

Graphics with Processing



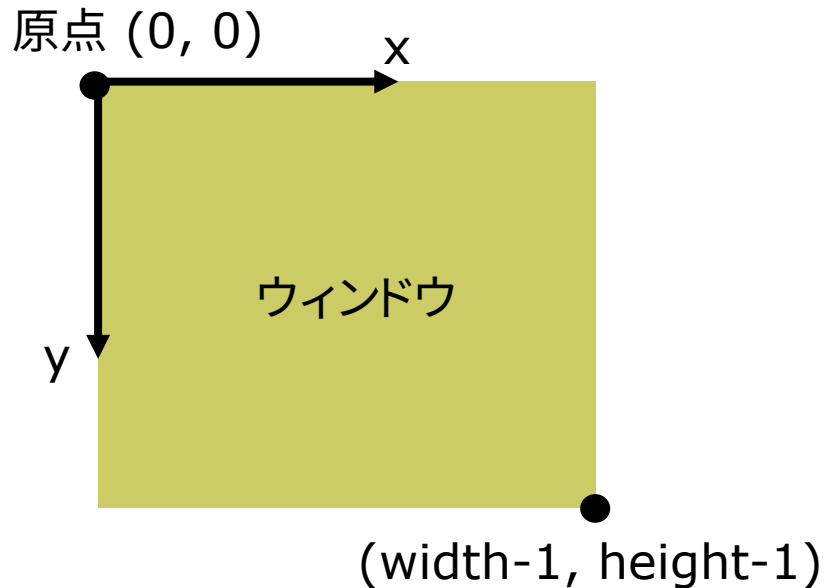
2019-02 基本図形と曲線

<http://vilab.org>

塩澤秀和

1.3 基本的な描画(復習)

Processingの座標系



色の数値表現

- 白黒(グレー)
 - 0~255の整数
- カラー
 - 0~255の整数(RGB) × 3個
 - 例: `stroke(r, g, b)`

描画の準備

- `background(色)`
 - 背景色でウィンドウを塗りつぶす
 - 通常, `draw`の最初にやる
- `stroke(色)`
 - 線の色を指定する
- `strokeWeight(太さ)`
 - 線の太さを指定する

基本図形

- `point(x座標, y座標)`
 - 点を打つ
- `line(x1, y1, x2, y2)`
 - 直線(線分)を引く
- `rect(x, y, 幅, 高さ)`
 - 長方形(矩形)を描く

2.1 変数と制御構造 (Javaと同じ)

データ型

- int, float, byte
 - 数値
 - 実数はfloatが標準
- boolean
 - 真偽値(Yes/No)
 - 定数: true(真), false(偽)
- char
 - 文字(漢字も可)
 - char ch = 'あ'
- String
 - 文字列
 - String str = "あいうえお"
- 文字列の連結
 - +演算子で文字列を連結できる

制御構造

- if-else
- switch-case
 - 条件分岐
- for, while
 - ループ(繰り返し)
 - do-whileは(一応)ない
- break
 - ループ中断

演算子

- 関係演算子
 - == != < > <= >=
- 論理演算子
 - || (OR) && (AND) ! (NOT) 3

2.2 基本図形

図形描画関数

- point, line, rect
 - 点, 直線, 長方形 (既出)
- triangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3)
 - 3点を結ぶ三角形
- quad(x1, y1, x2, y2, x3, y3, x4, y4)
 - 4点を結ぶ四角形
- ellipse(x, y, 幅, 高さ)
 - 楕円(円)
- arc(x, y, 幅, 高さ, 開始角, 終了角)
 - 弧 (角度はラジアン)
 - π として定数PIが使える

描画色

- stroke(色)
 - 線(境界線)の色を設定
 - noStroke()で境界線なし
- strokeWeight(太さ)
 - 線の太さを設定
- fill(色)
 - 塗りつぶしの色を設定
 - noFill()で塗りつぶしなし

座標指定モード

- rectMode(モード)
- ellipseMode(モード)
 - 左上を指定: CORNER
 - 中心を指定: CENTER

2.3 曲線の表現形式

曲線の数式表現 (p.72)

□ 陽関数形式

- $y = f(x)$ 型

- 例
$$y = \sqrt{r^2 - x^2}$$

□ 陰関数形式

- $f(x, y) = 0$ 型

- 例
$$x^2 + y^2 - r^2 = 0$$

□ パラメータ形式

- $x = f(t), y = g(t)$ 型

- パラメータ=媒介変数

- 例
$$\begin{cases} x = r \cos(t) \\ y = r \sin(t) \end{cases}$$

パラメトリック曲線 (p.76)

