Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет)

Факультет: «Информационные технологии и прикладная математика»
Кафедра: 806 «Вычислительная математика и программирование»

Лабораторная работа №7

по курсу «Компьютерная графика»
Тема: «Построение плоских полиномиальных кривых»

Студент: Мариничев И. А.
Группа: М8О-308Б-19
Преподаватель: Филиппов Г. С.
Оценка:

Москва
2021

1. Постановка задачи.

Написать программу, строящую полиномиальную кривую по заданным точкам. Обеспечить возможность изменения позиции точек и, при необходимости, значений касательных векторов и натяжения.

Вариант №8: Сегмент кривой Кэтмулла-Рома (Catmull-Rom)

2. Описание программы.

Сплайновая кривая Кэтмулла-Рома строится в соответствии со следующей формулой:

$$R(t) = \frac{1}{2}(-t(1-t)^2 P_0 + (2 - 5t^2 + 3t^3)P_1 + t(1 + 4t - 3t^2)P_2 - t^2(1-t)P_3),$$

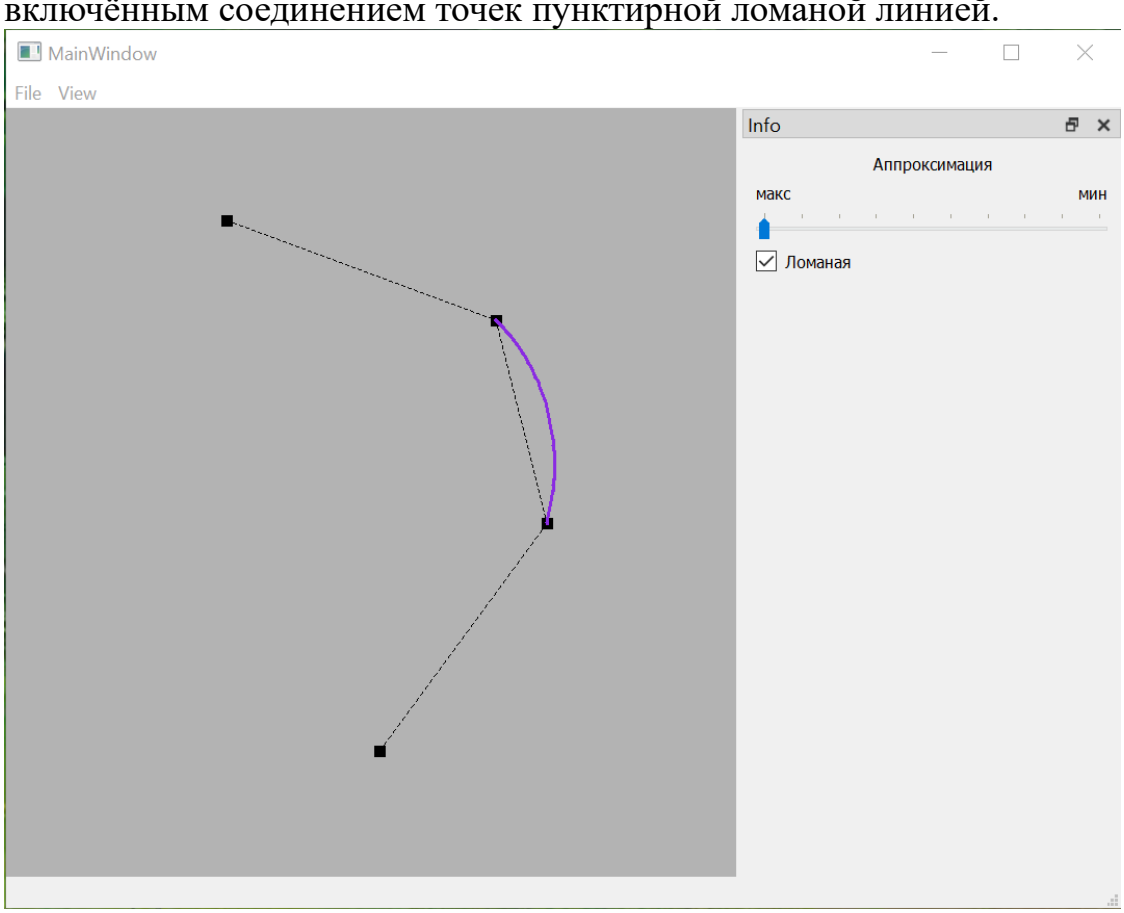
где P_0, P_1, P_2, P_3 — опорные точки, $0 \leq t \leq 1$.

