

課題

制御対象

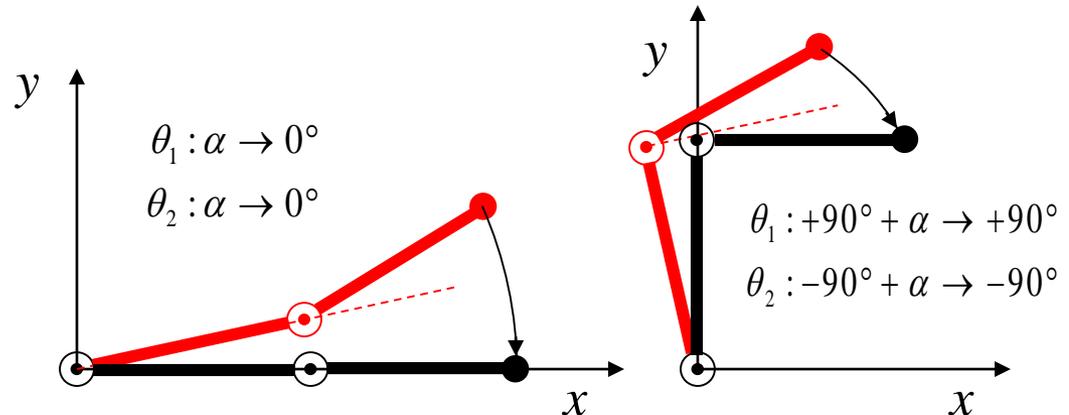
・ダウンロードしたファイルを用いる。重力項はありとし、学籍番号の下3桁を使って、制御対象を指定する。

課題

- ・制御対象のパラメータを同定せよ。
- ・関節角レベルでの各種制御系から3種類以上選んで(動的補償は1種とみなす)、下記の姿勢でコントローラを設計し、その姿勢および異なる姿勢でシミュレーションせよ。
- ・ここで示した方法以外で各自文献を参考にして設計してもよい。

設計条件

最大角速度	1rad/s
最大角加速度	10rad/s ²
オーバーシュート	20%以内
整定時間	5s以内



軌道生成

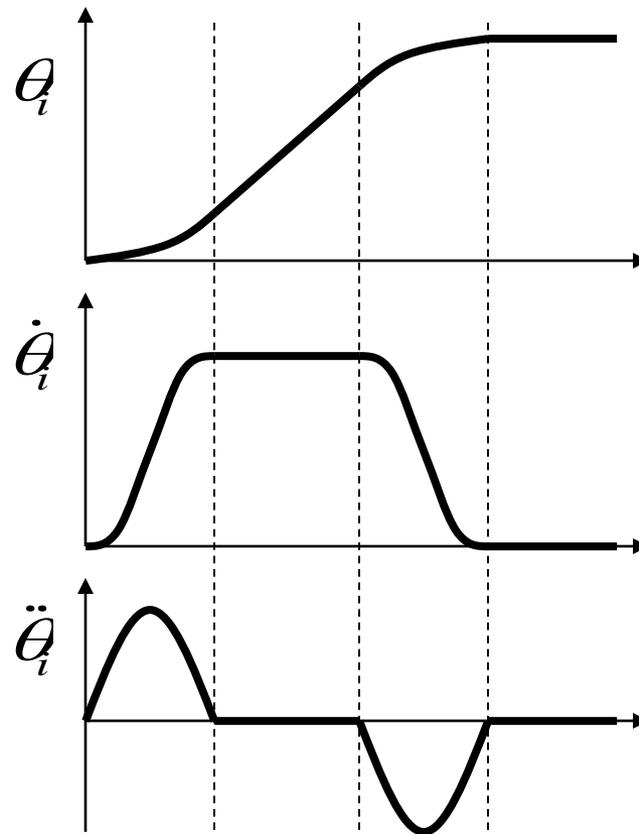
・初期状態、最終状態での角度・角速度・角加速度を指定し連続

⇒ $\theta_i(t)$ は t の5次の多項式

・初期状態、最終状態で静止、加減速時間は同じ

⇒ $\theta_i(t)$ は t の4次の多項式

・sin、cos を使うこともある



角速度に制限がある場合の例

補足 ファイル

・ scara2vc. zip

SCSim*. exe : SCARAシミュレータ (対応するランタイムライブラリが必要)

SCSim*. ini : 初期化ファイル (シミュレータ起動すると作成される)

