

# 重 庆 大 学

## 学 生 实 验 报 告

实验课程名称 数学实验

开课实验室 数学实验中心 LD104

学 院 大数据与软件学院 年级 2021 级 专业班 软件工程 X 班

学 生 姓 名 XXX 学 号 2021XXXX

学 生 姓 名 XXX 学 号 2021XXXX

开 课 时 间 2022 至 2023 学年第 1 学期

总 成 绩	
-------	--

数 统 学 院 制

开课学院、实验室：数学与统计学院、LD104 实验时间：2022 年 10 月 16 日

课程名称	数学实验	实验项目名称	线性规划、非线性规划	实验项目类型				
				验证	演示	综合	设计	其他
指导教师	XX	成绩				√		

## 题目 1

求解无约束优化

$$\min f(x_1, x_2) = -20e^{-0.2\sqrt{0.5(x_1^2 + x_2^2)}} - e^{0.5(\cos(2\pi x_1) + \cos(2\pi x_2))} + 22.713$$

$$s.t. \quad -5 \leq x_i \leq 5, i = 1, 2$$

- 1) 画出该曲面图形, 直观地判断该函数的最优解;
- 2) 使用 fminunc 命令求解, 能否求到全局最优解?

## 程序 1

- (1) 画出该曲面图行, 直观地判断该函数的最优解;

```

1      %清空命令行窗口内容
2 -    clc;
3      %清空工作区变量
4 -    clear;
5      %清空当前图窗
6 -    clf;
7      %画出图形
8 -    x1=-5:0.08:5;
9 -    x2=-5:0.08:5;
10 -    [X1,X2]=meshgrid(x1,x2);
11 -    F=-20*exp(-0.2*sqrt(0.5*(X1.^2+X2.^2)))-exp(0.5*(cos(2*pi*X1)+cos(2*pi*X2)))+22.7
12 -    mesh(X1,X2,F);

```

- (2) 使用 fminunc 命令求解, 能否求到全局最优解;

Step1: 建立函数 M 文件 fun.m;

```

1      function f=fun(x)
2 -    f=-20*exp(-0.2*sqrt(0.5*(x(1)^2+x(2)^2)))-exp(0.5*(cos(2*pi*x(1))+cos(2*pi*x(2))))+22.713

```

Step2: 建立主程序文件 main.m;

① $x_0 = [-5, 5]$ 时:

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%利用fminuncn函数求解
x0=[-5, 5];
[x, fval, exitflag] = fminunc (@fun, x0)
```

② $x_0 = [-4, 4]$ 时:

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%利用fminuncn函数求解
x0=[-4, 4];
[x, fval, exitflag] = fminunc (@fun, x0)
```

③ $x_0 = [-3, 3]$ 时:

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%利用fminuncn函数求解
x0=[-3, 3];
[x, fval, exitflag] = fminunc (@fun, x0)
```

④ $x_0 = [-2, 2]$ 时:

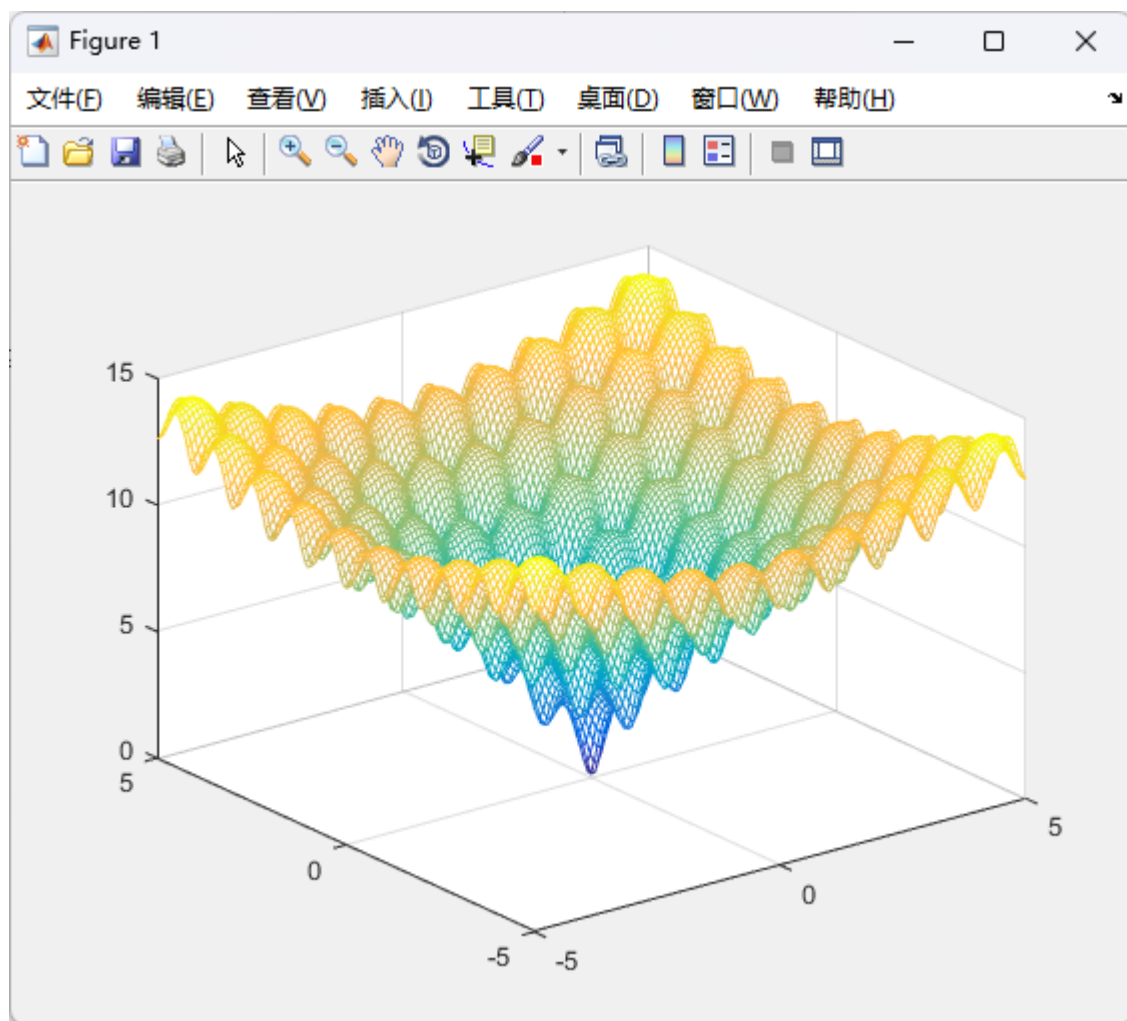
```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%利用fminuncn函数求解
x0=[-2, 2];
[x, fval, exitflag] = fminunc (@fun, x0)
```

⑤ $x_0 = [-1, 1]$ 时:

