

```

1 %
2 % runsim_sysid.m
3 %
4 % シミュレーションを実行する。
5 %
6
7 % =====
8 % モデルパラメータの読み込み
9 % =====
10
11 sim_param;
12
13
14 % =====
15 % ファイルからの読み込みと展開
16 % =====
17
18 %%% 設定
19 % 読み込む実験データの選択
20 % 注意：データファイルの改行コードは LF (0x0a) のみであること。
21 sel_expdat = 2;
22 % サンプリング時間 [s]
23 ts_usr_1_expdat = 0.00125; % cnt_usr_1 : 800Hz
24 ts_d_expdat = 0.0125; % 各データ (行) : 80Hz
25
26 %%% 読み込み前の変数準備
27 switch sel_expdat
28     case 1 % 同定入力なし
29         filename_expdat = 'expdat_sysid_01_thr.txt'; % 読み込み元のファイル名 ※ダミーとして使用
30         type_file = 1; % 読み込み元ファイルの様式 : 1=上下同定用、2=姿勢同定用
31         sel_attrate = 1; % 角速度計算 : 1=通常、2=初期値固定
32         sel_att = 1; % 姿勢計算 : 1=通常、2=初期値固定
33         sel_vel = 1; % 速度計算 : 1=通常、2=初期値固定
34         sel_pos = 1; % 位置計算 : 1=通常、2=初期値固定
35         sel_dltx = 1; % dlt1~dlt4 (モータ 1~4 指令値) :
36             % 1=標準の角速度制御器、2=同定入力、3=新規の角速度制御器
37         sel_x_s1 = 1; % x_s1 (ピッチ角速度目標値) : 1=姿勢制御器、2=同定入力
38         sel_y_s1 = 1; % y_s1 (ロール角速度目標値) : 1=姿勢制御器、2=同定入力
39         sel_z_s1 = 1; % z_s1 (ヨー角速度目標値) : 1=姿勢制御器、2=同定入力
40         sel_motor_thr = 1; % motor_thr (スロットル指令値) : 1=トリム値、2=同定入力
41         time_start_fld = 40; % クロスバリデーションに使用するデータの開始時刻 [s]
42         time_end_fld = time_start_fld + timeend_sim;
43             % クロスバリデーションに使用するデータの終了時刻 [s]
44     case 2 % 上下
45         filename_expdat = 'expdat_sysid_01_thr.txt'; % 読み込み元のファイル名

```

```

46     type_file      = 1;    % 読み込み元ファイルの様式：1=上下同定用、2=姿勢同定用
47     sel_attrate    = 2;    % 角速度計算：1=通常、2=初期値固定
48     sel_att        = 2;    % 姿勢計算：1=通常、2=初期値固定
49     sel_vel        = 2;    % 速度計算：1=通常、2=初期値固定
50     sel_pos        = 2;    % 位置計算：1=通常、2=初期値固定
51     sel_dltx       = 2;    % dlt1~dlt4（モータ 1~4 指令値）：
52                               % 1=標準の角速度制御器、2=同定入力、3=新規の角速度制御器
53     sel_x_s1       = 1;    % x_s1（ピッチ角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
54     sel_y_s1       = 1;    % y_s1（ロール角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
55     sel_z_s1       = 1;    % z_s1（ヨー角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
56     sel_motor_thr  = 2;    % motor_thr（スロットル指令値）：1=トリム値、2=同定入力
57     time_start_fld = 40;   % クロスバリデーションに使用するデータの開始時刻 [s]
58     time_end_fld   = 55;   % クロスバリデーションに使用するデータの終了時刻 [s]
59     case 3 % ヨー
60     filename_expdat = 'expdat_sysid_02_dir.txt';    % 読み込み元のファイル名
61     type_file      = 2;    % 読み込み元ファイルの様式：1=上下同定用、2=姿勢同定用
62     sel_attrate    = 1;    % 角速度計算：1=通常、2=初期値固定
63     sel_att        = 2;    % 姿勢計算：1=通常、2=初期値固定
64     sel_vel        = 2;    % 速度計算：1=通常、2=初期値固定
