

```

1 %
2 % loadlinmdl.m
3 %
4 % 機体運動線形モデルをワークスペースへ読み込む
5 %
6
7 % =====
8 % 元の線形モデルの読み込み
9 % =====
10
11 % 線形モデルの4行列の読み込み
12 linmodel;
13
14 % 状態変数の名称
15 StateName_P{1} = 'xactt1'; % Actuator #1 thrust dynamics
16 StateName_P{2} = 'xactt2'; % Actuator #2 thrust dynamics
17 StateName_P{3} = 'xactt3'; % Actuator #3 thrust dynamics
18 StateName_P{4} = 'xactt4'; % Actuator #4 thrust dynamics
19 StateName_P{5} = 'xintatt1'; % Integrator (quaternion) for linearization(1)
20 StateName_P{6} = 'xintatt2'; % Integrator (quaternion) for linearization(2)
21 StateName_P{7} = 'xintatt3'; % Integrator (quaternion) for linearization(3)
22 StateName_P{8} = 'xintp1'; % Integrator pN(1)
23 StateName_P{9} = 'xintp2'; % Integrator pN(2)
24 StateName_P{10} = 'xintp3'; % Integrator pN(3)
25 StateName_P{11} = 'xintv1'; % Integrator vB(1)
26 StateName_P{12} = 'xintv2'; % Integrator vB(2)
27 StateName_P{13} = 'xintv3'; % Integrator vB(3)
28 StateName_P{14} = 'xintg1'; % Integrator omg(1)
29 StateName_P{15} = 'xintg2'; % Integrator omg(2)
30 StateName_P{16} = 'xintg3'; % Integrator omg(3)
31
32 % 出力信号の名称
33 OutputName_P{1} = 'pxN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 X
34 OutputName_P{2} = 'pyN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 Y
35 OutputName_P{3} = 'pzN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 Z
36 OutputName_P{4} = 'vxB'; % [m] 機体座標系での速度 X
37 OutputName_P{5} = 'vyB'; % [m] 機体座標系での速度 Y
38 OutputName_P{6} = 'vzB'; % [m] 機体座標系での速度 Z
39 OutputName_P{7} = 'vxBdot'; % [m] 機体座標系での速度 X の時間微分
40 OutputName_P{8} = 'vyBdot'; % [m] 機体座標系での速度 Y の時間微分
41 OutputName_P{9} = 'vzBdot'; % [m] 機体座標系での速度 Z の時間微分
42 OutputName_P{10} = 'thx'; % [rad] ピッチ姿勢オイラー角
43 OutputName_P{11} = 'thy'; % [rad] ロール姿勢オイラー角
44 OutputName_P{12} = 'thz'; % [rad] ヨー姿勢オイラー角
45 OutputName_P{13} = 'gx'; % [rad/s] ピッチ姿勢角速度

```

```

46 OutputName_P{14} = 'gy'; % [rad/s] ロール姿勢角速度
47 OutputName_P{15} = 'gz'; % [rad/s] ヨー姿勢角速度
48 OutputName_P{16} = 'gxdot'; % [rad/s^2] ピッチ姿勢角速度の時間微分
49 OutputName_P{17} = 'gydot'; % [rad/s^2] ロール姿勢角速度の時間微分
50 OutputName_P{18} = 'gzdot'; % [rad/s^2] ヨー姿勢角速度の時間微分
51 OutputName_P{19} = 'ax'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 X (重力加速度込)
52 OutputName_P{20} = 'ay'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Y (重力加速度込)
53 OutputName_P{21} = 'az'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Z (重力加速度込)
54 OutputName_P{22} = 'Za'; % [N] 機体 Z 軸方向にはたらく空力 (推力)
55 OutputName_P{23} = 'La'; % [Nm] 機体 X 軸まわりにはたらく空力トルク
56 OutputName_P{24} = 'Ma'; % [Nm] 機体 Y 軸まわりにはたらく空力トルク
57 OutputName_P{25} = 'Na'; % [Nm] 機体 Z 軸まわりにはたらく空力トルク
58
59 % 入力信号の名称
60 InputName_P{1} = 'dlt1'; % [LSB] モータ 1 の PWM 指令値 (= motor1_pwm)
61 InputName_P{2} = 'dlt2'; % [LSB] モータ 2 の PWM 指令値 (= motor2_pwm)
62 InputName_P{3} = 'dlt3'; % [LSB] モータ 3 の PWM 指令値 (= motor3_pwm)
63 InputName_P{4} = 'dlt4'; % [LSB] モータ 4 の PWM 指令値 (= motor4_pwm)
64
65 % State-space 形式の作成
66 P = ss(Plinmat.A, Plinmat.B, Plinmat.C, Plinmat.D);
67 P.StateName = StateName_P;
68 P.OutputName = OutputName_P;
69 P.InputName = InputName_P;
70
71
72 % =====
73 % ファンクション表現への変換
74 % …並進上下、縦回転、横回転、方向回転、への変数分離
75 % =====
76
77 % コマンド分配則
78 % [dlt1 dlt2 dlt3 dlt4]' = C_Dist * [uthr ulon ulat udir]'
79 C_dist_thr = [1 1 1 1]';
80 C_dist_lon = [-1 1 1 -1]';
81 C_dist_lat = [-1 -1 1 1]';
82 C_dist_dir = [1 -1 1 -1]';
83 C_dist = [C_dist_thr C_dist_lon C_dist_lat C_dist_dir];
84
85 % アクチュエータに関する状態変数の変換用行列
86 % …空力 (推力、トルク) にして低次元化する。
87 Tl = zeros(15, 16);
88 Tl(1:3, 1:4) = P.c(22:24, 1:4);
89 Tl(4:15, 5:16) = eye(12);
90 Tr = pinv(Tl);
91

```

```

92 % 変数変換
93 Af = Tl * Plinmat.A * Tr;
94 Bf = Tl * Plinmat.B * C_dist;
95 Cf = Plinmat.C * Tr;
96 Df = Plinmat.D * C_dist;
97
98 % 変数変換で生じたゴミ（微小値）の除去
99 Af(1, 2) = 0;
100 Af(1, 3) = 0;
101 Af(2, 1) = 0;
102 Af(2, 3) = 0;
103 Af(3, 1) = 0;
104 Af(3, 2) = 0;
105 Af(12, 2) = 0;
106 Af(12, 3) = 0;
107 Af(13, 1) = 0;
108 Af(13, 3) = 0;
109 Af(14, 1) = 0;
110 Af(14, 2) = 0;
111 Cf(9, 2) = 0;
112 Cf(9, 3) = 0;
113 Cf(16, 1) = 0;
114 Cf(16, 3) = 0;
115 Cf(17, 1) = 0;
116 Cf(17, 2) = 0;
117 Cf(21, 2) = 0;
118 Cf(21, 3) = 0;
119 Cf(22, 2) = 0;
120 Cf(22, 3) = 0;
121 Cf(23, 1) = 0;
122 Cf(23, 3) = 0;
123 Cf(24, 1) = 0;
124 Cf(24, 2) = 0;
125
126 % 状態変数の名称
127 StateName_Pf{1} = 'Za'; % [N] 機体 Z 軸方向にはたらく空力（推力）
128 StateName_Pf{2} = 'La'; % [Nm] 機体 X 軸まわりにはたらく空力トルク
129 StateName_Pf{3} = 'Ma'; % [Nm] 機体 Y 軸まわりにはたらく空力トルク
130 StateName_Pf{4} = 'xintatt1'; % Integrator (quaternion) for linearization(1)
131 StateName_Pf{5} = 'xintatt2'; % Integrator (quaternion) for linearization(2)
132 StateName_Pf{6} = 'xintatt3'; % Integrator (quaternion) for linearization(3)
133 StateName_Pf{7} = 'xintp1'; % Integrator pN(1)
