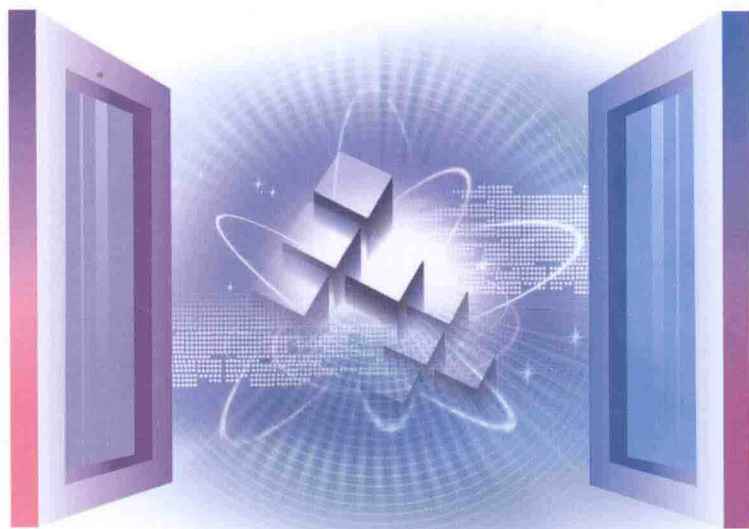


车辆信息技术

Vehicle Information
Technology

© 陈慧岩 熊光明 龚建伟 席军强 主编

车
辆



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

车辆信息技术

Vehicle Information Technology

◎ 陈慧岩 熊光明 龚建伟 席军强 主编

车
辆



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书总结多年车辆信息技术方面的教学科研经验,结合车辆信息技术的新发展、新成果,对车辆信息技术涉及的重点内容进行全面的介绍。全书共9章,主要包括车辆电子控制技术、车载网络技术、无线通信技术、车辆定位技术、基于视觉和雷达的车辆环境感知技术、车辆辅助驾驶技术、车辆自动驾驶技术、无人驾驶车辆智能行为评价技术以及智能交通系统等内容。

本书适用于各类高等院校车辆工程专业研究生教材,也可作为计算机、通信、自动化等专业的参考教材;同时可为广大从事汽车行业的工程技术人员提供参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

车辆信息技术/陈慧岩等主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8594 - 0

I. ①车… II. ①陈… III. ①信息技术 - 应用 - 汽车工程 - 高等学校 - 教材
IV. ①U46 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 283277 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 315 千字

版 次 / 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

**本书为北京理工大学
“211 工程” 研究生规划教材**

前 言

当今时代是以知识和信息为基础的信息时代，信息技术是时代主题。信息技术的发展使车辆技术发生了深刻的变化，它已经成为新一代汽车发展的主导因素。从长远的角度来看，车辆发展的趋势是实现自动驾驶。

人类驾驶车辆的过程首先是通过自己的感觉器官（如眼睛、耳朵）获得车辆行驶环境的有关信息；然后导入神经网络，把这些信息传送到思维器官；思维器官对车辆行驶环境信息进行变换、加工，得出与车辆行驶环境交互的策略信息，再经导出神经网络把策略信息传递给效应器官（如手和脚），后者把策略信息转化为行动（如转动方向盘）作用于车辆，使车辆按照人的意志（在遵守交通法规的前提下）行驶。

信息技术属于能够扩展人类信息器官功能的一类技术的范畴；车辆信息技术则属于能够代替或扩展人类驾驶车辆这一信息器官功能的技术范畴，包括感测技术、通信技术、智能技术及控制技术。利用这种技术能够在近阶段实现辅助驾驶的功能，并最终使车辆实现自动驾驶。

