

BSpline 程序说明书

——杨敬轩

——SZ160310217

1 BSpline 简介

B 样条曲线由 De Boor 在 1972 年提出，其表达式为：

$$P(t) = \sum_{i=0}^n P_i N_{i,k}(t) \quad (1)$$

式(1)中， P_i 为第 $i+1$ 个控制点的坐标， k 为曲线的阶次(order)，曲线的度(degree) $d = k - 1$ ，本程序以度为曲线的输入参数，默认值为 $d = 2$ （即 $k = 3$ ）， $N_{i,k}(t)$ 为基函数，递归定义如下：

$$\begin{cases} N_{i,1}(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } t_i \leq t \leq t_{i+1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \\ N_{i,k}(t) = \frac{(t-t_i) \cdot N_{i,k-1}(t)}{t_{i+k-1}-t_i} + \frac{(t_{i+k}-t) \cdot N_{i+1,k-1}(t)}{t_{i+k}-t_{i+1}} \\ \text{define } \frac{0}{0} = 1 \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中， t_i 为节点值，通常有两种选择方法：当节点以等距方式定义时，得到均匀周期性 B 样条曲线；当节点按下式(3)定义时，得到均匀非周期性 B 样条曲线。本程序可以在两种选择方式下切换，也可任意指定节点向量的值。

$$t_i = \begin{cases} 0 & \text{if } i < k \\ i - k + 1 & \text{if } k \leq i \leq n \\ n - k + 2 & \text{if } i > n \end{cases} \quad (3)$$

2 BSpline 程序功能说明

使用 MATLAB 的 guide 功能编写 GUI 程序，其界面如 Figure 1 所示。本程序共包含 2 个图形展示控件，13 个按钮控件，3 个动态文本显示控件，7 个静态文本显示控件，3 个 check 选择控件。本程序的编写借鉴和参考了网络上的很多相关代码示例，主要来源为 MATLAB 论坛，CSDN 和 GitHub。

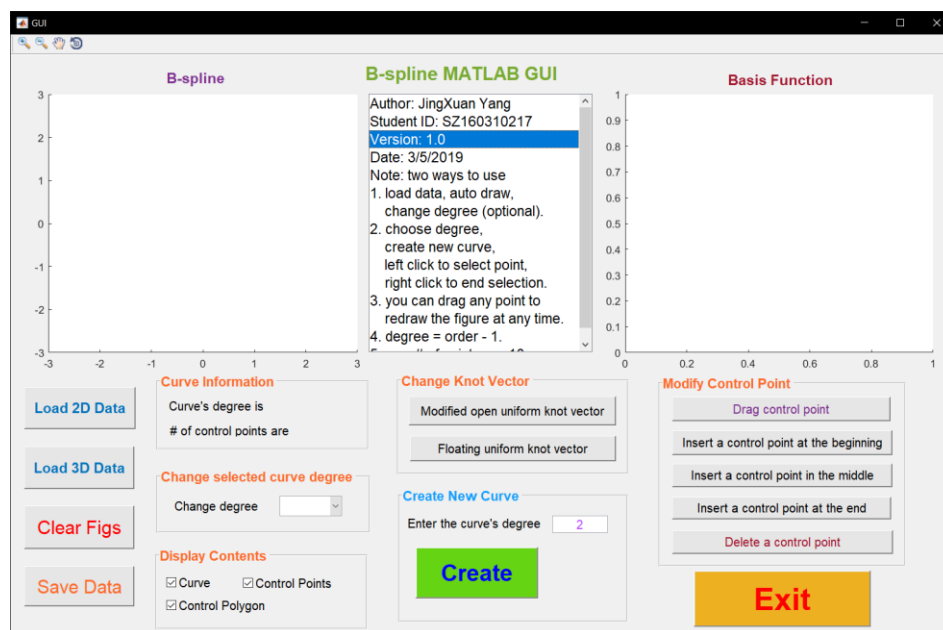


Figure 1 BSpline MATLAB GUI 程序界面

本程序主要实现了以下功能：

1. 通过鼠标选点绘制 B 样条： 设定 B 样条曲线的度数（默认值为 2，即 3 次 B 样条曲线），点击“Create”按钮，即可用鼠标在左上角绘图区左键单击标点，最多可以点击十次，右键标点（右键点击的点也算入标记的点中）后，取点结束，程序根据输入的度数自动绘制 B 样条曲线（默认为三次 B 样条）的控制多边形和 B 样条曲线。右上角绘图区则显示绘制此 B 样条用到的基函数，默认为均匀非周期节点。上述操作结果如 Figure 2 所示。

