

ELECTRIC VEHICLE X DRIVING RANGE PREDICTION - EV X DRP

Relatório de progresso

David P. Coutinho
david.coutinho@isel.pt

Artur J. Ferreira
arturj@isel.pt

David A. S. G. Albuquerque
A43566@alunos.isel.pt

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

3 de Maio de 2022

Outline

Introdução

Diferenças entre veículos

eRange

Que fatores influenciam o *eRange*?

Aplicação a desenvolver

Desafios de implementação

Estado da arte

Datasets

Implementações

Trabalho realizado

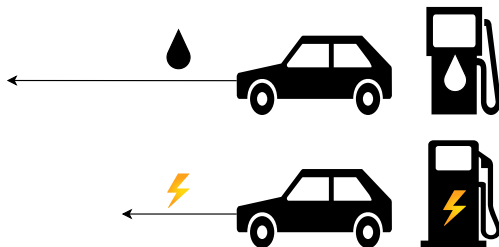
Trabalho futuro

Objetivos

Diagrama de *Gantt*

Introdução - Diferenças entre veículos

- Diferenças:
 - Densidade de energia
 - Quantidade de postos para atestar
- Semelhanças:
 - Estimação de autonomia
 - Estimação do range de condução



Introdução - eRange

- Cálculo das estimativas de distância de condução restante que um veículo elétrico pode efetuar relativamente ao estado de carga da sua bateria - eRange
- Aliviar a ansiedade do condutor



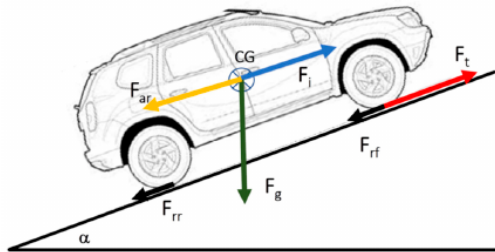
EV dashboard¹

¹2019 Jaguar I-Pace in a Canadian Winter.

<https://autotrader.ca/editorial/20190402/2019-jaguar-i-pace-in-a-canadian-winter/>. Accessed: 2022-05-02.

Introdução - Que fatores influenciam o *eRange*?

- SOC (*State of charge*) - indica o estado de carga da bateria
- Travagem regenerativa
- Consumo instantâneo
- Estado do ar condicionado / Aquecimento
- Condições atmosféricas
- Inclinação da estrada
- Tração dos pneus
- Carga a transportar
- (entre outros)

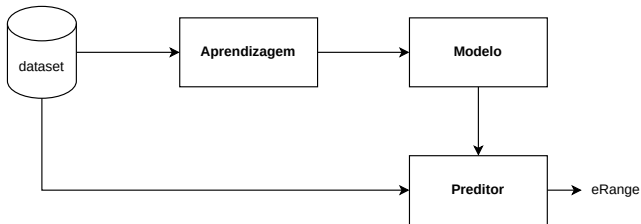


2

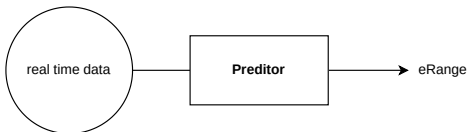
²Bogdan Ovidiu Varga, Arsen Sagoian, and Florin Mariasiu. "Prediction of Electric Vehicle Range: A Comprehensive Review of Current Issues and Challenges". In: *Energies* (2019).

Introdução - Aplicação a desenvolver

Fase de Geração



Fase de Generalização



Introdução - Desafios de implementação

- Escassez de *datasets*
 - Protegidos - Competição comercial
 - Necessários para teste de algoritmos
- Escolha dos algoritmos de *machine learning*
- Dependência de vários fatores aumenta a complexidade do problema
 - Limitado aos fatores existentes nos *datasets* - *SOC*, *IEC*, etc
 - Seleção de fatores mais relevantes

Estado da arte - *Datasets*

- *EV Database*³ - Características de carros elétricos
- *VED Dataset*⁴ - Dados de condução de um *Nissan Leaf* (2013).
- *Classic EV X Project*⁵ - Dados de condução de um BMW i3 94Ah (2016-2017) - obtidos por simulação.
- *Emobpy*⁶ - Ferramenta de simulação de dados condução de veículos elétricos

³*Electric Vehicle Database.*

<https://ev-database.org/car/1011/Nissan-Leaf>. Accessed: 2022-04-12.

⁴G. S. Oh, David J. Leblanc, and Huei Peng. *Vehicle Energy Dataset (VED), A Large-scale Dataset for Vehicle Energy Consumption Research*. 2019.

⁵David Coutinho. "Classic EV X Project Driving Range Prediction". *Draft version*. July 2021.