65     sel_pos        = 2;    % 位置計算：1=通常、2=初期値固定
66     sel_dltx       = 1;    % dlt1~dlt4（モータ 1~4 指令値）：
67                               % 1=標準の角速度制御器、2=同定入力、3=新規の角速度制御器
68     sel_x_s1       = 2;    % x_s1（ピッチ角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
69     sel_y_s1       = 2;    % y_s1（ロール角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
70     sel_z_s1       = 2;    % z_s1（ヨー角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
71     sel_motor_thr  = 1;    % motor_thr（スロットル指令値）：1=トリム値、2=同定入力
72     time_start_fld = 45;   % クロスバリデーションに使用するデータの開始時刻 [s]
73     time_end_fld   = 60;   % クロスバリデーションに使用するデータの終了 expdatraw 時刻 [s]
74     case 4 % 横
75     filename_expdat = 'expdat_sysid_03_lat.txt';    % 読み込み元のファイル名
76     type_file      = 2;    % 読み込み元ファイルの様式：1=上下同定用、2=姿勢同定用
77     sel_attrate    = 1;    % 角速度計算：1=通常、2=初期値固定
78     sel_att        = 2;    % 姿勢計算：1=通常、2=初期値固定
79     sel_vel        = 2;    % 速度計算：1=通常、2=初期値固定
80     sel_pos        = 2;    % 位置計算：1=通常、2=初期値固定
81     sel_dltx       = 1;    % dlt1~dlt4（モータ 1~4 指令値）：
82                               % 1=標準の角速度制御器、2=同定入力、3=新規の角速度制御器
83     sel_x_s1       = 2;    % x_s1（ピッチ角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
84     sel_y_s1       = 2;    % y_s1（ロール角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
85     sel_z_s1       = 2;    % z_s1（ヨー角速度目標値）：1=姿勢制御器、2=同定入力
86     sel_motor_thr  = 1;    % motor_thr（スロットル指令値）：1=トリム値、2=同定入力
87     time_start_fld = 40;   % クロスバリデーションに使用するデータの開始時刻 [s]
88     time_end_fld   = 55;   % クロスバリデーションに使用するデータの終了時刻 [s]
89     end
90
91     %%% 読み込み

```

```

92 expdatraw.d = dlmread(filename_expdat, ' ', 2, 0);
93
94 %%% 展開
95 expdat.cnt_usr_1 = expdatraw.d(:, 1) * 10;
96 expdat.acc_z = expdatraw.d(:, 2) / 100 * 9.80665; % [m/s^2] 上下加速度
97 expdat.gyro_x = expdatraw.d(:, 3) * pi / 180; % [rad/s] ピッチ角速度、機首上げ正
98 expdat.gyro_y = expdatraw.d(:, 4) * pi / 180; % [rad/s] ロール角速度、右下げ正
99 expdat.gyro_z = expdatraw.d(:, 5) * pi / 180; % [rad/s] ヨー角速度、反時計回り正
100 switch type_file
101     case 1
102         expdat.motor1_pwm = expdatraw.d(:, 6) * 2; % [1LSB] モータ 1 の PWM 指令値
103         expdat.motor2_pwm = expdatraw.d(:, 7) * 2; % [1LSB] モータ 2 の PWM 指令値
104         expdat.motor3_pwm = expdatraw.d(:, 8) * 2; % [1LSB] モータ 3 の PWM 指令値
105         expdat.motor4_pwm = expdatraw.d(:, 9) * 2; % [1LSB] モータ 4 の PWM 指令値
106         expdat.x_s1 = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
107         expdat.y_s1 = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
108         expdat.z_s1 = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
