

Baidu

百科

模糊控制

进入词条

全站搜索

帮助

声明：百科词条人人可编辑，词条创建和修改均免费，绝不存在官方及代理商付费代编，请勿上当受骗。详情>>

首页

分类

秒懂百科

特色百科

用户

权威合作

个人中心



模糊控制

编辑

收藏 709 82

本词条由“科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目 审核。

利用**模糊数学**的基本思想和理论的控制方法。在传统的控制领域里，控制系统动态模式的精确与否是影响控制优劣的最主要关键。系统动态的信息越详细，则越能达到精确控制的目的。

然而，对于复杂的系统，由于变量太多，往往难以正确的描述系统的动态，于是工程师便利用各种方法来简化系统动态，以达成控制的目的，但却不尽理想。换言之，传统的**控制理论**对于明确系统有强而有力的控制能力，但对于过于复杂或难以精确描述的系统，则显得无能为力了。因此便尝试着以模糊数学来处理这些控制问题。

中文名	模糊控制	产生时间	1974年
外文名	fuzzy control	创始人	Lotfi A.Zadeh
类 别	控制方法	定义变量	E、EC、U
		解模糊化	系统的输入值

目录	<div>1 简介</div> <div>2 基本原理</div> <div>3 概念<ul style="list-style-type: none">定义变量模糊化</div>	<div>4 变量选择</div> <div>5 论域分割</div> <div>6 函数型式</div> <div>知识库</div> <div>逻辑判断</div> <div>解模糊化</div>	<div>7 控制规则<ul style="list-style-type: none">规则来源规则型式</div> <div>8 特点</div> <div>9 缺点</div>	<div>10 系统</div> <div>11 模糊推论</div> <div>12 解模糊化方法</div>
----	---	--	--	--

简介

编辑

Zadeh创立的^[1] **模糊数学**，对不明确系统的控制有极大的贡献，自七十年代以后，一些实用的模糊控制器的相继出现，使得我们在控制领域中又向前迈进了一大步。

模糊逻辑控制(Fuzzy Logic Control)简称模糊控制(Fuzzy Control)，是以模糊集合论、模糊语言变量和模糊逻辑推理为基础的一种计算机数字控制技术^[2]。1965年，美国的L.A.Zadeh创立了模糊集合论；1973年他给出了模糊逻辑控制的定义和相关的定理。1974年，英国的E.H.Mamdani首次根据模糊控制语句组成模糊控制器，并将它应用于锅炉和蒸汽机的控制，获得了实验室的成功。这一开拓性的工作标志着模糊控制论的诞生。

模糊控制实质上是一种非线性控制，从属于智能控制的范畴。模糊控制的一大特点是既有系统化的理论，又有大量的实际应用背景。模糊控制的发展最初在西方遇到了较大的阻力；然而在东方尤其是日本，得到了迅速而广泛的推广应用。

近20多年来，模糊控制不论在理论上还是技术上都有了长足的进步，成为自动控制领域一个非常活跃而又硕果累累的分支。其典型应用涉及生产和生活的许多方面，例如在家用电器设备中有模糊洗衣机、空调、微波炉、吸尘器、照相机和摄录机等；在工业控制领域中有水净化处理、发酵过程、化学反应釜、水泥窑炉等；在专用系统和其它方面有地铁靠站停车、汽车驾驶、电梯、自动扶梯、蒸汽引擎以及机器人的模糊控制。

基本原理

编辑

为了实现对直线电机运动的高精度控制，系统采用全闭环的控制策略，但在系统的速度环控制中，因为负载直接作用在电机而产生的扰动，如果仅采用PID控制，则很难满足系统的快速响应需求。由于模糊控制技术具有适用范围广、对时变负载具有一定的鲁棒性的特点，而直线电机伺服控制系统又是一种要求要具有快速响应性并能够在极短时间内实现动态调节的系统，所以本

科普中国

致力于权威的科学传播

本词条认证专家为

李华青 | 副教授
西南大学电子信息工程学院

审核

V百科

往期回顾



分享



百科繁星团
限额招募中

权威合作编辑



“科普中国”科学百科词条编写...
“科普中国”是为我国科普信息化
建设塑造的全...

