シミュレーション演習 G.総合演習 第３回　演習問題

2005 年 7 月 22 日

学籍番号		氏名	

１．スカラ場の可視化

ある 3 次元座標 (x, y, z) において、$f(x, y, z) = x + y + 3z^2 - 1$ の値をもつ 3 次元のスカラ場を考える。ただし、x, y, z のとる範囲は、それぞれ、$-1 \sim 1$ であるとする。

(a) このスカラ場の $f(x, y, z) = 0$ の等高面を描画せよ。

解答には Mathematica に**入力したコマンドのみ**を記述すること。出力結果は記述しなくても良い。(以下同じ。)

```
In[1]:= f[x_, y_, z_] := x + (y - 1) + 3 z * z

In[2]:= Needs["Graphics`ContourPlot3D`"]

In[3]:= g1 = ContourPlot3D[f[x, y, z], {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, {z, -1, 1}, Axes → True, AxesLabel → {x, y, z}];
```

(b) スカラ場の各点における勾配を、ベクトル場として描画せよ。

```
In[4]:= Needs["Graphics`PlotField3D`"]

In[5]:= g2 = PlotGradientField3D[f[x, y, z], {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, {z, -1, 1}, Axes → True, AxesLabel → {x, y, z}];
```

(c) (a)(b)の２つの場を重ねて描画せよ。

```
In[6]:= Show[{g1, g2}];
```

２．ベクトル場の可視化とアニメーション

時刻に応じて変化する２次元空間のベクトル場を考える。ただし、x, y の範囲は、それぞれ、$-1 \sim 1$ である。

時刻 t における座標 (x, y) のベクトルを (u, v) とすると、u, v は以下の式で表されるものとする。

$$u(t, x, y) = (x^2 - y^2)\cos(\pi t),\ v(t, x, y) = 2xy\sin(\pi t)$$

(a) 次の文章の空欄に入る数字を書きなさい。（ヒント：0 も有り得る）

このベクトル場の自由度は ＿(ア)＿ であり、そのうち連続データの数が ＿(イ)＿ 自由度、離散データの数は ＿(ウ)＿ 自由度である。このベクトル場を Mathematica で表現すると、＿(エ)＿ 変数を引数とする関数の ＿(オ)＿ 次リストとして表すことができる。

(ア)＿5＿　(イ)＿5＿　(ウ)＿0＿　(エ)＿3＿　(オ)＿1＿

(b) $t = 0.25$ のときの、このベクトル場の状態を可視化しなさい。

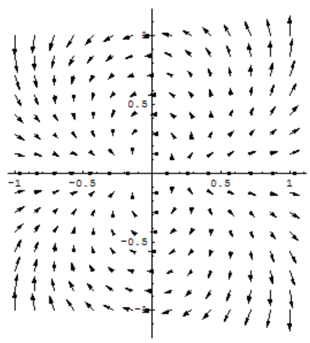
```
In[9]:= u[t_, x_, y_] := (x^2 - y^2) Cos[t * Pi]

In[10]:= v[t_, x_, y_] := 2 x y Sin[t * Pi]

In[11]:= Needs["Graphics`PlotField`"]

In[12]:= PlotVectorField[{u[0.25, x, y], v[0.25, x, y]},
        {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, Axes → True];
```

（最初の３行はなくても良い。）



裏に続く。

(c) 時刻 $0 \le t \le 1$ の間のこのベクトル場の運動を、演習で学習した、重ね描き・展開・並列・アニメーションの４通りの方法を使って可視化せよ。解答には、各可視化方法ごとに、入力したコマンドを記述すること。

・重ね描き

```
g = Table[PlotVectorField[{u[t, x, y], v[t, x, y]}, {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, Axes → True, DisplayFunction → Identity], {t, 0, 1, 0.05}];
Show[g, DisplayFunction → $DisplayFunction];
```

・展開

```
Needs["Graphics`PlotField3D`"]
PlotVectorField3D[{u[t, x, y], v[t, x, y], 0}, {x, -1, 1}, {y, -1, 1}, {t, 0, 1}, Axes → True, AxesLabel → {x, y, t}];
```

・並列

```
Show[GraphicsArray[Table[Take[g, {4 (j - 1) + 1, 4 j}], {j, 5}]]];
```

・アニメーション

```
Needs["Graphics`Animation`"]
ShowAnimation[g]
```

上記は解答例。結果は、各自実行して確かめてみること。

(d) 前問 (c) で試した各可視化方法について、どの方法が場の運動を説明しやすいか、各方法を評価しなさい。

回答例（きちんと考えて考察されていれば、必ずしも下記と同じでなくても構わない。ただし嘘は減点。）:
重ね描きでは、同じような図が重なっているため、非常に分かりづらい。
アニメーションでは、場の時間変化は分かりやすいが、各時刻における場の詳細な様子を確認するのにはあまり適していない。
並列では、逆に、場の時間変化はやや掴みづらいが、各時刻における場の様子はよく分かる。
展開では、場の時間変化・場の様子をある程度同時に見ることができるが、重なって描画されているため、詳細にどちらかの様子を確認するのには適していない。

４．総合演習
これまでの演習で扱った各テーマについて、次の文章の空欄に当てはまる数字を書きなさい。

この問題は (ア) 自由度の (イ)｛ 1 質点系, 2 スカラ場, 3 ベクトル場 ｝ として表すことができ、その全ての自由度が (イ)｛ 1 連続データ, 2 離散データ｝ である。

(a) テーマＢのスピーカ	(ア) 2	(イ) 2	(ウ) 2
(b) テーマＣの放物運動	(ア) 3	(イ) 1	(ウ) 1
(c) テーマＥの Maxwell の方程式	(ア) 8	(イ) 3	(ウ) 2

質問・意見

講義・演習の内容について何か意見などがあれば自由に書いてください（成績には関係ありません）。