134 StateName_Pf{8} = 'xintp2'; % Integrator pN(2)
135 StateName_Pf{9} = 'xintp3'; % Integrator pN(3)
136 StateName_Pf{10} = 'xintv1'; % Integrator vN(1)
137 StateName_Pf{11} = 'xintv2'; % Integrator vN(2)

```

```

138 StateName_Pf {12} = 'xintv3'; % Integrator vN(3)
139 StateName_Pf {13} = 'xintg1'; % Integrator omg(1)
140 StateName_Pf {14} = 'xintg2'; % Integrator omg(2)
141 StateName_Pf {15} = 'xintg3'; % Integrator omg(3)
142
143 % 出力信号の名称
144 OutputName_Pf {1} = 'pxN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 X
145 OutputName_Pf {2} = 'pyN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 Y
146 OutputName_Pf {3} = 'pzN'; % [m] 基準座標系上の機体位置 Z
147 OutputName_Pf {4} = 'vxB'; % [m] 機体座標系での速度 X
148 OutputName_Pf {5} = 'vyB'; % [m] 機体座標系での速度 Y
149 OutputName_Pf {6} = 'vzB'; % [m] 機体座標系での速度 Z
150 OutputName_Pf {7} = 'vxBdot'; % [m] 機体座標系での速度 X の時間微分
151 OutputName_Pf {8} = 'vyBdot'; % [m] 機体座標系での速度 Y の時間微分
152 OutputName_Pf {9} = 'vzBdot'; % [m] 機体座標系での速度 Z の時間微分
153 OutputName_Pf {10} = 'thx'; % [rad] ピッチ姿勢オイラー角
154 OutputName_Pf {11} = 'thy'; % [rad] ロール姿勢オイラー角
155 OutputName_Pf {12} = 'thz'; % [rad] ヨー姿勢オイラー角
156 OutputName_Pf {13} = 'gx'; % [rad/s] ピッチ姿勢角速度
157 OutputName_Pf {14} = 'gy'; % [rad/s] ロール姿勢角速度
158 OutputName_Pf {15} = 'gz'; % [rad/s] ヨー姿勢角速度
159 OutputName_Pf {16} = 'gxdot'; % [rad/s^2] ピッチ姿勢角速度の時間微分
160 OutputName_Pf {17} = 'gydot'; % [rad/s^2] ロール姿勢角速度の時間微分
161 OutputName_Pf {18} = 'gzdot'; % [rad/s^2] ヨー姿勢角速度の時間微分
162 OutputName_Pf {19} = 'ax'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 X (重力加速度込)
163 OutputName_Pf {20} = 'ay'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Y (重力加速度込)
164 OutputName_Pf {21} = 'az'; % [m/s^2] 機体座標系での加速度 Z (重力加速度込)
165 OutputName_Pf {22} = 'Za'; % [N] 機体 Z 軸方向にはたらく空力 (推力)
166 OutputName_Pf {23} = 'La'; % [Nm] 機体 X 軸まわりにはたらく空力トルク
167 OutputName_Pf {24} = 'Ma'; % [Nm] 機体 Y 軸まわりにはたらく空力トルク
168 OutputName_Pf {25} = 'Na'; % [Nm] 機体 Z 軸まわりにはたらく空力トルク
169
170 % 入力信号の名称
171 InputName_Pf {1} = 'uthr'; % [LSB] 推力指令値 (= motor_thr)
172 InputName_Pf {2} = 'ulon'; % [LSB] 縦 (ピッチ) 指令値 (= x_s2)
173 InputName_Pf {3} = 'ulat'; % [LSB] 横 (ロール) 指令値 (= y_s2)
174 InputName_Pf {4} = 'udir'; % [LSB] 方向 (ヨー) 指令値 (= z_s2)
175
176 % State-space 形式の作成
177 Pf = ss(Af, Bf, Cf, Df);
178 Pf.StateName = StateName_Pf;
179 Pf.OutputName = OutputName_Pf;
180 Pf.InputName = InputName_Pf;
181

```