

CVIC' 91

计算机视觉与智能控制 91



中国 武汉  
一九九一·十

# 目 录

智能控制论 .....	涂序彦(1)
视觉精确制导 .....	彭嘉雄(10)
边缘检测综述 .....	闫平凡(17)
机器人高层规划研究的新进展 .....	蔡自兴(23)
<b>计算机视觉</b>	
基于重投影变换的实时障碍物检测算法 .....	朱志刚 林学门(31)
立体视觉发展回顾 .....	曾迎生(37)
快速道路跟踪 .....	刘建平(40)
用二次正交多项式拟合灰度曲面进行曲面分类 .....	李党晨 丁明跃 彭嘉雄(43)
一种双像机深度提取系统 .....	李党晨 丁明跃 彭嘉雄(48)
利用等灰度轮廓及边缘轮廓拟合进行物体识别与定向 .....	李党晨 丁明跃 彭嘉雄(54)
航空照片中飞机目标的分割 .....	戴震 高健(60)
基于 Bezier 曲线的深度图象快速特征提取法 .....	傅晟 陈小平 邢小良(64)
简化的三维运动参数的鲁棒估计算法 .....	汪涛 邢小良 庄新华(68)
Spot 卫星图象立体重建 .....	李红征 张戩 柳健(74)
一种利用深度信息获取三维平面的方法 .....	赵跃进 冯建生(80)
用于运动估计的相位相关算法 .....	倪林 俞斯乐 李华(85)
高精度的 CCD 相机几何畸变检校方法 .....	陶闯 林宗坚 卢健(91)
变视点快速光线跟踪算法 .....	张学军 先武(97)
焊接机器人视觉跟踪研究 .....	国澄明 王兆华 吴仁育 王国栋(102)
最优相关子集法用于目标跟踪的研究 .....	魏洛刚 彭嘉雄(108)
基于角点的形状分析 .....	卢汉清 彭嘉雄(113)
多品种小批量产品自动装配中的装配对象识别 .....	田耕欣(118)
运动目标的快速边缘抽取与运动坐标系的建立 .....	刘建国 彭嘉雄(122)
一种面向流水线结构的并行细化算法 .....	杨士强 李经纬 徐光佑(127)
激光焦斑的微机图像分析 .....	夏志坚(133)
非类似 X 线图象的双目标函数配准法 .....	张天序 吕维雪(136)
利用共生矩阵进行图象分割的快速算法 .....	彭嘉雄 李小文 张天序(143)
JPEG 算法——图象压缩编码 .....	徐光佑 周红(149)
人机通信接口技术中表情图象映射合成方法的研究 .....	蔡德孚 时永霞(155)
一类含噪图象递阶分割方法的改进方案 .....	何任杰 饶利芸(159)
基于胃镜图象的早期胃癌计算机检测方法 .....	莫卫国 周新(162)

一种用于噪声图象分割的并行层次化非监督算法 .....	刘建勤 管旭东 杨伟 王爱群 郑南宁(167)
指纹图象数据压缩 .....	李强 伍箭飞(172)
二值图象的自适应窗口边缘检测方法 .....	葛洪伟 杨国庆(175)
从链码到轮廓的多边形层次描述 .....	庄成三 李怀宇(180)
简易实用的 PC 图象板系统 GIPS .....	胡富国 李强(187)
视频实时相关器的研制 .....	陈益新 张桂林 胡富国 李强 曹伟煌 郑云慧(193)
一种非线性对比度增强方法研究 .....	丁明跃 彭嘉雄(199)
荧光膜配列质量的自动检测 .....	张建森 胡枝秀(205)
多结构元广义形态滤波 .....	吴慧兰 丁润涛(208)
实时相关匹配的一种改进方法 .....	赵庆 黄莎白(212)
图象并行处理 ASIC 设计 .....	许东来 李玉山(219)
精液图象分割研究 .....	黄晓明 严洪范 唐立吾(225)
染色体计算机辅助识别软件系统研究 .....	钟春香 王长江 胡枝秀 傅小三 袁爱芳(229)
图象识别的并行计算原理研究 .....	钟春香(232)
不变矩的一个常见错误及矩的推广 .....	毕笃彦 戴震 郭明杰(237)
用不变矩法识别车型 .....	刘育红(242)
$K * K$ 细化算法 .....	潘伟 李立新 张祥(248)
一个有效的实现图象 PDL 描述的方法 .....	俞益洲 陈纯(253)
图象边缘检测的神经网络方法 .....	汪涛 王培方 邢小良(259)
用数学形态学方法处理医学(经络, 细胞)图象 .....	陈洁 周曼丽 常大定 关新民(265)
工程图纸读取软件 .....	于子凡(271)
CV2 系统用于土地资源详查 .....	邸凯昌 林宗坚 卢健(277)
多重判据线划跟踪 .....	闫利 林宗坚 卢健(283)
一种多灰度图象的针式打印机输出方法 .....	张逸敏(289)
广义算子智能控制系统模型 .....	周家骅 涂序彦(292)
智能控制的四元结构 .....	蔡自兴(299)
√基于神经网络的智能控制方法 .....	苗永锋 戴冠中 朱志祥 李正茂(305)
√基于神经元的 PID 学习控制 .....	胡建元 黄心汉 陈锦江(311)
海上船舶避碰智能决策与控制 .....	孔小明 黄继起(315)
√多模态 PID 控制与双向归约与或图 .....	柏建国 罗成芳(321)
通信网的实时检测与智能管理系统 .....	陈振羽 张巨岩(326)
大型智能管理系统的设计 .....	宋碧先 江庭凯 李祖枢(331)
教学质量的模糊综合评判 .....	张宏(335)
<b>专家系统与数据库</b>	
图象数据库的语义表达和结构描述 .....	夏新初(340)
数据库记录的树型分类及智能检索 .....	王秉钦 才鹤云(344)
经验定律发现系统 QLH90 的总体设计 .....	李德华 伍小明 王佳 雷宜武(349)

