

Kort introduktion till Matlab och användbara kommandon i TSFS06

Erik Frisk

24 mars 2019

Kursen förutsätter en viss förtrogenhet med Matlab. I det här dokumentet exemplifieras några vanliga kommandon som är användbara i kursen. Främst är det kommandon i tre kommandopaketer som används i kursen: *Control Toolbox*, *Polynomial Toolbox* samt *Statistics Toolbox*.

1 Control Toolbox

För att se en lista med alla kommandon som ingår i Control Toolbox, skriv

```
>> help control
```

Nedan kommer ett fåtal användbara kommandon att exemplifieras för att komma igång med kommandopaketet.

Att skapa ett objekt i Matlab som representerar överföringsfunktionen $\frac{1-s}{s^2+2s+1}$

```
>> G1 = tf([-1 1],[1 2 1]);
```

Att rita stegsvar och bode-diagram för systemet kan nu göras enkelt med kommandona:

```
>> step(G1)
>> bode(G1)
```

På liknande sätt kan man skapa LTI objekt från tillståndsmatriser

```
>> A = [-2 -1;1 0];
>> B = [1;0];
>> C = [1 2];
>> D = 0;
>> G2 = ss(A,B,C,D);
```

och kommandona `bode` och `step` kan användas på G_2 på samma sätt som på G_1 . Vill man, tex. ur ett tillstånds objekt, plocka ut A-matrisen så skriver man

```
>> G2.a
```

Ibland kan det vara nödvändigt att konvertera mellan tillståndsform och överföringsfunktions form vilket enkelt görs på följande vis:

```
>> G3 = ss(G1);  
>> G4 = tf(G2);
```

Det går också bra att sätta samman LTI objekt till sammansatta överföringsmatriser. Till exempel matrisen $G_{\text{tot}}(s) = \begin{pmatrix} G_1(s)+2G_2(s) & G_2(s) \\ 0 & G_3(s)G_4(s) \end{pmatrix}$ kan konstrueras med kommandot:

```
>> Gtot=[G1+2*G2 G2;0 G3*G4];
```

2 Polynomial Toolbox

Polynomial Toolbox är ett kommandopaketer för att hantera polynom och matriser av polynom samt använda dem på samma sätt som man normalt använder konstantmatriser i Matlab. För att se en lista med alla kommandon som ingår i Polynomial Toolbox, skriv

```
>> help polynomial
```

Utöver hjälpen inifrån Matlab så finns de fullständiga manualerna tillgängliga i elektroniskt format i biblioteket
`/courses/TSFS06/polynomial/Pdf-files/`.

För att kunna använda kommandona i programpaketet så måste programpaketet intieras vilket görs med kommandot:

```
pinit
```

Matriser kan sen skapas på samma sätt som konstantmatriser:

```
A = [s+1, s+2; s^2+3, s+4];  
B = [s+5; s+6];
```

Om detta inte fungerar så är sökvägarna ej satta korrekt. Ett enkelt sätt att åtgärda detta är att skriva in raden

```
addpath /courses/TSFS06/polynomial/
```

vid en Matlab-prompt. Sedan ska det fungera.

När matriserna $A(s)$ och $B(s)$ är definierade så kan man enkelt beräkna tex rang och determinant med kommandona

```
>> rank(A)  
ans =  
    2  
>> det(A)  
ans =  
   -2 + 2s - s^2 - s^3
```

Precis som för konstanta matriser så kan man lätt bilda matriser genom att stapla polynommatriser på varandra, tex. skapa $H(s) = \begin{pmatrix} C \\ -(sI-A) \end{pmatrix}$ samt skriv ut matrisens storlek och rang. Antag vi tar systemmatriserna från överföringsfunktionen $G_{tot}(s)$ från exemplet i Control Toolbox ovan, kommandona blir då

```
>> n = size(Gtot.a,1);  
>> H = [Gtot.c; -(s*eye(n)-Gtot.a)];  
>> size(H)
```

```
ans =
      8      6
>> rank(H)
ans =
      6
```

Att räkna ut en bas för *vänster* nollrum till matrisen $H(s)$ görs med kommandona:

```
Nh = null(H.').'
```

Notera transponaten `.'` i `null` kommandot.

Slutligen, antag man har polynomobjekt för täljare och nämnare i en överföringsfunktion

$$\frac{1}{(s+1)^2} [(s+2) \quad (s+3)(s+4)]$$

dvs.

```
num = [s+2, (s+3)*(s+4)];
den = (s+1)^2;
```

då kan en tillståndsbeskrivning, i form av ett tillståndsobjekt i Control Toolbox, av överföringsfunktionen fås genom att skriva kommandot

```
>> R=ss(num,den)
```

```
a =
      x1  x2
x1  -2   1
x2  -1   0
```

```
b =
      u1  u2
x1   1   5
x2   2  11
```

```
c =
      x1  x2
y1   1   0
```

```
d =
      u1  u2
y1   0   1
```

Continuous-time model.

