

Sprawozdanie laboratorium 2

Kierunek: Automatyka i Robotyka

Przedmiot: Sterowanie optymalne i modalne

Wykonał: Squiddy Skeith

Analiza właściwości dynamicznych dyskretnego obiektu MIMO

1. Zapis macierzy A, B, C, D:

```
A=[7 0 3 -1 3;-9 -2 -2 -1 -4;-5 3 3 -3 2;-1 2 3 6 1;-9 2 0 6 -1]
B=[0 3 ;4 2; -3 1 ;2 0;8 -5]
C= [9 0 7 -2 6; 9 1 2 2 1; 8 0 -2 3 -4]
D=[0 0; 0 0; 0 1]
```

A =

```
7 0 3 -1 3
-9 -2 -2 -1 -4
-5 3 3 -3 2
-1 2 3 6 1
-9 2 0 6 -1
```

B =

```
0 3
4 2
-3 1
2 0
8 -5
```

C =

```
9 0 7 -2 6
9 1 2 2 1
8 0 -2 3 -4
```

D =

```
0 0
0 0
0 1
```

2. Dyskretyzacja ciągłego obiektu MIMO

```
Tp1=0.01;
Tp2=0.1;
Tp3=0.5;

sys=ss( A, B,C,D)
sysd=c2d(sys, Tp1, 'zoh')
[Ad,Bd,Cd,dd]=ssdata(sysd)

Ms=ctrb(A,B);
sterowalny=0;
if rank(Ms)==5
    sterowalny=1
end;
```

a) Dla $TP1 = 0.01$

sys =

a =

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	7	0	3	-1	3
x2	-9	-2	-2	-1	-4
x3	-5	3	3	-3	2
x4	-1	2	3	6	1
x5	-9	2	0	6	-1

b =

	u1	u2
x1	0	3
x2	4	2
x3	-3	1
x4	2	0
x5	8	-5

c =

	x1	x2	x3	x4	x5
y1	9	0	7	-2	6
y2	9	1	2	2	1
y3	8	0	-2	3	-4

d =

	u1	u2
y1	0	0
y2	0	0
y3	0	1

Continuous-time state-space model.

sysd =

a =

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1.07	0.0006655	0.03136	-0.0102	0.03115
x2	-0.08982	0.9794	-0.02162	-0.01067	-0.041
x3	-0.05465	0.03003	1.029	-0.03066	0.01865
x4	-0.01287	0.02096	0.03099	1.062	0.009971
x5	-0.09395	0.02029	-0.0006794	0.06188	0.9886

b =

	u1	u2
x1	0.0006746	0.03044
x2	0.03818	0.01936
x3	-0.02938	0.009172
x4	0.02096	-6.829e-05
x5	0.08059	-0.05092

c =

	x1	x2	x3	x4	x5
y1	9	0	7	-2	6
y2	9	1	2	2	1
y3	8	0	-2	3	-4

d =
u1 u2
y1 0 0
y2 0 0
y3 0 1

Sample time: 0.01 seconds
Discrete-time state-space model.

Ad =

1.0703	0.0007	0.0314	-0.0102	0.0311
-0.0898	0.9794	-0.0216	-0.0107	-0.0410
-0.0546	0.0300	1.0289	-0.0307	0.0186
-0.0129	0.0210	0.0310	1.0616	0.0100
-0.0940	0.0203	-0.0007	0.0619	0.9886

Bd =

0.0007	0.0304
0.0382	0.0194
-0.0294	0.0092
0.0210	-0.0001
0.0806	-0.0509

Cd =

9	0	7	-2	6
9	1	2	2	1
8	0	-2	3	-4

Dd =

0	0
0	0
0	1

sterowalny = 1

b) Dla $TP2 = 0.1$

sysd =

a =

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	1.656	0.08007	0.4401	-0.1173	0.4078
x2	-0.7879	0.7166	-0.3713	-0.1829	-0.4921
x3	-0.9883	0.274	1.124	-0.382	0.01641
x4	-0.5057	0.3073	0.3831	1.791	0.0619
x5	-1.338	0.222	-0.09753	0.8149	0.7206

b =

	u1	u2
x1	0.08954	0.3343
x2	0.196	0.1484
x3	-0.2721	-0.006544
x4	0.3051	-0.02764
x5	0.8408	-0.6059

c =

	x1	x2	x3	x4	x5
y1	9	0	7	-2	6
y2	9	1	2	2	1
y3	8	0	-2	3	-4

d =

	u1	u2
y1	0	0
y2	0	0
y3	0	1

Sample time: 0.1 seconds

Discrete-time state-space model.

