

MACHINE INTELLIGENCE

ARTIFICIAL PSYCHOLOGY

机器智能

人工心理

王志良 / 著



本书较为全面地介绍了人工心理的研究方法和相关技术
分别对心理建模、情感建模、人工大脑、人脸识别
人脸合成、表情识别、行为理解
人性化信息服务系统、数字虚拟人技术、个人机器人技术做了详细介绍
最后对人工心理的未来研究做了展望

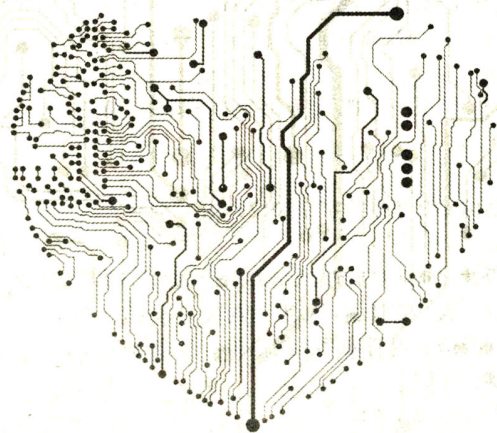
 智能制造与装备制造业转型升级丛书

**MACHINE
INTELLIGENCE**
ARTIFICIAL PSYCHOLOGY

机器智能

人工心理

王志良 / 著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本较为全面地介绍人工心理的研究方法和相关技术的著作。在对人工心理、人工情感和情感计算的基本概念、主要内容和应用领域进行介绍之后，分别对心理建模、情感建模、人工大脑、人脸识别、人脸合成、表情识别、行为理解、人性化信息服务系统、数字虚拟人技术、个人机器人技术做了详细的介绍，最后对人工心理的未来研究做了展望。

本书适宜于计算机、电子信息、自动化、智能科学、数字娱乐及工业设计的科技人员阅读，也可以作为大专院校相关专业的教师、研究生和高级本科生的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机器智能：人工心理/王志良著. —2 版. —北京：
机械工业出版社，2017. 7
(智能制造与装备制造业转型升级丛书)
ISBN 978 - 7 - 111 - 57267 - 1

I. ①机… II. ①王… III. ①人工智能 - 研究 IV.
①TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 148454 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑：罗 莉 责任编辑：罗 莉
责任印制：常天培 责任校对：胡艳萍 李锦莉
北京京丰印刷厂印刷
2017 年 7 月第 2 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·22.5 印张·552 千字
0 001—3 000 册
标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 57267 - 1
定价：99.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066 机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294 机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网：www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

前 言

以人为中心的技术研究已经成为信息学科乃至科学研究的重要发展方向之一。人工智能学科以其独特的魅力吸引着越来越多不同学科研究者投入其中，广义人工智能、人工生命、人工大脑、人工情感、人工免疫和人工心理等多种人工科学的理论方法不断涌现。同时，它带给我们的挑战是要求研究者要具有心理学、脑科学、神经科学、信息科学等多学科知识背景。作者就是在这种新世纪科学技术多学科合作交叉研究的时代特征下，进行人工心理研究并萌生写作本书的想法。

人工心理理论是利用信息科学的手段，对人的心理活动的更全面内容（尤其是情感、意志、性格、创造等）的再一次人工机器（计算机、模型算法等）实现。自1998年提出人工心理的概念以来，作者所领导的课题组一直进行了若干探索性研究，取得了一些研究进展。并整理汇集到本书之中，与读者共享研究成果。

全书共分为9章。第1章主要介绍人工心理的基本概念与研究内容；第2章介绍了人工大脑的基本方法及其前沿研究；第3章叙述了人工情感的基本内容与情感计算方法；第4章介绍了人脸工学的研究内容；第5章对人类行为理解的图像处理技术作以介绍；第6章主要介绍了基于人工心理的个性化商品导购计算机信息系统；第7章介绍了虚拟人技术，主要是对虚拟人的认知心理数字化技术的介绍；第8章论述了以人为服务对象的个人机器人技术；第9章展望了人工心理的未来研究。

全书由王志良执笔统稿。刘欣进行了全稿的校正和修订工作。王国江、刘欢、朱大鹏参与了第2章的研究工作或资料整理；刘冀伟、魏哲华、腾少冬、张琴、车玲玲、祝长生参与了第3章的研究工作或资料整理；徐正光、程宁、刘芳、王丽娟、陆晓娟参与了第4章的研究工作或资料整理；韩洪哲、韩忠涛、王晓伟参与了第5章的研究工作；王莉、马璠、王婷婷、张琴参与了第6章的研究工作或资料整理；赵薇、王娟参与了第7章的研究工作或资料整理；解仑、张雪元、李庆恩参与了第8章的研究工作或资料整理。

这里，首先感谢国家自然科学基金委员会信息学部自动化学科徐孝涵老前辈，没有徐先生独到慧眼、力排众议的创新支持，就没有人工心理概念的提出；感谢国家自然科学基金重点项目（项目编号：No. 61432004）、国家重点研发计划项目（课题编号：No. 2016YFB1001404）的支持；没有国家的支持，就没有人工心理的研究发展。感谢中国人工智能学会涂序彦、钟义信前辈的支持扶植；特别感谢机械工业出版社孙流芳老师、牛新国老师的大力支持，本书才得以出版。