本书作为车辆信息技术的探索性教材，是作者在车辆信息技术方面的教学经验和科研成果基础上编写而成的。未来车辆将是集车辆感测技术、通信技术、智能技术及控制技术等众多技术于一体的智能化系统（智能车辆），将是充分考虑车路合一、协调规划的车辆系统，将成为未来智能交通系统的一个重要的组成部分。本书涉及车辆电子控制技术、车载网络技术、无线通信技术、车辆定位技术、基于视觉和雷达的车辆环境感知技术、车辆辅助驾驶技术、车辆自动驾驶技术、无人驾驶车辆智能行为评价技术以及智能交通系统等内容。全书共9章，第1章对信息技术及其在汽车上的应用、智能交通系统、智能车辆等进行了简要的介绍；第2章主要介绍车辆电子相关的内容；第3章主要介绍CAN、LIN、FlexRay等车载网络系统及其在车辆上的应用；第4章介绍了GSM、GPRS、3G、DSRC等无线通信技术及其在车辆中的应用；第5章介绍了车辆定位技术；第6章和第7章分别介绍了基于雷达和基于视觉的车辆环境感知技术；第8章主要介绍了车辆辅助驾驶技术、车辆自动驾驶技术以及无人驾驶车辆智能行为测评技术；第9章介绍了智能交通系统的体系结构、系统组成及关键技术。

本书由陈慧岩、熊光明、龚建伟、席军强主编。实验室老师翟涌、金亚英、姜岩，博士研究生孙扬、江燕华、胡玉文，硕士研究生刘鹏、叶春兰、徐威参与了部分章节的编写及部分文字、图表的修订工作。北京理工大学选修了“车辆信息技术”博士生课程的历届同学，

对本书也提出了许多建设性的意见和建议，在此一并表示感谢。

除参考文献外，本书在编写过程中还参阅了一些国内外公开发表的资料，在此向相关资料的作者表示感谢。

由于车辆信息技术涉及的内容较多，而且车辆信息技术在不断发展之中，加之作者水平和能力有限，书中不当之处，望广大读者批评指正。

编 者
2013.5

目 录

第1章 概论	1
1.1 信息技术概述	1
1.2 信息处理技术中的数学方法	2
1.3 信息技术在汽车上的应用	7
1.4 车辆信息技术研究范畴	9
1.5 智能交通系统概述	10
1.6 智能车辆技术概述	12
第2章 车辆电子控制技术	14
2.1 动力传动控制系统	14
2.1.1 汽油发动机电控系统	14
2.1.2 柴油发动机电控系统	14
2.1.3 传动电控系统	16
2.2 底盘电控系统	17
2.3 车身电子控制系统	22
2.4 车辆安全与防盗系统	23
2.5 人工驾驶汽车实现自动驾驶的底层改造	25
2.5.1 换挡自动操纵	25
2.5.2 加速踏板自动操纵	28
2.5.3 制动自动操作	29
2.5.4 转向自动操纵	29
2.5.5 汽车安全信息传送	33

第3章 车载网络技术	34
3.1 CAN 总线及其应用	35
3.1.1 CAN 总线协议	35
3.1.2 SAE J1939 协议	37
3.1.3 基于 CAN 的混合动力客车车载数据采集处理系统设计	43
3.2 LIN 总线及其应用	48
3.2.1 LIN 总线	48
3.2.2 基于 CAN-LIN 总线的车灯控制系统	50
3.3 FlexRay 总线及其应用	62
3.3.1 概述	62
3.3.2 FlexRay 总线技术	63
3.3.3 FlexRay 的实现方式	65
3.3.4 FlexRay 的应用领域	66
第4章 无线通信技术在车辆中的应用	67
4.1 GSM 及其在车辆中的应用	67
4.1.1 GSM 系统的组成	67
4.1.2 GSM 系统的业务功能	69
4.1.3 GSM 网络通信在车辆监控管理中的应用	71
4.2 基于 GPRS 的客车 AMT 远程标定系统	73
4.2.1 系统组网方案	73
4.2.2 GPRS 网络通信	75
4.2.3 系统的主要功能	76
4.2.4 下位机总体构成	78
4.3 基于 3G 通信的车辆监控	83
4.3.1 概述	83
4.3.2 基于 3G 通信的车辆监控	84
4.4 专用短程通信技术 DSRC	86
4.4.1 研究现状及发展趋势	86
4.4.2 WAVE 技术	89
4.4.3 车载无线网络	92

