情報工学実験 2
数値解析レポート

September 28, 2021

レポート課題

LaTeX でレポートを作成し、以下の 2 点を提出せよ:

(1)「LaTeX のソースコード」(レポートのテンプレートは配布します。)

(2) LaTeX のソースコードをコンパイルして得た「PDF ファイル」

1 週目の課題 (LaTeX と Python の練習)[40 点満点]

問 1. 配布された LaTeX のレポート用テンプレートをコンパイルをせよ (レポート提出にて加点)[**10** 点]

問 2. 以下の文章をレポートの問 **2** の解答欄に記載せよ [**5** 点]

問 2. 解答欄

自然現象や社会現象を予測したい場合、そのままでは取り扱いにくいため現象を抽象化した数理モデルを構成する。この数理モデルの振る舞いをコンピュータなどで確かめるために数値解析が必要である。本レポートでは主に、常微分方程式の初期値問題

$$\frac{dx(t)}{dt} = f(t, x(t))$$

$$x(0) = x_0$$

の未知変数 $x(t)$ をオイラー法で近似的に解くことで、自然現象や社会現象を予測する。

問 3. 変数 a と b の値を入れ替える **Python** プログラムを作成せよ (注:a と b の値は何が来ても良い様に対応すること)[**5** 点]

```
a = 3
b = 4
```

```
print(a, b)

a, b = b, a
print(a, b)
```

Program 1: 問 3: 解答欄

問 4. 関数 FizzBuzz が正しく動作するように修正せよ [5 点]

```
def FizzBuzz(n):
    print( )
    for i in range(1, n+1):
        if i % 15 == 0:
            print("FizzBuzz")
        elif i % 3 == 0:
            print("Fizz")
        elif i % 5 == 0:
            print("Buzz")
        else:
            print(i)


val = input()
FizzBuzz(int(val))
```

Program 2: 問 4: 解答欄

問 5. 内積を計算する Python の関数 dot_product を作成せよ [5 点]

```
import random

def dot_product(a, b):
    n = len(a)
    res = 0
    for i in range(n):
        res += a[i]*b[i]

    return res


n = int(input("整数を入力してください"))
a = []
b = []

for i in range(n):
    a.append(random.random())
    b.append(random.random())

print("a = ", a)
print("b = ", b)

c = dot_product(a, b)
print(c)
```

Program 3: 問 5: 解答欄

問 6. **Python** のライブラリについて調べ，問 6 の解答欄に記載せよ [10 点]

問 6: 解答欄

Django: Django は Python で実装した Web アプリケーションフレームワークである。また､無料で使える。ネットに情報も多数あり､初学者でも学びやすい。 instagram,mozilla などで Django を使用している。しかし、機能が多すぎるので、すべての機能を把握するのに時間がかかってしまうのがデメリットである。

2 週目の課題 (数理モデルと数値解析)[60 点満点]

問 7. 前進オイラー法を実行する **Python** の関数 **euler** を作成せよ [10 点]

下記のコード (コマンド lstlisting 内) を直接修正して下さい (この文は消すこと):

```
import numpy as np # あとで必要
import matplotlib.pyplot as plt # グラフ描画用

def euler(x0, tau, ts, tf, f):
    ti = ts  # ti: 前進オイラー法のアルゴリズムのti
    xi = x0 # xi: 前進オイラー法のアルゴリズムのx(ti)
    tlist = [ ti ]
    xlist = [ x0 ]
    # tiがtfにたどり着いたら終了
    while ti < tf:
        tip1 = ti + tau # tipi: 前進オイラー法のアルゴリズムのt_{i+1} (次の時刻)
        xip1 = # [入力]:問7の解答(前進オイラー法のアルゴリズム)を記入
        tlist.append(tip1) # 時刻記録用: リストの末尾に時刻を追加
        xlist.append(xip1) # 結果の記録用: リストの末尾に結果xip1を追加
        ti, xi = tip1, xip1 # 時刻tip1と結果xip1は、次の時刻における初期値

    return (tlist, xlist)
```

Program 4: 問 7: 解答欄

問 8. マルサスモデルを用いて日本の **1920** 年から **2008** 年の人口推移をシミュレーションせよ [10 点]

下記のコード (コマンド lstlisting 内) を直接修正して下さい (この文は消すこと):

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

def euler(x0, tau, ts, tf, f):
    ti = ts
    xi = x0
    tlist = [ ti ]
    xlist = [ x0 ]
    while ti < tf:
```

