



**Universidade de Brasília**

Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

# **Caixa Preta para Carros: Recriando movimentação do carro usando dados do MPU9250**

Victor A. G. Costa

Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Orientador  
Prof. Dr. Ricardo Zelenovsky

Brasília  
2022



**Universidade de Brasília**

Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

## **Caixa Preta para Carros: Recriando movimentação do carro usando dados do MPU9250**

Victor A. G. Costa

Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Engenharia da Computação

Prof. Dr. Ricardo Zelenovsky (Orientador)  
ENE/UnB

Prof. Place Keeper    Prof. Place Holder  
ENE/UnB                      ENE/UnB

Prof.a Foo Bar  
Coordenadora do Curso de Engenharia da Computação

Brasília, 01 de junho de 2022

# Dedicatória

Dedico esse trabalho à minha família, que me deu todas as condições para conseguir estudar e acendeu as chamas da engenharia e da computação em mim, ao meu amigo José Luiz, que começou esse trabalho e me ajudou em tempos turbulentos da minha vida, ao Ismael Pamplona, que é meu chefe e sempre me lembrou de ter equilíbrio na vida e arranjou o tempo que eu precisava para terminar esse projeto, e ao meu orientador Ricardo Zelenovsky, que sempre foi bem flexível e me deu a ideia desse projeto.

# Agradecimentos

Agradeço todos os alunos que contribuíram para a construção da caixa preta, fazendo desse projeto possível, e aos criadores e mantenedores do Unity por fazer desenvolvimento em 3D simples e aberto a todos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio do Acesso ao Portal de Periódicos.

# Resumo

Este trabalho cria um protótipo de programa para recriar colisões veiculares com dados coletados de uma caixa preta que contém uma IMU e GPS. O programa foi criado usando Unity e é capaz de pegar os dados da caixa e recriar os movimentos de um veículo com uma boa precisão. Este projeto pode ser melhorado aprimorando a qualidade dos filtros utilizados, aprimorando a qualidade dos dados, ou usando outro método para estimar posição, por exemplo IA.

**Palavras-chave:** recriação, colisão, veículo, Unity

# Abstract

This work creates a prototype program that recreates vehicular collisions with data collected from a black box with an IMU and GPS. The program was created using Unity and is capable of getting data from the black box and recreating the movements of a vehicle with good precision. This project can yield better results by improving the quality of the filters used to estimate position, improving the quality of the raw data or using another method for estimating position, like AI.

**Keywords:** reenactement, collision, vehicle, Unity

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	2
1.3	Metodologia . . . . .	3
	<b>Referências</b>	<b>4</b>

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Motivação

Em acidentes de trânsito que necessitam de laudo pericial, reconstituir o ocorrido é essencial. Por meio de fragmentos desprendidos, avarias, posição final dos veículos e marcas de frenagem, os peritos determinam a velocidade e a orientação dos veículos na colisão. Entretanto nem sempre os vestígios de interesse da perícia estão presentes no local do acidente. Dentre outros motivos, a falta de vestígios pode ocorrer por alteração da posição dos veículos, ou por uso de um freio ABS que não deixou marcas de frenagem.

Para os veículos que possuem airbag é possível utilizar o módulo Airbag Control Module (ACM), ele é responsável por ler sensores espalhados pelo veículo e controlar os airbags, mas também realiza o armazenamento das leituras realizadas por esses sensores, o que é extremamente importante para os peritos. Dentre esses dados armazenados pode-se encontrar aceleração, dados de impacto e pressão, velocidade linear e angular. Porém os sensores presentes em cada veículo variam, e os dados armazenados são feitos de forma não padronizada e pouco documentada, o que dificulta muito sua leitura e manipulação [1].

Com o objetivo de fornecer dados importantes para a perícia de forma padronizada, foi criado um projeto de graduação conjunta, orientada pelo Professor e Doutor Ricardo Zelenovsky, tendo como base o proposto por Vinícius Lima em sua dissertação de mestrado [1]. O projeto consiste na construção de um dispositivo de baixo custo, que realize o armazenamento de forma não volátil de dados úteis para a perícia. Dados esses que são mensurados por meio de sensores embarcados no próprio dispositivo.

Foi selecionado para este dispositivo, por meio de trabalhos de graduação anteriores, um conjunto de sensores composto por aceleração, giroscópio, magnetômetro e GPS, sendo assim possível entregar aos peritos dados como posição, velocidade, aceleração e inclinação



do veículo. O dispositivo funciona de tal forma que é possível identificar o momento da colisão e armazenar os dados antes, durante e após o evento de impacto.

