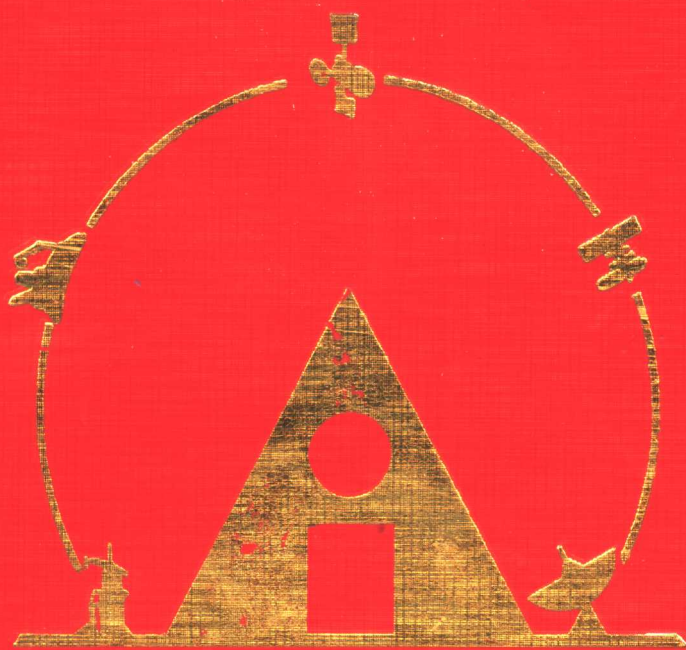


人工智能及其航天应用概论(上)

广义人工智能基础研究

冯健翔 著



宇航出版社

人工智能及其航天应用概论(上)
广义人工智能基础研究

冯健翔 著

宇航出版社

内 容 提 要

本书上册全面讨论广义人工智能概念、框架体系和这个框架下面不同发展分支的各种理论和基础知识。这些分支包括：符号主义、连接主义、脑社会；智能软件工具、智能计算机、知识获取与表达、神经网络、产生式系统、专家系统、自然语言处理、机器视觉、智能机器人、遥科学、分布式人工智能；智能控制、机器学习和博弈等。下册考察各种人工智能的航天应用问题，包括火箭导弹智能控制、卫星自主、空间站自主、航天飞机智能导航、智能测试发射中心、智能测控中心、卫星网智能操纵、智能太空防御、航天大系统智能化等问题。内容涉及世界航天界各种规划、设计、仿真、集成、测试、联试、指挥、调度、发射、测量、控制、操作、训练、维护和管理用的200种智能系统研究及其经验教训。

这是第一种集中研究人工智能及其航天应用的专门书籍，其内容丰富翔实，论述系统深刻，语言流畅自然，适合广大航天科学工作者、人工智能科学工作者和工程开发人员使用，可以作为大学有关专业高年级学生的教材或教学参考书，也可以作为技术干部高新技术培训教材使用。本书对国内外研究人工智能技术和复杂大系统智能化有促进作用。

图书在版编目(CIP)数据

人工智能及其航天应用概论/冯健翔著. —北京: 宇航出版社, 1999.8

ISBN 7-80144-274-1

I. 人… II. 冯… III. 人工智能—应用—航天 IV. V419

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第27351号

宇航出版社出版发行

北京市和平里滨河路1号(100013)

发行部地址: 北京阜成路8号(100830)

零售书店(北京宇航文苑)地址: 北京海淀大街31号(100080)

北京雁南印刷厂印刷

新华书店经销

1999年8月第1版 1999年8月第1次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 42.625 字数: 1200 千字

印数: 1~2000 册(套) 定价(套): 88.00 元

作者简介



冯健翔，副教授，中国智能自动化专业委员会委员，总装备部指挥技术学院研究生导师，应邀担任中国运载火箭技术研究院总体设计部研究生导师。1978年毕业于贵州大学数学系电子计算机专业。1978~1980年在上海交通大学和上海航天局总体研究所进修。1980~1986年在西昌航天中心指挥控制中心总体室和数据处理室，从事卫星与火箭飞行监控软件和仿真联试软件总体设计、基地间信息流程协调、中心计算机系统指挥调度以及331-1飞行故障分析（小组成员）等。1986~1993年在国防科工委测量通信总体研究所工作，从事航天大系统智能化专题研究。1988年出版《AI/专家系统文集》，1993年出版《人工智能及其航天应用》，1993年至今在国防科工委指挥技术学院电子技术系工作，继续从事智能信息处理、航天大系统智能化和遥科学研究。1998年出版《遥科学概念研究》。已有30多种论著在国内外发表。目前正在组建遥科学与智能化实验室。研究兴趣：复杂大系统结构、智能化与遥科学。通信地址：北京3380信箱，邮政编码：101416。

