



深圳北理莫斯科大學

УНИВЕРСИТЕТ МГУ-ППИ В ШЭНЬЧЖЭНЕ

SHENZHEN MSU-BIT UNIVERSITY

Математическое моделирование и
исследование моделей с помощью
математических программ

数学建模及数学软件的使用

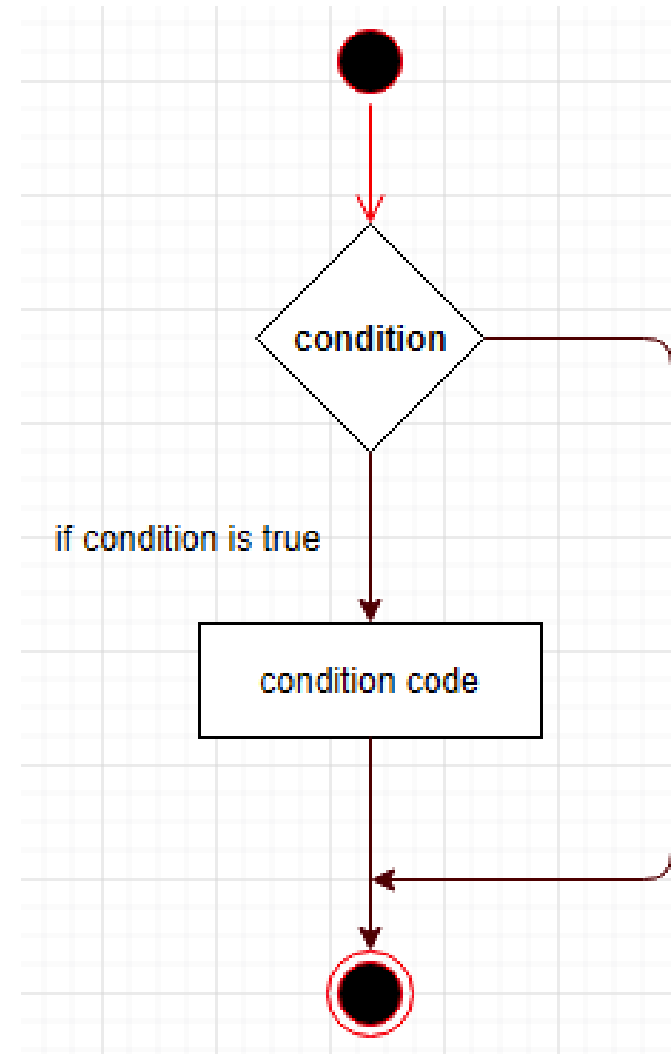
Лекция № 3с (MATLAB II)

张晔

ye.zhang@smbu.edu.cn

MatLab: 决策

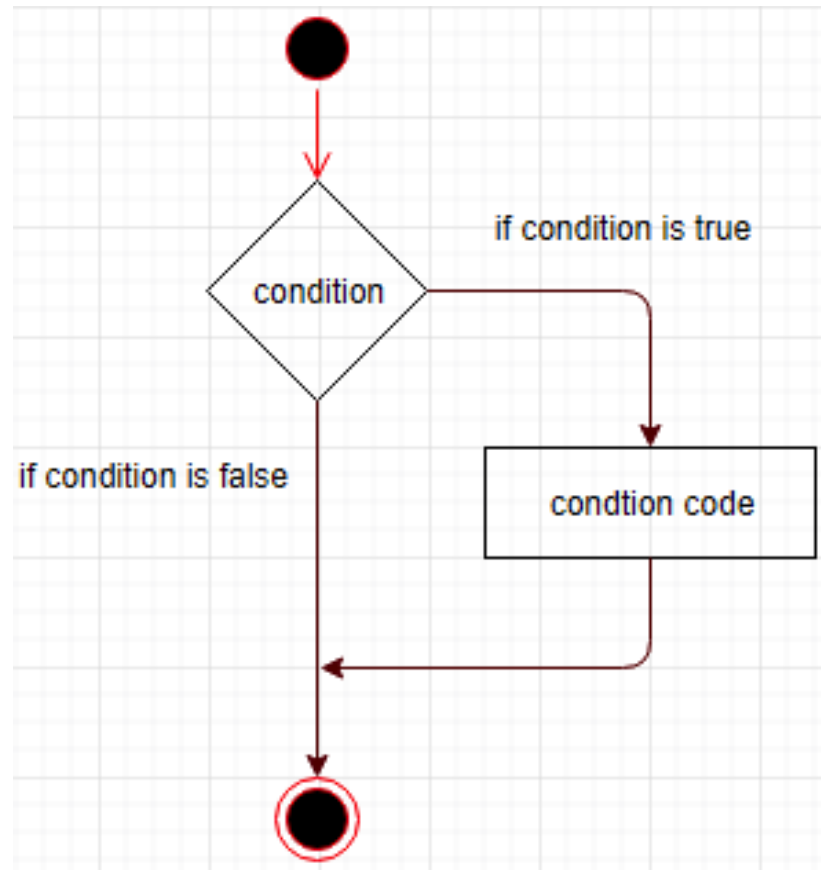
- 决策结构要求程序员应指定要由程序评估计算或测试的一个或多个条件，以及条件确定为真时要执行的语句或语句，如果条件被确定为假时，可选地如果执行其他语句



