

SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

"ALGORITMI DISTRIBUITI E PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI CONTROLLO
SU RETE"

SSD ING-INF/04

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE E ROBOTICA

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: SABATO MANFREDI

TELEFONO: 081-7683845

EMAIL: SABATO.MANFREDI@UNINA.IT

INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

SEMESTRE: II

CFU: 6

INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

Nessuno

EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base sui sistemi di controllo a ciclo chiuso.

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha lo scopo di:

- fornire allo studente le competenze per l'analisi, la progettazione e il dimensionamento dei "sistemi di controllo su rete" (Networked Control Systems-NCSs) e dei "sistemi cyber-fisici" (Cyber-Physical Systems-CPSs) impiegati per il monitoraggio e il controllo dei processi distribuiti su rete;
- approfondire le tecniche di sintesi di algoritmi distribuiti, resilienti e fault-tolerant per la stima, il controllo e l'ottimizzazione su rete, applicabili ai moderni sistemi cyber-fisici presenti in ambito industriale (Smart Factory - Industria 4.0, sistemi di elaborazione distribuita, Internet of Things) e civile/sociale (Smart City, reti e infrastrutture di comunicazione);
- illustrare le metodologie introdotte attraverso esempi di progettazione integrata software/hardware di rappresentativi sistemi cyber-fisici.

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo intende fornire agli studenti gli strumenti metodologici per l'analisi e la progettazione software/hardware dei moderni sistemi di controllo su rete e dei sistemi cyber-fisici. Lo studente deve dimostrare di avere appreso quali sono i requisiti peculiari delle componenti software e hardware dei sistemi di controllo su rete e dei sistemi cyber-fisici dedicati al monitoraggio e controllo dei principali processi industriali e civili. Lo studente dovrà inoltre dimostrare la conoscenza delle fasi principali della progettazione integrata software/hardware di un sistema cyber-fisico e della sintesi dei relativi algoritmi distribuiti di controllo, stima e ottimizzazione. Lo studente deve infine dimostrare di aver compreso il ruolo delle tecniche di validazione degli algoritmi e di valutazione delle performance di un sistema cyber-fisico mediante strumenti di simulazione.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di sapere formalizzare le specifiche di funzionamento di un sistema di controllo su rete e di un sistema cyber-fisico individuando i requisiti prestazionali del sistema di controllo e della rete, anche in termini di autonomia energetica. A partire dalle specifiche formali di rappresentativi sistemi cyber-fisici, poi, lo studente deve dimostrare di sapere sviluppare semplici algoritmi distribuiti per il monitoraggio, il controllo e l'ottimizzazione su rete, e di essere in grado di dimensionare i principali componenti hardware per la loro implementazione. Infine, lo studente dovrà mostrare la capacità di progettare i test di validazione degli algoritmi e del sistema cyber-fisico nel suo complesso avvalendosi anche dell'utilizzo di semplici simulatori.

PROGRAMMA-SYLLABUS

1. Introduzione ai sistemi di controllo su rete e ai sistemi cyber-fisici
 - 1.1 Processi complessi, distribuiti su rete e su larga scala
 - 1.2 Sistemi di controllo remoto
 - 1.3 Architetture centralizzate, decentralizzate e distribuite
 - 1.4 Algoritmi distribuiti
 - 1.5 Definizione e specifiche dei sistemi cyber-fisici e degli algoritmi distribuiti
 - 1.6 Esempi applicativi

2. Modello multi-layer dei sistemi cyber-fisici
 - 2.1 Livello “applicazione”
 - 2.2 livello “rete”
 - 2.3 livello “fisico”
 - 2.4 Specifiche del livello applicazione, rete e fisico
3. Algoritmi distribuiti, progettazione e dimensionamento di un sistema cyber-fisico
 - 3.1 I sistemi multi-agente e gli algoritmi di consenso
 - 3.2 Progettazione del sistema di controllo a livello rete
 - 3.3 Sintesi di algoritmi distribuiti per il controllo di traffico, di congestione e bilanciamento del carico
 - 3.4 Progettazione del sistema di controllo a livello applicazione
 - 3.5 Sintesi di algoritmi cooperativi di stima, ottimizzazione e controllo su rete
 - 3.6 Autonomia energetica e “Energy Harvesting” in sistemi cyber-fisici. Algoritmi distribuiti di gestione energetica
 - 3.7 Analisi di stabilità, convergenza e complessità computazionale degli algoritmi distribuiti
4. Resilienza e robustezza del sistema cyber-fisico e degli algoritmi distribuiti
 - 4.1 Effetti dei ritardi di comunicazione, delle perdite dati, del rumore di misura e di canale, e incertezze parametriche sulle prestazioni del sistema cyber-fisico
 - 4.2 Algoritmi distribuiti robusti, resilienti agli attacchi a livello di segnale e fault-tolerant
5. Algoritmi distribuiti per sistemi cyber-fisici basati su reti di sensori/sistemi embedded, reti di calcolatori, sistemi di elaborazione, flotte di droni e veicoli
6. Esempi di applicazione delle metodologie introdotte al progetto integrato software/hardware di rappresentativi sistemi cyber-fisici per le Smart City e le Smart Factory (Industria 4.0)

MATERIALE DIDATTICO

- Appunti integrativi delle lezioni disponibili sul sito docenti
- S. Manfredi, “Multilayer Control of Networked Cyber-Physical Systems. Application to Monitoring, Autonomous and Robot Systems”. Advances in Industrial Control, Springer, 2017
- A. Bemporad, M. Heemels, M. Vejdemo-Johansson, “Networked Control Systems”, Lecture Notes in Control and Information Sciences, Springer, 2010

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà:

- a) lezioni frontali per circa il 50% delle ore totali;
- b) esercitazioni in aula mediante l'utilizzo di strumenti di simulazione e/o in laboratorio per circa il 50% delle ore totali

VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	