

# Tracking: Mean Shift e Camshift

Matheus Santos Araújo



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Motivação

---

- Em Visão Computacional, uma das áreas de pesquisa mais interessantes é a detecção de objetos
- Conjunto inicial de detecções para identificação única e depois reconhecimento automático conforme os objetos se movimentam nos quadros de um vídeo



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Tipos

---

- Visual Tracking: estimar posição futura em vídeo
- Image Tracking: rastrear uma imagem específica nos quadros
- Object Tracking Camera: streams e métodos modernos flexíveis



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Dificuldades

---

- Velocidade de treinamentos e rastreamento
- Distrações de fundo
- Múltiplas escalas espaciais
- Oclusão



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Níveis e Algoritmos de Tracking

---

- Tracking de múltiplos objetos (MOM)
- Tracking de múltiplos objetos (MOM) vs Detecção de Objetos Gerais
- Tracking de objeto único
- Algoritmos de Tracking: OpenCV, DeepSORT, MATLAB, MDNet e.t.c



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas de Tracking - Estágios do Algoritmo

---

Estágios básicos de algoritmos de tracking de vários objetos:

1. Designação ou Detecção (análise de quadros; caixas delimitadoras)
2. Movimento (extração de recursos; preditor de movimento)
3. Recall (pontuações de similaridade entre pares de deteção; associar ao mesmo par; IDs)



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Dificuldades

---

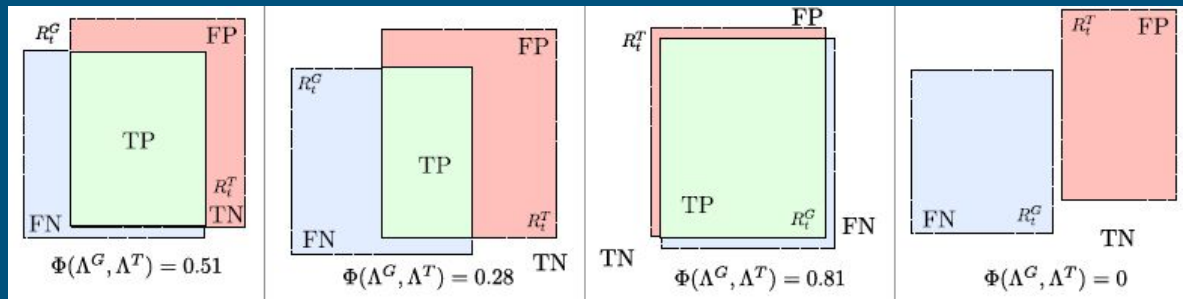
- Um problema da avaliação de Tracking é possuir uma grande variedade de medidas de desempenho e sofrer com a falta de consenso sobre quais medidas devem ser usadas em experimentos
- Como algumas medidas podem ser menos eficazes do que outras, os resultados de tracking podem ser distorcidos ou enviesados para aspectos de rastreamento específicos
- Rastreamento de vários alvos X único alvo



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Center Error

- Meio mais antigo de medir o desempenho (aeronáutica)
- Mede a diferença entre o centro de previsão do alvo do tracking e o centro verdadeiro na terra
- RMSE



Uma ilustração da sobreposição da região verdadeira na terra com a região prevista para quatro configurações diferentes.