由于作者的水平与对人工心理的研究有限，书中肯定有不少的缺点与疏漏之处，敬请读者继续批评指正。

王志良 于北京科技大学

目 录

前言	
第1章 人工心理	1
1.1 NBIC 会聚技术	1
1.2 数字人技术	3
1.3 人工心理相关研究	6
参考文献	18
第2章 人工大脑	20
2.1 概论	20
2.1.1 “人工大脑”的概念	20
2.1.2 “人工大脑”的技术与实现	21
2.2 大脑的基本知识	22
2.2.1 概述	22
2.2.2 大脑的基本组织结构	23
2.2.3 大脑的三个部分	25
2.2.4 左右脑的区别与联系	25
2.2.5 左右脑的结构与功能	26
2.2.6 左右脑协调工作的机理	27
2.3 事件相关脑电位在脑科学研究中的作用	29
2.3.1 事件相关脑电位的提取原理	29
2.3.2 事件相关脑电位在认知科学与脑科学研究中的重要作用	31
2.4 脑机接口 (BCI) 技术	35
2.4.1 BCI 技术概述	35
2.4.2 BCI 技术的发展历史	36
2.4.3 BCI 技术的应用领域	38
2.4.4 BCI 脑控机器人技术	40
2.5 人工大脑简单记忆功能的电路实现	51
2.5.1 Hopfield 神经网络	52
2.5.2 电路设计	54
2.5.3 电路的实现过程与实验结果	56
参考文献	60
第3章 人工情感	62
3.1 概论	62
3.2 情绪心理学	67
3.2.1 基本情绪理论	67
3.2.2 情绪的主要成分	69
3.2.3 情绪的维度描述	69
3.2.4 基本情绪与复合情绪	70
3.3 情感计算的数学模型与情感形式化	76
3.3.1 情绪的数学描述	76
3.3.2 几种典型的情绪数学描述	86
3.3.3 心理学中对情绪量化的思考	87
3.4 人工情感的数学模型	88
3.4.1 国际人工情感计算模型	88
3.4.2 人工心理的情感形式化方法	96
3.5 未来研究需要解决的问题	117
参考文献	117
第4章 人脸工学	119
4.1 人脸检测与跟踪技术	119
4.1.1 人脸检测	119
4.1.2 人脸跟踪方法	124
4.1.3 人脸面部特征的提取	126
4.2 表情识别技术	130
4.2.1 表情识别方法	130
4.2.2 人脸面部的特征检测及表情识别	132
4.3 人脸合成技术	142
4.3.1 概述	142
4.3.2 VC 环境下人脸表情动画的实现	143
4.3.3 动画的实现与结果	149
参考文献	151
第5章 人类心理行为的图像理解技术	153
5.1 概论	153

5.1.1	基于视觉的人体运动分析	153	6.3.1	使用遗传算法搭建 顾客心理模型	202
5.1.2	运动检测	153	6.3.2	使用人工神经网络进行顾客 心理模型的搭建	209
5.1.3	目标分类	154	6.4	基于 RBF 神经网络的离线 推理机建模	215
5.1.4	人体跟踪	155	6.5	色彩与人工心理对应关系的 建模与应用	219
5.1.5	行为的理解和描述	155	6.5.1	色彩心理效应研究和 实验数据的采集	219
5.2	人体的检测与跟踪技术	156	6.5.2	色彩与人工心理对应关系 的建模方法	221
5.2.1	概述	156	6.5.3	色彩心理效应模型在个性咨询 系统中应用算法的设计	224
5.2.2	基于区域的人体运动跟踪	157	6.6	对顾客购买结果的综合推断—— 贝叶斯网络方法的应用	226
5.2.3	基于小波变换的分层块匹配 多目标跟踪方法	162	6.6.1	贝叶斯网络理论基础	226
5.2.4	运动物体的特征提取与跟踪	164	6.6.2	贝叶斯网络结构的设计	227
5.2.5	目标的识别与分类	168	6.6.3	实验与结果分析	230
5.2.6	运动体运动状态估计	168	6.7	满足个性心理的服装选购 计算机系统	234
5.2.7	卡尔曼滤波器在物体运动 跟踪中的应用	169	6.7.1	个性化智能商品选购系统 的注册与登录	234
5.2.8	运动物体检测和跟踪原型 系统的实现	170	6.7.2	个性化智能交互系统的实现	236
5.3	疲劳检测与视线追踪技术	176	6.7.3	私人着装咨询服务	239
5.3.1	疲劳驾驶中打盹的检测	176	6.7.4	虚拟试衣间服务的搭建	241
5.3.2	视线追踪技术	178	参考文献		244
	参考文献	181	第 7 章 数字虚拟人技术		246
第 6 章 基于人工心理的个性化商品 导购系统		184	7.1	虚拟人技术	246
6.1	面向 Internet 的个性化智能商品 导购空间	184	7.2	虚拟现实技术	252
6.1.1	个性空间的构想起源	184	7.2.1	概述	252
6.1.2	国内外在智能交互领域的 研究现状	186	7.2.2	主流技术介绍	253
6.1.3	个性化智能商品导购空间的 结构与功能	188	7.2.3	三维人脸建模的相关技术 及算法	255
6.1.4	个性化智能商品选购系统的网络 平台搭建方法	189	7.3	虚拟数字人的发展方向	261
6.2	个性化交互系统数据库的设计	192	7.4	情感虚拟人系统	265
6.2.1	HSV 颜色模型及量化方法	192	7.4.1	文本处理和回答的产生	265
6.2.2	服装商品的特点与设计理念	195	7.4.2	应用贝叶斯网络进行 个性化建模	267
6.2.3	服装商品特征库的建立	196	7.4.3	从情绪到情感的转换	268
6.2.4	客户情感数据库的建立	198			
6.2.5	实验结果与分析	200			
6.3	个性化交互系统在线智能 推理机的建立	201			

