

引き継ぎ資料 Vol.6

全曲率の話

2016/10/??

コンセプト

ソースとテクニックを同時に話そう

目次

1. 概要
2. 軌道の3次元関数
3. 2次元化
4. S字の抽出

目次

1. 概要
2. 軌道の3次元関数
3. 2次元化
4. S字の抽出

3次元軌道からS字を抽出

- ・ モーキャプデータをB-splineとして近似
- ・ 軌道を投影し2次元化
- ・ S字の抽出

- ・ (モーキャプデータをB-splineとして近似)
- ・ 軌道を投影し2次元化
- ・ S字の抽出

- ・ モーキャプデータをB-splineとして近似
- ・ 軌道を投影し2次元化
- ・ S字の抽出
 - ・ 変曲点の計算
 - ・ 全曲率が一定となるように取り出し

目次

1. 概要
2. 軌道の3次元関数
3. 2次元化
4. S字の抽出

B-spline曲線

B-spline曲線の詳細は省略

$$\mathbf{B}(t) (0 \leq t \leq 1) \quad (1)$$

$\mathbf{B}(t)$ は t を媒介変数とする3次元曲線

実装的な話

- ・ Bは関数名
- ・ 3次元の座標を返す

```
>>> B(0.)  
array([0., 0., 0.])
```

目次

1. 概要
2. 軌道の3次元関数
3. 2次元化
4. S字の抽出

$$\mathbf{P}(t) = M \cdot \mathbf{B}(t) \quad (2)$$

M が 2×3 の行列なら $\mathbf{P}(t)$ は2次元軌道

クラスを一つ作成

```
class SecondDimensionalize:
    def __init__(self, func):
        self.mat = np.array(
            [[1.0, 0.0, 0.0],
             [0.0, 1.0, 0.0]]
        )
        self.func = func

    def __call__(self, t):
        return np.dot(self.mat, self.func(t))
```

見かけ上関数に見えるオブジェクト

```
>>> p = SecondDimensionalize(B)
>>> p(0.)
array([0., 0.] )
```

なぜ見かけ上関数に見えるオブジェクトが必要？

なぜ見かけ上関数に見えるオブジェクトが必要？

S字の抽出過程で使いたい

目次

1. 概要
2. 軌道の3次元関数
3. 2次元化
4. S字の抽出

変曲点

変曲点 曲線の曲率=0となる点

曲率 $\kappa(t)$ の計算法

$$\kappa(t) = \frac{\left| \begin{array}{c} \mathbf{P}'(t) \\ \mathbf{P}''(t) \end{array} \right|}{|\mathbf{P}'(t)|^3} \quad (3)$$

```
class Curvature:
    def __init__(self, func):
        self._func = func
        self._d = func.diff()
        self._dd = self._d.diff()

    def __call__(self, t):
        d = self._d(t)
        dd = self._dd(t)
        return ((d[0] * dd[1] - d[1] * dd[0]) /
                ((d[0] ** 2 + d[1] ** 2) ** 1.5))
```

diff関数が必要なので追記

```
class SecondDimensionalize:
    .
    .
    .
    def diff(self):
        return (
            SecondDimensionalize(self.func.diff())
        )
```

```
>>> p = SecondDimensionalize(B)
>>> p(0.)
array([0., 0.])
>>> c = Curvature(p)
>>> c(0.)
3.5
```

2次元軌道 p とその曲率 c がそれぞれ関数として使用可能

```
>>> p = SecondDimensionalize(B)
>>> p(0.)
array([0., 0.])
>>> c = Curvature(p)
>>> c(0.)
3.5
```

2次元軌道 p とその曲率 c がそれぞれ関数として使用可能
変曲点 = c が0となる点

変曲点の探し方

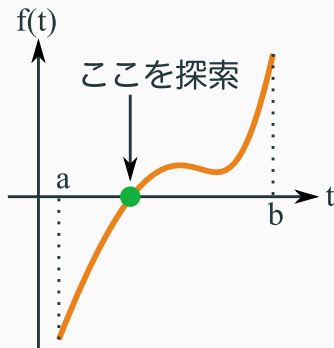
`scipy.optimize.brentq`関数は関数が0になる点を探る

`brentq(f, a, b)`

f 関数

a 探索範囲の左端

b 探索範囲の右端



brentqの注意点

- ・ a, b の間に解がなければならない
- ・ 複数の解があった場合一つしか探索できない
- ・ 解はわずかな誤差を含む

曲率・全曲率

曲率 軌道の曲がり具合を表す

$$\kappa(t) = \frac{1}{r} \quad (4)$$

軌道の回転が強い(r が小さいほど)大きな値

全曲率 軌道がどれだけ曲がったかを示す

$$\mu(t) = \int_a^b \kappa(s) ds \quad (5)$$

ここで s は軌道長

例: 円の場合

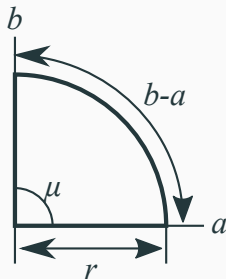
1/4円を描く軌道について

$$\kappa(t) = \frac{1}{r} = \text{const.} \quad (6)$$

$$\mu = \int_a^b \kappa(s) ds \quad (7)$$

$$= \frac{1}{r} \int_0^{\frac{\pi}{2}r} ds \quad (8)$$

$$= \frac{\pi}{2} \quad (9)$$



例: 円の場合

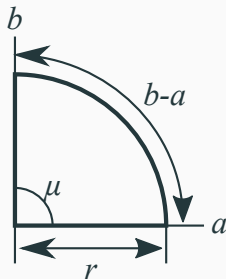
1/4円を描く軌道について

$$\kappa(t) = \frac{1}{r} = \text{const.} \quad (6)$$

$$\mu = \int_a^b \kappa(s) ds \quad (7)$$

$$= \frac{1}{r} \int_0^{\frac{\pi}{2}r} ds \quad (8)$$

$$= \frac{\pi}{2} \quad (9)$$



全曲率 = 軌道の回った角度

$$\mu(s) = \int_a^b \kappa(s) ds \quad (10)$$

$$\mu(t) = \int_{t_a}^{t_b} \kappa(t) \frac{ds}{dt} dt \quad (11)$$

曲率を積分すればよい

積分

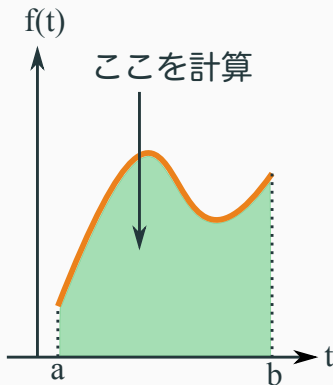
scipy.integrate.quad関数

`quad(f, a, b)`

f 関数

a, b 積分範囲

戻り値 積分値, 推定された誤差



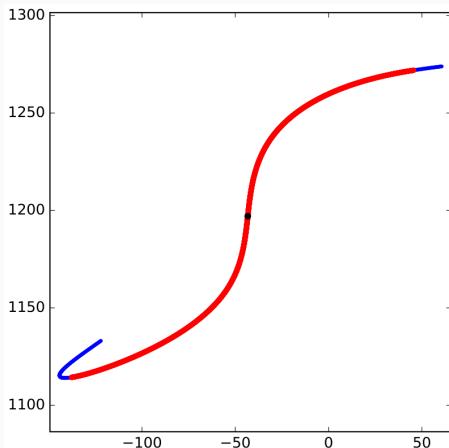
```
class Curvature:
    def __init__(self, func):
        self._d = func.diff()
        self._c = Curvature(func)

    def _integrand(self, t):
        d = self._d(t)
        return (np.abs(self._c(t)) *
                ((d[0] ** 2 + d[1] ** 2) ** 0.5))

    def __call__(self, ta, tb):
        return si.quad(
            self._integrand, ta, tb
        )[0]
```


取り出し手法

変曲点から全曲率がある程度になるまで取り出し



まとめ

- ・ 関数を使おう
- ・ クラスを関数のように見せる
- ・ Pythonライブラリは賢い
 - ・ 解
 - ・ 微分
 - ・ 積分

Questions?