

Numerical simulation of growing strings

各点間をバネでつなぎ、その自然長が時間と共に増大することを考える。  
この自然長、もしくは2点間の距離がある閾値を超えた時、新たに2点間に点を置く。  
点に作用する力は、バネによる力と、曲げ弾性による力、粘性による摩擦力である。  
オイラー法または4次のルンゲクッタ法でこれを解き、matplotlibでアニメーションに  
して表示する。

## Modules

<a href="#">matplotlib.animation</a>	<a href="#">numpy</a>	<a href="#">random</a>
<a href="#">logging</a>	<a href="#">matplotlib.pyplot</a>	<a href="#">time</a>

## Classes

[\\_\\_builtin\\_\\_.object](#)

[Euler](#)  
[RK4](#)

[Points](#)  
[String\\_Simulation](#)

class Euler([\\_\\_builtin\\_\\_.object](#))

Methods defined here:

**[\\_\\_init\\_\\_](#)**(self, function)  
Initialize function.

**[solve](#)**(self, y, t, h)  
Solve the system ODEs.

--- arguments ---  
y: Array of initial values (ndarray)  
t: Time (float)  
h: Stepsize (float)

Data descriptors defined here:

**[\\_\\_dict\\_\\_](#)**  
dictionary for instance variables (if defined)

**[\\_\\_weakref\\_\\_](#)**  
list of weak references to the object (if defined)

class Points

Methods defined here:

**[\\_\\_init\\_\\_](#)**(self, N, position\_x, position\_y, natural\_length, K, length\_limit)  
Initialize class variants.

--- Arguments ---  
N (int) : How many points should placed  
position\_x (ndarray): Array of the valuse of x axis for each points  
position\_y (ndarray): Array of the value of y axis for each points  
natural\_length (ndarray): Array of natural length of each strings  
K (ndarray): Array of spring constant  
length\_limit (float) : Threshold for dividing to 2 strings

**[create\\_new\\_point](#)**(self, k, X)  
新しい点を2点の間に追加し、各物理量を再設定する

k番目とk+1番目の間に新しい点を追加

**[divide\\_if\\_extended](#)**(self, X)  
2点間の自然長がlength\_limitの設定値より大きいとき新しい点を追加する

**[get\\_distances](#)**(self, x\_list, y\_list)  
Caluculate distance between two points and return list.

---Arguments ---  
x\_list (list or ndarray): x座標の値のリスト

y\_list (list or ndarray): y座標の値のリスト

**grow**(self, func\_nl, func\_k)

2点間の自然長を大きくする & バネ定数を変化させる

バネ定数は単位 (自然長) 長さあたりが同じいなるように随時変化させる

--- Arguments ---

func\_nl (function): N-1 (開曲線) , N (閉曲線) 次元のnp.arrayに対する関数  
返り値は同次元のnp.arrayで返し, これが成長後の自然長のリストである

func\_k (function): N-1 (開曲線) , N (閉曲線) 次元のnp.arrayに対する関数  
返り値は同次元のnp.arrayで返し, これが成長後のバネ定数のリスト

**update\_natural\_length**(self, k, d)

自然長を更新

Called from self.**create\_new\_point**

Change: self.**natural\_length**

**update\_point\_position**(self, k)

点を追加

Called from self.**create\_new\_point**

Change: self.**position\_x**, self.**position\_y**

**update\_point\_velocity**(self, k)

速度を更新

Called from self.**create\_new\_point**

Change: self.**vel\_x**, self.**vel\_y**

**update\_spring\_constant**(self, k)

バネ定数を更新

Called from self.**create\_new\_point**

Change: self.**K**

class **RK4**(\_\_builtin\_\_.object)

Methods defined here:

\_\_init\_\_(self, function)

Initialize function.

**solve**(self, y, t, h)

Solve the system ODEs.

--- arguments ---

y: Array of initial values (ndarray)

t: Time (float)

h: Stepsize (float)

Data descriptors defined here:

\_\_dict\_\_

dictionary for instance variables (if defined)

\_\_weakref\_\_

list of weak references to the object (if defined)

class **String\_Simulation**

Methods defined here:

\_\_init\_\_(self, parameters)

Assign some initial values and parameters

--- Arguments ---

parameters (dict):

key: x, y, nl, K, length\_limit, h, t\_max, e, debug\_mode

See details for each values in [Points](#)'s documentation.

**animate**(self, data)

FuncAnimationから呼ぶ。ジェネレータupdateから返された配列を描画する

**force**(self, t, X)

**force\_with\_more\_viscosity**(self, t, X)

関数forceの変化形。粘性が優位

**onClick**(self, event)

matplotlibの描画部分をマウスでクリックすると一時停止

**on\_key**(self, event)  
キーを押すことでシミュレーション中に動作

**pause\_simulation**(self)  
シミュレーションを一時停止

**run**(self)

**update**(self)  
時間発展 (タイムオーダーは成長よりも短くすること)

各点にかかる力は、それぞれに付いているバネから受ける力の合力。  
Runge-Kutta法を用いて運動方程式を解く。  
この内部でglow関数を呼ぶ

```
--- Arguments ---
point (class): 参照するPointクラスを指定する
h      (float): シミュレーションの時間発展の刻み
t_max  (float): シミュレーションを終了する時間
```

Data

**\_\_author\_\_** = 'Shotaro Fujimoto'  
**\_\_date\_\_** = '2016/4/12'

Author

Shotaro Fujimoto