```
%清空命令行窗口内容
clc;
%清空工作区变量
clear;
%利用fminuncn函数求解
x0=[-1, 1];
[x, fval, exitflag] = fminunc (@fun, x0)
```

**结果 1**

(1) 画出该曲面图形，直观地判断该函数的最优解；



结论：通过图直观判断，当  $(x_1, x_2) = (0, 0)$  时，可以得到  $\min f(x_1, x_2) \approx 0$ ，利用计算器代入  $(0, 0)$  计算，可得  $\min f(x_1, x_2) = -0.005282$ 。

(2) 使用 `fminunc` 命令求解，能否求到全局最优解；

①  $x_0 = [-5, 5]$  时：

```
x =  
    -4.9862    4.9862  
  
fval =  
    12.6270  
  
exitflag =  
         1
```

②  $x_0 = [-4, 4]$  时：

```
x =  
  
    0    0  
  
fval =  
  
-0.0053  
  
exitflag =  
  
    5
```

③ $x_0 = [-3, 3]$ 时:

```
x =  
  
    0    0  
  
fval =  
  
-0.0053  
  
exitflag =  
  
    5
```

④ $x_0 = [-2, 2]$ 时:

```
x =  
  
-0.9685    0.9685  
  
fval =  
  
    3.5692  
  
exitflag =  
  
    1
```

⑤ $x_0 = [-1, 1]$ 时:

```

x =

    0    0

fval =

   -0.0053

exitflag =

     5

```

结论: fminunc 函数求解的值与初值有关, 可以求出局部最优解, 当选取的初值合适时可以求到全局最优解, 如  $x_0 = [-4, 4]/[-3, 3]/[-1, 1]$ ;

## 题目 2

请自行查询某商业银行的整存整取年利率, 填入下表:

一年期	二年期	三年期	五年期
1.75%	2.25%	2.75%	2.75%

现有 1 笔本金, 准备 20 年后使用, 若此期间利率不变, 问应该采用怎样的存款方案?

## 程序 2

使用 lingo 求解:

```

model:
Max=(1+0.0175)^x1*(1+2*0.0225)^x2*(1+3*0.0275)^x3*(1+5*0.0275)^x4;
x1+2*x2+3*x3+5*x4=20;
@gin(x1);@gin(x2);@gin(x3);@gin(x4);
end

```

## 结果 2

```
Local optimal solution found.
Objective value:                1.690795
Objective bound:                1.690795
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        88
```

```
Model Class:                    PINLP
```

```
Total variables:               4
Nonlinear variables:            4
Integer variables:              4
```

```
Total constraints:              2
Nonlinear constraints:          1
```

```
Total nonzeros:                8
Nonlinear nonzeros:             4
```

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	0.1423300E-01
X2	0.000000	0.1270846E-01
X3	5.000000	-0.3336712E-02
X4	1.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1.690795	1.000000
2	0.000000	0.4356599E-01

结论：应采用存（五次三年期+一次五年期）的存款方案，这样可以使得得到的利息最大化，最多可以使得存款变为原来的 1.690795 倍。

## 分析

在本次实验中，我们进一步学习了 matlab 软件并初步接触使用了 lingo 软件。

首先我们学习了利用图形化和 fminunc 函数求解对应函数的最优解的方法，其中图形法较为直观，但难以得出精确解，而 fminunc 函数是采取的局部最优解法，可以求出局部最优解，根据初始值的选取不同，可能会取到全局最优解。其次，我们学习了如何使用 lingo 软件进行数学规划模型求解，且 lingo 软件相较于 matlab 软件，在求解线性规划/非线性规划方面上，操作更为简便、直观易懂，便于我们求解最优问题。

通过本次实验的学习，我们的数学思维得到了进一步锻炼，并且通过 matlab 软件和 lingo 软件，利用计算机进行复杂但又快速的计算，能够解决更多我们人为难以解决的实际问题，受益无穷，希望在接下来的学习中能收获更多。

备注：

- 1、一门课程有多个实验项目的，应每一个实验项目一份，课程结束时将该课程所有实验项目内页与封面合并成一个电子文档上交。