□ パラメータ形式による曲線

- 少ない変数で滑らかな曲線
- 曲線を点列に分解するのが簡単

□ 点間を補間する曲線

- Ferguson曲線
- Catmull-Rom曲線

□ 制御点(アンカー点)による曲線

- Bezier曲線
- Bスプライン曲線
- CGモデリングで広く用いられる

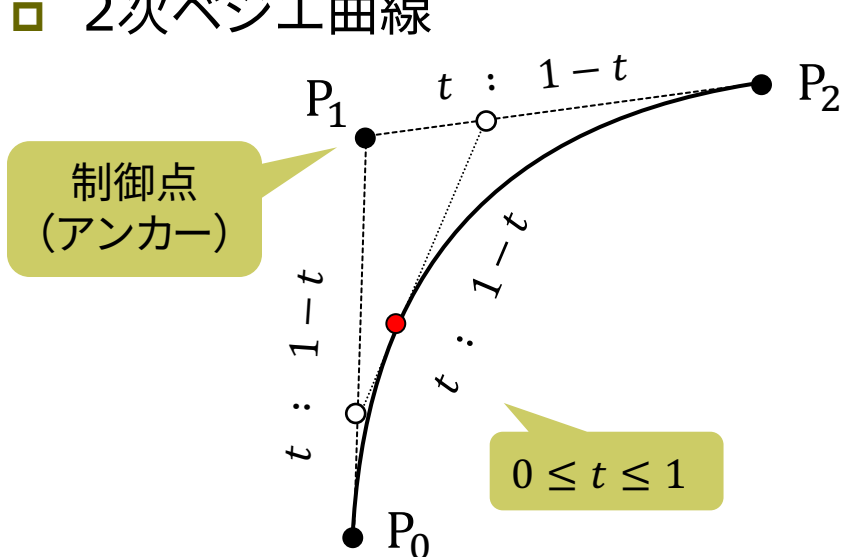
□ 重み付き制御点による曲線

- 有理Bezier曲線
- NURBS曲線(Non-Uniform Rational B-Spline)

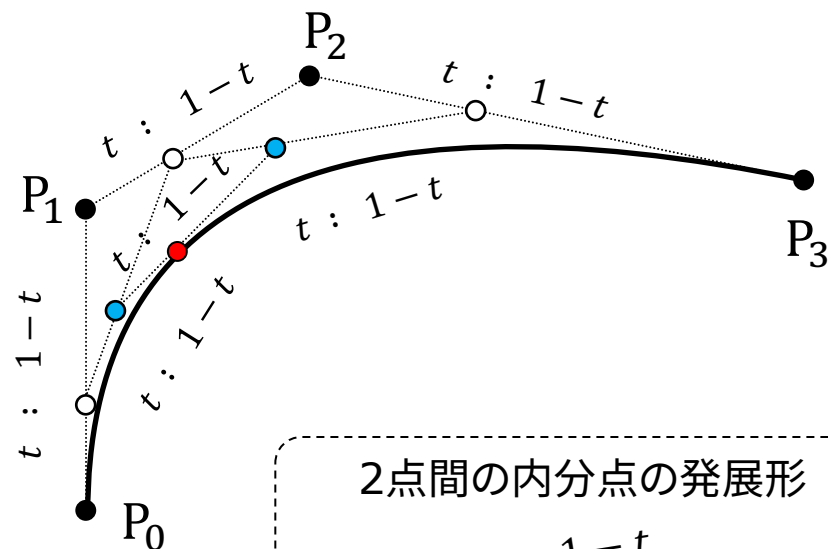
2.4* 制御点による曲線

ベジエ曲線 (p.77)

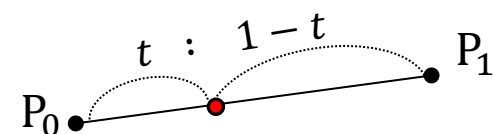
□ 2次ベジエ曲線



□ 3次ベジエ曲線



2点間の内分点の発展形



$$P = (1-t)P_0 + tP_1$$

$t = 0.5$ なら中点

□ 制御点による曲線の典型的な形

$$P(t) = b_0(t)P_0 + b_1(t)P_1 + \dots + b_n P_n(t)$$

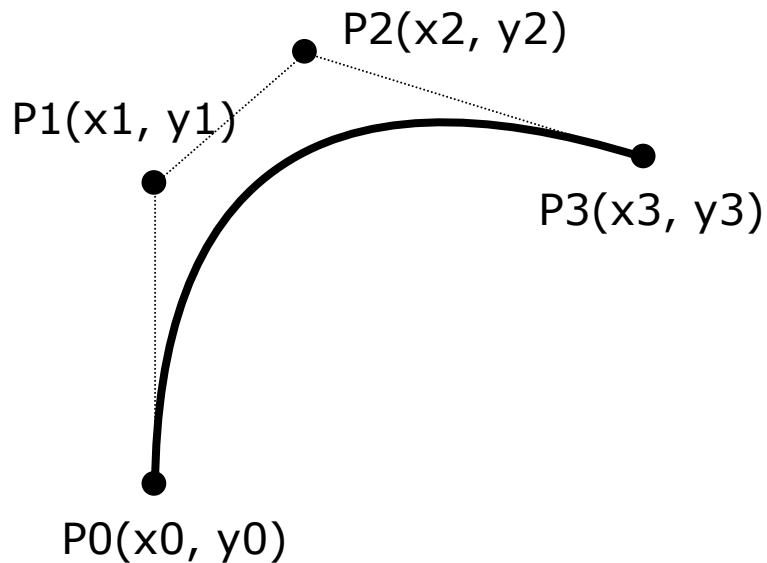
$$b_0(t) + b_1(t) + \dots + b_n(t) = 1 \quad (0 \leq t \leq 1)$$