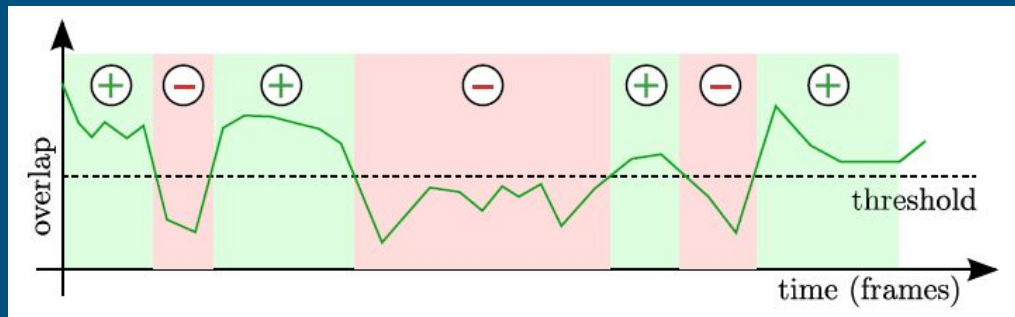


Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação



# Métricas no Tracking - Region Overlap

- Bom tratamento de normalização
- Intersecção (região verdadeira e predita) / União
- Essas medidas requerem anotações de região e são calculadas como uma sobreposição entre a região do alvo prevista pelo tracking e a região verdadeira
- Número e porcentagem de quadros rastreados corretamente



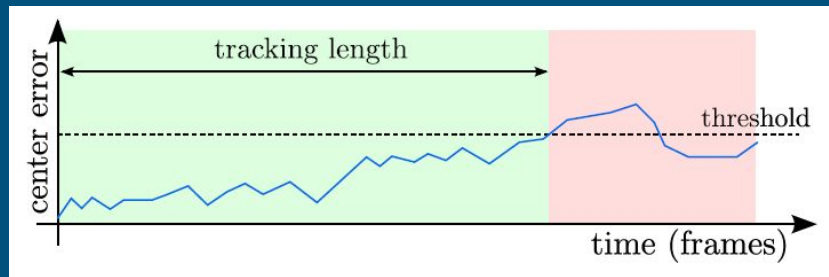
Overlap sendo usada como uma medida de detecção. Os sinais de mais marcam os intervalos com detecções positivas, enquanto os sinais de menos marcam os intervalos com detecções negativas



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Tracking Length

- Relata o número de quadros rastreados com sucesso desde a inicialização do rastreador até sua (primeira) falha
- Critério de falha arbitrário
- Vantagem: aborda explicitamente os casos de falha do rastreador, o que as medidas de erro Center Error e Region Overlap não fazem
- Desvantagem: usa apenas a parte da sequência de vídeo até a primeira falha de rastreamento



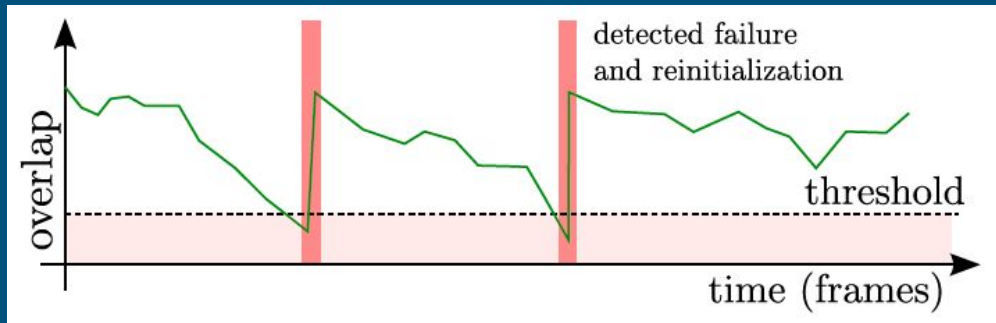
Uma ilustração da Tracking Length para erro central



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Failure Rate

- Projeta o problema de tracking como um sistema supervisionado no qual um operador humano reinicializa o rastreador quando ele falha
- O número de intervenções manuais necessárias por frame é registrado e usado como uma pontuação comparativa
- Reflete o desempenho dos rastreadores em uma situação do mundo real