MatLab: 决策

语句	描述
if...end语句	<code>if ... end</code> 语句包含一个布尔表达式，后跟一个或多个语句。
if...else...end语句	<code>if</code> 语句可以跟随一个可选的 <code>else</code> 语句，当布尔表达式为 <code>false</code> 时， <code>else</code> 语句块将执行。
if...elseif...elseif...else...end语句	<code>if</code> 语句后面可以有一个(或多个)可选 <code>elseif ...</code> 和一个 <code>else</code> 语句，这对于测试各种条件非常有用。
嵌套if语句	可以在一个 <code>if</code> 或 <code>elseif</code> 语句中使用另一个 <code>if</code> 或 <code>elseif</code> 语句。
switch语句	<code>switch</code> 语句用来测试一个变量与值列表的相等性。
嵌套switch语句	可以在一个 <code>switch</code> 语句中使用一个 <code>switch</code> 语句。

MatLab: 决策/if...end



```
a = 10;  
% check the condition using if statement  
    if a < 20  
        % if condition is true then print the following  
        fprintf('a is less than 20\n' );  
    end  
fprintf('value of a is : %d\n', a);
```

MatLab: 决策/if...else...end

```
a = 100;
```

```
% check the boolean condition
```

```
if a < 20
```

```
    % if condition is true then print the following
```

```
    fprintf('a is less than 20\n' );
```

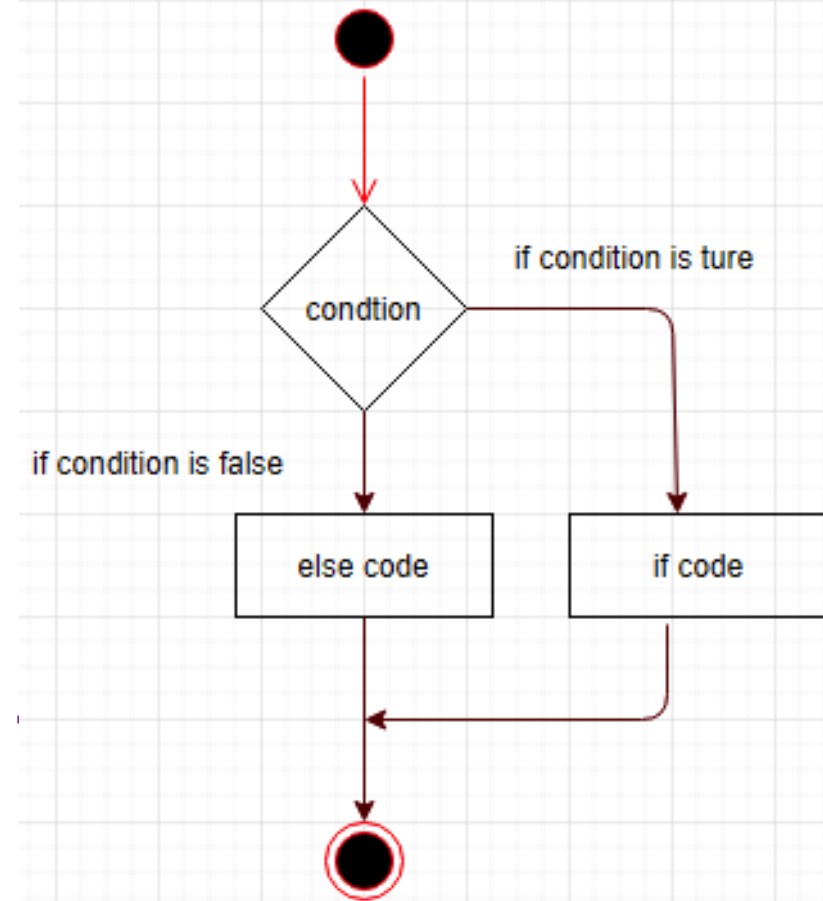
```
else
```

```
    % if condition is false then print the following
```

```
    fprintf('a is not less than 20\n' );
```

```
end
```

```
fprintf('value of a is : %d\n', a);
```



MatLab: 决策/ 复杂的if

```
a = 100;
% check the boolean condition
if a == 10
% if condition is true then print the following
fprintf('Value of a is 10\n' );
elseif( a == 20 )
% if else if condition is true
fprintf('Value of a is 20\n' );
elseif a == 30
% if else if condition is true
fprintf('Value of a is 30\n' );
else
% if none of the conditions is true '
fprintf('None of the values are matching\n');
fprintf('Exact value of a is: %d\n', a );
end
```

