

# 作业 4: Bézier 曲线

## GAMES101, 2021 年春季

教授: 闫令琪

计算机图形学与混合现实研讨会

GAMES: Graphics And Mixed Environment Seminar

发布日期为北京时间 2021 年 7 月 12 日 (星期一) 上午**10: 00**

截止日期为北京时间 2021 年 7 月 22 日 (星期四) 上午**10: 00**

---

### 注意:

- 任何更新或更正都将发布在论坛上, 因此请偶尔检查一下。
  - 论坛链接: <http://games-cn.org/forums/forum/graphics-intro/>。
  - 你必须独立完成自己的作业。
  - 你可以在论坛上发布帖子求助, 但是发布问题之前, 请仔细阅读本文档。
  - 在截止时间之前将你的作业提交到 SmartChair 上。
-

## 1 总览

Bézier 曲线是一种用于计算机图形学的参数曲线。在本次作业中，你需要实现 **de Casteljau** 算法来绘制由 4 个控制点表示的 Bézier 曲线（当你正确实现该算法时，你可以支持绘制由更多点来控制的 Bézier 曲线）。

你需要修改的函数在提供的 **main.cpp** 文件中。

- **bezier**: 该函数实现绘制 Bézier 曲线的功能。它使用一个控制点序列和一个 `OpenCV::Mat` 对象作为输入，没有返回值。它会使  $t$  在 0 到 1 的范围内进行迭代，并在每次迭代中使  $t$  增加一个微小值。对于每个需要计算的  $t$ ，将调用另一个函数 **recursive\_bezier**，然后该函数将返回在 Bézier 曲线上  $t$  处的点。最后，将返回的点绘制在 `OpenCV::Mat` 对象上。
- **recursive\_bezier**: 该函数使用一个控制点序列和一个浮点数  $t$  作为输入，实现 **de Casteljau** 算法来返回 Bézier 曲线上对应点的坐标。

## 2 算法

**De Casteljau** 算法说明如下：

1. 考虑一个  $p_0, p_1, \dots, p_n$  为控制点序列的 Bézier 曲线。首先，将相邻的点连接起来以形成线段。
2. 用  $t : (1 - t)$  的比例细分每个线段，并找到该分割点。
3. 得到的分割点作为新的控制点序列，新序列的长度会减少一。
4. 如果序列只包含一个点，则返回该点并终止。否则，使用新的控制点序列并转到步骤 1。

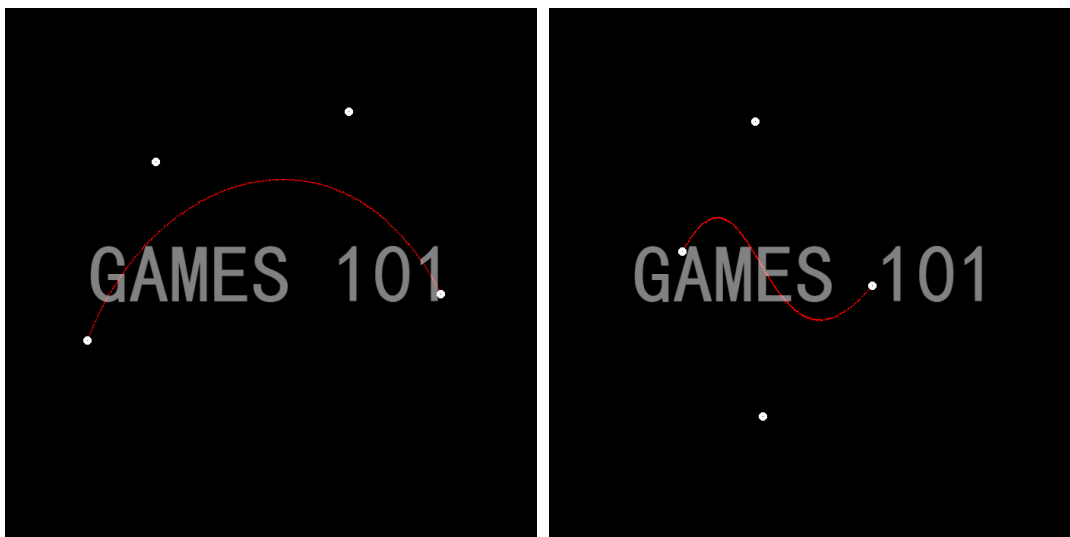
使用  $[0,1]$  中的多个不同的  $t$  来执行上述算法，你就能得到相应的 Bézier 曲线。

### 3 开始编写

在本次作业中，你会在一个新的代码框架上编写，它比以前的代码框架小很多。和之前作业相似的是，你可以选择在自己电脑的系统或者虚拟机上完成作业。请下载项目的框架代码，并使用以下命令像以前一样构建项目：

```
1 $ mkdir build
2 $ cd build
3 $ cmake ..
4 $ make
```

之后，你可以通过使用以下命令运行给定代码 `./BezierCurve`。运行时，程序将打开一个黑色窗口。现在，你可以点击屏幕选择点来控制 Bézier 曲线。程序将等待你在窗口中选择 4 个控制点，然后它将根据你选择的控制点来自动绘制 Bézier 曲线。代码框架中提供的实现通过使用多项式方程来计算 Bézier 曲线并绘制为红色。两张控制点对应的 Bézier 曲线如下所示：



在确保代码框架一切正常后，就可以开始完成你自己的实现了。注释掉 `main` 函数中 `while` 循环内调用 `naive_bezier` 函数的行，并取消对 `bezier` 函数的注释。要求你的实现将 Bézier 曲线绘制为**绿色**。

如果要确保实现正确，请同时调用 `naive_bezier` 和 `bezier` 函数，如果实现正确，则两者均应写入大致相同的像素，因此该曲线将表现为**黄色**。如果是这样，你可以确保实现正确。

你也可以尝试修改代码并使用不同数量的控制点，来查看不同的 Bézier 曲线。

## 4 评分与提交

评分：

- [5 分] 提交的格式正确，包含所有必须的文件。代码可以编译和运行。
- [20 分] De Casteljau 算法：  
对于给定的控制点，你的代码能够产生正确的 Bézier 曲线。
- [5 分] 奖励分数：  
实现对 Bézier 曲线的反走样。(对于一个曲线上的点，不只把它对应于一个像素，你需要根据到像素中心的距离来考虑与它相邻的像素的颜色。)
- [-2 分] 惩罚分数：  
未删除 /build, /.vscode 和 assignment4.pdf。  
未按格式建立 /images，缺少结果图片。  
未提交或未按要求完成 README.md。  
代码相关文件和 README 文件不在你提交的文件夹下的第一层。

提交：

- 当你完成作业后，**请清理你的项目**，记得在你的文件夹中包含 CMakeLists.txt 和所有的程序文件 (无论是否修改)；
- 同时，请新建一个 /images 目录，将所有实验结果图片保存在该目录下；
- 再添加一个 README.md 文件写清楚自己完成了上述得分点中的哪几点 (如果完成了，也请同时在 images 目录下提交一份结果图片并注明)，并简要描述你在各个函数中实现的功能；

- 最后,将上述内容打包,并用“姓名\_Homework4.zip”的命名方式提交到 SmartChair 平台。

平台链接: <http://www.smartchair.org/GAMES101-Spring2021/> 。