⁶Carlos Gaete-Morales et al. "An open tool for creating battery-electric

Estado da arte - *Datasets*

	VED dataset	Emobpy	Classic EV X Project
Tipo de viagens	Reais	Simuladas	Simuladas
Número de viagens	507	Infinitas	1
Modelos de veículos	1	102	1
Parâmetros úteis	velocidade, estado de carga bateria, potência do aquecimento, potência do ar condicionado, corrente da bateria, voltagem da bateria, tempo	distância, consumo instantâneo, potência média, tempo	consumo instantâneo, bateria restante, velocidade, tempo

Estado da arte - Implementações

- Algoritmo básico
- Algoritmo baseado em historial com janela deslizante
- Uso combinado de *Gradient Boosting Regression Trees*⁷
- *Ensemble learning*⁸ com:
 - *Decision Tree*
 - *Random Forest*
 - *K-Nearest Neighbor*
- *Self-Organizing Maps*⁹ (e híbridos com *Regression Trees*¹⁰)
- Redes neuronais com *Multiple Linear Regression*¹¹

⁷Liang Zhao et al. "Machine Learning-Based Method for Remaining Range Prediction of Electric Vehicles". In: *IEEE Access* (2020).

⁸Irfan Ullah et al. "Electric vehicle energy consumption prediction using stacked generalization: an ensemble learning approach". In: *International Journal of Green Energy* (2021).

⁹Chung-Hong Lee and Chih-Hung Wu. "A Novel Big Data Modeling Method for Improving Driving Range Estimation of EVs". In: *IEEE Access* (2015).

¹⁰B. Zheng et al. "A Hybrid Machine Learning Model for Range Estimation of Electric Vehicles". In: *2016 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM)*. 2016.

¹¹Cedric De Cauwer et al. "A Data-Driven Method for Energy Consumption Prediction and Energy-Efficient Routing of Electric Vehicles in Real-World Conditions". In: *Energies* (2017).

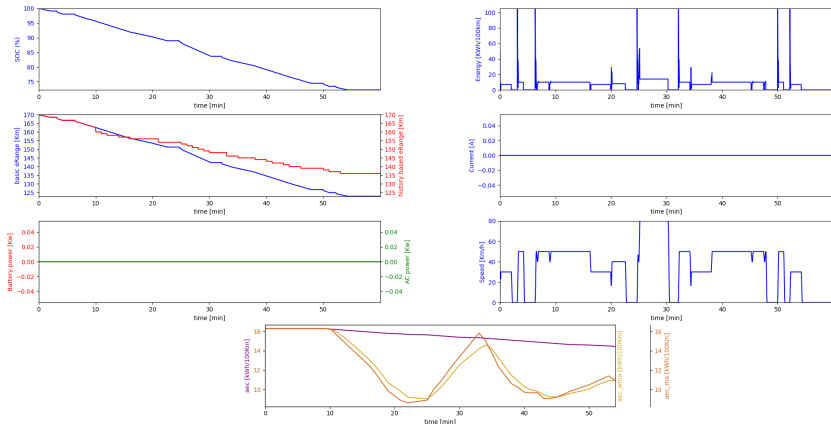
Trabalho realizado

- Estudo do problema e soluções existentes
- Estudo de *datasets*
- Implementação de dois algoritmos para cálculo do *eRange*:
 - Algoritmo "básico"
 - $eRange = \frac{FBE}{AEC} \cdot SOC[km]$
 - Algoritmo *history-based*¹²
 - $eRange(k) = \frac{FBE}{\sum_{n=0}^{N-1} w_i \cdot AEC(k-i)} \cdot SOC(k)[km]$

¹²David Pereira Coutinho. *Classic EV X Project Driving Range Prediction TECHNICAL REPORT (draft version)*. July 2021.

Classic EV X Project Dataset - BMW i3 94Ah

Algoritmo básico vs *history-based*^{13, 14}



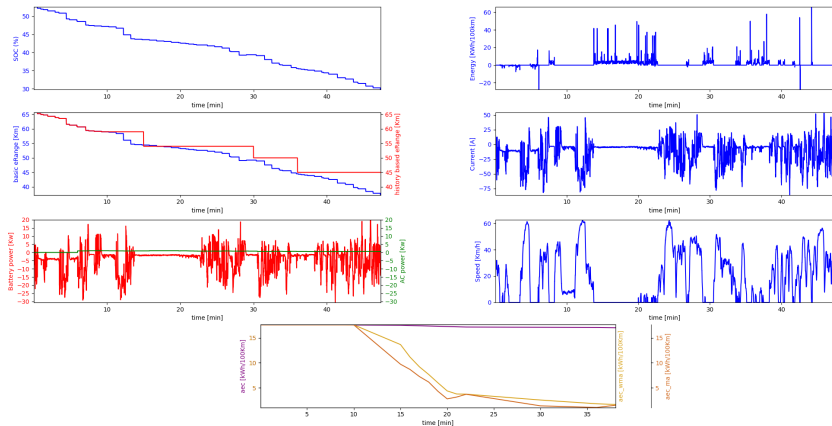
¹³David Pereira Coutinho. *Classic EV X Project Driving Range Prediction TECHNICAL REPORT (draft version)*. July 2021.

