

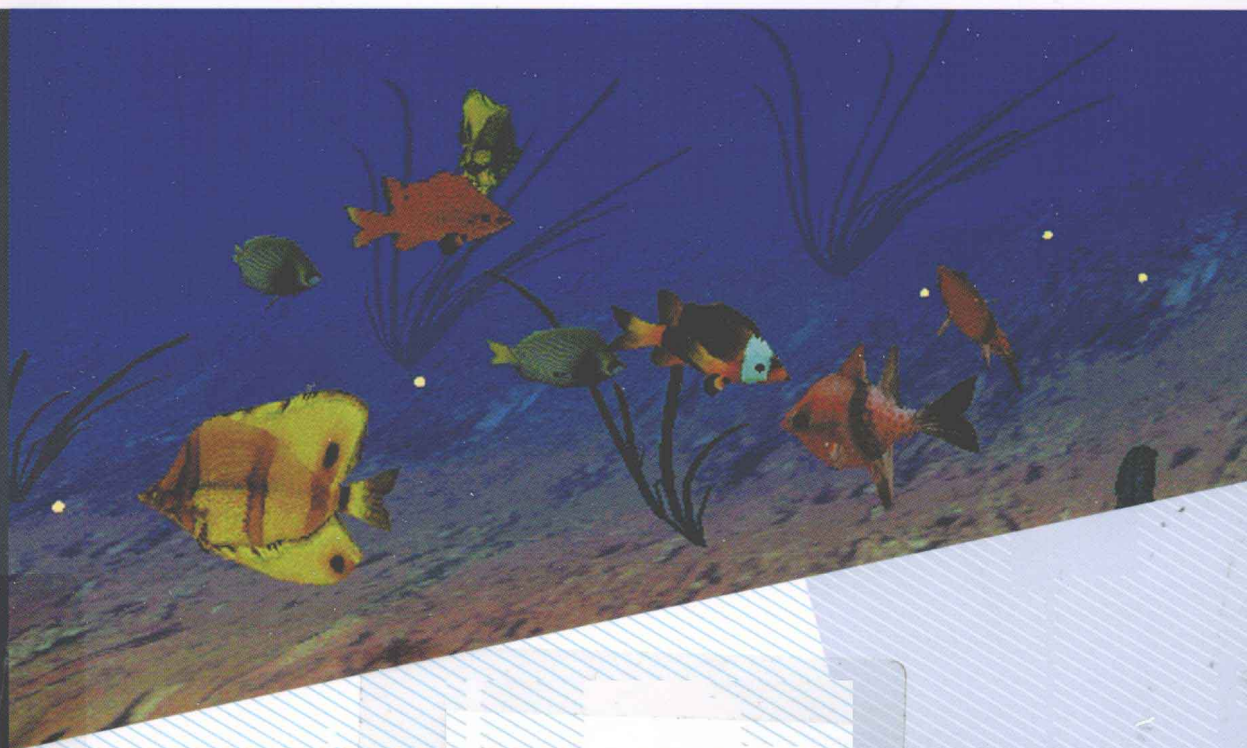


智能

科/学/技/术/著/作/丛/书

广义人工生命

涂序彦 韩力群 王洪泊 著



科学出版社

智能科学技术著作丛书

广义人工生命

涂序彦 韩力群 王洪泊 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者关于广义人工生命的科研及教学工作的阶段性总结,系统地论述了广义人工生命的学科体系。内容包括:绪论、广义人工生命的基本概念、学科架构、科技基础、广义模型、人工脑、人工感官、人工脏器、人工肢体、人工人、软件人、经络人、人工动物、人工鱼、人工植物、人工社会、人工生态系统、人工生命的应用、人工生命的科学伦理和展望等。

本书可作为高等学校、科研院所计算机、自动化等相关专业博士、硕士研究生及本科生的教材,也可供对人工生命有兴趣的广大教师和科研工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