MatLab: 决策/ 复杂的if

```
a = 100;
b = 200;
% check the boolean condition
if( a == 100 )
    % if condition is true then check the following
    if( b == 200 )
        % if condition is true then print the following
        fprintf('Value of a is 100 and b is 200\n' );
    end
end
fprintf('Exact value of a is : %d\n', a );
fprintf('Exact value of b is : %d\n', b );
```

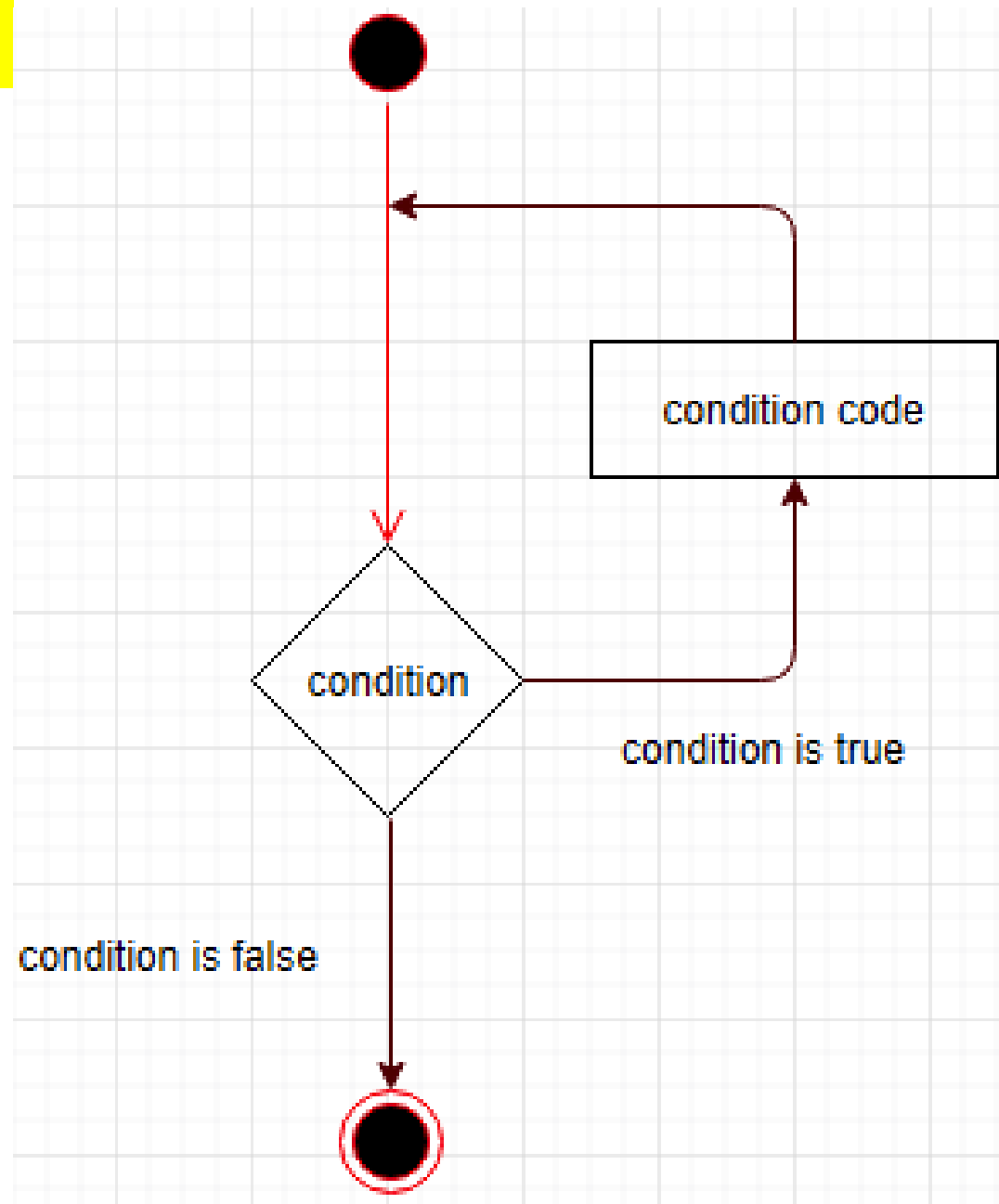
MatLab: 决策/ switch语句

```
grade = 'B';
switch(grade)
    case 'A'
        fprintf('Excellent!\n' );
    case 'B'
        fprintf('Well done\n' );
    case 'C'
        fprintf('Well done\n' );
    case 'D'
        fprintf('You passed\n' );
    case 'F'
        fprintf('Better try again\n' );
    otherwise
        fprintf('Invalid grade\n' );
end
```


MatLab: 决策/ switch语句

```
a = 100;
b = 200;
switch(a)
    case 100
        fprintf('This is part of outer switch %d\n', a );
    switch(b)
        case 200
            fprintf('This is part of inner switch %d\n', a );
        end
    end
end
fprintf('Exact value of a is : %d\n', a );
fprintf('Exact value of b is : %d\n', b );
```

