

# 软件概要说明书

C.J. Gan

2021 年 4 月 8 日

## 目录

<b>1 简介</b>	<b>2</b>
1.1 背景与目的 . . . . .	2
1.2 适用范围 . . . . .	2
1.3 术语和缩略语 . . . . .	2
<b>2 系统设计</b>	<b>2</b>
2.1 需求概述 . . . . .	2
2.2 设计概述 . . . . .	2
2.3 软件信息流 . . . . .	3
2.4 软件流程图 . . . . .	4
<b>3 非功能性需求的实现</b>	<b>4</b>
3.1 性能考虑 . . . . .	4
3.2 兼容性考虑 . . . . .	4
3.3 可扩展性考虑 . . . . .	4

# 1 简介

## 1.1 背景与目的

在关于粗糙表面接触问题的研究中，研究者们往往难以直观的展示所研究的粗糙表面的一些形貌特征，而需要借助一些脚本或计算参数来考量所研究表面的形貌特征。因此基于 Matlab，来开发这个简单软件，能帮助研究者们简单的展示所研究的粗糙表面的形貌特征，从而提高研究效率，或者在该问题的教学中，提高教学效果。

## 1.2 适用范围

适用于在力学专业研究粗糙表面接触问题。以及机械、航天等领域面对摩擦、接触等问题。

## 1.3 术语和缩略语

contact friction: 接触比例，实际接触面积与名义接触面积的比值

Density of contact patches: 接触密度，实际接触点的密度

Power spectral density (PSD): 功率谱密度，对粗糙表面做信号分析所得到的功率谱

.asc: 文件格式，以 ascii 码的形式写入

Matrix of hight: 高度矩阵，粗糙表面高度坐标所形成的矩阵

# 2 系统设计

## 2.1 需求概述

- 1) 能够读入多种粗糙表面文件形式，比如.txt/.asc 等
- 2) 能够展示符合典型泊松理论的随机粗糙表面作为演示
- 3) 能展示粗糙表面的直观形貌
- 4) 能展示粗糙表面与刚性平面的接触过程
- 5) 能够展示粗糙表面与刚性平面接触过程中的接触点密度、接触比例
- 6) 能够展示粗糙表面的 PSD 分析
- 7) 能够展示粗糙表面的矩参数
- 8) 能够处理输入文件时产生的错误报告

## 2.2 设计概述

1) 软件主界面提供三种生成粗糙表面的方式，分别是符合泊松理论的随机生成表面 [1]、读入高度矩阵.txt 文件和白光干涉仪的输出文件.asc 文件。读入高度矩阵文件需要输入文件地址和确定的扫描长度，文件中数据和扫描长度数据的单位为微米；读入白光干涉仪输出文件仅需要输入文件地址；随机生成表面不需要读入内容。主界面还可以选择输出展示除粗糙表面形貌与粗糙表面/刚性平面接触过程外，其他五种粗糙表面和粗糙表面/刚性平面接触过程中的参数，分别是接触比例、接触密度、PSD 分析、接触反力预测 [2] 和矩参数。

2) 软件主要弹窗用于展示粗糙表面形貌与粗糙表面/刚性平面接触过程，为两个二维图像。粗糙表面形貌为彩色图像，用 colorbar 展示高度方向数据。粗糙表面/刚性平面接触过程为散点图，可以使用一个

滑块或者直接输入的方式调整刚性接触面的高度。

3) 根据主界面所选择的其他五个输出参数，有五个展示相应内容的弹窗。其中展示接触比例和接触密度的图像中有一标尺用于反映当前刚性接触面的高度下，粗糙表面与刚性表面的接触比例和接触密度。

4) 根据主界面选择的生成表面方式，决定读取表面文件产生错误的处理方式。对于读取表面文件的错误，用一个错误弹窗提醒用户注意输入文件的地址和格式。对于表面扫描长度的错误，MATLAB Appdeisgner 将会提供自动浮窗形式的错误提示。