テンプレート

T_scsfb. m : 状態FB設計用MATLABスクリプトのテンプレート

T_scinit. m : 制御系の初期化用MATLABスクリプトのテンプレート

MATLAB関数ファイル

scident*. m : 同定用

scara2L. m : 線形化用

scara2idf. m : 逆動力学用

scara2_gcmp. m : 重力補償用

myrand*. m : 擬似乱数発生用

SCSim命令ファイル

scident*. scs

なし

scara2_pd. scs中

scara2_gcmp. scs

scident*. scs中

制御系の例

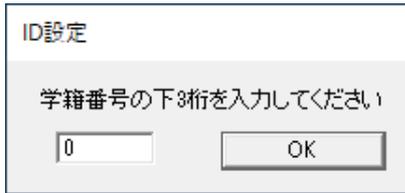
scara2_pd. * : 重力補償+PD補償MATLAB関数, SCSim命令

ファイル拡張子

. m : MATLABスクリプト・関数, . txt : MATLAB関数呼び出し用

. scs : SCSim命令, . xlsm : VBAマクロ付きExcel (同定計算で使用)

SCSim.exe



初回起動時に学籍番号の下3桁を入力

次回以降は省略(.iniファイルを読み込ませることも可)

ファイル>新規SCARA で再設定

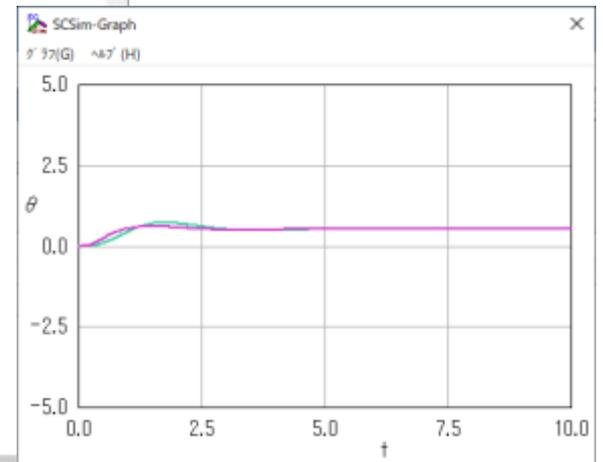
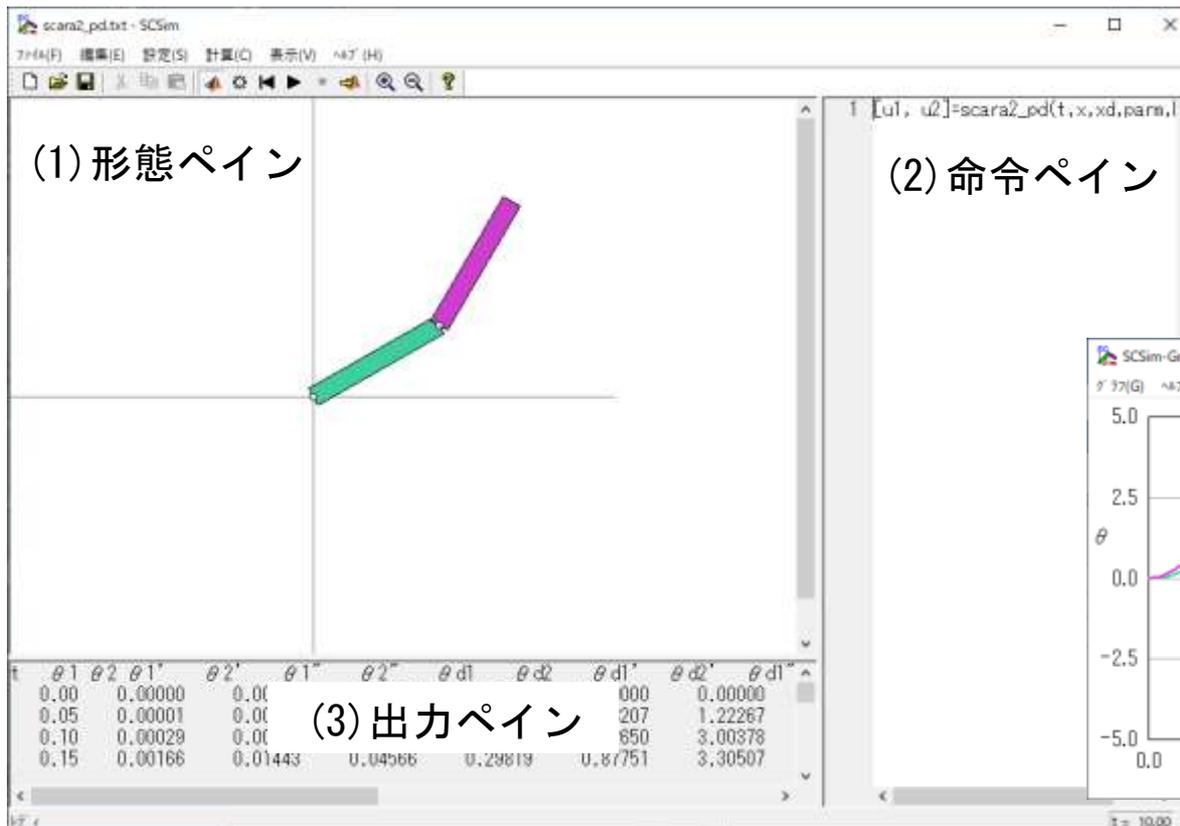
3つのペイン