こうすると、 b の値によって各点に近づく ($b_0 = 1$ のとき P_0 , $b_n = 1$ のとき P_n)

2.5* Bezier曲線

ベジエ曲線の描画

- $\text{bezier}(x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3)$



- 単純な数式で自然な曲線
- CGでは通常3次(以上)が利用される

ベジエ曲線の数式表現

- 2次ベジエ曲線(3点)

$$P(t) = (1-t)^2 P_0 + 2t(1-t)P_1 + t^2 P_2$$

$$\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = (1-t)^2 \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} + 2t(1-t) \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} + t^2 \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix}$$

- 3次ベジエ曲線(4点)

$$P(t) = (1-t)^3 P_0 + 3t(1-t)^2 P_1 + 3t^2(1-t)P_2 + t^3 P_3$$

各係数は、 $(1-t) + t$ を n 乗したときの形

サンプルプログラム

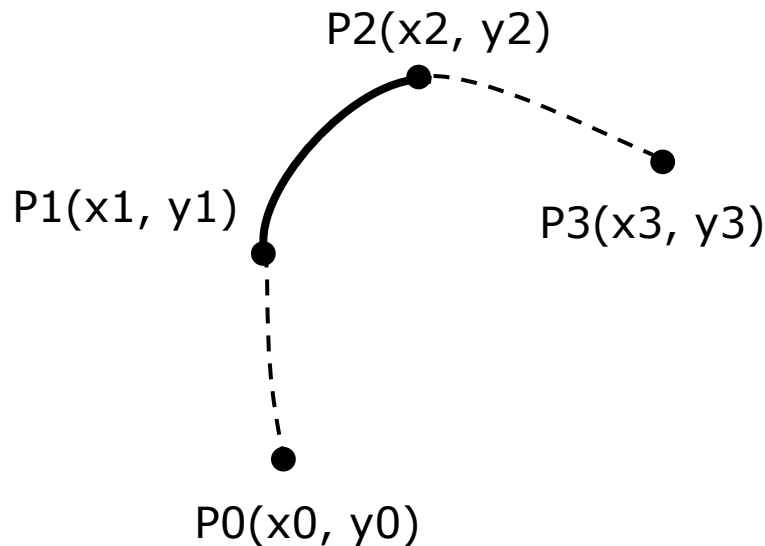
- File → Examples

- → Basics → Form → Bezier

2.6 補間曲線

補完曲線の描画

- $\text{curve}(x_0, y_0, x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3)$



- 4点を滑らかに補間し、真ん中の2点を結ぶ曲線を描く
- Catmull-Romスプライン曲線

Catmull-Rom曲線の数式表現

- 3次のスプライン曲線

$$P(t) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 2 & -5 & 4 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix}$$

- 各座標の計算

$$x(t) = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 3 & -3 & 1 \\ 2 & -5 & 4 & -1 \\ -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{2} \left[(-x_0 + 3x_1 - 3x_2 + x_3)t^3 + (2x_0 - 5x_1 + 4x_2 - x_3)t^2 + (-x_0 + x_2)t + 2x_1 \right]$$

2.7 演習課題

課題

- 基本図形を組み合わせて、何かキャラクターの絵を描くプログラムを作成しなさい
 - ただし、必ずbezierとcurveを両方とも1つ以上は使うこと
 - 方眼紙に絵を描いてから、座標を入力するとよい
 - 例:アンパンマン,ドラえもん
- 提出
 - プログラムと実行画面を印刷し、授業開始時に提出する
 - 番号・氏名と第何回の課題かを必ずレポートの最初に書くこと
 - 面白い作品ができたなら授業中に発表してボーナス点!

今回のプログラムの基本構造

```
void setup() {  
    size(400, 400);  
    // アニメーションは不要  
    noLoop();  
}  
  
void draw() {  
    // 背景色を塗る  
    background(240, 240, 255);  
    // 線の色と塗りつぶしの色を  
    // 設定しながら,図形を描く(例)  
    stroke(0, 0, 255);  
    fill(255, 0, 0);  
    ellipse(150, 100, 50, 100);  
    noFill();  
    rect(50, 200, 200, 100);  
}
```