数値シミュレーション実験

第3回レポート

提出日　2025年６月１８日

提出者　今村　優斗

学籍番号　2713240012-7

課題１

以下の2 次微分を使った式で表現された微分方程式を計算するオイラー法のプログラムを作れ．さ

らに，*t* = 0 [s] から1*.*0 [s] までの*x* の時間変化をグラフで示せ．ただし，*a* = 2*.*0 とし，*x* の初期値は0，*dx/dt* の初期値も0 とせよ．

ダイアグラム が含まれている画像

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：

図1にプログラム、図２に実行結果のグラフを示した。

#include <stdio.h>

#define N 1000

int main(void){

    double x[N+1],y[N+1];

    double dxdt[N],dydt[N];

    double dt=0.001;

    x[0]=0.0;

    dxdt[0]=0.0;

    y[0]=0.0;

    printf("%lf %lf\n",dt\*0,x[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dxdt[i+1]=y[i];

        dydt[i+1]=(-0.2\*x[i]\*x[i]+3.0\*x[i]-4.0)/2.0;

        x[i+1]=x[i]+dxdt[i]\*dt;

        y[i+1]=y[i]+dydt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf\n",dt\*(i+1),x[i+1]);

    }

    return 0;

}

図１　課題１のプログラム

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題2

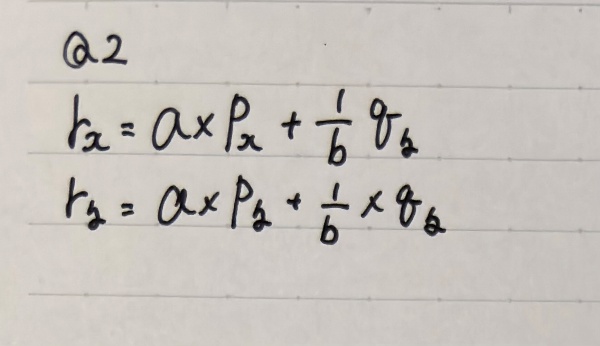
以下のベクトルで表現された式を，スカラーで表現された二つの式に変換せよ．なお，各ベクトル

の成分を表す記号は，各自で定義せよ．

文字が書かれている

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：



課題3

以下のベクトルを使って表現された1 次微分の式を，スカラーを用いて表現された二つの1 次微分

式に変換せよ．ただし，*⃗s* は定数とする．

時計 が含まれている画像

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題４

上記の課題3 の微分方程式をオイラー法で計算するプログラムを作れ．なお，各ベクトルの成分

は，各自で定義せよ．また，*⃗r* の初期値は，(1,2)とし，定数*⃗s* は，*⃗s* =(3,6)として，*⃗r* の値がほぼ変化しなくなる時刻まで計算した結果をグラフで示せ．

解答：

#include <stdio.h>

#define N 700

double rx[N+1],ry[N+1];

double drxdt[N],drydt[N];

int main(void){

    double sx=3.0;

    double sy=6.0;

    double dt=0.1;

    rx[0]=1.0;

    ry[0]=2.0;

    drxdt[0]=sx-(rx[0]/10.0);

    drydt[0]=sy-(ry[0]/10.0);

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,rx[0],ry[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        drxdt[i+1]=sx-(rx[i]/10.0);

        drydt[i+1]=sy-(ry[i]/10.0);

        rx[i+1]=rx[i]+drxdt[i]\*dt;

        ry[i+1]=ry[i]+drydt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),rx[i+1],ry[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題5

以下のベクトルを使って表現された2 次微分の式を，スカラーを用いて表現された二つの2 次微分

式に変換せよ．なお，各ベクトルの成分は，各自で定義せよ．

ダイアグラム

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：

ホワイトボードに書かれた文字

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題6

上記の課題5 で得られた，スカラーを用いた二つの2 次微分方程式について，1 章の方法を用いて，四つの1 次微分方程式に変換せよ．

解答：

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題7

上記の課題6 で得られた，四つの1 次微分方程式をオイラー法で計算するプログラムを作れ．ただ

し，*⃗p* の初期値は，(1,2)とし， *d⃗pdt* の初期値は，(0,0)とせよ．また，時刻*t* = 100 [s] まで計算した*⃗p* の値をグラフとして示せ．

解答：

#include <stdio.h>

#define N 1000

double vx[N+1],vy[N+1];

double px[N+1],py[N+1];

double dpxdt[N+1],dpydt[N+1];

double dvxdt[N+1],dvydt[N+1];

double dt=100.0/1000;

int main(void){

    px[0]=1.0;

    py[0]=2.0;

    dpxdt[0]=0.0;

    dpydt[0]=0.0;

    vx[0]=0.0;  //dpxdt[0]=vx[0]=0.0

    vy[0]=0.0;

