

Matlab を用いたシミュレーション教育

北海学園大学 ○菊地慶仁

要旨

筆者の担当科目「数値解析Ⅱ」は、Matlab によるシミュレーション解析を具体的に行うことを主眼として4年前期に開講している。講義では、二重振り子の2次偏微分方程式をオイラー法によって近似解を求めることを一つのゴールとしている。このために、シミュレーションの基礎的な捉え方、オイラー法などの近似解法、Matlab の使用方法などを段階的に学び、具体的なプログラム作成に入るカリキュラムを構成している。

1. 講義の目的

数値解析Ⅱでは、次のような目的でカリキュラム構成を行った。

- Matlab を持いてシミュレーションを実行することを具体的に体験させる。
- 数値データの表示だけでなく、必ずグラフ化やアニメーション化を併用させて、視覚化のメリットを感じさせる。
- グラフィックス、データ圧縮、フラクタルなどの計算機システムで扱える応用数学を対象としたモデルも扱う[1]。

しかしながら、講義での制約としては、

- 講義時間が週1コマ(90分)しかない。
- 実習室PCにMatlabはインストール済みだが、必修の講義で事前にMatlabを操作する機会がなく、スキルが不均一なため導入学習が必要だった。

などがあった。このため、次のような対応をしている。

- 講義資料は事前にWWW経由で配布する。学生は、印字して持参するとともに講義時間中にも自分の使用しているPC上に表示して参考としている。
- 必要に応じて[2]のような資料も配布している。またMatlabの使用に関する細かい情報もWWW経由で提供している。
- 課題のプログラムは1から自分で作るのではなく、ある程度の骨組みを与えて、それに基づく形で進めてもらう。
- 講義時間の関係から作成に時間がかかりそうなプログラムや、最低限動く必要があるプログラムは、同じくWWW経由で配布している。
- 1日の授業の終わり頃には、教材表示装置

回数	表題	内容
1	数式処理システム	数式処理システムの概要をイントロダクションとして紹介する
2	数値シミュレーションとは	シミュレーションの概念、基本的な性質、視覚化の重要性
3	微分方程式	偏微分・常微分方程式の数値解法
4	線形・非線形問題	線形問題・非線形問題の違い
5	Matlab によるプログラミング	Matlab の操作、例題プログラムの作成
6	最小二乗法による係数の推定	最小二乗法の考え方、MATLAB を用いた処理、グラフ表現
7	二重振り子	ラグランジュ方程式を用いて2重振り子の動作シミュレーションを行う
8	二重振り子のシミュレーション	シミュレーションプログラムの作成、Matlab によるアニメーション出力
9	DCT によるデータ圧縮	DCT(離散コサイン変換)を用いたデータ圧縮の基本について
10	グラフィックスのための幾何学	同次座標表現による座標系の表現、2次元及び3次元空間での座標変換について
11	スプライン	双三次スプライン、B-スプライン、Bezier 曲線などを用いた自由曲線・自由曲面の表現について
12	GUI 部品の活用	それまでに作成したプログラムからのグラフィック出力を利用して、GUIを備えたアプリケーションとして活用できるように改良する。
13	フラクタル図形	自己相似形状のフラクタル(コッホ曲線等)を、Matlab の再帰関数呼び出しで作成する。

図1 講義内容(シラバス公開)

を通じて動くプログラムを示し、全く出来ないということは無いようにしている。

2. 講義の構成

この数値解析は、数値解析ⅠとⅡから構成されており、Ⅰでは主に数値解析手法そのものに集中した講義内容となっている。図1にシラバスで公開している講義内容を示す。講義は大きな分けると次のような構成になっている。

- ・ 最初の2回は座学的な内容で、講義自体のイントロダクション、シミュレーションの性質、グラフィック出力の効果などの解説に当てている。
- ・ 続く2回で常微分方程式の差分近似や非線形問題の解法などについて説明。
- ・ Matlabの使い方の練習を1回、応用として最小二乗法について1回行う。
- ・ 二重振り子で方程式を立てて差分近似で数値解を求める方法については、式の導出過程を詳述した資料を配布し、1講義時間を当てて解説している。
- ・ プログラミングには、シラバスでは1回となっているが2回で行っている。
- ・ 二重振り子が終わると、図形処理、データ圧縮などのテーマを行っている。