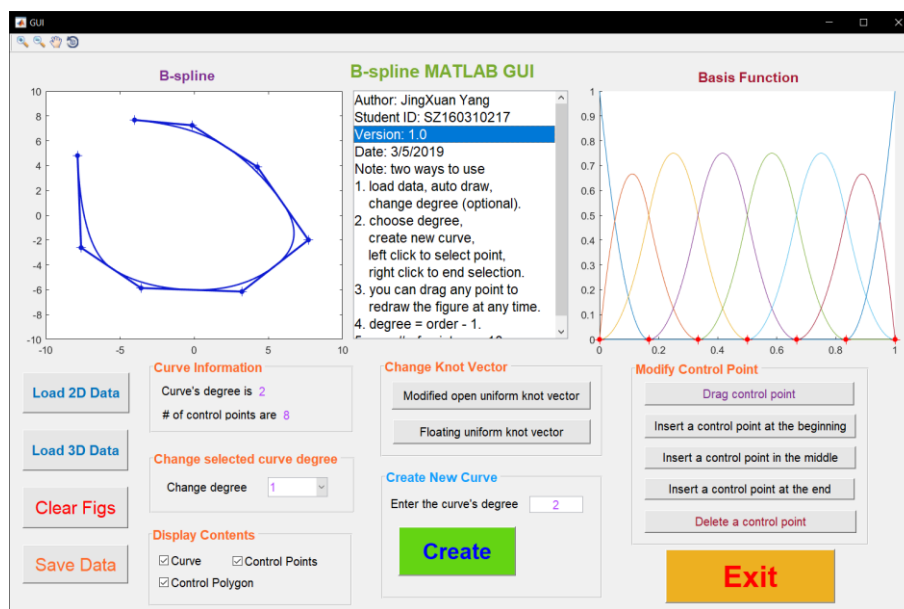


Figure 2 鼠标选点绘图

2. 任意拖动控制点，动态绘制控制多边形和 B 样条曲线，如 Figure 3 所示。本程序可以在随时拖动任意控制点，若出现极端异常情况无法拖动控制点，则选中要拖动的控制点所在的曲线，点击“Drag control point”，即可拖动，此按钮作为特殊情况下的备用方案。