¹⁴TFM18 Project Git repository.

<https://github.com/davidalb97/TFM18-2122i>. Accessed: 2022-05-03.

VED Dataset - Nissan Leaf

Algoritmo básico vs *history-based*^{15, 16}



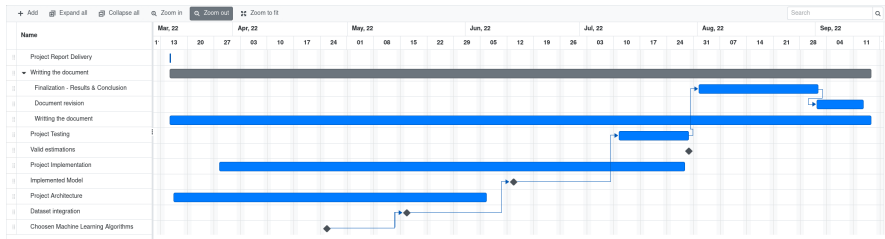
¹⁵David Pereira Coutinho. *Classic EV X Project Driving Range Prediction TECHNICAL REPORT (draft version)*. July 2021.

¹⁶TFM18 Project Git repository.
<https://github.com/davidalb97/TFM18-2122i>. Accessed: 2022-05-03.

Trabalho futuro

- Arquitetura de projeto
 - Avaliação e escolha do algoritmo de *machine learning*
- Implementação da aplicação
 - Integração do *dataset*
 - Implementação do modelo
 - Comparação com modelos existentes
- Avaliação experimental
- Análise de resultados
- Conclusões

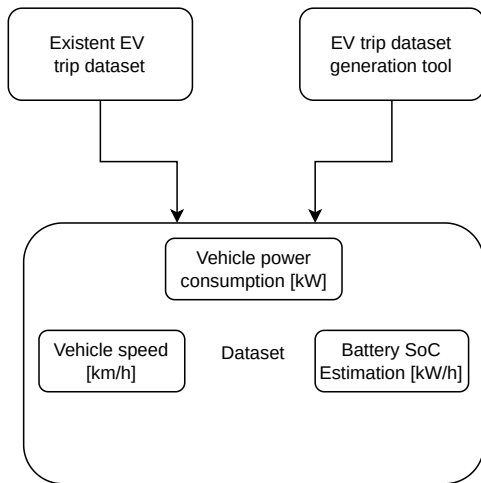
Diagrama de Gantt



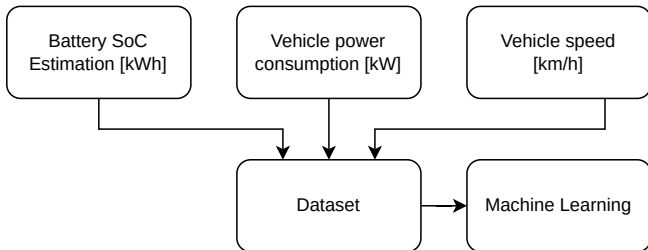
Name	Start Date	End Date	Duration	Progress %	Dependency
Project Report Delivery	Mar 15, 2022	Mar 15, 2022	1 day	100	
Writing the document	Mar 15, 2022	Sep 15, 2022	132.75 days	0	
Finalization - Results & Conclusion	Aug 01, 2022	Sep 01, 2022	24 days	0	4FS
Document revision	Sep 01, 2022	Sep 13, 2022	9 days	0	6FS-1 days
Writing the document	Mar 15, 2022	Sep 15, 2022	132.88 days	0	
Project Testing	Jul 11, 2022	Jul 29, 2022	15 days	0	17FS+19 days
Valid estimations	Jul 29, 2022	Jul 29, 2022	0 days	0	
Project Implementation	Mar 28, 2022	Jul 28, 2022	89 days	0	
Implemented Model	Jun 13, 2022	Jun 13, 2022	0 days	0	15FS+20 days
Project Architecture	Mar 06, 2022	May 16, 2022	58.88 days	0	
Dataset integration	May 16, 2022	May 16, 2022	0 days	0	14FS+15 days
Chosen Machine Learning Algorithms	Apr 25, 2022	Apr 25, 2022	0 days	0	

Obrigado

System overview - Dataset generation



System overview - Learning phase



System overview - Estimation phase