## 2.3 软件信息流

见图 1

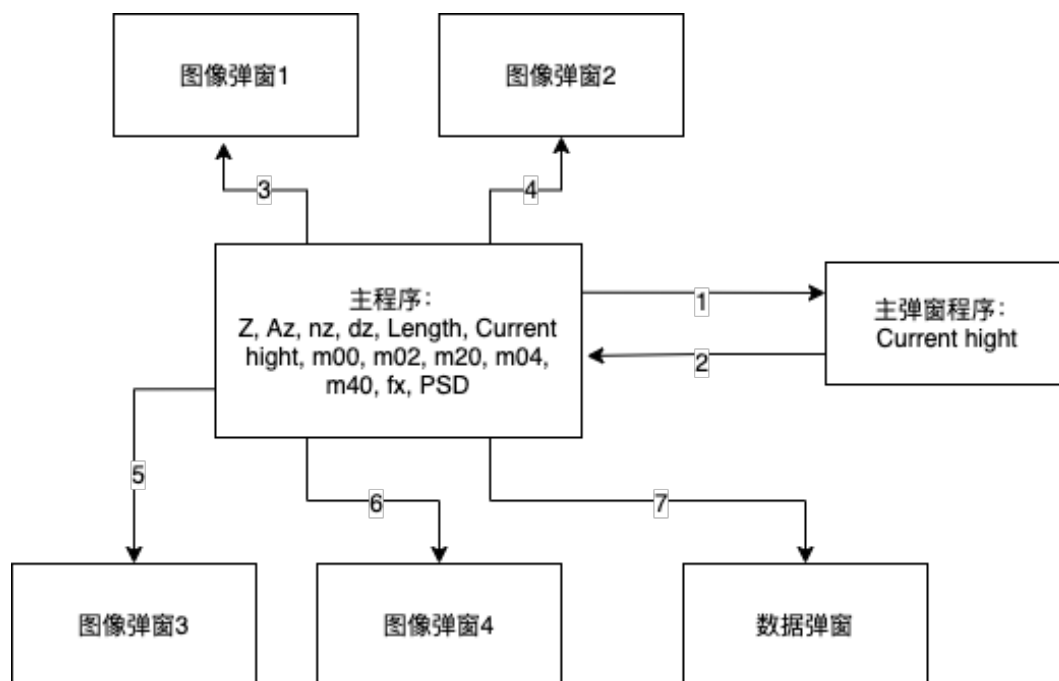


图 1: 信息流图

主程序产生的信息：

Z: 粗糙表面高度矩阵

Az: 接触比例随高度变化的数组

nz: 接触密度随高度变化的数组

dz: 高度数组

Length: 表面扫描长度（横向长度）

m00: 一阶矩

m02: 二阶矩（第一主方向）

m20: 二阶矩（第二主方向）

m04: 四阶矩（第一主方向）

m40: 四阶矩（第二主方向）

fx: PSD 分析中的频率数组

PSD: PSD 分析中的功率数组

主弹窗程序产生的信息：

Current hight：当时高度

信息流：

1: Z, Length

2: Current hight

3: Az, dz, m00, Length, Current hight

4: nz, dz, m00, Length, Current hight

5: fx, Psd, Nx

6: Az, P-normal, Length

7: m00, m02, m20, m04, m40

## 2.4 软件流程图

见图 2

# 3 非功能性需求的实现

## 3.1 性能考虑

在计算接触密度和对接触反力进行预测时，考虑到循环次数很大，使用并行的方式进行运算。

## 3.2 兼容性考虑

使用 MATLAB Appdesigner 制作的程序需要 MATLAB compiler runtime 这一环境才能运行。考虑到兼容性的问题，在编译中，加入 MATLAB complier runtime 安装包，以实现让未安装 MATLAB 或安装 MATLAB 版本过低的用户也能使用该软件。关于 MATLAB complier runtime 的安装与卸载 [3]。