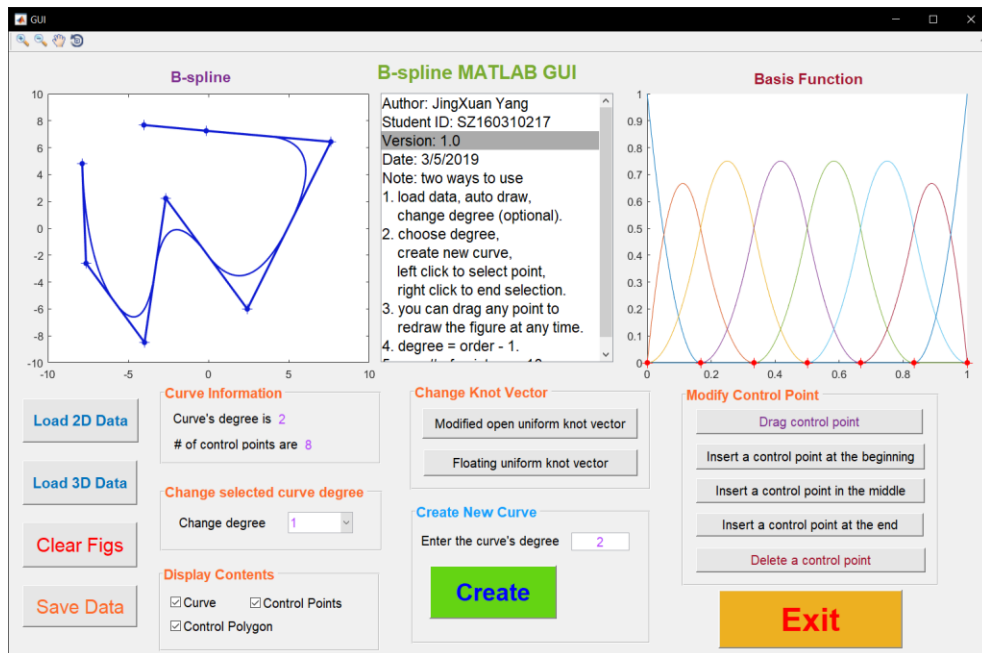


Figure 3 任意拖动点

3. 更改节点的选择方式，点击“Floating uniform knot vector”，则可以将节点切换为均匀周期性节点，如 Figure 4 所示。

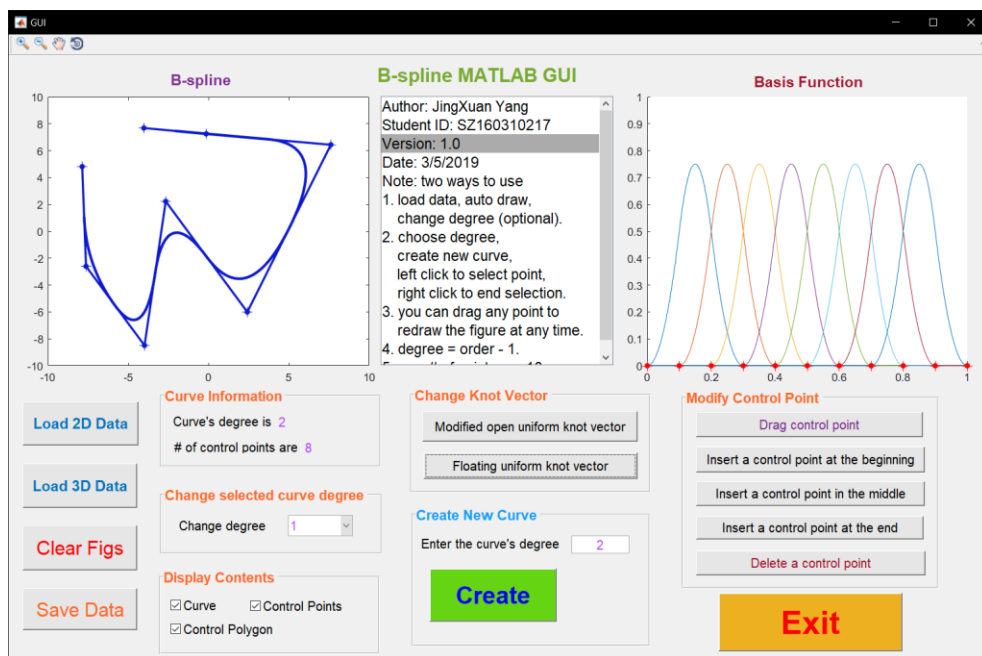


Figure 4 切换节点选择方式

4. 改回均匀非周期节点：点击“Modified open uniform knot vector”，可以切换回均匀非周期节点，如图所示。

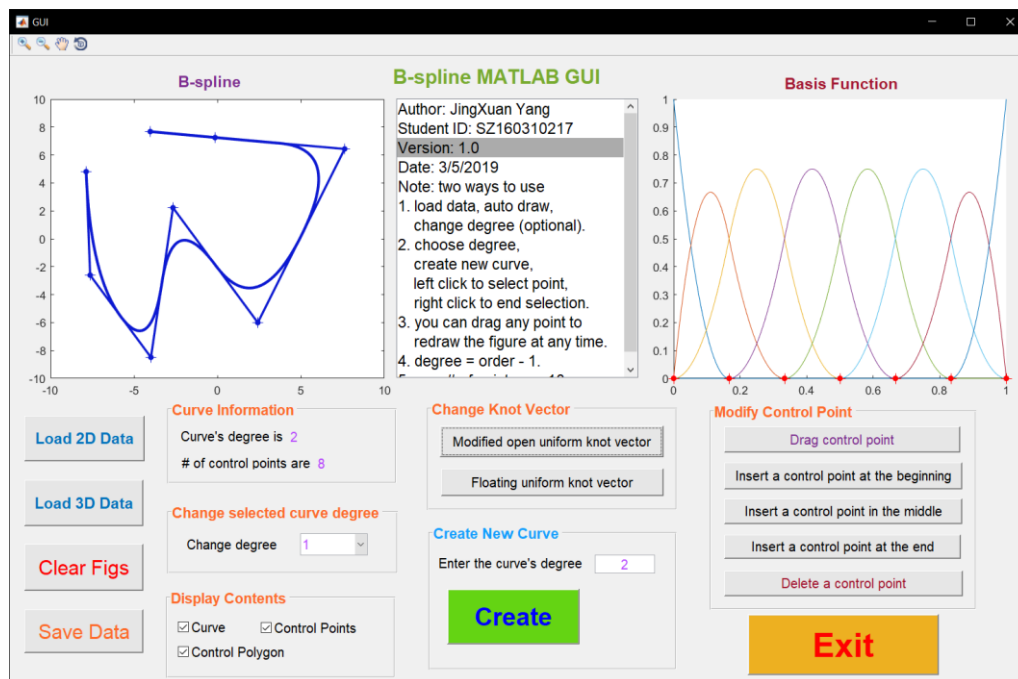


Figure 5 切换回节点选择方式

5. 任意设定节点位置，左右拖动右侧绘图区的红色节点，可以任意改变所有节点的位置，即改变了该节点的值，如 Figure 6 所示。

