



Unione Europea



*Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca*



UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI SALERNO

Department of Industrial Engineering

***Ph.D. Course in Industrial Engineering
(XVI Cycle-New Series, XXX Cycle)***

**Development of techniques for the minimization
of fuel consumption in road vehicles via optimal
scheduling of velocity and gear shifting with
known road data**

ABSTRACT

Supervisors

Prof. Cesare Pianese

Prof. Ivan Arsie

Ph.D. student

Fabrizio Donatantonio

Ph.D. Course Coordinator

Prof. Ernesto Reverchon

Ph.D. Thesis Abstract: Development of techniques for the minimization of fuel consumption in road vehicles via optimal scheduling of velocity and gear shifting with known road data

Fabrizio Donatantonio

17 aprile 2018

Questo lavoro di tesi tratta il problema della riduzione del consumo di combustibile di veicoli stradali convenzionali, con maggiore enfasi sui veicoli commerciali medium e heavy duty. L'idea principale è quella di sfruttare tecnologie già disponibili per garantire, nel breve orizzonte temporale, la diffusione su larga scala e il massimo impatto delle tecniche proposte.

La conoscenza delle caratteristiche del percorso da percorrere amplia il paradigma del risparmio energetico dalla sola generazione di potenza da parte dell'unità motrice, verso lo sfruttamento di queste informazioni aggiuntive per minimizzare il consumo di combustibile. Il fine ultimo è, nello specifico, l'utilizzo della conoscenza del profilo di pendenza o elevazione per modulare la velocità del veicolo ed ottimizzare i cambi marcia. Il punto chiave è fornire la potenza meccanica disponibile in modo tale da massimizzare l'obiettivo finale: la distanza percorsa.

Al giorno d'oggi uno degli approcci utilizzati per inseguire questo obiettivo è l'ottimizzazione istantanea, basata su di un principio o di ottimalità, o euristico. D'altra parte, la maggioranza degli approcci presentati in letteratura, consiste nella formulazione e risoluzione di un problema di controllo ottimo. La risoluzione di quest'ultimo può essere affrontata attraverso tecniche di controllo ottimo o con la programmazione dinamica, al prezzo, tuttavia, di avere a che fare con un carico computazionale potenzialmente proibitivo nel caso non vengano fatte opportune assunzioni e semplificazioni sul modello.

In questo lavoro, con l'obiettivo di rendere pratico questo approccio, il problema di controllo ottimo è stato riformulato e diviso, con l'obiettivo di ottimizzare velocità veicolo e cambi marcia in due fasi sequenziali. La conseguente riduzione della complessità del problema ha consentito l'uso della programmazione dinamica per la sua risoluzione, con una drastica riduzione sia del tempo di calcolo, sia delle risorse hardware necessarie. In seguito, con le opportune modifiche alle equazioni del modello e alla funzione di costo, è stato sviluppato

e applicato un metodo iterativo basato sul gradiente, portando ad una considerevole riduzione dei requisiti di memoria ed una ulteriore riduzione del tempo di calcolo. Per il potenziale dimostrato dell'applicazione di quest'ultima tecnica, è stata depositata domanda di brevetto.

Un altro approccio normalmente utilizzato per ridurre il carico computazionale, consiste nel risolvere il problema di controllo ottimo su di un orizzonte di lunghezza limitata e aggiornare periodicamente la soluzione (receding horizon). Questo approccio porta con sé il vantaggio addizionale di un certo grado di adattività verso cambiamenti nell'ambiente circostante e disturbi imprevedibili. Sebbene non possa essere formalmente dimostrata l'ottimalità globale della soluzione ottenuta attraverso questo approccio, è possibile mostrare che una scelta accorta della lunghezza dell'orizzonte e della distanza di aggiornamento porta ad una soluzione quasi coincidente a quella ottenibile risolvendo lo stesso problema sull'intera lunghezza dell'orizzonte.

A tal riguardo, il problema di controllo ottimo suddiviso è stato risolto utilizzando la programmazione dinamica con l'approccio receding horizon, ottenendo eccellenti risultati in termini di tempo di calcolo e bontà della soluzione ottenuta.

Gli approcci qui descritti sono stati applicati al caso di un veicolo per trasporto pesante e i risultati ottenuti in simulazione confermano quelli riportati in letteratura. In particolare, si riscontra che è possibile ridurre il consumo del 3-4% rispetto ad un cruise control classico a punto fisso, senza incrementi del tempo di percorrenza, in diversi scenari di carico e velocità media desiderata.