

## ***Determinação da localização de satélites GNSS em imagens obtidas com câmeras apontadas para o céu utilizando aprendizagem de máquina***

**Palavras-Chave:** Precisão, automatização, multicaminho

**Autores/as:**

**Marina Silva Vilarins, FECFAU, UNICAMP**

**Prof. Dr. LUCIANO APARECIDO BARBOSA (orientador) FECFAU, UNICAMP**

---

### **INTRODUÇÃO:**

O sistema atual de posicionamento, GNSS (*Global Navigation Satellite System*) depende do tempo e da propagação de sinais de pelo menos 4 satélites para um posicionamento aceitável de um objeto rastreado. Porém, quando esses satélites estão obstruídos por obstáculos ambientais ou artificiais, como por exemplo: edifícios ou vegetação densa, a qualidade do sinal fica comprometida e a precisão do posicionamento é prejudicada.

Esse tipo de erro é muito comum em cenários urbanos e aplicações de rastreamento de veículos, pois nesta situação ocorre a recepção de sinais refletidos, conhecidos com multicaminhamento do sinal ou até mesmo o bloqueio total do sinal.

O objetivo dessa pesquisa foi determinar esses obstáculos utilizando imagens obtidas do ponto de vista do receptor, definindo assim quais áreas estariam livres para a recepção dos sinais dos satélites GNSS a fim

de propor seleção de satélites no posicionamento.

Portanto, foram estudadas técnicas de Inteligência Artificial (IA) e o desenvolvimento de algoritmos de segmentação para a classificação dessas áreas de céu livres de obstáculos.

### **METODOLOGIA:**

A abordagem considera os obstáculos existentes num cenário urbano e o rastreamento de objetos móveis que transitam nas vias ou nas proximidades (ex. calçadas). Inicialmente, foi registrado um vídeo de uma câmera apontada para o céu, posicionada no ponto de vista de um receptor GNSS que estava registrando a trajetória de um veículo. Deste vídeo foram extraídos os frames a uma taxa de 12 quadros por minuto. Utilizando essas imagens foram testados três técnicas:

1. "Roboflow": esta plataforma foi escolhida em função de estudos anteriores, porém esta apresentou uma lentidão no carregamento de um grande

volume de imagens, necessário para a criação do banco de dados.

2. “labellmg”: essa ferramenta foi explorada com o objetivo de fazer anotações nas imagens para treinamento de modelos de visão computacional que utilizam IA na detecção dos alvos anotados
3. “K-means”: é um algoritmo de agrupamento que tem como característica principal a separação dos dados em clusters, onde cada grupo contém pixels que são semelhantes entre si em função da proximidade e nível de cinza.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O primeiro algoritmo foi o “roboflow”, este quando estudado como possibilidade apresentava grande potencial para segmentação mas dependia de uma assinatura e buscamos soluções economicamente viáveis, porém o motivo principal para a inviabilização da utilização do algoritmo foi o tempo de processamento no carregamento das imagens. E nesta pesquisa estamos buscando algo que seja capaz de dar uma resposta quase em tempo real para a seleção dos satélites, o que inviabilizaria o uso da ferramenta.

O “labellmg” foi amplamente explorado e apresentou vantagens em pontos de praticidade. Porém, apresentou algumas desvantagens, o programa apresenta uma interface básica, apesar de ser prática para a aprendizagem observa-se uma falta de atalhos modernos e ajustes finos para a caixa de

anotação ou a “bounding box”, essa falta de atalhos acaba prejudicando a eficiência, além disso, requer um trabalho manual extenso nas anotações e criação do banco de dados e nos resultados a detecção dos objetos ocorre em caixas retangulares que implica na supressão relevante de áreas que poderiam ser utilizadas como livres para a visada do sinal (Line-Of-Sight LOS) dos satélites GNSS. Portanto, em obstáculos como árvores e postes (muito comuns nesse tipo de cenário urbano) os resultados seriam comprometidos por não segmentar o contorno real dos objetos. Além disso, a métrica IoU (intersection over union) fica pobre caso a caixa cubra muita área irrelevante.