(1) 形態ペイン

(2) 命令ペイン

(3) 出力ペイン

を持つメインウィンドウ
とグラフウィンドウ

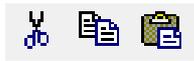


操作方法(1)

ツールバー



命令ファイル(テキスト)の操作 (ロボットの変更ではないので注意)



命令ペインのコピー, 出力ペインのコピー (出力ペインは書込み不可)
出力ペインをクリック後, CTRL+A, CTRL+Cで出力すべてをコピーして,
Excelへ貼り付けることができる



形態の拡大・縮小



MATLABとの接続 (MATLABが起動していなければ起動させる) または切り離し



計算条件の設定



初期化. 初期位置・初期時刻へ戻す



計算開始. 計算終了後に初期化しないとステップ動作になる



計算停止. 計算終了時刻は計算条件の設定で行う



MATLABへデータ転送

操作方法(2)

リンクの設定

		リンク1	リンク2	
質量	m	1.2	1.2	kg
長さ	l	3	3	m
幅	w	0.4	0.4	m
重心位置	d	1.5	1.5	m
慣性 モーメント	I	0.9	0.9	kgm ²
粘性係数	D	1	1	Nms
色				

動力学パラメータ確認 OK

ID 設定 キャンセル

- ・リンクの質量・長さなどの物理パラメータを設定
 - 入力値のチェックはしていない
 - 幅wは図の表示に使用されるのみ
- ・色は表示領域内で左クリックすると変更可
- ・IDを設定すると再設定される
- ・設定後, [OK]で保存
- ・[動力学パラメータ確認]をクリックすると, 動力学パラメータを出カペインに表示
 - [OK]で保存すると表示が消えるため, 設定を変更後は一旦[OK]で保存後, 再度このリンクの設定ダイアログで動力学パラメータを出カペインに表示させ, [キャンセル]を押すこと
- ・設定後, 形態ペインの図を適宜拡大・縮小
- ・リンク・計算条件の設定は.iniファイルに保存される

操作方法(3)

計算条件の設定

原則, 初期値・目標値・終了時刻を設定

	リンク1	リンク2	<input type="radio"/> rad	<input checked="" type="radio"/> deg
初期値 θ_0	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	deg	
初期値で固定	<input type="checkbox"/> 固定	<input type="checkbox"/> 固定		
目標値 θ_f	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="30"/>	deg	
時間間隔 dt	<input type="text" value="5"/>	x 10ms		
終了時刻 tf	<input type="text" value="10"/>	s		
重力 g	<input checked="" type="checkbox"/> あり	<input type="text" value="9.8"/>	m/s ²	
出力表示	<input checked="" type="checkbox"/> ヘッダー	<input type="checkbox"/> ステップ毎	<input type="checkbox"/> 同期	
データ変数名	<input type="text" value="dat"/>			

OK キャンセル

- ・ 初期値で固定
逐次同定で使用. 通常はチェックしない
- ・ 時間間隔
出力ペインに出力表示する間隔を指定
微分方程式を解くサブルーチンは可変刻みのアダムス法を使用しているため, 短くすると効率が悪くなることもある
- ・ 重力ありで計算
- ・ 出力表示
ステップ毎: チェックされていると, 時間間隔ごとに出力表示するが遅くなる
同期: チェックされていると実時間に合わせようとする. 時間間隔が短いと計算が間に合わなくなる
- ・ データ変数名
MATLABへデータ転送するときの変数名のデフォルト