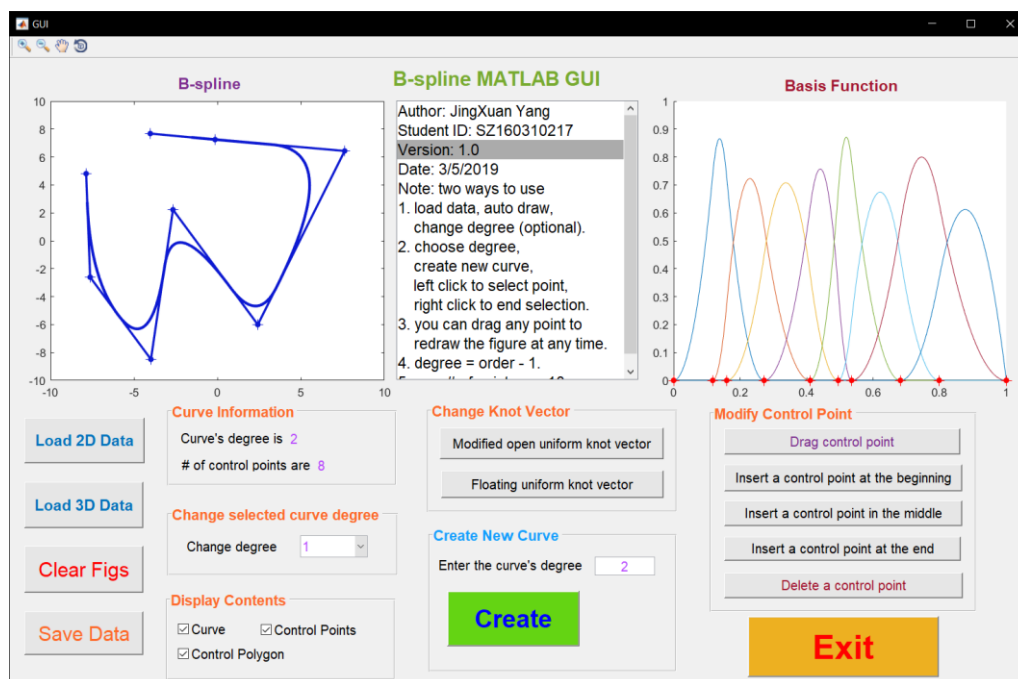


Figure 6 任意更改节点的数值

6. 更改曲线的度数（次数）：选中曲线，点击“change degree”右侧的向下箭头，即可选择可以应用于此曲线的度数，程序会自动更新 B 样条曲线，如 Figure 7 所示。

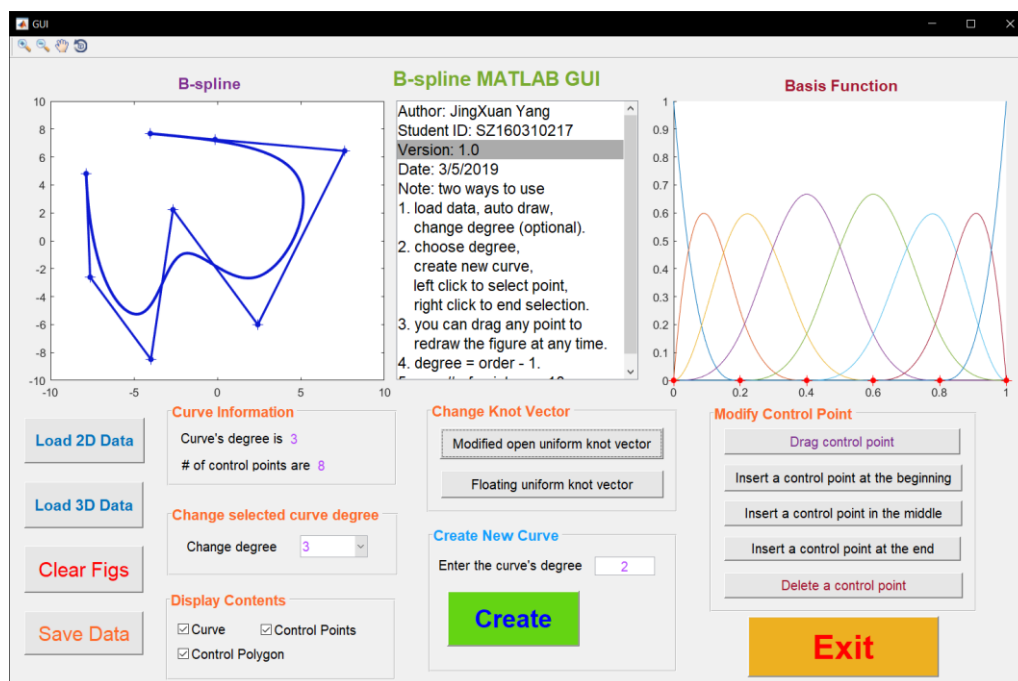


Figure 7 更改曲线的度数为 3（即 4 次 B 样条）

7. 删除任意控制点：选中曲线，点击“Delete a control point”，然后鼠标左键点击要删除的控制点即可删除该点，程序会自动重新绘制控制多边形、B 样条曲线和基函数，结果如 Figure 8 所示。