第 5 章 车辆定位技术	94
5.1 航位推算 (DR) 定位系统	94
5.1.1 基本原理	94
5.1.2 定位特性	96
5.2 全球卫星导航定位系统	98
5.2.1 概述	98
5.2.2 GPS 定位的基本原理	99
5.2.3 GPS 定位特性分析	101
5.3 GPS/DR 组合定位	104
5.3.1 卡尔曼滤波	104
5.3.2 GPS/DR 组合方式	106
5.3.3 互补式组合定位系统	109
5.4 视觉里程计	115
5.4.1 视觉里程计系统的分类	116
5.4.2 视觉里程计算法中的关键问题	118
5.4.3 发展趋势	120
第 6 章 基于雷达的车辆环境感知技术	121
6.1 激光雷达	121
6.1.1 二维激光雷达	121
6.1.2 三维激光雷达	124
6.1.3 基于激光雷达回波强度的道路识别	133
6.1.4 基于多线激光雷达的路面检测	135
6.2 毫米波雷达	143
6.2.1 工作原理	144
6.2.2 基于毫米波雷达的车距辅助控制系统设计	146
6.2.3 基于毫米波雷达的前方目标识别	148
第 7 章 基于视觉的车辆环境感知技术	157
7.1 图像处理技术	157
7.1.1 数字化图像的理解	157

7.1.2	灰度图像	159
7.1.3	图像滤波	159
7.1.4	图像边缘增强	160
7.1.5	图像阈值分割	162
7.2	摄像机标定	162
7.2.1	摄像机数学模型	162
7.2.2	摄像机参数标定	166
7.3	车道标志线的检测	167
7.3.1	道路先验知识	167
7.3.2	动态定位道路特征区域	169
7.3.3	车道标志线的检测	169
7.4	基于机器视觉的交通信号灯识别	173
7.4.1	基于彩色视觉的交通信号灯识别	174
7.4.2	形态学处理	176
7.4.3	区域标记	177
7.4.4	基于统计学习的交通信号灯识别	178
7.5	激光雷达与机器视觉结合的前方车辆检测	179
7.5.1	路面车辆检测跟踪系统结构	179
7.5.2	基于聚类算法的激光雷达数据处理	180
7.5.3	基于激光雷达和机器视觉的路面车辆检测	185
第8章	智能车辆技术	187
8.1	智能车辆技术的发展	187
8.2	车辆自动驾驶技术	193
8.2.1	路径规划	193
8.2.2	车辆控制技术	196
8.2.3	BIT号无人驾驶车辆	200
8.3	车辆辅助驾驶系统	209
8.3.1	车道偏离预警系统	209
8.3.2	自动泊车	211
8.3.3	盲点监测系统	212

8.4 无人驾驶车辆智能行为测试与评价	212
8.4.1 测试内容	213
8.4.2 测试环境	213
8.4.3 测试方法	214
8.4.4 测试标准与评价体系	216
第9章 智能交通系统	221
9.1 智能交通系统的体系结构	221
9.2 智能交通系统的组成	223
9.3 智能交通系统关键技术	232
参考文献	236

第1章 概 论

本章首先从人的信息器官分类阐述信息技术的基本内容，并概述信息技术的发展以及信息技术与数学的关系，包括信息处理技术中常用的数学方法。同时，简要介绍信息技术在汽车上的应用。通过对比人类驾驶员在驾驶车辆时的信息加工过程与车辆自动驾驶时的信息加工过程，指出车辆信息技术研究范畴。此外，未来车辆将是集众多技术于一体的智能化系统（智能车辆）；将充分考虑车路合一、协调规划，成为未来智能交通系统的一个重要组成部分。为此，本章还将简要介绍智能交通系统和智能车辆的有关内容。

1.1 信息技术概述

自20世纪50年代正式提出“信息”的概念，信息得到了广泛深入的研究，关于信息概念的描述虽然很多，至今却没有形成统一的认识。如同信息概念存在许多不同定义一样，目前人们对信息技术的认识也没有统一。技术是人类在认知和改造自然的实践中为了增强自己的力量，赢得更多更好的生存发展机会而产生和发展起来的。一种技术，特别是功能性技术总是在某种程度上直接或间接地延长或扩展了人的某种器官的某种功能。从技术本质的意义上看，信息技术就是能够扩展人的信息器官功能的一类技术。

人的信息器官主要包括四大类：感觉器官、传导神经网络、思维器官和效应器官。人类的这四类信息器官和它们的信息功能是有机地联系在一起的。这种有机联系使它们能够执行一种整体性的高级功能，即认识世界和改造世界过程中的智力功能。这种高级的整体性功能不是每个器官的简单相加，而是一个有机整体。