109     case 2
110         expdat.motor1_pwm = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
111         expdat.motor2_pwm = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
112         expdat.motor3_pwm = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
113         expdat.motor4_pwm = zeros(size(expdat.cnt_usr_1, 1), 1); % ダミー
114         expdat.x_s1 = expdatraw.d(:, 6) * pi / 180; % [rad/s] ピッチ角速度目標値、機首上げ正
115         expdat.y_s1 = expdatraw.d(:, 7) * pi / 180; % [rad/s] ロール角速度目標値、右下げ正
116         expdat.z_s1 = expdatraw.d(:, 8) * pi / 180; % [rad/s] ヨー角速度目標値、反時計回り正
117 end
118
119 %%% 追加データの作成
120 % ts_mstr
121 expdat.ts_usr_1 = ts_usr_1_expdat;
122 % ts_d
123 expdat.ts_d = ts_d_expdat;
124 % time
125 expdat.time_d = expdat.cnt_usr_1 * ts_usr_1_expdat;
126 % 操縦入力
127 % [motor1_pwm motor2_pwm motor3_pwm motor4_pwm]' = C_Dist * [motor_thr x_s2 y_s2 z_s2]'
128 % motor_thr は上昇が正、x_s2 は機首上げが正、y_s2 は右下げが正、z_s2 は反時計回りが正。
129 % 計算方法は flight_control.c の関数 FlightControlPID_innerLoop() 内の記述にあわせた。
130 C_dist = [ct.C_dist_thr ct.C_dist_lon ct.C_dist_lat ct.C_dist_dir];
131 iC_dist = inv(C_dist);
132 dfunc = iC_dist * [expdat.motor1_pwm expdat.motor2_pwm expdat.motor3_pwm expdat.motor4_pwm]';
133 expdat.motor_thr = dfunc(1, :)';
134 expdat.x_s2 = dfunc(2, :)';
135 expdat.y_s2 = dfunc(3, :)';
136 expdat.z_s2 = dfunc(4, :)';
137 clear dfunc;

```

```

138
139 %%% 飛行データの切り出し
140 i_flg = find(time_start_flg <= expdat.time_d & expdat.time_d < time_end_flg);
141 expdat_c.time_d = expdat.time_d(i_flg) - expdat.time_d(i_flg(1));
142 expdat_c.acc_z = expdat.acc_z(i_flg);
143 expdat_c.gyro_x = expdat.gyro_x(i_flg);
144 expdat_c.gyro_y = expdat.gyro_y(i_flg);
145 expdat_c.gyro_z = expdat.gyro_z(i_flg);
146 expdat_c.motor1_pwm = expdat.motor1_pwm(i_flg);
147 expdat_c.motor2_pwm = expdat.motor2_pwm(i_flg);
148 expdat_c.motor3_pwm = expdat.motor3_pwm(i_flg);
149 expdat_c.motor4_pwm = expdat.motor4_pwm(i_flg);
150 expdat_c.x_s1 = expdat.x_s1(i_flg);
151 expdat_c.y_s1 = expdat.y_s1(i_flg);
152 expdat_c.z_s1 = expdat.z_s1(i_flg);
153 expdat_c.motor_thr = expdat.motor_thr(i_flg);
154 expdat_c.x_s2 = expdat.x_s2(i_flg);
155 expdat_c.y_s2 = expdat.y_s2(i_flg);
156 expdat_c.z_s2 = expdat.z_s2(i_flg);
157
158 %%% シミュレーション用入力データの作成
159 timeend_sim = expdat_c.time_d(end);
160 u_in.time = expdat_c.time_d;
161 u_in.signals.values = [expdat_c.x_s1 expdat_c.y_s1 expdat_c.z_s1 expdat_c.motor_thr];
162 dltx_in.time = expdat_c.time_d;
163 dltx_in.signals.values = [expdat_c.motor1_pwm expdat_c.motor2_pwm ...