Для решения задачи я решил использовать C++ и фреймворк Qt, в котором использовал библиотеку QPainter.

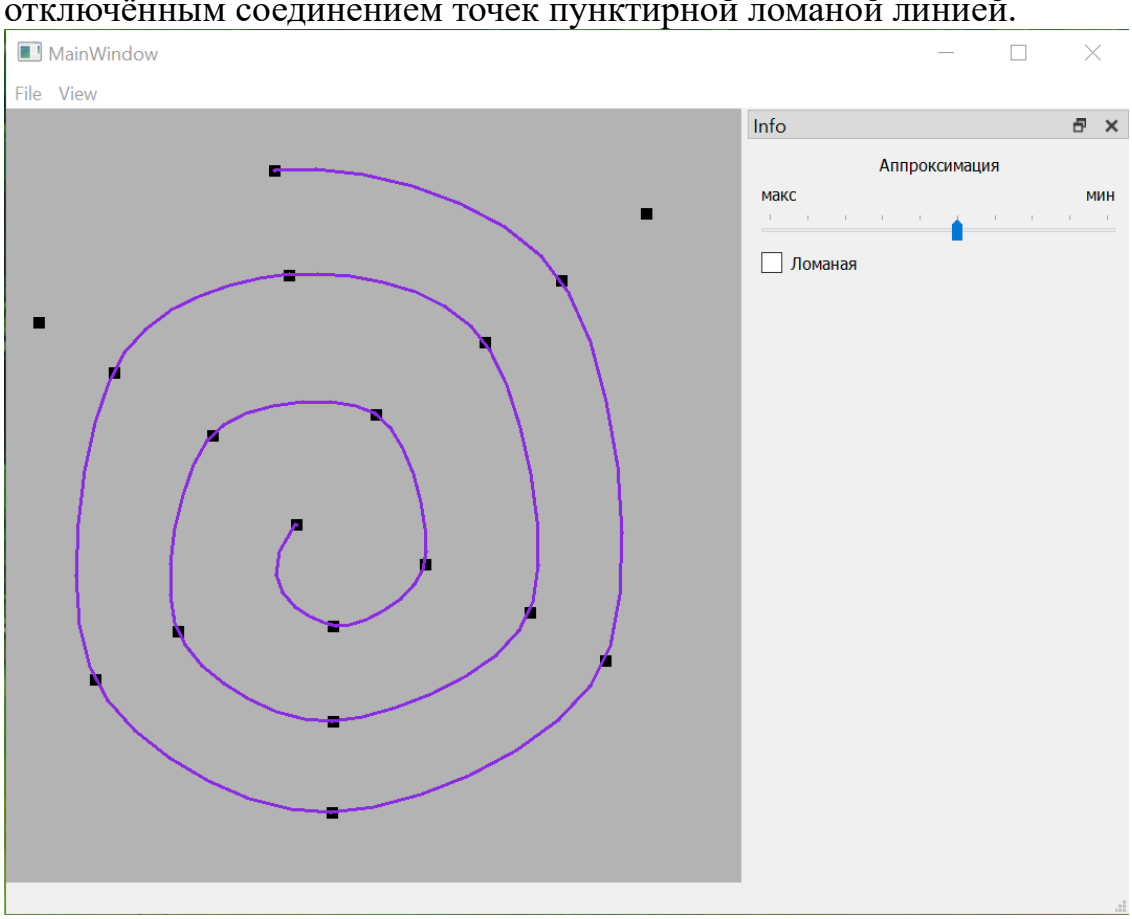
Для каждых двух точек между второй и предпоследней вычисляем координаты участка сплайна для t на отрезке от нуля до единицы, при этом задаём выпуклость линии относительно предыдущей точки и последующей.

