Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Курсовой проект по курсу “Компьютерная Графика”

Студентка: Чурсина Н.А.

Преподаватель: Филиппов Г.С.

Группа: М8О-308Б-18

Дата: 24.12.2020

Оценка:

Подпись:

Курсовая работа

Задача: Составить и отладить программу, обеспечивающую каркасную визуализацию порции поверхности заданного типа. Исходные данные готовятся самостоятельно и вводятся из файла или в панели ввода данных. Должна быть обеспечена возможность тестирования программы на различных наборах исходных данных. Программа должна обеспечивать выполнение аффинных преобразований для заданной порции поверхности, а также возможность управлять количеством изображаемых параметрических линий. Для визуализации параметрических линий поверхности разрешается использовать только функции отрисовки отрезков в экранных координатах.

Вариант: Кинематическая поверхность. Образующая – астроида, направляющая – кривая Безье 3D 2-й степени

Пояснение

Кривые Безье — типы кривых, предложенные в 60-х годах XX века независимо друг от друга Пьером Безье из автомобилестроительной компании «Рено» и Полем де Кастельжо из компании «*Ситроен*», где применялись для проектирования кузовов автомобилей.

Несмотря на то, что открытие де Кастельжо было сделано несколько ранее Безье (1959), его исследования не публиковались и скрывались компанией как производственная тайна до конца 1960-х.

Кривая Безье является частным случаем многочленов Бернштейна, описанных Сергеем Натановичем Бернштейном в 1912 году.

Впервые кривые были представлены широкой публике в 1962 году французским инженером Пьером Безье, который, разработав их независимо от де Кастельжо, использовал их для компьютерного проектирования автомобильных кузовов. Кривые были названы именем Безье, а именем де Кастельжо назван разработанный им рекурсивный способ определения кривых (алгоритм де Кастельжо).

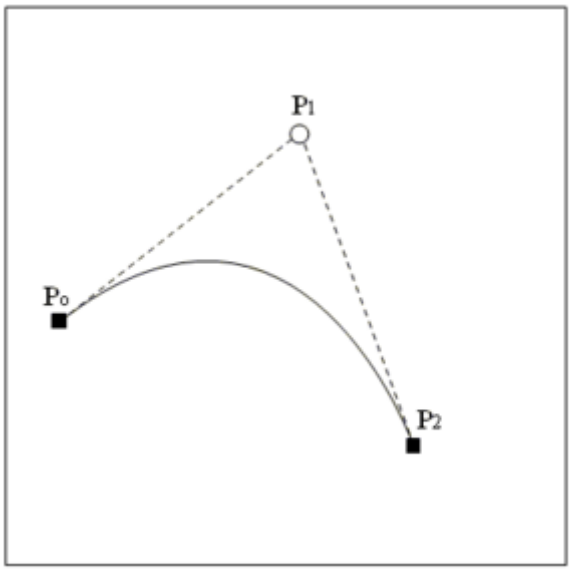
Впоследствии это открытие стало одним из важнейших инструментов систем автоматизированного проектирования и программ компьютерной графики.

Формула и изображение

Кривая Безье относится к частному классу алгебраических кривых, а именно: к кривым 3-го и 2-го порядков соответственно.

Квадратичная кривая Безье (n = 2) задаётся тремя опорными точками: $\mathbf{P}_0$, $\mathbf{P}_1$ и $\mathbf{P}_2$:

$$\boldsymbol{B(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2 \, , t \in [0,1]}$$



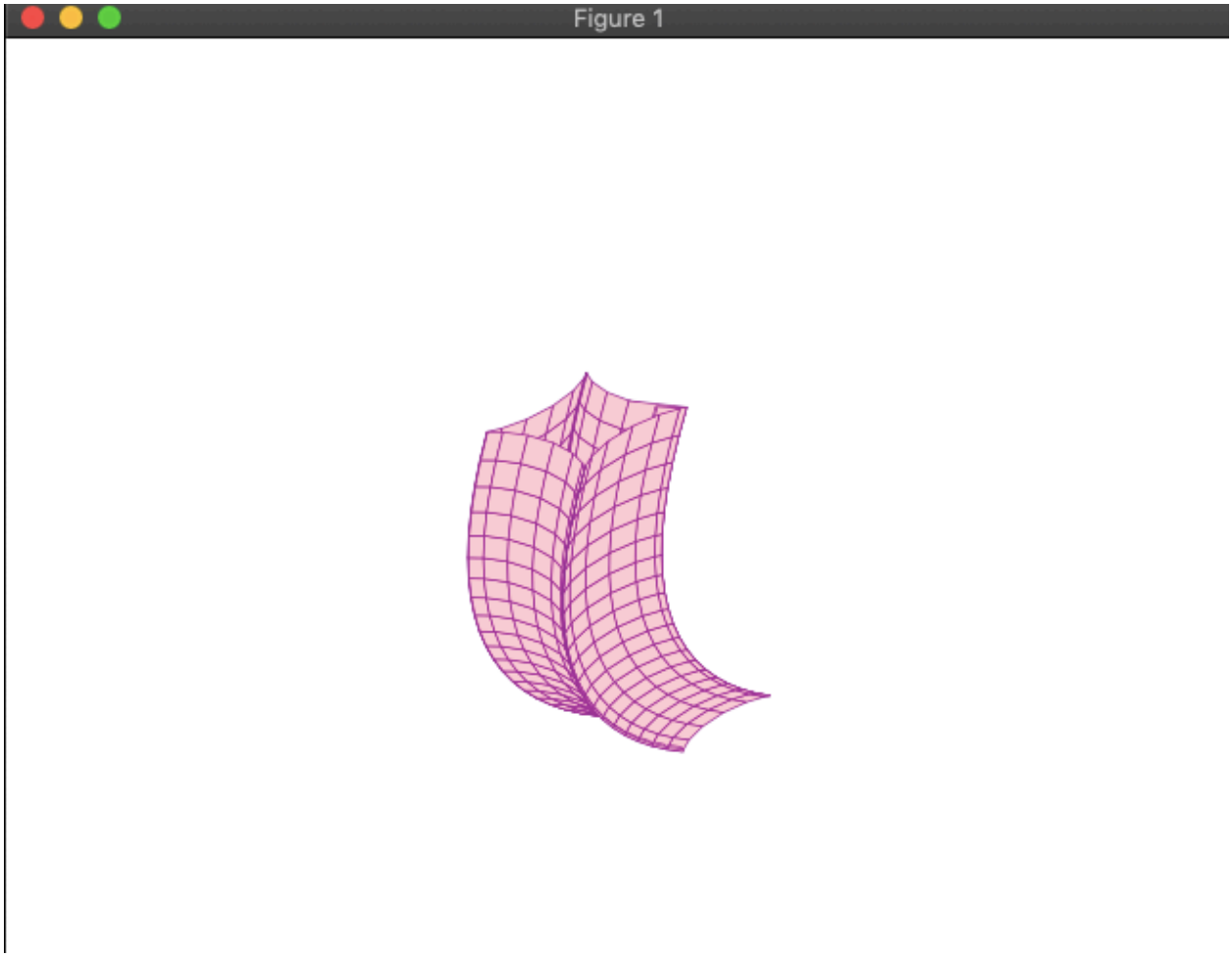
Исходный код

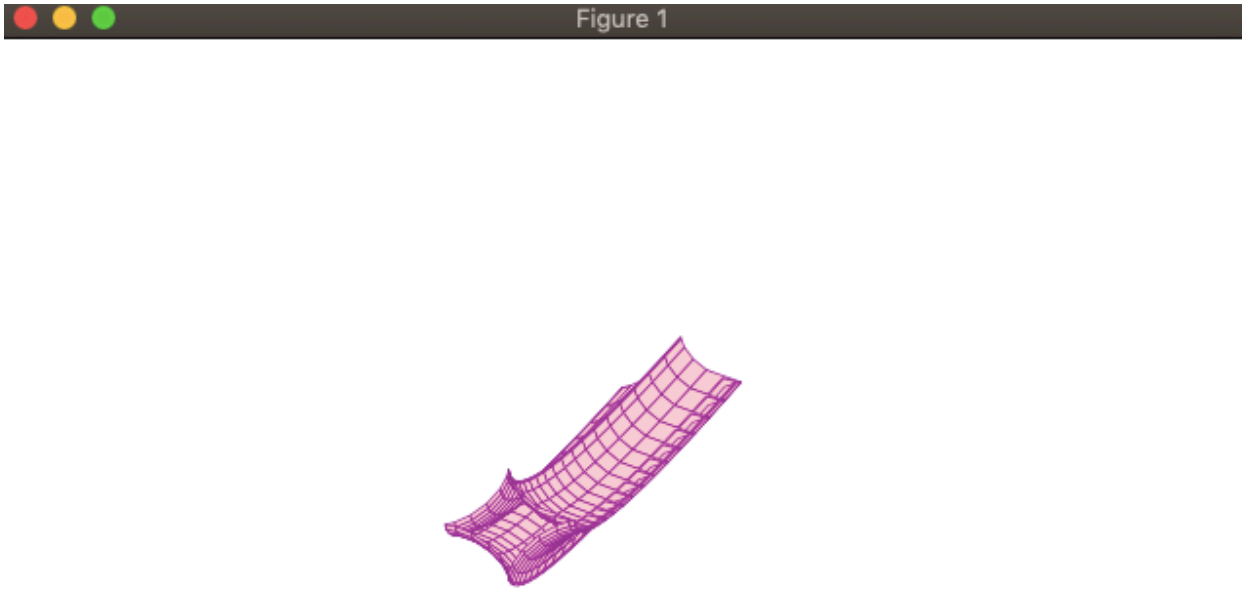
```
from math import cos, pi, sin
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from mpl_toolkits import mplot3d
from mpl_toolkits.mplot3d.art3d import Poly3DCollection

def zoom_factory(ax, base_scale=2.):
    def zoom_fun(event):
        # get the current x and y limits
        cur_xlim = ax.get_xlim()
        cur_ylim = ax.get_ylim()
        cur_zlim = ax.get_zlim()
        cur_xrange = (cur_xlim[1] - cur_xlim[0]) * .5
        cur_yrange = (cur_ylim[1] - cur_ylim[0]) * .5
        cur_zrange = (cur_zlim[1] - cur_zlim[0]) * .5
        xdata = event.xdata  # get event x location
        ydata = event.ydata  # get event y location
        zdata = event.xdata  # get event z location
        if event.button == 'up':
            # deal with zoom in
            scale_factor = 1 / base_scale
        elif event.button == 'down':
            # deal with zoom out
            scale_factor = base_scale
```

```
        else:
            # deal with something that should never happen
            scale_factor = 1
            print(event.button)
        # set new limits
        try:
            ax.set_xlim([
                xdata - cur_xrange * scale_factor,
                xdata + cur_xrange * scale_factor
            ])
            ax.set_ylim([
                ydata - cur_yrange * scale_factor,
                ydata + cur_yrange * scale_factor
            ])
            ax.set_zlim([                       # calculating new limits
                zdata - cur_zrange * scale_factor,
                zdata + cur_zrange * scale_factor
            ])

            plt.draw()  # force re-draw
        except:
            print('Курсор вне поля')

    fig = ax.get_figure()  # get the figure of interest
    # attach the call back
    fig.canvas.mpl_connect('scroll_event', zoom_fun)

    #return the function
    return zoom_fun

def interpolate(P1, P2, T1, T2, steps):    # interpolation of the Bezier curve by the formula
    res = []
    for t in range(steps):
        s = t / steps
        h1 = (1 - s) ** 2
        h2 = 2 * s * (1 - s)