3 Statistics Toolbox

```
>> help stats
```

Fyra funktioner som är nyttiga i den här kursen är täthetsfunktionen, fördelningsfunktionen, inversa fördelningsfunktioner samt slumpvarsgeneratorer. Dessa fyra exemplifieras här för normalfördelningen, men funktionerna finns även för flera andra fördelningar.

Följande kommando skapar en 4×2 matris med $N(0, 1)$ fördelade slumpvar:

```
>> normrnd(0,1,4,2)
```

Anta $X \sim N(0, 1)$ och beteckna täthetsfunktionen med $f_X(x)$. För att räkna ut följande:

- $f_X(0.5)$, dvs räkna ut täthetsfunktionens värde i punkten 0.5.
- Räkna ut $P(X < 0.5) = \int_{-\infty}^{0.5} f_X(x) dx = \Phi(0.5)$
- Räkna ut J så att $P(X < J) = 0.95$, dvs $J = \Phi^{-1}(0.95)$.

kan följande kommandon användas:

```
>> normpdf(0.5,0,1)
```

```
ans =
```

```
0.3521
```

```
>> normcdf(0.5,0,1)
```

```
ans =
```

```
0.6915
```

```
>> norminv(0.95,0,1)
```

```
ans =
```

```
1.6449
```

4 Användbara kommandon

Följande är utdrag ur listan av alla kommandon som finns till respektive kommandopaketer. Alla kommandon finns inte med i listan nedan, ett urval har gjorts utifrån vilka kommandon som kan vara till nytta under kursen. Observera att detta inte betyder att *alla* dessa kommandon måste användas eller att inga andra kommandon kan användas.

Control Toolbox

Control System Toolbox.

Version 4.2 (R11) 15-Jul-1998

Creation of LTI models.

tf - Create a transfer function model.
ss - Create a state-space model.

Data extraction.

tfdata - Extract numerator(s) and denominator(s).
ssdata - Extract state-space matrices.

Model dimensions and characteristics.

size - Model sizes and order.

Conversions.

tf - Conversion to transfer function.
ss - Conversion to state space.
c2d - Continuous to discrete conversion.
d2c - Discrete to continuous conversion.

Overloaded arithmetic operations.

+ and - - Add and subtract LTI systems (parallel connection).
* - Multiply LTI systems (series connection).
^ - LTI model powers.
' - Pertransposition.
, ' - Transposition of input/output map.
stack - Stack LTI models/arrays along some array dimension.
inv - Inverse of an LTI system.

Model dynamics.

pole, eig - System poles.
zero - System (transmission) zeros.
pzmap - Pole-zero map.
dcgain - D.C. (low frequency) gain.
norm - Norms of LTI systems.

State-space models.

ctrb, obsv - Controllability and observability matrices.
minreal - Minimal realization and pole/zero cancellation.

Time response.

step - Step response.

Frequency response.

- bode - Bode plot of the frequency response.
- sigma - Singular value frequency plot.
- evalfr - Evaluate frequency response at given frequency.

Matrix equation solvers.

- lyap - Solve continuous Lyapunov equations.

Polynomial Toolbox

Polynomial Toolbox.

Version 2.0 06-May-1999

Global Structure.

- pinit - Initialize the Polynomial Toolbox.

Polynomial Matrix Object.

- deg - Extract various degrees matrices.
- lcoef - Extract various leading coefficient matrices.

Convertors.

- lmf2rmf - Left-to-Right conversion of mfd.
- lmf2ss - LMF to Observer-form realization (A,B,C,D).
- lmf2tf - LMF to Control System Toolbox transfer function.
- lti2lmf - LTI object to Left Polynomial Matrix Fraction.
- lti2rmf - LTI object to Right Polynomial Matrix Fraction.
- root2pol - Construct polynomial matrix from its zeros and gains.
- ss - LMF or RMF to LTI object in state space form.
- ss2lmf - State space to left matrix fraction conversion.
- ss2rmf - State space to right matrix fraction conversion.
- tf - LMF or RMF to LTI object in transfer function form.
- tf2lmf - Control System Toolbox Transfer Function to LMF.
- tf2rmf - Control System Toolbox Transfer Function to RMF.

Overloaded functions

- conj - Polynomial matrix complex conjugate.
- det - Compute determinant of square polynomial matrix.
- diag - Extract diagonals and create diagonal matrices.
- inv - Inverse of a polynomial matrix.
- norm - Polynomial matrix norms.
- null - Null space of a polynomial matrix.
- pinv - Pseudoinverse of polynomial matrix.
- polyval - Evaluate a polynomial matrix.
- rank - Polynomial matrix rank.
- roots - Find polynomial matrix roots.
- size - Polynomial matrix dimensions.

Advanced operations

- minbasis - Minimal polynomial basis.
- stabint - Stability interval of uncertain polynomial matrices.

Canonical and Reduced Forms

colred - Column reduced form of a polynomial matrix.
hermite - Hermite form of a polynomial matrix.
rowred - Row reduced form of a polynomial matrix.
smith - Smith form of a polynomial object.

Equation solvers

axb - Solution of $AX = B$.