

- a) Tecniche di System Identification e Stabilizzazione per il Pendolo Inverso.**
- b) Machine Learning per l'Identificazione e il Controllo di un Pendolo Inverso.**

Indice

Introduzione

- Contesto e motivazioni (?)
- Obiettivi della tesi
- Struttura del lavoro (anticipazione sintetica dei seguenti capitoli)

Capitolo 1: Il Pendolo Inverso

- 1.1 Descrizione del sistema
- 1.2 Sfide nella stabilizzazione

Capitolo 2: Modellazione del Sistema

- 2.1 Modellazione fisica: equazioni del moto
- 2.2 Simulazione in ambiente software
- 2.3 Linearizzazione e modello spazio stato

Capitolo 3: Stabilizzazione PID e Generazione Dati

- 3.1 Progettazione di un controllore PID base
- 3.2 Stabilizzazione preliminare del sistema simulato
- 3.3 Acquisizione di dati input-output dal modello stabilizzato
- 3.4 Analisi dei dati e preparazione per l'identificazione

Capitolo 4: Identificazione del Modello con Machine Learning

- 4.1 Introduzione all'identificazione di sistemi
- 4.2 Tecniche di Machine Learning per l'identificazione (regressione e tecniche fornite dal SI toolbox di Matlab)
- 4.3 Training e validazione del modello identificato
- 4.4 Confronto tra modello fisico e modello ML

Capitolo 5: Progetto del Controllore State Feedback

- 5.1 Richiami teorici sul controllo a retroazione di stato
- 5.2 Pole-placement (manualmente o con tecniche come LQR) e calcolo del guadagno K
- 5.3 Implementazione e simulazione del controllore
- 5.4 Verifica della stabilità e prestazioni del sistema a ciclo chiuso

(?) Capitolo 6: Calibrazione PID con Machine Learning

- 6.1 Applicazione dell'intelligenza artificiale al tuning PID
- 6.2 Risultati comparativi

Capitolo 6: Implementazione su Sistema Reale

- 6.1 Descrizione dell'hardware e dell'ambiente sperimentale
- 6.2 Porting del controllore PID sul sistema fisico
- 6.3 Test sperimentali e risultati
- 6.4 Considerazioni sulla mancata stabilizzazione con state feedback
- 6.5 Confronto tra simulazione e realtà

Conclusioni e Sviluppi Futuri

- Sintesi dei risultati ottenuti
- Vantaggi e limiti delle tecniche analizzate
- Implementazioni su sistema reale

Appendici

- Codici MATLAB e di altro software
- Parametri utilizzati nei modelli
- Tabelle e grafici supplementari