信息技术的基本内容包括感测技术、通信技术、智能技术及控制技术。信息技术的功能和人的信息器官的功能是相一致的。通信技术和智能技术处在整个技术的核心地位，而感测技术和控制技术则是核心和外部世界之间的接口。

按表现形态的不同，信息技术可分为硬技术与软技术。前者指各种信息设备及其功能，如电话机、通信卫星、多媒体计算机、传感器。后者指有关信息获取与处理的各种知识、方法与技能，如语言文字技术、数据统计分析技术、规划决策技术、计算机软件技术等。按工作流程中基本环节的不同，信息技术可分为信息获取技术、信息传递技术、信息存储技术、信息加工技术及信息标准化技术。信息获取技术包括信息的搜索、感知、接收、过滤等。信息传递技术指跨越空间共享信息的技术，又可分为不同类型，如单向传递与双向传递技术，单通道传递、多通道传递与广播传递技术。信息存储技术指跨越时间保存信息的技术，如印

刷术、照相术、录音术、录像术、缩微术、磁盘术、光盘术等。信息加工技术是对信息进行描述、分类、排序、转换、浓缩、扩充、创新等技术。信息加工技术的发展已有两次突破：从人脑信息加工到使用机械设备进行信息加工，再发展为使用电子计算机与网络进行信息加工。信息标准化技术是指使信息的获取、传递、存储、加工各环节有机衔接，与提高信息交换共享能力的技术，如信息管理标准、字符编码标准、语言文字的规范化等。按技术的功能层次不同，可将信息技术体系分为基础层次的信息技术（如新材料技术、新能源技术）、支撑层次的信息技术（如机械技术、电子技术、激光技术、生物技术、空间技术等）、主体层次的信息技术（如感测技术、通信技术、计算机技术、控制技术）、应用层次的信息技术。

信息技术推广应用的显著成效，促使世界各国致力于信息化，而信息化的巨大需求又驱使信息技术高速发展。当前信息技术发展的总趋势是以互联网技术的发展和应用为中心，从典型的技术驱动发展模式向技术驱动与应用驱动相结合的模式转变。微电子技术和软件技术是信息技术的核心。集成电路的集成度和运算能力、性价比继续按每 18 个月翻一番的速度呈几何级数增长，支持信息技术达到前所未有的水平。

1.2 信息处理技术中的数学方法

信息技术本质上是数学技术。当代科学技术的发展呼唤全面的“科学数学化”，而高新科技的出现又已经把社会推进到了“数学技术化”或“数学工程技术”的新时代。数学不仅能提供信息技术中信息表示与度量的方法和语言，而且能提供信息获取、变换、传输、处理与控制等技术的理论基础与实现算法。

（一）数理统计与试验设计

数理统计是以概率论为基础，根据实验或观察到的数据，研究如何利用有效的方法对这些已知的数据进行整理、分析和推断，从而对研究对象的性质和统计规律做出合理、科学的估计和判断。数理统计学是统计学的数学基础，从数学的角度去研究统计学，为各种应用统计学提供理论支持。它是研究怎样有效地收集、整理和分析带有随机性的数据，以对所考察的问题做出推断或预测，直至为采取一定的决策和行动提供依据和建议的数学分支。在自然科学、军事科学、工农业生产、医疗卫生等领域，哪一个门类都离不开数理统计。

数理统计学内容庞杂，分支学科很多，难于做出一个周密而无懈可击的分类。大体上可以划分为以下几类：第一类分支学科是抽样调查和试验设计。它们主要讨论在观测和实验数据的收集中有理论和方法问题。第二类分支学科为数甚多，其任务都是讨论统计推断的原理和方法。由于数理统计学所考察的数据带有偶然性，使得依据这些数据所得出的结论带有某种不确性，将其量化需要借助概率论的方法。因而，数理统计学与概率论这两个学科有着密切的联系：概率论是数理统计的基础，数理统计是概率论的一种应用。概率论的发展从

