

Progetto di Ricerca e Piano di Attività per l'Assegno di Ricerca dal Titolo:

“Sviluppo e applicazione di algoritmi di machine learning/adaptive learning per l'analisi dei dati da sala prova e da vettura”

PROGETTO DI RICERCA

Il presente progetto di ricerca consiste nello sviluppo di algoritmi di gestione e analisi dei dati provenienti dai sensori utilizzati sia in sala prova che in vettura. Considerando i dati forniti dai sensori come output e i parametri di controllo degli attuatori come input, attraverso algoritmi di machine learning, si vuole realizzare un modello predittivo del funzionamento motore che permetta di automatizzare in ambiente virtuale il processo di ottimizzazione dei parametri di controllo (calibrazione virtuale).

Per adempiere a questa funzione il modello deve essere costruito ricercando il giusto compromesso tra rapidità di calcolo e accuratezza nella rappresentazione del fenomeno fisico, per questo si tratterà di modelli control-oriented in ambiente di simulazione 0D o 1D.

I principali vantaggi legati alla calibrazione virtuale sono:

- Riduzione dei costi: non sono necessarie attività in cella
- Riduzione dei tempi di calibrazione: non sono necessarie iterazioni trial and error
- Aumento della flessibilità: possibilità di gestire più parametri contemporaneamente in ambiente virtuale

La calibrazione virtuale costituisce un importante step verso l'ottimizzazione dei tempi e dei costi delle procedure di calibrazione, tuttavia è necessario raffinare ed ottimizzare i risultati ottenuti in ambiente virtuale sul sistema fisico sperimentale, sia a causa delle inevitabili imperfezioni del modello predittivo che a causa delle difficoltà nella modellazione fisica di alcuni parametri prestazionali, come ad esempio la guidabilità.

Dunque, si rendono necessarie prove al banco e/o in vettura, seppure drasticamente ridotte grazie all'introduzione della metodologia di calibrazione virtuale. Pertanto, il progetto di ricerca intende sviluppare anche soluzioni che consentano di ridurre i tempi e costi di questa fase. Una possibile soluzione consiste, dapprima, nell'individuazione di manovre e pattern di funzionamento del powertrain particolarmente significativi a partire dall'analisi di dati acquisiti on-board durante i test di sviluppo, sulla base dei quali sia possibile progettare una serie di test dinamici a banco, specifici e ripetibili. Durante l'esecuzione di questi test, introducendo opportune funzioni di costo, in termini di emissioni, di consumo energetico, ma anche di prestazione e guidabilità, sarà possibile applicare tecniche di machine learning/adaptive learning per identificare, attraverso un processo iterativo di “riempimento” delle Look-Up-Tables, i parametri di calibrazione ottimali che minimizzino le funzioni di costo, compatibilmente con i vincoli imposti (temperature massime, livelli di detonazione, ecc...).

Infine, l'ultimo aspetto che il progetto di ricerca si propone di affrontare nell'ambito dello sviluppo di nuovi propulsori e veicoli, riguarda l'introduzione di metodologie che consentano di validare sperimentalmente l'affidabilità dei componenti riducendo i costi e il tempo necessario per effettuare questo tipo di test, nonché i cosiddetti “fattori di sicurezza”, intesi sia dal punto di vista della progettazione dei componenti che in termini di procedure di test che siano efficaci nello “stressare” e nell'evidenziare i limiti dei componenti più critici).

La ricerca intende quindi definire una metodologia per:

- strumentare i veicoli in fase di sviluppo con sensoristica specifica (sensori di pressione in camera, strumentazione per la misura di correnti, tensioni e temperature dei componenti elettrici, accelerometri e giroscopi,...) e sistemi di acquisizione e trasmissione dei dati (4/5G, Wi-Fi,...)
- analizzare i dati acquisiti attraverso algoritmi di classificazione, clusterizzazione, regressione e riduzione di dimensionalità per estrarre le manovre e le condizioni al contorno tipicamente più critiche dal punto di vista affidabilistico, e impostare test automatici a banco motore che le riproducano e consentano di isolare i limiti dei componenti e di fornire alla progettazione indicazioni per l'incremento della loro affidabilità
- sviluppare modelli che, implementati in tempo reale su cloud, o fatti girare off-line nel momento in cui il veicolo rientra in laboratorio [9], consentano di confrontare i parametri affidabilistici calcolati sotto l'ipotesi di un funzionamento nominale dei componenti rispetto a quelli misurati a bordo, per consentire l'individuazione preventiva di potenziali guasti o di derive/anomalie funzionali (diagnostica preventiva)

PIANO DI ATTIVITA'

L'attività di ricerca si articolerà secondo le seguenti fasi, inizialmente in ambiente virtuale:

- Approfondimento e studio delle metodologie e degli algoritmi di machine learning/adaptive learning
- Realizzazione di un modello control-oriented per l'implementazione della calibrazione virtuale

E quindi, nella seconda fase di attività, con test a banco:

- Identificazione di manovre significative e/o critiche (in termini di emissioni, consumi o prestazioni) che siano rappresentative del funzionamento motore
- Definizione di opportuni test dinamici a banco per replicare le manovre definite al punto precedente

Risultati attesi

L'obiettivo finale di questo primo anno di attività è quello di integrare in maniera sinergica la tecnologia del machine learning e dell'intelligenza artificiale all'ambito automotive, focalizzandosi su nuove metodologie di raccolta, organizzazione e analisi dati che rendano i processi di calibrazione e test sul motore più efficienti. Ciò permetterà di implementare, in una fase successiva dell'attività, il concetto di calibrazione virtuale e di ridurre la quantità e la durata dei test al banco e su vettura, focalizzando la fase di testing su un ridotto numero di manovre e pattern di funzionamento significativi. Di conseguenza si avrà una significativa riduzione dei tempi e dei costi in fase di sviluppo motore.

Il Tutor

Prof. Nicolò Cavina



Bologna, 21/07/2020