## 3.3 可扩展性考虑

安装包中将附带该软件的.mlapp 文件，用户可以根据自已的需求，对该软件进行修改。

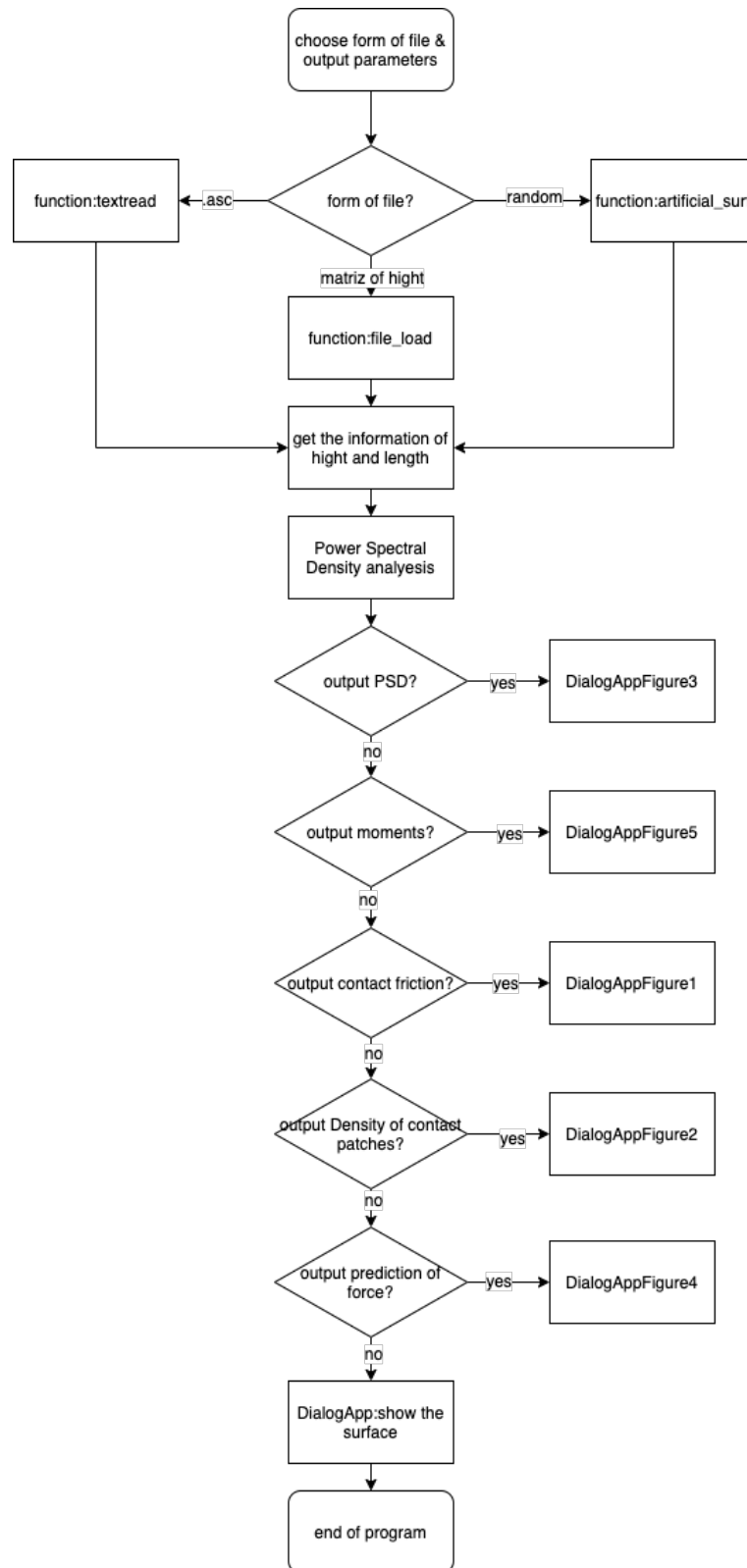


图 2: 流程图

## 参考文献

- [1] Kanafi, M. M., 2020, “Surface generator: artificial randomly rough surfaces,” retrieved Sept. 30, 2020, <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/60817-surface-generator-artificial-randomly-rough-surfaces>.
- [2] G.F. Wang, X.M. Liang and D. Yan, An incremental equivalent circular contact model for rough surfaces, *Journal of Tribology*, 2021: pp 4:10
- [3] "MATLAB Runtime", <https://www.mathworks.com/help/compiler/deployment-process.html>