

ELECTRICAL, ELECTRONICS AND COMMUNICATIONS ENGINEERING

PNRR Ammin/Bylogix - Sistemi di Controllo per Veicoli Elettrici e Fuel Cell

Funded By	Politecnico di TORINO [P.iva/CF:00518460019] BYLOGIX SRL [P.iva/CF:09518741005]
Supervisor	NOVARA CARLO - carlo.novara@polito.it
Contact	Pasquale Marasco Davide Colombo
Context of the research activity	<p>La tematica del progetto rientra nel contesto dei sistemi di controllo per veicoli a trazione elettrica/fuel cell e consiste di tre filoni principali: (1) modellizzazione combinata fisica/machine learning; (2) progetto di algoritmi di controllo predittivo; (3) test degli algoritmi di controllo in simulazione, a banco e su prototipo. Verranno curati gli aspetti riguardanti la compatibilità con le normative della ISO 21434 Cybersecurity Automotive e ISO 26262 Functional Safety ed una particolare attenzione verrà data ai costi sia delle componenti sia del processo di sviluppo. Lo scopo finale è quello di realizzare una soluzione HW/SW, partendo dal design dell'elettronica, la scrittura del codice per le azioni di controllo fino alle attività di testing e validazione sia a banco che su veicolo prototipale.</p> <p>Progetto finanziato nell'ambito del PNRR - Bando NODES - CUP E13B22000020001</p>
	<p>Il progetto punta a sviluppare un sistema di controllo innovativo per veicoli a trazione elettrica/fuel cell. Lo scopo è quello di realizzare una soluzione HW/SW, partendo dal design dell'elettronica, la scrittura del codice per le azioni di controllo fino alle attività di testing e validazione sia a banco che su veicolo prototipale.</p> <p>Le tradizionali tecniche di sviluppo di algoritmi applicate al contesto delle Fuel cell devono fare i conti con la complessità della modellazione del sistema fisico nonché ad una corretta parametrizzazione delle celle. Gli attuali controlli richiedono alte prestazioni di calcolo ma non raggiungono le performance attese; in definitiva, sono necessari approfondimenti e studi con aggravio sui tempi di sviluppo e sui costi. Fatte queste premesse, attraverso l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale sarà possibile raccogliere ed elaborare un numero di dati maggiore, ottenere una riduzione dei tempi di processamento con conseguente riduzione dei costi e, infine, potrà essere innescato un processo di apprendimento incrementale tipico dei processi di Machine Learning.</p>

Objectives

Ulteriori elementi di innovatività sono da ricercare nella selezione di componenti HW che avranno caratteristiche di compatibilità con le normative della ISO 21434 Cybersecurity Automotive e ISO 26262 Functional Safety. In generale, tutto il processo di sviluppo del sistema embedded ricadrà all'interno del perimetro della progettazione secondo i più attuali standard di sicurezza funzionale e informatica.

Fatte salve le prestazioni e le performance standard, una particolare attenzione verrà data al tema dei costi sia delle componenti sia del processo di sviluppo al fine di favorirne una riduzione e avvicinare in maniera proattiva le applicazioni di tali soluzioni in contesti reali.

Le attività di ricerca previste sono le seguenti:

(1) Sviluppo di tecniche innovative di modellizzazione di sistemi dinamici.

o Tali tecniche saranno basate su una combinazione ottimale di metodi classici di modellizzazione

fisica e metodi di tipo data-driven/machine learning.

o I modelli ottenuti utilizzando queste tecniche saranno composti da due parti principali: Una parte

basata su leggi fisiche, che permetterà di preservare l'interpretabilità e la capacità di generalizzazione dei modelli identificati. Un'altra parte di tipo black-box, che permetterà di catturare le dinamiche non facilmente modellizzabili usando leggi fisiche, e aumenterà la capacità predittiva dei modelli.

o Le tecniche sviluppate verranno utilizzate per l'identificazione di modelli di veicoli a trazione elettrica e fuel cell, utilizzando dati simulati e sperimentali.

(2) Progetto di algoritmi di controllo predittivo per sistemi complessi.

o Verranno sviluppati algoritmi avanzati di controllo predittivo (Model Predictive Control, MPC).

L'approccio MPC è basato su due operazioni fondamentali, svolte in real-time: predizione e ottimizzazione. L'approccio presenta diversi vantaggi rispetto ad altri metodi di controllo: capacità di controllare sistemi non lineari complessi in presenza di vincoli sulle variabili; possibilità di utilizzare diversi criteri di ottimalità; elevate prestazioni; trade-off sistematico fra prestazioni e consumo energetico.

o La predizione è chiaramente un'operazione vitale per il corretto funzionamento dell'algoritmo. Questa predizione verrà svolta da un modello costruito mediante le tecniche descritte nell'obiettivo 1.

o L'approccio MPC richiede di risolvere in real-time un problema di ottimizzazione complesso, ma gli algoritmi standard disponibili nelle varie librerie Matlab, Python, C++, etc, in molti casi non permettono un'ottimizzazione in tempi sufficientemente brevi. Verranno quindi sviluppati e paragonati alcuni metodi ad-hoc di ottimizzazione, che permetteranno l'implementazione real-time dei sistemi del controllo MPC progettati.

o Gli algoritmi MPC progettati verranno utilizzati per il controllo della linea powertrain in veicoli a trazione elettrica e fuel cell.

(3) Testing/validazione degli algoritmi di controllo.

o Gli algoritmi MPC verranno testati prima utilizzando modelli semplificati del veicolo (ottenuti

mediante le tecniche descritte nell'obiettivo 1), e successivamente utilizzando un modello high-fidelity del veicolo.

o Gli algoritmi MPC verranno poi testati/validati a banco prova e infine su un veicolo prototipale.

Skills and competences

Competenze richieste:

- Nozioni di base sui sistemi dinamici ed i controlli automatici.

- Tecniche avanzate di progetto di controllori per sistemi lineari e nonlineari.

**competencies
for the
development of
the activity**

- Nozioni di base su ottimizzazione e machine learning.
- Tecniche di model-based design.
- Programmazione in Matlab e sviluppo di modelli in Simulink.
- Programmazione in C++ e, possibilmente, in Python.