比任何雄辩更有力。

由于他们的主导思想认为：人类的思维是载运在语言中的，而语言写出来则是一种符号模式而不是数据。所以据此，有必要发展一种专门处理符号模式的计算机语言。麦卡锡为此作出了他著名的LISP表处理语言，这使人们在编写符号模式的处理程序以达到驱动计算机推理中更为方便。这就促使机器智能化有了更大的发展。

其实西蒙等人的LT所用的思路，应该说还是逻辑的。他们的动机是否仅仅是因为想实现智能机器的一种纯学术的想法，还是另有社会背景？这就需要考虑早期搞人工智能的一些人，大部分来自一个美国加州圣地：蒙尼卡的一个公司——兰德公司。这个公司叫作公司，其实不是公司，而是美国政府和军方的政策及战略战术科学咨询机构。美国政府或军方每实施一项大计时，都必需先经兰德公司用计算机来模拟所有可能的后果以确保其可行性。但这种问题都牵涉甚多因素，参数变动得很迅速，有些潜在规律也不甚



清楚。在这种情况下，美国政府和军方往往又要求提供咨询报告十分及时。这就不得不使兰德公司的从业人员大伤其脑筋。社会需求，使得他们无法援引常规计算机的工作方式。因为，对象不是数据而是事实。操作也不是计算，而是推理。要求结果又很急。他们就不得不考虑如何利用计算机对事实进行推理操作，并尽可能只给机器一种泛用的“能力程序”，由机器自己解决问题。否则，他们就完不成任务。其结果，就迫使他们又重新考虑智能化这个老问题。但这已是带着现代社会需求的背景，而不再是单纯兴趣了。

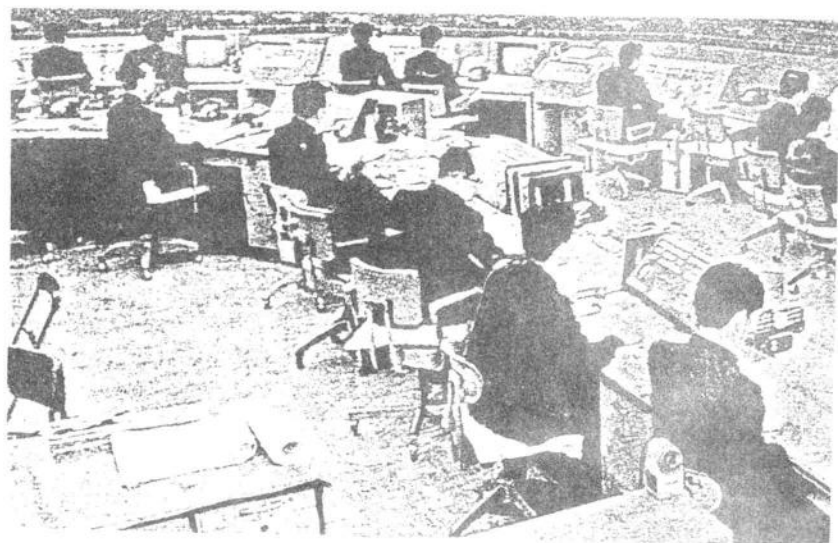


在军事与企业战中大显神通

几千人在兰德公司从事人工智能研究和应用

这项用计算机模拟人类思维行为以进行对知识进行推理来高速度、高质量解决问题的技术被命名为“人工智能”。

兰德公司至今仍然是世界上最大的人工智能研究中心。至少有几千从事这方面应用及基理的研究。可是由于保密的原因，外露的技术很少。



在越南战争时，兰德公司的智能系统曾对越南战争结束前的一次重大军事行动自动作出决策。当时，或许很少有人想到远在万里之外的远东战场的决策会是在美国本土加州由机器作出的。当时，在拖延得旷日持久的战争中曾同时执行了远东战场上布设最大的电子干扰走廊、海面全部由水雷封锁及B-52同温层轰炸机对目标进行了饱和轰炸等等计划。而这个计划却是机器作出的。面对如此众多的因素，快速作出可行的决策，却不是人们用“自然大脑”可以作得出来的。

现代企业战中，显然与军事战没有多大区别。人们为了争取最优战机，采取最佳行动，也必然要依靠智能系统。谁掌握了快速准确的决策，谁就能轻易地占领对手的资源、市场……等。没有配备这种系统的企业，就可能在企业战中一败涂地。