专家系统的一种可取的评价模型 .....	魏世泽	(357)
服装智能 CAD 系统 .....	许耀昌 苏红	(362)
减摇鳍专家控制 .....	吴建 黄继起	(367)
地毯图案的计算机处理 .....	刘常澍 张毓忠 庞维珍	(376)
专家系统在机械手故障诊断中的应用 .....	李金伴 陈德福 韩思音	(380)
热电厂调度专家系统的研究 .....	张志明 吴明光 高衿畅 周春晖	(384)
钻井工程事故和复杂情况诊断与处理专家系统 .....	陈明亮 施太和 陈平	(391)
软件系统故障诊断 .....	丁明跃 张萍 彭嘉雄	(396)
智能式客观视力测试方法 .....	廖学锋 范希鲁	(401)
基于知识的多构造测井矢量图模式识别系统 .....	刘建国 彭嘉雄	(407)
人工智能在油田开发中的应用 .....	刘德华 贾选红	(413)
篇章理解中上下文处理的学习应用 .....	王建波 王开铸 邓嵩	(419)
几何知识结构的获取 .....	程显毅	(425)
广义划分嫡 .....	蒋秋山	(429)
偶阶同心幻方的简明快速构造方法 .....	何超 何建勋	(435)
以模拟为核心的知识获取 .....	袁先才 曾清平	(439)
辅助设计智能控制器的思想和方法 .....	涂亚庆 李祖枢	(445)
√一种由单片机实现的智能 PID 专家控制器 .....	胡寿伟 刘峙山	(450)
弹道导弹智能制导 .....	余苏宁 彭嘉雄	(455)
图象配准的梯度方向法 .....	余苏宁 彭嘉雄	(463)
智能型电网节能控制器研究 .....	黎明森 何志渔 李剑 李志宏	(469)

# CONTENT

## Invited Papers

- Intelligent Cybernetics ..... (1)  
    Tu Xuyan
- Precision Guidance by Vision ..... (10)  
    Peng Jiaxiong
- The Review of Edge Detection ..... (17)  
    Yan Pinfan
- An Advance in Research on High-Level Robot Planning ..... (23)  
    Cai Zixing

## Computer Vision

- Realtime Obstacle Detection Algorithm Based on Reprojection Transformation ..... (31)  
    Zhu Zhigang and Lin Xueyin
- The Review of Stereo Vision's Development ..... (37)  
    Zeng Yingsheng
- Fast Road Following ..... (40)  
    Liu Jianping
- Surface Classification Using Intensity Approximation with an Orthogonal  
    Quadric Polynomial ..... (43)  
    Li Dangchen, Ding Mingyue and Peng Jiaxiong
- A Dual-Camera Depth Determining System ..... (48)  
    Li Dangchen, Ding Mingyue and Peng Jiaxiong
- Object Recognition and Orientation Using the Approximation of Contours  
    of Constant Image Intensity and Edges ..... (54)  
    Li Dangchen, Ding Mingyue and Peng Jiaxiong
- The Image Segmentation of Plane Target in the Aerophoto ..... (60)  
    Dai Zhen and Gao Jian
- Quick Feature Extraction from Range Data Using Bezier Curve ..... (64)  
    Fu Sheng, Chen Xiaoping, and Xing Xiaoliang
- Simplified Robust Estimator for 3-D Rigid Motions ..... (68)  
    Wang Tao, Xing Xiaoliang and Zhuang Xinhua
- Stereo Restruction of Spot Images ..... (74)  
    Li Hongzhen, Zhang Jian, and Liu Jian
- A Method for Obtaining 3D Surface by Range Data ..... (80)  
    Zhao Yuejin and Feng Jiansheng
- Phase Correlation Algorithm Applied to Motion Estimation ..... (85)  
    Ni Lin, Yu Sile, and Li Hua

