

はじめての MapleSim Control Design Toolbox

Copyright © Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc.

2022

はじめての MapleSim Control Design Toolbox

著作権

Maplesoft、Maple および MapleSim は、すべて Waterloo Maple Inc. の商標です。

© Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc. 2009-2022. All rights reserved.

本書のいかなる部分も、電子的、機械的、写真、記録など形式および手段を問わず、複製、検索システムへの保存、転写を行うことを禁止します。本書の情報は、予告なく変更することがあり、販売元がその内容を保証するものではありません。本書で説明しているソフトウェアは、ライセンス合意に基づいて提供されるもので、その合意に従う場合に限り使用および複製を許可します。合意で明示的に許可されている場合を除き、メディアを問わずソフトウェアをコピーすることは法律違反となります。

Macintosh は、米国および他の国々で登録された Apple Inc. の商標です。

他のすべての商標は、その所有者が所有権を有します。

本書は、Maple の特別バージョンおよび DocBook を使用して作成されています。

Printed in Canada

目次

はじめに	iv
1 はじめましょう	1
1.1 サポートについて	1
1.2 MapleSim Control Design アプリの使用	1
MapleSim Control Design の例題を表示する	1
1.3 例: DC モーター	1
線形化モデルを生成する	1
カスタムコントローラの作成	2
索引	5

はじめに

MapleSim Control Design Toolbox™には、MapleSimのプラントモデリング機能を拡張する制御設計ツールが用意されており、制御設計をサポートします。また、記号的アプローチによって、制御システムを設計、解析およびテストすることができます。

さらに、MapleSimで提供されている技術ドキュメントツールを使用すると、設計内容を文書化することができます。

このツールボックスの主な機能は、次のとおりです：

- モデルの線形化
- 標準的なPIDチューニング手法：Ziegler-Nichols時間応答、Ziegler-Nichols周波数応答、Cohen-Coon法
- 高度なPIDチューニング手法：支配的極配置法、特定領域における極配置法、ゲイン余裕と位相余裕
- 状態フィードバック制御：単入力システムの極配置法 (Ackermann法)、多入力システムの極配置法、線形2次レギュレータ (LQR)
- 状態推定：単出力システムの極配置法 (Ackermann法)、多出力システムの極配置法、Kalmanフィルタ
- **ControlDesign** および **DynamicSystems** の各パッケージのコマンドへのアクセス

サポートするモデルの範囲

包括的なモデリングツールである MapleSim Control Design Toolbox では、MapleSim で作成されたモデルの線形コントローラを設計することができます。ControlDesign Toolboxは、どのようなインデックスの DAE (微分代数方程式) のシステムを含め、あらゆる複雑度のシステムを線形化することができます。

不連続な動作を含むシステムの場合は、離散変換、スイッチ、論理ゲート、関係演算やブール演算など、どのようなタイプのシステムであっても現行バージョンではサポートしていません。

第1章 はじめましょう

1.1. サポートについて

Maple で、ワークシートのプロンプトに ?ControlDesign と入力してください。

1.2. MapleSim Control Design アプリの使用

MapleSim Control Design Toolbox は、MapleSim モデルの線形化や PID コントローラを作成するためのアプリを提供します。これらの Maple ベースのアプリを使用して、モデルサブシステムの線形化された表現や、システムコントローラのカスタムコンポーネントを生成できます。


MapleSim Control Design の例題を表示する

Toolbox の例は、MapleSim で利用できます。

サンプルを表示するには：

- [ヘルプ] メニューから、[例題] > [例題 (制御設計)] を選択し、表示したいモデルを選択します。

モデルによっては、モデル方程式を表示したり、カスタムコンポーネントを定義したりするアプリやテンプレートなどの追加ドキュメントが含まれます。これらのドキュメントのいずれかを開くには：


1. [添付ファイル] タブ () で、[ドキュメント] を展開します。
2. 添付ファイルを右クリック (macOS® では **Control** キーを押しながらクリック) し、[表示] を選択します。添付ファイルが、Maple (Maple ワークシートの場合) または適切なプログラムで開かれます。