164     expdat_c.motor3_pwm expdat_c.motor4_pwm];
165
166
167 % =====
168 % シミュレーションの実行とデータの取得
169 % =====
170
171 % シミュレーション実行
172 sim('sim_model.slx');
173
174 % 時刻歴データの取得と整理
175 simdat.time_s = state_out.time; % [s] 時刻
176 simdat.pxN = state_out.signals.values(:, 1); % [m] 基準座標系上の機体位置 X
177 simdat.pyN = state_out.signals.values(:, 2); % [m] 基準座標系上の機体位置 Y
178 simdat.pzN = state_out.signals.values(:, 3); % [m] 基準座標系上の機体位置 Z
179 simdat.vxB = state_out.signals.values(:, 4); % [m/s] 機体座標系での速度 X
180 simdat.vyB = state_out.signals.values(:, 5); % [m/s] 機体座標系での速度 Y
181 simdat.vzB = state_out.signals.values(:, 6); % [m/s] 機体座標系での速度 Z
182 simdat.vxBdot = state_out.signals.values(:, 7); % [m/s^2] 機体座標系での速度 X の時間微分
183 simdat.vyBdot = state_out.signals.values(:, 8); % [m/s^2] 機体座標系での速度 Y の時間微分

```

```

184 simdat.vzBdot = state_out.signals.values(:, 9); % [m/s^2] 機体座標系での速度 Z の時間微分
185 simdat.thx = state_out.signals.values(:, 10); % [rad] ピッチ姿勢オイラー角
186 simdat.thy = state_out.signals.values(:, 11); % [rad] ロール姿勢オイラー角
187 simdat.thz = state_out.signals.values(:, 12); % [rad] ヨー姿勢オイラー角
188 simdat.gx = state_out.signals.values(:, 13); % [rad/s] ピッチ姿勢角速度
189 simdat.gy = state_out.signals.values(:, 14); % [rad/s] ロール姿勢角速度
190 simdat.gz = state_out.signals.values(:, 15); % [rad/s] ヨー姿勢角速度
191 simdat.gxdot = state_out.signals.values(:, 16); % [rad/s^2] ピッチ姿勢角速度の時間微分
192 simdat.gydot = state_out.signals.values(:, 17); % [rad/s^2] ロール姿勢角速度の時間微分
193 simdat.gzdot = state_out.signals.values(:, 18); % [rad/s^2] ヨー姿勢角速度の時間微分
194 simdat.ax = state_out.signals.values(:, 19); % [m/s^2] 機体座標系での加速度 X(重力加速度込)
195 simdat.ay = state_out.signals.values(:, 20); % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Y(重力加速度込)
196 simdat.az = state_out.signals.values(:, 21); % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Z(重力加速度込)
197 simdat.Za = state_out.signals.values(:, 22); % [N] 機体 Z 軸方向にはたらく空力(推力)
198 simdat.La = state_out.signals.values(:, 23); % [Nm] 機体 X 軸まわりにはたらく空力トルク
199 simdat.Ma = state_out.signals.values(:, 24); % [Nm] 機体 Y 軸まわりにはたらく空力トルク
200 simdat.Na = state_out.signals.values(:, 25); % [Nm] 機体 Z 軸まわりにはたらく空力トルク
201 simdat.time_c = ctrl_out.time; % [s] 時刻
202 simdat.dlt1 = ctrl_out.signals.values(:, 1); % [LSB] モータ 1 の PWM 指令値
203 simdat.dlt2 = ctrl_out.signals.values(:, 2); % [LSB] モータ 2 の PWM 指令値
204 simdat.dlt3 = ctrl_out.signals.values(:, 3); % [LSB] モータ 3 の PWM 指令値
205 simdat.dlt4 = ctrl_out.signals.values(:, 4); % [LSB] モータ 4 の PWM 指令値
206 simdat.x_s2 = ctrl_out.signals.values(:, 5); % [LSB] ピッチ角速度制御器の出力
207 simdat.y_s2 = ctrl_out.signals.values(:, 6); % [LSB] ロール角速度制御器の出力
208 simdat.z_s2 = ctrl_out.signals.values(:, 7); % [LSB] ヨー角速度制御器の出力
209 simdat.x_s1 = ctrl_out.signals.values(:, 8); % [rad/s] ピッチ姿勢角速度の目標値