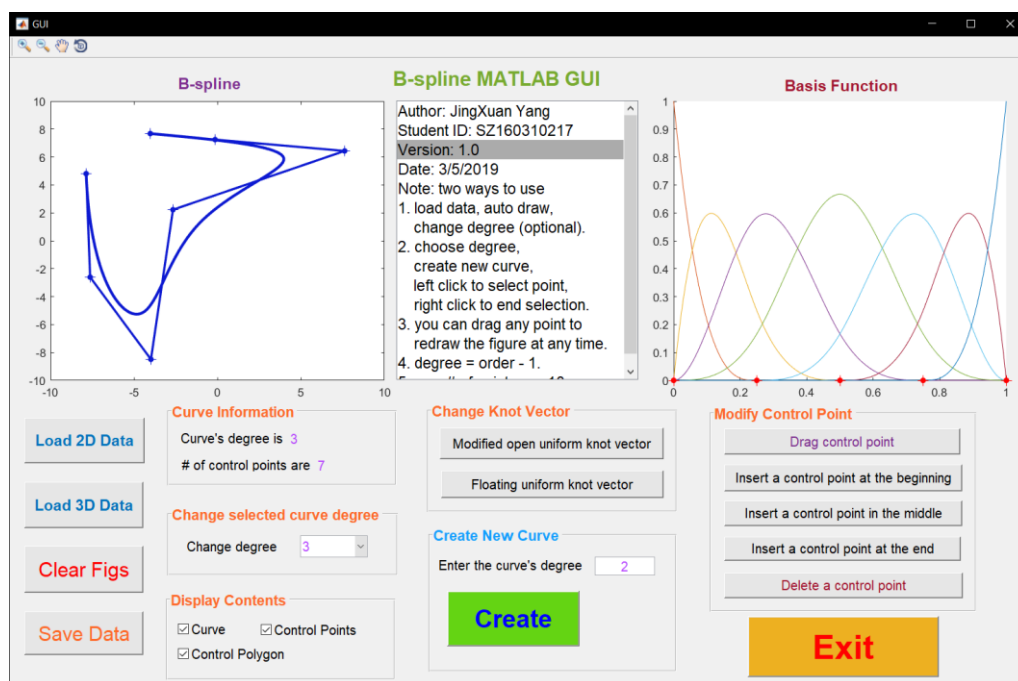


Figure 8 删除任意点

8. 插入控制点： 本程序提供了三种插入控制点的方式，在最前面插入，在两点中间插入，在末端插入。选中曲线后，分贝点击 “Insert a control point at the beginning”、“Insert a control point in the middle”、“Insert a control point at the end” 可以实现上述功能，以下展示在中间插入一点的操作结果，如 Figure 9 所示。

