《计算机数值分析》课程实验指导书

第一章　概述

一、实验目的

通过对本课程涉及的典型算法上机编程，进一步加深对课堂中讲授的数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

二、前导实验

高等数学、高级语言程序设计。

三、选题途径

教材中描述的算法（用伪语言描述）。

四、实验组织

学生独立或讨论完成。

五、实验环境

C 语言， Java 语言， Python 语言， M 语言。

六、实验考核

每次实验结束均应交上机实验报告。报告应明确反映上机实验的内容、整体设计思想、实现算法、具体源程序和结果及对它的分析。

七、实验时间

8 学时。

第二章　插值方法

一、目的与要求

（一）目的

通过设计、编制、调试 2~3 个多项式插值、拟合曲线的程序，加深对其数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

（二）要求

用编程语言实现拉格朗日（Lagrange）插值多项式、牛顿（Newton）插值、用线性函数 $p(x)=a+bx$ 拟合给定数据 $(x_i, y_i), i=0,1,2,\cdots,m-1$ 的程序。

二、示例

1、问题

已知插值节点序列 $(x_i, y_i), i=0,1,2,\cdots,n$，用 Lagrange 插值多项式 $L_n(x)$ 计算的函数 $f(x)$ 在点 x_0 的近似值。

2、算法描述

（略）

3、程序中变量说明

（略）

4、源程序清单及运行结果

（略）

5、按以上 4 点要求编写上机实验报告。

三、实验题

用编程语言编程实现以下算法：

1、已知插值节点序列 $(x_i, y_i), i = 0,1,2,\cdots,n$，用拉格朗日（Lagrange）插值多项式 $L_n(x)$ 计算的函数 $f(x)$ 在点 x_0 的近似值。

2、已知插值节点序列 $(x_i, y_i), i = 0,1,2,\cdots,n$，用牛顿（Newton）插值值多项式 $N_n(x)$ 计算的函数 $f(x)$ 在点 x_0 的近似值。

3、用线性函数 $p(x) = a + bx$ 拟合给定数据 $(x_i, y_i), i = 0,1,2,\cdots,m-1$。

第三章　数值积分与微分

一、目的与要求

（一）目的

通过设计、编制、调试 2~3 个数值积分与微分算法的程序，加深对其数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

（二）要求

用编程语言实现复化梯形积分、Romberg 积分的程序。

二、示例

1、问题

用复化梯形公式

$$T_n = h(\frac{1}{2}f(a) + \sum_{i=1}^{n} f(a+ih) + \frac{1}{2}f(b))$$ 的自动控制误差算法求积分 $I = \int_a^b f(x)dx$。

2、算法描述

（略）

3、程序中变量说明

（略）

4、源程序清单及运行结果

（略）

5、按以上 4 点要求编写上机实验报告。

三、实验题

用编程语言编程实现以下算法：

1、 用复化梯形的递推公式

$$T_n = h(\frac{1}{2}f(a) + \sum_{i=1}^{n} f(a+ih) + \frac{1}{2}f(b))$$ 的变步长算法求积分 $I = \int_a^b f(x)dx$。

2、Romberg 积分算法求积分 $I = \int_a^b f(x)dx$。

第四章　常微分方程初值问题的数值解法

一、目的与要求

（一）目的

通过设计、编制、调试 1~2 个求常微分方程初值问题的数值解解的程序，加深对其数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

（二）要求

用编程语言实现用改进的欧拉（Euler）公式求解常微分方程初值问题、用四阶龙格-库塔(Runge-Kutta)方法求解常微分方程初值问题的程序。

二、示例

1、问题

用改进的欧拉（Euler）公式求解常微分方程初值问题。

2、算法描述

（略）

3、程序中变量说明

（略）

4、源程序清单及运行结果

（略）

5、按以上 4 点要求编写上机实验报告。

三、实验题

用编程语言编程实现以下算法：

1、用改进的欧拉（Euler）公式求解常微分方程初值问题。

2、用四阶龙格-库塔(Runge-Kutta)方法求解常微分方程初值问题。

第五章　方程求根的数值方法

一、目的与要求

（一）目的

通过设计、编制、调试 2~3 个用数值方法求方程 $f(x)=0$ 根的程序，加深对方程求根的数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

（二）要求

用编程语言实现二分法、Newton 迭代法、弦截法求方程 $f(x)=0$ 根的程序。

二、示例

1、问题

已知 $f(a)$ 与 $f(b)$ 异号，用二分法求方程 $f(x)=0$ 在 $[a,b]$ 的根。

2、算法描述

INPUT endpoints a,b;tolerance TOL;maximun number of iterations N_0

OUTPUT approximation solution p or message of failure

Step 1　Set i=1

FA= $f(a)$

Step 2　while i<= N_0 do Steps 3-6

Step 3　Set P=a+(b-a)/2; (Compute p_i)

FP= $f(p)$

Step 4　If FP=0 or (b-a)/2<TOL then

OUTPUT(p); (Procedure completed successfully)

Stop

Step 5　Set i=i+1

Step 6　If　FA*FP>0 then a=p; (Compute a_i, b_i)

FA=FP

Else set b=p

Step 7　OUTPUT('Method failed after N_0 iterations, N_0=', N_0);

(The procedure was unsuccessful)

STOP

3、程序中变量说明

（略）

4、源程序清单及运行结果

（略）

5、按以上 4 点要求编写上机实验报告。

三、实验题

用编程语言编程实现以下算法：

1、用二分法求 $f(x)=0$ 的根。

2、用牛顿(Newton)迭代法求 $f(x)=0$ 在 x_0 附近的根。

第六章　线性代数方程组的数值解法

一、目的与要求

（一）目的

通过设计、编制、调试 2~3 个求 n 阶线性方程组数值解的程序，加深对其数值计算方法及有关的基础理论知识的理解。

（二）要求

用编程语言实现用 Jacobi 法求 n 阶线性方程组的解、用 Gauss-Seidel 法求 n 阶线性方程组的解、用超松弛法求 n 阶线性方程组的解的程序。

二、示例

1、问题

用 Jacobi 法求 n 阶线性方程组的解。

2、算法描述

（略）

3、程序中变量说明

（略）

4、源程序清单及运行结果

（略）

5、按以上 4 点要求编写上机实验报告。

三、实验题

用编程语言编程实现以下算法：

1、用 Jacobi 法求 n 阶线性方程组的解。

2、用 Gauss-Seidel 法求 n 阶线性方程组的解。