人们越来越感到在自己生存的实际世界中解决问题，单凭自己的自然大脑往往不够周到，也不够及时。因而越来越倾向使用智能系统。人们已越来越清楚：有另一个并不是数据类型问题的世界，但缺乏工具机器。而人们生存的实际世界中的问题，表现成了

知识利用型问题。对知识利用，根本不是“计算”而是推理。这就需要很好地发展这方面的工具机器及其方法。这方面是一个全新的待开拓的世界。

数据+计算 = 常规计算机技术
知识+推理 = 智能技术

什么是人工智能

常常有人把人工智能与机器人混同起来。美国电影《未来世界》，在其中起着极其恶劣的影响。该片把人们吸引到了极其荒谬的认识上去。它甚至企图说明：人造活人几乎征服了人类自身。这完全是胡说八道了。

《未来世界》中机器人的场景



其实人工智能有三个大分支。即：知识工程、模式识别以及机器人学。其中最革命而最活跃的是知识工程。因为，我们常说“知识就是力量”。而由机器以其高速度、高精确性地利用知识去解决问题，就使得人类更有力量。机器人学在人工智能研究中，由于其只是一种在相对固定环境中工作的一种工具，配备智能较少。所以在人工智能中所占比重也较少。因此，当然不能把人工智能混同于其最小的一个分支。

知识工程，顾名思义：也就是搞机器存贮并利用知识的工程学科。其中，知识工程又因其所用的法则

人工智能

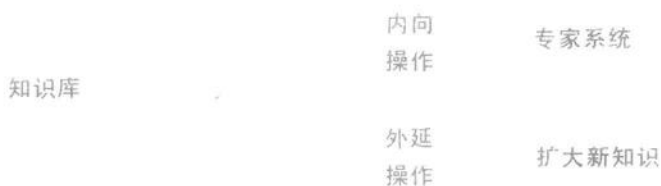
机器人学

知识工程

模式识别

与目的不同，被分为两大分支：第一大分支叫作“内向型知识工程”，这指的是：机器在既定的知识库中，针对问题能快速收敛到应该作为问题最佳解决的知识上去的这类系统；第二大分支则有着完全不同的目

的，即：利用外延规则使机器在既定知识库上对其中知识进行外延操作，藉以高速度创造新知识！所以，虽然都是用机器在处理知识，但其目的是很不相同的。前者典型如“专家系统”，后者典型为“机器发明系统”。



机器专家走向各个领域起着主导作用

专家系统是一种有问必答的问题解决系统。人们很喜欢这种“机器专家”。它对待问题的解决“态度”极为严谨，并且十分快速、周到。机器专家既不存在

家系统；担任设计师的设计专家系统；担任工艺师的制造专家系统；担任破案的侦探专家系统；担任实验室实验规划师的规划专家系统；担任经济计划与决策



因衰老而在回答问题时言不及意，也不存在类似人类专家的因死亡而全部知识丢失。它不知疲劳地、高效率地、任劳任怨地在各个领域充当着人类专家的角色。最好的一点是：它不会因“个人情绪”而左右它正确地解决问题。

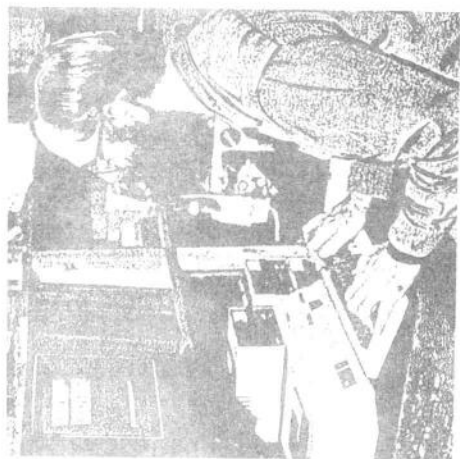
专家系统从60年代起，陆续在各个领域中出现。如：医疗诊断专家系统MYCIN对传染病。当其知道病人病情时，即可快速自动找出病因及提出施治方案，INTERNIST内科疾病诊断系统可对内科疾病针对病情诊断出病因。