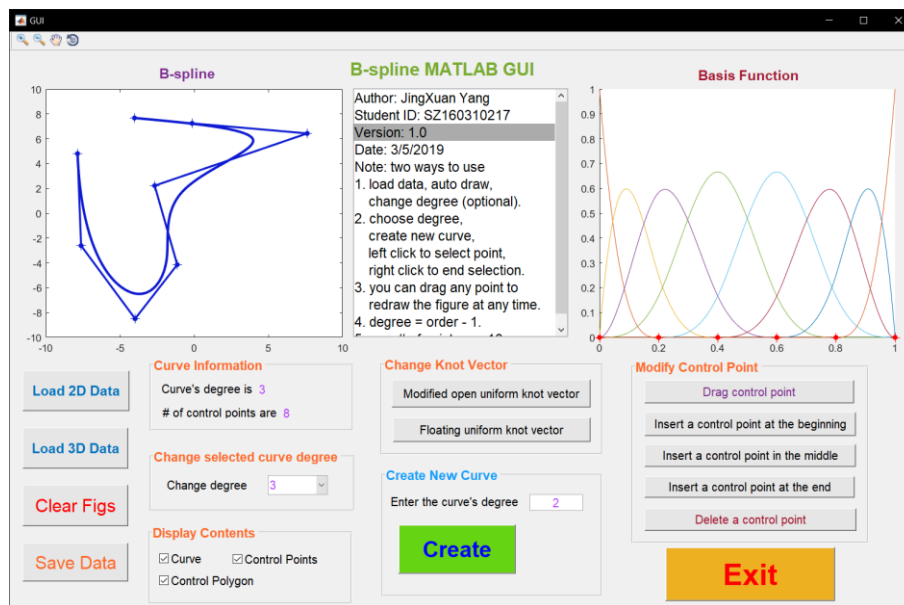


Figure 9 在两个节点中间插入节点

9. 通过数据文件绘制 B 样条曲线： 点击 “Load 2D Data” 或者 “Load 3D Data” 来加载 2D 数据或者 3D 数据，程序会自动根据数据绘制 B 样条曲线，其中对数据格式有一定的要求。加载 2D 数据如 Figure 10 所示。



Figure 10 加载 2D 数据文件

加载 3D 数据如 Figure 11 所示。另外，可以点击界面左上角的四个图表按钮，对绘图区的图形进行放大、缩小、拖动，绘制三维图形时旋转图形等操作。



Figure 11 加载 3D 数据文件

10. 叠加绘图以及删除绘图：程序支持在左上角绘图界面绘制多条不同的 B 样条曲线，点击“Clear Figs”可以删除所有图形，重新绘图。绘制多条曲线如 Figure 12 所示。

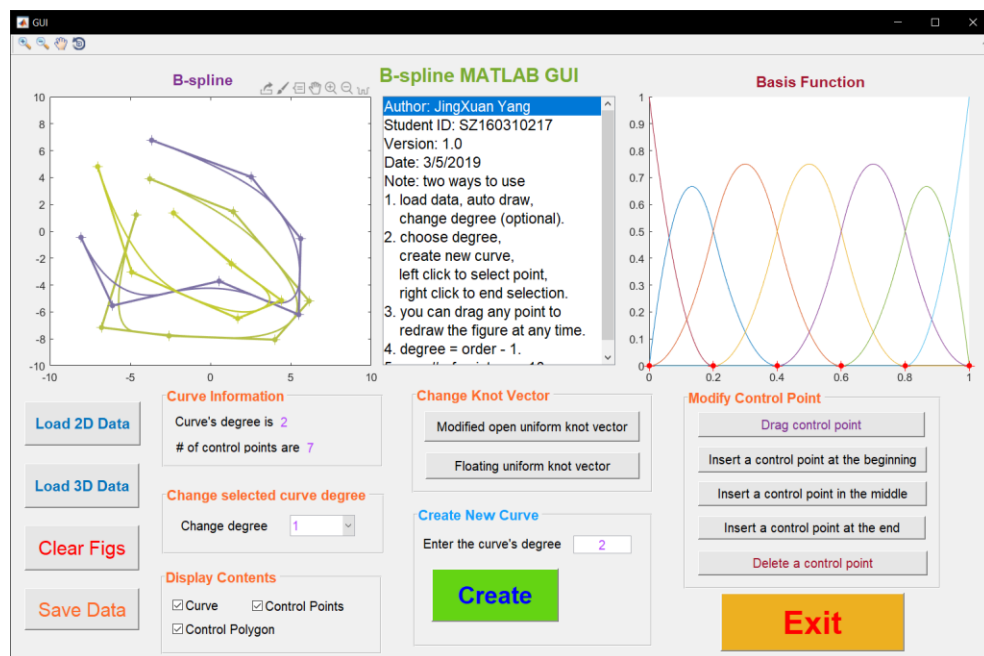


Figure 12 绘制多条曲线（图中为 3 条）

11. 保存绘图数据以及退出程序：点击“Save Data”按钮，程序可将绘图区的节点数据按照一定的格式保存为MATLAB的dat格式数据文件，如Figure 13所示。若要退出程序，可以点击右下角的“Exit”按钮，则程序关闭。

