

Computer Exercise 1

1 はじめに

Computer Exercise 1 では、動的システム $G(s)$ への入力 $u(t) = A \sin(\omega t)$ と対応する出力 $y(t) = B \sin(\omega t + \phi)$ を観察し、 $G(j\omega)$ のボード線図の作成を行い、時間応答 $u(t)$, $y(t)$ と周波数応答 $G(j\omega)$ の関係を把握することを目的とする。

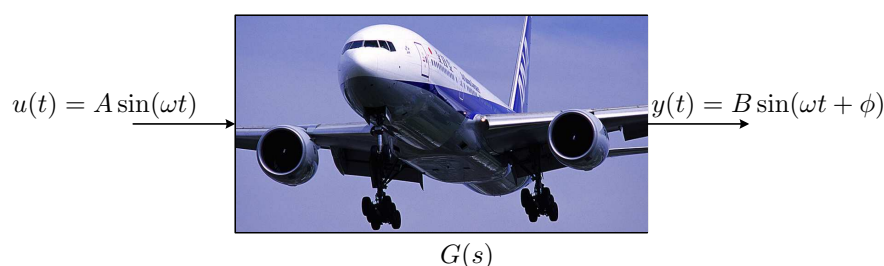


Fig. 1.1 システム同定

なお、この演習では Matlab 上に作成された仮想的な $G(s)$ の周波数特性 $G(j\omega)$ を推定する。しかしここで、仮想的な $G(s)$ ではなく、現実の物理システム (実験装置) にこの演習での手順を適用することもできる。この場合、正体不明の物理システムの周波数特性 $G(j\omega)$ を実験的に推定できることになる。このように、現実の物理システムに加えた入力信号 $u(t)$ とそのときの出力信号 $y(t)$ の関係から、物理システムの特性を数理モデル (今回の演習では周波数特性 $G(j\omega)$) を推定することを、一般にシステム同定と言う。特に、この演習で実施する、入力 $u(t) = A \sin(\omega t)$ とそのときの出力 $y(t) = B \sin(\omega t + \phi)$ から、ゲイン $|G(j\omega)|$ と位相差 $\angle G(j\omega)$ を求める手順は、Sine Sweep (正弦波掃引) と呼ばれ、実際に利用されることも多い手法である。

以下では、課題の実行手順について説明する。課題で使用する Matlab は、情報処理センター実習室 (2F 実習室 1, 2) あるいは教育用電算機室 (電気系 3 号棟 2F) の PC で使用することができる*。

2 手順

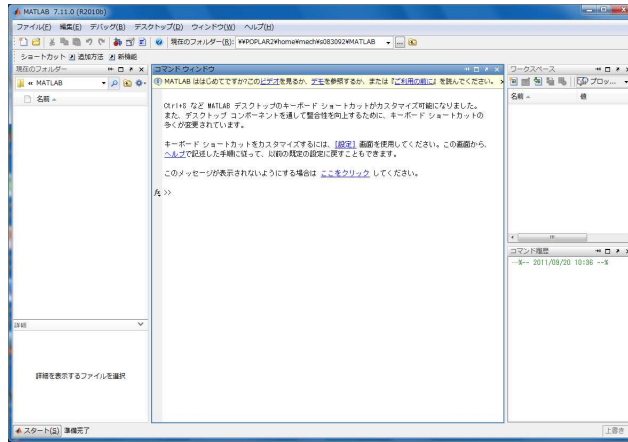
2.1 注意事項

- 情報処理センター実習室のプリンタで印刷をおこなうため、各自 A4 の普通紙を持参してください。間違っても、熱転写用紙などを使用しトラブルを引き起こすなどのないよう、注意してください。使えるのは A4 の普通紙のみです。
- ファイルのダウンロードをおこなう際は、マウスを右クリック し、ファイルを保存するようにしてください。

2.2 実行手順

1. 各自のアカウントで PC にログインした後、[スタートメニュー] から Matlab を立ち上げる。次のようなウィンドウが立ち上がる (version によっては、表示画面は多少異なる)。

*所属する研究室の PC で Matlab が使用できる場合は、研究室の PC を利用してもよい。ただし、Matlab の version によっては、うまく動作しない可能性がある。



2. "ドキュメント"の中に"kadai"という名前のフォルダを作成する。ブラウザを立ち上げ、講義のホームページの Computer exercises にアクセスし、4 つの Matlab 課題ファイル kadai1.m, kadai2.m, gpinput1.m, gpinput2.m を順に 右クリック して、作成した "kadai" フォルダの中にダウンロード (保存) する。その後、Matlab のカレントディレクトリを "ドキュメント"の中の "kadai" フォルダに移動する。ディレクトリの移動には、以下の図に示すように、ウィンドウの上にある "... " ボタンをクリックし、ドキュメントの中の "kadai" フォルダをクリックして、"OK" ボタンを押せばよい。



ここをクリック！

・別の方法として、コマンドウィンドウ上で "kadai" フォルダのパスを直接入力してもディレクトリを移動することができる。

【参考】>>cd 'kadai フォルダのディレクトリ'

3. コマンドウィンドウ上で、

```
>>kadai1
```

と入力する。課題 1 の内容が表示されるので、表示された内容をよく読み、[step 1] ~ [step 5] を実行する。途中でプロセスを終了させる場合は Ctrl+C を入力すること。データの整理には、次のページの提出ページを印刷して、その中の Table 1 を使用すること。課題 1 が終了したら、コマンドウィンドウ上で

```
>>kadai2
```