MatLab: 循环



MatLab: 循环

- 循环语句允许多次执行一个语句或一组语句

循环类型	描述
while循环	在给定条件为真时，重复一个语句或一组语句。它在执行循环体之前测试状态。
for循环	多次执行一系列语句，并缩写管理循环变量的代码。
嵌套循环	在任何循环中使用另外一个或多个循环。

控制语句	描述
break语句	终止循环语句，并将执行转移到循环之后的语句。
continue语句	导致循环跳过主体的剩余部分，并在重申之前立即重新测试其状态。

MatLab: 决策/ while/for

```
a = 10;  
% while loop execution  
while( a < 20 )  
    fprintf('value of a: %d\n', a);  
    a = a + 1;  
end
```

```
for a = 10:20  
    fprintf('value of a: %d\n', a);  
end
```

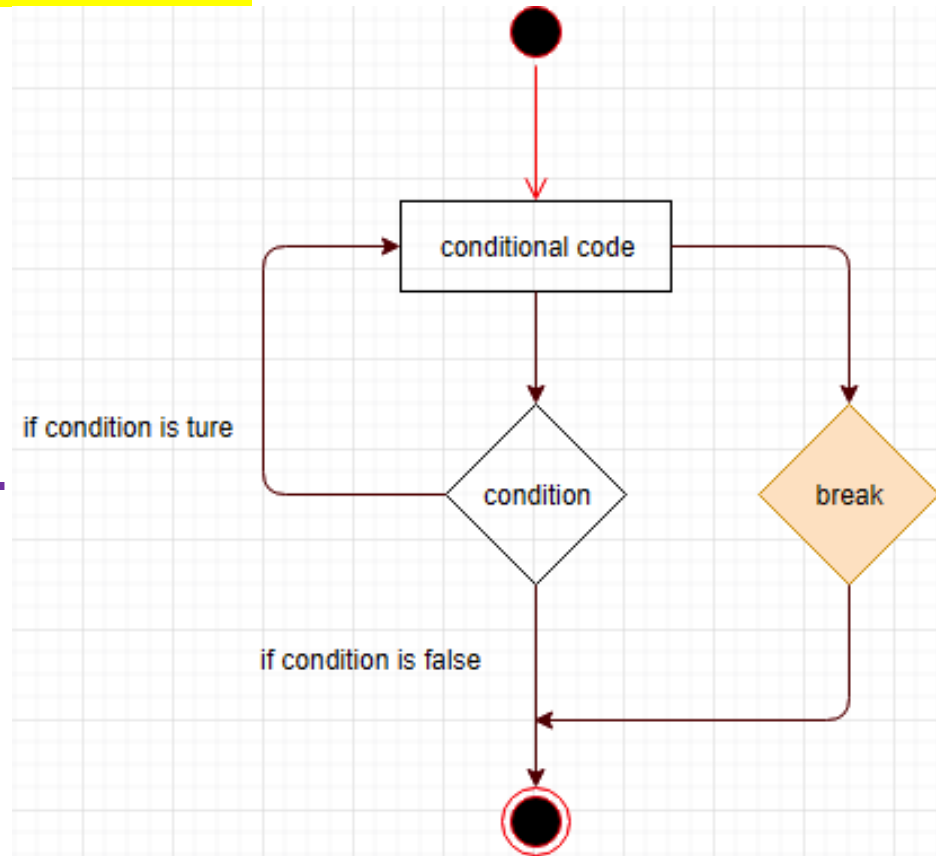
```
for a = 1.0: -0.1: 0.0  
    disp(a)  
end
```

```
for i=2:100  
    for j=2:100  
        if(~mod(i,j))  
            break; % if factor found, not prime  
        end  
    end  
    if(j > (i/j))  
        fprintf('%d 是一个素数\n', i);  
    end  
end
```

```
for a = [24,18,17,23,28]  
    disp(a)  
end
```