什么是权威编辑 查看编辑版本

词条统计

浏览次数：419814次
编辑次数：51次**历史版本**
最近更新：叶落卡农（2018-12-03）

突出贡献榜

eirene



6月热词
权威发布



1 气动阀门	12 早稻田大学学费
2 电工培训学校	13 智能温控器
3 智能控制照明	14 控制箱
4 危险废物鉴别	15 第三方检验公司
5 供应商采购系统	16 电工培训机构
6 入籍塞浦路斯	17 智能控制系统
7 电工的培训	18 职业培训电工
8 视觉检测	19 智能温控
9 海底捞crm系统	20 客服 呼叫中心
10 温度控制器	21 残余应力检测
11 照明智能控制	22 进口电
	动阀门

文考虑在速度环设计了PID模糊控制器，利用模糊控制器对电机的速度进行控制，并同电流环和位置环的经典控制策略一起来实现对直线电机的精确控制。

模糊控制器包括四部分：

(1)模糊化。主要作用是选定模糊控制器的输入量，并将其转换为系统可识别的模糊量，具体包含以下三步：

第一，对输入量进行满足模糊控制需求的处理；

第二，对输入量进行尺度变换；

第三，确定各输入量的模糊语言取值和相应的隶属度函数。

(2)规则库。根据人类专家的经验建立模糊规则库。模糊规则库包含众多控制规则，是从实际控制经验过渡到模糊控制器的关键步骤。

(3)模糊推理。主要实现基于知识的推理决策。

(4)解模糊。主要作用是将推理得到的控制量转化为控制输出。

3.2 速度环模糊控制器设计

首先，将速度误差E和偏差变化率 ΔE都进行模糊量化处理，将量化后的数据作为模糊控制器的两个输入;然后，根据模糊规则进行模糊推理，并将推理后的模糊值解模糊化后再乘以比例因子转换为ΔKp、ΔKi、ΔKd;第三，将步骤2得到的值与原值做加运算得到最新的一组 PID 值;最后，根据新的PID值求得控制程度u (t)，完成控制任务。 [3]

概念

✎ 编辑

一般控制系统的架构包含了五个主要部分，即:定义变量、模糊化、知识库、逻辑判断及反模糊化，下文将对每一部分做简单的说明：

定义变量

也就是决定程序被观察的状况及考虑控制的动作，例如在一般控制问题上，输入变量有输出误差E与输出误差变化率EC，而模糊控制还将控制变量作为下一个状态的输入U。其中E、EC、U统称为模糊变量。

模糊化

将输入值以适当的比例转换到论域的数值，利用口语化变量来描述测量物理量的过程，根据适合的语言值（linguistic value）求该值相对的隶属度，此口语化变量称为模糊子集合（fuzzy subsets）。

知识库

包括数据库（data base）与规则库（rule base）两部分，其中数据库提供处理模糊数据的相关定义；而规则库则藉由一群语言控制规则描述控制目标和策略。

逻辑判断

模仿人类下判断时的模糊概念，运用模糊逻辑和模糊推论法进行推论，得到模糊控制讯号。该部分是模糊控制器的精髓所在。

解模糊化

解模糊化（defuzzify）：将推论所得到的模糊值转换为明确的控制讯号，做为系统的输入值。

变量选择

✎ 编辑

选择的控制变量要具有系统特性。控制变量选择是否正确，对系统的性能将有很大的影响。例如做位置控制时，系统输出与设定值的误差量就可以当做模糊控制器的输入变量。一般而言，可选用系统输出、输出变化量、输出误差、输出误差变化量及输出误差量总和等，作为模糊控制器的语言变量，具体如何选择还有赖于工程师对于系统的了解及其专业知识。因此，经验和工程知识在选择控制变量时扮演着相当重要的角色。

论域分割

✎ 编辑

控制变量确定之后，接下来就是根据经验写出控制规则。在做成模糊控制规则之前，首先必需对模糊控制器的输入和输出变量空间做模糊分割。例如输入空间只有单一变量时，可以用三个或五个模糊集合对空间做模糊分割，划分成三个或五个区域。输入空间为二元变量时，采用四条模糊控制规则，可以将空间分成四个区域。

模糊分割时各领域间的重叠的程度影响控制的性能；一般而言，模集合重叠的程度并没有明确的决定方法，大都依靠模拟和实验的调整决定分割方式，不过有些报告提出大约1/3~1/2最为理想。重叠部份的大小意味着模糊控制规则间模糊的程度，因此模糊分割是模糊控制的重要特征。

函数型式

✎ 编辑

Mamdani教授最初所用的模糊变量分为连续型和离散型两种型式，因此隶属度函数的型式也可以分为连续型与离散型两种。由于语言变量及相对应隶属度函数选择的不同，将形成许多不同的模糊控制器架构；下面将对各隶属度函数的型式加以介绍：