本质上促进了数理统计的发展。

随着计算机技术的进步和广泛使用,统计学又产生了一些新的分支和边缘性的新学科,如最优设计和非参数统计推断等,不仅使得过去难于计算的问题能够解决,而且有力地促使了那些能有效利用现代计算机强大计算能力的统计学新理论、新方法的纷纷问世。统计的应用范围愈来愈广,已渗透到许多科学领域,应用到国民经济各个部门,成为科学研究不可缺少的工具。实验设计法、回归设计和回归分析、方差分析、多元分析等统计方法在自然科学和技术科学中被普遍应用。

正交试验设计(Orthogonal Experimental Design)是研究多因素多水平的一种设计方法,它是根据正交性从全面试验中挑选出部分有代表性的点进行试验,这些有代表性的点具备了“均匀分散,齐整可比”的特点,正交试验设计是分析因式设计的主要方法,是一种高效率、快速、经济的实验设计方法。日本著名的统计学家田口玄一将正交试验选择的水平组合列成表格,称为正交表。例如,做一个三因素三水平的实验,按全面实验要求,须进行 $3^3=27$ 种组合的实验,且尚未考虑每一组合的重复数。若按 $L_9(3)$ 正交表安排实验,只需做9次,按 $L_{18}(3)$ 正交表进行实验需要18次,显然大大减少了工作量。因而正交实验设计在很多领域的研究中已经得到广泛应用。

(二) 傅里叶变换与小波变换

信号分析的主要目的是寻找一种简单有效的信号变换方法,使信号所包含的重要信息能显现出来。小波分析属于信号时频分析的一种,在小波分析出现之前,傅里叶变换是信号处理领域应用最广泛、效果最好的一种分析手段。傅里叶变换是时域到频域互相转化的工具,从物理意义上讲,傅里叶变换的实质是把波形分解成不同频率正弦波的叠加和。正是傅里叶变换的这种重要的物理意义,决定了傅里叶变换在信号分析和信号处理中的独特地位。傅里叶变换用在两个方向上都无限伸展的正弦曲线波作为正交基函数,把周期函数展开成傅里叶级数,把非周期函数展成傅里叶积分,利用傅里叶变换对函数作频谱分析,反映了整个信号的时间频谱特性,较好地揭示了平稳信号的特征。

小波变换是一种新的变换分析方法,它继承和发展了短时傅里叶变换局部化的思想,同时又克服了窗口大小不随频率变化等缺点,能够提供一个随频率改变的时间-频率窗口,是进行信号时频分析和处理的理想工具。与傅里叶变换相比,小波变换是时间(空间)频率的局部化分析,它通过伸缩平移运算对信号(函数)逐步进行多尺度细化,最终达到高频处时间细分,低频处频率细分,能自动适应时频信号分析的要求,从而可聚焦到信号的任意细节,解决了傅里叶变换困难的问题,成为继傅里叶变换以来在科学方法上的重大突破。小波分析是一种新兴的数学分支,它是泛函数、傅里叶分析、调和分析、数值分析的完美结晶;在应用领域,特别是在信号处理、图像处理、语音处理以及众多非线性科学领域,它被认为是继傅里叶分析之后又一有效的时频分析方法。

（三）卡尔曼滤波与粒子滤波

卡尔曼滤波是一种广泛应用的滤波方法，它以最小均方误差为估计的最佳准则，寻求一套递推估计算法。其基本思想是：采用信号与噪声的状态空间模型，利用前一时刻的估计值和现时刻的观测值来更新对状态变量的估计，求出现时刻的估计值。它适用于实时处理和计算机运算。它以“预测—实测—修正”的顺序递推，根据系统的测量值来消除随机干扰，再现系统的状态，或根据系统的测量值从被污染的系统恢复系统的本来面目。

卡尔曼滤波需要假定系统是线性的，并认为系统中的各个噪声与状态变量均呈高斯分布，这两条假设限制了卡尔曼滤波器在现实生活中的应用。扩展卡尔曼滤波器（EKF）极大地拓宽了卡尔曼滤波的适用范围。EKF 的基本思路是，假定卡尔曼滤波对当前系统状态估计值非常接近于其真实值，于是将非线性函数在当前状态估计值处进行泰勒展开并实现线性化。无迹卡尔曼滤波器（UKF）是针对非线性系统的一种改进型卡尔曼滤波器。UKF 处理非线性系统的基本思路在于无迹变换，而无迹变换从根本上讲是一种描述高斯随机变量在非线线性化变换后的概率分布情况的方法。无迹卡尔曼滤波认为，与其将一个非线性化变换线性化、近似化，还不如将高斯随机变量经非线性变换后的概率分布情况用高斯分布来近似那样简单，因而无迹卡尔曼滤波算法没有非线性化这一步骤。无迹卡尔曼滤波器按照一套公式产生一系列样点，每一样点均配有一个相应的权重，而这些带权重的样点被用来完整地描述系统状态向量估计值的分布情况，它们替代了卡尔曼滤波器中的状态向量估计值及协方差。无迹卡尔曼滤波器让这些样点一一经历非线性状态方程与测量方程，然后再将这些经非线性变换后的样点按照它们的权重而综合出对当前时刻的系统状态向量估计值。多态自适应（MMA）卡尔曼滤波器是一种受到广泛关注的滤波器，它由多个并联、同时运行的卡尔曼滤波器组成。在这组卡尔曼滤波器中，每一个滤波器对未知的滤波参数分别做出相互不同的假设，然后各自按照自己的模型假设进行滤波计算。而多态自适应滤波器最后将它们对系统状态的各个估计值进行加权，并以此作为最优估计值输出。

粒子滤波（Particle Filter）的思想基于蒙特卡洛方法（Monte Carlo Methods），它是利用粒子集来表示概率，可以用在任何形式的状态空间模型上。其核心思想是通过从后验概率中抽取的随机状态粒子来表达其分布，是一种顺序重要性采样法（Sequential Importance Sampling）。简单来说，粒子滤波法是指通过寻找一组在状态空间传播的随机样本对概率密度函数进行近似，以样本均值代替积分运算，从而获得状态最小方差分布的过程。这里的样本即指粒子，当样本数量 $N \rightarrow \infty$ 时可以逼近任何形式的概率密度分布。尽管算法中的概率分布只是真实分布的一种近似，但由于非参数化的特点，它摆脱了解决非线性滤波问题时随机量必须满足高斯分布的制约，能表达比高斯模型更广泛的分布，也对变量参数的非线性特性有更强的建模能力。因此，粒子滤波能够比较精确地表达基于观测量和控制量的后验概率分布。

粒子滤波技术在非线性、非高斯系统表现出来的优越性,决定了它的应用范围非常广泛。另外,粒子滤波器的多模态处理能力,也是它应用广泛的原因之一。国际上,粒子滤波已被应用于各个领域。在经济学领域,它被应用在经济数据预测;在军事领域已经被应用于雷达跟踪空中飞行物,空对空、空对地的被动式跟踪;在交通领域它被应用在对车或人的视频监控;它还用于机器人的全局定位。虽然粒子滤波算法可以作为解决问题的有效手段,但是该算法仍然存在着一一些问题。其中最主要的问题是需要用大量的样本数量才能很好地近似系统的后验概率密度。因此,有效地减少样本数量的自适应采样策略是该算法的重点。另外,重采样阶段会造成样本有效性和多样性的损失,导致样本贫化现象。如何保持粒子的有效性和多样性,克服样本贫化,也是该算法的研究重点。

(四) 模糊逻辑

1965年,美国数学家查德首先提出了模糊集合的概念,标志着模糊数学的诞生。模糊数学与模糊逻辑实质上是要对模糊性对象进行精确的描述和处理。查德为了建立模糊性对象的数学模型,把只取0和1二值的普通集合概念推广为在 $[0, 1]$ 区间上取无穷多值的模糊集合概念,并用“隶属度”这一概念来精确地刻画元素与模糊集合之间的关系。正因为模糊集合是以连续的无穷多值为依据的,所以,模糊逻辑可看作是运用无穷连续值的模糊集合去研究模糊性对象的科学。把模糊数学的一些基本概念和方法运用到逻辑领域中,产生了模糊逻辑变量、模糊逻辑函数等基本概念。对于模糊连接词与模糊真值表也做了相应的对比研究。查德还开展了模糊假言推理等似然推理的研究,有些成果已直接应用于模糊控制器的研制。创立和研究模糊逻辑的主要意义有:

