

**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: Sensors fusion for the the sustainable mobility of the future: automotive application of Artificial Intelligence for vehicle and road infrastructure

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
DATA SCIENCE

Responsabile scientifico: Stefano Leonardi

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Azienda: Bridgestone

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 7000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE - ANTONIO RUBERTI- con delibera del 20 Settembre 2021

Progetto di ricerca:

In un mondo in cui la mobilità e' in rapido sviluppo, il mondo dell'loT diventa sempre più centrale per risolvere problematiche ed ottimizzare i consumi e le emissioni.

Dato l'aumento esponenziale di dati disponibili per soluzioni digitali diventa sempre più rilevante conoscere e sfruttare tecniche di analisi dati complesse.

Gli algoritmi di intelligenza artificiale forniscono sempre più risorse per superare brillantemente problemi e diventa fondamentale per la società sfruttare tecniche di machine learning unite a dati che possono essere acquisiti dai veicoli, da infrastrutture cittadine o da altri sensori per migliorare la mobilità del futuro.

Sempre maggiore importanza sta acquisendo la possibilità di utilizzare diversi sensori per acquisire informazioni più disparate che possono aiutare a creare soluzioni più accurate.

Negli ultimi anni, grazie anche all'acquisizione di Tom Tom Telematics (oggi Web Fleet Solution) Bridgestone ha sviluppato una vasta rete di veicoli connessi e migliorate le proprie conoscenze nell'ambito dell'loT relativo al settore automobilistico.

Partendo dall'esperienza accumulata e dai dati acquisiti grazie a degli esperimenti effettuati in laboratorio e su pista e ad un sistema di veicoli connessi proprietario (e.g. accelerazioni, velocità, etc...), Bridgestone ha sviluppato e vorrebbe creare soluzioni digitali per una mobilità sostenibile partendo dal pneumatico, dal veicolo e dalle infrastrutture stradali.

In particolare Bridgestone, utilizzando algoritmi di machine learning (e.g. reti neurali) e sfruttando i dati presenti a bordo vettura e dati esterni che possono essere acquisiti da diversi sorgenti vorrebbe migliorare i modelli in uso, sviluppare nuovi algoritmi e creare delle nuove quantità che potranno essere utilizzati in diversi casi d'uso del business per migliorare la qualità del servizio ai clienti e ridurre i consumi.

Esempi di soluzioni create a Bridgestone sono algoritmi che monitorano lo stato dei pneumatici in termini di danneggiamenti (damage model) e di usura del battistrada (wear model).

Il damage model e' un algoritmo che sfruttando i dati provenienti dal veicolo riesce ad avvisare il guidatore o il proprietario del veicolo di un possibile danneggiamento dello pneumatico o del veicolo causato da ammaloramenti del manto stradale.

L'algoritmo riesce ad identificare danneggiamenti prima che il pneumatico diventi inutilizzabile e permette di avvisare

tempestivamente l'utente di un potenziale guasto che potrebbe causare un fermo del veicolo.

Il wear model, e' un algoritmo capace di sfruttare dati di accelerazione dei veicoli (insieme ad altri dati provenienti dal veicolo stesso) per stimare il consumo di battistrada ed avvisare l'utente quanto e' opportuno sostituire il pneumatico in modo da non avere problemi di prestazioni dello stesso o rischi di infrangere il codice della strada.

Il wear model può essere sfruttato anche per suggerire all'utente lo stile di guida migliore per diminuire il consumo di pneumatico.

Per questo progetto verranno utilizzati dati provenienti da alcuni esperimenti che saranno condotti nel centro di ricerca di Bridgestone a Roma e da un sistema di veicoli connessi alla rete Bridgestone via IoT.

Gli esperimenti verranno effettuati su diversi tipi di veicoli, autovetture, piccoli e medi veicoli adibiti al trasporto merci e camion per trasporto merci.

La flotta di veicoli connessi e' composta principalmente da taxi e/o camion e/o veicoli di proprietà Bridgestone che effettuano periodicamente controlli sullo stato di alcuni componenti dei veicoli.

A questa flotta principale se ne possono aggiungere altre, già disponibili o che potranno essere equipaggiate con sensori durante il progetto, composte da veicoli commerciali leggeri e pesanti e autobus.

