

5N-9

数値シミュレーション支援環境における プログラム生成過程の可視化

Choompol Boonmee, 釣谷浩之, 川田重夫
長岡技術科学大学 工学部 電気系

1. はじめに

我々は現在まで数値シミュレーション支援環境である NCAS システムの研究・開発を行ってきた。NCAS システムは数値シミュレーションプログラムを自動的に生成するシステムである。作成される数値シミュレーションプログラムが正しいか否かの検証が必要な場合、そのプログラムがどのように生成されるかの情報が必要になる。本研究の目的は、容易に検証が行えるようにプログラムが生成されるプロセスを効率的に可視化することである。

偏微分方程式を差分法でシミュレーションコードを生成する際に、まず偏微分方程式、境界条件を差分化し、用いる解法にあうように差分式を変形・整理する。その差分式を解くためのプログラムを作成する。プログラムの正しさの検証を行いたい者にとっては、偏微分方程式がどのような離散化の仕方で行われ、どのような解法に基づいてプログラム化されたかといった情報は、非常に重要である。本研究で開発したシステムはシミュレーションプログラム生成すると共にプログラムができるまでの全過程を効率的に可視化する。

2. プロセスの可視化

まず偏微分方程式の差分化については例えば次のような 1次元拡散問題を考えると、デ

Visualization of Program Generation Process in PDE Problem Solving Environment, Choopool Boonmee, H.Tsuritani, and S.Kawata, Nagaoka University of Technology, Nagaoka 940-21 Japan.

ィスプレイ上には人間が分かりやすいような表現の仕方に表示する。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

これが次のように差分化されることを、差分化過程を含め、ディスプレイに表示する。

$$T_i^{m+1} = T_i^m + \frac{dt \cdot \alpha}{dx^2} (T_{i+1}^m - 2 \cdot T_i^m \dots)$$

このようにプログラムが生成されるまでのプロセスが可視化される。複数本の偏微分方程式が存在した場合は、一般的にはそれぞれの偏微分方程式に異なった離散化法が適用される。それぞれのプロセスも別々に可視化される。

3. プログラムの可視化

プログラム生成については、すぐに特定の言語にプログラム生成するのではなく、人間に分かりやすいと思われる PAD 図でプログラムの流れを表現している。

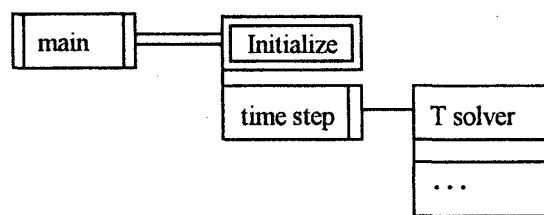


図1. メインプログラムのPAD図

しかし、差分式またはプログラムの PAD 図を何らの工夫しないで単に表示するだけでは実際問題には向かない。

なぜならば、一般的には上述した例題のような 1次元の簡単な式ではなく、もっと複雑で長い式が用いられる。実際の計算に用いら

れるプログラムも小さなものではなく、何千行何万行になる場合も少なくない。

4. 可視化のオブジェクト化

上述した問題を解決するために可視化する対象（差分式、プログラム PAD 図等）を何らかの工夫をして、ディスプレイの限られたスペースに効率よく可視化しなければならない。そこで可視化の対照を、グループ化可能なオブジェクトとして扱うことにした。差分式の場合では、一度に式の細かい部分まで表示しないでグループ化して表示する。（長い式を小さな式に分けて変数に代入するといったように）ユーザがその内容が見たい場合はそれを開いて見ることができる。そうすると長い差分式が非常にまとまってすっきりした形で可視化することができる。例えば、流れ現象の偏微分方程式、対流項や粘性項などからなる長い式の場合は一度にディスプレイに表示することは分かりにくいであろう。それをグループし表示すると次のようにコンパクトに表示できる。（x成分の速度の式）

$$\frac{u_{i,j}^{n+1} - u_{i,j}^n}{dt} = - \left(\frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i-1,j}^{n+1}}{2 * dx} \right) + A + B$$

ただし、A は対流項を、B は粘性項を表わしている。

プログラムの PAD 図の可視化の場合についても同様で、プログラムのすべてのステップを表示しないでグループ化する、とまとまって分かりやすく可視化できる。グループ化された部分を見たい時はそれを開いて別のウィンドウで見るとよい。例えば前ページの PAD 図の Initialize を開くと

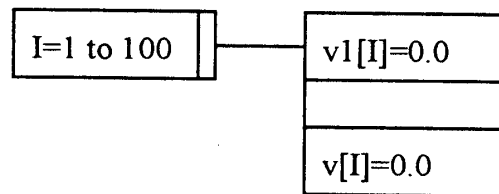


図2. Initialize 部の PAD 図

このようにグループ化された Initialize の内容が表示される。

5. まとめ

本研究で開発した NCAS システムではプログラム生成のプロセスの可視化が分かりやすく可視化されている。プログラムの検証の手段が提供されるので、特に検証が必要とされるシミュレーションの実行には、非常に適している。またシミュレーションプログラムができるまでの過程が分かりやすく可視化されているため、プログラムの動きの理解も容易になる。つまり、数値シミュレーションの教育にも有効だと考える。

限られた紙面のため記述していないが、本システムでは抽象的なレベルからプログラム設計・生成をするため、メッシュ情報や変数の意味など抽象的なレベルでの可視化が可能である。これが本研究の他にない特徴である。また、現在可視化だけでユーザによる変更・修正ができない。サポートされる解法がまだ非常に限られるので様々な解法（差分法、有限要素法、様々なマトリクスソルバーなど）が適用できるようにしたい。

参考文献

- [1] S.Kawata, K.Iijima, C.Boonmee, Y.Manabe: Computer-assisted scientific-computation/simulation-software-development system -including a visualization system-, IFIP Transactions Vol.A-48,pp.145-153(1994).