1.3. 例：DC モーター

この例では、MapleSim で作成したモデルを線形化した状態空間モデルを生成します。次に、この線形化モデルを使って、PID コントローラを作成し、調整します。

線形化モデルを生成する

線形化モデルを生成するには：

1. [ヘルプ] メニューから、[例題] > [例題 (制御設計)] を選択し、[DC Motor - Getting Started] を選択します。
2. [App とテンプレートを追加] () をクリックし、アプリパレットから [コンポーネント作成] の下にある [線形化] をダブルクリックします。[分析] ウィンドウが開き、[線形化] アプリが [Apps] タブ内に表示されます。
3. モデルの上にあるドロップダウンリストを使用して、**DC Motor1** サブシステムを選択します。

Subsystem Selection:


Main > 'DC Motor1' >

Load Selected Subsystem

4. **[選択したサブシステムを読み込む]** をクリックします。**[設定]** セクションで、**[入力]**、**[出力]**、**[パラメータ]** テーブルのフィールドに、サブシステムに固有の情報が入力されます。
5. **[設定]** セクションで **[線形化オプション]** を選択します。




これで、アプリに平衡点を自動的に計算させて線形化ポイントとして使用したり、初期点に関してモデルを線形化することを選択したりできます。

コンポーネントの初期条件にマニュアル値を指定した場合、その値はシステムの初期設定で使用されます。また、平衡点を自動的に計算する場合は、**平衡点**を選択します。また、拘束方程式の線形化の際に Baumgarte 安定化を有効にするには、**[Baumgarte を使用]**を選択します。

6. この例では、**[平衡点]** を選択します。
7. **[線形化]** セクションで、**[線形化]** ボタンをクリックして、線形化されたモデルを生成します。**[解析]** セクションで、線形化モデルの行列を選択して表示します (**[基本]** を選択)。**[マッピング]** を選択して、状態、入力、出力のマッピングを表示します。
8. アプリの一番下までスクロールし、**[モデルの作成]** セクションの **[コンポーネント名]** フィールドに、線形化モデルのカスタム名 (例えば、この例では **MyMotor**) を入力します。説明フィールドに、モデルに関する詳細な情報を追加できます。
9. **[作成]** をクリックして、線形化された状態空間モデルを作成します。これで、MapleSim の DC Motor モデルの **[ローカルコンポーネント]** タブ () の **[コンポーネント]** パレットに、指定したコンポーネント名 (例: **MyMotor**) のカスタムコンポーネントが表示されます。

カスタムコントローラの作成

カスタムコントローラを作成するには:

1. モデルの最上位レベルにいない場合は、ナビゲーションツールバーの **[Main に戻る]** () をクリックします。
2. **[ローカルコンポーネント]** タブ () の **[コンポーネント]** パレットに、**MyMotor** カスタムコンポーネントがあることを確認します。**MyMotor** カスタムコンポーネントを **[モデルワークスペース]** 内に配置します。
3. **[App とテンプレートを追加]** () をクリックし、**[Apps]** パレット内の **[制御設計]** の下にある **[PID チューニング]** をダブルクリックします。**[分析]** ウィンドウが開き、**[PID チューニング]** アプリが **[Apps]** タブ内に表示されます。

4. アプリの **[線形化モデル]** セクションで、ドロップダウンリストから線形化モデル **[MyMotor]** を選択します。
5. **[コントローラ設計]** セクションで、チューニング方法と作成するコントローラの種類を選択します。この例では、MZN (Modified Ziegler-Nichols) 時間領域チューニング法を用いて **PID** コントローラを設計します。

[手法] ドロップダウンメニューから、**[MZN (Ziegler-Nichols Time Domain)]** を選択します。**[コントローラ]** ドロップダウンメニューから **[PID]** を選択します。制御設計方法に追加情報が必要な場合、これらのメニューの下にフィールドが表示され、必要な情報を入力できます。