Questo permetterà di effettuare studi su diverse tipologie di veicoli e di conseguenza creare diverse soluzioni per la mobilità. I dati che verranno utilizzati nel progetto sono:

1. Accelerazioni longitudinali veicolo
2. Accelerazioni laterali veicolo
3. Accelerazioni verticali veicolo
4. Velocità del veicolo
5. Velocità delle ruote
6. Carica della batteria
7. Coordinate GPS
8. Informazioni da giroscopio
9. Immagini da fotocamere o telecamere a bordo vettura
10. Temperatura pneumatici
11. Pressione pneumatici
12. Grip del pneumatico sull'asfalto
13. Stato serbatoio carburante
14. Giri motore
15. Carico del veicolo

Altre informazioni, utili per migliorare le performance dei modelli, potranno essere acquisite dai veicoli o esternamente qualora disponibili.

Le soluzioni a cui Bridgestone e' interessata sono:

1. Stima del consumo di batteria dei veicoli
2. Suggerire cambio di batteria (per evitare fermo macchina dovuto a batteria scarica)
3. Creare gruppi di utenti per tipologia di stili di guida
4. Applicazione di NLP sullo stile di guida per classificare utenti
5. Suggerimento su come migliorare lo stile di guida per ridurre i consumi di pneumatici
6. Suggerimento su come migliorare lo stile di guida per ridurre i consumi di carburante
7. Analisi degli urti del pneumatico per comprendere danneggiamenti
8. Identificazione e segnalazione ad utenti della presenza di anomalie sul manto stradale
9. Identificazione dei carichi trasportati dei veicoli (controllo carico massimo)
10. Creare un sistema di ottimizzazione di trasporto su gomma da poter utilizzare per una sharing economy

## 11. Stima del grip dato dal pneumatico

Per l'analisi e la creazione di modelli predittivi verranno utilizzati algoritmi di machine learning come:

- 1) Linear Regression
- 2) Wavelet analysis
- 3) Random forest per regressione
- 4) Random forest per classificazione
- 5) Rete neurali supervisionate
- 6) ARIMA
- 7) Clustering analysis (Knn, K means, DBSCAN, etc...)
- 8) NLP analysis

Insieme al dottorando Bridgestone e l'Università La Sapienza sceglieranno quali soluzioni voler affrontare in base alle caratteristiche del candidato ed alle necessità sia di Bridgestone che dell'Università.

In tutti i casi il progetto si dividerà in tre fasi:

1) Una fase di prototipazione dove diversi algoritmi verranno testati su un dataset pulito e con tutte le informazioni necessarie per l'analisi e lo sviluppo di modelli.

La durata di questa fase è di circa 12 mesi tra acquisizione dei dati (dove necessario), data augmentation (se necessario per la soluzione) e creazione del modello

2) Una fase di testing in condizioni reali dove gli algoritmi verranno implementati in un ambiente di produzione e verranno testati su dei veicoli indipendenti che girano su pista o su strade urbane.

La durata di questa fase è di circa 9 mesi tra implementazione del modello per girare su una grande mole di dati e test delle performance di accuratezza e tempistiche dei modelli.

3) Una fase di creazione di un'interfaccia utilizzabile da utenti e/o di un feedback da dare agli utenti.

La durata di questa fase è di circa 3 mesi tra creazione dell'interfaccia e rilascio per un numero limitato di utenti.

Titolo del progetto (inglese): Sensors fusion for the the sustainable mobility of the future: automotive application of Artificial Intelligence for vehicle and road infrastructure

Progetto di ricerca (inglese):

In a world where mobility is rapidly developing, the IoT is becoming increasingly central to solve problems and optimizing consumption and emissions.

Given the exponential increase of data availability for digital solutions, it becomes important to know and to develop complex data analysis techniques.

Artificial intelligence algorithms provide resources to brilliantly overcome problems and it becomes crucial for society to exploit machine learning techniques combined with data that can be acquired from vehicles, city infrastructure or other sensors to design and improve the mobility of the future.

In this era of big data, it is possible to use different sensors to acquire more disparate information that can help create more accurate solutions.

In recent years, thanks to the acquisition of Tom Tom Telematics (now Web Fleet Solution), Bridgestone has developed an extensive network of connected vehicles and improved its knowledge in the field of IoT related to the automotive sector.

Starting from the accumulated experience and data acquired thanks to a system of experiments carried out in the laboratory and on the R&D track and to a proprietary system of connected vehicles (e.g. accelerations, speeds, etc ...), Bridgestone has developed and would like to create new digital solutions for a sustainable mobility.