Artificial Intelligence and It's Space Applications

Volume 1 : A Base of General Artificial Intelligence

Feng Jian-Xiang

Beijing Institute of Command and Technology

P.O.Box : Beijing 3380 , Postcode : 101416 , P. R. CHINA

E-mail : fengjx@yahoo.com

This book discusses the general artificial intelligence concepts and their applications in a typical technology field, space technology field, based on the world development. The book is a final result from a 10 years research programme. It is divided by 20 chapters, two volumes.

This volume, volume 1, composed by chapter 1~10 of the book, A Base of General Artificial Intelligence, discusses the concepts, productions, developings and implementations about artificial intelligence (and machine intelligence). In the order, chapter 1~10 discusses: general artificial intelligence, computers for artificial intelligence, languages for intelligent systems, neural networks, production systems, expert systems, natural language procession, machine visions, intelligent robots, and distributed artificial intelligence.

But the volume 2 composed by chapter 11~20 of the book discusses the different artificial intelligence (and machine intelligence) applications about the world space field.

Keywords of Volume 1 : Artificial Intelligence, Neural Networks, Natural Language Procession, Machine Vision, Intelligent Robots, Telescience & Teleoperators.

钱学森院士致作者的一封信

冯健翔同志：

您2月19日来信及大作《人工智能及其航天应用》都收到，我十分感谢！

我近来也在考虑这方面的课题。我认为您所讲的实际是人机结合的遥控技术 (tele-science)，这门工程技术是大有前途的。在21世纪将要大大发展，扩展其应用范围。如：

- 1) 人在地面操作卫星飞船上的工作，人不用上天了。
- 2) 边境高山上的雷达站可以是无人，解决值勤战士的问题。
- 3) 大规模集成电路超净生产车间可以是无人，大大降低生产成本。

您可以继续努力。

此致

敬礼！

钱学森

1994.3.3

国家科委主任宋健院士题字

应用高新科学技术
提高航天事业水平

宋健
一九九五年二月

冯健翔题：遵命写了几个字，以表对大作的敬
佩。致送版社。

宋健 1995-6
29日

序

人工智能是研究如何用机器模拟、延伸和扩展人的智能的一门技术科学。一方面，它研究如何将现有机器应用得更聪明，提高机器智能水平；另一方面研究如何设计和制造更聪明的智能机器。广义的人工智能包括：启发式程序、专家系统、知识工程；模式识别、景物分析、自然语言理解与生成；人工神经网络、脑模型；计算机视觉、听觉；机器学习；智能机、智能机器人等。

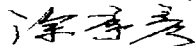
人工智能领域中有不同的学派，例如：符号主义、联接主义、行为主义等等，是从不同观点，用不同的方法，对人的多层智能的研究成果，它们应当取长补短，相互结合。

人工智能的理论、方法和技术及其在各个领域的应用，将促进相应新技术如智能控制、智能管理、智能仪表、智能通信、智能软件、智能网络等等发展，提高应用领域的智能自动化水平。

本书第一部分系统地论述了广义人工智能有关基本概念、方法和技术，提出了作者自己的观点和看法。第二部分研究了人工智能在航天大系统中的应用方法和应用技术问题，讨论了航天领域中各种人工智能应用研究事例，同时，分析了它们的各种成功经验和失败的教训。

因此，本书的出版，将对我国人工智能学科的发展，特别是对人工智能在航天领域的应用及对航天大系统的智能自动化，作出积极的贡献。

中国人工智能学会理事长



1998年11月20日·北京

前 言

1986年，国家863计划发起人、国际宇航科学院陈芳允院士提议我们研究人工智能及其航天应用问题，为航天大系统的发展试着探索某些新思路。根据他的提议和单位的安排，作者从1987年开始一直专门从事这个专题的研究。这项工作1994年得到著名科学家、国际宇航科学院钱学森院士支持，1997年得到人工智能先驱、诺贝尔奖获得者西蒙先生支持。