210 simdat.y_s1 = ctrl_out.signals.values(:, 9); % [rad/s] ロール姿勢角速度の目標値
211 simdat.z_s1 = ctrl_out.signals.values(:, 10); % [rad/s] ヨー姿勢角速度の目標値
212 simdat.motor_thr = ctrl_out.signals.values(:, 11); % [LSB] 推力指令値
213 simdat.thx_rc = ctrl_out.signals.values(:, 12); % [rad] ピッチ姿勢オイラー角の目標値
214 simdat.thy_rc = ctrl_out.signals.values(:, 13); % [rad] ロール姿勢オイラー角の目標値
215 simdat.thz_rc = ctrl_out.signals.values(:, 14); % [rad] ヨー姿勢オイラー角の目標値
216 simdat.x_s2_ct2 = ctrl_out.signals.values(:, 15); % [LSB] ピッチ角速度制御器の出力(新制御器用)
217 simdat.y_s2_ct2 = ctrl_out.signals.values(:, 16); % [LSB] ロール角速度制御器の出力(新制御器用)
218 simdat.z_s2_ct2 = ctrl_out.signals.values(:, 17); % [LSB] ヨー角速度制御器の出力(新制御器用)
219
220
221 % =====
222 % 結果表示(グラフ)
223 % =====
224
225 % グラフ番号のオフセット
226 nfigofst = 0;
227
228 % Figure 1
229 clear haxes;

```

```

230 hfig    = figure(nfigofst + 1);
231 clf reset;
232 haxes(1)  = subplot(2, 1, 1);
233 plot(simdat.time_s, simdat.az, 'b-', expdat_c.time_d, expdat_c.acc_z, 'k--');
234 xlabel('時刻 [s]');
235 ylabel('加速度 (z) [m/s 2]');
236 legend('シミュレーション', '実験', 'Location', 'southeast');
237 grid on;
238 haxes(2)  = subplot(2, 1, 2);
239 plot(simdat.time_c, simdat.dlt1, 'b-', simdat.time_c, simdat.dlt2, 'k--', ...
240      simdat.time_c, simdat.dlt3, 'r-', simdat.time_c, simdat.dlt4, 'g:');
241 xlabel('時刻 [s]');
242 ylabel('モータ PWM [LSB]');
243 legend('#1', '#2', '#3', '#4', 'Orientation', 'horizontal');
244 grid on;
245 linkaxes(haxes, 'x');
246 set(haxes, 'FontSize', 12);
247 set(hfig, 'Name', 'システム同定 (1) 上下加速度 (推力) モデル');
248 set(hfig, 'Position', [(100 100) + [40 20] * (get(hfig, 'Number') - nfigofst) 700 500]);
249
250 % Figure 2
251 clear haxes;
252 hfig    = figure(nfigofst + 2);
253 clf reset;
254 haxes(1)  = subplot(1, 1, 1);
255 plot(simdat.time_s, simdat.gz, 'b-', expdat_c.time_d, expdat_c.gyro_z, 'k--', ...
256      expdat_c.time_d, expdat_c.z_s1, 'r-');
257 xlabel('時刻 [s]');
258 ylabel('ヨー角速度 [rad/s]');
259 legend('シミュレーション', '実験', '目標値', 'Location', 'southeast');
260 grid on;
261 set(haxes, 'FontSize', 12);
262 set(hfig, 'Name', 'システム同定 (2) ヨー角速度 (トルク) モデル');
263 set(hfig, 'Position', [(100 100) + [40 20] * (get(hfig, 'Number') - nfigofst) 700 500]);
264
265 % Figure 3
266 clear haxes;
267 hfig    = figure(nfigofst + 3);
268 clf reset;
269 haxes(1)  = subplot(1, 1, 1);
270 plot(simdat.time_s, simdat.gy, 'b-', expdat_c.time_d, expdat_c.gyro_y, 'k--', ...
271      expdat_c.time_d, expdat_c.y_s1, 'r-');
272 xlabel('時刻 [s]');
273 ylabel('ロール角速度 [rad/s]');
274 legend('シミュレーション', '実験', '目標値');
275 grid on;

```

```
276 set(haxes, 'FontSize', 12);
277 set(hfig, 'Name', 'システム同定 (3) ロール角速度モデル');
278 set(hfig, 'Position', [(100 100) + [40 20] * (get(hfig, 'Number') - nfigofst) 700 500]);
279
```