(1) 运用模糊逻辑变量、模糊逻辑函数和似然推理等新思想、新理论,为寻找解决模糊性问题的突破口奠定了理论基础,从逻辑思想上为研究模糊性对象指明了方向。

(2) 模糊逻辑在原有的布尔代数、二值逻辑等数学和逻辑工具难以描述和处理的自动控制过程、疑难病症的诊断、大系统的研究等方面都具有独到之处。

(3) 在方法论上,为人类从精确性到模糊性、从确定性到不确定性的研究提供了正确的研究方法。此外,在数学基础研究方面,模糊逻辑有助于解决某些悖论。对辩证逻辑的研究也会产生深远的影响。当然,模糊逻辑理论本身还有待进一步系统化、完整化、规范化。

(五) 神经网络与遗传算法

人工神经网络(Artificial Neural Networks, ANNs)也简称为神经网络(NNs)或称作连接模型(Connection Model),它是一种模拟动物神经网络行为特征,进行分布式并行信息处理的算法数学模型。这种网络依靠系统的复杂程度,通过调整内部大量节点之间相互连接的关系,从而达到处理信息的目的。

思维学普遍认为,人类大脑的思维分为抽象(逻辑)思维、形象(直观)思维和灵感

(顿悟)思维三种基本方式。逻辑性的思维是指根据逻辑规则进行推理的过程;它先将信息化成概念,并用符号表示,然后根据符号运算按串行模式进行逻辑推理;这一过程可以写成串行的指令,让计算机执行。然而,直观性的思维是将分布式存储的信息综合起来,结果是忽然间产生想法或解决问题的办法。这种思维方式的根本点在于以下两点:

- (1) 信息是通过神经元上的兴奋模式分布在存储网络上。
- (2) 信息处理是通过神经元之间同时相互作用的动态过程来完成的。

人工神经网络就是模拟人思维的第二种方式。这是一个非线性动力学系统,其特色在于信息的分布式存储和并行协同处理。虽然单个神经元的结构极其简单,功能有限,但大量神经元构成的网络系统所能实现的行为却极其丰富。

人工神经网络具有初步的自适应与自组织能力。在学习或训练过程中改变权重值,以适应周围环境的要求。同一网络因学习方式及内容不同可具有不同的功能。人工神经网络是一个具有学习能力的系统,可以发展知识,以至于超过设计者原有的知识水平。通常,它的学习训练方式可分为两种,一种是有监督或有导师的学习,这时利用给定的样本标准进行分类或模仿;另一种是无监督的学习或无导师的学习,这时只规定学习方式或某些规则,其具体的学习内容随系统所处环境(即输入信号情况)而异,系统可以自动发现环境特征和规律性,具有更近似人脑的功能。

遗传算法是模仿自然界生物进化机制发展起来的随机全局搜索和优化方法,它借鉴了达尔文的进化论和孟德尔的遗传学说。其本质是一种高效、并行、全局搜索的方法,它能在搜索中自动获取和积累有关空间知识,并自适应地控制搜索过程以求得最优解。遗传算法操作使用适者生存的原则,在潜在的解决方案种群中逐次产生一个近似最优方案。遗传算法模拟了自然选择和遗传中发生的复制、交叉、变异等现象,从任一初始种群出发,通过随机选择、交叉、变异操作,产生一群更适合环境的个体,使群体进行到搜索空间中越来越好的区域。这样一代一代地不断繁衍进化,最后收敛到一群最适合环境的个体,求得问题的最优解。遗传算法在人工智能的众多领域具有广泛应用。例如,机器学习、聚类、控制(如煤气管道控制)、规划(如生产任务规划)、设计(如通信网络设计、布局设计)、调度(如作业车间调度、机器调度、运输问题)、配置(机器配置、分配问题)、组合优化(如TSP、背包问题)、函数的最大值以及图像处理和信号处理等。

(六) 专家系统与机器学习

专家系统是人工智能中最重要的也是最活跃的一个应用领域,它实现了人工智能从理论研究走向实际应用、从一般推理策略探讨转向运用专门知识的重大突破。专家系统是早期人工智能的一个重要分支,它可以看作是一类具有专门知识和经验的计算机智能程序系统。一般采用人工智能中的知识表示和知识推理技术来模拟通常由领域专家才能解决的复杂问题。专家系统是一个智能计算机程序系统,其内部含有大量的某个领域专家水平的知识与经验,