

Thesis title: “Control of an autonomous aerodynamic airshield for training Olympic 100m sprint athletes”

Titolo italiano: “Controllo di un uno scudo aerodinamico autonomo usato per l’allenamento di atleti olimpici nella disciplina dei 100m”

Abstract in italiano

La tesi studia l’applicazione di moderne ed avanzate tecniche di controllo ottimo nell’ambito di un’applicazione sportiva innovativa. Nello specifico il sistema prevede l’utilizzo di un go-kart elettrico a guida autonoma trainante uno scudo di plexiglass, da utilizzare durante l’allenamento degli atleti olimpionici specializzati nei 100m piani. Lo scudo isola gli atleti dall’influenza negativa della resistenza aerodinamica dell’aria permettendo il raggiungimento di velocità sopra massimali, impossibili da ottenere in normali condizioni.

L’obiettivo principale della tesi è quello di progettare un controllore opportuno che permetta di regolare autonomamente il go-kart e lo scudo aerodinamico in risposta alla posizione ed alla velocità del corridore durante l’esecuzione di una performance di sprint. Il principale contributo di questo lavoro risiede nello sviluppo di diversi controllori per l’esecuzione del compito richiesto: un Linear Quadratic Regulator (LQR) con Gain Scheduling ed un Linear Model Predictive Controller (MPC).

Tuttavia, avendo utilizzato un modello cinematico lineare come fondamento per la progettazione dello schema di controllo, il comportamento dinamico reale del go-kart con lo scudo risulta non perfettamente descritto dalle equazioni matematiche. Essendo, inoltre, i controllori sviluppati fortemente basati sul modello, e gli effetti dinamici non totalmente descritti, l’architettura di controllo potrebbe condurre ad una performance non ottimale del sistema. Per affrontare questa problematica è stato introdotto, come terza formulazione, uno schema Offset-free Model Predictive Control.

Per dimostrare l’efficacia dei controllori progettati, questi sono stati implementati e testati utilizzando, sia simulazioni in ambiente Python, sia test Hardware-in-the-loop. Nella tesi viene presentato ed analizzato un confronto delle performance dei tre controllori, utilizzando profili di velocità prelevati da competizioni di atletica di livello mondiale. Per i test Hardware-in-the-loop sul sistema reale i controllori sono stati implementati in ambiente ROS2. Diverse prove sul campo sono state effettuate in contesti di utilizzo reale, per comprendere e valutare i risultati ottenuti dal sistema usando le informazioni provenienti dai sensori.

In conclusione, questo sistema possiede un significativo potenziale per l'utilizzo quotidiano durante le fasi di allenamento di atleti professionisti sulla pista di atletica.