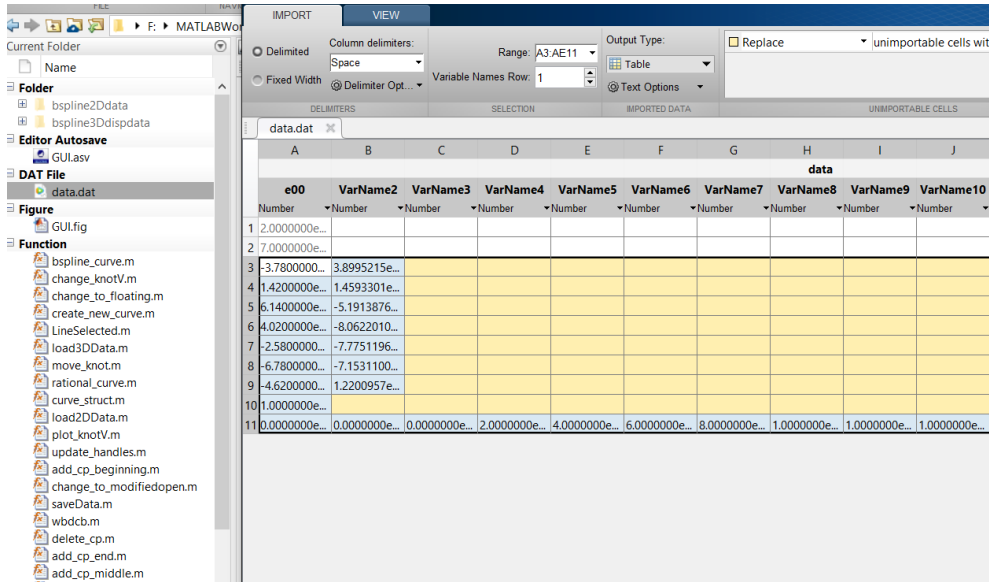
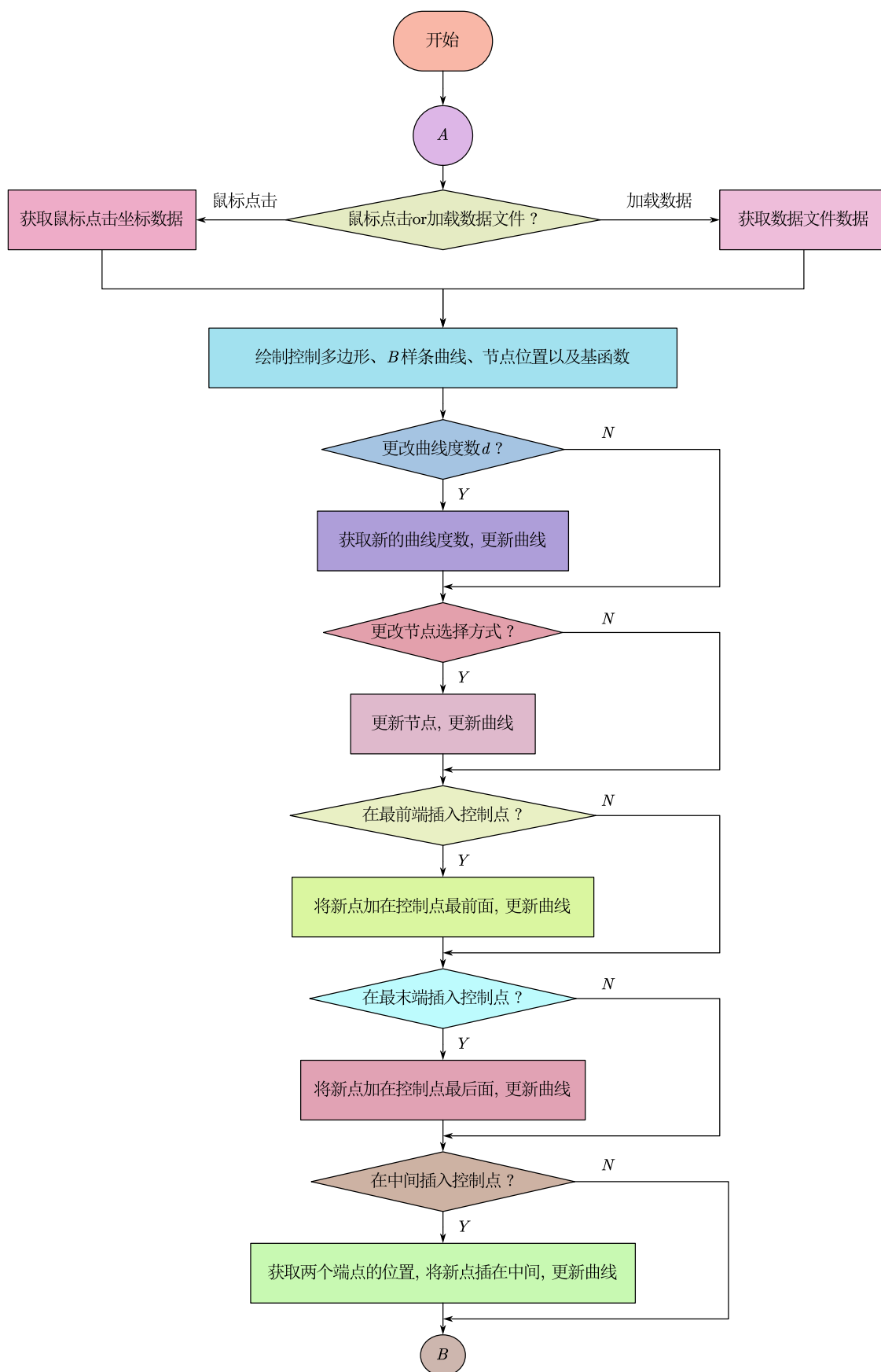