不仅在医学中广泛出现了很多专家系统，在其他领域中也出现了很多专家系统。如：担任军事指挥及作战方案拟定的专家系统；担任管理工程师的管理专

家系统在各
个领域内承担
着人类专家的
角色

医学专家系统
像人类医生一
样，自动对病
人诊断其病
因，并建议提
出施诊方案





的计划专家系统……等。目前世界上，每年出现的应用专家系统不下数百个。

甚至在体育训练中，对运动员训练规划的产生及对竞赛战术和人员的调整也在使用专家系统。由此，也培养了很好的运动员和教练员。

军事指挥作战方案拟定的专家系统自动指挥着战争

经济管理、计划专家系统在工作中运筹帷幄

运动员是在体育专家系统训练意图下产生成绩的

专家系统与“模拟某个专家的程序”有原则区别

最近很流行的建筑专家系统，可以只根据要求和限制自动规划出一个建筑小区，或快速设计出一个建筑物的立面及全部结构，甚至内部装潢。

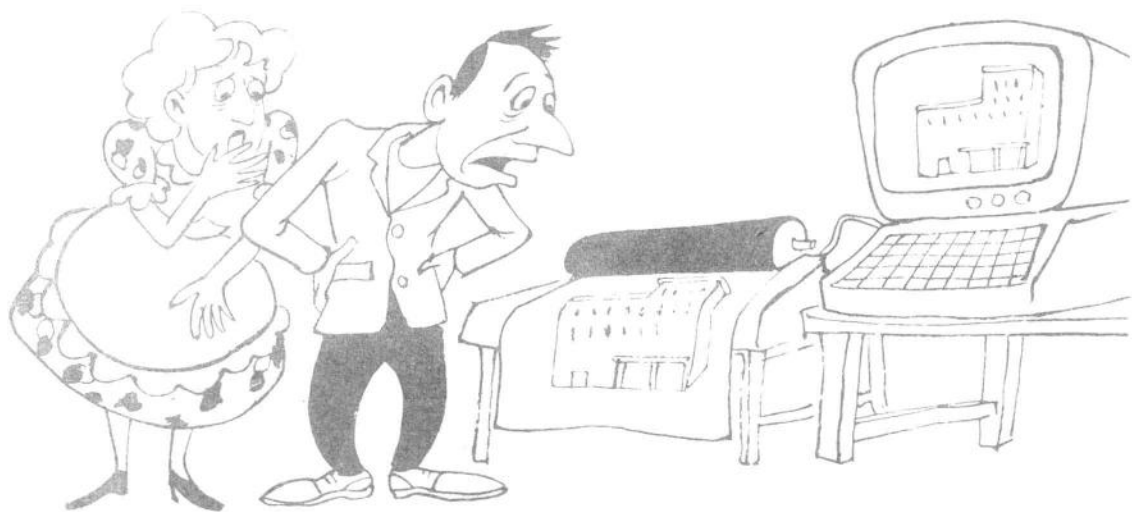
但也有一些并不是人工智能所谈的专家系统。例如：把某个专家的知识存入计算机，到用时又调出来。这里根本没有任何机器自身的智能，也没有客观标准。其作用仅仅是把某个专家的知识及推理路由机器“整存整取”。这与常规计算机没有任何区别。机器仍然只是一个快速执行器而已。这类系统只能叫“模拟某个专家的用户程序”。

专家系统虽然在其学习阶段是向人类专家学习

的。但它内部有对人类专家知识进行精炼、分解、再组合的功能。因此，它有“去粗取精、去伪存真”的功能。真正用来解决问题的知识已不再是原来某个个人类专家的“生知识”，而是若干专家知识被精练的元知识成份及其再组合而产生的有效知识；在解决问题时，机器对知识自动选取、自动推理，产生解决问题的途径，并对问题自动解决，而不是某个专家知识的“整存整取”，从而表现了很强的客观性及机器智能。