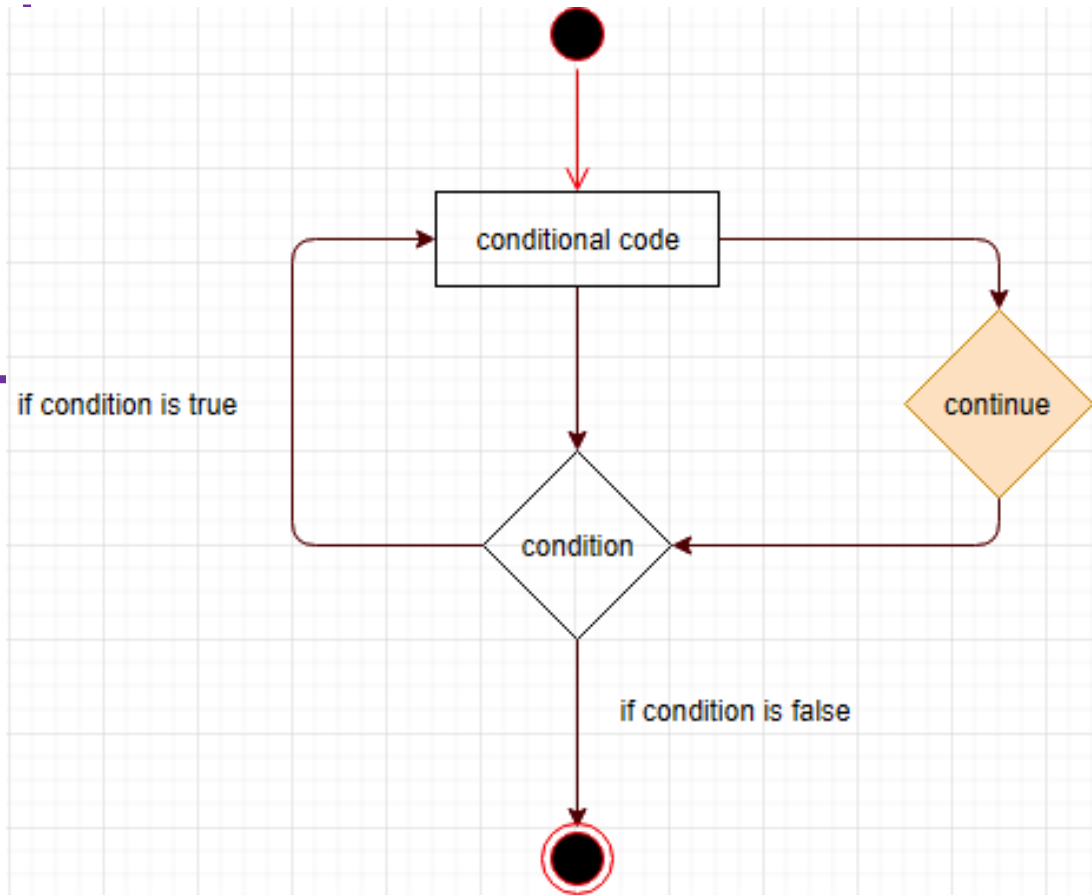
MatLab: 决策/ break/continue

```
a = 10;  
% while loop execution  
while (a < 20 )  
    fprintf('value of a: %d\n', a);  
    a = a+1;  
    if( a > 15)  
        % terminate the loop using break statement  
        break;  
    end  
end  
end
```



MatLab: 决策/ break/continue

```
a = 9;  
%while loop execution  
while a < 20  
    a = a + 1;  
    if a == 15  
        % skip the iteration  
        continue;  
    end  
    fprintf('value of a: %d\n', a);  
end
```



MatLab: 向量/矩阵运算/数组

- 向量v的第i个分量叫作v(i)

```
v = [ 1; 2; 3; 4; 5; 6];
```

```
v(3)
```

- 引用带冒号的向量(如v(:))时, 将列出向量的**所有组件**
- 创建一个9个元素的行向量rv, 然后通过rv(3: 7)引用3到7元素, 然后引用来向一个新创建的sub_rv向量赋值

```
r1 = [1 2 3 4];
```

```
r2 = [5 6 7 8];
```

```
r = [r1,r2]
```

```
rMat = [r1;r2]
```

- **zeros()**、**ones()** 函数创建一个所有元素为0/1的数组
- **eye()**函数创建一个**单位矩阵**
- **rand()**函数在(0,1) - 上创建**均匀分布的随机数**的数组

- 向量的幅值 (大小) : norm()

```
v = [1: 2: 20];
```

```
sv = v.* v;
```

```
dp = sum(sv);
```

```
mag = sqrt(dp);
```

```
disp('Magnitude:'); disp(mag);
```

- **矢量点积**: dot(a, b)
- **具有均匀间隔元素的向量**:
- v = [1: 2: 20]
- linspace(x1,x2,N)

- **矩阵连接**

```
a = [ 10 12 23 ; 14 8 6; 27 8 9]
```

```
b = [ 12 31 45 ; 8 0 -9; 45 2 11]
```

```
c = [a, b]
```

```
d = [a; b]
```

- **矩阵相乘**: prod = a * b

MatLab: 向量/矩阵运算/数组

- 要引用矩阵mx的第m行和第n列中的元素: $mx(m, n)$

```
a = [ 1 2 3 4 5; 2 3 4 5 6; 3 4 5 6 7; 4 5 6 7 8];
```

```
a(2,5)
```

```
a(:,4)
```

```
a(:, 2:3)
```

- **删除**第四行: $a(1:3, :)$

- 矩阵的**除法**

```
a = [ 1 2 3 ; 4 5 6; 7 8 9];
```

```
b = [ 7 5 6 ; 2 0 8; 5 7 1];
```

```
c = a / b
```

```
d = a \ b
```