分享



6月热创
权威发布



1. 连续型隶属度函数

模糊控制器中常见的连续型隶属度函数有下列三种：

（1）吊钟形 （2）三角形 （3）梯形

2. 离散型隶属度函数

Mamdani教授除了使用连续型全集之外，也使用了由13个元素所构成的离散合。由于用微处理机计算时使用整数比用（0,1）之间的小数更方便，模糊集合的隶属度均以整数表示。

模糊控制理论发展之初，大都采用吊钟形的隶属度函数，而近几年几乎都已改用三角形的隶属度函数，这是由于三角形隶属度函数计算比较简单，性能与吊钟形几乎没有差别。

控制规则

编辑

控制规则是模糊控制器的核心，它的正确与否直接影响到控制器的性能，其数目的多少也是衡量控制器性能的一个重要因素，下面对控制规则做进一步的探讨。

规则来源

模糊控制规则的取得方式：

（1） 专家的经验 and 知识

模糊控制也称为控制系统中的 [4] 专家系统，专家的经验 and 知识在其设计上有 余力的 线索。人类在日常生活中判断事情，使用语言定性分析多于数值定量分析；而模糊控制规则提供了一个描述人类的行为及决策分析的自然架构；专家的知识通常可用 if...then 的型式来表述。

藉由询问经验丰富的专家，获得系统的知识，并将知识改为 if...then 的型式，如此便可构成模糊控制规则。除此之外，为了获得最佳的系统性能，常还需要多次使用 [5] 试误法，以修正模糊控制规则。

（2） 操作员的操作模式

现在流行的专家系统，其想法只考虑知识的获得。专家可以巧妙地操作复杂的控制对象，但要 将专家的诀窍加以逻辑化并不容易，这就需要在控制上考虑技巧的获得。许多工业系统无法以一般的控制理论做正确的控制，但是熟练的操作人员在没有数学模式下，却能够成功地控制这些系统：这启发我们记录操作员的操作模式，并将其整理为 if...then 的型式，可构成一组控制规则。

（3） 学习

为了改善模糊控制器的性能，必须让它有自我学习或自我组织的能力，使模糊控制器能够根据设定的目标，增加或修改模糊控制规则。

规则型式

模糊控制规则的形式主要可分为二种：

（1） 状态评估模糊控制规则

状态评估（state evaluation）模糊控制规则类似人类的直觉思考，它被大多数的模糊控制器所使用，其型式如下：

Ri: if x1 is Ai1 and x2 is Ai2 and xn is Ain
then y is Ci

其中x1,x2,.....,xn及y为语言变量或称为模糊变量，代表系统的态变量和控制变量；Ai1,Ai2,.....,Ain及Ci为语言值，代表论域中的 [6] 模糊集合。该形式还有另一种表示法，是将后件部改为系统状态变量的函数，其形式如下：

Ri: if x1 is Ai1 and x2 is Ai2 and xn is Ain
then y=f1(x1,x2,.....,xn)

(2)目标评估模糊控制规则

目标评估（object evaluation）模糊控制规则能够评估控制目标，并且预测未来控制信号，其形式如下：

Ri: if(U is Ci→(x is A1 and y is B1))then U is Ci

特点

编辑

- 简化系统设计的复杂性，特别适用于非线性、时变、滞后、模型不完全系统的控制。
- 不依赖于被控对象的精确数学模型。
- 利用控制法则来描述系统变量间的关系。
- 不用数值而用语言式的模糊变量来描述系统，模糊控制器不必对被控制对象建立完整的数学模式。
- 模糊控制器是一语言控制器，便于操作人员使用自然语言进行人机对话。
- 模糊控制器是一种容易控制、掌握的较理想的非线性控制器，具有较佳的鲁棒性(Robustness)、适应性及较佳的容错性(Fault Tolerance)。

分享

6月热词
权威发布



缺点

编辑

- 1.模糊控制的设计尚缺乏系统性，这对复杂系统的控制是难以奏效的。难以建立一套系统的模糊控制理论，以解决模糊控制的机理、稳定性分析、系统化设计方法等一系列问题；
- 2.如何获得模糊规则及隶属函数即系统的设计办法，完全凭经验进行；
- 3.信息简单的模糊处理将导致系统的控制精度降低和动态品质变差。若要提高精度就必然增加量化级数，导致规则搜索范围扩大，降低决策速度，甚至不能进行实时控制；
- 4.如何保证模糊控制系统的稳定性即如何解决模糊控制中关于稳定性和鲁棒性问题还有待解决。