建筑专家系统在自动设计住宅和宾馆

“整存整取”的系统，只不过是常规计算机程序而已，它并不是人工智能所谓的专家系统。



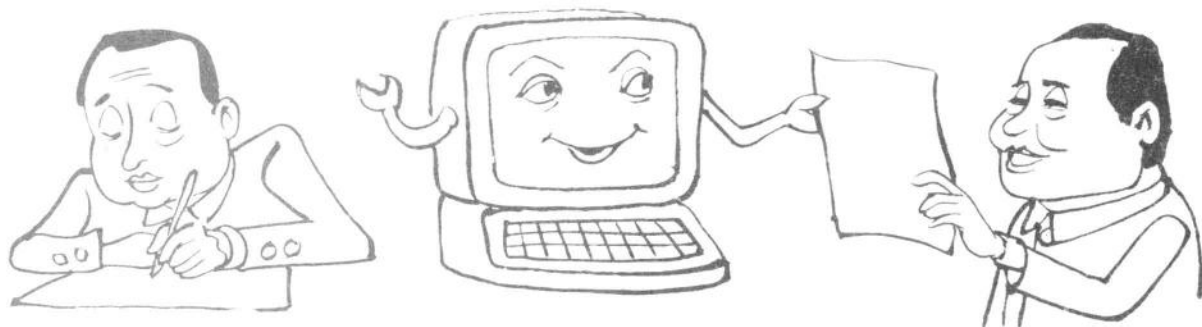
专家系统走向第二代

建立一个专家系统在早期原是很费事的。应用领域的人类专家及人工智能专家，往往没有共同语言。这使得他们之间的合作变得很困难。另外，费了很大力气建立的专家系统如果只能用在某一个领域，因而造成“少、慢、差、费”。60年代的专家系统就是处在这种情况下制作的。既费人力，建造时间又拖得很长，造价也就很高，但应用范围又很窄。可是，这是一个必由之路。从建立这样专家系统中，人工智能工作者发现：在不同的应用专家系统中，除了具体应用领域知识内容不同之外，所有的知识处理是有很大共同性的。这种共同性部分占了所编程序的很大比例。这种发现无异于在黑暗中发现了新曙光。

人工智能设计师想到：如果能把这种共性部分变为一个通用专家系统的“壳”，而叫应用领域、人类专家

填上自己的应用领域中的具体知识就可以“举一反三”地集中设计一种通用专家系统而用于各种领域。这就是专家系统的第二代。于是，人工智能者只集中精力考虑，把共性的知识存贮与知识利用处理化为通用程序。从而，他们就不再考虑任何应用领域的事。而应用领域的专家也无需再考虑人工智能技术而只需填入他们的应用领域知识就完事。这样就使双方的合作简化了，完成一个应用专家系统的周期变短了，造价也就降低了。一般说，建立周期上可节约几倍到几十倍时间。但人工智能工作者的任务就转移到如何找出这种共性，并且把它们化为计算机程序上。大约从70年代中、后期，建立专家系统就在向这个方向变动。

第二代专家系统只需要应用领域专家系统填入这个领域的知识就完成了。于是皆大欢喜。



研制一个第二代专家系统则所有应用专家系统的建立都解决了

司丹佛大学的费根包姆教授领导的“启发式编程计划80年代”(HPP80)是很典型的这类系统。它的核心是一组智能性共性知识处理软件。它的核心就是把原来MYCIN专家系统的医学内容去掉所留下的“壳”，但填入了不同领域知识之后就会产生一大批各式各样应用专家系统。其中有：GUIDON教学专家系统，它可以教授学生医学及外语，并自动修正学生的错误，进行计分；VLSI是甚大规模集成电路设计专家系统，它可以对甚大规模集成电路制造中的工艺掩摸进

行自动设计；LOGIN是石油勘探专家系统，它可以对石油勘探中测井的分布进行规划并对油井数据进行解释；SACON是对各种桥梁、钣、壳结构进行自动优化设计的专家系统；DART是对很复杂的计划机进行自动容错设计的专家系统；CRYSLIS是对蛋白质分子结构自动分析的专家系统；MOLGEN是对分子遗传学实验进行规划的专家系统；还有一大批医学诊断、施治的专家系统。但这些不同应用的专家系统都产生自同一个共性的第二代专家系统。

费根包姆教授领导司丹佛大学作出了HPP80第二代专家系统，产生了一大批各种各样的应用专家系统。



为了方便用户，现在在个人计算机上也有这类商品化的第二代专家系统。中国也早在1982年就有第二代专家系统，并在1985年系列化成可用于各种计算机的系统，并早在各个领域中推广了。

有些人总以为创立一个专家系统，需要很大的计算机，并以为投资很高。因此视为畏途。其实，像美国星球大战用的HEXSCON 反导弹专家系统工作站

也只是使用了一台微型计算机 8086 及一台表处理机 LISP机。而集团军级决策专家系统也只用三台微型计算机就可实现。一般医学、管理、规划专家系统……满可以用一台微型计算机就可实现。那种对智能系统研制，一谈就说要几个亿投资才能搞出来，纯属吹人之谈。

所有专家系统的共性环节

所谓专家系统的共性部分就是指：知识的表达、知识的获取、知识库管理、推理机等环节。不管对什么样知识内容和什么应用领域，这几个环节必然是有的。其中最核心的是知识库及推理机。

