

In un contesto in cui le emissioni di CO<sub>2</sub> rappresentano una delle sfide più difficili e onerose da affrontare, l'eco-driving si fa strada come una soluzione semplice, economica e pressoché immediata al problema. Nonostante non esista ancora una definizione formale di eco-driving, quella che risulta più conforme ai nostri scopi è sicuramente quella che descrive l'eco-driving come: “un insieme di decisioni che un conducente può adottare per influenzare positivamente i consumi di carburante su veicoli medio-pesanti”. Analizzando quindi il fenomeno dell'eco-driving, limitandosi alle sole componenti comportamentali i suoi pilastri risultano essere: accelerazione e decelerazione, andamento alla guida, attesa, scelta del percorso e altri fattori controllabili dal conducente; deduciamo quindi, che il cambiamento di tali comportamenti può portare ad una significativa riduzione dei consumi di carburante e delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Ne consegue che l'eco-driving può essere visto come una situazione vantaggiosa sia per i singoli cittadini, in termini di risparmio e incremento della sicurezza personale, sia per la collettività, in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>; diventa quindi fondamentale educare i guidatori alle pratiche dell'eco-driving.

L'idea alla base del progetto è stata quella di fornire ai conducenti un feedback, pressoché immediato, sul loro stile di guida, cercando di influenzarlo positivamente. Esistono sostanzialmente due tipologie di feedback da fornire ai conducenti per “condizionare” il loro comportamento:

- 1) Un real-time indicator che consente al conducente di correlare il proprio stile di guida e altri elementi (es: condizioni del traffico, uso di dispositivi elettronici all'interno del veicolo) con il consumo di carburante del proprio veicolo.
- 2) Un trip end summary che permette al conducente di analizzare il proprio stile di guida e i suoi consumi di carburante al termine di ogni viaggio.

Per ragioni di semplicità e per la configurazione dell'ambiente di simulazione si è scelto di focalizzare l'analisi esclusivamente sulla seconda categoria di feedback.

L'obiettivo principale del progetto è stato quello di costruire un dataset in grado di classificare lo stile di guida dei conducenti. A tal fine, sono stati individuati i parametri più significativi per l'eco-driving e sono stati raccolti da diverse sessioni di guida.

La principale sfida consisteva nel determinare quali dati fossero più influenti per tale classificazione e come integrarli nel dataset. I parametri scelti sono stati: velocità, accelerazione, pressione del freno, tempo di frenata, giri del motore, numero di cambi marcia, consumo di carburante, distanza percorsa e durata della guida.

I dati di ogni sessione di guida, registrati a intervalli regolari venivano salvati in un file .csv, ma data l'elevata mole di dati (migliaia di record per ogni singola guida), l'inserimento diretto nel dataset risultava computazionalmente insostenibile. Per superare questo ostacolo, i dati di ogni guida sono stati condensati in un'unica riga riepilogativa; e per evitare perdite di

informazioni la sintesi include i valori medi, la deviazione standard e il valore massimo di alcuni dei parametri selezionati. Il dataset finale conteneva inizialmente le seguenti colonne: velocità media, deviazione standard velocità, velocità massima, accelerazione media, deviazione standard accelerazione, accelerazione massima, pressione media del freno, deviazione standard pressione del freno, tempo passato a frenare, media dei giri del motore, deviazione standard dei giri del motore, numero di cambi marcia, media consumo carburante, consumo di carburante massimo, distanza percorsa, tempo di guida.

Dopo aver individuato e integrato le informazioni più rilevanti per la classificazione del conducente, la fase successiva è stata definire una metodologia per assegnare in modo sintetico a ciascuna guida un'etichetta rappresentativa. A tal fine è stato utilizzato l' IDS, un metodo di classificazione suggerito dall'azienda. L'implementazione, fornita dall'azienda stessa, è stata opportunamente adattata per soddisfare le esigenze del progetto.

L' Indice di Driving Style (IDS) rappresenta un indicatore sintetico utilizzato per classificare lo stile di guida del conducente sulla base dell'analisi dei transitori dinamici del veicolo. Il suo calcolo si fonda sull'individuazione di eventi caratteristici, quali accelerazioni e decelerazioni brusche, variazioni repentine di velocità e dei giri del motore, pressioni di frenata elevate o cambi di marcia frequenti. L' IDS assume valori compresi tra 0 e 1 e viene interpretato come segue: valori bassi (0.1-0.3) descrivono una condotta calma e regolare, valori intermedi (0.4-0.7) descrivono una guida di tipo medio, mentre valori prossimi a 1 indicano una guida aggressiva e poco efficiente.