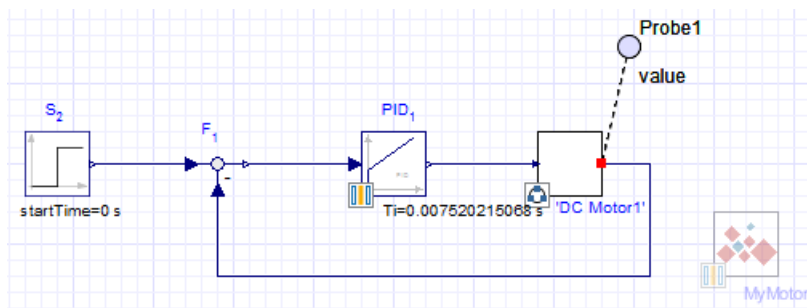
6. **[コントローラを設計]** をクリックします。
7. 次に、**[エクスポート]** セクションの **[モデル]** に **MyPID** と入力してから、**[MapleSim にエクスポート]** をクリックします。カスタムコンポーネントが生成され、MapleSim にエクスポートされます。

注:

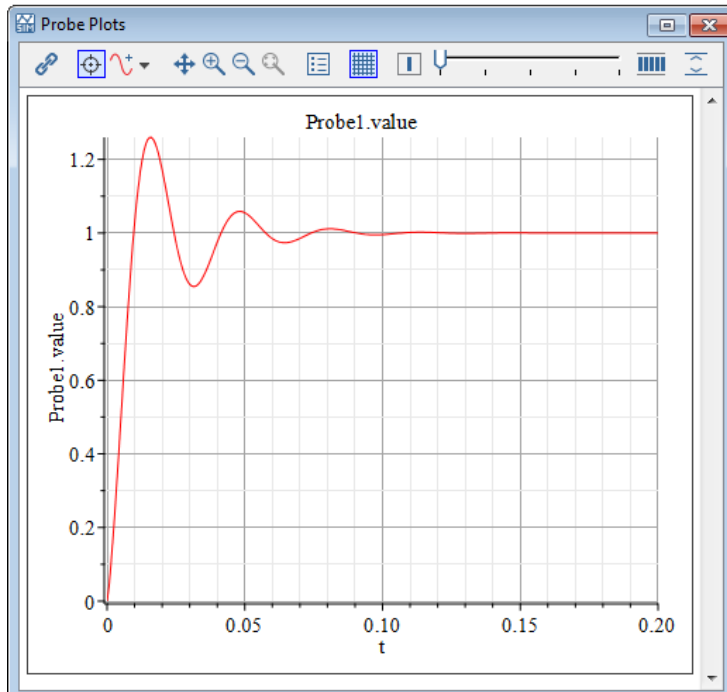
- カスタムコンポーネント用に生成された Modelica® コードは、**Modelica コードエディタ** で表示できます。

MyPID カスタムコンポーネントを使用してモデルをシミュレートするには:

1. MapleSim モデルに戻ります。
2. **[MyMotor]** カスタムコンポーネントを選択し、**[無効化]** (🚫) をクリックして、次のシミュレーションから除外します。
3. **[ローカルコンポーネント]** タブ (🔍) の **[コンポーネント]** パレットに、**MyPID** カスタムコンポーネントがあることを確認します。**MyPID** コンポーネントを **[モデルワークスペース]** 内に配置します。
4. **[ライブラリコンポーネント]** タブ (🔍) で、**[信号ブロック]** → **[共通]** メニューを展開し、**[Feedback]** コンポーネントを **[モデルワークスペース]** にドラッグします。
5. 以下のようにして、コンポーネントをモデルに接続します。



6. メインツールバーの **[シミュレーションの実行]** (▶) をクリックして、モデルをシミュレートします。シミュレーションが完了すると、次のグラフが表示されます。



[プロパティ]タブ(📄)でパラメータを編集することにより、MapleSimのモデル内のコントローラのパラメータを直接変更できます。

索引

A

apps

Control Design, 1

B

Baumgarte, 2

C

Control Design Examples, 1

Control Design help, 1

custom controller

creating, 2

E

Equilibrium Point, 2

G

generating a linearized model, 1

L

Linearization template, 1

linearized model

generating, 1

P

PID Tuning template, 2

Probe Plots, 3

S

Simulation Graph, 3

T

templates

Linearization, 1

PID Tuning, 2