

# 数学应用软件大型实验实验报告

实验序号：B4

日期：

班级		姓名		学号	
实验名称	用梯形法求定积分近似值				
问题背景描述： 用 MATLAB 编写梯形法求解定积分近似值的程序，要求精确到小数点后第 $k$ 位，并对积分 $\int_0^1 \frac{1}{1+x^4} dx$ 具体计算。					
实验目的： 1. 能够编写出梯形法求解定积分近似值的程序，精度能达到小数点后第 $k$ 位； 2. 能使用编写出来的梯形法程序求解实际问题；					
实验原理与数学模型： 1. 先通过梯形法求出 $n=1$ 时的函数值，再开始 $n=2$ 进行复化梯形公式的计算，复化梯形公式为 $T_n = h \left[ \frac{1}{2} f(a) + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + \frac{1}{2} f(b) \right]$ ，其中 $x_i = a + ih, h = \frac{b-a}{n}$ ； 2. 由于涉及到精确到小数点后第 $k$ 位，就可以建立一个判断条件 $ T_{n-1} - T_n  < 10^{-k}$ ，若满足就输出结果，若不满足就继续迭代； 3. 最后利用 $\int_0^1 \frac{1}{1+x^4} dx$ 检验编写程序的正确性。					
实验所用软件及版本： Matlab R2016b					
主要内容（要点）： 1. 编写(复化)梯形法的计算代码，并将前一次的值赋给 $y\_1$ ，下一次迭代为 $y\_2$ ； 2. 将精确到小数点后第 $k$ 位转化为代码语言，即 $\text{abs}(y\_1 - y\_2) < 10^{(-k)}$ ； 3. 由于总体采用的都是符号表达式与用于符号表达式的函数 $\text{subs}()$ ，输出结果 $y$ 为分数，不直观，采用 $\text{vpa}()$ 转换为小数，并保留 $k$ 位，最终为 $y = \text{vpa}(y\_2, k)$ ； 4. 另外的考虑到输入函数 $f$ 时，会出现多种情况，在开始迭代计算前，先判断输入的 $f$ 的类型，若为符号表达式('sym')，则继续，若为函数句柄('function_handle')，转为符号表达式，若为其它的，则提示用户需重新输入函数句柄格式的 $f$ 。					

实验过程记录（含：基本步骤、主要程序清单及异常情况记录等）：

1. 梯形法的函数式文件: (tixingfa.m)

```
function y = tixingfa(f, a, b, k)
    % f 是函数表达式, a 是积分区间左端点
    % b 是积分区间右端点, k 是精确到小数点后第 k 位
    % n 是迭代次数, y_1 和 y_2 是相邻两次迭代的结果
    % y 是最终输出结果
    format long

    if isa(f, 'function_handle')
        syms x
        f = f(x);
    elseif isa(f, 'sym')
        f = f;
    else
        disp('please input function handle with the shape of @(x) ...');
        f = input('please reinput f:');
        y = tixingfa(f, a, b, k);
    end

    x = symvar(f);
    y_1 = (b - a) / 2 * (subs(f, x, a) + subs(f, x, b));
    n = 2;

    while true
        h = (b - a) / n;
        T = 0;

        for i = 1:n - 1
            T = T + subs(f, x, a + i * h);
        end

        y_2 = h * (subs(f, x, a) / 2 + T + subs(f, x, b) / 2);

        if abs(y_1 - y_2) < 10^(-k)
            y = vpa(y_2, k);
            break
        else
            y_1 = y_2;
            n = n * 2;
        end
    end

end
```

2. 调用该函数计算定积分的结果: (solve\_integral.m 或直接在命令行窗口中调用)

```
syms x
f = 1 / (1 + x^4);
k = 4;
y = tixingfa(f, 0, 1, k)
```

实验结果报告与实验总结:

1. 输出结果:

```
y =
    0.8665
```

2. 实验总结:

- (1) 本实验主要难点为编写梯形法对应的函数式文件的代码, 以及如何让结果精确到小数点后第  $k$  位;
- (2) 考虑到其他形式的输入, 是对该程序可移植性的提高。

思考与深入:

1. 考虑到代码的可移植性, 进行了不同输入情况的判别, 但代码还可以精简, 如在不进行判别的情况下, 完成代码的编写;
2. 当要求精确的小数点后位数  $k$  较大时, 迭代速度会很慢, 如何优化这个问题也是值得考虑的。