回顾过去，作者十余年含辛茹苦，实际上做了四个方面的事：一是较为广泛、深入、系统地研究了各种学派关于用机器系统模仿人类智能、形成机器智能或称人工智能的理论、方法和技术，提出了一种涵盖有可能导致机器智能、人工智能的理论、方法和技术的广义人工智能定义和相应的研究框架体系。二是系统地研究了各种先进航天大系统及航天系统发展新思路，对未来航天大系统的发展有了比较清醒的认识。三是在上述两方面工作基础上，提出并探讨了航天大系统的智能化问题，即：①如何借助广义人工智能概念，形成航天大系统新型结构和布局；②如何应用各种智能技术，改进航天大系统及其子系统的规划、设计、实现、组装、测试、训练、维修、发射、测控、飞行操作、应用管理等环节的工作，使这些工作人机关系更为融洽、或者少依赖人甚至不依赖人——航天系统自己管理自己——实现自主操作，从而大幅度提高航天工作的可靠性、安全性、时效性、服务水平和经济性，拓展航天系统服务能力和服务范围。四是围绕复杂大系统智能化结构INARCH的研究，先后实现了一些原型和一种智能化网络系统原型。这种网络系统基于流行的超文本传输协议HTTP等，有若干个节点。这些节点分工合作完成各种任务。每个节点侧重

一个方面的工作，如：系统配置、数据采集、数据预处理、状态监视、视频监视、异常识别、故障诊断、操作支持、任务规划、行动决策、行动实施等。有的节点具有某些智能功能，有些则没有。这些智能功能采用不同理论和工具实现。目前，系统的工作对象是我们专门研制的测试型火箭TL-1。这种火箭的结构很简单，只能提供几种典型部件的数据。关于这个系统的进一步工作计划是，更深入广泛地研究和应用各种智能技术，研究智能技术与非智能技术的综合集成即智能化方法，提高网络传输速率，大量实现各种节点，以便同时面对大量的、结构复杂的工作对象。

作者1993年在航天测量通信总体研究所出版的《人工智能及其航天应用》一书及前后在国内外发表出版的30多种研究论著，在航天界和人工智能界产生了一定影响。为进一步促进这方面工作，完成了这一本更为系统、深入，适应面更为广泛的书。

本书共二十章，分上、下两册。

前十章侧重人工智能基础，构成本书基础部分，即上册——《广义人工智能基础研究》。其中，第一章讨论人工智能的定义，给出一种广义人工智能概念及相应研究框架体系。介绍学科发展历史，应用方向等。试图使读者对人工智能这个学科有个基本、全貌的了解。第二章讨论开发智能系统用的软件工具。第三章讨论开发智能系统用的计算机，包括网络、智能语言机，并行机和日本五代机等。第四章讨论人工神经网络，包括：发展历史，人脑结构及其生理机能和人类神经系统与神经元，人工神经网络的一般理论和模型，以及近期发展应用等。第五章讨论专家系统的原理、结构、知识表达、推理方法、开发评价技术及历史与发展。第六章讨论自然语言处理的各种理论、方法和应用。第七章讨论机器视觉，包括人类视觉系统的特点，机器视觉系统的理论

模型和组织方法等。第八章讨论智能机器人的定义、发展、行为准则、组织结构、分类、控制方式、典型例子及航天机器人等。第九章讨论遥科学(Telescience)基本概念、遥科学系统的发展、工作原理、系统结构,可能涉及的基本技术,如遥现(Telepresence)、遥作(Teleoperation)、遥信(Telecommunication)和虚拟现实(Virtual Reality);人工智能可能在其中起的作用;遥科学系统研究、应用与分类;遥科学可能涉及的研究课题。第十章讨论分布式人工智能发展应用、逻辑结构、协作方式、物理实现等。

