《非线性预测控制》

书籍信息

版 次：1
页 数：
字 数：
印刷时间：2015年03月01日
开 本：16开
纸 张：胶版纸
包 装：平装
是否套装：否
国际标准书号ISBN：9787030437266

编辑推荐

《非线性预测控制》可作为高等院校控制科学与工程、计算机控制、工业自动化等专业高年级本科生和研究生的参考用书，也可供从事先进控制、工业自动化等研究的相关工程技术人员参考。

内容简介

《非线性预测控制》的目的是寻求基于机理微分代数方程模型的预测控制算法，并力图建立通用的非线性预测控制器(NMPC)软件.《非线性预测控制》共分三篇.第一篇系统地介绍了动态系统的数值计算方法理论，该内容对掌握ODE和DAE系统及其数值计算的精髓，并进一步构建合理、鲁棒的NMPC问题的求解方法是十分必要的.第二篇以HessenbergDAE生产过程模型为对象，给出了结合联立动态优化策略的非线性预测控制理论与方法，并针对相应的变负荷优化控制命题，构造了适于该类机理模型的通用NMPC算法.第三篇针对联立动态优化策略生成的大规模非线性规划问题，介绍了目前最高效的求解算法，并简要介绍了作者与CarnegieMellon大学合作开发的动态优化求解器，该求解器的实现综合了《非线性预测控制》各篇涉及的数值方法。

目 录

前言
第一篇 常微分方程和微分-代数方程的数值计算方法
第1章 常微分方程及微分-代数方程
1.1 初值问题
1.2 边值问题
1.3 微分-代数方程
1.3.1 index和数学结构
1.3.2 特殊的DAE形式
1.4 微分-代数方程应用举例
第2章 ODE初值问题的稳定性及DAE的稳定性
2.1 测试方程和一般性ODE的稳定性定义
2.1.1 线性常系数系统
2.1.2 线性变系数微分方程系统
2.1.3 非线性问题前言第一篇 常微分方程和微分-代数方程的数值计算方法 第1章 常微分方程及微分-代数方程 1.1 初值问题 1.2 边值问题 1.3 微分-代数方程 1.3.1 index和数学结构 1.3.2 特殊的DAE形式 1.4 微分-代数方程应用举例 第2章 ODE初值问题的稳定性及DAE的稳定性 2.1 测试方程和一般性ODE的稳定性定义 2.1.1

