# Übungen - Bildgenierung

## Übung 09.

Jose Jimenez

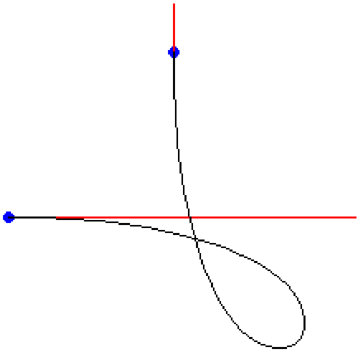
Angewandte Informatik
Bergische Universität Wuppertal

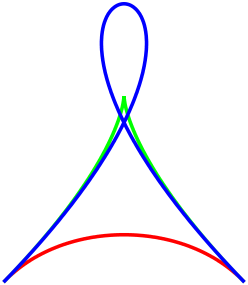
January 10, 2024

# Table of Contents

1 Hermite recap

# Hermite-Kurven Schleife





# Hermite-Kurven

Was wir in der letzten mal gelernt haben ...
Und Rahmen Program.

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

Der Parameter ist $t$. Schreiben wir $Q(t)$ als Polynom.

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

Der Parameter ist $t$. Schreiben wir $Q(t)$ als Polynom. dannn

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$
$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

Der Parameter ist $t$. Schreiben wir $Q(t)$ als Polynom. dannn

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$
$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

**Als Polynom:**

$$Q(t) = t^3(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4) + t^2(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4) + t(R_1) + P_1$$

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

Der Parameter ist $t$. Schreiben wir $Q(t)$ als Polynom. dannn

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$
$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

**Als Polynom:**

$$Q(t) = t^3(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4) + t^2(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4) + t(R_1) + P_1$$

Der Parameter ist $t$, dannn

$$Q(t) = t^3\underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2\underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t\underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c}$$

**Bis hier:** In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt.

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

$$Q(t) = t^3\underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2\underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t\underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = c_0t^3 + c_1t^2 + c_2t + c_3$$

# Hermite-Kurven

**Bis hier:** In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt.

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

$$Q(t) = t^3\underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2\underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t\underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = c_0t^3 + c_1t^2 + c_2t + c_3$$

Neun Multiplikationen...

$$Q(t) = (c_0t^2 + c_1t + c_2)t + c_3$$
$$Q(t) = ((c_0t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

Drei Multiplikationen!

# Hermite-Kurven

In der Vorlesung habt ihr die Hermite-Basis-Polynome kennengelernt.
Der Parameter ist $t$, dannn

$$Q(t) = (2t^3 - 3t^2 + 1)P_1 + (-2t^3 + 3t^2)P_4 + (t^3 - 2t^2 + t)R_1 + (t^3 - t^2)R_4$$

$$Q(t) = 2t^3P_1 - 3t^2P_1 + P_1 - 2t^3P_4 + 3t^2P_4 + t^3R_1 - 2t^2R_1 + tR_1 + t^3R_4 -$$

$$Q(t) = t^3\underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2\underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t\underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = c_0t^3 + c_1t^2 + c_2t + c_3$$

$$Q(t) = (c_0t^2 + c_1t + c_2)t + c_3$$

$$Q(t) = ((c_0t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

Drei Multiplikationen!

# Hermite-Kurven

Wir haben also $Q(t)$ als Polynom mit den Koeffiziente $c_i$.

$$Q(t) = t^3 \underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2 \underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t \underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = ((c_0 t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

$c_i$ sind Vektoren, d.h., $c_i(x, y)$.

# Hermite-Kurven

Wir haben also $Q(t)$ als Polynom mit den Koeffiziente $c_i$.

$$Q(t) = t^3 \underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2 \underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t \underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c}$$

$$Q(t) = ((c_0 t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

$c_i$ sind Vektoren, d.h., $c_i(x, y)$. In C++

```
cx[0] = 2 * p1.x - 2 * p4.x + r1.x + r4.x;
  cx[1] = -3 * p1.x + 3 * p4.x - 2 * r1.x - r4.x;
  cx[2] = r1.x;
  cx[3] = p1.x;
  cy[0] = 2 * p1.y - 2 * p4.y + r1.y + r4.y;
  cy[1] = -3 * p1.y + 3 * p4.y - 2 * r1.y - r4.y;
  cy[2] = r1.y;
  cy[3] = p1.y;
```

# Hermite-Kurven

Also, wir haben Q(t) als ein Polynom mit Koeffizienten $c_i$.

$$Q(t) = t^3 \underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2 \underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t \underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = ((c_0 t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

Also, wir haben Q(t) als ein Polynom mit Koeffizienten $c_i$.

$$Q(t) = t^3\underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2\underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t\underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c_3}$$

$$Q(t) = ((c_0 t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

Und wir zeichnen Segmente. Wie viele Segmente haben wir? und wie lauten die Werte von t für jedes Segment?

```
double cx[4], cy[4];
  DPoint2D anf, end;
  double t;
  double ninv = 1.0 / n;
```

# Hermite-Kurven

Also, wir haben Q(t) als ein Polynom mit Koeffizienten $c_i$.

$$Q(t) = t^3 \underbrace{(2P_1 - 2P_4 + R_1 + R_4)}_{c_0} + t^2 \underbrace{(-3P_1 + 3P_4 - 2R_1 - R_4)}_{c_1} + t \underbrace{(R_1)}_{c_2} + \underbrace{P}_{c}$$

$$Q(t) = ((c_0 t + c_1)t + c_2)t + c_3$$

Und wir zeichnen Segmente. Wie viele Segmente haben wir? und wie lauten die Werte von t für jedes Segment?

```
double cx[4], cy[4];
  DPoint2D anf, end;
  double t;
  double ninv = 1.0 / n;
```

Erzeugen und mahlen wir Segmente wie immer:

# Hermite-Kurven

Also, wir haben Q(t) als ein Polynom mit Koeffizienten $c_i$.

Wie viele Segmente haben wir? und wie lauten die Werte von t für jedes Segment?

```
double cx[4], cy[4];
  DPoint2D anf, end;
  double t;
  double ninv = 1.0 / n;
  end.x = p1.x;
  end.y = p2.y;
  for (i = 1; i <= n; i++)
  {
    t = ninv * i;
    anf = end;
    end.x = ((cx[0] * t + cx[1]) * t + cx[2]) * t + cx[3];
    end.y = ((cy[0] * t + cy[1]) * t + cy[2]) * t + cy[3];
    pic.drawLine(round(anf), round(end), 0, slow);
  }
```