High Precision Calibration Method for CCD Camera Geometric Distortion .....	(91)
Tao Chang, Lin Zongjian and Lu Jian	
Fast Ray Tracing Algorithm with Changing Viewing Point .....	(97)
Zhang Xuejun and Xian Wu	
The Research on Visual Tracking of Welding Robot .....	(102)
Guo Chengming, Wang Zhaohua, Wu Renyu and Wang Guodong	
The Optimally Correlated Subsets Approach to Target Tracking .....	(108)
Wei Logang and Peng Jiaxiong	
Analysis of Shape Using the Corners .....	(113)
Lu Hanqing and Peng Jiaxiong	
In Case That the Product of Varied kinds and Small Batch is Automatically Assembled, The Assembly Object is Recognized .....	(118)
Tian Gengxin	
Fast Edge Extraction of Moving Objects and Establishment of Moving Coordinate Axis .....	(122)
Liu Jianguo and Peng Jiaxiong	
<b>Image Processing and Analysis</b>	
Pipeline Organization Oriented A Parallel Thinning Algorithm .....	(127)
Yang Siqiang, Li Jinwei and Xu Gungyou	
Image Analysis to the Laser Focal Speckles by Using Microcomputer .....	(133)
Xia Zhijian	
Double Objective Image Registration for Dissimilar X-ray Data .....	(136)
Zhang Tianxu and Lu Weixue	
A Fast Algorithm for Image Segmentation Using the Gray level Co-Occurrence Matrix .....	(143)
Peng Jiaxiong, Li Xiaowen and Zhang Tianxu	
JPEG Algorithm-Image Compression and Coding .....	(149)
Xu Guangyou and Zhou Hong	
The Mapping Method for Face Image Synthesis in Human-Machine Natural Interface .....	(155)
Cai Defu and Si Yongxia	
The Improved Approaches of Hierarchical Region Segmentation for a Kind of Noise Contained Images .....	(159)
He Renjie and Rao Liyun	
An Early-Stage Stomach Cancer Detection Method by Computer Based on EndoscopeImage .....	(162)
Mo Weiguo and Zhou Xin	
An Unsupervised Parallel Hierarchical Algorithm for Noisy Image Segmentation ...	(167)
Liu Jianqin, Guan Xudong, Yang Wei, Wang Aiqun, and Zheng Nanning	

Fingerprint Image Data Compression .....	(172)
Li Qiang and Wu Jianfei	
Edge Detection of Binary Image Based on Adaptive Window .....	(175)
Ge Hongwei and Yang Guoqing	
Polygon Hierarchical Description from Chain Codes to Contours .....	(180)
Zhuang Chengsan and Li Huaiyu	
A Simple and Pratical PC Image Processing System GIPS .....	(187)
Hu Fuguo and Li Qiang	
The Development of Real-Time Video Correlator .....	(193)
Chen Yixin,Zhang Guilin,Hu Fuguo,Li Qiang,Cao Weixuan,and Zheng Yunhui	
Research on a Non-linear Contrast Enhancing Algorithm .....	(199)
Ding Mingyue and Peng Jiaxiang	
Quality Auto-Inspecting of Braun Tubes' fluorescent Coating Disposition .....	(205)
Zhang Jiansen and Hu Zhixiu	
Multiple Structuring Elements Generalized Morphological Filtering .....	(208)
Wu Huilan and Ding Runtao	
An Improved Method for the Real-Time Correlation Matching.....	(212)
Zhao Qing and Huang Shabai	
ASIC Design of Image Parallel Processing .....	(219)
Xu Donglai and Li Yushan	
The Research on Segmentation for Human Sperm Image.....	(225)
Huang Xiaoming, Yan Hongfan, and Tang Liwu	
Study on Software System of Computer Aided Recognition for Chromosomes.....	(229)
Zhong Chunxiang, Wang Changjiang, Hu Zhixiu, Fu Xiaosan,and Yuan Aifang	
Study on the Principle for Parallel Computing of Image Recognition .....	(232)
Zhong Chunxiang	
A Common Error of the Invariant Moment and the Popularize of the Moment .....	(237)
Bi Duyan, Dai Zhen, and Guo Mingjie	
Trucks Recognition Using Invariant Moment Method .....	(242)
Liu Yuhong	
K * K Thinning .....	(248)
Pan Wei, Li Lixing, and Zhang Xiang	
Automatic Generation of PDL Description of Images .....	(253)
Yu Yizhou and Chen Chun	
A Neural Network Approach to Edge Detection .....	(259)
Wang Yao, Wang Peifang, and Xing Xiaoliang	
Medical Image (Meridian, Cell) Processing By Mathematical Morphology .....	(265)
Jie Chen, M.L.Zhou, D.D.Chang, and X.M.Guan	

Engineering Map Reading Software .....	(271)
Yu Zifan	
Land Source Investigation Based on CV2 System .....	(277)
Di Kaichang, Ling Zongjian, and Lu Jian	
Multi-Criterion Line Following .....	(283)
Yan Li, Ling Zongjian, and Lu Jian	
A Method of Images Output on a Dot Matrix Printer .....	(289)
Zhang Yimin	
<b>Intelligent Control and Management</b>	
Generalized Operator Intelligent Control System Model .....	(292)
Zhou Jiahua and Tu Xuyan	
Four-Element Structural Theory of Intelligent Control .....	(299)
Cai Zixing	
Neural Network Approaches to Intelligent Control .....	(305)
Miao Yongfeng, Dai Guanzhong, Zhu Zhixiang, and Li Zhengmao	
Neurone-Based PID Learning Control .....	(311)
Hu Jianyuan, Huang Xinhan, and Chen Jingjiang	
Intelligent Decision-Making and Control for Marine Collision Avoidance .....	(315)
Kong Xiaoming and Huang Jiqi	
Multi-Model State PID Control and And-Or Plot of Two-Way Reduction .....	(321)
Pe Jianguo and Luo Chengfan	
In-Time Detection and Intelligent Management System for Communication Network .....	(326)
Chen Zhenyu and Zhang Juyan	
The Design for Large Scale Intelligent Management Systems .....	(331)
Song Bixian, Wang Tingkai, and Li Zushu	
Fuzzy Synthetic Judgement of Teaching Effect .....	(335)
Zhang Hong	
<b>Expert System and Data Base</b>	
Semantic Expression and Structure Description of Image Data Base .....	(340)
Xia Xinchu	
Intelligently Indexing Problem of Hierarchical Data-Base Files .....	(344)
Wang Bing qin and Cai Heyun	
Design of Experimental Law Discovery System QLH90 .....	(349)
Li Dehua, Wu Xiaoming, Wang Jia, and Lei Yiwu	
An Available Appraising Model of Expert System .....	(357)
Wei Shize	
Intellectual CAD System of Clothes .....	(362)
Xu Yaochang and Su Hong	



Expert Control of Anti-Roll System .....	(367)
Wu Jian and Huang Jiqi	
Computer Processing of Carpet Pattern .....	(376)
Liu Changshu, Zhang Yuzhong, and Pang Weizhen	
Expert System Applied to Mechanical Hand Breakdown Diagnosis.....	(380)
Li Jinban, Chen Defu, and Han Siyin	
The Research of Thermal Energy Scheduling Expert System .....	(384)
Zhang Zhiming, Wu Mingguang, Gao Jingchang, and Zhou Chunhui	
The Expert System Building Package For Diagnosis and Treatment of Drilling Problems .....	(391)
Chen Mingliang, Shi Taihe, and Chen Ping	
Fault Diagnosis in Software System.....	(396)
Ding Mingyue, Zhang Ping, and Peng Jiaxiong	
<b>Artificial Intelligence</b>	
Intelligent and Objective Measurement of Visual Acuity .....	(401)
Liao Xuefeng and Fan Xilu	
Knowledge-Based Multi-Structure Dip Arrow Plot Pattern Recognition System ...	(407)
Liu Jianguo and Peng Jiaxiong	
Artificial Intelligence Applied to the Development of Oil Field .....	(413)
Liu Dehua and Jia Xuanhong	
Learning Mechanism Applied on Text Understanding .....	(419)
Wang Jianbo, Wang Kaizhu, and Deng Song	
The Obtaining of Geometric Knowledge Structure .....	(425)
Zhen Xianyi	
The General Entropy .....	(429)
Jiang Qiushan	
Simple Fast Construction Method of Even Order Concentric Magic Square .....	(435)
He Chao and He Jianxun	
Obtaining Knowledge Based on Fault Simulation .....	(439)
Yuen Xianzai and Zeng Qinpin	
The Ideas and Method for Computer Aided Design of Intelligent Controllers ...	(445)
Tu Yaqing and Li Zushu	
Intelligence PID Expert-Controlled Realised By Microcomputer .....	(450)
Hu Shouwei and Liu Zhishan	
Intelligent Guidance of Ballistic Missiles .....	(455)
Yu Suning and Peng Jiaxiong	
Image Registration by Gradient Direction .....	(463)
Yu Suning and Peng Jiaxiong	

# 智能控制论

涂序彦

## 一、引言

智能控制(Intelligent Control)是当前国内外人工智能、自动化、计算机科学技术领域中的热门课题,受到学术界、工程界和企业界的广泛关注,正在积极进行有关智能控制的理论方法和应用技术的研究与开发工作,取得了许多新进展、新成果。

本文探讨智能控制的学科范畴、理论体系、技术基础的有关问题,提出建立控制论的一个新的学科分支——“智能控制论”(Intelligent Cybernetics)的设想,讨论智能控制论的研究对象、基本内容、科学方法和学科体系等。