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,px[0],py[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dpxdt[i]=vx[i];

        dvxdt[i]=0.1\*vx[i]-0.2\*px[i]+0.1;

        dpydt[i]=vy[i];

        dvydt[i]=0.1\*vy[i]-0.2\*py[i]+0.1;

        vx[i+1]=vx[i]+dvxdt[i]\*dt;

        vy[i+1]=vy[i]+dvydt[i]\*dt;

        px[i+1]=px[i]+dpxdt[i]\*dt;

        py[i+1]=py[i]+dpydt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),px[i+1],py[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ, 折れ線グラフ, ヒストグラム

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題8

以下の二つの2 次微分を用いた微分方程式を1 次微分を用いた微分方程式に変換し，*t* = 0 [s] か

ら*t* = 100 [s] まで*px, py* を計算し，横軸を*px*，縦軸を*py* とするグラフに示せ．ただし，初期値

として，*px* = 1*.*0*, py* = 0*.*0*, dpxdt* = 0*.*0*, dpydt* = 1*.*0 を用いること．

ダイアグラム

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

#include <stdio.h>

#define N 100000

double vx[N+1],vy[N+1];

double px[N+1],py[N+1];

double dpxdt[N+1],dpydt[N+1];

double dvxdt[N+1],dvydt[N+1];

double dt=0.001;

int main(void){

    px[0]=1.0;

    py[0]=0.0;

    dpxdt[0]=0.0;

    dpydt[0]=1.0;

    vx[0]=dpxdt[0];  //dpxdt[0]=vx[0]=0.0

    vy[0]=dpydt[0];

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,px[0],py[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dpxdt[i]=vx[i];

        dvxdt[i]=-0.1\*vx[i]-px[i];

        dpydt[i]=vy[i];

        dvydt[i]=-py[i];

        vx[i+1]=vx[i]+dvxdt[i]\*dt;

        vy[i+1]=vy[i]+dvydt[i]\*dt;

        px[i+1]=px[i]+dpxdt[i]\*dt;

        py[i+1]=py[i]+dpydt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),px[i+1],py[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題9

基質であるp-ニトロフェニルリン酸の濃度を[*S*]，反応生成物であるp-ニトロフェノールの濃度

を[*P*] ，基質と酵素が結合したEScomplex の濃度を[*ES*], 基質と結合していない酵素の濃度を

[*Efree*] , 酵素の総濃度を[*Etot*] という変数で表現し，上記の反応に関する微分方程式を示せ．反

応速度定数は上記の*k*1, *k*2, *k*3 を使用すること．

解答：

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題10

基礎生化学実験で行った実験の結果を使用し，反応時間を変化させた場合の実験結果をうまく再現

するように微分方程式で使用した反応速度定数を調整し，決定した反応速度定数を示せ．また，実

験結果と微分方程式で計算した反応生成物の時間変化をグラフで示せ．

解答：

#include <stdio.h>

#define N 1800

double efree[N+1];

double etot;

double s[N+1];

double p[N+1];

double es[N+1];

double dsdt[N+1];

double desdt[N+1];

double dpdt[N+1];

double dt=30.0/N;

double fs(double k1,double efree,double es,double s,double k2){

    double q1=k1\*s\*efree;

    double q2=k2\*es;

    return (-q1+q2);

}

double fes(double k1,double s,double efree,double es,double k2,double k3){

    double q1=k1\*s\*efree;

    double q2=k2\*es;

    double q3=k3\*es;

    return (q1-q2-q3);

}

double fp(double k3,double es){

    double q3=k3\*es;

    return q3;

}

int main(void){

    s[0]=4.0;

    es[0]=0.0;

    p[0]=0.0;

    double k1=10.8147;

    double k2=-10.3587;

    double k3=87.5;

    double etot=0.000016;

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,s[0],p[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        efree[i]=etot-es[i]; //hkfreeの濃度計算

        dsdt[i]=fs(k1,efree[i],es[i],s[i],k2);

        desdt[i]=fes(k1,s[i],efree[i],es[i],k2,k3);

        dpdt[i]=fp(k3,es[i]);

        s[i+1]=s[i]+dsdt[i]\*dt;

        es[i+1]=es[i]+desdt[i]\*dt;

        p[i+1]=p[i]+dpdt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),s[i+1],p[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題11

下記の数式を計算するプログラムを作り，時間ステップやシミュレーションを行う時間を調整し

たうえで，定常的な周期を示すようになったときのmRNA とPER の時間変化がどのようになっ

たかグラフを用いて説明せよ．特に周期が何時間になったか確認すること．なお，上記の数式を計

算するプログラムで使用する定数を表2 に示す．また，*M*, *P*1, *P*2 の初期値は0 とせよ．

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

解答：