

電子の相互作用のシミュレーション

01ca0125 鈴木 藍
2002 年 5 月 23 日

目 次

概要	3
レポートの目的	3
1 課題	3
1.1 課題の概要	3
2 方針	3
2.1 計算の方針	3
2.1.1 電子の相互作用	3
2.1.2 その他	4
3 ヘッドファイル	4
4 場の作成	5
4.1 電子	5
4.2 スカラー場	5
4.3 ベクトル場	5
5 プログラムの実行	6
6 乱数を使った実験	7
7 考察	7
まとめ・結論	8
感想	8
参考文献	9

概要

前回作成したスカラー場とベクトル場を作るプログラムを応用して電子同士の相互作用を計算する。今回は、このシミュレーションのモデルを理解する事とプログラムの作成に大幅に時間を使ったため、考察などについては盛り込む事が出来なかった。

レポートの目的

ある物体の相互作用を、スカラー場を使って計算する。

1 課題

1.1 課題の概要

今回の課題は、前回作成したスカラー場、ベクトル場を作るプログラムを応用し、ある n 個の電子が存在するスカラー場から、その電子の相互作用をシミュレーションするプログラムを作成する。

2 方針

結果から言うと、このプログラムではプラスの電価を持つ電子とプラスの電価を持つ電子は斥力が働かなければならないが、引力が働いてしまう。この原因を採る事が出来なかった。

2.1 計算の方針

2.1.1 電子の相互作用

n 個ある電子のうちの一つである p がうける、他の電子の作用は

- p 以外の電子のスカラー場を作成する
- そのスカラー場から、ベクトル場を作成する
- ベクトル場の p の座標上の方向ベクトルに p の電価をかける
- この方向ベクトルを他の電子から受ける作用とし、ここから加速度などを求める

とした。よって、 p 座標上の方向ベクトルを \vec{E} , p の電価を q , 作用を \vec{F} とすると

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

となる。

ここでは p 以外のすべての電子のスカラー場で求めるのではなく、一つ一つの電子にこの計算をし、作用を足し込んでいく方法も考え、作ってみたがそれほど変わらないように感じた。(実際変わらないと思う)

2.1.2 その他

境界については、はじめで電子がきたら反対から出て来るようにした。

3 ヘッダファイル

今回は 実装のスタイルに気を使っている余裕がなかった。

```
#define RAND ((double) rand()/((double)RAND_MAX)

typedef struct sfield    ScaleField;
typedef struct vfield    VectorField;
typedef struct electron  anElectron;
/*----- electron exists -----*/
struct electron {
    double q;
    double x, y;
    double vx, vy;
};
/*-----*/
/*----- scale field -----*/
struct sfield {
    double potential[FIELD_SIZE][FIELD_SIZE];
};
/*-----*/
/*----- vector field -----*/
struct point {
    double x, y;
    double x, y;
};
struct vfield {
    struct point pointOf[FIELD_SIZE][FIELD_SIZE];
};
/*-----*/
anElectron *initElectrons(int n);
ScaleField *newScaleField(void);
VectorField *newVectorField(void);
ScaleField *makeScaleField(ScaleField *scalefield, anElectron electrons);
ScaleField *buildScaleField(ScaleField *scalefield,
                            anElectron electrons[], int number);
VectorField *makeVectorField(ScaleField *scalefield, VectorField *vectorfield);
void initWorld(void);
```

4 場の作成

4.1 電子

テストデータ以外は乱数を使ってデータを作成した。電子を表す構造体のメンバは

- q (電価)
- x (この電子の x 座標)
- y (この電子の y 座標)
- vx (x 方向の速度)
- vy (y 方向の速度)