7.4.4	情感与表情的同步化过程	269	8.3.5	上下位机通信的实现	308
7.4.5	情感虚拟人个性化设计	269	8.3.6	机器人情感交互的实现	309
7.5	基于三维人脸建模的人机交互系统中 情感虚拟人的设计与实现	270	8.3.7	实验结果	311
7.5.1	情感虚拟人系统的 总体设计	270	8.4	机器人的情感信息处理	311
7.5.2	情感虚拟人三维人脸模型 的实现	272	8.4.1	语音情感信息处理	312
7.5.3	基于Candide模型的 三维人脸建模	273	8.4.2	表情信息处理	314
7.5.4	人脸模型的变换	275	8.4.3	其他情感信息处理	314
7.5.5	脸部表情的运动计算	277	8.4.4	情感信息融合	314
7.5.6	纹理贴图	280	8.4.5	机器人情感行为的表达	317
7.5.7	情感虚拟人的表情合成	280	8.5	人工心理在机器人实验 系统中的应用	319
7.6	情感虚拟人系统的结果分析	282	参考文献		325
7.6.1	初始化情感模型	282	第9章 未来研究		329
7.6.2	情感交互系统的实现 与结果分析	283	9.1	基于马斯洛需求层次论的 人工心理模型	329
参考文献		287	9.1.1	人机交互结构模型	330
第8章 个人服务机器人技术		289	9.1.2	基本生理、安全模型	331
8.1	服务机器人	289	9.1.3	情感模型	331
8.1.1	概述	289	9.1.4	学习模型	337
8.1.2	个人机器人技术	292	9.2	基于意识的人工心理模型研究	337
8.1.3	情感机器人	293	9.2.1	意识的基本概念	337
8.2	机器人实验平台	294	9.2.2	人脑的信息处理机制	338
8.2.1	情感机器人的主要技术	294	9.2.3	模型的建立	338
8.2.2	机器人的系统结构	296	9.2.4	系统仿真的实现	340
8.2.3	机器人系统模块的划分	298	9.3	情绪的非线性数学描述	342
8.3	机器人实验系统的技术实现	302	9.3.1	情绪的非线性特征	342
8.3.1	机器人语音识别的实现	302	9.3.2	非线性动态理论可以用于 情绪建模的原因	343
8.3.2	机器人语音合成的实现	303	9.3.3	将非线性动态理论应用到情绪 系统中的设想和困难性	346
8.3.3	机器人视觉的实现	305	9.4	人工心理研究平台的建设	346
8.3.4	人脸检测的实现	306	参考文献		349
			附录 缩略语		351

第1章 人工心理

在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中，指出了信息技术将继续向高性能、低成本、普适计算和智能化等主要方向发展，寻求新的计算与处理方式和物理实现是未来信息技术领域面临的重大挑战。纳米科技、生物技术与认知科学等多学科的交叉融合，将促进基于生物特征的、以图像和自然语言理解为基础的“以人为中心”的信息技术发展，作为信息学科前沿技术要研究个性化的智能机器人和人机交互系统。

在国家科技发展纲要中如此描述信息技术的发展方向，这表明新世纪科学发展的特征是对人的研究、对人与自然和谐相处的研究；其表现是纳米-生物-信息-认知（Nano-Bio-Info-Cognition, NBIC）多学科交叉、多技术融合研究的突起；是数字人（物理机器人与虚拟软件人的总称；数字人与数字社会的关系研究）技术的趋于热门化和普遍化。

以人为本，以人与自然的和谐相处为研究目标，以多学科交叉结合为研究手段，以人工科学为主要研究领域，将是未来若干年科学技术研究的主要特征。

1.1 NBIC 会聚技术

2001年12月，美国国家科学基金会和国家科技委员会纳米科学与工程与技术分委会，在华盛顿联合发起了一次由科学家、政府官员等各界顶级人物参加的圆桌会议，会议就“提升人类技能的会聚技术”议题进行研讨，首次提出了“NBIC会聚技术”的概念。NBIC会聚技术是指当前四个迅速发展的科学技术领域的协同和融合。这四个领域分别是：纳米技术、生物科学（包括生物制药及基因工程）、信息技术（包括先进计算机与通信）和认知科学（包括认知神经科学），如图1-1所示。与会专家认为：当前，以上四个领域的技术都在迅速发展，每一个领域都潜力巨大，其中任何技术的两两或交叉融合、会聚或者集成，都将产生难以估量的影响。“NBIC会聚技术”代表着研究与开发新的前沿领域，其发展将显著改善人类生命质量，提升和扩展人的技能，这四大前沿技术的融合还将缔造全新的研究思路和全新的经济模式，将大大提高整个社会的创新能力和国家的生产力水平，从而增强国家的竞争力，也将对国家安全提供更强有力的保障。从NBIC会聚技术概念的提出到现在，16年过去了。这此期间，NBIC技术可谓“一日千里”，它所昭示的技术范式变革在各方面都正在成为现实。

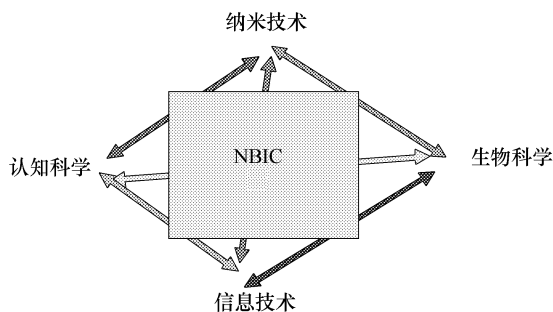


图 1-1 NBIC 会聚技术

NBIC 这四门科学技术其实本身已经是交叉学科，例如认知科学是研究人类感知和思维信息处理过程的科学，包括从感觉的输入到复杂问题求解，从人类个体到人类社会的智能活

动，以及人类智能和机器智能的性质。它的研究内容包括知觉、学习、记忆、推理、语言理解、注意、情感和统称为意识的高级心理现象。它涉及生物学、心理学、细胞学、脑科学、遗传学、神经科学、语言学、逻辑学、信息科学、人工智能、数学、人类学等多个领域，是多学科交叉研究发展的领域，也是当今最活跃的研究领域之一。

在美国国家科学基金会主持编写的《提升人类能力的会聚技术》报告中这样提到：纳米、生物、信息、认知四大科学技术具有以下互补关系：“如果认知科学家能够想到它，纳米科学家就能够制造它，生物科学家就能够使用它，信息科学家就能够监视和控制它。”

会聚技术为未来的发展提供了巨大的机遇，第一次使人类能够将自然界、人类社会和科学研究理解为几个紧密相连的复杂而又层次分明的系统，在技术成就不断演进的同时，通过技术整合进而提高人类能力。

