

上海交通大学 致远学院 2014 年 春季学期

《数值分析与程序设计》课程教学说明

一. 课程基本信息

1. 开课学院（系）和学科：致远学院
2. 课程名称：《数值分析与程序设计》 (Introduction to Numerical Analysis and Scientific Computing)
3. 学时/学分：64 学时/ 4 学分
4. 上课时间：周二（8:00 -- 9:40）、周四（16:00 -- 17:40）
5. 上课地点：下院 506
6. 任课教师：应文俊 wying@sjtu.edu.cn
7. 办公室及电话：包玉刚图书馆 619 （021-54745849）
8. 答疑时间：周三（16:00 -- 18:00）

课程成绩：由平时作业成绩，期末考试成绩及课堂表现综合组成

教材/教学参考书：

- 【1】 《数值分析》(第七版 影印版), Richard L. Burden and J. Douglas Faires, 高等教育出版社。
- 【2】 《数值分析基础》 关治, 陆金甫编著 高等教育出版社。
- 【3】 《Numerical Linear Algebra》, L. N. Trefethen and David Bau, SIAM, 1997.
- 【4】 《Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing》, W. Press et al., Cambridge University Press, 2002.

二. 课程主要内容（中文）

1. 数值分析与程序设计介绍（4 个学时）
科学计算的精神：“更快、更高、更强”
Linux 操作系统，C/C++语言规范及程序基本结构
2. 非线性方程求根（4 个学时）
多项式求根，二分法，不动点迭代法，牛顿法，割线法与 Muller 方法
杂交法，Aitken 加速技巧
3. 线性方程组的直接法（8 个学时）
Gauss 消去法（含主元法），LU 分解法，平方根法，追赶法
Gram-Schmidt 正交化过程，Householder 变换，QR 分解法
最小二乘问题和高斯消去法不适用问题的数值解法
4. 矩阵特征值的计算（8 个学时）

- 幂法, 逆幂法, Rayleigh 商, QR 迭代法
 Jacobi 方法, Sturm 序列和二分法
 奇异值分解 (Singular Value Decomposition)
5. 线性方程组的静态迭代法 (4 个学时)
 Jacobi, Gauss-Seidel, 超松弛迭代法 (SOR)
 6. 线性方程组的变分 (动态) 迭代法 (6 个学时)
 最速下降法, 共轭梯度法, 最小残量法, 广义最小残量法
 7. 非线性方程组的迭代法 (6 个学时)
 非线性 Jacobi 方法, 非线性 Gauss-Seidel 方法
 非线性最速下降法, 非线性共轭梯度法
 牛顿法, 拟牛顿法, 非线性最小二乘, 惩罚法, 拉格朗日乘子法
 8. 多项式插值和函数逼近 (6 个学时)
 拉格朗日插值, 牛顿插值公式, 厄米特插值, 样条函数插值
 正交多项式, 周期函数的最佳平方逼近, 函数的最佳一致逼近
 9. 数值积分和数值微分 (6 个学时)
 Newton-Cotes 求积公式, 复合求积公式, Gauss, Romberg 求积公式
 奇异积分与振荡函数的积分, 数值微分
 10. 常微分方程初值问题的数值解法 (8 个学时)
 欧拉法, Runge-Kutta 法, 线性多步法, 刚性方程组的稳定解法
 11. 常微分方程边值问题的数值解法 (4 个学时)
 有限差分法, 有限元方法

三. 课程内容 (英文)

1. Introduction to scientific computing (4 lectures)
 Spirit of the numeric world: "faster, higher, stronger"
 Linux operating system, programming in C/C++
2. Root finding of nonlinear scalar equation (4 lectures)
 Bisection method, fixed point method, Newton method, secant method, Muller method, Aitken's acceleration technique and hybrid methods
3. Direct methods for linear equations (8 lectures)
 Gauss elimination (including the one with pivoting), LU decomposition, Cholesky decomposition and the Thomas algorithm
 Gram-Schmidt orthogonalization process, Householder transform, QR decomposition method, solution of the normal equation (least squares)
4. Computation of eigenvalues and eigenvectors (8 lectures)
 The power methods, the Rayleigh acceleration, the QR algorithm
 Other methods for symmetric matrices: Jacobi method, the bisection method with Sturm sequence, Singular value decomposition
5. Stationary iterative methods for linear equations (4 lectures)
 The Jacobi, Gauss-Seidel, successive over-relaxation (SOR) methods
6. Variational iterative methods for linear equations (6 lectures)
 Optimization methods: the steepest descent method, the conjugate gradient method and its preconditioning

- Projection methods: the Arnoldi method, the MINRES, GMRES methods
7. Iterative methods for system of nonlinear equations (6 lectures)
 - Nonlinear Jacobi, Gauss-Seidel methods
 - Nonlinear steepest descent and conjugate gradient methods
 - Newton method and quasi-Newton method
 - Nonlinear optimization, Levenberg-Marquardt method
 - The penalty method, the Lagrange multiplier method
 8. Polynomial interpolation and function approximation (6 lectures)
 - Lagrange interpolation, Newton divided difference, Hermite interpolation, spline interpolation
 - Orthogonal polynomials, the best uniform approximation, trigonometric approximation
 9. Numerical integration and numerical differentiation (6 lectures)
 - Newton-Cotes formula, composite rules, Gauss quadrature, Romberg quadrature
 - Integration of singular or oscillatory functions, numerical differentiation
 10. Numerical solution of initial value problems (8 lectures)
 - Euler methods, Runge-Kutta methods, multistep methods
 - Stable methods for stiff ODEs
 11. Numerical solution of boundary value problems (4 lectures)
 - Finite difference method and finite element method

《数值分析与程序设计》教学计划

Week	Topics
1	数值分析与程序设计介绍
2	非线性方程求根
3-4	线性方程组的直接法
5-6	矩阵特征值的计算
7	线性方程组的静态迭代法
8-9	线性方程组的变分（动态）迭代法（6学时）
9-10	非线性方程组的迭代法（6学时）
11-12	多项式插值和函数逼近（6学时）
12-13	数值积分和数值微分（6学时）
14-15	常微分方程初值问题的数值解法
16	常微分方程边值问题的数值解法

Week	Topics
1	Introduction to scientific computing
2	Root finding of nonlinear scalar equation
3-4	Direct methods for linear equations
5-6	Computation of eigenvalues and eigenvectors
7	Stationary iterative methods for linear equations
8-9	Variational iterative methods for linear equations (6 lectures)
9-10	Iterative methods for system of nonlinear equations (6 lectures)
11-12	Polynomial interpolation and function approximation (6 lectures)
12-13	Numerical integration and numerical differentiation (6 lectures)
14-15	Numerical solution of initial value problems
16	Numerical solution of boundary value problems