

# 論文概要

九州工業大学大学院情報工学府 情報創成工学専攻

学生番号	10675012	氏名	景山 貴宏
論文題目	多倍長演算に対応した微分代数方程式ソルバーの開発		

## 1 はじめに

マルチボディダイナミクス、油圧機器、電気回路の分野で用いられる数学モデルは、運動方程式を表す微分方程式と系の拘束条件を表す代数方程式が混在した微分代数方程式 (DAE:Differential Algebraic Equation) として与えられる。DAE の求解は、指数 [1] と安定性の関係を考慮すると、通常の微分方程式の数値計算と比較し数値計算誤差の影響を受けやすい。

現在、数値計算において、10 進法で約 16 桁の精度をもつ倍精度演算が用いられることが多いが、精度桁を任意に指定できる多倍長演算を用いれば、倍精度演算と比べ誤差を低減できる。

本研究では、多倍長演算に対応した DAE ソルバーの実装を行い、例題を用いてその有効性を評価する。

## 2 DAE

陰的常微分方程式の一般的な形は、 $F(t, x(t), x'(t)) = 0$  の形で与えられる。DAE を理解する上で、指数という考え方が大切になる。解  $x(t)$  の指数は、 $x$  に対する常微分方程式を定義するために必要な、連立方程式に対する最小の微分回数のことである。一般的に、高指数 DAE は低指数の問題より求解が複雑になる。

## 3 実装

本研究では、文献 [2] の DAE 数値計算パッケージを多倍長演算に対応させた。DAE ソルバーとして、Test Set For IVP Solvers[3] の Dassl、高指数に対応する Radau5 が Java 言語で実装されている。

まず、DAE やそのソルバーを表すインターフェースを作成し、既存のパッケージを利用するためのアダプタークラスを作成した。また、複数の多倍長演算ライブラリの切り替えが可能な MPFloat[4] を利用するために、総称型を用いた。開発したパッケージのクラス図を図 1 に示す。

## 4 性能評価

文献 [3] に掲載されているトランジスタ増幅器問題を用いて、倍精度演算、多倍長演算 (10 進 115 桁) 結果の比較を行った。ただし、絶対許容誤差、相対許容誤差を  $1e-12$  に設定した。実行パラメータを表 1 に、実行環境を表 2 に示す。

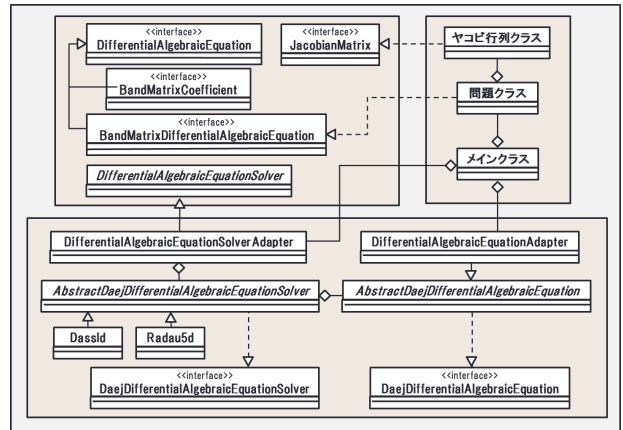


図 1: 開発パッケージのクラス図

表 1: 実行パラメータ

初期時刻	0.0	終端時刻	0.2	時間刻み	0.01
------	-----	------	-----	------	------

表 2: 実行環境

CPU	OS	RAM
Intel Core2 Quad	ubuntu10.10	2048MB

倍精度演算においては計算途中での収束条件が満たされず計算が破綻したが、多倍長演算では計算が正常終了したことを確認できた。

## 5 おわりに

本研究では、多倍長演算に対応した DAE ソルバーの開発を行った。倍精度演算では精度的に扱うことが難しくなるような複雑な問題への適用が期待される。

## 参考文献

- [1] U.M. アッシャー, L.R. ペツォルド, 常微分方程式と微分代数方程式の数値解析, 培風館, 2006.
- [2] 景山貴宏, 古賀雅伸, 代数拘束をもつシステムのシミュレーションのための微分代数方程式パッケージの開発, 第 53 回自動制御連合講演会, 2010.
- [3] TestSetForIVPSolvers, <http://pitagora.dm.uniba.it/~testset/>.
- [4] 山村英介, 多倍長精度計算を用いた制御系設計パッケージ, 卒業論文, 2007.