Ad =

1.6564	0.0801	0.4401	-0.1173	0.4078
-0.7879	0.7166	-0.3713	-0.1829	-0.4921
-0.9883	0.2740	1.1242	-0.3820	0.0164
-0.5057	0.3073	0.3831	1.7912	0.0619
-1.3383	0.2220	-0.0975	0.8149	0.7206

Bd =

0.0895	0.3343
0.1960	0.1484
-0.2721	-0.0065
0.3051	-0.0276
0.8408	-0.6059

Cd =

9	0	7	-2	6
9	1	2	2	1
8	0	-2	3	-4

Dd =

0	0
0	0
0	1

sterownalny = 1

c) Dla TP3 = 0.5

sysd =

a =

	x1	x2	x3	x4	x5
x1	-8.115	1.024	-0.3939	-0.9523	-1.417
x2	15.83	-1.967	0.6715	-5.547	3.257
x3	7.524	-4.563	-5.778	-8.453	-2.485
x4	-22.95	1.888	-3.963	13.46	-9.212
x5	-13.02	0.1455	-4.768	13.18	-6.868

b =

	u1	u2
x1	1.625	-0.9587
x2	-2.239	4.103
x3	-7.576	-0.2656
x4	-0.2578	-4.366
x5	1.046	-5.155

c =

	x1	x2	x3	x4	x5
y1	9	0	7	-2	6
y2	9	1	2	2	1
y3	8	0	-2	3	-4

d =

	u1	u2
y1	0	0
y2	0	0
y3	0	1

Sample time: 0.5 seconds

Discrete-time state-space model.

Ad =

-8.1147	1.0245	-0.3939	-0.9523	-1.4167
15.8286	-1.9668	0.6715	-5.5468	3.2569
7.5239	-4.5627	-5.7779	-8.4529	-2.4855
-22.9538	1.8884	-3.9635	13.4609	-9.2124
-13.0245	0.1455	-4.7680	13.1812	-6.8681

Bd =

1.6250	-0.9587
-2.2392	4.1029
-7.5765	-0.2656
-0.2578	-4.3665
1.0460	-5.1547

Cd =

9	0	7	-2	6
9	1	2	2	1
8	0	-2	3	-4

Dd =

0	0
0	0
0	1

sterownalny = 1

3. Warunek sterowalności.

```
Ms=ctrb(A,B)
rank(Ms)
```

Ms =

Columns 1 through 6

0	3	13	9	147	-38
4	2	-36	-13	-138	50
-3	1	13	-16	-167	-165
2	0	19	-1	80	-107
8	-5	12	-18	-87	-95

Columns 7 through 10

187	-939	-7448	-5866
-445	1059	7994	7895
-2064	-24	-8933	10872
-531	-1094	-11487	-3684
-1032	-105	-4727	4110

ans =

5 Obiekt jest sterowalny.

4. Obserwowalność.

```
%%Obserwowalność:
Mo=obsv(A,C)
rank(Mo)
```

Mo =

9	0	7	-2	6
9	1	2	2	1
8	0	-2	3	-4
-24	29	42	-6	33
33	10	37	2	28
99	-8	27	-8	27
-930	122	-22	31	-143
-298	151	196	26	107
395	135	370	-58	348
-6242	-534	-3007	202	-3148
-5414	552	-530	357	-1187
-3374	1420	1851	100	979
4277	-13845	-26073	-1879	-19254
-29890	-4354	-17865	1472	-17966
-54564	4871	-7109	2875	-12979

ans =

5 Obiekt jest obserwowalny

5. Stabilność.

```
%%Stabilność:  
si=eig(A)
```

si =

```
4.6342 + 6.6608i  
4.6342 - 6.6608i  
-2.1446 + 0.0000i  
4.1458 + 0.0000i  
1.7304 + 0.0000i
```

Obiekt jest niestabilny.

6. Zero transmicyjne obiktu.

```
%%Zero transmicyjne obiektu  
zi=tzero(A,B,C,D)
```

zi =

```
Empty matrix: 0-by-1                      Zbiór pusty.
```

7. Wnioski:

Opisami liniowymi modeli układów dynamicznych MIMO o m wejściach i l wyjściach w przestrzeni stanów są równania różniczkowe dla układów z czasem ciągłym $t \geq 0$ oraz różnicowe dla układów z czasem dyskretnym $k=1,2,3,\dots$. Używając MatLaba mamy możliwość dyskretyzacji dynamicznego obiektu MIMO, sprawdzenia sterowalność, obserwowalność, stabilność, zera transmicyjne.