

# Método Automático de Contagem Volumétrica de Veículos baseado em Visão Computacional

Arthur Ferreira Bailão

Orientador: Prof. Hermes Aguiar Magalhães

Supervisora: Prof<sup>a</sup>. Leise Kelli de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais

Projeto Final de Curso

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados
- 5 Considerações finais

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados
- 5 Considerações finais

# O tráfego de veículos

Representa um fenômeno de grande importância socioeconômica. Deslocamentos no menor tempo possível, são uma necessidade cotidiana. Projetar sistemas viários exige ferramentas cujo desenvolvimento ainda representa objeto de estudo para diversos grupos de pesquisadores.

# A contagem volumétrica

Consiste em quantificar o volume de veículos trafegando em uma via, durante um intervalo de tempo. Seus resultados são subsídios básicos para estudos econômicos, projetos rodoviários e planejamento de tráfego.

# A contagem volumétrica

## Finalidades

- Planejar o sistema rodoviário.
- Programar necessidades e prioridades de melhorias no sistema rodoviário.
- Avaliar o fluxo existente de tráfego em relação ao sistema rodoviário atual.
- Justificar e planejar o policiamento.
- Estudos de localização de postos de pesagem, socorro médico emergencial, etc.

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 **Objetivos**
- 3 Metodologia
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados
- 5 Considerações finais

# O objetivo do trabalho

Desenvolver um método de contagem volumétrica que auxilie na análise das condições do tráfego urbano.

- Contagem volumétrica utilizando um método não-invasivo de **SIMPLES** implementação.
- Utilizar imagens coletadas por uma câmera digital.
- Determinar a qualidade do método.
- Identificar pontos de acerto e erro que podem ser trabalhados.



# O objetivo do trabalho

Desenvolver um método de contagem volumétrica que auxilie na análise das condições do tráfego urbano.

- Contagem volumétrica utilizando um método não-invasivo de **SIMPLES** implementação.
- Utilizar imagens coletadas por uma câmera digital.
- Determinar a qualidade do método.
- Identificar pontos de acerto e erro que podem ser trabalhados.

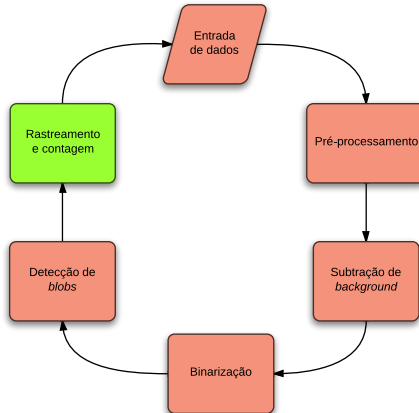
# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia**
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados
- 5 Considerações finais

## Algumas premissas foram assumidas

- 1 A cena possui boa iluminação, com pouca variação ao longo do tempo.
- 2 Não existem oclusões parciais ou totais entre veículos.
- 3 A câmera não sofre grandes vibrações ou movimentações.

## Fluxograma global do método de contagem



# Entrada de dados

- Imagens capturadas previamente.
- Os *frames* são obtidos individualmente.
- Abstração de um arquivo de vídeo por uma sequência de imagens.



# Pré-processamento

- Conversão da imagem de entrada para *grayscale*.
- Filtragem linear gaussiana.



# Pré-processamento

- Conversão da imagem de entrada para *grayscale*.
- Filtragem linear gaussiana.



# Subtração de *background*

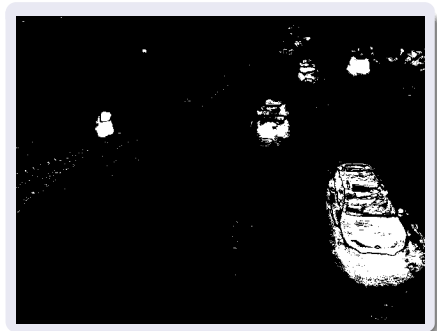
- Modelo adaptativo de mistura de gaussianas com detecção de sombras.
- Operação complexa e de alto custo computacional, mas de simples utilização.





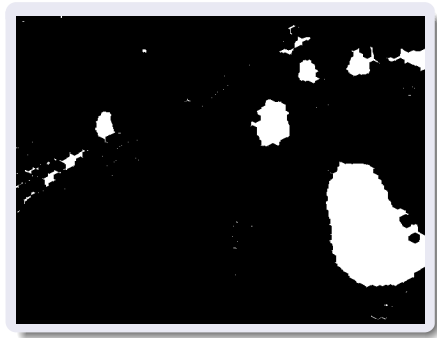
# Binarização

- Segmentar as regiões de interesse.
- Operação de limiarização ou *thresholding*.
- Operação morfológica de fechamento.
- Uniformizar a região de segmentação dos objetos.