线性常系数系统 2.1.2 线性变系数微分方程系统 2.1.3 非线性问题 2.2 DAE的稳定性 2.3 降index和稳定化:具有不变式的 2.3.1 较高indexDAE的重构 2.3.2 具有不变式的 2.3.3 状态空间描述 第3章 数值解的基本方法、概念 3.1 前向Euler法 3.2 收敛性、精度、相容性及0-稳定性 3.3 绝对稳定性 3.4 刚性问题:后向Euler法 3.4.1 后向Euler法 3.4.2 非线性代数方程组的求解 3.5 A-稳定，快速衰减 3.6 对称方法:梯形法 第4章 ODE的一步法及DAE的数值方法 4.1 一步法 4.1.1 经典Runge-Kutta法 4.1.2 Runge-Kutta方法的一般公式 4.1.3 收敛性、0-稳定性和Runge-Kutta方法的阶 4.1.4 显式Runge-Kutta方法的绝对稳定域 4.1.5 隐式Runge-Kutta法和配置点法 4.1.6 基于配置的隐式Runge-Kutta方法 4.1.7 隐式Runge-Kutta方法的绝对稳定性 4.1.8 阶的降低 4.2 DAE的数值方法 4.2.1 直接离散化方法 4.2.2 位于流形上的ODE的求解方法 参考文献第二篇 非线性预测控制理论与方法 第5章 预测控制简介 5.1 线性和非线性模型预测控制 5.2 非线性模型 5.3 NMPC的数值求解 第6章 工业过程数学模型 6.1 工业过程机理模型的一般性质描述 6.1.1 微分-代数方程模型 6.1.2 DAE系统的数学结构和 6.2 工业过程机理模型举例 6.2.1 连续搅拌釜反应器数学模型 6.2.2 精馏过程的数学模型 6.2.3 高温气冷核反应堆的数学模型 第7章 动态系统模拟与优化方法 7.1 动态系统模拟计算方法 7.2 基于配置法的直接离散化 7.2.1 正交积分及其配置点计算 7.2.2 配置法的求解特性 7.3 动态优化策略 7.3.1 变分法 7.3.2 利用NLP求解器的方法 7.4 联立法生成的NLP形式 7.4.1 算例:离散化导致的联立法求解失败 7.4.2 配置法离散化生成的NLP形式 7.5 联立策略的解与最优控制真解的一致性 7.5.1 基于Gauss-Legendre配置法的最优性 7.5.2 基于Radau配置法的最优性 7.6 工业过程最优控制问题解的唯一性讨论 第8章 非线性预测控制 8.1 非线性预测控制中的DAE模型及其离散化形式 8.2 预测控制有限时域滚动计算的思想 8.2.1 滚动优化 8.2.2 计算最优输人 8.2.3 反馈校正 8.3 预测控制系统的参数设计 8.3.1 采样周期T与模型长度 8.3.2 优化时域P与误差权矩阵 8.3.3 控制时域 8.3.4 控制权矩阵汉 8.3.5 校正参数 第9章 几个计算仿真实例 9.1 连续搅拌釜反应罐的控制仿真 9.1.1 串联CSTR模型的优化控制 9.1.2 串联CSTR模型的闭环仿真 9.2 高温气冷核反应堆模型的控制仿真 9.2.1 模型介绍 9.2.2 HTR-PM核电站模型与求解 9.2.3 电站运行控制概述 9.2.4 控制仿真 第10章 NMPC系统的稳定性及鲁棒性分析 10.1 稳定性分析 10.1.1 无限时域 10.1.2 有限时域 10.2 鲁棒性分析 10.2.1 符号及基本定义 10.2.2 输人状态稳定性理论介绍 参考文献第三篇 非线性规划基础理论与方法 第11章 优化引言 第12章 非线性规划概述 12.1 无约束优化问题:最优解及其最优性条件 12.2 约束优化问题:最优解及其最优性条件 12.3 收敛速度 12.4 序列二次规划算法 12.4.1 SQP算法基本框架 12.4.2 不等式约束的处理 12.4.3 关于SQP方法的讨论 12.5 内点法 12.5.1 内点法基本框架 12.5.2 primal-dual系统的求解 12.5.3 自适应p值调整策略 12.6 小结 第13章 全局化策略 13.1 线性搜索方法 13.2 信赖域方法 13.2.1 基本信赖域算法 13.2.2 Dogleg方法 13.2.3 Steihaug方法 13.3 约束优化问题的全局化策略 13.3.1 评价函数方法 13.3.2 过滤方法 第14章 实用非线性规划方法 14.1 quasi-Newton方法 14.2 简约空间方法 14.2.1 简约空间内点法 14.2.2 简约空间SQP算法 14.2.3 关于简约空间方法的更多讨论 14.3 线性相关系统求解 14.3.1 结构正则化方法 14.3.2 变维法 14.4 可行性恢复方法 14.4.1 障碍法可行性恢复 14.4.2 投影梯度可行性恢复 14.4.3 无可行性恢复阶段的鲁棒算法 第15章 优化求解软件简介 15.1 MATLAB环境下的rSQP工具箱 15.2 内点法求解? 15.3 动态优化求解软件 参考文献后记