## 二、控制论的新分支——智能控制论

如果追溯智能控制的发展历史和学术渊源,人们可以发现,早在五十年代,在“控制论”(Cybernetics)、工程控制论(Engineering Cybernetics)以及生物控制论(Bio-Cybernetics)的研究中,就曾经提出过:自适应、自学习、自寻优、自镇定、自组织、自修复、自繁殖等,所谓“控制论系统”(Cybernetics System)的概念,探讨过相应的原理和方法,孕育了智能控制的基本概念和学术思想。

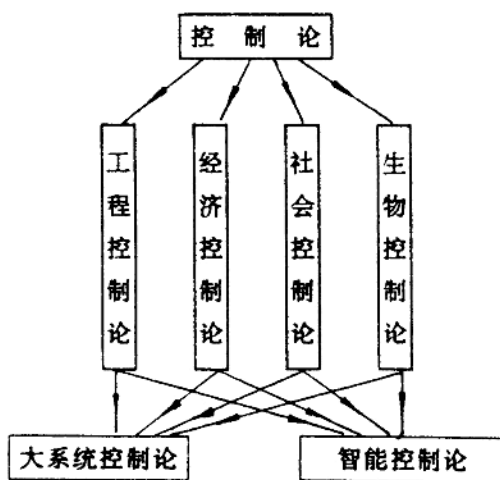


图 1: 控制论的学科发展

控制论的主题是研究动物和机器中的控制和通信问题,也就是探讨生物有机体(特别是人

体控制系统)与机器控制系统在控制和通信过程中的共同规律。由于生物长期进化与自然淘汰优选的结果,人体控制系统是迄今所知的最高级的智能控制系统,它具有:自适应、自学习、自寻优、自镇定、自组织、自繁殖…等各种优越的智能特性。研究人体控制系统的上述智能特性的机理,并将它们引用于工程控制系统的设计,正是控制论、工程控制论和生物控制论所追求的目标和感兴趣的问题。

因此,智能控制与控制论具有合乎逻辑的密切关系。事实上,人体控制系统是最完善的生物智能控制系统,而现有的或正在研制中的各种工程智能控制系统,可以说是对人体控制系统在功能上或结构上的某种模拟、延伸或扩展。或者说,是具有拟人智能的工程控制系统。

可以设想,控制论学科的发展模式如图1所示:

在图1中:

控制论(Cybernetics)——研究各种控制系统的共同规律、原理和方法。

工程控制论(Engineering Cybernetics)——研究各种工程控制系统的共同规律、原理和方法,是控制论的工程分支学科。

经济控制论(Economic Cybernetics)——研究各种经济控制系统的共同规律、原理和方法,是控制论的经济分支学科。

社会控制论(Socio-Cybernetics)——研究各种社会控制系统的共同规律、原理和方法,是控制论的社会分支学科。

生物控制论(Bio-Cybernetics)——研究各种生物控制系统的共同规律、原理和方法,是控制论的生物分支学科。

大系统控制论(Large System Cybernetics)——研究各种大系统控制过程的共同规律、原理和方法。

智能控制论(Intelligent Cybernetics)——研究各种智能控制系统的共同规律、原理和方法。

这里,智能控制论是控制论向智能水平的深度发展的分支学科;而大系统控制论是控制论向系统规模的广度发展的分支学科。

应当指出,在控制论学科体系中,“控制”的概念是广义的,包含:控制(Control)、调节(Regulate)、决策(decision)、管理(manage)、指挥(Command)…等多种涵义。因此,“智能控制论”(Intelligent Cybernetics)比“智能控制理论”(Intelligent Control Theory)具有更广的内涵。还包括:智能管理理论(Intelligent Management Theory)、智能调节理论(Intelligent Regulation Theory)、智能指挥理论(Intelligent Command Theory)、智能决策理论(Intelligent Decision Theory)…等。

### 三、智能控制论的研究对象

智能控制论的研究对象是各种不同领域中的智能控制系统。包括:

#### 1、工程智能控制系统

即:工程领域中的各种智能控制系统。例如,工业生产过程中的智能控制系统(Intelligent

Control Systems)、智能调节系统(Intelligent Regulation Systems)、智能管理系统(Intelligent Management Systems)……等;国防军事部门中的各种智能化武器的控制系统、操纵系统及指挥系统……等;交通运输部门中的各种飞机、车辆、船舶的智能控制系统、驾驶系统、管理系统……等;电力能源部门中的各种机器、装置、设备的智能控制系统、调度系统……等。

## 2、生物智能控制系统

即:生物领域中的各种动物,特别是人的智能控制系统。例如,人体控制系统中的各种生理调节系统,如:血压调节系统、体温调节系统、呼吸调节系统……等;维持人体内环境稳定和正常生命活动的各种体内的神经或体液的控制系统,如:交感神经控制系统、副交感神经控制系统、内分泌激素控制系统……等;适应人体外环境变化,进行各种智能活动,接受外界信息,产生行为反应,从事劳动生产,参加文体活动……等人体的心理和生理调节与控制系统,如:视觉控制系统、听觉控制系统、语言理解和生成控制系统、人体姿势运动协调控制系统……等。