书中后十章侧重人工智能在航天任务中的应用研究方面,构成本书的应用部分,即下册——《人工智能航天应用研究》。其中,第十一章讨论人类航天活动目的、一般航天大系统及其工作流程、应用人工智能的可能原因,分析各国航天界发展和应用人工智能的历史和近况,讨论人工智能系统航天应用与分类,实用水平与发展方向等,列出了一个含有200种航天方面人工智能研究项目和系统的表格,读者可以直接从中发现各种人工智能技术在航天任务中的作用和产生的影响,能使读者对人工智能航天应用有一个全局的了解。第十二章讨论航天大系统智能化概念、方法和实现技术。第十三章讨论人们为实现航天大系统智能化而提出的若干典型大系统结构模型。第十四章到第二十章,分别讨论人们围绕火箭、卫星、航天飞机、空间站、飞船与探测器、太空望远镜,以及导弹与防务等任务各种工作环节,开展的200种人工智能应用研究工作。

作者曾做过8年航天靶场工程开发,8年有关航天总体基础技术研究,现在大学任教,因此,希望通过本书:给科研工作者带去某些启示;为工程技术人员实现他所担负工作的智能化提供启

发性知识、设计新思路和参考材料；向大学高年级学生和相关专业教师，以及关心国防建设、高技术和航天事业发展的科技管理干部和其他人士展示一个新兴学科的壮美画卷。

作者借此感谢长期对这项工作提供支持和帮助的前辈、领导、同事、家人和朋友们。显然，没有陈芳允院士的提议和长期关心也许不会有这项工作，没有钱学森院士后来的鼓励和鞭策作者也许不能坚持到现在，作者衷心感谢他们。此外，宋健院士以航天专家身份为本书题字，中国人工智能学会理事长涂序彦教授审阅了本书部分章节并为本书作序，美国国家航天数据中心和美国航空航天局戈达德航天中心等的相关专家提供了热情支持，原苏联地面系统总体设计方面专家提供过帮助，尤其人工智能科学奠基人之一、诺贝尔奖获得者西蒙得知这项工作后将他近年完成的和与助手们合作完成的十多种论著寄给本书作者以示支持，在此，作者对他们一并表示感谢。

人工智能是一个处在发展中的复杂边缘学科。航天大系统是高新技术集散地。航天大系统智能化是一个非常重要的复杂研究课题，它极有可能率先推动人类社会智能化发展。如果说本书在这方面作了某些艰苦的有益的探索的话，由于作者水平有限，该书不过是一块引玉之砖，其粗陋在所难免。

各种情况表明：机器是能够具有智能的；人工智能正在展示光明前景；航天技术正在迅速发展；航天大系统的智能化正在开始实现；智能化时代正在悄悄向我们走来。作者极愿与大家一起继续努力工作，迎接这个美好的时代！

冯 健 翔

1998年12月于北京雁栖湖畔

目 录

上册： 广义人工智能基础研究

第 一 章 人工智能概论	(1)
1.1 人工智能的定义	(1)
1.2 人工智能学的产生与发展	(7)
1.3 人工智能的研究方向	(35)
1.4 人工智能的应用	(105)
1.5 结束语	(110)
第 二 章 智能系统开发用的软件工具	(112)
2.1 软件工具的发展	(112)
2.2 软件工具	(113)
2.3 面向对象编程语言	(118)
2.4 符号处理语言	(135)
2.5 知识工程环境与外壳	(143)
2.6 结束语	(162)
第 三 章 计算机	(164)
3.1 诺也曼结构计算机与四个瓶颈	(164)
3.2 网络系统	(168)
3.3 基于人工智能语言的计算机	(179)
3.4 并行计算机	(189)
3.5 日本五代机 FGCS	(196)
3.6 结束语	(199)
第 四 章 人工神经网络	(200)
4.1 概述	(200)
4.2 发展简史	(200)
4.3 神经元	(204)
4.4 人类神经系统	(209)
4.5 大脑的结构活动及其生理机能	(213)

4 . 6	人工神经网络的一般知识	(217)
4 . 7	McCulloch—Pitts 模型	(231)
4 . 8	Perceptron 模型	(232)
4 . 9	Adaline 与 Madaline 模型	(237)
4 .10	BP 网	(238)
4 .11	Hopfield 网	(242)
4 .12	BAM 结构	(257)
4 .13	Boltzman Machine 理论	(259)
4 .14	Kohonen 网	(262)
4 .15	CPN 模型	(264)
4 .16	NEOCOGNITRON 系统	(266)
4 .17	ART 理论	(268)
4 .18	CNS 系统	(271)
4 .19	近期神经网络研究与应用简况	(272)
4 .20	结束语	(273)
第 五 章	专家系统	(274)
5 . 1	专家系统	(274)
5 . 2	专家系统的结构与组成	(278)
5 . 3	知识表达和推理	(283)
5 . 4	专家系统的开发	(311)
5 . 5	专家系统的评价	(327)
5 . 6	专家系统的历史与未来	(337)
5 . 7	结束语	(339)
第 六 章	自然语言处理	(340)
6 . 1	概述	(340)
6 . 2	自然语言处理方法	(344)
6 . 3	方法分类	(345)
6 . 4	分析技术	(346)
6 . 5	语法工具	(347)
6 . 6	Chomsky 的形式语言理论	(347)