各講義では、学生が作成したプログラムリストとグラフィック出力を提出してもらうとともに、講義中に行ったテーマをさらに進めた課題をレポートとして提出してもらい成績評価を行っている。

3. 問題点と課題

この講義は4年生向け選択科目なので、初めから興味

を持った学生による履修が多い。進度は概ね順調で、学生に対してのアンケート（全開講科目で実施）でも特別問題となるような回答はないが、問題点として二重振り子シミュレーションを始めとしたプログラムの完成率が低下していることが挙げられる。

このテーマでは、図2に示すように2階常微分方程式を4元連立の1階常微分方程式に置き換えてから、2つの重りの角速度をまず求め、次に角度を求め、最終的にアニメーション表示を行う、というものである。

この1階常微分方程式に置き換える部分の理解度が十分でなく、結果としてプログラム完成まで到達できない。この点は、デバックの時間を増やしても改善される可能性は少なく、事前の資料作成と講義の進め方に注意する必要がある。

4. 結論

本報告では以下の内容の報告を行った。

- 1) 数値解析Ⅱの目的を上げ、講義内容の紹介を行った。
- 2) 現状での問題点を上げた。

講義資料は下記[2]のURLで公開しているので、ご意見、ご指摘などを頂けるとありがたい。

参考文献

- [1] bit 別冊”インターネット時代の数学”，共立出版
- [2] 講義資料ページ URL
<http://www.eli.hokkai-s-u.ac.jp/~kikuchi/ma2/>
- [3] 別冊日経サイエンス 130, 「シミュレーション科学への招待—コンピュータによる新しい科学—」(日経サイエンス社)

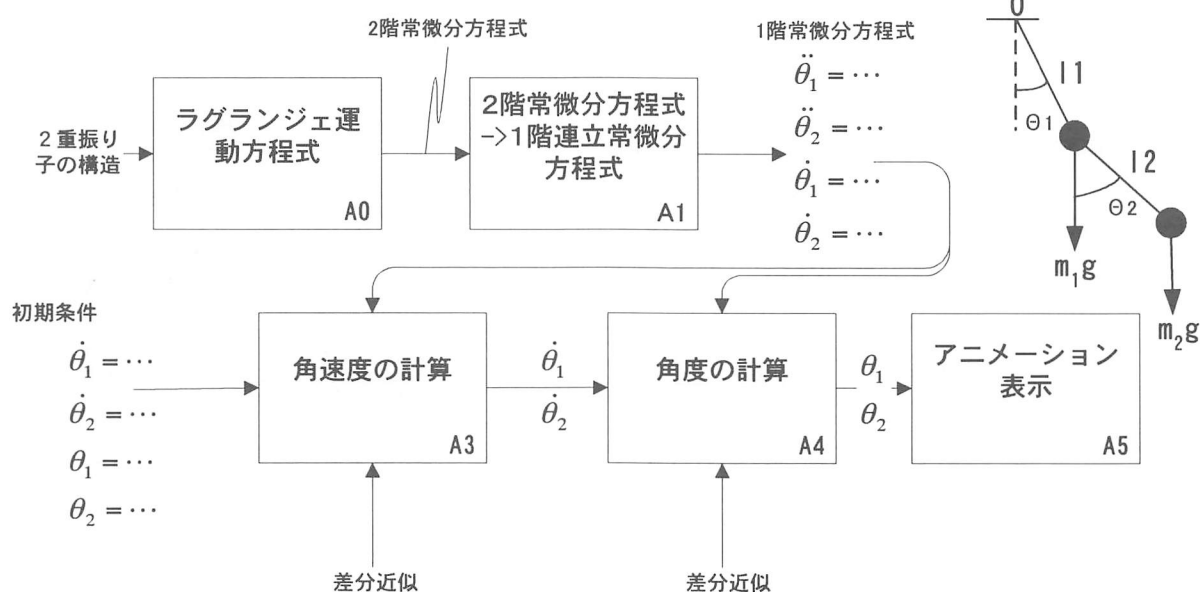


図2 二重振り子のシミュレーションの流れ