- 矩阵的**转置**: $b = a'$
- 矩阵的**行列式**: $\det(a)$
- 矩阵的**逆**: $\text{inv}(a)$, $\text{pinv}()$

- 数组函数: length , ndims , numel , size , diag , eig ,
- fliplr , flipud :左右/向下**翻转矩阵**
- sort : 按升序或降序排列数组元素
- sortrows : 按升序排列行

MatLab: 函数

- 以下名称为mymax的函数应写入名称为mymax.m的文件中。它需要五个数字作为参数，并返回参数数字值的最大值

```
function max = mymax(n1, n2, n3, n4, n5)
% This function calculates the maximum of the
% five numbers given as input
max = n1;
if(n2 > max)
    max = n2;
end
if(n3 > max)
    max = n3;
end
if(n4 > max)
    max = n4;
end
if(n5 > max)
    max = n5;
end
```

- **匿名函数**就像传统编程语言中的**内联函数**，在单个MATLAB语句中定义

```
power = @(x, n) x.^n;
result1 = power(7, 3)
result2 = power(49, 0.5)
result3 = power(10, -10)
result4 = power(4.5, 1.5)
```

MatLab: 函数

- 函数文件quadratic.m将包含主函数quadratic和次函数和子函数disc, 它计算判别式

```
function [x1,x2] = quadratic(a,b,c)  
%this function returns the roots of  
% a quadratic equation.  
% It takes 3 input arguments  
% which are the co-efficients of x2,  
% x and the constant term  
% It returns the roots  
d = disc(a,b,c);  
x1 = (-b + d) / (2*a);  
x2 = (-b - d) / (2*a); end  
% end of quadratic  
function dis = disc(a,b,c)  
%function calculates the discriminant  
dis = sqrt(b^2 - 4*a*c);  
end % end of sub-function
```

MatLab: 数据处理

- 利用load读取.mat文件
- save ('filename', 'dataname');
- 其中filename是.mat的名称;
dataname是需要保存的数据的名字

```
filename = 'smbu.JPG';  
A = importdata(filename);  
image(A);
```

随机数/误差

```
n=100;

mean=0;
x_exact=zeros(1,n);
% x1=mean + 2*(rand(1,n)-0.5);
x1=mean + rand(1,n)-0.5;
% x=rand(1,n);
t=1:n;
plot(t,x_exact, '-',t,x1, '.')

% hist(x1)
```

```
x2=mean + randn(1,n);
% x=rand(1,n);
plot(t,x_exact, '-',t,x2, '.')
% hist(x2)

mu=x_exact;
sigma=0.01;
Y=normrnd(mu,sigma);
plot(t,x_exact, '-',t,Y, '.')
ylim([-1 1])
% hist(Y)
% xlim([-1 1])
```

MatLab: 画图

```
x = [0:5:100];  
y = x;  
plot(x, y)
```

```
x = [0:5:100];
```

```
y = x;
```

```
plot(x, y)
```

```
x = [0:0.01:10];
```

```
y = sin(x);
```

```
plot(x, y), xlabel('x'), ylabel('Sin(x)'), title('Sin(x) Graph'),  
grid on, axis equal
```

```
x = -pi:pi/10:pi;
```

```
y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));
```

```
figure
```

```
plot(x,y,'--gs',...
```

```
'LineWidth',2,...
```

```
'MarkerSize',10,...
```

```
'MarkerEdgeColor','b',...
```

```
'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])
```

- xlabel和ylabel命令沿x轴和y轴生成标签。
- title命令用于在图表上设置标题。
- grid on命令用于将网格线放在图形上。
- axis equal命令允许生成具有相同比例因子的绘图和两个轴上的空格。
- axis square命令生成一个方形图。

MatLab: 画图

```
x = 0:pi/10:2*pi;  
y1 = sin(x);  
y2 = sin(x-0.25);  
y3 = sin(x-0.5);  
figure  
plot(x,y1,'g',x,y2,'b--o',x,y3,'c*')
```

```
ax1 = subplot(2,1,1); % top subplot  
x = linspace(0,3);  
y1 = sin(5*x);  
plot(ax1,x,y1)  
title(ax1,'Top Subplot')  
ylabel(ax1,'sin(5x)')  
ax2 = subplot(2,1,2); % bottom subplot  
y2 = sin(15*x);  
plot(ax2,x,y2)  
title(ax2,'Bottom Subplot')  
ylabel(ax2,'sin(15x)')
```

线型	说明	标记符	说明	颜色	说明
-	实线(默认)	+	加号符	r	红色
--	双划线	o	空心圆	g	绿色
:	虚线	*	星号	b	蓝色
::	点划线	.	实心圆	c	青绿色
		x	叉号符	m	洋红色
		s	正方形	y	黄色
		d	菱形	k	黑色
		^	上三角形	w	白色
		v	下三角形		
		>	右三角形		
		<	左三角形		
		p	五角星		
		h	六边形		