        h3 = s**2
        res.append(h1 * P1 + h2 * P2 + h3 * T1)

    return res

p0 = np.array([-300, 600, 200])          # initial coordinates of the main points
p1 = np.array([-100, 400, 800])
p2 = np.array([-500, 100, -500])
p3 = np.array([100, -150, 300])

t1 = 0.3 * (p2 - p0)
t2 = 0.3 * (p3 - p1)

curve = interpolate(p1, p2, t1, t2, 20)    # array [[x, y, z], [], []....]

x, y, z = zip(*curve)
e = 30
ell = []
for p in curve:                        # astroid ( каждая точка кривой служит центром, астроид задается
параметрически)
    points = []
    for j in range(0, e + 1):
        points.append(((cos(j * 7 / e) ** 3) * 300 + p[0], p[1] * 2,
                       (sin(j * 7 / e) ** 3) * 300 + p[2]))
    points = np.array(points)
    ell.append(points)
```

```
verts = []                          # main array of vertices
for i in range(len(ell) - 1):
    for j in range(len(ell[i])):
        verts.append([
            ell[i][j], ell[(i + 1) % len(ell)][j],
            ell[(i + 1) % len(ell)][(j + 1) % len(ell[i])],
            ell[i][(j + 1) % len(ell[i])]
        ])
fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d', facecolor = 'w', )
ax.grid(True)
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')
plt.axis('off')

ax.set_xlim([-1000, 1000])
ax.set_ylim([-100, 1000])
ax.set_zlim([-1000, 1000])

scale = 1.5
f = zoom_factory(ax, base_scale=scale)
# plot sides
ax.add_collection3d(
    Poly3DCollection(
        verts,
        facecolor='pink',
        linewidths=0.5,
        edgecolor='purple'))


plt.show()
```

Демонстрация работы





Выводы

Выполнив курсовую работу, я изучила много теории о кривой Безье, о применении кривой в машиностроении. В 60-х годах прошлого века Пьер Безье вывел данную кривую для проектирования кузовов автомобилей.

Мой прежний опыт работы с Python помог визуализировать эту параметрическую кривую в трехмерном пространстве, но мне было интересно изучать данную тему, искать подробные сведения о ней. Также, я закрепила основные навыки работы с языком программирования Python и некоторыми библиотеками , использование которых подходит для работы с визуализацией фигур и объектов в 3D пространстве.