

Appello Modellistica e Simulazione

Docente: C. Carnevale

Istruzioni

- Non verranno valutate risposte in assenza di adeguata giustificazione.
- Non possono essere usati libri, appunti, siti web, codice e schemi preparati precedentemente alla prova.
- Giustificare ogni risposta data attraverso o i passaggi matematici o i comandi (o le porzioni di codice) matlab utilizzati per la risoluzione.
- Leggere attentamente le domande e rispondere con precisione ai soli quesiti richiesti.
- **La consegna può essere effettuata secondo una delle due seguenti modalità:**
 - **Un file pdf per esercizio contenente le risposte suddivise per le singole domande (verificare che quanto richiesto nelle singole domande sia TUTTO presente nel file).**
 - **Un file per ogni domanda, come da indicazioni nel testo.**
- la durata della prova è di **2h30m**

Esercizio 1

La gestione della produzione di melange sul pianeta Arrakis è di fondamentale importanza per l'economia della galassia. La produzione di tale spezia, fondamentale per i viaggi spaziali può essere modellizzata come segue:

- La quantità di melange (x_1) aumenta con una velocità proporzionale (coefficiente 2) al numero dei vermi delle sabbie di Arrakis e diminuisce con una velocità proporzionale (coefficiente 0.5) alla quantità di spezia raccolta e utilizzata per la navigazione spaziale. Purtroppo, parte del melange viene perso, provocando una riduzione di x_1 ad una velocità pari a $0.1x_1$
 - La dinamica dei vermi delle sabbie (x_2) segue un andamento logistico avente capacità portante pari a 100. Al fine di limitare la proliferazione dei vermi delle sabbie è attiva tra la popolazione Fremen la caccia ai vermi che provoca una riduzione del numero dei vermi ad una velocità pari a $0.9x_2$.
1. Modellizzare il sistema, prestando attenzione al segno dei diversi termini nelle equazioni.
 2. Calcolare i punti di equilibrio del sistema e studiarne la stabilità a fronte di una quantità di spezia raccolta pari a 1. Evidenziare eventuali criticità nel sistema e/o nella modellizzazione deducibili dal calcolo.

CONSEGNARE:

- NOME FILE: ES1
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: le risposte alle domande (1) e (2).

Esercizio 2

Dato il seguente sistema non lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 3 * (x_1^2 + x_1) * x_2 \\ \dot{x}_2 = -4x_2 + x_1 - x_2 * u + 3 * u \end{cases}$$

$$y = 5x_2 \qquad y = 2x_1$$

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. Calcolare e studiare la stabilità dei punti di equilibrio del sistema per $u=0$.
2. Valutare quale delle due uscite possa essere utilizzata per la linearizzazione del sistema (supponendo in questo caso lo stato misurabile o stimabile).
3. Progettare il controllo linearizzante (se possibile) utilizzando l'uscita stabilita al punto (2).
4. Determinare un controllo in retroazione per la regolazione a 0 dello stato che permetta di avere dinamica definita dalla coppia di autovalori $[a_1; 2*a_1]$, dove a_1 deve permettere al sistema (considerando la linearizzazione "perfetta") di raggiungere l'equilibrio in un tempo $T=2s$.

CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):

- NOME FILE: ES2_a
- TIPO FILE: .m
- CONTENUTO: lo script MATLAB richiesto con i commenti necessari per giustificare le scelte (Utilizzare il simbolo % per inserire i commenti). **Inserire come commento:**
 - I valori dei punti di equilibrio, la loro classificazione (quando possibile), e le informazioni necessarie alla loro classificazione;
 - l'espressione del controllo linearizzante;
 - l'espressione della legge di controllo per il sistema linearizzato e il valore dei parametri calcolati.

(b) Simulare il sistema controllato, a partire dalla condizione iniziale $x_0=[3;5]$.

CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):

- – NOME FILE: ES2_b1
 - TIPO FILE: pdf/jpeg/png
 - CONTENUTO: schema simulink utilizzato per la simulazione
- – NOME FILE: ES2_b2
 - TIPO FILE: pdf/jpeg/png
 - CONTENUTO: grafico dell'uscita

Esercizio 3

Si vuole prevedere a 1 anno l'andamento del livello delle acque nel golfo di Manila in funzione dell'anomalia di temperatura. Si hanno a disposizione (file `manila_sea.mat`, TUTTI DATI VALIDI) i dati **mensili** di livello del mare (sealevel) e di anomalia di temperatura (`ta`). La relazione causa-effetto tra le due quantità ha le seguenti caratteristiche:

- L'impatto dell'anomalia di temperatura, data la lentezza del fenomeno, si inizia a vedere dopo un anno sul livello del mare;
- La memoria della parte autoregressiva del sistema è pari al massimo pari a 2.
- La memoria della parte esogena è pari al massimo pari a 1.

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di identificare il modello migliore in termini di MAE per il problema specifico, nel rispetto delle configurazioni richieste. Evidenziare eventuali criticità nella stima dei parametri per il modello selezionato. Utilizzare 170 dati del dataset per l'identificazione (i primi) e i restanti la validazione.

CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):

- NOME FILE: `ES3_a`
- TIPO FILE: `.m`
- CONTENUTO: script necessario alla risoluzione del problema. Riportare nei commenti il modello e il valore del MAE.

(b) Si vuole utilizzare il modello identificato per prevedere il valore del livello del mare con un anticipo almeno annuale, al fine di poter prendere con relativo anticipo le contromisure adeguate. Considerando una soglia di correlazione di 0.6 come soglia di accettabilità delle prestazioni, indicare con quanti anni di anticipo si possono effettuare adeguatamente le previsioni.

CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):

- NOME FILE: `ES3_b`
- TIPO FILE: `.pdf`
- CONTENUTO: La risposta alla domanda indicata e le correlazioni calcolate a supporto della risposta.

(c) Indicare se l'utilizzo della anomalia di temperatura porta ad un miglioramento consistente della correlazione a 1 e 2 anni.

CONSEGNARE (nel caso NON si invii un file unico):

- NOME FILE: `ES3_c`
- TIPO FILE: `.pdf`
- CONTENUTO: La risposta alla domanda indicata e le correlazioni calcolate a supporto della risposta.