Dopo aver applicato il codice per il calcolo dell' IDS alle guide, è stato possibile assegnare un'etichetta a ciascuna guida. È stato però riscontrato un problema nel codice fornito dall'azienda, legato proprio alla gestione dei transitori. L'algoritmo tendeva a salvare tutti i transitori di ogni guida in un unico file, e con l'aumentare delle guide analizzate, i valori tendevano ad una media, portando ad una classificazione omogenea e poco significativa di tutte le guide come "medie". Per ovviare a questo problema, si è deciso di modificare la logica di calcolo e invece di accumulare i dati, il codice è stato adattato per sovrascrivere i transitori ad ogni nuova analisi; questa scelta ha garantito che la classificazione fosse pienamente conforme alla guida corrente, escludendo definitivamente l'influenza delle sessioni precedenti.

Il dataset finale è stato quindi arricchito con l'integrazione di due nuove colonne, contenenti rispettivamente il valore dell' IDS e l'etichetta di classificazione.

Al fine di validare visivamente l'efficacia del metodo di classificazione, è stato realizzato uno scatterplot per visualizzare la relazione tra l' IDS e una combinazione pesata delle feature selezionate per classificare la guida. I punti sono stati etichettati e colorati in base alla classificazione dello stile di guida: rosso per "aggressivo", blu per "medio" e verde per "calmo". Il codice atto alla creazione dello scatterplot carica il dataset finale, isola le colonne numeriche, escludendo esplicitamente IDS e l'etichetta relativa allo stile di guida. Per garantire la confrontabilità tra grandezze eterogenee ciascuna variabile viene normalizzata,

riportando i valori nell'intervallo  $[0,1]$ . Successivamente viene calcolato il coefficiente di correlazione di Pearson tra ogni variabile e l' IDS, in cui, l'intensità della correlazione in valore assoluto rappresenta il peso relativo della variabile nel modello; sulla base di tali pesi viene costruita una combinazione lineare pesata delle variabili normalizzata, che sintetizza in un unico asse l'informazione congiunta di più feature. Questo asse viene poi confrontato con i valori reali dell'IDS. L'analisi del grafico rivela una chiara correlazione tra la combinazione pesata delle feature e il valore dell' IDS. Come ci si aspettava, i punti rossi (guida aggressiva) si raggruppano nella parte alta del grafico ( $IDS > 0.8$ ), mentre i punti verdi (guida calma) si concentrano nella parte inferiore ( $IDS < 0.4$ ). I punti blu (guida media) si posizionano perfettamente tra i due gruppi.

Per supportare sviluppi paralleli del progetto e garantire una maggiore flessibilità, sono stati implementati altri due script per la costruzione del dataset. Entrambi replicano il processo di sintesi dei dati descritto in precedenza, ma si differenziano per la gestione delle etichette:

- Script 1: Costruisce il dataset con le stesse modalità, ma permette l'assegnazione di un'etichetta manuale selezionata dall'utente da un set di opzioni predefinite.
- Script 2: Produce un file .csv separato per ogni singola guida analizzata. Ciascun file contiene solo le feature estratte, senza alcuna etichetta di classificazione.

Questi script aggiuntivi permettono al progetto di adattarsi a diversi tipi di analisi. Il primo script è ideale per l'addestramento di modelli di classificazione che richiedono un dataset etichettato manualmente, mentre il secondo fornisce la base per l'applicazione di tecniche di apprendimento non supervisionato.

Il progetto di tirocinio ha permesso di approfondire le dinamiche dell'eco-driving e di sviluppare strumenti concreti per la classificazione dello stile di guida dei conducenti. A partire dalla raccolta e dalla sintesi dei dati di guida è stato possibile costruire un dataset compatto ma rappresentativo, integrato con l' IDS e le relative etichette di classificazione. Il lavoro ha inoltre portato alla realizzazione di script aggiuntivi che ampliano la possibilità di analisi. La validazione visiva tramite scatterplot ha confermato la significatività del metodo adottato, mostrando una chiara separazione tra i diversi stili di guida. Tutte le attività di sviluppo sono state realizzate in Python, utilizzando librerie dedicate; il codice è stato reso disponibile su GitHub, così da facilitarne la consultazione, la riproducibilità ed eventuali sviluppi futuri.

In conclusione, il progetto ha raggiunto gli obiettivi prefissati, fornendo una base solida per ulteriori ricerche e applicazioni, come l'integrazione di modelli di machine learning avanzati o l'estensione del dataset a scenari di guida reali.