## 3、经济智能控制系统

即:经济领域中的各种智能控制系统。例如:宏观经济领域中的控制与调节系统,如:国民经济计划管理系统、财政管理系统……等;微观经济领域中的控制与调节系统,如:企业经营管理系统、个体经济市场调节系统……等。由于经济领域的各种控制、管理和调节,关系到个人、集体和国家的经济利益,所以,是人的智能活动的重要对象和场所。在现代化的经济控制、调节和管理系统中,不仅要依靠人的智能,而且要应用人工智能,设计和开发各种计算机辅助经济管理系统。

## 4、社会智能控制系统

即:社会领域中的各种智能控制系统。例如:由人和环境组成的生态控制系统,从环境保护与污染控制的观点,一个工厂、一个城市、一个地区,都可以视为一个生态控制系统。又如,由人群组成的各种社会组织、社会集团、行政机构,实质上都是社会控制系统,其中,存在着复杂的人际关系和信息交互。因为,各种社会控制系统都是以人为主体的控制系统,所以,也都是智能控制系统。可以说,社会智能控制系统是大规模的生物智能控制系统。

智能控制论的研究对象如图 2 所示:

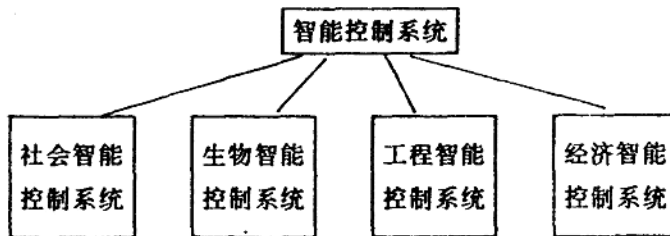


图 2、智能控制论的研究对象

## 四、智能控制论的基本内容

智能控制论的学科内容是研究各种智能控制系统(工程智能控制系统、生物智能控制系

统、经济智能控制系统、社会智能控制系统)的共同规律、原理和方法。

主要有二方面的基本内容:

### 1、智能控制原理分析

运用控制论、系统论、信息论和生物学、心理学、社会学等多学科相结合的理论与方法,对生物智能控制系统、社会智能控制系统中所体现的人的各种智能特性进行分析。如:

- 自寻优

自行寻求最优的或满意的工作方式或运行状态,以实现预期的控制目标。

- 自适应

自行调整系统的参数或结构特性,以适应外界环境条件的变化,保持控制系统的正常状态。

- 自学习

自行获取知识、积累经验,不断改善控制系统性能和运行状态。

- 自镇定

在系统参数或结构摄动的情况下,自行保持控制系统的稳定性。

- 自识别

自行识别各种输入的自然信息模式,如:文字、图象、物景、声音、语言、表情等。

- 自规划

根据控制目的、任务和环境条件,自行制订系统的行动规划,计划系统的输出行为。

- 自协调

自行协调系统中各子系统的局部控制过程,以完成系统的全局控制任务。

- 自组织

根据控制目标和任务的要求,及环境条件的可能,自行组织和构成所需的控制系统。

- 自修复

自行诊断控制系统或子系统、元部件的故障,并进行故障排除与系统修复。

- 自繁殖

自行繁殖、复制或生成具有类似功能和结构的新的控制系统,或性能更好的系统。

对上述智能特性的原理和规律,进行定性定量,静态与动态,宏观与微观的分析,以便深入地认识人体控制系统本身,以及人作为控制者或被控制对象,在各种控制过程中所体现的智能行为和特性。

### 2、智能控制系统设计

在智能控制原理分析的基础上,运用人工智能与控制论、系统论、信息论相结合,特别是:专家系统、知识工程、模式识别、人工神经网络与控制理论、运筹学、系统工程、计算机通信...等多学科相结合的方法和技术,研究工程智能控制系统、经济智能控制系统的设计方法与实现技术。如:

- 自寻优控制系统

采用启发寻优或算法寻优方法,以及启发式优化方法的自寻优控制系统;基于人工神经网络

络的组合优化方法的自寻优控制系统等。

- 自适应控制系统

基于数学模型与系统辨识方法的自校正控制系统,模型参数自适应控制系统,采用知识模型或神经网络模型的自适应控制系统等。

- 自学习控制系统

采用神经网络学习方法、专家系统学习方法、数理统计学习方法,具有联想学习、知识推理、统计分析功能的自学习控制系统等。

- 自镇定控制系统

基于相空间自动切换的主动自镇定控制系统;基于鲁棒性(Robustness)的被动自镇定控制系统等。

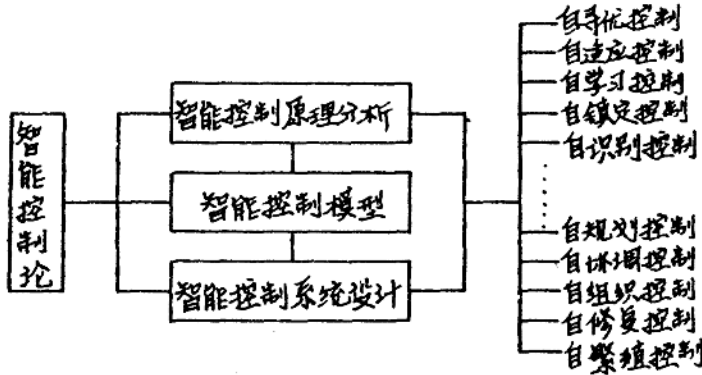


图 3、智能控制论的基本内容

- 自识别控制系统

采用结构模式识别或统计模式识别方法,基于神经网络的联想识别方法,具有文字、图象、景物、声音、语言识别功能的自识别控制系统等。

- 自规划控制系统

基于人工智能与运筹学相结合,知识工程与系统工程相结合,采用启发式线性规划、非线性规划、动态规划方法的自规划控制系统。

- 自协调控制系统

基于协调控制理论、大系统“分解—协调”方法与大脑神经反射协调、小脑神经运动协调机理的自协调控制系统等。

- 自组织控制系统

基于协同学与耗散结构理论与神经网络的突触联结机制,具有分布式柔性结构的自组织控制系统等。

- 自修复控制系统

采用数学模型、知识模型、网络模型等故障诊断和检测方法,基于软、硬件结合的故障切除、功能代偿、冷热备用的自修复控制系统。

- 自繁殖控制系统

基于控制系统 CAD(计算机辅助设计)、CAM(计算机辅助制造)、CAT(计算机辅助测试)等技术集成化的,具有复制、生成新控制系统能力的自繁殖控制系统。

上述二方面是密切相关的,特别是如何将人的智能控制转化为机器智能控制。在生物智能控制原理分析的启示下,设计和建造工程智能控制系统。如图 3 所示。

## 五、智能控制论的科学方法

控制论的科学方法,如:类比方法、黑箱方法、系统方法等,主要体现在控制系统的模型化方法上,以及基于模型化的系统分析方法、系统设计方法。在智能控制论中,将采用智能控制系统的“广义模型化”方法,其中包括:知识模型、数学模型、神经模型等。相应地,在智能控制原理分析与智能控制系统设计中,可采用下列方法,如:

### 1、基于知识模型的推理方法

当采用知识模型描述智能控制系统时,如:用人工智能的知识表达方法:产生式规则、语义网络、框架、谓词逻辑式等,描述专家的知识 and 经验。将采用相应的知识推理方法,如:规则匹配、图搜索、逻辑推理等,进行智能控制系统的分析和设计。例如,专家控制系统、专家管理系统、专家调度系统、专家指挥系统、专家调节系统…等。

基于知识模型,采用知识推理方法和知识工程技术,设计和实现的智能控制系统,可称之为“知识控制”(Knowledge Control)系统,而专家控制系统(Expert Control)是典型的知识控制系统。

采用模糊逻辑(Fuzzy Logic)进行知识表达,用模糊推理方法设计的智能控制系统,是一种非确定性知识控制系统。如所表达的为专家知识和经验,也可称为专家控制系统。

### 2、基于数学模型的解析方法

当采用数学模型描述智能控制系统时,如:微分方程、差分方程、代数方程、传递函数…等。相应地,将采用数学解析方法进行智能控制系统分析和设计,如:状态空间方法,拉氏变换方法…等。例如,基于数学模型的自校正控制系统、模型参数自适应系统等。这里,除了采用控制理论和运筹学中有关的分析和设计方法之外,还需要采用“系统辨识”(Systems Identification)方法,建立系统的数学模型,以及进行模型参数和结构的校正和调整。

为了描述随机、模糊性等不确定性,需采用概率统计、模糊数学模型,设计相应的随机控制系统、模糊控制系统。

### 3、基于神经模型的映射方法

当采用神经网络模型,如:多层感知机模型,作为智能控制器模型时,需采用非线性映射方法,将误差信号空间映射到控制信号空间,或者,将反馈信号空间映射到校正信号空间,以便根据输入与输出的误差大小、符号、模式,产生所需的控制信号,或者,根据输出或状态反馈信号产生所需的校正信号,对控制器的参数或结构进行校正。

上述三种方法可用于设计具有各种拟人智能的控制系统,如,自学习、自适应、自寻优、自识别…等。

对于简单的智能控制系统,可采用上述方法之一;对于较复杂的智能控制系统,需要采用上述方法相结合,如:知识模型与数学模型相结合的“推理~解析”方法;知识模型与神经模型相结合的“推理~映射”方法…等。