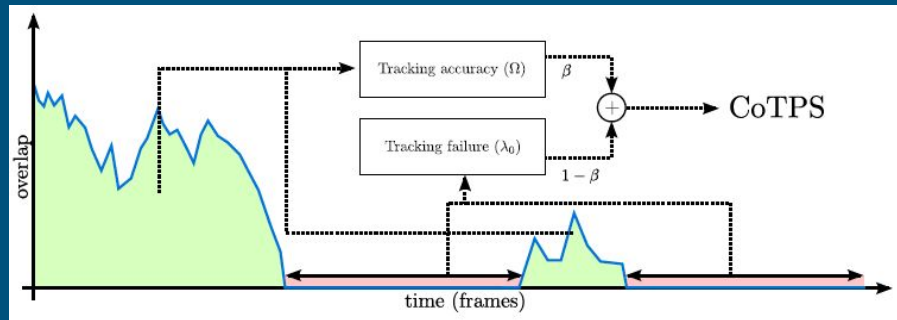
Uma ilustração da medida da Failure rate para distância de sobreposição



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Hybrid Measures

- Combina as informações sobre a precisão do tracking e o rastreamento de falhas em um único escore (mais complexo)
- Esta medida híbrida é chamada de Pontuação de desempenho de rastreamento combinada (CoTPS) e é definida como uma soma ponderada de uma pontuação de precisão e uma pontuação de falha
- A pontuação alta indica baixo desempenho de tracking



Uma ilustração da medida CoTPS



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Métricas no Tracking - Performance plots

---

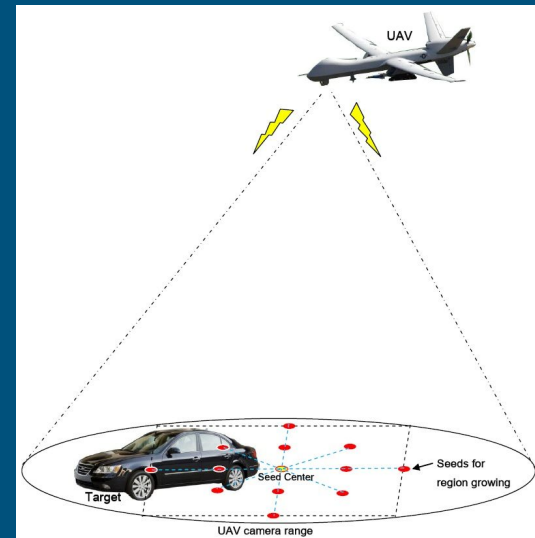
- Os gráficos são frequentemente usados para visualizar o comportamento de um tracking, pois oferecem uma visão geral mais clara do desempenho
- Útil para visualizar o resultado do rastreamento de um único tracking
- Curva ROC
- Gráficos de limiar de medida



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Aplicações

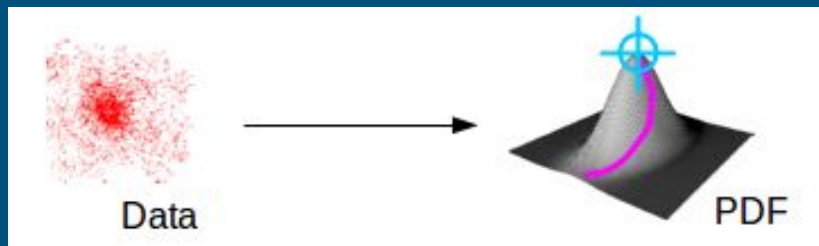
- Vigilância
- Segurança
- UAVs
- Cidades Inteligentes



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Mean Shift

- O Mean Shift (deslocamento médio) é uma técnica não paramétrica de análise do feature-space
- É um algoritmo mode seeking (utiliza a moda)
- É um procedimento para localizar os máximos de uma função de densidade conforme os dados discretos amostrados dessa função