NBIC 会聚技术给人类描绘了这样一个前景：基于会聚技术的认识和应用，人类大脑的潜力将被激发出来，人的悟性、效率、创造性及准确性将大大提高，人体及感官对外界的突然变化，如事故、疾病等的感知能力变得敏感，人类将可以以原子或分子为起点来诊断和修复自身与世界，帮助老龄人群普遍改善体能与认知功能的衰退，人与人之间产生包括脑与脑交流在内的高效通信手段，社会群体有效地改善合作效能，社会大幅度减少资源与能源的消耗，降低对生态环境的破坏与污染。总之，人类将在纳米的物质层重新认识和改造世界及人类自身。

“NBIC 会聚技术”的发起者曾经达成了这样一个共识——最重要的是要通过纳米技术、生物科学、信息技术、认知科学的融合发展，推翻学科之间的研究和发展壁垒，使得四门技术在融合发展中迸发出足够的潜力。

NBIC（纳米技术、生物科学、信息技术和认知科学）包含人类性能增强技术的三大领域：治疗学（Therapeutic）、增强（Augmentation）技术和计划演进（Designed Evolution）。

1. 治疗学

治疗学是指为残疾人和人体机能障碍患者恢复其正常人体机能的人类性能增强技术。它的治疗领域主要包括由于疾病、先天缺陷或意外事故引起的残疾或机能缺陷。这个领域已经出现并且会通过纳米技术、生物科学、信息技术和认知科学的发展促进其发展。

治疗增强的例子包括恢复视力，恢复听力，修复肢体，遗传疫苗，低压处理，专业化医疗，器官繁殖，记忆恢复，灵活性恢复。

2. 增强技术

增强技术是指提升到超人水平的人类性能增强技术。任何一个在人体性能增强中需要治疗的人同样也需要增强技术。人们在认知、身体和其他方面能力的增强都会使自身职业、年龄和兴趣不同而产生的个性化程度更强。

例如，强化记忆（完全重新唤起），红外夜视（安全作业工人），扩大听觉范围，视力范围的延伸，专业化工具的改进和对信息传递和控制的研究（医生、工程师），嵌入式无线通信系统（知识分子），高速度机械结构（运动员），适时力量增强，预防科学和遗传健康改进，多任务感知（项目管理者），个人遗传最优化分析，视觉认知的大容量存储（交易代理商），实时视觉和语音数据的采集，探寻和发现，合成认知接入端口（直接网络链接），触觉虚拟通信接口技术（同声传译）。

3. 计划演进

计划演进是指人们在受精以前和出生后可以选择进行体外实验的人类增强技术，包括按

照伦理和科学方法选择的作为个体和作为群体的人类基因组。计划演进主要包括体外实验引起的记忆力、智力、速度、灵活性及某种行为和身体特质的加强。

应用的最大领域就是体外实验中对不明基因的鉴定，这些不明基因很有可能成为造成器官障碍和引起癌症以及酒精中毒的初级粒子。

例如，增加寿命，最优化免疫防护，人与机械的同步进化，数位管理个性特征，克隆人，抑制恶化的反萎缩肌体，自我补给的骨骼，适时搜寻和消灭细胞内疾病的清道夫。

这些情况和设想对于规划未来发展的进程是完全可能的。思科公司的路由器是以中枢网络的形式运行，它有自己的语言而不同于人类的语言。摩托罗拉公司采用数字 DNA 的形式交流，IBM 的 Waston 是采用认知计算系统的商业人工智能代表，它让世界正变得更健康、更安全、更个性、更富有创造力。Waston 的智能每天都在进步，认知也在持续发展，它正在改变整个世界的工作、决策、创新、学习和思考方式。近日，来自加州大学尔湾分校的研究人员通过大规模、多任务课度学习网络进行“目标”基因表达谱预测，并在预测精度上获得了显著提升，日前，所有的基因发现已经在 IT 业优化应用。事实上，生物信息技术已经成为无硅效应代替传统实验方式的新模式。这项工作证实了 NBIC 模式的兴起。

人们需要新的科学探索模式去揭开与现实生活密不可分的奥秘。人们对大脑和认知科学知之甚少，而这两项内容又对人们了解宇宙至关重要。医生对个体基因交互作用缺乏深刻的了解，所以只能在分子层面上治疗疾病。

在不久之前，科学家才开始迈开解密人类基因密码的第一步，人们仍然一知半解地称之为 DNA。也许需要新的模式去加速地发现。这也就是 NBIC 会聚技术如此令人感兴趣的原因——不是为了它会揭开今天的秘密，而是为了它会在未来创造发现新模式。

人们需要创造另外一种解放思维、开发策略、解决问题的方式，来形成解决方案。总有一天，造成艾滋病、心血管疾病和癌症盛行的秘密会用诸如 NBIC 系统方法加以解决。在人们前进的过程中，需要对社会责任和个人民主权利保持同样密切的关注，不允许 NBIC 会聚技术和人类性能增强技术被低级的趣味所玷污，也不允许那些滥用技术和压迫个人的公司和企业将其破坏。人类性能增强技术应该是在政府保护下的个人自由选择，而不能受他人支配，它也不是进行压迫或对自由选择进行攻击的工具。不是所有的文化都会接受这样的观念，但是科学和社会的价值观念需要人们通过赞赏和敬意的眼光去展望未来。

NBIC 会聚技术并不会使人类一劳永逸。这说明了更大的效率会产生于思考新的通向科学的系统模式之中。NBIC 会聚技术所提供的创新、策略和解决方案的整合系统将成为人类性能增强技术的催化剂。

NBIC 会聚技术会给我们指出通往更加美好未来的路，在这条路上，通过个体的自由选择，人类将获得更大的生产力和更高质量的生活。

1.2 数字人技术

在 NBIC 会聚技术中，认知科学与信息技术、生物科学的融合就是数字人（Digital Human）技术；数字人是物理机器人与虚拟软件人的总称。

数字人技术的研究分为三个层次：数字人的生理结构；数字人的心理与认知结构；数字人的运动结构。图 1-2 所示为数字人的生理层次研究内容，其中图 a 为数字器官，图 b 为数

字头部。

数字人与数字社会的关系研究成为数字人技术的前沿问题，和谐人机交互正在成为信息技术研究的重要领域。数字人技术越来越成为社会发展需要的技术之一。在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中，指出了作为信息学科前沿技术要研究个性化的智能机器人和人机交互系统。作为制造业前沿技术要研究智能服务机器人（智能服务机器人是在非结构环境下，为人类提供必要服务的多种高技术集成的智能化装备。以服务机器人和危险作业机器人应用需求为重点，研究设计方法、制造工艺、智能控制和应用系统集成等共性基础技术）。图 1-3 所示为美国麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology, MIT）研制的社会机器人与情感数字人。

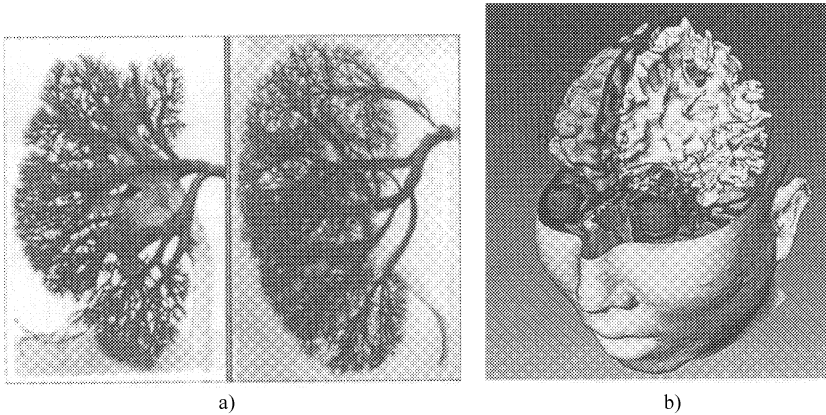


图 1-2 数字人的生理层次研究内容

a) 数字器官 b) 数字头部

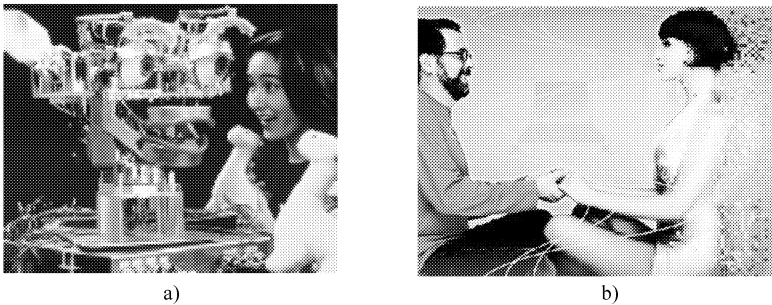


图 1-3 社会机器人与情感数字人

a) 社会机器人——机器小精灵 b) 情感虚拟数字人

进入 21 世纪（2001 年），日本国家工业研究院开展了“数字人技术”国家层面攻关研究计划。其目的是从心理认知、运动行为和生理状态三个层次面上研究人类，在这个基础上研究开发拟人系统和为人类服务的技术。

这个研究计划的内容是：

1. 认知理解人类的技术

研究以构造人类模型的人类机能为基础，建立将所有功能集成化、模型化的软件平台，特别是开展将人类的心理、认知功能模型化的探索性研究。图 1-4 所示为进行理解人类行为

的模拟驾驶行为的虚拟平台。

2. 与人类相伴的技术

在房间和环境周边安装大量的测人传感器，检测感知人类的状态、行为；根据此状态和行为为人类提供相应的服务。主要研究测人传感器技术和人类行为数字化技术。

3. 以人类为本（匹配）的设计技术

研究衣服、眼镜、相机、汽车等人类使用产品制造的易使用、易理解的设计方法，研究计测人体和动作技术和在计算机上虚拟再现模拟使用产品时人的感受的技术，如图 1-5 所示。

4. 人类支援技术

研究支持人类生活和行动的技术和类人机器人技术；特别要研究声音提示技术；重点研究既能够检测和识别人，又能够稳定高速步行的双足个人机器人技术。图 1-6 所示为进行家庭服务的人类支援机器人。

另外，正在开展的研究项目还有基于三维(3D)人脸的合适匹配眼镜的开发；基于现代女性平均 3D 人体的服装人体的开发等，如图 1-7 所示。

图 1-8 所示为日本研究的家用机器人与个人机器人。个人机器人 (P-Robot)、家庭服务机器人和情感机器人正在成为发达国家机器人研究的尖端技术；虚拟软件人正在成为基于网络的信息服务和智能用户界面的支撑技术；其中，人工情绪、认知-情绪-意识的关系问题正在成为数字人技术的重要基础理论问题。

这里，我们可以看到，日本已经把引以为豪的机器人技术引申为数字人技术。

信息科学技术发展的重要目标是数字化社会（环境+人）。和谐的信息社会必须包括数字化地球和数字化人类两个层次的研究，否则就不是和谐、文明的数字化社会。



图 1-4 模拟驾驶行为的虚拟平台

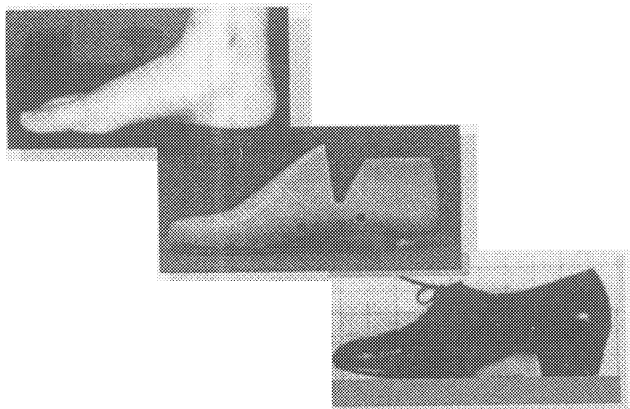


图 1-5 以人为本的设计技术

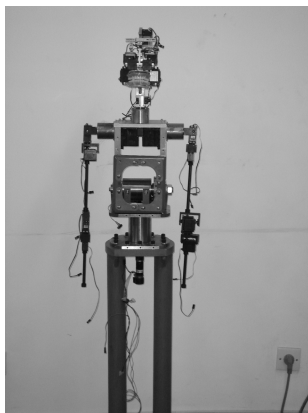


图 1-6 人类支援机器人

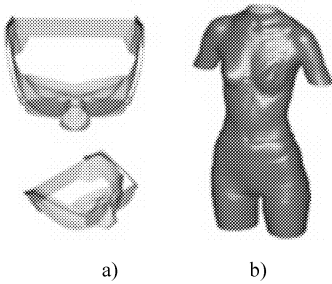


图 1-7 基于 3D 的匹配眼镜和服装人体

a) 基于 3D 人脸的合适匹配眼镜

b) 基于现代女性平均 3D 人体的服装人体

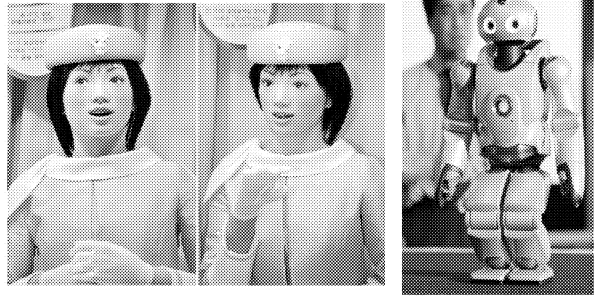


图 1-8 家用机器人与个人机器人

数字人技术是数字自然环境（数字地球、数字中国、数字北京）技术的延伸，是 NBIC 会聚技术的具体体现，是 21 世纪信息科学前沿技术发展的必然。

数字人技术的研究领域主要包括两个方面：

- 1) 虚拟人技术（网络环境 + 多媒体技术）；
- 2) 机器人技术（个人机器人技术；服务机器人技术）。

数字人的研究内容：

- 1) 人体生理的数字化（我国 973 计划研究侧重于医学与生理层次）；
- 2) 人类心理的数字化（认知与心理层次）；
- 3) 人类行为的数字化（运动/机械层次）；
- 4) 和谐人机交互技术与个人机器人技术。

数字人的应用领域：

- 1) 具有智能和情感能力的虚拟志愿者；
- 2) 基于图像智能监控的安全保卫系统；
- 3) 数字家庭中的个人服务机器人；
- 4) 老龄化社会的人性化养老服务事业。

1.3 人工心理相关研究

作为 NBIC 会聚技术分支之一；数字人技术和拟人系统的一个主要科学问题和支撑技术，需要研究人工心理（人工智能、情感和意识的统一作用）问题、人工情绪与认知的关系问题。

在信息科学领域，大家一直把模仿人、模仿人脑、模仿人的智能、模仿人的行为作为重要的研究方向和内容。回顾自动化科学和技术的发展历史，更会感到人们是把脑科学、心理学、神经科学作为神经机械学（拟人控制）、自控理论的源泉，来研究控制策略和算法的。我们也是沿着这条路子，从心理学以及相关领域的学习研究出发，来探索、研究并试图开辟智能学科以及信息科学的新领域。

众所周知，经过几十年的研究，人工智能的研究已经达到了很高的水平。然而，它的研究目的只是在于模拟人的智能，如判断、推理、证明、识别、感知、理解、设计、思考、规划、学习和问题求解等思维活动。研究内容是怎样表示知识、获得知识并使用知识。这在拟

人化的研究领域还只是很初步的阶段。因为人的心理活动包括感觉、知觉、记忆、思维、情感、意志、性格、创造等方面。而人工智能仅仅研究了感觉、知觉、记忆、思维等心理活动，对于情感、意志、性格、创造等心理活动根本不涉及，这显然是不够的。因此，利用人工智能已有的基础（研究成果、研究方法），结合心理学、脑科学、神经科学、信息科学、计算机科学、自动化科学的新理论和新方法，对人的心理活动（尤其是情感、意志、性格、创造等）全面进行人工机器模拟，这正是我们研究人工心理理论的基础和目的所在。

1. 人工心理学

人工心理理论就是利用信息科学的手段，对人的心理活动更全面内容的再一次人工机器（计算机、模型算法等）实现。它的应用前景是非常广泛的，如支持开发有情感、意识和智能的机器人；真正意义上的拟人机械研究；使控制理论更接近于人脑的控制模式。我们知道，已有的拟人控制理论主要就是维纳的“反馈”控制论和人工智能，这与人脑的控制模式还有很大差别，因为人脑控制模式是：感觉、知觉+情感决定行为；而现有的控制系统决策不考虑也无法考虑情感的因素。人工心理应用的另一大领域是符合人性化的商品设计和市场开发。毫不夸张地说，人工心理理论是人工智能的高级阶段，是自动化乃至信息科学的全新研究领域。它的研究将会大大促进拟人控制理论、情感机器人、人性化的商品设计和市场开发等方面的进展，为最终营造一个人与人、人与机器和谐的社会环境做出贡献。

虽然没有人提出人工心理的概念，但近几年对它的相关技术研究却正在形成一种趋势，尤其以日本最为先进。自1990年以来，在日本科学技术界流行“感性工学（Kansei Engineering）”的新术语。按照日本人的解释，感性工学是研究情感、感觉、知觉、记忆和思维的总称。为了保持21世纪在信息技术领域的领先地位，在日本通产省和文部省的重点支持下，由日本通产省工业技术院牵头，组织各方面的专家，以“人类媒体（Human Media）”为总题目，自1994~1995年进行了两年时间的调研工作，1996年开始研究，现在已经取得了一些成果。这在1997年名古屋召开的国际人工智能大会和1998年度日本的电子信息类学术刊物上面有所反映。由于这是一个新领域，日本所取得的成果都是初步的，有许多问题急待解决。比如，日本提出的“感性工学”的定义不清楚（现有十多种定义），其研究范围只是对准人类心理活动的一个方面——感性，所以我们提出人工心理的大概念，目的是创立具有普遍意义的用机器模拟人类心理活动的人工心理学。近年来，美国人对脑科学的研究非常重视，1989年美国参众两院通过立法，把1990年1月1日开始的十年确定为“脑的十年”。这标志着脑科学开始了一个蓬勃发展的时期，也取得了不少成果。人类的感受、运动、学习和记忆、思维、情感和行为等都是脑的功能，也就是说，人的心理是人脑的机能。心理是客观现实在人脑中的反映，脑科学是心理学的自然科学基础，心理学家必须熟悉脑结构和机能问题。人工心理学研究者必须将脑科学和心理学作为主要的理论基础。我国在这方面的研究几乎是空白，因为在人工智能领域，用机器模拟人的情感是一个“禁区”。但我们已经认识到，用计算机模拟人的情感是信息科学领域的前沿技术，这在“1999年度（中国）国家高技术研究发展计划纲要新概念新构思课题重点项目指南中的：信息技术——和谐人机环境中情感计算理论研究”得到体现。可以说，提出人工心理的概念，只是顺应了这一前沿学科的学术研究趋势，也是迫不及待的；同时又是力图使中国在拟人理论和人工智能领域占有一席之地。

综上所述，人工心理理论研究具有前沿科学的特征，既有重大的理论意义，也有着很广

泛的应用前景。

2. 人工心理学的基本问题

我们知道，心理学是研究心理现象的发生、发展及其活动规律的一门基础科学。心理是指人的思想、感情等内心活动，是感觉、知觉、记忆、思维、情感、意志、性格、创造等的总称，是人的头脑对客观现实的反映过程。

按照心理学的定义，心理学是研究人的心理现象（或称心理活动）发生、发展规律的科学，具体研究心理过程发生、发展的规律性；研究个性心理形成和发展的过程；研究心理过程与个性心理相互关系的规律性的科学。人的心理活动包括紧密联系的两个方面：心理过程和个性心理。心理过程包括认识过程、情绪情感过程和意志过程三个方面。个性心理（简称个性）包括个性心理倾向性（简称个性倾向性）和个性心理特征两个方面。心理学的研究内容如图 1-9 所示。

应该着重指出的是，心理学一直作为人工智能学科的理论源泉与方法基础，被信息学科的研究人员所重视。人工智能是关于知识的科学，它研究的是知性——理性知识，即心理活动的高级过程（感觉、知觉、记忆、思维），经常使用名词、动词来描述，是较为清晰的。人工心理研究的是情感、意志、性格、创造等心理活动（日本的感性工学着重研究情感），包括低级心理活动，经常使用形容词、副词来描述，更多的是心理的模糊性，人工智能和人工心理的关系如图 1-10 所示。人工心理是人工智能的扩展研究和高级阶段，是以人工智能为基础的，并有着更广泛的内容。两者是相辅相成、互相关联的。

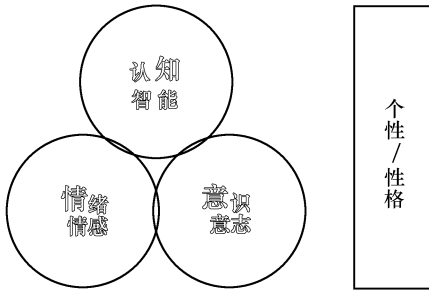


图 1-9 心理学的研究内容

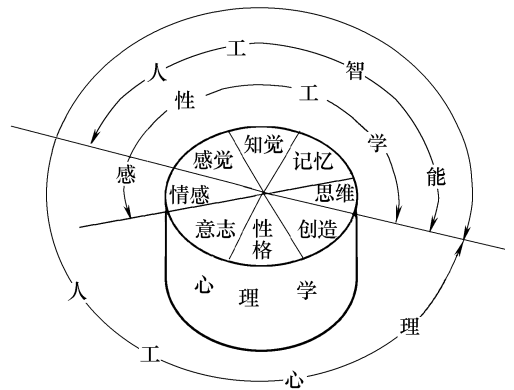


图 1-10 人工智能和人工心理的关系

由图 1-10 可知，人工心理的概念，它不是心理学领域里的工程心理学（或称心理技术学），也不是日本提出的“感性工学”，又不同于“1999 年度（中国）国家高技术研究发展计划纲要新概念新构思课题重点项目指南中的：信息技术——和谐人机环境中的情感计算理论研究”，与它们相比，人工心理学有着新的含义和更广泛的内容。遵循着这个新概念，本书试图研究建立人工心理的理论结构体系（目的、法则、研究内容、应用范围、研究方法等），并使之得到应用，使人工智能的研究走向更深、更高层次，开辟自动化学科乃至信息科学的研究新领域。

人工心理学是一门交叉学科，如图 1-11 所示。其理论根源来自脑科学、心理学、生理学、伦理学、神经科学、人类工学、感性工学、语言学、美学、法律、信息科学、计算机科

学、自动化科学、人工智能；它的应用范围主要是情感机器人的技术支持、拟人机械、人性化商品设计、感性市场开发、人工心理编程语言、人工创造技术、人类情感评价计算机系统（虚拟技术）、人类心理数据库及数学模型、人际和谐环境技术和人机和諧多通道接口等。