と入力する。課題 2 の内容が表示されるので、[step 1] ~ [step 7] を実行する。途中でプロセスを終了させる場合は Ctrl+C を入力すること。データの整理には提出ページの Table 2 を使用すること。

4. Table 1 と Table 2 が完成したら、講義ホームページからグラフ用紙のファイル graph.pdf をダウンロードし、2 部印刷する。印刷したグラフ用紙に振幅比 [dB] と位相差 [deg] をそれぞれプロットする。プロットした点同士をつなぎ合わせ、曲線を描く。

角周波数は $10^{-2}(= 0.01)$ から $10^2(= 100)$ の範囲をとること。

5. コマンドウィンドウ上で、

```
>>gpinput1
```

と入力する。画面の指示に従って、Table 1 のデータを入力する。途中でプロセスを終了させる場合は Ctrl+C を入力すること。ボード線図 (ゲイン線図と位相線図) がプロットされるので、各自が読み取った値と Matlab による計算結果 $|G(j\omega)|$, $\angle G(j\omega)$ とのプロットを比較する。つぎに、コマンドウィンドウ上で

```
>>gpinput2
```

と入力する。画面の指示に従って、Table 2 のデータを入力する。途中でプロセスを終了させる場合は Ctrl+C を入力すること。読み取った値と Matlab による計算結果 $|G(j\omega)|$, $\angle G(j\omega)$ を比較する。

6. 5. で描かれた課題 1 と課題 2 のボード線図 (ゲイン線図と位相線図) をそれぞれ印刷する. 印刷する前に, データの入力ミスがないかどうかよく確認すること.
7. 提出ページの 2. 考察課題 の考察を行い, 3. 感想に感想を書くこと. また, 提出ページの上欄に学籍番号と氏名を必ず記入すること.
8. 4. で描いた手書きのボード線図 (2 枚) と 5. で印刷したボード線図 (4 枚), および提出ページ (2 枚) の合計 8 枚にページ数を記入し, ホッチキスで閉じて提出する.
締め切り厳守のこと.

注意

プログラムの不具合等を発見した場合は, 教員または TA (内線 7311) に速やかに報告してください. また, 不明な点などがあれば TA にお尋ねください.

学籍番号

氏名

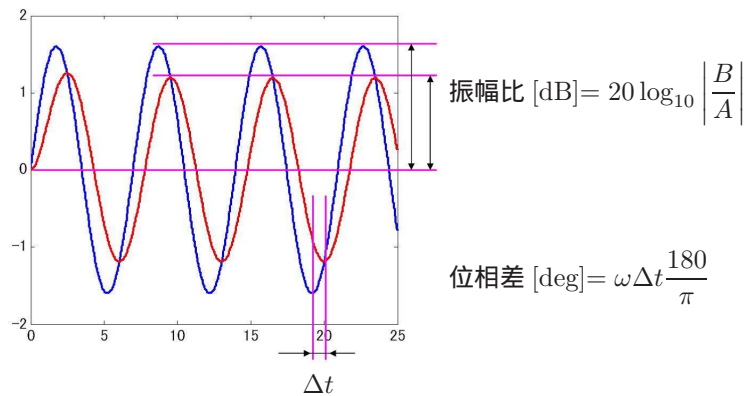
入力を $u(t) = A \sin(\omega t)$, 出力を $y(t) = B \sin(\omega t + \phi)$ とすると振幅比 [dB] と位相差 [deg] は次式で与えられる.

$$\text{振幅比 [dB]} = 20 \log_{10} \left| \frac{B}{A} \right| \tag{0.1}$$

$$\text{位相差 [deg]} = \phi \frac{180}{\pi} = 2\pi \frac{\Delta t}{T} \frac{180}{\pi} = \omega \Delta t \frac{180}{\pi} \tag{0.2}$$

ここで, $T (= 2\pi/\omega)$ は周期, ω は角周波数, Δt は入出力の時間差を表す.

注意 出力の位相は入力に対して ”遅れる” ので, 位相差 (時間差) は 負の値 になる.



1 結果

Table 1.1 課題 1 の結果 (入力の振幅 $A = 1$)

ステップ	1	2	3	4	5
角周波数 ω [rad/s]	0.01	0.1	1.0	10	100
出力の振幅 B					
振幅比 [dB]					
時間差 Δt [s]	0				
位相差 [deg]	0				-90

Table 1.2 課題 2 の結果 (入力の振幅 $A = 1$)

ステップ	1	2	3	4	5	6	7	—
角周波数 ω [rad/s]	0.01	0.1	0.5	0.7	1.0	2	10	100
出力の振幅 B								0.0001
振幅比 [dB]								-80
時間差 Δt [s]	0							-0.0314
位相差 [deg]	0							-180

(手書きによる) グラフのプロットには, 角周波数 100 [rad/s] の値も使用すること.

2 考察課題

2.2 4. で描いた手書きによるボード線図と, 2.2 5. で得られた Matlab による計算結果をもとに, 時間応答と周波数応答の関係について考察しなさい.

3 感想

Computer Exercise を通しての感想, 意見等を下記の欄に記入してください.

感想・意見など