Graphics with Processing

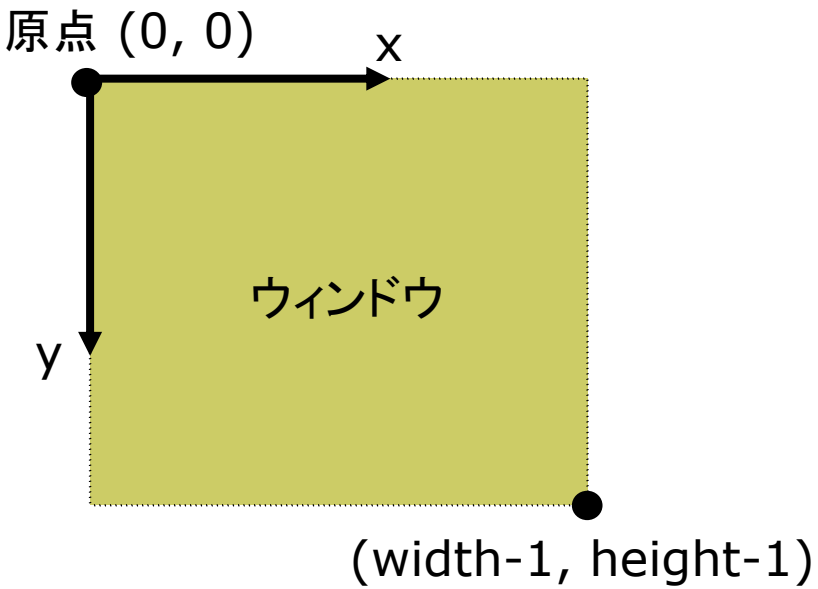
2018-02 基本図形と曲線

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）

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

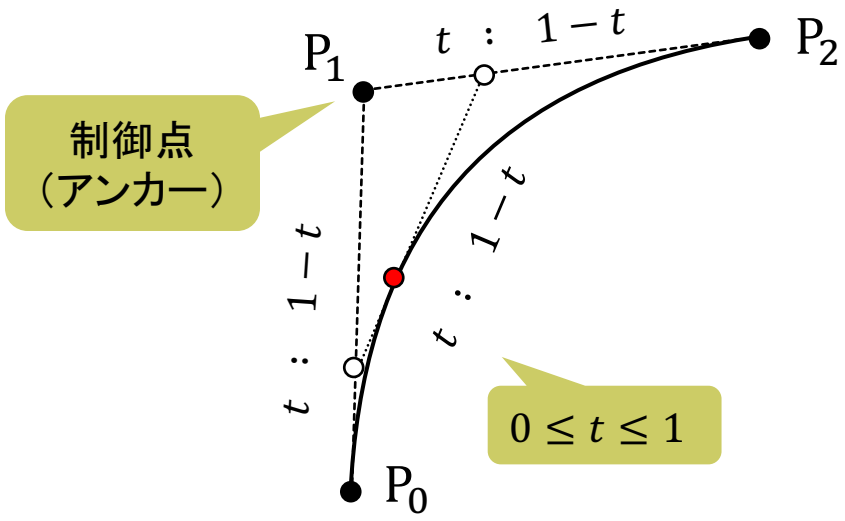
パラメトリック曲線（p.76）

- 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）

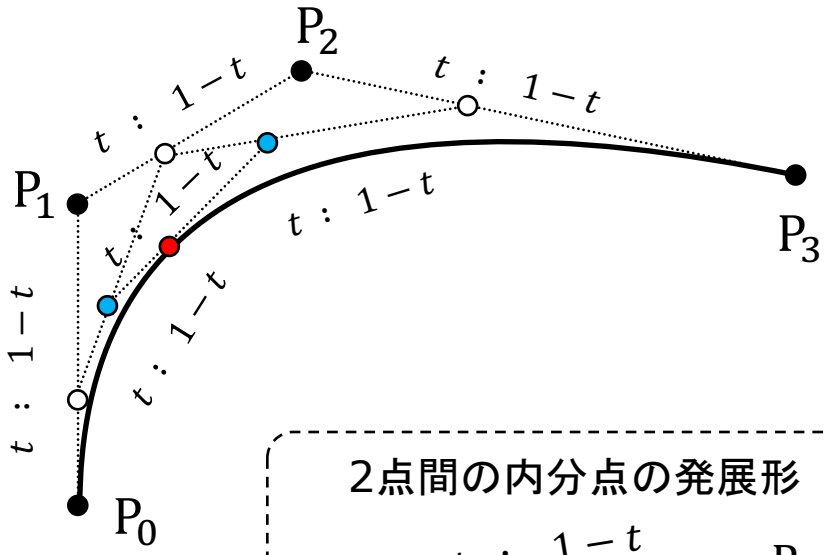
2.4* 制御点による曲線

ベジエ曲線（p.77）

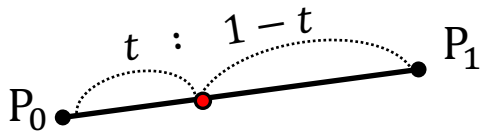
- 2次ベジエ曲線



- 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

$$P(t) = b_0(t)P_0 + b_1(t)P_1 + \cdots + b_nP_n(t)$$

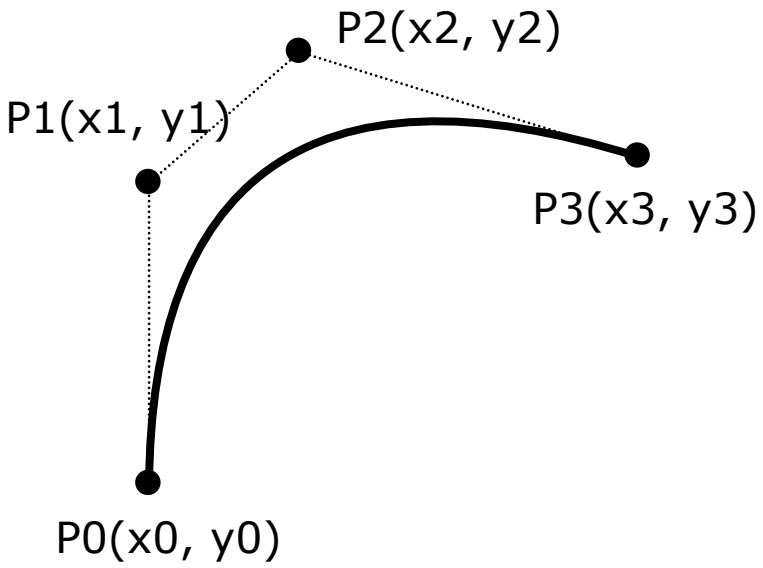
$$b_0(t) + b_1(t) + \cdots + b_n(t) = 1$$

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

- bezier(x0, y0, x1, y1, x2, y2, x3, y3)



- 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

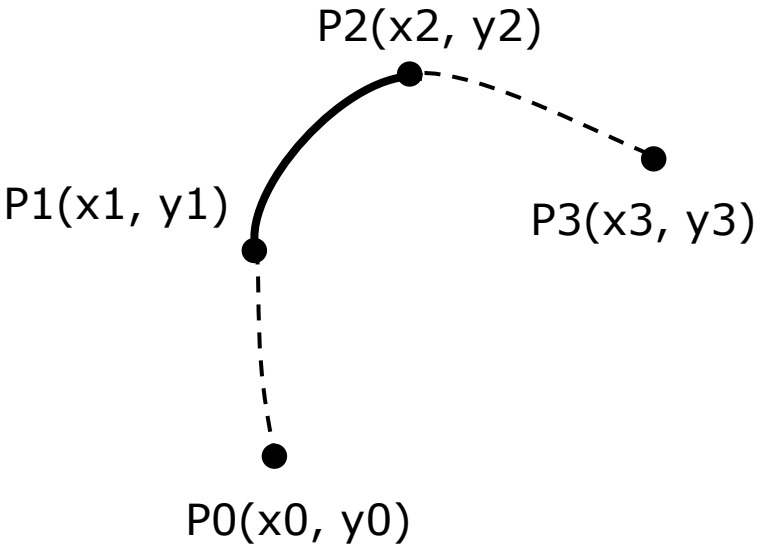
サンプルプログラム

- File → Examples
  - → Basics → Form → Bezier

2.6 補間曲線

補完曲線の描画

- curve(x0, y0, x1, y1, x2, y2, x3, y3)



- 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

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

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

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);
}
```