Os scripts desenvolvidos utilizando o algoritmo k-means apresentou significativa melhora na delimitação dos obstáculos, porém foi observado uma problemática em relação a luminosidade das imagens, como as imagens são de uma câmera apontada para o céu,



existe muita variação de intensidade e uma grande influência da luz solar.

A seguir são apresentados os resultados dessas duas últimas técnicas numa mesma imagem, é possível notar a perda significativa de área utilizando o processo de detecção dos

objetos versus o processo de segmentação usando o k-means.

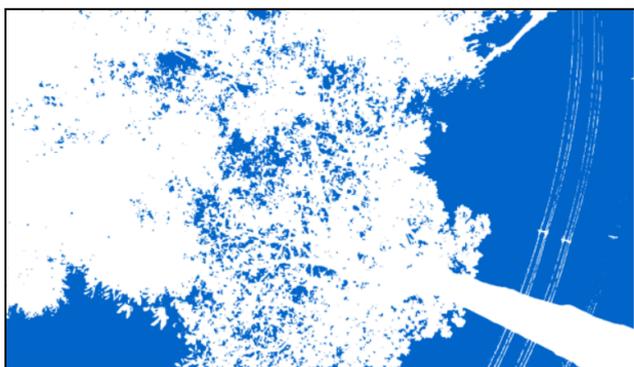
*Figura 1 - imagem capturada pela câmera apontada para o céu.*

Para essa imagem, o bounding box proposto utilizando a técnica implementada com detecção de alvos por IA e a ferramenta “labellmg” gerou um área que considera toda a imagem, conforme ilustra a área em azul na figura a seguir.



*Figura 2 - bounding box da detecção dos obstáculos anotados na ferramenta labellmg.*

A próxima figura apresenta o resultado obtido com o algoritmo k-means, considerando 2 clusters (“céu” e “não céu”).



*Figura 3 - Segmentação de objetos considerando dois agrupamentos.*

Como pode ser observado, os resultados são bem próximos do ideal, além do tempo de processamento que é muito rápido. Entretanto, o desafio da conclusão da pesquisa

está relacionado às diferenças de luminosidade que as cenas possuem, e por consequência podem exigir um tratamento prévio nas imagens ou uma indicação de quantidade de agrupamentos maiores que dois. Mesmo assim, os resultados são mais promissores que a utilização da ferramenta “labellmg”.

Por esse motivo, a pesquisa busca opções de tratamento e realce das imagens antes do processo de agrupamento.

## CONCLUSÕES:

A pesquisa focada no problema de posicionamento em tempo real utilizando satélites GNSS, combinada com técnicas de segmentação de imagem mediante aprendizado de máquina e automação, obteve êxito ao avaliar diversos algoritmos para segmentação. Embora a ferramenta “labellmg” tenha sido amplamente estudada ao longo do trabalho, os resultados demonstram que a exploração do k-means apresenta grande potencial para a segmentação automática não assistida.

No entanto, identificou-se um desafio significativo: a sensibilidade do k-means à exposição da imagem. Diante disso, os esforços estão direcionados na investigação de técnicas de pré-processamento e tratamento de imagens, visando homogeneizar os dados de entrada e melhorar a eficácia do algoritmo.

## **BIBLIOGRAFIA**

JOVANOVSKA, Elena et al. AUTOMATED DOOR STATE DETECTION USING DEEP LEARNING: A COMPUTER VISION APPROACH WITH ROBOFLOW PLATFORM. **Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics**, v. 8, n. 1, p. 41-50, 2025.,

PANDE, Bhushan et al. A review of image annotation tools for object detection. In: **2022 International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC)**. IEEE, 2022. p. 976-982.

**Machine Learning Overview.** Capacitação profissional em tecnologias de Inteligência Artificial Institute of Computation - Unicamp. 2023. Borin, Edson.