广义人工生命/涂序彦,韩力群,王洪泊著. —北京:科学出版社,2011
(智能科学技术著作丛书)
ISBN 978-7-03-030402-5

I. ①广… II. ①涂…②韩…③王… III. ①人工智能-智能模拟-研究
IV. ①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 031646 号

责任编辑:张海娜 / 责任校对:张怡君
责任印制:赵 博 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年3月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011年3月第一次印刷 印张: 31 1/4

印数: 1—3 000 字数: 602 000

定价: 90.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介



涂序彦,北京科技大学计算机与通信工程学院教授,博士生导师。现任中国人工智能学会荣誉理事长、北京人工智能学会名誉理事长、北京科技大学计算机与系统科学研究所所长。曾任中国人工智能学会理事长、指导委员会主席,中国自动化学会常务理事,中国软件行业协会常务理事,全球华人智能控制与智能自动化大会主席,世界专家系统大会远东区主席。兼任中国科学院、清华大学、北京邮电大学、北京理工大学、北京工商大学、华北电力大学、华中科技大学、南昌大学、重庆大学、西安理工大学等单位博士生导师,河北省科学院自动化研究所所长。出版专著《生物控制论》、《人工智能及其应用》、《大系统控制论》、《智能管理》、《智能控制论》等,主编《人工生命及应用》、《人工智能:回顾与展望》等,以及诗集《糊涂集》。发表科技论文 300 多篇。



韩力群,北京工商大学计算机与信息工程学院教授,博士生导师。现任中国人工智能学会副理事长、中国计算机用户协会仿真应用分会副理事长、中国系统仿真学会生命系统建模与仿真专业委员会副主任、教育部自动化专业教学指导分委员会委员、《计算机仿真》编委会副主任。曾于 2002~2006 年任北京工商大学信息工程学院院长。长期从事人工神经网络理论及应用、模式识别与智能系统、人工脑与人工生命等领域研究,围绕轻工业、烟草业、交通业及航天工业等行业的智能测控、模式识别与智能决策问题,解决了多项难题。主持各类科研项目 20 余项,发表论文 126 篇,出版专著 10 部,获国家发明专利 4 项。



王洪泊,北京科技大学计算机与通信工程学院讲师。现为 ACM 会员、中国计算机学会会员、中国人工智能学会高级会员。从事人工智能、协调调度、人工生命和系统集成等领域的研究。出版专著 2 部,发表论文 30 多篇,申请实用新型、发明专利各 1 项。

《智能科学技术著作丛书》序

“智能”是“信息”的精彩结晶,“智能科学技术”是“信息科学技术”的辉煌篇章,“智能化”是“信息化”发展的新动向、新阶段。

“智能科学技术”(intelligence science&technology, IST)是关于“广义智能”的理论方法和应用技术的综合性科学技术领域,其研究对象包括:

- “自然智能”(natural intelligence, NI),包括“人的智能”(human intelligence, HI)及其他“生物智能”(biological intelligence, BI)。
- “人工智能”(artificial intelligence, AI),包括“机器智能”(machine intelligence, MI)与“智能机器”(intelligent machine, IM)。
- “集成智能”(integrated intelligence, II),即“人的智能”与“机器智能”人机互补的集成智能。
- “协同智能”(cooperative intelligence, CI),指“个体智能”相互协调共生的群体协同智能。
- “分布智能”(distributed intelligence, DI),如广域信息网、分散大系统的分布式智能。

“人工智能”学科自 1956 年诞生的,五十余年来,在起伏、曲折的科学征途上不断前进、发展,从狭义人工智能走向广义人工智能,从个体人工智能到群体人工智能,从集中式人工智能到分布式人工智能,在理论方法研究和应用技术开发方面都取得了重大进展。如果说当年“人工智能”学科的诞生是生物科学技术与信息科学技术、系统科学技术的一次成功的结合,那么可以认为,现在“智能科学技术”领域的兴起是在信息化、网络化时代又一次新的多学科交融。

1981 年,“中国人工智能学会”(Chinese Association for Artificial Intelligence, CAAI)正式成立,25 年来,从艰苦创业到成长壮大,从学习跟踪到自主研发,团结我国广大学者,在“人工智能”的研究开发及应用方面取得了显著的进展,促进了“智能科学技术”的发展。在华夏文化与东方哲学影响下,我国智能科学技术的研究、开发及应用,在学术思想与科学方法上,具有综合性、整体性、协调性的特色,在理论方法研究与应用技术开发方面,取得了具有创新性、开拓性的成果。“智能化”已成为当前新技术、新产品的发展方向 and 显著标志。

为了适时总结、交流、宣传我国学者在“智能科学技术”领域的研究开发及应用成果,中国人工智能学会与科学出版社合作编辑出版《智能科学技术著作丛书》。需要强调的是,这套丛书将优先出版那些有助于将科学技术转化为生产力以及对社会和国民经济建设有重大作用和应用前景的著作。

我们相信,有广大智能科学技术工作者的积极参与和大力支持,以及编委们的共同努力,《智能科学技术著作丛书》将为繁荣我国智能科学技术事业、增强自

主创新能力、建设创新型国家做出应有的贡献。

祝《智能科学技术著作丛书》出版,特赋贺诗一首:

**智能科技领域广
人机集成智能强
群体智能协同好
智能创新更辉煌**

涂序彦

中国人工智能学会荣誉理事长

2005年12月18日

前 言

人工生命即人造生命,非自然生命。人类关于人造生命的梦想由来已久,我国古代神话小说《封神榜》中哪吒“莲花化身,死而复活”的故事是人造生命的古典科学幻想。20 世纪 80 年代,作者开始进行与人工生命的相关研究,如生物控制论、人工智能等。

1987 年,在美国举行了第一届关于人工生命的学术会议,兰顿的论文提出了人工生命(artificial life)的概念,是由计算机软件实现的展示类似自然生命现象或行为的人造系统。然而,这是狭义的人工生命,在系统性能、形态结构、物质基础、生成方法、应用领域等方面,都具有片面性、局限性。

2002 年,中国人工智能学会在北京举行了第一届全国人工生命及应用学术会议,作者的报告中提出了广义人工生命(generalized artificial life)的概念模型、种类体系,包括:生物人工生命、工程人工生命、生物工程人工生命,论述了广义人工生命的科技基础、生成方法、学术意义和应用价值。

本书是作者关于广义人工生命的科研及教学工作的阶段性总结。内容包括:绪论、广义人工生命的基本概念、学科架构、科技基础、广义模型、人工脑、人工感官、人工脏器、人工肢体、人工人、软件人、经络人、人工动物、人工鱼、人工植物、人工社会、人工生态系统、人工生命的应用、人工生命的科学伦理和展望。

作者于北京科技大学、北京理工大学、北京邮电大学指导的博士、硕士研究生,在人工生命、人工智能、人工神经网络、人工情感的研究及应用方面,做了大量研究、开发和应用工作。

本书引用了作者的同事、朋友、研究生以及国内外学者的研究成果与相关文献,在此一并表示感谢!

作者在本书写作和出版过程中,得到了中国人工智能学会和科学出版社的支持和帮助,特此致谢!

目 录

《智能科学技术著作丛书》序

前言

第1章 绪论	1
引言	1
1.1 生命	1
1.2 自然生命	3
1.3 人工生命	5
1.4 广义人工生命	10
小结	12
习题	12
第2章 广义人工生命的基本概念	13
引言	13
2.1 广义人工生命的研究目的	13
2.2 广义人工生命的基本概念	14
2.3 广义人工生命的方法技术	15
2.4 广义人工生命的概念模型和种类体系	17
2.5 广义人工生命的科学基础和实现技术	19
2.6 广义人工生命的科学意义和应用价值	21
小结	23
习题	24
第3章 广义人工生命的学科架构	25
引言	25
3.1 广义人工生命的学科性质	25
3.2 广义人工生命的概念含义	26
3.3 广义人工生命的研究对象	29
3.4 广义人工生命的学科内容	31
3.5 广义人工生命的科学方法	32
3.6 广义人工生命的实现技术	35
3.7 广义人工生命的科学意义	37
3.8 广义人工生命的应用价值	39

小结	41
习题	42
第4章 广义人工生命的科技基础	43
引言	43
4.1 广义人工生命的智能科学技术基础	43
4.1.1 广义人工智能	43
4.1.2 广义智能学	48
4.2 广义人工生命的系统科学技术基础	55
4.2.1 协调学	55
4.2.2 大系统控制论	63
4.2.3 混沌理论	71
4.2.4 分形理论	72
4.2.5 耗散结构理论	73
4.2.6 协同学	74
4.2.7 突变论	75
4.3 广义人工生命的信息科学技术基础	76
4.3.1 仿生计算	76
4.3.2 元胞自动机	78
4.3.3 L-系统	78
4.4 广义人工生命的生物科学技术基础	79
4.4.1 转基因技术	79
4.4.2 克隆技术	80
4.5 广义人工生命的工程科学技术基础	81
4.5.1 光机电一体化	82
4.5.2 计算机软件	82
4.6 广义人工生命的生物工程科学技术基础	83
4.6.1 生物医学工程	83
4.6.2 生物医学材料	84
4.6.3 组织工程	85
小结	86
习题	86
第5章 广义人工生命的广义模型	87
引言	87
5.1 广义人工生命的建模问题	87
5.1.1 广义人工生命的建模需求分析	87

5.1.2 广义人工生命的建模问题分析	88
5.2 广义人工生命的建模方法	91
5.2.1 广义模型化的概念	91
5.2.2 广义模型化的方法	95
5.2.3 广义模型化的步骤	97
5.3 广义人工生命的广义模型	99
5.3.1 广义人工生命概念的多元组表达式	99
5.3.2 广义人工生命种类的广义知识表达树	99
5.3.3 广义人工生命层次的多层状态空间	100
5.3.4 广义人工生命的广义逻辑表达式	101
5.3.5 广义人工生命的广义知识表达网	103
5.3.6 广义人工生命的多重广义算子	104
5.4 广义人工生命的 KVP 广义模型	106
5.4.1 生命种类模型	106
5.4.2 生命活性模型	106
5.4.3 生命过程模型	107
小结	108
习题	108
第 6 章 广义人工脑	109
引言	109
6.1 广义人工脑的概念模型	109
6.2 工程人工脑	111
6.3 生物人工脑	115
6.4 生物工程人工脑	117
6.5 新世纪的电脑	118
6.6 多中枢自协调拟人脑的研究	123
6.6.1 多中枢体系结构	123
6.6.2 自协调运行机制	125
6.6.3 拟人脑信息模式	127
6.6.4 多中枢自协调拟人脑的设计方法与实现技术	127
6.6.5 多中枢自协调拟人脑实验系统与应用实例	134
小结	136
习题	136
第 7 章 广义人工感官	137
引言	137

7.1 广义人工感官的概念模型	137
7.2 人的感官	140
7.3 人工眼	141
7.4 人工耳	145
7.5 人工鼻	148
7.6 多功能人工感官协同系统	149
7.7 广义人工感官的新课题	151
7.8 广义人工感官的类谱表	153
小结	156
习题	156
第8章 广义人工脏器	157
引言	157
8.1 广义人工脏器的概念模型	158
8.2 人工心脏	160
8.3 人工肾脏	161
8.4 人工肺	162
8.5 人工膀胱	163
8.6 广义人工脏器的新课题	164
8.7 广义人工脏器的类谱表	166
小结	170
习题	170
第9章 广义人工肢体	171
引言	171
9.1 广义人工肢体的概念模型	171
9.2 假肢	173
9.3 人工关节与人工骨骼	177
9.4 人工手臂与人工腿脚	178
9.5 人工肌肉与人工皮肤	179
9.6 广义人工肢体的新课题	182
9.7 广义人工肢体的类谱表	183
小结	186
习题	187
第10章 广义人工人	188
引言	188
10.1 广义人工人的概念模型	188

10.2 生物人工人研究	188
10.2.1 克隆人	189
10.2.2 转基因人	189
10.2.3 调基因人	190
10.3 工程人工人研究	191
10.3.1 拟人智能机器人的研究	192
10.3.2 拟人机器人的体系结构	200
10.3.3 拟人智能控制系统的设计方法	201
10.3.4 拟人机器人概述	205
10.3.5 国内拟人机器人的研究	208
10.3.6 国外拟人机器人的研究	210
10.3.7 拟人机器人的展望	214
10.3.8 进化机器人	215
10.3.9 虚拟机器人	217
10.4 生物工程人工人研究	218
10.5 广义人工人的科学意义和应用价值	219
小结	221
习题	221
第 11 章 广义软件人	222
引言	222
11.1 软件人的概念提出	222
11.2 广义软件人的种族类谱	223
11.3 软件人的研究开发	224
11.4 软件人的科技意义	225
11.5 软件人的应用价值	227
11.6 软件人的应用实例	227
小结	238
习题	239
第 12 章 经络与经络人	240
引言	240
12.1 经络之谜	241
12.2 经络:人体控制系统	241
12.3 经络-神经体液统一观	244
12.4 经络学说:古典人体控制论	248
12.5 经络系统的启示	249

12.6	广义经络人的研究开发	254
12.7	经络状态性能测试与诊断治疗仪器	258
12.8	经络与经络人的科学意义与应用价值	260
	小结	261
	习题	261
第13章	广义人工动物	262
	引言	262
13.1	广义人工动物的概念模型	262
13.2	生物人工动物	263
13.3	工程人工动物	264
13.3.1	实体工程人工动物	264
13.3.2	虚拟工程人工动物	276
13.4	生物工程人工动物	281
13.5	广义人工动物的科技意义与应用价值	282
	小结	283
	习题	283
第14章	人工鱼研究	284
	引言	284
14.1	晓媛的鱼	284
14.1.1	计算机动画的人工生命方法	284
14.1.2	晓媛的鱼动画模型设计	289
14.1.3	晓媛的鱼及虚拟海底世界建模方案	299
14.2	人工鱼的自繁衍与自进化	304
14.2.1	人工鱼的自繁衍模型与规则	304
14.2.2	人工鱼的竞争机制和种群演化	310
14.3	人工鱼的认知建模与自学习	314
14.3.1	人工鱼的认知建模方法	314
14.3.2	基于神经网络的人工鱼自学习	318
14.3.3	基于遗传算法的人工鱼自进化	319
14.3.4	基于强化神经网络的人工鱼自学习方法	321
14.4	人工鱼的多感知协同系统	330
14.4.1	人工鱼的嗅觉系统	330
14.4.2	人工鱼的味觉系统	338
14.4.3	人工鱼的多感知融合系统	345
	小结	355

习题	357
第 15 章 广义人工植物	358
引言	358
15.1 广义人工植物的概念模型	358
15.2 广义人工植物的种类体系	359
15.3 广义人工植物的研究方法	361
15.4 广义人工植物的实现技术	362
15.4.1 工程人工植物的实现技术	362
15.4.2 生物人工植物的实现技术	364
15.5 广义人工植物的科学意义	365
15.6 广义人工植物的应用价值	366
小结	367
习题	367
第 16 章 广义人工社会	368
引言	368
16.1 广义人工社会的概念模型	368
16.2 数字人工社会	369
16.3 虚拟人工社会	371
16.4 实体人工社会	373
16.5 主动性的社会模型	374
16.6 社会大系统的结构模型	378
16.7 拟人自律分散社会	380
16.8 社会计算	384
16.9 社会协调学	385
16.10 广义人工社会的科学意义与应用价值	389
小结	390
习题	390
第 17 章 广义人工生态系统	391
引言	391
17.1 生态系统的概念	391
17.2 自然生态系统的概念	392
17.3 人工生态系统的概念	392
17.4 广义人工生态系统的概念模型	393
17.5 改造性人工生态系统	394
17.6 支持性人工生态系统	395

17.7 模拟性人工生态系统	395
17.7.1 虚拟人工生态系统模型	396
17.7.2 实体人工生态系统模型	398
17.7.3 地球生态系统的物理模拟实验基地	399
17.8 广义人工生态系统的科学意义和应用价值	401
17.8.1 改造性人工生态系统	401
17.8.2 支持性人工生态系统	402
17.8.3 模拟性人工生态系统	403
小结	403
习题	404
第18章 广义人工生命的应用	405
引言	405
18.1 广义人工生命的应用价值	405
18.2 工程人工生命的应用实例	407
18.2.1 基于人工脑的拟人智能烟叶分级系统	407
18.2.2 基于软件人的数字气田拟人智能调度系统	411
18.2.3 基于软件人的拟人智能通信系统	414
18.2.4 无人变电站拟人巡检机器人	425
18.2.5 基于软件人群的供应链物流管理系统	433
18.2.6 基于机器感知的拟人智能导游系统	437
18.2.7 基于多智体的拟人自协调控制系统	441
18.2.8 基于协调逻辑的三维人脸识别系统	449
小结	455
习题	455
第19章 广义人工生命的科学伦理	456
引言	456
19.1 广义人工生命的科学伦理问题	456
19.2 生物人工生命的科学伦理	456
19.3 工程人工生命的科学伦理	459
19.4 生物工程人工生命的科学伦理	461
小结	463
习题	463
第20章 展望	464
引言	464
20.1 工程人工生命展望	464

20.2	生物人工生命展望	466
20.3	生物工程人工生命展望	467
小结		468
习题		469
参考文献		470

第1章 绪 论

引 言

2003年4月,作者应邀访问美国亚利桑那大学,做关于人工生命的学术报告。在讨论中,有位学生提出一个有趣而难以回答的问题:“人工生命是真的生命吗?”

为了回答人工生命是否是真的生命,需要讨论以下四个问题:

- (1) 什么是生命?
- (2) 什么是自然生命?
- (3) 什么是人工生命?
- (4) 什么是广义人工生命?

本章主要研究以上四个问题。

1.1 生 命

生命既通俗,又奥妙。一方面,众所周知,人人都有生命;另一方面,“什么是生命”却是生命科学难以准确回答的问题。至今尚无统一的“生命”定义,人们一直在探索生命的奥秘。

2002年,中国人工智能学会在北京科技大学举行了第一届全国人工生命及应用学术会议。大会主题报告“广义人工生命及其应用”中,曾提出关于生命的基本观点^[1]。

作者的“生命观”如下:①生命源于生物;②生命基于物质;③生命寓于系统;④生命控于信息;⑤生命灵于智能;⑥生命富于情感;⑦生命在于运动;⑧生命限于时间;⑨生命乐于爱心;⑩生命苦于名利;⑪生命珍于自由;⑫生命惜于缘分。现在逐条论述如下。

1. 生命源于生物

生命的概念来源于生物。因为存在决定意识,人们的主观认识是客观存在的反映。由于地球上存在各种生物,首先是人类,还有牛、马、羊、鸡、鸭、鱼等其他动物、植物以及微生物等,因此,人们在认识上才产生了生命的概念。