

智能控制理论及应用综述

薛荣辉

(西安航空学院 电子工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要: 本文介绍了智能控制的概念、性能和特点。主要分析了神经网络控制、模糊控制技术、混沌控制技术、专家控制技术、集成智能控制等典型的智能控制技术的定义以及优缺点和应用现状。工业、交通运输、新能源等多个领域都用到智能控制技术, 在经典控制的基础上, 实现了多输入信号多变量的控制。呈现出强大的生命力和发展前景, 终将在各个领域发展壮大。

关键词: 智能控制; 神经网络; 专家控制; 模糊控制

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 2096-4706 (2019) 22-0176-03

Intelligent Control Theory and Application Review

XUE Ronghui

(College of Electronic Engineering, Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China)

Abstract: The concept, performance and characteristics of intelligent control are introduced. The definitions, advantages and disadvantages of typical intelligent control technologies, such as neural network control, fuzzy control, chaos control, expert control and integrated intelligent control, and their application status are analyzed. Intelligent control technology is used in many fields, such as industry, transportation, new energy and so on. Based on classical control, multi-input signal and multi-variable control is realized. It shows strong vitality and development prospects, and will eventually grow in all fields.

Keywords: intelligent control; neural network; expert control; fuzzy control

0 引言

智能控制是在无人干预的情况下自主完成系统预设控制任务的一种新型技术, 它的产生使系统的控制方式从普通的自动控制发展为更加高级的智能控制方式。智能控制使得控制对象模型从确定发展到不确定; 使控制系统的输入、输出设备与外界环境有了更加便利的信息交换途径; 使控制系统的控制任务从单一任务变为更加复杂的控制任务; 使普通自动控制系统难以解决的非线性系统的控制问题有了更加理想的解决方式。智能控制使自动控制系统具有了自适应、自组织、自学习和自协调的能力。智能控制代表了控制理论的发展趋势, 能有效地处理复杂的控制问题, 其相关技术可以推广应用于工业、农业、服务业、军事航空以及控制之外的金融、管理、土木、设计等领域。

1 智能控制技术概述

二十世纪以来, 随着科技的发展, 人们对控制系统要求不断提高, 由线性到非线性, 单输入单输出系统控制研究到多输入多输出控制系统研究, 多种控制方法相互融合, 取长补短。

1.1 模糊控制

收稿日期: 2019-09-17

基金项目: 陕西省教育厅项目: 基于深度学习的工业图像表面缺陷检测与分类系统设备研制 (项目编号: 2019GY-014)。

模糊控制理论于1965年由扎德(L.A.Zadeh)教授首先提出, 利用将被控对象模糊化, 与知识库信息模糊对比推理得到相关信息, 再进行清晰化处理给控制对象提供控制信息。模糊控制框图如图1所示, 模糊控制特点如表1所示。

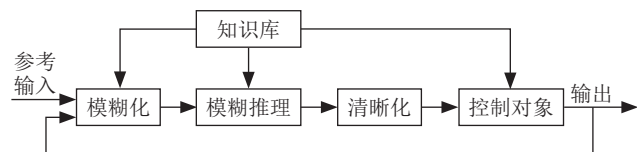


图1 模糊控制框图

表1 模糊控制特点

优点	无需精确数学模型 鲁棒性强 运用语言变量 处理过程模仿人的思维 实时性强
缺点	控制精度低 动态品质差 无法定义控制目标

1.2 神经网络控制

神经网络控制包括生物神经网络(Biological Neural Network)和人工神经网络(Artificial Neural Networks), 人工神经网络是类似于人脑神经突触连接建立模型。神经网络结构如图2所示, 神经网络控制策略特点如表2所示。

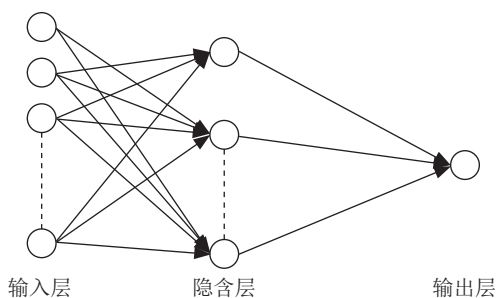


图 2 神经网络结构

表 2 神经网络控制策略特点

优点	可以逼近任意非线性函数 容错能力和数据处理能力强 具有学习和记忆能力 适合于多变量系统
难点	系统稳定性 结构选取难 优化难 收敛性问题 实时性问题

1.3 专家控制系统

专家控制系统是美国 E.A. Feigenbaum 开创，将专家的理论和技术与控制理论结合，能够在未知环境下模拟专家智能，实现有效控制，相当于专家亲自到现场解决问题，节约了成本，也避免了专家资源的浪费，在很多行业的控制技术都可以应用。专家系统结构如图 3 所示，专家系统控制策略的特点如表 3 所示。

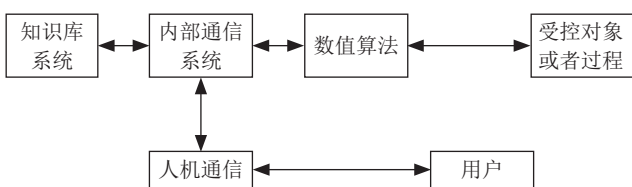


图 3 专家系统

表 3 专家系统控制策略的特点

优点	启发性强、透明性强、灵活性强 知识信息处理系统强 智能逐级升高、精度逐级降低
难点	获得专家知识 建造通用专家开发工具 自动更新 扩充知识 实时控制 快速、准确 稳定性、可控性分析难

1.4 遗传算法

遗传算法控制是通过模拟自然界的进化过程，适者生存，

劣者淘汰，逐代演化得到最优控制。借助遗传算法 (genetic operators) 进行组合交叉和变异，产生新的群体。经过这种层层筛选，最终得到最适应环境的最优个体，经过解码从而得到问题的近似最优解。遗传算法的特点如表 4 所示。

表 4 遗传算法的特点

优点	只对参数的编码进行操作 遗传算法从多个初始点开始操作，更有可能求得全局极值 对问题的依赖性小 搜索效率高 不用限制待优化问题 具有的隐含并行性的特点 遗传算法更适合大规模的、复杂的、高度非线性问题的优化
缺点	编码不规范及存在表示的不准确性 单一的遗传算法编码不能全面地将优化问题的约束表示出来 效率比其他传统的优化方法低 容易过早收敛 对算法的精度、可行性、计算复杂性等方面，还没有有效的定量分析方法

2 智能控制应用情况

现在智能控制广泛应用于各个行业，设计人员开发设计各种软硬件技术，为智能控制应用提供载体，具体应用在以下方面。

2.1 机器人智能控制

机器人技术中控制协调机器人的动作，手臂运动，动态调度，应用人工神经网络、模糊控制、专家系统等智能控制技术。特殊环境下运行的机器人还需要通信、探索、合作等功能，这些功能的实现都需要用到智能控制。

2.2 机械制造中的智能控制

机械制造业是国家的支柱产业，对国家经济建设有重要影响。我国机械制造业发展很快，现在越来越多的企业关注产品创新，但其自有的控制技术还是较薄弱。虽然现在机械制造业利用智能控制技术对制造过程进行动态建模，从而实现在线修改预处理参数或修改运行模式，实现实时控制信号的处理，但是核心技术还是由外国公司提供，自主实现控制还需要一段时间的研究。

2.3 电力电子领域中的智能控制

在电力电子领域完成电源变换技术，需要将粗电转换为负载需要的精电，变流技术中需要实现开关器件的可靠工作，需要用到智能控制技术进行控制，变流技术中用到的 PWM 脉宽调制会产生谐波，为了减少谐波，采用 LCL 滤波技术，由 LCL 滤波可以抑制高次谐波，而在系统中会产生谐振现象，为了解决这种矛盾，系统增加检测环节反馈电流信号，用智能控制技术处理信息，能够实现对电路很好的控制，减少对电网的谐波污染。全球应用较多的新能源技术、实现并网的核心技术逆变装置，均需要智能技术来实现控制。

2.4 工业过程中的智能控制

工业过程中的智能控制有全局控制和局部控制两种, 全局智能控制实现在线控制整个生产过程操作控制、故障诊断控制、规划操作等控制。局部控制实现在线参数整定、在线自适应调整。

2.5 智能控制在广义控制领域中的应用

广义控制领域控制对象为抽象时变信息对象, 如地震预报、气象信息、股市行情等, 对于这类控制对象不能采用常规控制方法, 需要采用智能控制系统自行推导决策。

3 智能控制的前景和展望

随着科学技术的不断发展, 人们对生活质量的要求不断提高, 智能化不断深入人心。无人生产车间、自动点餐机器人、模式识别、深度学习、自动检测等一系列先进的技术在我们身边悄然出现。这些新的技术正常运转都需要智能控制作后盾。由于人们对系统控制精度、稳定性的要求不断提高, 促使控制技术不断发展, 专家不断提出新型的控制策略更好地实现系统的控制。

参考文献:

- [1] 张燕秦, 徐向东, 李明. 自适应模糊控制在热力系统容错控制中的应用 [J]. 动力工程, 2004, 24 (1): 50-54.
- [2] 王强, 周建萍. 模糊控制在水厂混凝投药系统中的应用 [J]. 自动化仪表, 2004 (1): 48-50.
- [3] 沈凯, 陆继东, 昌鹏, 等. 模糊自适应方法在垃圾焚烧炉

温度控制系统中的应用 [J]. 动力工程, 2004 (3): 366-369+410.

[4] 罗乔东, 武自芳, 辛乐. 基于模糊综合评判的电梯群控算法的研究与实现 [J]. 自动化仪表, 2004, 25 (1): 43-45.

[5] 刘亚, 胡寿松. 基于模糊模型的鲁棒自适应重构飞行控制 [J]. 航空学报, 2004, 25 (2): 143-147.

[6] 蒋传纪, 郑正奇, 李宗标. 用分形和神经网络算法改善仪表精度和响应时间 [J]. 仪器仪表学报, 2004, 25 (1): 81-85.

[7] 徐秀平, 李柱峰. 基于神经网络的电功率自适应测量方法 [J]. 工业仪表与自动化装置, 2004, 17 (2): 47-49+29.

[8] 陆爽, 张子达, 李萌. 基于径向基函数神经网络的滚动轴承故障模式的识别 [J]. 中国工程科学, 2004 (2): 56-60.

[9] 练继建, 王春涛, 赵寿昌. 基于BP神经网络的李家峡坝坝材料参数反演 [J]. 水力发电学报, 2004 (2): 44-48.

[10] 杜鑫, 唐大全, 杨迎化. 基于神经网络的电子线路故障诊断 [J]. 航空计测技术, 2004 (1): 7-9+46.

[11] 李文, 欧青立, 沈洪远, 等. 智能控制及其应用综述 [J]. 重庆邮电学院学报 (自然科学版), 2006 (3): 376-381.

[12] 邹恩, 李祥飞, 陈建国. 混沌控制及其优化应用 [M]. 长沙: 国防科技大学出版社, 2002.

[13] 李忠, 毛宗源. 混沌控制综述 [J]. 电路与系统学报, 1998 (1): 59-65.

[14] 徐春梅, 尔联结, 王宗学. 基于模糊神经网络的飞行仿真转台控制 [J]. 计算机仿真, 2004 (1): 47-49+115.

作者简介: 薛荣辉 (1978-), 女, 汉族, 陕西韩城人, 讲师, 研究生, 主要研究方向: 电力电子与电力传动。

(上接175页) 麦克纳姆轮。优点在于灵活的全方位移动、驱动力大、稳定性强、操作所需环境比传统小车小。传统小车在面对狭窄的弯道时会出现无法转弯的情况, 本小车解决了这个问题; 且本小车可以使用平移的方法通过复杂路段, 大大减小了对小车长宽的要求; 传统小车在遇到急转弯或者越过障碍物时车身不稳定, 本小车由于麦克纳姆四轮驱动的特点, 在遇到急转弯和障碍物时比传统小车多了很多特殊的转弯和避障方法, 大大提高了小车行驶的稳定性和保证小车的正常行驶。

本文设计的小车也可以给社会提供便利, 在社会生产和运输中通常会遇到很多复杂的路段环境, 导致无法正常进行生产运输, 降低效率。而新型的麦克纳姆轮车, 便可以在一些复杂路段中比传统轮车更加灵活, 更容易适应生产运输, 提高社会生产力, 所以在以后的社会生产中有很广阔的应用前景。

4 结论

本设计为基于STM32的以麦克纳姆轮为驱动轮的小车, 小车可实现传统小车不能实现的平移、旋转动作; 采用测距精确、抗干扰性强的超声波传感器, 实现数据的精

确传输; 每个车轮都配备单独的12V电机驱动, 提供了较大的驱动轮。在本文列举出的几种特殊的传统小车不容易快速实现避障功能的车道, 所设计的麦克纳姆轮小车可以通过几个模块间的配合自主实现精准避障。虽然这种麦克纳姆轮小车很多地方依然需要改进, 但其结构简单, 容易实现, 同时, 在工业生产、社会生活、物流运输等行业, 都有很大的实用价值。

参考文献:

[1] 陈飞鹏. 基于STC89C52单片机智能小车设计 [J]. 硅谷, 2012 (11): 43-44.

[2] 柳智鑫. 关于单片机的智能小车的设计与制作研究 [J]. 信息化建设, 2015 (12): 266.

[3] 张弘扬. 基于单片机的智能小车装置的设计 [J]. 科技风, 2017 (20): 12.

[4] 张萍. 超声波避障智能小车的设计 [J]. 自动化仪表, 2017, 38 (9): 40-43.

[5] 祝松柏, 李清宇. 基于STC89C52的循迹避障智能小车的设计 [J]. 轻工科技, 2018, 34 (3): 65-66.

作者简介: 孙全胜 (1999.11-), 男, 汉族, 安徽凤台人, 本科在读, 研究方向: 电气工程及其自动化。