系统

编辑

模糊控制以**现代控制理论**为基础,同时与自适应控制技术、人工智能技术、神经网络技术的相结合,在控制领域得到了空前的应用。

• Fuzzy-PID复合控制

Fuzzy-PID复合控制将模糊技术与常规PID控制算法相结合，达到较高的控制精度。当温度偏差较大时采用Fuzzy控制，响应速度快，动态性能好；当温度偏差较小时采用PID控制，静态性能好，满足系统控制精度。因此它比单个的模糊控制器和单个的PID调节器都有更好的控制性能。

• 自适应模糊控制

这种控制方法具有自适应自学习的能力，能自动地对自适应模糊控制规则进行修改和完善，提高了控制系统的性能。对于那些具有非线性、大时滞、高阶次的复杂系统有着更好的控制性能。

• 参数自整定模糊控制

也称为比例因子自整定模糊控制。这种控制方法对环境变化有较强的适应能力，在随机环境中能对控制器进行自动校正，使得控制系统在被控对象特性变化或扰动的情況下仍能保持较好的性能。

• 专家模糊控制EFC(Expert Fuzzy Controller)

模糊控制与专家系统技术相结合，进一步提高了模糊控制器智能水平。这种控制方法既保持了基于规则方法的价值和用模糊集处理带来的灵活性，同时把专家系统技术的表达与利用知识的长处结合起来，能够处理更广泛的控制问题。

• 仿人智能模糊控制

IC算法具有比例模式和保持模式两种基本模式的特点。这两种特点使得系统在误差绝对值变化时，可处于闭环运行和开环运行两种状态。这就能妥善解决稳定性、准确性、快速性的矛盾，较好地应用于纯滞后对象。

• 神经模糊控制(Neuro-Fuzzy Control)

这种控制方法以神经网络为基础，利用了模糊逻辑具有较强的结构性知识表达能力，即描述系统定性知识的能力、神经网络的强大的学习能力以及定量数据的直接处理能力。

• 多变量模糊控制

这种控制适用于多变量控制系统。一个多变量模糊控制器有多个输入变量和输出变量。

模糊推论

编辑

模糊**控制理论**发展至今，模糊推论的方法大致可分为三种，第一种推论法是依据模糊关系的合成法则，第二种推论法是根据模糊逻辑的推论法简化而成，第三种推论法和第一种相类似，只是其后件部分改由一般的**线性**式组成的。模糊推论大都采三段论法，可表示如下：

条件命题：If x is A then y is B

事 实：x is A

结 论：y is B

表示法中的条件命题相当于模糊控制中的模糊控制规则，前件部和后件部的关系，可以用模糊关系式来表达；至于推论演算，则是将模糊关系和**模糊集合A**进行合成演算，得到模糊集合**B**。

若前件部分含有多个命题时，则可表示如下：

条件命题：If x1 is A1 and xn is An

then y is B

事 实：x is A1 andand xn is A'n

结 论：y is B

解模糊化方法

编辑

分享



6月热词
权威发布



在实行模糊控制时，将许多控制规则进行上述推论演算，然后结合各个由演算得到的推论结果获得控制输出；为了求得受控系统的输出，必须将**模糊集合B**解模糊化，解模糊化的方法包括：

- (1)重心法
- (2) 高度法
- (3) 面积法

参考资料

1. 模糊数学基本理论及其应用 . 中国知网[引用日期2017-04-10]
2. 模糊控制理论综述 . 中国知网[引用日期2017-04-10]
3. 直线电机伺服控制技术研究 . 微电机世界网[引用日期2016-05-11]
4. 专家系统发展综述 . 中国知网[引用日期2017-04-10]
5. 教学中运用试误法发展学生的思维能力 . 中国知网[引用日期2017-04-10]
6. 模糊集合理论在信息检索中的应用研究 . 中国知网[引用日期2017-04-10]

搜索发现

- matlab模糊控制仿真
- 智能控制家电
- 财客钱包
- 软文营销
- 红火箭紫薇
- 舞蹈培训
- 别墅设计图纸及效果图大全
- 塑胶跑道
- 一块钱也能创业
- 新能源汽车概念股

新手上路

- 成长任务
- 编辑入门
- 编辑规则
- 本人编辑 NEW

我有疑问

- 内容质疑
- 在线客服
- 官方贴吧
- 意见反馈

投诉建议

- 举报不良信息
- 未通过词条申诉
- 投诉侵权信息
- 封禁查询与解封

分享

6月热词
权威发布