知识库是对知识进行十分便于在机器解决问题时，能很快地搜索到与解决该问题有关诸知识的一种有效存贮系统。同时，它也应提供便于更新知识，对知识进行增、删、改的编辑能力。如果没有一种有效的存贮与编辑能力，在机器解决问题时，就会遇到

麻烦，就会使解决问题的速度降低，一般被存贮的知识是被分成层次的，最低层次叫作“事实知识”，操作事实知识的叫作“规则知识”，操作规则知识的叫作策略知识。由于人们不可能像逻辑学一样简单认定那个知识不是“真”，就是“假”（这只是儿童式的认识）。而是对之应用于何处有一定的确认程度。这也是一种知识。所以知识库天然呈“三层半”结构。那“半”指的是“确认程度”，不在那三层之内。所以知识库的构造是像图中所说的那样。

三层半知识库

确认测度



推理机是真正体现智能的核心。它负责针对问题在知识库中找出有关知识，并把它们组成一个能达到问题解决的途径。【它还支持着机器从人类专家那里学习知识，并将人类“生知识”精炼入库等所有活动。很多人对推理想得很神秘，或者很简单地认为是亚里

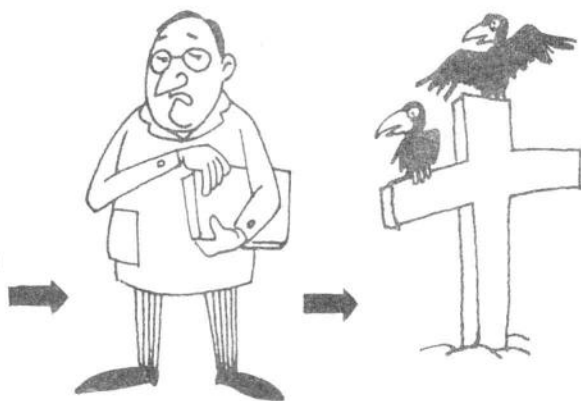
斯多德式的“逻辑三段论”。但这是不对的或不全面的。

现代推理机一般用的是三种方法，第一种就是西蒙教授使用的机器定理证明方法。这种方法的实质是“旧谬演绎”，但这种方法由于是逻辑方法，以致于“太

形式”了，目前已很少使用。第二种方法是链式推理法，这到有点像连续使用三段论的方法，可是它不是用演绎。

从70年代中、后期到如今，几乎所有智能系统，都采用了“丹泼司特——夏弗证据与肯定理论”为基础的不精确推理方法。因为，我们很难想象人类肯定什么就是绝对肯定，否定什么就是绝对否定。这样作太简单化了。人类肯定什么是要证据的，否定什么也要证据，同时，其中也不存在什么绝对为“真”、“假”的儿童式推理。其中往往参与了证据强度对多个可能假设的确认程度间的“竞争与择优”，这不是一般形式逻辑。以前说过的MYCIN内部的隐含机制，就是这种法则。这可是一种重大推理突破。它几乎取代了其他推理方法。其结果也是大大令人满意的。

如果（亚里斯多德是人）
并且（人都是要死亡的）
则（亚里斯多德是要死的）



如果A 则B
如果B 则C
如果C 则G
则如果A 则G

人工智能中的革命——机器发明

除这种以解决问题为目标的智能系统以外。西蒙及纽威尔在卡内基—梅龙大学，又研究了一个很重要的方向。即外延知识工程，说得通俗一点。即：想利用计算机的快速性，记忆的大容量性，记忆的准确性在处理知识中，能自动快速地进行机器发明和机器创造。

既然“知识就是力量”，如果机器可以快速发展知识，则等于快速的带动人类社会前进。这当然不是一个荒唐的梦。卡内基—梅龙大学在西蒙教授领导之下，在70年代末到如今，先后完成了以图发明家命名的外

延型知识工程软件，如BACON（以弗兰西司·培根命名）、DALTON（以化学家道尔顿命名）、GLAUBER……等近七个自动发明系统。实验结果，十分有趣。如果因机器“创造”出了连人类也不曾认识的“知识”，谁又敢相信这种“新知识”呢？所以，上述系统首先不是作“发明”，而是作“再发明”来印证。即用上述系统在很短时间内把19世纪主要的物理、化学、电学定律，又由机器自动创造了出来。其中包括给·吕萨克定律、欧姆定律……等。这样，人们今后就不能不相信机器是可以自动创造的。也不再

十九世纪的发明创造用智能系统在短时间内又自动创造出来！