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Mean Shift

O método é iterativo e começamos com uma estimativa inicial  $x$ . Dada uma função de kernel  $K(x_i - x)$ . Esta função determina o peso dos pontos próximos para uma nova estimativa da média. Normalmente, um kernel gaussiano na distância para a estimativa atual é usado,  $K(x_i - x) = e^{-c\|x_i - x\|^2}$ . A média ponderada da densidade na janela determinada por  $K$  é:

$$m(x) = \frac{\sum_{x_i \in N(x)} K(x_i - x)x_i}{\sum_{x_i \in N(x)} K(x_i - x)}$$

$$x \leftarrow m(x)$$

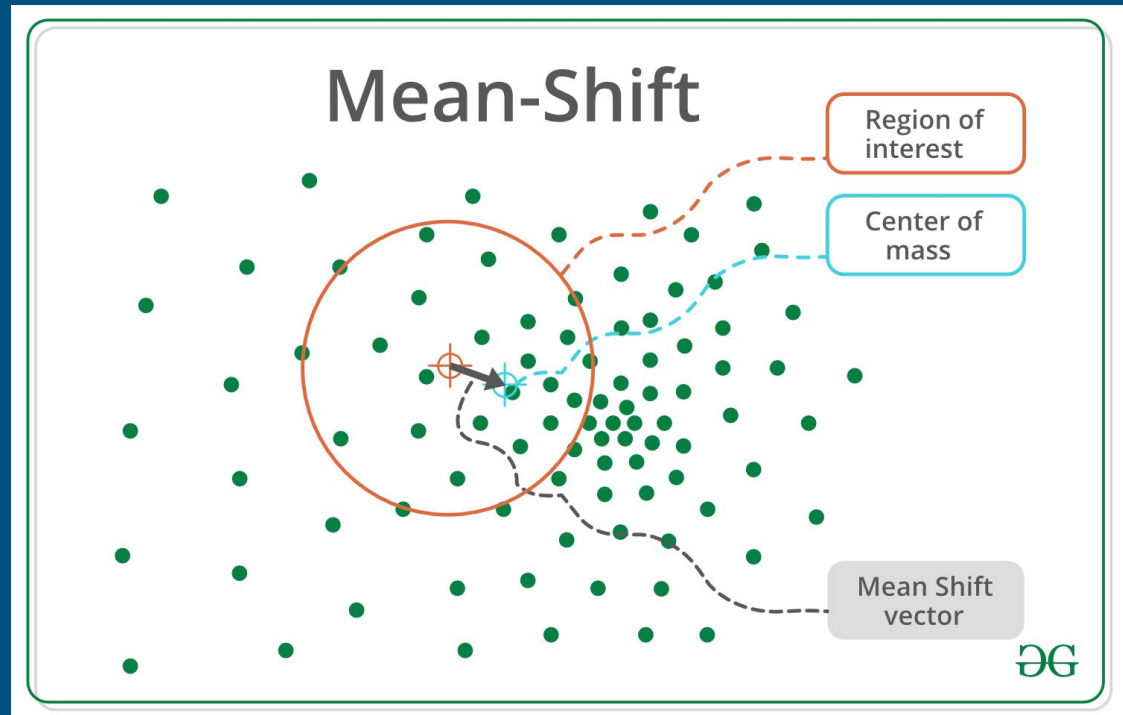
Onde  $N(x)$  é a vizinhança de  $x$ , um conjunto de pontos para os quais  $K(x_i) \neq 0$



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação



# Mean Shift



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Mean Shift e processamento de imagens

---

- Algoritmo mais simples: cria um mapa de confiança numa nova imagem com base no histograma de cores do objeto na imagem anterior e usaria o Mean Shift para encontrar o pico de um mapa de confiança próximo à posição antiga do objeto
- Mapa de confiança: função de densidade de probabilidade na nova imagem, atribuindo a cada pixel da nova imagem uma probabilidade, que é a probabilidade da cor do pixel ocorrer no objeto da imagem anterior



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Mean Shift e processamento de imagens

---

- 



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Mean Shift e processamento de imagens

---

- **Prós:** independente de aplicação, adequado para análise de dados reais, não assume nenhuma forma anterior em clusters de dados, pode lidar com espaços de recursos arbitrários, apenas 1 parâmetro para escolher, o tamanho da janela tem um significado físico, ao contrário do K-Means
- **Contras:** O tamanho da janela não é trivial, um tamanho inadequado pode causar problemas estatísticos. Nesse caso, precisamos usar o tamanho de janela adaptável (CamShift)