```python
        tip1 = ti + tau
        xip1 = # [入力]:問7の解答(前進オイラー法のアルゴリズム)を記入
        tlist.append(tip1)
        xlist.append(xip1)
        ti, xi = tip1, xip1

    return (tlist, xlist)

def population( t, N ):
    fN = np.zeros_like(N)
    gamma = # [入力]: 人口の増減率(マルサスモデルのパラメータ)を入力
    fN[0] = gamma*N[0] # マルサスモデルの右辺: N[0]が方程式の未知変数N
    return fN

N0 = np.zeros(1)
N0[0] =      # [入力]: 人口の初期値(1920年の人口を万人で入力。10万人なら10と入力)
begin_year = # [入力]: 解き始めの時刻を西暦で入力.西暦2000年なら2000と入力)
end_year =   # [入力]: 終了時刻を西暦で入力.西暦2000年なら2000と入力)

t, N = euler(N0, 0.1, begin_year, end_year, population) # 前進オイラー法で解く

plt.plot(t, N) # 図の描画
plt.xlabel('Year')
plt.ylabel('Population [* 10,000]')
plt.show() # 図の描画
```

Program 5: 問 8: 解答欄

問 9. 問 8 の結果を図としてレポートに張り付けよ (もちろん **LaTeX** で!)[5 点]

以下の LaTeX に記載したコメント文を参考に記載して下さい (この文は消すこと):

問 10. 日本の統計結果 **Figure 2** と問 **9** の結果を比較し、考察せよ [**5** 点]

問 10. 解答欄

この文章を消してコマンド itembox 内に書いてください。

問 11. 関数 **population** をマルサスモデルからロジスティック方程式に変更し、日本の **1920** 年から **2008** 年の人口推移をシミュレーションせよ [**5** 点]

下記のコード (コマンド lstlisting 内) を直接修正して下さい (この文は消すこと):

```python
def population( t, N ):
    fN = np.zeros_like(N)
    gamma = # [入力]: 人口の増減率(ロジスティクス方程式のパラメータ)を入力
    Ninf =  # [入力]: 人口の最大値(同方程式のパラメータ)を入力(10万人なら10と入力)
#    fN[0] = gamma*N[0] # マルサスモデルの右辺はコメントにしておく
    fN[0] = # [入力]: ロジスティクス方程式の右辺に変更

```

```
    return fN
```

Program 6: 問 11: 解答欄

問 12. 問 11 の結果を図としてレポートに張り付けよ (もちろん LaTeX で!)[5 点]

以下の LaTeX に記載したコメント文を参考に記載して下さい (この文は消すこと):

問 13. 日本の統計結果 Figure 2 と問 12 の結果を比較し、考察せよ [5 点]

問 13. 解答欄

この文章を消してコマンド itembox 内に書いてください。

問 14. 日本の将来の人口をロジスティック方程式でシミュレーションせよ [5 点]

予測に使用したソースコード:

```
# コマンドlstlisting内に予測に使用したソースコード(全文)を記入(この文は消す)
```

Program 7: 問 11: 解答欄

問 14. 予想結果

西暦 xxxx 年に日本の人口が 1 億人を切ると予想される。

発展問題 1. ロジスティック方程式を自分なりに改造して、日本の実際の統計に合うようにせよ [3 点]

「改造した常微分方程式の記載」と「プログラム」及び「実行結果」を張り付けること。

発展問題 2. 問 11 ロジスティック方程式の解法を前進オイラー法からホイン法に変更せよ [3 点]

```
# コマンドlstlisting内に予測に使用したソースコード(全文)を記入(この文は消す)
```

Program 8: 発展問題 2: 解答欄

発展問題 **3. SIR** モデルを改良せよ。[**3** 点]

改良した方程式 (下記を書き換えて下さい):

$$
\begin{aligned}
\frac{dS(t)}{dt} =& -\frac{\gamma}{N}I(t)S(t) \\
\frac{dI(t)}{dt} =& \frac{\gamma}{N}I(t)S(t) - \beta I(t) \\
\frac{dR(t)}{dt} =& \beta I(t) \\
S(0) =& S_0 \\
I(0) =& I_0 \\
R(0) =& R_0
\end{aligned}
$$

改良した方程式の特徴 (どのような効果を狙った方程式か?)

ここに特徴とどのような効果を狙った方程式か記述して下さい。(ただし、狙った効果がうまく出ていなくても構いません。)

発展問題 **4** . 発展問題 **3** を解き，狙った効果はあったか考察せよ [**1** 点]

発展問題 4 解答欄. 改良した方程式の特徴 (どのような効果を狙った方程式か?)

狙った効果がでたかどうか、ここに考察して下さい。ただし、狙った効果がうまく出ていなくても構いません。狙った効果が出た or 出なかったの判断となる図なども張り付けて構いません。