



Lab 4 Report

理解实验数据（弹丸实验）

王世烜

PB20151796

May 14, 2023

Part 1: 实验要求

本次实验要求使用 python 处理实验数据。使用一种弹丸装置向 1080 英寸之外的目标发射 4 次弹丸，测量出弹丸距离发射点不同距离时的高度。对实验数据进行最小二乘法的线性拟合以及二次拟合，完成两种拟合绘图并分析结果。

Part 2: 实验环境

本次实验的实验环境为：

- Windows10 64 位
- IDE: VS Code
- python==3.9.5
- jupyter==1.0.0
- matplotlib==3.5.1
- numpy==1.23.0

Part 3: 实验内容

3.1 实验设计

本实验使用一种弹丸装置向 1080 英寸之外的目标发射 4 次弹丸，测量出弹丸距离发射点不同距离时的高度。实验数据如以下表格所示，第一列为弹丸与发射点之间的距离，其他各列为 4 次实验中弹丸在相应距离时的高度。

我们应该首先算出 4 次实验在距离发射点距离相同的情况下的弹丸高度的平均值，然后进行拟合，完成两种拟合绘图并分析结果。

3.2 算法流程

具体实现步骤如下：

1. 导入 numpy、matplotlib.pyplot 和 scipy.optimize.curve_fit 库。
2. 提取弹丸与发射点之间的距离和弹丸的平均高度。
3. 定义线性和二次拟合函数。
4. 使用 curve_fit 函数进行线性拟合和二次拟合，并得到拟合系数。
5. 绘制线性拟合图像和二次拟合图像。

3.3 核心代码解释

提取弹丸与发射点之间的距离和弹丸的平均高度：

```
1 x = data[:, 0]
2 y = np.mean(data[:, 1:], axis=1)
```

定义线性和二次拟合函数：

```
1 # 定义线性和二次拟合函数
2 def linear_fit(x, a, b):
3     return a * x + b
4
5 def quadratic_fit(x, a, b, c):
6     return a * x**2 + b * x + c
```

使用 curve_fit 函数进行线性拟合和二次拟合，并得到拟合系数：

```
1 # 进行线性拟合
2 popt_linear, pcov_linear = curve_fit(linear_fit, x, y)
3 a_linear, b_linear = popt_linear
4
5 # 进行二次拟合
6 popt_quadratic, pcov_quadratic = curve_fit(quadratic_fit, x, y)
7 a_quadratic, b_quadratic, c_quadratic = popt_quadratic
```

绘图：

```
1 X=np.linspace(0,1080,1000)
2
3 # 绘制线性拟合图像
4 plt.figure(dpi=150)
```

```

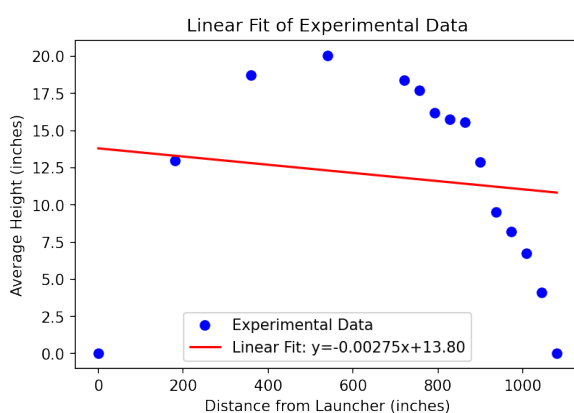
5 plt.plot(x, y, 'bo', label='Experimental Data')
6 plt.plot(X, a_linear * X + b_linear, 'r-', label='Linear Fit: y={:.5f}x
  + {:.2f}'.format(a_linear, b_linear))
7 plt.title('Linear Fit of Experimental Data')
8 plt.xlabel('Distance from Launcher (inches)')
9 plt.ylabel('Average Height (inches)')
10 plt.legend()
11 plt.show()
12
13 # 绘制二次拟合图像
14 plt.figure(dpi=150)
15 plt.plot(x, y, 'bo', label='Experimental Data')
16 plt.plot(X, a_quadratic * X**2 + b_quadratic * X + c_quadratic, 'r-',
  label='Quadratic Fit: y={:.5f}x^2+{:.2f}x+{:.2f}'.format(a_quadratic
  , b_quadratic, c_quadratic))
17 plt.title('Quadratic Fit of Experimental Data')
18 plt.xlabel('Distance from Launcher (inches)')
19 plt.ylabel('Average Height (inches)')
20 plt.legend()
21 plt.show()

```

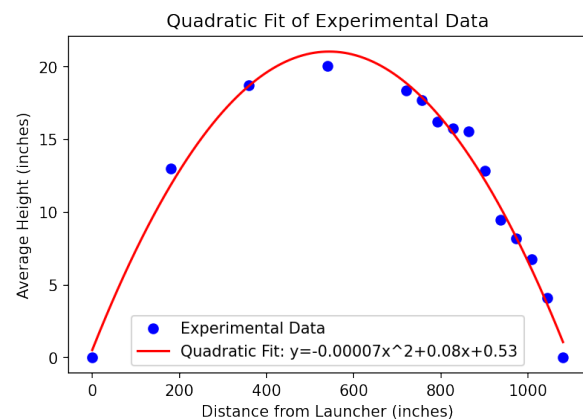
Part 4: 实验结果

通过对实验数据进行最小二乘法的线性拟合和二次拟合，我们得到了线性拟合和二次拟合的拟合系数。线性拟合结果为： $y = -0.00275x + 13.80$ ，二次拟合结果为： $y = -0.00007x^2 + 0.08x + 0.53$ 。

接着，我们绘制了线性拟合图像和二次拟合图像。从图像中可以看出，二次拟合的曲线更加贴近实验数据，而线性拟合的曲线则与实验数据有较大的偏差。



(a) linear fit



(b) quadratic fit

综上所述，通过本实验，我们使用 python 处理实验数据，进行了最小二乘法的线性拟合和二次拟合，并绘制了两种拟合图像。通过分析结果，我们发现二次拟合的曲线更加贴近实验数据，因此二次拟合更加准确。

Part 5: 实验总结

本实验通过使用 python 处理实验数据，进行最小二乘法的线性拟合和二次拟合，并绘制了两种拟合图像。通过实验，我们了解了最小二乘法的基本原理和应用，掌握了使用 python 进行最小二乘法的方法。同时，我们也学会了如何使用 matplotlib.pyplot 库绘制图像，进一步提高了数据分析和可视化的能力。