显示全部信息

在线试读部分章节

第一篇常微分方程和微分-代数方程的数值计算方法
第1章常微分方程及微分-代数方程
当科学、工程、经济等现象用数学模型来描述时，常利用常微分方程（ordinarydifferentialequation，ODE)和微分-代数方程（differentialalgebraicequation，DAE)进行刻画.在大多数情况下，由于模型太复杂，我们无法求解到一个精确解，甚至找到一个近似解也不容易.鉴于此，为寻求方程的解，有效的、可靠的计算机仿真方法成为必需.
从数学以及计算上看，ODE问题最重要的分类与这些方程相关的附加条件或边界条件有关.考察如下一个简单的例子
其中是独立变量一般被认为是时间变量，当然也可以被认为是长度或其他的独立变量），u=u(x)是未知的因变量.在本书中，我们采用以下符号等.通常我们省略，而将MO简写为u.
该微分方程的通解为含两个参数的形式
上例微分方程对于不同的边界条件会有不同的情形，如下：
(1)初值问题(initialvalueproblem，IVP):给定初值条件，有
对于该方程组，可以唯一地解出及(注:这两个表达式中至少有一个是良定的(well-defined)).对任意初值，该初值问题有唯一解.当和不同的取值时，其解如图1.1所示。
(2)边值问题（boundaryvalueproblem，BVP)：给定从图1.1中可以看出，对于来说，如果选取恰当的和，那么就会存在一条经过它们的唯一曲线，正如前面初值问题的情况.然而，当时，不同的值在该点都可得到同样的值，即(图1.1).则如果给定，那么u将会有无穷多个解;相反，如果此时，则无解.
这个简单的例子已经指出了某些重要的且具有一般意义的结果:对于初值问题，从初始点出发，它带着解的全部信息，随着时间行进，过程逐点演化，是局部(local)地形成解的过程;而对于边值问题，解的信息在每个时间点上并不完全知道(例如，对于一个二阶微分方程而言，解的信息应该包括和7)，是在时间域上全局(global)地构造一个解的过程.因此我们可以预料求解边值问题比求解初值问题要困难得多.
1.1初值问题
这里讨论微分方程初值问题(ivp)的一般形式如下： 第一篇常微分方程和微分-代数方程的数值计算方法 第1章常微分方程及微分-代数方程 当科学、工程、经济等现象用数学模型来描述时，常利用常微分方程（ordinarydifferentialequation，ODE)和微分-代数方程（differentialalgebraicequation，DAE)进行刻画.在大多数情况下，由于模型太复杂，我们无法求解到一个精确解，甚至找到一个近似解也不容易.鉴于此，为寻求方程的解，有效的、可靠的计算机仿真方法成为必需. 从数学以及计算上看，ODE问题最重要的分类与这些方程相关的附加条件或边界条件有关.考察如下一个简单的例子 其中是独立变量一般被认为是时间变量，当然也可以被认为是长度或其他的独立变量），u=u(x)是未知的因变量.在本书中，我们采用以下符号等.通常我们省略，而将MO简写为u.