Figure 13 保存数据

3 BSpline 程序流程图

本 MATLAB-GUI 程序使用了 25 个子函数以及 1 个主程序，结构比较复杂，在此简要绘制其程序流程图，如 Figure 14 所示，具体每个子函数功能的具体实现参见具体代码。



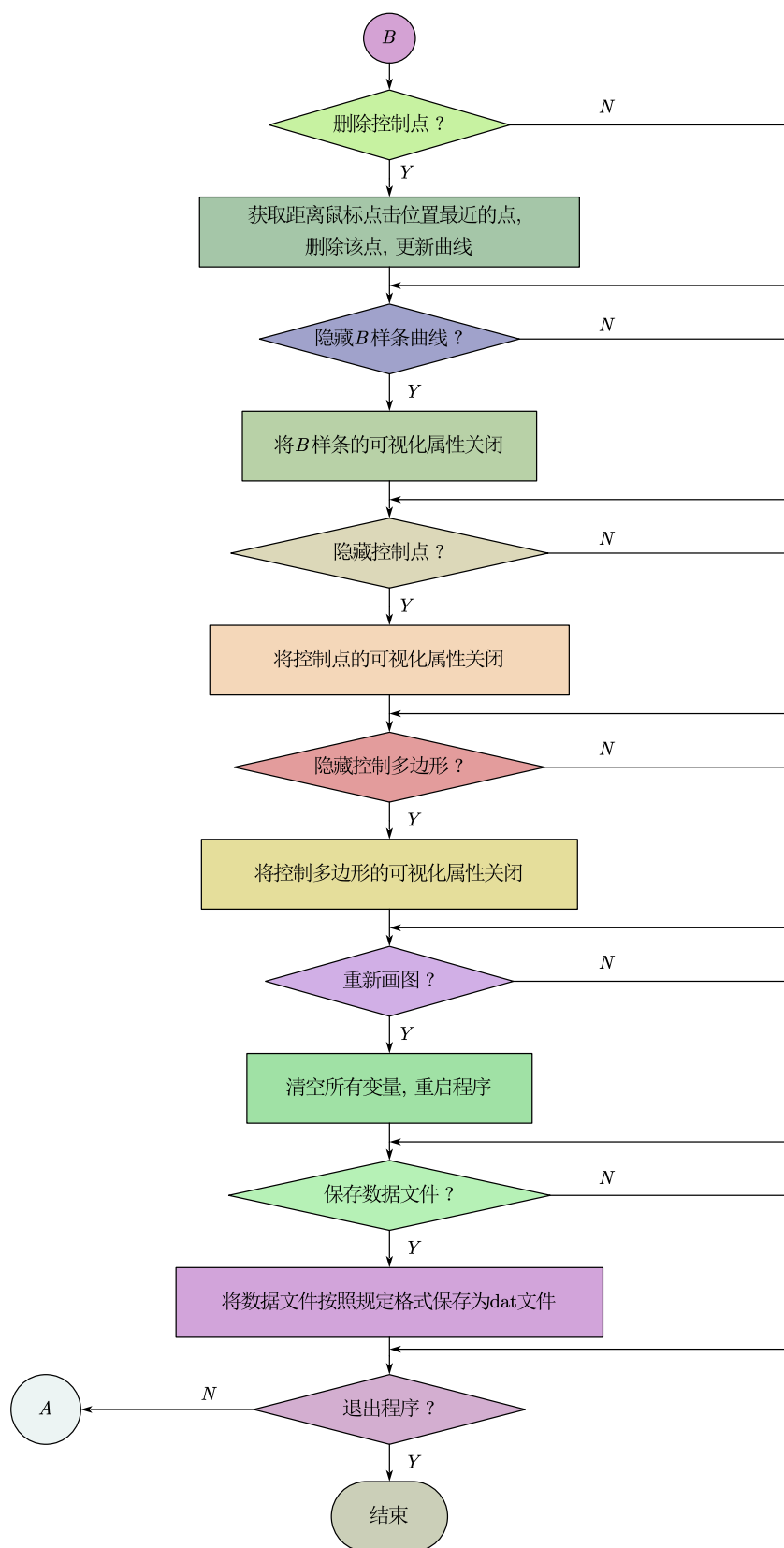


Figure 14 BSpline 程序简要流程图