である。 vx と vy はそれぞれ 0.0 に、 q は $-15 \sim 15$ までの値に、 x, y はフィールドの範囲内の値を乱数でとるようにした。

4.2 スカラー場

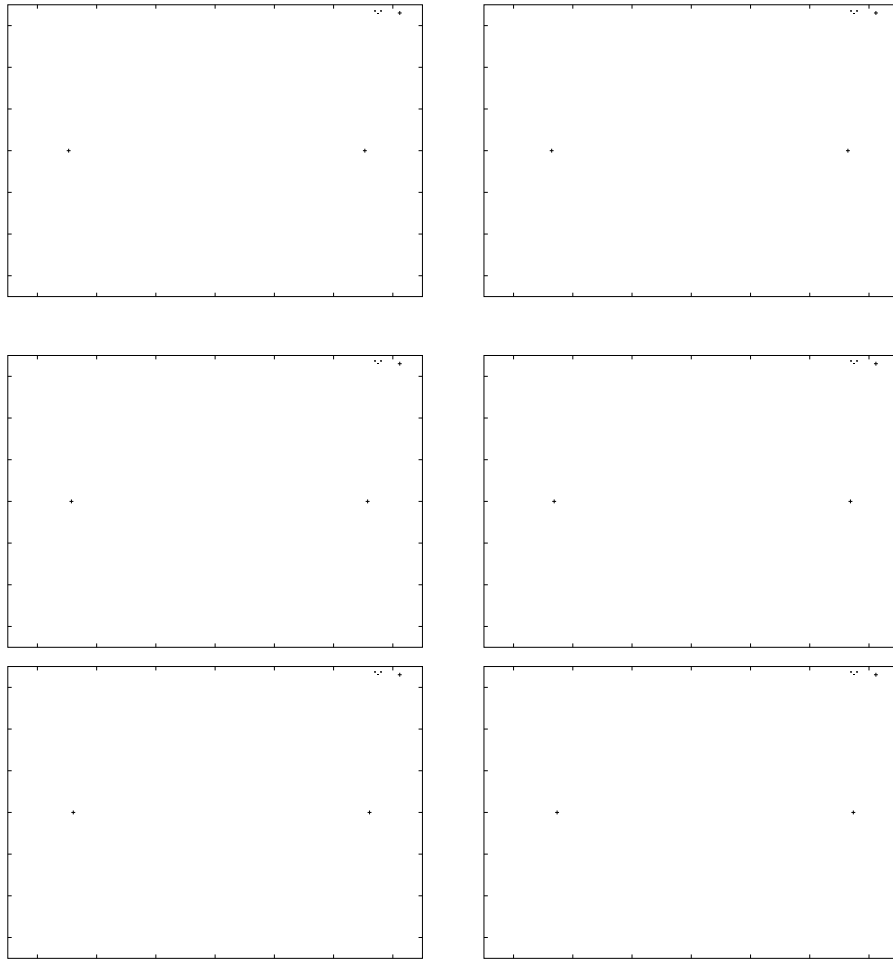
スカラー場の電子のポテンシャルを求める式は

$$\varphi = \frac{q}{r}$$

である。ここで、 q は電価、 r はある点からその電子のある場所までの距離である。

4.3 ベクトル場

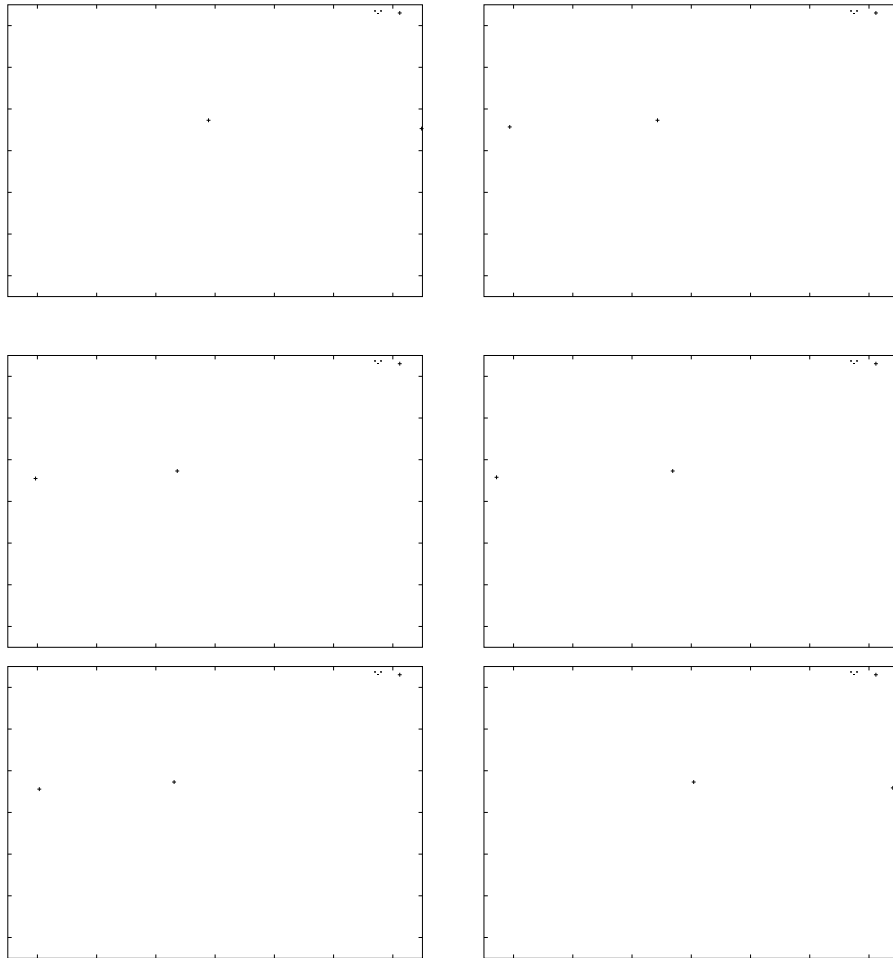
前回作成した関数をそのまま使った。ただし、少しバグがあったのでそれをなおして使用している。



5 プログラムの実行

テストデータとして、マイナスの電価を持つ電子とプラスの電価を持つ電子を用意し、同じ x 軸上に配置して実験した。画像の配置は左上から下へ、ループを 10 ずつ実行した結果である。

はっきりした違いは分かりにくいですが、少しずつ離れてしまっている。



6 乱数を使った実験

データに乱数を使っている。また、はじにきたときにループをしている。
一度、反対側から出てきているが、また押しもどされている。

7 考察