Solution will not be centered on the tire only but starting from the tire they will involve also the vehicle and the road infrastructure so that the user can retrieve information at different level.

In particular, Bridgestone, using machine learning algorithms (e.g. neural networks) and leveraging on vehicle on board and external data that can be acquired from different sources would like to improve the models in use, develop new algorithms and create new quantities that can be used in different business use cases to improve the quality of customer service and reduce pollution.

Examples of solutions created by Bridgestone are algorithms that monitor the state of tires in terms of damage and wear.

The damage model is an algorithm that exploits the data coming from the vehicle and is able to warn the driver or the owner of the vehicle of a possible damage of the tire caused by irregularities of the road surface.

The algorithm is able to identify damage before the tire becomes unusable and allows to promptly warn the user of a potential damage that could cause a stop of the vehicle.

The wear model is an algorithm capable leveraging on vehicle acceleration data together with additional data from the vehicle to estimate the tread consumption and warn the user about how to replace the tire and to avoid problems with the performance.

The wear model can also be used to suggest to the user how to tune their driving style to reduce tire consumption and hence pollution due to tire emission.

For this project, data will be generated in experiments that will be carried out in the Bridgestone research center in Rome and from a system of connected vehicles pushing data to the Bridgestone cloud via IoT.

The experiments will be carried out on different types of vehicles: passenger cars, light commercial vehicles and trucks.

The connected vehicles fleet consists mainly in passenger cars and trucks with a smaller quantity of light commercial vehicle. Some of those vehicles together with a group of vehicles owned by Bridgestone, periodically carry out checks of the different vehicle components.

This allow to correlate IoT information with vehicle components status and consumption.

Additional sensor could be added to these vehicles (or to new vehicles) to include additional signals that can bring higher accuracy to the models.

The fleet is designed to have different type of vehicles and this will allow to carry out studies on all of the main mobility components. This will allow to create different solutions for sustainable mobility of the future within the project itself.

The data that could be used in the project are:

- 1.Vehicle longitudinal acceleration
- 2.Vehicle lateral acceleration
- 3.Vehicle vertical acceleration
- 4.Vehicle Speed
- 5.Wheel Speed
- 6.Battery status
- 7.GPS Coordinate
- 8.Gyroscope information
- 9.Images (or videos) from on-board camera
- 10.Tire Temperature
- 11.Tire Pressure
- 12.Vehicle Grip
- 13.Tank status
- 14.Engine Speed
- 15.Vehicle load

Not all information are available for all the vehicles so different solutions could be created targeting specific class of vehicles.

Other information may be acquired by vehicles or externally if available and useful to improve the performance of the models.

The solutions Bridgestone is interested in are:

- 1.Estimate vehicle battery status and consumption
- 2.Battery end of life estimation
- 3.Driving style clusters for different users and vehicle class
- 4.NLP application for driving style
- 5.Provide user suggestions on how to modify driving style and vehicle usage to reduce tire consumptions
- 6.Provide user suggestions on how to modify driving style and vehicle usage to reduce emission
- 7.Data analysis for tire damage estimation
- 8.Identify and notify to the user the presence of road irregularities
- 9.Estimation of vehicle load
- 10.Design an optimization system for goods transportation to be used in a sharing economy approach
- 11.Grip estimation

For the analysis and the predictive models creation, several machine learning algorithms will be considered. Examples of algorithms that will be tested are:

- 1) Linear Regression
- 2) Wavelet analysis
- 3) Random forest for regression
- 4) Random forest for classification
- 5) Neural Network
- 6) ARIMA
- 7) Clustering analysis (Knn, K means, DBSCAN, etc...)
- 8) NLP analysis

Together with the PhD student Bridgestone and La Sapienza University, will choose which solution (or group of solutions) they want to address based on the characteristics of the candidate and the needs of both Bridgestone and

La Sapienza.

In all cases the project will be divided into three main phases:

1) A prototyping phase where different algorithms will be tested on a clean dataset and with all the information necessary for the analysis and development of the predictive models.

This phase should last about 12 months divided in data acquisition (where necessary), data augmentation (if necessary for the solution) and model creation.

2) A testing phase on real conditions where the algorithms will be brought into a production environment and will be tested on independent vehicles that run on the track or on urban roads.

This phase should last about 9 months between implementation of the model to run on a large amount of data and tests of the accuracy performance and timing of the models.

3) A phase of creating an interface that can be used by users and / or feedback to be given to users.

This phase should last about 3 months between creation of the interface and release for a limited number of users.