

# 最优化方法

## 直接搜索法和蒙特卡罗法

张勇

电子科技大学 数学科学学院

中国，成都



[访问主页](#)

[标题页](#)

[目录页](#)



第 1 页 共 14

[返回](#)

[全屏显示](#)

[关闭](#)

[退出](#)

1 教学设计1

2 问题描述2

3 （一）直接搜索算法3

4 （二）蒙特卡罗法5

4.1 无约束的情形7

4.2 有约束的情形11

5 练习题14



访问主页

标题页

目 录 页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 2 页 共 14

返 回

全屏显示

关 闭

退 出



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

# 1 教学设计

最优化方法：



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法

教学要求：



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 1 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法

教学要求：

了解两种方法的优缺点



# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法

教学要求：

了解两种方法的优缺点

知识点：



访问主页

标题页

目录页



第 1 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 1 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法

教学要求：

了解两种方法的优缺点

知识点：

算法描述方法：流程图，伪代码...

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 1 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

# 1 教学设计

最优化方法：

1.直接搜索法

2.蒙特卡罗法

教学要求：

了解两种方法的优缺点

知识点：

算法描述方法：流程图，伪代码...

Matlab伪代码

## 2 问题描述



访问主页

标题页

目录页



第 2 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

### 3 (一) 直接搜索算法

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \end{array}$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[第 3 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 3 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:



访问主页

标题页

目录页

«

»

◀

▶

第 3 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 3 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)



### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

$N$  网格个数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 3 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

$N$  网格个数

目标函数  $f(x_1, x_2)$



访问主页

标题页

目录页

«

»

◀

▶

第 3 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

$N$  网格个数

目标函数  $f(x_1, x_2)$

算法:

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 3 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

$N$  网格个数

目标函数  $f(x_1, x_2)$

算法:

$$s_1 = (u_1 - l_1)/N, s_2 = (u_2 - l_2)/N$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 3 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

### 3 （一）直接搜索算法

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n) \end{cases}\end{array}$$

这里以二元函数为例来说明算法.

输入:

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

$N$  网格个数

目标函数  $f(x_1, x_2)$

算法:

$$s_1 = (u_1 - l_1)/N, s_2 = (u_2 - l_2)/N$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 3 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**



访问主页

标题页

目录页



第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**



访问主页

标题页

目录页



第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出



**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**



访问主页

标题页

目录页

«

»

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**



访问主页

标题页

目录页

«

»

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx= $x$ ; //存储决策**

**EndIf**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

$$x = [x_1, x_2];$$

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**

**EndIf**

**end for // x1**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

$$x = [x_1, x_2];$$

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**

**EndIf**

**end for // x1**

**end for // x2**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

$$x = [x_1, x_2];$$

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**

**EndIf**

**end for // x1**

**end for // x2**

**输出：**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 4 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出



[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 4 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**

**EndIf**

**end for // x1**

**end for // x2**

**输出:**

**Tmin 最优目标函数值**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 4 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $x_1 = l_1 : s_1 : u_1$  do**

**for  $x_2 = l_2 : s_2 : u_2$  do**

**$x = [x_1, x_2];$**

**If  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then**

**Tmin=  $f(x)$ ; //存储最优值**

**Tx=x; //存储决策**

**EndIf**

**end for // x1**

**end for // x2**

**输出:**

**Tmin 最优目标函数值**

**Tx 最优决策变量取值**

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.



访问主页

标题页

目录页



第 5 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述。  
求解优化模型：

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 5 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 5 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)



## 4 (二) 蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

$u$   $n$ 维数组, 其中  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

$u$   $n$ 维数组, 其中  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$

$m$  随机产生可行解个数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 （二）蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

$u$   $n$ 维数组, 其中  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$

$m$  随机产生可行解个数

输出:

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 (二) 蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

$u$   $n$ 维数组, 其中  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$

$m$  随机产生可行解个数

输出:

$\min\_val$  存储随机跳跃法求得的近似最优目标函数值

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4 (二) 蒙特卡罗法

以随机跳跃法为例介绍了算法描述.

求解优化模型:

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

输入:

$f(x)$  目标函数

$l$   $n$ 维数组, 其中  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n)$

$u$   $n$ 维数组, 其中  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$

$m$  随机产生可行解个数

输出:

$\min\_val$  存储随机跳跃法求得的近似最优目标函数值

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 5 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

$\min_x$  存储随机跳跃法求得的近似最优决策,  $n$ 维数组



访问主页

标题页

目录页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 6 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$\min_x$  存储随机跳跃法求得的近似最优决策,  $n$ 维数组  
临时变量:



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 6 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$\min_x$  存储随机跳跃法求得的近似最优决策,  $n$ 维数组  
临时变量:

$n$ 维数组  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  存储随机点



访问主页

标题页

目录页



第 6 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出



$\min_x$  存储随机跳跃法求得的近似最优决策,  $n$ 维数组  
临时变量:

$n$ 维数组  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$  存储随机点

$n$ 维数组  $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)^T$  存储伪随机数



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 6 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 7 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

【算法步骤】



访问主页

标题页

目录页



第 7 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 7 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;

2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 7 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 7 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;
2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数
3. 随机产生 $n$ 个在区间 $(0,1)$ 上均匀分布的随机数 $r_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ;

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 7 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;
2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数
3. 随机产生 $n$ 个在区间 $(0,1)$ 上均匀分布的随机数 $r_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ;
4. 令 $x_j = l_j + r_j(u_j - l_j), j = 1, 2, \dots, n$ ; //产生在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布随机数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 7 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;
2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数
3. 随机产生 $n$ 个在区间 $(0,1)$ 上均匀分布的随机数 $r_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ;
4. 令 $x_j = l_j + r_j(u_j - l_j), j = 1, 2, \dots, n$ ; //产生在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布随机数
5.  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$



[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 7 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;
2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数
3. 随机产生  $n$  个在区间  $(0,1)$  上均匀分布的随机数  $r_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ;
4. 令  $x_j = l_j + r_j(u_j - l_j), j = 1, 2, \dots, n$ ; //产生在区间  $[l_j, u_j]$  上均匀分布随机数
5.  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$
6. 如果  $f(x) < \text{min\_val}$ , 则  $\text{min\_val} = f(x), \text{min\_x} = x$ ;

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 7 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.1 无约束的情形

$$\min f(x)$$

$$\text{s.t. } l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

### 【算法步骤】

1.  $i=0$ ;
2.  $\text{min\_val} = 10^{100}$ ; //赋值为一个很大的数
3. 随机产生  $n$  个在区间  $(0,1)$  上均匀分布的随机数  $r_j (j = 1, 2, \dots, n)$ ;
4. 令  $x_j = l_j + r_j(u_j - l_j), j = 1, 2, \dots, n$ ; //产生在区间  $[l_j, u_j]$  上均匀分布随机数
5.  $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]$
6. 如果  $f(x) < \text{min\_val}$ , 则  $\text{min\_val} = f(x), \text{min\_x} = x$ ;

7.  $i=i+1$ ;



访问主页

标题页

目录页



第 8 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

7.  $i=i+1$ ;

8. 如果 $i=m$ ，则结束；否则跳到第3步；



访问主页

标题页

目录页



第 8 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

7.  $i=i+1$ ;

8. 如果 $i=m$ ，则结束；否则跳到第3步；



访问主页

标题页

目录页



第 8 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出



访问主页

标题页

目录页

◀◀ ▶▶

◀ ▶

第 9 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

# 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）



访问主页

标题页

目录页



第 9 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 9 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$



[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 9 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 9 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#) [»](#)[◀](#) [▶](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[⏪](#) [⏩](#)[◀](#) [▶](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

**x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j));**// $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知： $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

r(j)=rand;// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j)); // $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知:  $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

r(j)=rand;// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j)); // $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

**if** f(x)<min\_val **then**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知:  $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

**x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j));**// $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

**if** f(x)<min\_val **then**

**min\_val =f(x);**



[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知:  $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

**x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j));**// $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

**if** f(x)<min\_val **then**

**min\_val =f(x);**

**min\_x =x;**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知:  $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

**x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j));**// $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

**if** f(x)<min\_val **then**

**min\_val =f(x);**

**min\_x =x;**

**end if**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 9 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 【伪代码描述】（类Matlab代码描述）

已知:  $l_j \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n$

**min\_val = 10000**

**for** i=1:m,

**for** j=1:n,

**r(j)=rand;**// $r_j$ 在区间 $[0, 1]$ 上均匀分

**x(j)=l(j)+r(j)\*(u(j)-l(j));**// $x_j$ 在区间 $[l_j, u_j]$ 上均匀分布

**end for**

**if** f(x)<min\_val **then**

**min\_val =f(x);**

**min\_x =x;**

**end if**

end for



访问主页

标题页

目录页

◀◀ ▶▶

◀ ▶

第 10 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

end for

说明：



访问主页

标题页

目录页

◀◀ ▶▶

◀ ▶

第 10 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**end for**

**说明：**

**min\_val**的初始化可以放在**for**语句中：如果**i=1**，则令**min\_val=f(x)**



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 10 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.2 有约束的情形

求解模型：



访问主页

标题页

目录页



第 11 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 11 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)



## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

输入：



访问主页

标题页

目录页

«

»

◀

▶

第 11 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 11 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases} \end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

**count** 模拟的随机点个数

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 11 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

count 模拟的随机点个数

算法：

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

第 11 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases} \end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

**count** 模拟的随机点个数

算法：

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)

第 11 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll} \min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases} \end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

**count** 模拟的随机点个数

算法：

**Tmin=inf; //inf为一个很大的数**

**for  $i=1$  to count do**

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)

第 11 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 11 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

count 模拟的随机点个数

算法：

Tmin=inf; //inf为一个很大的数

for  $i=1$  to count do

$x_1 = l_1 + (u_1 - l_1)*\text{rand};$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[第 11 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 4.2 有约束的情形

求解模型：

$$\begin{array}{ll}\min & f(x) \\ \text{s.t.} & \begin{cases} g(x) \leq 0 \\ l_i \leq x_i \leq u_i (i = 1, 2) \end{cases}\end{array}$$

输入：

$$l_1, l_2, u_1, u_2$$

count 模拟的随机点个数

算法：

Tmin=inf; //inf为一个很大的数

for  $i=1$  to count do

$x_1 = l_1 + (u_1 - l_1)*\text{rand};$



$$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2)*\text{rand};$$



访问主页

标题页

目录页



第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2)*\text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$



访问主页

标题页

目录页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$$

$$x = [x_1, x_2];$$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then



访问主页

标题页

目录页



第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x); // \text{存储最优值}$

$\text{Tx} = x; // \text{存储决策}$



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值

$\text{Tx} = x;$  // 存储决策

end if



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值

$\text{Tx} = x;$  // 存储决策

end if

end for //i



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值

$\text{Tx} = x;$  // 存储决策

end if

end for //i

输出：



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出



$$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$$

$$x = [x_1, x_2];$$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x)$ ; // 存储最优值

$\text{Tx} = x$ ; // 存储决策

end if

end for //i

输出:

$\text{Tmin}$  最优目标函数值



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2)*\text{rand};$$

$$x = [x_1, x_2];$$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x)$ ; // 存储最优值

$\text{Tx} = x$ ; // 存储决策

end if

end for //i

输出:

$\text{Tmin}$  最优目标函数值

$\text{Tx}$  最优决策变量取值



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$$

$$x = [x_1, x_2];$$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x)$ ; // 存储最优值

$\text{Tx} = x$ ; // 存储决策

end if

end for //i

输出:

$\text{Tmin}$  最优目标函数值

$\text{Tx}$  最优决策变量取值

说明:



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值

$\text{Tx} = x;$  // 存储决策

end if

end for //i

输出:

$\text{Tmin}$  最优目标函数值

$\text{Tx}$  最优决策变量取值

说明:

**rand** 为产生(0,1)上均匀分布的随机数; 对于C语言等:  
**rand** 可以用类似 `random()/MaxInt` 代替.



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

$x_2 = l_2 + (u_2 - l_2) * \text{rand};$

$x = [x_1, x_2];$

if  $f(x) < \text{Tmin}$  and  $g(x) \leq 0$  Then

$\text{Tmin} = f(x);$  // 存储最优值

$\text{Tx} = x;$  // 存储决策

end if

end for //i

输出:

$\text{Tmin}$  最优目标函数值

$\text{Tx}$  最优决策变量取值

说明:

**rand** 为产生(0,1)上均匀分布的随机数; 对于C语言等:  
**rand** 可以用类似 `random()/MaxInt` 代替.



访问主页

标题页

目录页

◀

▶

◀

▶

第 12 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

**random()产生在0到MaxInt-1之间均匀分布的随机整数**



访问主页

标题页

目录页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 13 页 共 14

返回

全屏显示

关闭

退出

## 5 练习题

请分别采用直接搜索法、蒙特卡罗法求解下列优化模型：

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 14 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 5 练习题

请分别采用直接搜索法、蒙特卡罗法求解下列优化模型：

$$\min f(x_1, x_2) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)

第 14 页 共 14

[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)



## 5 练习题

请分别采用直接搜索法、蒙特卡罗法求解下列优化模型：

$$\begin{aligned} \min f(x_1, x_2) &= 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2 \\ \text{s.t. } \begin{cases} 1 \leq x_1^2 + x_2^2 \leq 2 \\ -5 \leq x_1 \leq 3 \\ 0 \leq x_2 \leq 9 \end{cases} \end{aligned}$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[第 14 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)

## 5 练习题

请分别采用直接搜索法、蒙特卡罗法求解下列优化模型：

$$\begin{aligned} \min f(x_1, x_2) &= 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2 \\ \text{s.t. } \begin{cases} 1 \leq x_1^2 + x_2^2 \leq 2 \\ -5 \leq x_1 \leq 3 \\ 0 \leq x_2 \leq 9 \end{cases} \end{aligned}$$

[访问主页](#)[标题页](#)[目录页](#)[第 14 页 共 14](#)[返回](#)[全屏显示](#)[关闭](#)[退出](#)