このプログラムでは、プラスの電価を持つ電子は マイナスの電価を持つ電子に突き放され、マイナスの電価を持つ電子は、プラスの電価を持つ電子に引っ張られている。電子同士の電価を比べて、プラスとマイナスで処理を変えるべきだったのかもしれないが、マイナスのベクトル場は収束しているので、作用される電子の電価をそのまま方向ベクトルにかけても、値は正確なはずである。細かい所でバグが潜んでいる可能性があるので、調べる必要がある。

まとめ・結論

徐々にスカラー場とベクトル場の使い方がわかってきたような気がするが実装の設計がさっぱりだった。時間があるのなら、ベクトル場とスカラー場を計算するしたり、場そのものを管理する関数を使う場所などのレイヤーをしっかり設計したい。

感想

今回は、モデルの理解に非常に手間取った。現在もまだ整理しきれていない所が多々あるので、早めに理解しておきたい。モデルを理解する訓練がもっと必要だと感じた。自分自身で考えて理解するのに、制限された時間内では現在はまだ難しいと思う。また、対象を考えるための手順も整理しておこうと思った。

今日の卒業研究の前の時間に、プログラムについて相談してみようと思う。

参考文献

- [1] <http://homepage2.nifty.com/eman/electromag/contents.html>
2002 年 5 月 22 日 参照