

5 モデルをコア知識とする制御理論の分野マップの提案 [付録]

汐月 哲夫 (東京電機大学)

A Field Map of Control Theory with Five Models as Core Knowledge Suppliment

*T. Shiotsuki (Tokyo Denki Univ.)

Abstract: This article is a supliment for the Map of 'Analysis of dynamical system model' edited by the author.

Keywords:

2023 年 10 月 3 日

目次

第 1 章 DC サーボモータ → 微分方程式モデル → 畳み込み積分モデル → 時間応答	9
1.1 DC サーボモータ → 1 階微分方程式	9
1.2 1 階微分方程式 (高校数学:その 1)→ 畳み込み積分モデル	9
1.2.1 特殊解	10
1.2.2 一般解	10
1.3 1 階微分方程式 (高校数学:その 2)→ 畳み込み積分モデル	11
1.4 畳み込み積分 → 時間応答	11
1.4.1 畳み込み積分 → インパルス応答	11
1.4.2 畳み込み積分 → ステップ応答	11
1.4.3 畳み込み積分 (高校数学)→ 正弦波応答	12
1.4.4 畳み込み積分 (オイラーの等式) → 正弦波応答	12
1.4.5 正弦波応答 → 周波数伝達関数	13
1.5 第 1 章の数学的準備	13
1.5.1 微分、導関数	13
1.5.2 積の導関数	13
1.5.3 指数関数の基本的性質	14
1.5.4 変数分離形	14
1.5.5 $\frac{1}{x}$ の積分	14
1.5.6 ディラックのデルタ関数	15
1.5.7 オイラーの等式	15
第 2 章 機械振動系 → 微分方程式モデル → 状態空間モデル → 畳み込み積分モデル → 時間応答	17
2.1 機械振動系 → 2 階微分方程式モデル	17
2.2 2 階微分方程式モデル → 状態空間モデル	17
2.2.1 微分方程式の陽表現	18
2.2.2 状態変数ベクトルの導入	18
2.2.3 状態変数ベクトルの導関数	18
2.3 状態空間モデル → 畳み込み積分モデル	19
2.4 畳み込み積分モデル → 時間応答	19
2.4.1 畳み込み積分モデル → ステップ応答	19
2.4.2 畳み込み積分モデル → 正弦波応答	20
2.5 第 2 章の数学的準備	20
2.5.1 行列指数関数	20
第 3 章 n 階微分方程式モデル → 状態空間モデル → 畳み込み積分モデル → 時間応答	21
3.1 n 階微分方程式 → 状態空間モデル	21
3.2 制御器正準系	21

3.3	観測器正準系	22
3.4	第 3 章の数学的準備	24
3.4.1	デスクリプタモデル → 状態空間モデル	24
第 4 章	微分方程式モデル, 畳込み積分モデル (フーリエ変換) → 周波数伝達関数モデル	25
4.1	1 階微分方程式 (フーリエ変換) → 周波数伝達関数	25
4.2	畳込み積分モデル (フーリエ変換) → 周波数伝達関数	25
4.3	2 階微分方程式 (フーリエ変換) → 周波数伝達関数	26
4.4	畳込み積分モデル (フーリエ変換) → 周波数伝達関数	26
4.5	インパルス応答 (フーリエ変換) → 周波数伝達関数	27
4.6	第 4 章の数学的準備	27
4.6.1	フーリエ変換の定義	27
4.6.2	導関数のフーリエ変換	27
第 5 章	微分方程式モデル → 伝達関数モデル	29
5.1	伝達関数の定義	29
5.2	1 階微分方程式 → 伝達関数	29
5.3	2 階微分方程式 → 伝達関数	29
5.4	第 5 章の数学的準備	30
5.4.1	フーリエ変換の拡張: ラプラス変換の導入	30
5.4.2	導関数のラプラス変換	31
5.4.3	畳込み積分のラプラス変換	31
5.4.4	基本的関数のラプラス変換	32
5.4.5	ラプラス変換の基本公式	32
第 6 章	周波数伝達関数モデル → 伝達関数モデル	33
6.1	周波数伝達関数 → 伝達関数	33
第 7 章	周波数伝達関数モデル → 畳込み積分モデル	35
7.1	周波数伝達関数モデル → 畳込み積分モデル	35
7.2	数学的準備	36
7.2.1	正弦波の正規直交性	36
第 8 章	状態空間モデル → 伝達関数モデル	37
8.1	状態空間モデル → 伝達関数	37
第 9 章	畳込み積分モデル → 伝達関数モデル	39
9.1	畳込み積分モデル → 伝達関数	39
第 10 章	連続時間畳込み積分モデル → 離散時間畳込み積分モデル	41
10.1	連続時間畳込み積分 → 離散時間畳込み積分	41
10.1.1	連続時間と離散時間	41
10.1.2	状態空間モデル → 畳込み積分モデル → 離散時間畳込み積分モデル	41
10.1.3	0 次ホルダによる定周期離散化	42
10.1.4	離散時間畳込み積分モデル → 離散時間応答	42

第 11 章 伝達関数モデル → 周波数伝達関数モデル	43
第 12 章 伝達関数モデル → 畳込み積分モデル	45
第 13 章 伝達関数モデル → 状態空間モデル	47
第 14 章 伝達関数モデル → 微分方程式モデル	49
第 15 章 伝達関数モデル (TF) の読み方	51
15.1 伝達関数モデルのプロパ性と極および零点	51
15.1.1 プロパ性	51
15.1.2 極、零点	51
15.1.3 有理多項式型伝達関数モデル	51
15.1.4 部分分数展開型伝達関数モデル	52
15.1.5 伝達関数の安定条件	52
15.2 安定判別法	53
15.2.1 ラウスの安定判別	53
15.2.2 フルビッツの安定判別	53
15.3 システムの合成	53
15.3.1 システムの結合	53
15.3.2 ブロック線図代数	54
第 16 章 状態空間モデル (SS) の読み方	57
第 17 章 周波数伝達関数モデル (FTF) の読み方	59
第 18 章 畳込み積分モデル (CONV) の読み方	61

はじめに

本資料は著者の「5 モデルをコア知識とする制御理論の分野マップの提案」（第 66 回自動制御連合講演会、2023 年 10 月 7 日）の講演資料の付録です。講演の予稿および著者考案の「動的システム解析マップ」を参照しながら読まれることを勧めます。

1

¹<http://shiolab.fr.dendai.ac.jp>