MatLab: 二维图

- 柱状图:

- 二维饼状图:

```
x=[1500,2300,3500,1000];  
pie(x)  
title('毕业生去向'); %对图像打上标签  
t = {'国家单位';'私营企业';'读研';'待业'};  
legend(t) %打上一个说明
```

```
x=rand(1,5) %创建一个[0,1]的5个值  
bar(x) %柱状图显示
```

- 等高线:

```
[x,y] = meshgrid(-5:0.1:5,-3:0.1:3); %independent variables  
g = x.^2 + y.^2; % our function  
[C, h] = contour(x,y,g); % call the contour function  
set(h,'ShowText','on','TextStep',get(h,'LevelStep')*2)  
print -deps graph.eps
```


MatLab: 三维图

```
[x,y] = meshgrid(-2*pi:0.1:2*pi);  
z = cos(x).*sin(y);  
mesh(x,y,z),xlabel('x'),ylabel('y'),zlabel('z')  
  
surf(x,y,z),xlabel('x'),ylabel('y'),zlabel('z')  
  
surfc(x,y,z),xlabel('x'),ylabel('y'),zlabel('z')
```

- 以还可以调用**surf1**（命令中的'l'表示这是一个光照表面 lighted surface）命令显示三维光照物体的表面，可以使用这个命令产生没有线条的三维图像，图像还可以是彩色的或灰度的。例如仍然产生函数 $z = ye^{-(x^2+y^2)}$ 的灰度图像，图像中的阴影可设置为flat、interp、faceted

```
surf1(x,y,z),xlabel('x'),ylabel('y'),zlabel('z')  
shading interp;  
colormap(gray);
```

MatLab: 三维图

- 用matlab内置函数来产生像球形或圆柱形这样的基本图像
- sphere函数

- **螺旋曲面**

```
funx = @(u,v) u.*sin(v);  
funy = @(u,v) -u.*cos(v);  
funz = @(u,v) v;  
fsurf(funx,funy,funz,[-5 5 -5 -2])  
hold on  
fmesh(funx,funy,funz,[-5 5 -2 2])  
hold off
```

```
t = 0:pi/10:2*pi;  
[X,Y,Z] = cylinder(1+sin(t));  
surf(X,Y,Z),colormap('default');  
axis square
```

MatLab: 计算

- 求解高阶方程

```
eq = 'x^4 - 7*x^3 + 3*x^2 - 5*x + 9 = 0';  
s = solve(eq);  
disp('The first root is: '), disp(s(1));  
disp('The second root is: '), disp(s(2));  
disp('The third root is: '), disp(s(3));  
disp('The fourth root is: '), disp(s(4));  
% converting the roots to double type  
disp('Numeric value of first root'), disp(double(s(1)));  
disp('Numeric value of second root'), disp(double(s(2)));  
disp('Numeric value of third root'), disp(double(s(3)));  
disp('Numeric value of fourth root'), disp(double(s(4)));
```

- 代数表达式的因式分解和简化

```
syms x  
syms y  
factor(x^3 - y^3)  
f = factor(y^2*x^2,x)  
simplify((x^4-16)/(x^2-4))
```

- 计算导数

```
syms t  
f = 3*t^2 + 2*t^(-2);  
diff(f)
```

- 计算极限

```
syms x  
limit((x^3 + 5)/(x^4 + 7))
```

MatLab: 计算

- 求解微分方程

```
dsolve('D2y - y = 0','y(0) = -1','Dy(0) = 2')
```

- 多项式曲线拟合

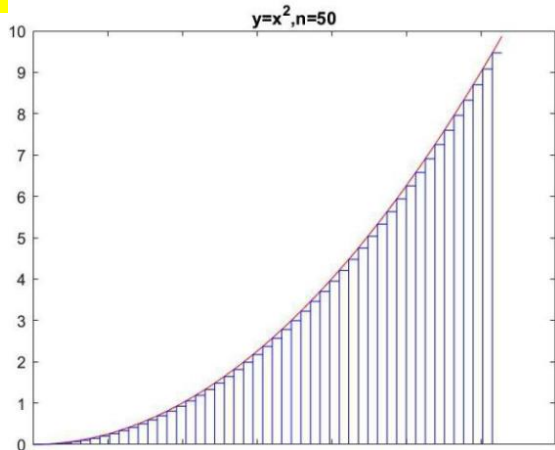
```
x = [1 2 3 4 5 6]; y = [5.5 43.1 128 290.7 498.4 978.67];  
p = polyfit(x,y,4) % get the polynomial  
x2 = 1:.1:6;  
y2 = polyval(p,x2);  
plot(x,y,'o',x2,y2)  
grid on
```

