

CONTROLLI AUTOMATICI LS
Ingegneria Informatica

Simulazione di sistemi non lineari
Assegnamento dei poli
Discretizzazione

Gianni Borghesan

gianni.borghesan@unibo.it

- Sistema non lineare dinamico

$$\dot{x}_1 = -3x_1 + u \cos(x_2) + x_3 + \frac{3}{2}\pi - 1$$

$$\dot{x}_2 = -\sin(2x_1) + \sin(2x_2)$$

$$\dot{x}_3 = 2u \cos(2x_2) + x_3 + 1$$

$$y = x, \text{ ingresso } u$$

- Costruire il modello Simulink utilizzando il blocco MATLAB FUNCTION
- Costruire il modello linearizzato, studiare la stabilità con il metodo della Linearizzazione di Lyapunov nel punto

$$x_{pe} = [\pi/2 \ \pi/2 \ 1]', \quad u_e = 1$$

```
function [ xdot ] = statoNL( in )
% stato x=[in(1) in(2) in(3) ]'           ingresso u= in(4)

xdot(1)=-3*in(1)+in(4)*cos(in(2))+in(3)+3*pi/2 -1;
xdot(2)=-sin(2*in(1))+ sin(2*in(2));
xdot(3)=2*in(4)*cos(2*in(2))+in(3)+1;

end
```

- Per calcolare la matrice Jacobiana del sistema utilizzare i comandi
 - `syms x1 x2 ...`
Per dichiarare le variabili simboliche
 - `f=sin(x1)+ ...`
Per dichiarare una funzione di tali variabili
 - `df=diff(f,x1)`
Per ottenere la derivata parziale rispetto ad una variabile
 - `subs{(df,{x1,x2,...},{1,3,...})}`
Per valutare la funzione in un dato punto
- *Comandi utili:*
- Nel caso la funzione `subs` non ritorni una variabile non simbolica (quando tutte le variabili simboliche sono state sostituite con valori numerici) si può forzare la conversione a `double` con il comando:
`double()`
- Per forzare a risolvere alcuni calcoli lasciati indicati si può usare i comandi
`digits(5)` % numero di cifre decimali
`vpa(x)` % x risultato di `subs` o funzione simbolica.

- Verificare la completa raggiungibilità del sistema e quindi la possibilità di allocare arbitrariamente i poli
- Costruire la retroazione per il sistema lineare, in modo da allocare i poli del sistema retroazionato sul semiasse reale negativo negativo;
(ad es. -10 -15 -20)
- Utilizzare il comando
`-place(Ac,Bc,[-10 -15 -20])`
- Nota:
Il comando `place` non riesce a mettere poli con molteplicità multipla quando la matrice B ha un unico ingresso...

The "place" command cannot place poles with multiplicity greater than $\text{rank}(B)$

- Inserire il blocco di retroazione nei sistemi non lineare e linearizzato, e confrontarne le uscite al variare di ingressi e condizioni iniziali

- Discretizzare il sistema lineare, scegliendo un opportuno tempo di campionamento (si consideri $a=10$)
nella scelta della ω si consideri la risposta in frequenza di tutti gli stati

$$\frac{2\pi}{10\alpha\omega_c} \leq T_c \leq \frac{2\pi}{\alpha\omega_c},$$

- La matrice P di raggiungibilità è la stessa...
- Costruire la matrice Kd in modo da allocare i poli nel cerchio unitario
ad es. $[1/4 \ 1/3 \ 1/2]$
- Simulare i sistemi lineare e linearizzato includendo lo "zero order hold" e l'anello di retroazione della stato
- (ricordarsi di discretizzare anche i segnali di ingresso)

CONTROLLI AUTOMATICI LS

Simulazione di sistemi non lineari
Assegnamento dei poli
Discretizzazione
FINE

Gianni Borghesan

gianni.borghesan@unibo.it