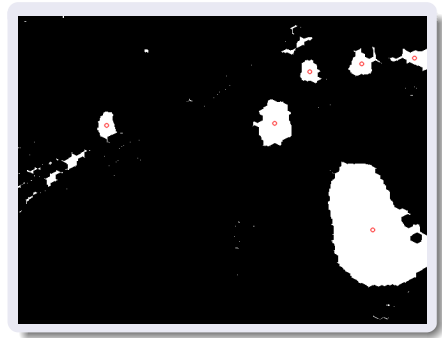
# Binarização

- Segmentar as regiões de interesse.
- Operação de limiarização ou *thresholding*.
- Operação morfológica de fechamento.
- Uniformizar a região de segmentação dos objetos.



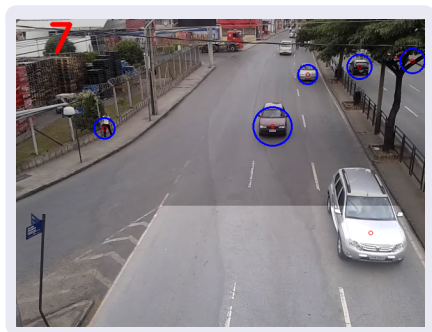
# Detecção de *blobs*

- Os *keypoints* definem a posição e tamanho de cada objeto segmentado.
- Última operação que envolve processamento de imagens.

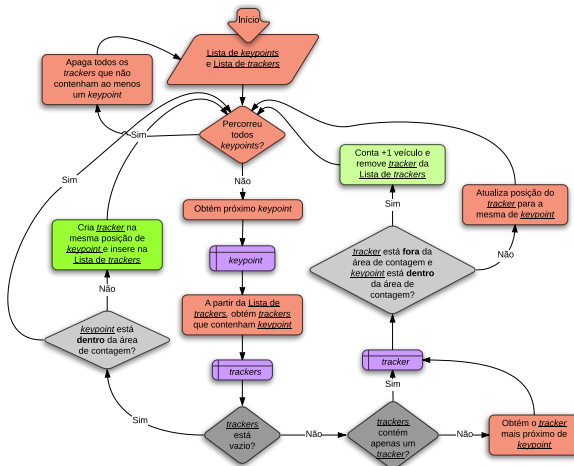


# Rastreamento e contagem

- Utiliza *keypoints* e máscara binária.
- *Tracker* é um objeto circular, definido por sua posição e raio.
- A contagem acontece se um *keypoint* adentra a região de contagem e está contido por pelo menos um *tracker*.



# O algoritmo



# A matriz de confusão

Contém informações sobre classificações reais e preditas feitas por um classificador.

		Classe verdadeira	
		Positivo	Negativo
Classe predita	Positivo	VP	FP
	Negativo	FN	VN

# Os elementos da matriz de confusão

- Verdadeiro positivo (VP): mais um veículo foi contabilizado quando o mesmo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Falso positivo (FP): mais um veículo foi contabilizado quando nenhum veículo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Falso negativo (FN): mais um veículo não foi contabilizado quando o mesmo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Verdadeiro negativo (VN): mais um veículo não foi contabilizado quando nenhum veículo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.

# Os elementos da matriz de confusão

- Verdadeiro positivo (VP): mais um veículo foi contabilizado quando o mesmo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Falso positivo (FP): mais um veículo foi contabilizado quando nenhum veículo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Falso negativo (FN): mais um veículo não foi contabilizado quando o mesmo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.
- Verdadeiro negativo (VN): mais um veículo não foi contabilizado quando nenhum veículo adentrou a região de contagem em uma janela de tempo.



# Os índices de desempenho

Precisão (P), *Recall* (R) e Acurácia (A)

$$P = \frac{VP}{VP + FP} \quad (1)$$

$$R = \frac{VP}{VP + FN} \quad (2)$$

$$A = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN} \quad (3)$$

## O índice Kappa (K)

É utilizado como uma medida apropriada da exatidão por representar inteiramente a matriz de confusão.

$$K = \frac{\theta_1 - \theta_2}{1 - \theta_2} \quad (4)$$

$$\theta_1 = \frac{VP + VN}{VP + FP + FN + VN}$$

$$\theta_2 = \frac{\alpha + \beta}{\gamma^2}$$

$\alpha = (VP + FN) * (VP + FP)$ ,  $\beta = (VN + FN) * (VN + FP)$  e  
 $\gamma = VP + VN + FP + FN$ .

