

Stima dei carichi a terra in veicoli a due ruote tramite strumentazione ibrida e utilizzo di tecniche di apprendimento automatico

Thursday 3 September 2026 12:15 (15 minutes)

I carichi derivanti dal contatto pneumatico-suolo nei veicoli a due ruote rappresentano un'informazione cruciale per la progettazione strutturale e funzionale basata su condizioni d'uso reali, poiché consente di collegare in modo quantitativo manovre, profili di missione e variabilità dell'ambiente stradale alle sollecitazioni effettivamente trasmesse a telaio e componenti. Ciò ha ricadute dirette sul dimensionamento a fatica dei componenti strutturali e dei sottosistemi veicolo, sulla taratura di sospensioni/freni e nelle valutazioni NVH. Nella pratica industriale, tali grandezze sono però difficili da ottenere in modo continuativo: le misure dirette richiedono una strumentazione "heavy" (sensori dedicati, componenti prototipali e procedure di calibrazione), che è tipicamente limitata a specifiche campagne sperimentali; da un'altra parte i sensori "light" installabili in modo diffuso (IMU, accelerometri, spostamenti sospensioni, velocità ruota, ecc.) forniscono dati difficilmente sintetizzabili, tramite modelli analitici, per la stima delle forze a terra. In questo contesto, il presente contributo discute un approccio che combina strumentazione e modellazione data-driven per la costruzione di un digital twin "load-oriented"; nella fase di sviluppo e validazione del modello viene adottata una strumentazione "ibrida", intesa come acquisizione sincrona di misure "heavy" e misure "light" in-service; tali dataset ad alta fedeltà, eventualmente ampliati con simulazioni multibody ottenute tramite modelli validati, sono quindi utilizzati per addestrare regressori basati su AI/NN, opportunamente vincolati sulla base di condizioni di equilibrio, in modo da apprendere la correlazione dai segnali "light" ai carichi a terra. In prospettiva, il digital twin così definito è in grado di operare con la sola strumentazione "light", consentendo stime rapide/quasi real-time dei carichi a terra durante l'uso del veicolo. La disponibilità di carichi stimati in esercizio permette la generazione di database di carico e profili missione realistici e, in combinazione con metodi di valutazione del danno efficienti (ad es. nel dominio della frequenza), supporta una progettazione più consapevole dei nuovi modelli di telaio, consentendo di evitare sovradimensionamenti e inutili sprechi. Oltre a ciò, tale approccio può risultare utile per strategie di monitoraggio quasi real-time orientate alla manutenzione predittiva, con potenziale riduzione di guasti inattesi.

Primary author: Dr SGAMMA, Michele (CISUP - Università di Pisa)

Co-authors: BUCCHI, Francesco (Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale - Università di Pisa); Prof. FRENDI, Francesco (Università di Pisa); ROSELLINI, Walter (Piaggio & C. SpA)

Presenter: Dr SGAMMA, Michele (CISUP - Università di Pisa)

Session Classification: Automotive

Track Classification: Automotive