操作方法(4) – MATLAB命令

命令ペイン

時刻 t における関節変数 $q = [q_1, q_2]^T = [\theta_1, \theta_2]^T$ の状態ベクトル $x = [q_1, q_2, \dot{q}_1, \dot{q}_2]^T$ と目標値ベクトル $x_d = [q_{d1}, q_{d2}, \dot{q}_{d1}, \dot{q}_{d2}, \ddot{q}_{d1}, \ddot{q}_{d2}]^T$ から、関節駆動トルク $\tau = [u_1, u_2]^T$ を計算する命令を記述する。(微分方程式を解くサブルーチンから呼び出される)

1行目最初の文字が'!'ならば SCSim命令, さもなければMATLAB命令
命令の最初の文字が'#'ならば'#'が現れるまでの命令が初期化後1回のみ実行される

MATLAB変数

t	時刻	MATLABスクリプト・関数は .m ファイルに記述する。
x	関節変数の状態ベクトル	
x(1), ..., x(4)	xの要素	命令ペインには初期設定および MATLAB関数の呼び出しなどを 簡単に記述する。
xd	目標値ベクトル	
xd(1), ..., xd(6)	xdの要素	
u	関節駆動トルクベクトル	
u(1), u(2)	uの要素	

記述例 (例: scara2_pd.txt などのファイルを開くかドロップする)

```
u = scara2_pd(t, x, xd, parm, KpKd);
```

ただし, scara2_pdは作成したMATLAB関数, parmおよびKpKdは設定された変数

操作方法(4) – SCSim命令

命令ペイン

時刻 t における関節変数 $q = [q_1, q_2]^T = [\theta_1, \theta_2]^T$ の状態ベクトル $x = [q_1, q_2, \dot{q}_1, \dot{q}_2]^T$ と目標値ベクトル $x_d = [q_{d1}, q_{d2}, \dot{q}_{d1}, \dot{q}_{d2}, \ddot{q}_{d1}, \ddot{q}_{d2}]^T$ から、関節駆動トルク $\tau = [u_1, u_2]^T$ を計算する命令を記述する。(微分方程式を解くサブルーチンから呼び出される)

1行目最初の文字が'!'ならば SCSim命令, さもなければMATLAB命令
命令の最初の文字が'#'ならば'#'が現れるまでの命令が初期化後1回のみ実行される

SCSim変数

t	時刻	
x	関節変数の状態ベクトル	
x[0], ..., x[3]	xの要素	配列の添え字は0から始まる.
xd	目標値ベクトル	
xd[0], ..., xd[5]	xdの要素	SCSim命令については
u	関節駆動トルクベクトル	SCSim命令.txt ファイルを参照
u[0], u[1]	uの要素	のこと.

記述例

scara2_pd.scs などのファイルを開くかドロップする

課題3a 同時同定

1. `scident2.m` に記載された方法で同時同定を行い、MATLABで `prm_est = scident2(dat)` とするか、あるいは `scident2*.scs` でのシミュレーション出力をコピーし、`scident2.xlsm` に貼り付け、マクロを実行してパラメータを推定せよ。
2. 重力項の同定結果を下記のようにして検査せよ。
MATLABを用いる場合、命令ペインで以下のようにするか、
`u = scara2_gcmp(x, prm_est(6), prm_est(7));`
あるいは `scara2_gcmp.scs` を読み込んで `g1`, `g2` を修正する。
計算終了時刻を100 sとしてシミュレーションし、初期状態からの変化の様子を示せ。

課題3b 逐次同定

1. scident1a.m に記載された方法で静止試験を行い、
1.1と1.2の各軸固定して行った結果 $g1a, g2a$ と
1.3の固定せずに行った結果 $g1b, g2b$ を示せ。
また、それぞれについて重力項の同定結果を検査せよ。
2. 上記の良い方の推定結果を $g1, g2$ として
scident1b.m に記載された方法で運動試験を行い、
推定されたパラメータを示せ。
3. 課題3aの同時同定による結果と比較せよ。
 - ・ SCSim命令の場合は、対応する.scsファイルを使用し、
scident1.xlsm でパラメータを推定する。

課題5

関節角レベルでの各種制御系から3種類以上選んで、下記の姿勢でコントローラを設計し、その姿勢および異なる姿勢でシミュレーションせよ。(動的補償は1種とみなす)

コントローラ毎に設計パラメータを調整することになるが、同じコントローラでは姿勢毎に設計パラメータを変えてはならない。

設計条件

最大角速度	1rad/s
最大角加速度	10rad/s ²
オーバーシュート	20%以内
整定時間	5s以内