- 积分

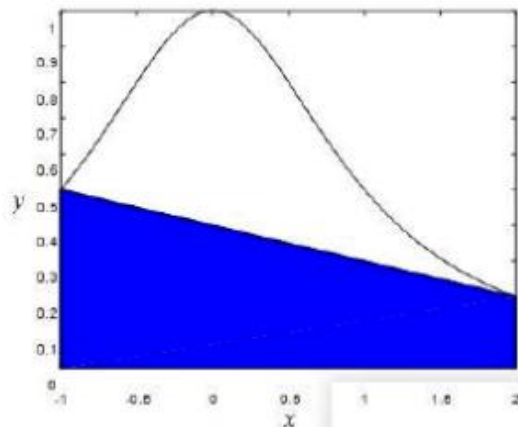
```
syms x n  
int(cos(x))  
int(exp(x))  
int(log(x))  
int(x^-1)  
int(x^5*cos(5*x))  
pretty(int(x^5*cos(5*x)))  
int(x^-5)  
int(sec(x)^2)  
pretty(int(1 - 10*x + 9 * x^2))  
int((3 + 5*x -6*x^2 - 7*x^3)/2*x^2)  
pretty(int((3 + 5*x -6*x^2 - 7*x^3)/2*x^2))
```

```
f = x^2*cos(x);  
ezplot(f, [-4,9])  
a = int(f, -4, 9)
```

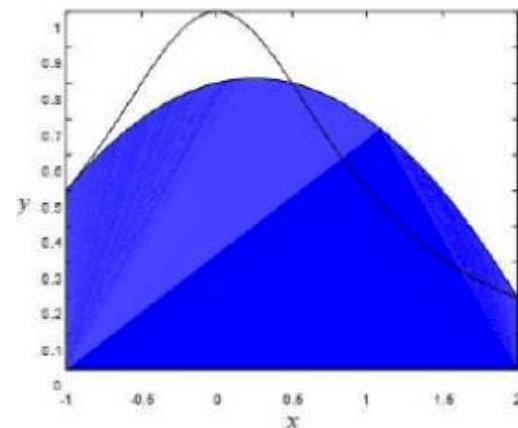
数值积分



矩形公式



梯形公式



辛普森公式

$$T_n = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{h}{2} [f(x_i) + f(x_{i+1})] = \frac{h}{2} [f(a) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + f(b)]$$

function y=f(x)

y=x^(3/2);

```
b=1;a=0;n=99;h=(b-a)/n;T=0;
```

```
for i=1:(n-1)
```

```
    x=a+h*i;
```

```
    T=T+f(x);
```

```
end
```

```
T=h*(f(a)+f(b))/2+h*T;
```

```
syms x
```

```
Y=int(f(x),x,a,b);
```

```
Y=double(Y);
```

```
esp=abs(Y-T);
```

作业：辛普森公式

计算 $\sqrt{2}$

$$x_{n+1} = \frac{x_n^2 + 2}{2x_n}, \quad x_0 = 1.$$

$$x_0 = 1.0$$

$$x_1 = 1.5$$

$$x_2 = 1.4166$$

$$x_3 = 1.414215686274510$$

$$x_4 = 1.414213562374690$$

$$x_5 = 1.414213562374695$$

$$x_{n+1} - \sqrt{2} = \frac{1}{2x_n} (x_n - \sqrt{2})^2.$$

```
x_exact=sqrt(2);
```

```
n=15;
```

```
x=zeros(1,15);
```

```
x(1)=1;
```

```
for i=2:n
```

```
    x(i) = (x(i-1)*x(i-1)+2)/(2*x(i-1));
```

```
end
```

```
err=x-x_exact;
```

```
plot(1:n,err)
```

计算 $\sqrt{2}$

$$x_{n+1} = \frac{x_n(x_n^2 + 6)}{3x_n^2 + 2}, \quad x_0 = 1.$$

$$x_0 = 1.0$$

$$x_1 = 1.4$$

$$x_2 = 1.414213197969543$$

$$x_3 = 1.414213562373095$$

$$x_{n+1} - \sqrt{2} = \frac{1}{3x_n^2 + 2}(x_n - \sqrt{2})^3.$$

```
x_exact=sqrt(2);  
  
n=15;  
x=zeros(1,15);  
x(1)=1;  
  
for i=2:n  
    x(i) = x(i-1)*(x(i-1)*x(i-1)+6)/(3*x(i-1)*x(i-1)+2);  
end  
  
err=x-x_exact;  
  
plot(1:n,err)
```

课后作业

作业1：辛普森公式

作业2：积分方程

$$\int_0^1 k(x, t) f(x) dt = g(t)$$

- $k(x, t) = x + t$, $f(x) = x$.
 - 编程计算 **g** (代表 $g(t)$ 在网格点 (t_0, \dots, t_n) 的值), 比较**g**和理论的 $g(t)$ 的值, 画图 (plot) 对比。
- $k(x, t) = 1 / (1 + x^2 + 2 * t^2)$, $f(x) = \sin(x)$.
 - 编程计算 $g(t)$.
 - 给定**g**或 $g(t)$, 反求 函数 $f(x)$ 或它的离散值 **f**。