如上所述,智能控制论的方法如图 4 所示。

例如,采用“推理~解析”方法,可设计兼有自学习、自适应或自规划特性的智能控制系统;采用“推理~映射”方法可设计兼有自学习、自识别或自组织特性的智能控制系统,…等。

同理,还可采用数学模型与神经模型相结合的“解析~映射”方法,设计兼有自适应、自识别、自规划特性的智能控制系统。

## 六、智能控制论的学科体系

智能控制论本身也是一个复杂的学科体系。如图 5 所示:

### 1、概念层次

按学科概念范畴可分为:智能控制理论、智能调节理论、智能管理理论、智能决策理论、智能指挥理论…等。

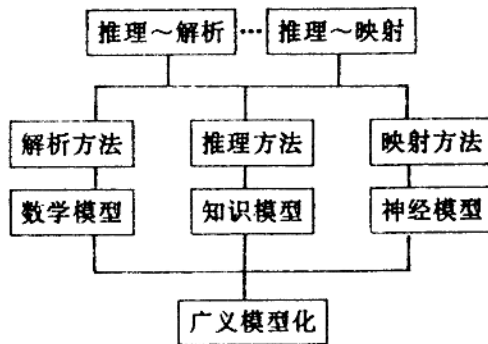


图 4、智能控制论的科学方法

### 2、对象层次

按研究对象和应用领域可分为:工程智能控制系统、生物智能控制系统、经济智能控制系统、社会智能控制系统…等。

### 3、智能层次

按智能特性类别可分为:自寻优控制、自适应控制、自学习控制、自镇定控制、自识别控制、自规划控制、自协调控制、自组织控制、自修复控制、自繁殖控制…等。

### 4、方法层次

按模型化、分析和设计方法可分为:数学智能控制论、知识智能控制论、神经智能控制论…等。



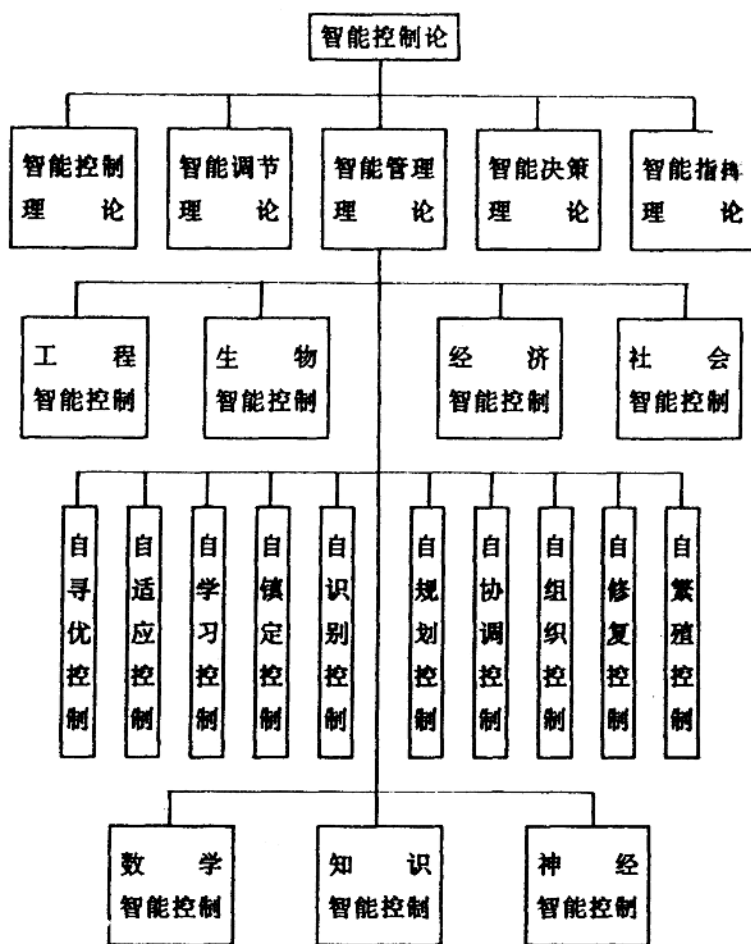


图 5、智能控制论的学科体系

## 七、小结

本文提出了关于发展“智能控制论”新学科的设计，讨论了智能控制论的研究对象、基本内容、科学方法与学科体系问题。希望有助于智能控制的相关学科的相互渗透、不同方法的相互结合，促进智能控制科学技术的发展和应用。文中不妥之处，请同志们批评指正。

## 主要参考文献

1. N·维纳，〈控制论〉，科学出版社，1962.
2. 钱学森、宋健，〈工程控制论〉，科学出版社，1980(上册)，1981(下册).
3. 涂序彦、黄秉亮等，〈生物控制论〉，科学出版社，1980.