该微分方程的通解为含两个参数的形式
上例微分方程对于不同的边界条件会有不同的情形，如下：
(1)初值问题(initialvalueproblem，IVP):给定初值条件，有 对于该方程组，可以唯一地解出及(注:这两个表达式中至少有一个是良定的(well-defined)).对任意初值，该初值问题有唯一解.当和不同的取值时，其解如图1.1所示。(2)边值问题（boundaryvalueproblem，BVP)：给定从图1.1中可以看出，对于来说，如果选取恰当的和，那么就会存在一条经过它们的唯一曲线，正如前面初值问题的情况.然而，当时，不同的值在该点都可得到同样的值，即(图1.1).则如果给定，那么u将会有无穷多个解;相反，如果此时，则无解. 这个简单的例子已经指出了某些重要的且具有一般意义的结果:对于初值问题，从初始点出发，它带着解的全部信息，随着时间行进，过程逐点演化，是局部(local)地形成解的过程;而对于边值问题，解的信息在每个时间点上并不完全知道(例如，对于一个二阶微分方程而言，解的信息应该包括和7)，是在时间域上全局(global)地构造一个解的过程.因此我们可以预料求解边值问题比求解初值问题要困难得多. 1.1初值问题 这里讨论微分方程初值问题(ivp)的一般形式如下： 其中，是和y的非线性函数不显含时，称之为自治(autonomous)系统.当描述通用的数值方法时，我们通常假设系统是自治的以减少描述问题的符号.本章开始时所引入的例子如果按式(1.1)表示可描述为:为简化起见，在方程(1.1)中，我们假设系统的演化是从t:0开始的，但书中所述方法可以很容易地推广到情形. 首先举例来说明微分方程的应用. 例1(单摆运动）考虑质量为1的小球刚性地连接在一个质量忽略不计、长度为1的杆的一端，杆的另一端固定在平面坐标系的原点，如图1.2所示. 1)为摆与垂直方向轴的夹角，则单摆的无摩擦运动
可由如下微分方程描述(请对比例1.3)： 其中+为重力加速度，是一常值.这是一个简单的关于d的非线性ODE系统，其初始位置和速度分别为及当0值在一个小范围内变化时，可对方程(1.2)进行线性化近fK，从而转化为线性方程.图1.2单摆系统 以上摆方程(1.2)是一个二阶标量微分方程.很多求解初值问题的算法软件都要求初值问题写成形如方程(1.1.所示的一阶形式.对于一个(阶的标量微分方程，可进行如下变换从而转化为形如方程(1.1.所示的一阶系统形式： 对每阶导数引入新的变量，并令，有 让我们再返回到一般形式，方程(1.1)的微分方程初值问题.数值求解该微分方程会涉及很多理论问题，为突出数值求解这个主题，我们这里会略去很多基本理论，而只保留与本书议题直接相关的一些基础的重要的定理.首先给出如下定理. 定理1令为定义域，:上关于全部的连续函数.此外，若该函数对于J是Upschkz连续的，即存在一个常数L，使得对所有和，在域D上都有下式成立：
(1)对任意，初值问题（1.1）在上存在唯一解，且该解是可微的.
(2)该解是初值的连续函数，即如果1.也满足微分方程(1.D(与解1.具有不同的初值，那么
(3)更一般地，如果满足如下摄动微分方程 其中，r在上有界，||r|| 如果微分方程(1.1)满足以上定理的条件，那么我们就称这个方程是良定的，即存在解且唯一，且解是初值的连续函数. 1.2边值问题 边值问题(BVP)的一般形式如下： 该边值问题由m个一阶非线性微分方程及m个独立的边界条件(一般也为非线性的)组成.边值问题已在前面谈及，其解的信息在积分区间的两端给出(或更一般地在时间域内的多个时间点上给出）.对于此类边值问题解的存在性及唯一性问题，不像初值问题有定理1.1那样的一般性定理来保证.无论是求解边值问题的解析解还是数值解，都必须全局构造，因而边值问题的求解会比初值问题困难.当前求解边值问题的软件在先进性和鲁棒性方面远不如解初值问题的软件那么有效.当然，良定的边值问题在许多情况下确实存在. 例1.2(弹簧振动问题）当弹簧形变较小时，弹簧形变位移u满足如下线性方程(该方程可描述很多物理现象随时间的演化）：

其中，如果此弹簧一端固定，而另一端可自由振动，那为
如果令y=(u，y)T，可上述弹簧振动方程写成式（1.7)的形式.更简的表示可令则 该边值问题有唯一解(该解给出了弹簧能量的最小值).它的唯一解问题在很多书中用有限元方法都讨论过，可参见Strang和Fix[2]. 关于一般性边值问题(1.7)解的存在性和唯一性.我们有什么结论呢？我们可以先考虑求解式(1.7)所对应的初值问题，把初值c看作一个待确定的参数矢量.