# Determinando a qualidade da contagem

## Índice Kappa (K)

Índice Kappa (K)	Qualidade
$K < 0.2$	Ruim
$0.2 \leq K < 0.4$	Razoável
$0.4 \leq K < 0.6$	Bom
$0.6 \leq K < 0.8$	Muito bom
$K \geq 0.8$	Excelente

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados**
- 5 Considerações finais

## O resultado obtido

Nº	VP	VN	FP	FN	E	VPN	P	R	FM	A	K	Qualidade
1	92	35	2	6	0.95	0.85	0.98	0.94	0.96	0.94	0.86	Excelente
2	76	34	6	10	0.85	0.77	0.93	0.88	0.90	0.87	0.71	Muito bom
3	107	19	1	26	0.95	0.42	0.99	0.80	0.89	0.82	0.49	Bom
4	87	28	8	22	0.78	0.56	0.92	0.80	0.85	0.79	0.51	Bom
5	94	37	2	15	0.95	0.71	0.98	0.86	0.92	0.89	0.73	Muito bom

## O resultado obtido

Nº	VP	VN	FP	FN	E	VPN	P	R	FM	A	K	Qualidade
1	92	35	2	6	0.95	0.85	0.98	0.94	0.96	0.94	0.86	Excelente
2	76	34	6	10	0.85	0.77	0.93	0.88	0.90	0.87	0.71	Muito bom
3	107	19	1	26	0.95	0.42	0.99	0.80	0.89	0.82	0.49	Bom
4	87	28	8	22	0.78	0.56	0.92	0.80	0.85	0.79	0.51	Bom
5	94	37	2	15	0.95	0.71	0.98	0.86	0.92	0.89	0.73	Muito bom

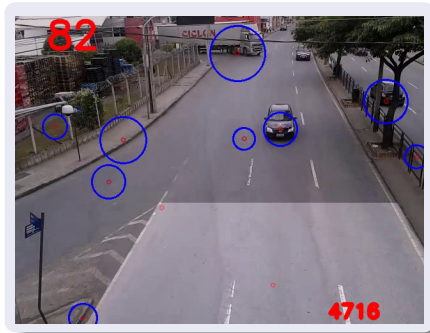
- Destaque para boa precisão.
- Variação na qualidade entre as amostras de diferente sentido da via.

## Tipo de tráfego encontrado



- Veículos de grande porte podem gerar vibração da câmera e oclusões.
- Movimentação da câmera causa falsas detecções.

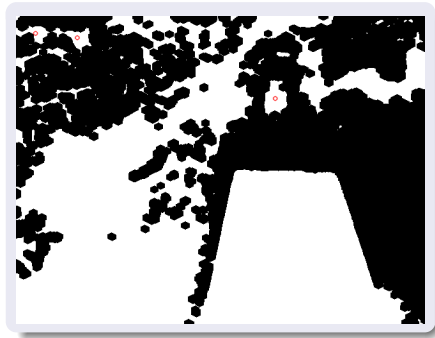
## Tipo de tráfego encontrado



- Veículos de grande porte podem gerar vibração da câmera e oclusões.
- Movimentação da câmera causa falsas detecções.



# Problemas no processamento de imagens



Problemas na subtração de *background* e detecção de *blobs*. Possíveis melhorias:

- Pontos fiduciais para compensar a movimentação da câmera.
- Detectar *features* para rastrear os veículos.

# Problemas no processamento de imagens



Problemas na subtração de *background* e detecção de *blobs*. Possíveis melhorias:

- Pontos fiduciais para compensar a movimentação da câmera.
- Detectar *features* para rastrear os veículos.

# Sumário

- 1 Introdução
- 2 Objetivos
- 3 Metodologia
  - Premissas
  - Fluxo de processos
  - Avaliação dos resultados
- 4 Resultados
- 5 Considerações finais

# Objetivos alcançados

- Método proposto de simples implementação.
- Contagem volumétrica automática com boa precisão.
- Análise crítica dos resultados.

## Trabalhos futuros

- Contagem de veículos no período noturno, em locais com baixa iluminação ou alta variação de luminosidade.
- Rastrear veículos utilizando *features* e não *blobs*.
- Minimizar o prejuízo causado pela movimentação da câmera pelo uso de pontos fiduciais.
- Criação de técnicas para classificação de veículos quanto ao tamanho.
- Contagem de veículos em cruzamentos, com deslocamentos em várias direções e sentidos.
- Estimação do volume do tráfego em vias congestionadas.