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# CamShift

---

- O algoritmo CAMShift (Continuously Adaptive Mean Shift) é um método de rastreamento de objetos
- Derivado do Mean Shift
- A principal diferença é que o CAMShift se ajusta ao tamanho da janela de pesquisa, por exemplo, quando os tamanhos dos objetos mudam à medida que se aproximam ou se distanciam da câmera



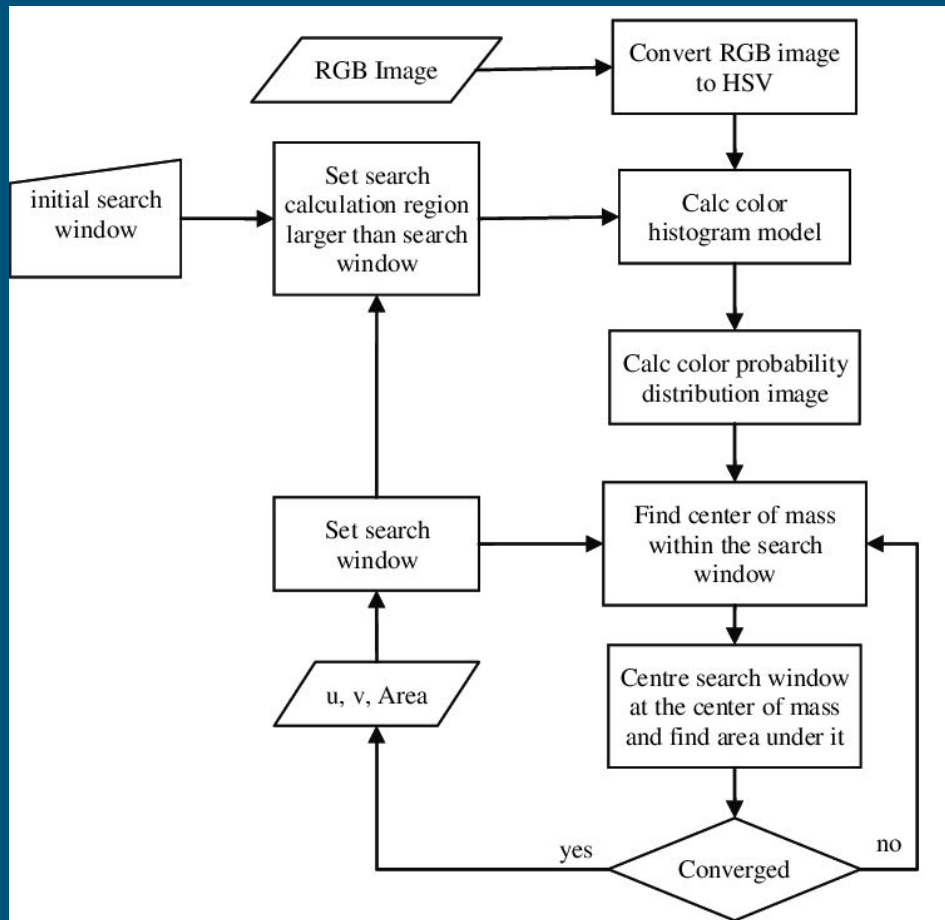
Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# CamShift

A atualização do Tamanho da janela é:

$$s = 2 \times \sqrt{\frac{M_{00}}{256}}$$

assim que o Mean Shift converge.



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação

# Referências

---

[What is Object Tracking? - An Introduction \(2021\)](#)

[OpenCV 3 with Python Tutorial - Mean Shift Tracking - 2020](#)

[Mean shift](#)

[ML I Mean-Shift Clustering](#)

[Understanding and Implementing the CAMShift Object Tracking Algorithm \(Python\)](#)

[Visual object tracking performance measures revisited](#)

[Meanshift and Camshift — OpenCV-Python Tutorials beta documentation](#)



Programa de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação