MATLAB机械优化设计实例指导教程

概 述

利用Matlab的优化工具箱，能够求解线性规划、非线性规划和多目的规划问题。详细而言，涉及线性、非线性最小化，最大最小化，二次规划，半无限问题，线性、非线性方程（组）的求解，线性、非线性的最小二乘问题。另外，该工具箱还提供了线性、非线性最小化，方程求解，曲线拟合，二次规划等问题中大型课题的求解措施，为优化措施在工程中的实际应用提供了更以便快捷的途径。

1.1 优化工具箱中的函数

优化工具箱中的函数涉及下面几类：

最小化函数

函　数	描　　述
fminbnd	§ 有边界的标量非线性最小化
linprog	线性规划
fminsearch, fminunc	无约束非线性最小化
fminimax	最大最小化
fmincon	§ 有约束的非线性最小化
quadprog	二次规划
fgoalattain	§ 多目的到达问题

1.2有边界非线性最小化

［函数］fminbnd

功能：找到固定区间内单变量函数的最小值。

［格式］ x = fminbnd(fun,x1,x2)

x = fminbnd(fun,x1,x2,options)

[x,fval] = fminbnd(…)

[x,fval,exitflag] = fminbnd(…)

[x,fval,exitflag,output] = fminbnd(…)

[应用背景]给定区间x1<x<x2，求函数f(x)的最小值。X能够是多元向量

1.2有边界非线性最小化

［阐明］

fun　是目的函数

x1, x2　设置优化变量给定区间的上下界

options　设置优化选项参数

fval　返回目的函数在最优解x点的函数值

exitflag　返回算法的终止标志

output是一种返回优化算法信息的构造

该参数包括下列优化信息：

1. output.iterations – 迭代次数。
2. output.algorithm – 所采用的算法。
3. output.funcCount – 函数评价次数。

1.2有边界非线性最小化

算法：

fminbnd是一种M文件。其算法基于黄金分割法和二次插值法。

不足：

1. 目的函数必须是连续的。
2. fminbnd函数可能只给出局部最优解。
3. 当问题的解位于区间边界上时，fminbnd函数的收敛速度经常很慢。此时，fmincon函数的计算速度更快，计算精度更高。
4. fminbnd函数只用于实数变量。

1.2有边界非线性最小化

1.2.1 应用实例

[例一] 在区间（0，2π）上求函数sin(x)的最小值：

```
x = fminbnd(@sin,0,2*pi)
x =
     4.7124
```

所以区间（0，2π）上函数sin(x)的最小值点位于x=4.7124处。

最小值处的函数值为：

```
y = sin(x)
y =
    -1.0000
```

［例二］对边长为3m的正方形铁板，在四个角处剪去相等的正方形以制成方形无盖水槽，问怎样剪法使水槽的容积最大？

假设剪去的正方形的边长为x，则水槽的容积为

目前要求在区间（0，1.5）上拟定一种***x***，使 最大化。

首先编写M文件opt21_3o.m:

```
function f = myfun(x)
f = -(3-2*x).^2 * x;
```

然后调用fminbnd函数(磁盘中M文件名为opt21_3.m)：

```
x = fminbnd(@opt21_3o,0,1.5)
```

得到问题的解：

```
x =    0.5000
```

即剪掉的正方形的边长为0.5m时水槽的容积最大。

水槽的最大容积计算：

y =-2.0000　　　　　　所以水槽的最大容积为2.0000m

3。

1.3线性规划及其优化函数

线性规划问题是目的函数和约束条件均为线性函数的问题，MATLAB处理的线性规划问题的原则形式为 ：

$$\min f'x \quad x \in R^n$$

$$\text{sub. to：} A \cdot x \le b$$

$$Aeq \cdot x = beq$$

$$lb \le x \le ub$$

其中：其中f、x、b、beq、lb、ub为向量，A、Aeq为矩阵。

其他形式的线性规划问题都可经过合适变换化为此原则形式。

1.3线性规划及其优化函数

[函数] linprog

[格式] x = linprog(f,A,b,Aeq,beq)

x = linprog(f,A,b,Aeq,beq,lb,ub)

x = linprog(f,A,b,Aeq,beq,lb,ub,x0)

x = linprog(f,A,b,Aeq,beq,lb,ub,x0,options)

[x,fval] = linprog(…)

[x,fval,exitflag] = linprog(…)

[x,fval,exitflag,output] = linprog(…)

[x,fval,exitflag,output,lambda] = linprog(…)

1.3线性规划及其优化函数

[阐明]

f:　　　是优化参数x的系数矩阵；

lb,ub: 设置优化参数x的上下界；

fval:　返回目的函数在最优解x点的函数值；

exitflag:返回算法的终止标志；

output:　返回优化算法信息的一种数据构造。

lambda：解x的Lagrange乘子

1.3线性规划及其优化函数

阐明： 若exitflag>0表达函数收敛于解x，exitflag=0表达超出函数估值或迭代的最大数字，exitflag<0表达函数不收敛于解x；若lambda=lower表达下界lb，lambda=upper表达上界ub，lambda=ineqlin表达不等式约束，lambda=eqlin表达等式约束，lambda中的非0元素表达相应的约束是有效约束；output=iterations表达迭代次数，output=algorithm表达使用的运算规则，output=cgiterations表达PCG迭代次数。

1.3线性规划及其优化函数

[应用举例]

求使函数 $f(x)=-5x_1-4x_2-6x_3$ 取最小值的x值，

且满足约束条件：

$$x_1-x_2+x_3\le 20$$

$$3x_1+2x_2+4x_3\le 42$$

$$3x_1+2x_2\le 30$$

$$x_1\ge 0, x_2\ge 0, x_3\ge 0$$

1.3线性规划及其优化函数

[代码]
```
f = [-5; -4; -6];
A =  [1 -1  1;3  2  4;3  2  0];
b = [20; 42; 30];
lb = zeros(3,1);
[x,fval] = linprog(f,A,b,[],[],lb)
```

[成果]
```
x =
     0.0000
     15.0000
     3.0000
 fval =
   -78.0000
```

应用实例

［**［例三］**生产决策问题

某厂生产甲乙两种产品，已知制成一吨产品甲需用资源A 3吨，资源B 4m3；制成一吨产品乙需用资源A 2吨，资源B 6m3，资源C 7个单位。若一吨产品甲和乙的经济价值分别为7万元和5万元，三种资源的限制量分别为90吨、200m3和210个单位，试决定应生产这两种产品各多少吨才干使发明的总经济价值最高？

令生产产品甲的数量为x1，生产产品乙的数量为x2。由题意能够建立下面的模型：

该模型中要求目的函数最大化，需要按照Matlab的要求进行转换，即目的函数为

首先输入下列系数：

```
f = [-7;-5];
A =  [3 2
      4 6
      0 7];
```