6.7	系统语法	(360)
6.8	格语法	(361)
6.9	语义学语法	(365)
6.10	转移网语法	(368)
6.11	概念从属理论	(371)
6.12	蒙太奇语法	(373)
6.13	基于合一的语法	(373)
6.14	语法的作用	(374)
6.15	语义分析问题	(374)
6.16	知识表达法	(376)
6.17	句法分析	(376)
6.18	语义分析与理解方法	(378)
6.19	自然语言系统概念	(379)
6.20	语音识别与语音理解	(380)
6.21	美国高级研究计划局的语音理解计划	(385)
6.22	语音识别理解问题	(389)
6.23	语音合成	(390)
6.24	机器翻译	(395)
6.25	典型系统	(399)
6.26	近期研究与发展情况	(414)
6.27	结束语	(415)
第七章	机器视觉	(416)
7.1	人类视觉系统与机器视觉定义	(416)
7.2	机视系统与环境的结构关系	(419)
7.3	机视系统的组织方法	(423)
7.4	机视系统的理论及典型工作	(425)
7.5	Marr 的视觉理论	(434)
7.6	结束语	(447)
第八章	智能机器人	(448)
8.1	定义	(448)

8.2	发展概况	(449)
8.3	行为准则	(454)
8.4	组织结构	(454)
8.5	分类	(455)
8.6	控制理论	(459)
8.7	HERO 系列个人教育机器人	(467)
8.8	布鲁克斯的机器人乐园等	(468)
8.9	关于航天机器人	(470)
8.10	结束语	(476)
第九章	遥科学	(477)
9.1	遥科学概念的发展与定义	(477)
9.2	遥科学系统的工作原理与基本结构	(482)
9.3	遥现	(486)
9.4	虚拟现实	(491)
9.5	遥作	(495)
9.6	遥信	(497)
9.7	人工智能及遥科学与有关技术的相互关系	(499)
9.8	遥科学研究与应用概况	(501)
9.9	遥科学系统的应用与分类	(521)
9.10	遥科学系统的两种结构模式(方案)	(524)
9.11	遥科学系统可能涉及的研究课题	(526)
9.12	结束语	(528)
第十章	分布式人工智能	(529)
10.1	分布式人工智能概念	(529)
10.2	发展方向	(530)
10.3	发展过程	(534)
10.4	逻辑结构	(538)
10.5	分布式人工智能研究的基本内容	(544)
10.6	主要问题	(548)
10.7	协作方法	(550)

10.8 物理实现	(552)
10.9 潜在应用	(553)
10.10 结束语	(554)
主要参考文献	(555)

下册：人工智能航天应用研究

第十一章 人工智能航天应用概论	(579)
11.1 航天的目的	(579)
11.2 航天大系统及其工作流程	(580)
11.3 航天大系统应用人工智能的可能原因	(583)
11.4 人工智能航天应用研究溯源	(586)
11.5 美国的情况	(587)
11.6 欧洲的情况	(614)
11.7 日本的情况	(616)
11.8 俄国的情况	(619)
11.9 中国的情况	(621)
11.10 应用与分类	(622)
11.11 实用水平与发展方向	(632)
11.12 结束语	(642)
第十二章 航天大系统的智能化问题	(643)
12.1 航天大系统	(643)
12.2 智能化的含义目的和实现步骤	(645)
12.3 确定任务特点及要求	(646)
12.4 智能分割的原则	(647)
12.5 确定工作层面	(649)
12.6 确定各种集成因素	(651)
12.7 确定集成因素间关系和大系统总体结构	(651)
12.8 航天大系统的一种智能化结构	(657)
12.9 智能分割与智能化目标	(658)