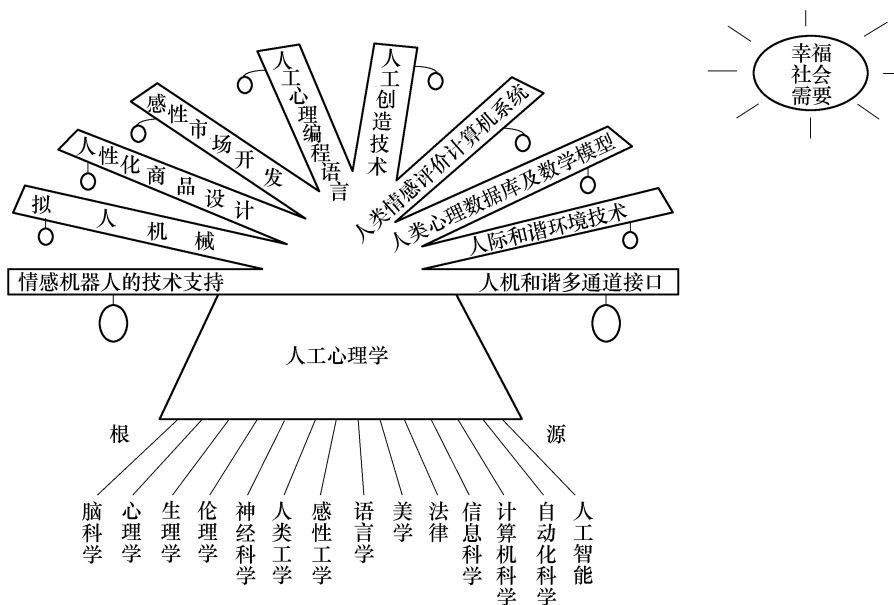


图 1-11 人工心理——一门交叉研究的学科

下面来谈谈人工心理的理论结构（定义、目的、法则、研究内容、应用范围、研究方法等）。

(1) 定义 人工心理理论就是利用信息科学的手段，对人的心理活动（着重是人的情感、意志、性格、创造）的更全面内容的再一次人工机器（计算机、模型算法等）实现。

(2) 目的 营建人与机器和谐、人与人和谐、人与自然和谐，大家幸福的社会环境。

(3) 法则

- 1) 积极向上地模拟人的心理；
- 2) 道德感、美感和幸福感是人工心理学的根本法则；
- 3) 创造性和主观能动性地模拟人的心理；
- 4) (人工) 机器永远服从 (自然) 人。

(4) 研究目标 提出人工心理的概念，利用人工智能已有的基础（研究成果、研究方法），结合心理学、脑科学、神经科学、信息科学、计算机科学、自动化科学的新理论和新方法，对人的心理活动（尤其是情感、意志、性格、创造等）全面进行人工机器模拟。研究确立人工心理的理论结构体系（目的、法则、研究内容、应用范围、研究方法等），并使之得到应用。

3. 人工心理学的研究内容与研究方法

(1) 研究内容

- 1) 研究建立人工心理的理论结构体系（目的、法则、研究内容、应用范围、研究方法

等)。尤其是人工心理学说的定义、研究规则、研究内容的界定问题，主要使之研究符合人类道德规范，这个问题在人工智能领域是不存在的。

2) 研究人工心理与人工智能的相互关系，如何使两者相辅相成、互相促进、共同发展。尤其是借鉴人工智能已有的研究成果，建立人工心理的理论体系。

3) 抑制不良情绪的机器算法，这是由其研究法则所决定的。

4) 人类心理信息的数学量化（心理模型建立、心理状态评价标准）。在这个方面，日本已经做了不少工作，我国的学者也做了一些工作，如已出版《心理学中的模糊集分析》《心理测量学》等著作。

5) 情感在决策中的作用模式的机器实现，这主要是模拟人脑的控制模式，建立感觉、知觉 + 情感决定行为（人脑控制模式）的数学模型，如图 1-12 所示。它与人工智能的控制模式不同。

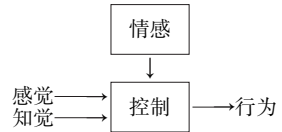


图 1-12 人脑控制模式

6) 借鉴人工智能（计算机）编程语言的发展过程，探索人工心理（计算机）编程语言的建立方法。这是一个具有挑战性的课题。人工智能编程语言是以知识表示、逻辑推理、面向任务和面向知识为特征的逻辑型语言；而人工心理编程语言应该是以联想推理、混沌运算、发散思维、模糊归纳为特征的联想型语言。两者的特征对比如图 1-13 所示。

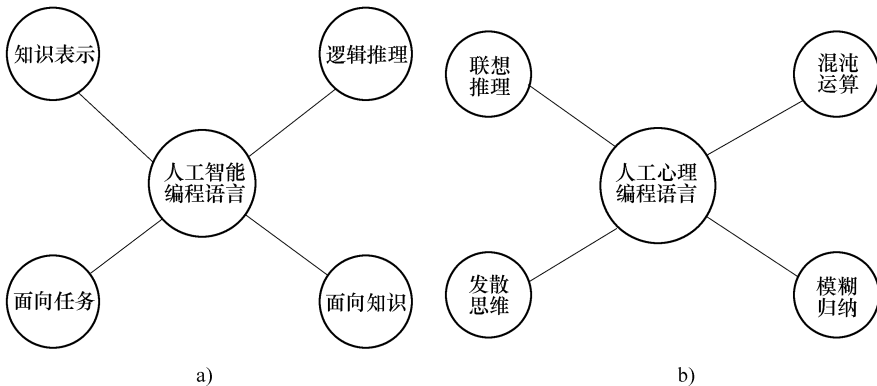


图 1-13 人工智能和人工心理编程语言的特征对比

a) 人工智能编程语言 b) 人工心理编程语言

7) 情感培养的机器算法。

8) 灵感（顿悟）产生的机器实现策略，如图 1-14 所示。

(2) 研究方法及技术路线

1) 研究方法：以心理学、脑科学作为理论根据，以模糊逻辑、神经网络等人工智能、混沌理论、先进算法（遗传算法等）为基本研究方法，以计算机技术（数据库、虚拟现实、语言编程）为研究手段，建立人工心理学说。这里，我们更倾向于从行为主义学说/进化主义/控制论的角度出发进行研究，目的在于应用。

2) 技术路线：首先深入研究心理学、脑科学的基本内容和最新进展，借鉴日本感性工