3. Демонстрация работы программы.

1) Вид кривой для четырёх точек при максимальной аппроксимации и включённым соединением точек пунктирной ломаной линией.



2) Вид кривой для восемнадцати точек при средней аппроксимации и отключённым соединением точек пунктирной ломаной линией.



4. Основной код программы.

1) Метод для вычисления опорных точек и коэффициентов влияния соседних точек друг на друга для участка сплайна.

```
QVector2D display::get_spline_point(double t) {
    int p0, p1, p2, p3;
    p1 = (int)t + 1;
    p2 = p1 + 1;
    p3 = p2 + 1;
    p0 = p1 - 1;

    t -= (int)t;

    double tt = t * t;
    double ttt = tt * t;

    // influential field values
    float q1 =      -ttt + 2.0f*tt - t;
    float q2 =  3.0f*ttt - 5.0f*tt + 2.0f;
    float q3 = -3.0f*ttt + 4.0f*tt + t;
    float q4 =       ttt -      tt;

    float t_x = 0.5f * (points[p0].x() * q1 + points[p1].x() * q2 +
points[p2].x() * q3 + points[p3].x() * q4);
    float t_y = 0.5f * (points[p0].y() * q1 + points[p1].y() * q2 +
points[p2].y() * q3 + points[p3].y() * q4);

    return {t_x, t_y};
}
```

2) Метод для отрисовки сплайна Кэтмулла-Рома, ломаной линии и точек.

```
void display::paintEvent(QPaintEvent *) {
    QPainter ptr{this};
    ptr.setPen(QColor(0, 0, 0));

    // draws dashed polyline
    if (cntPoints != 0 && displayAdditionalLines) {
        ptr.setPen(Qt::DashLine);
        for (unsigned int i = 0; i < cntPoints - 1; i++) {
            ptr.drawLine(static_cast<int>(points[i].x()) + SQUARE_SIZE / 2,
                         static_cast<int>(points[i].y()) + SQUARE_SIZE / 2,
                         static_cast<int>(points[i + 1].x()) + SQUARE_SIZE / 2,
                         static_cast<int>(points[i + 1].y()) + SQUARE_SIZE / 2);
        }
        ptr.setPen(Qt::SolidLine);
    }

    ptr.setBrush(QColor(0, 0, 0));

    // draws square points of spline
    for (unsigned int i = 0; i < cntPoints; i++) {
        QPolygon pol(QRect(static_cast<int>(points[i].x()),
                           static_cast<int>(points[i].y()),
                           SQUARE_SIZE, SQUARE_SIZE));
        ptr.drawPolygon(pol);
    }

    //draws Catmull-Rom spline
    if (cntPoints > 3) {

        QPen newPen(QColor(138,43,226), 3);
        ptr.setPen(newPen);
        double prevX = points[1].x() + SQUARE_SIZE / 2;
        double prevY = points[1].y() + SQUARE_SIZE / 2;
        for (float t = 0; t < (float)points.size() - 4.0f; t += step) {
            QVector2D pos = get_spline_point(t);
            double x =  pos.x() + SQUARE_SIZE / 2;
            double y =  pos.y() + SQUARE_SIZE / 2;

            ptr.drawLine(static_cast<int>(prevX),
                         static_cast<int>(prevY),
                         static_cast<int>(x),
                         static_cast<int>(y));
            prevX = x;
            prevY = y;

            // setting connection to the last point according to the
approximation
            if (t + step >= (float)points.size() - 4.0f) {
                x = points[points.size() - 3].x() + SQUARE_SIZE / 2;
                y = points[points.size() - 3].y() + SQUARE_SIZE / 2;
                ptr.drawLine(static_cast<int>(prevX),
                             static_cast<int>(prevY),
                             static_cast<int>(x),
                             static_cast<int>(y));
            }
        }
    }
}
```

5. Выводы.

В ходе данной лабораторной работы я изучил основы построения сплайнов, реализовал на языке C++ средствами Qt один из них, а именно сплайновую кривую Кэтмулла-Рома.