

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 Laghetti Estremi SpA vi commissiona la modellizzazione della evoluzione di due specie in uno dei suoi laghi per la pesca sportiva, contenente squali e crostacei. Le informazioni fornite in merito al process sono le seguenti:

- Il sistema è da considerarsi a tempo continuo.
- Quando i crostacei (x_1) erano da soli nel lago, la loro dinamica era ben rappresentata da una velocità di variazione istantanea nel tempo che era data dalla somma di 2 componenti:
 - la prima era rappresentabile attraverso una curva logistica, avente asintoto orizzontale K ;
 - la seconda rappresentava la variazione dovuta alla pesca, che causava una diminuzione di velocità costante pari p_1 ;
- Se considerati da soli, gli squali (x_2) tendevano a estinguersi con velocità proporzionale alla loro quantità (coefficiente τ);
- Quando gli squali vengono messi nello stesso laghetto dei crostacei le due dinamiche vengono influenzate da un addendo proporzionale alla probabilità di incontro tra le due specie (coefficiente α_1 per crostacei e α_2 per gli squali).
- Considerare tutti i parametri K , α_1 , α_2 e p_1 positivi e quindi rendere esplicito il segno del loro impatto nella modellizzazione.

CONSEGNARE:

- NOME FILE: ES1
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: la modellizzazione del sistema, indicando le variabili di stato, le uscite, gli input manipolabili e quelli non manipolabili.

Esercizio 2

Dato il seguente sistema non lineare:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = (x_1^2 + x_1) * x_2 \\ \dot{x}_2 = -4x_2 + x_1 - x_2 * u + 3 * u \\ y = 5x_1 \end{cases}$$

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di:

1. Calcolare e studiare la stabilità dei punti di equilibrio del sistema per $u=0$.
2. Progettare il controllo linearizzante attraverso I-O linearization.
3. Determinare un controllo in retroazione per la regolazione a 0 dello stato che permetta avere dinamica definita dalla coppia di autovalori $[a1; 2*a1]$, dove $a1$ 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 modellizzare l'impatto delle emissioni di CO₂ sull'anomalia di temperatura per poter realizzare successivamente un sistema di controllo basato su interventi sulle emissioni.

(a) Scrivere uno script MATLAB che permetta di identificare e validare i modelli che legano emissioni e anomalia di temperatura, tenendo conto che:

- Il tempo di campionamento è di 1 anno.
- I dati sono contenuti nel file `climate.mat` (c1: emissioni di CO₂; c2: emissioni di CH₄, c3: anomalia di temperatura) e sono TUTTI DATI VALIDI.
- Non si conoscono ritardi apprezzabili tra le variazioni delle emissioni e il loro impatto sull'anomalia di temperatura.
- Si vuole mantenere un modello che abbia al massimo 2 coefficienti per la parte autoregressiva e 2 per quella esogena.
- Si utilizzano 400 dati del dataset per l'identificazione (i primi) e i restanti la validazione.
- Selezionare il modello migliore per il problema in esame sulla base del MAE.

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

- NOME FILE: ES3_a
- TIPO FILE: .m
- CONTENUTO: script necessario alla risoluzione del problema.

(b) Presentare per il modello migliore:

- la struttura del modello
- le prestazioni sul dataset di validazione in termini di MAE e correlazione.
- l'intervallo di confidenza al 95% dei parametri stimati

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

- NOME FILE: ES3_b
- TIPO FILE: .pdf
- CONTENUTO: La risposta alla domanda indicata (si possono fare tabelle differenti per ogni modello).