No projeto supracitado, além da criação do próprio dispositivo também é deixado como ideia a criação de um software para a visualização desses dados para o público geral e peritos, como por exemplo um simulador 3D. A este projeto foi dado o nome Caixa Preta, por se assemelhar a funcionalidade de uma caixa preta de avião, entretanto com foco direcionado a carros.

Dado a natureza dos dados capturados pelos sensores do dispositivo é de extrema importância uma boa estimativa de inclinação, pois além de ser um dado muito útil para a perícia, ele é quem torna possível uma boa estimativa de velocidade e posição utilizando o acelerômetro.

Por fim, durante o decorrer das pesquisas bibliográficas surgiu a necessidade de uma plataforma para visualização dos dados, diferente do software já mencionado que possui como foco o uso geral e de peritos, a plataforma em questão possibilitaria uma melhor exploração do funcionamento de cada método de estimativa. Podendo este dashboard ser uma porta de entrada para demais membros que venham a agregar ao projeto Caixa Preta, onde o indivíduo pode além de visualizar e explorar os dados, entender seu funcionamento e cálculos de estimativas. Facilitando também no momento da criação do software de uso geral, uma vez que esta plataforma já terá todos os cálculos desenvolvidos em matlab, bastando sua tradução para outra linguagem ou inserção de uma interface gráfica amigável ao usuário final.

## 1.2 Objetivos

O presente trabalho tem por finalidade geral agregar ao projeto Caixa Preta indicando um método para estimativa de inclinação a partir de dados de sensores. Sendo 2 os objetivos específicos, criar um painel em matlab para cálculo, visualização e comparação de dados de inclinação utilizando de sensores de giroscópio, acelerômetro e magnetômetro e a seleção de um método de estimação de inclinação por meio da comparação dos métodos com dados em situações diversas.

O painel para visualização dos dados deve ser de fácil uso, manutenção e expansão, contando com documentação do código e manual de uso.

A comparação de métodos deve ser realizada com dados de diversas situações, gerados de forma simulada para maior controle do ambiente, onde possa ser exposto a acurácia, o tempo de convergência e tempo de execução de cada método.

E por fim realizar a indicação de um método de estimativa de inclinação e seus parâmetros de configuração para aplicação no software de uso geral, tendo como principal métrica a acurácia.

## 1.3 Metodologia

Tendo em vista o objetivo exploratório deste trabalho, será utilizada metodologia de pesquisa de caráter experimental e bibliográfico, e de natureza aplicada [2, ?]. No contexto do projeto isto significa que, será levantado por meio de artigos métodos de estimativa de inclinação que façam uso dos mesmos dados capturados pela Caixa Preta. Para cada método encontrado e compreendido, deverá ser implementado sua versão no matlab, construindo assim um dashboard com diversas visualizações. Durante a construção do painel, deve-se sempre ser levando em consideração a facilidade de uso do dashboard para alternar e comparar os métodos, permitindo selecionar os métodos e parâmetros que se deseja utilizar na simulação.

Uma vez construído o dashboard e compreendida as nuances de cada método, o projeto segue para uma segunda etapa na qual serão gerados dados de entrada. Os dados serão gerados por meio de um software que deverá ser construído junto ao dashboard, entregando dados com e sem ruídos para comparação dos métodos.

Na terceira etapa será realizado o ajuste dos parâmetros dos métodos de forma empírica, objetivando se aproximar ao máximo dos valores base utilizados na geração dos dados. Na quarta e última etapa será realizada a comparação dos métodos de forma quantitativa e qualitativa. Tendo como métricas principais o tempo de execução, tempo de convergência e acurácia.

Para a comparação de métodos será usado como base comparativa, o dado sem ruído retornado pelo gerador de dados. Também será medido a capacidade do método em remover o vetor gravitacional dos dados do acelerômetro com o corpo em repouso.

# Referências

- [1] Lima, Vinícius de Oliveira: *PROPOSTA DE PLATAFORMA INERCIAL PARA AUXILIAR NA PERÍCIA DE ACIDENTES DE TRÂNSITO*. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, dezembro 2016. 1
- [2] Tumelero, Naína: *Metodologia de pesquisa: guia rpido de possibilidades*, setembro 2019. <https://blog.mettzer.com/metodologia-de-pesquisa/>, acesso em 2021-01-30.