

Métricas de avaliação para detecção de reflexos luminosos em imagens

Autor: Ricardo Petri Silva

Email: petri@uel.br

Professor: Prof. Dr. Alan Salvany Felinto

Universidade Estadual de Londrina

11 de Dezembro de 2017

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Reflexos luminosos

- Caracterizados pela alta intensidade de luminosidade.
- Possui coloração próxima ao branco.
- Saturação do canal de cor do pixel.

Figura: Exemplo de saturação dos pixels devido a alta intensidade de luminosidade.

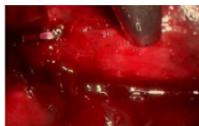


Fonte: Autor.

Problemas relacionados ao reflexos luminoso

- Reflexos luminosos são problemas recorrentes em imagens sem ambientes controlados.
- Dificultam o processo de algumas aplicações como:
 - Cirurgias assistidas por câmeras digitais;
 - Reconhecimento facial;
 - Detecção ocular;

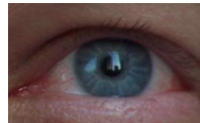
Figura: Reflexos luminosos em aplicações vistas na literatura.



(a) Cirurgia tora-
coscópica



(b) Reconheci-
mento facial



(c) Detecção ocu-
lar

Fonte: Imagens obtidas em [1, 2, 3].

Imagens em níveis de cinza

- Valor de pixel é uma amostra única.
- Apresenta informações sobre a intensidade do pixel.
- Variação de valores de intensidade de 0 a 255.

Figura: Variação de tons de cinza.



Fonte: Autor.

Imagens para experimentação

Figura: Caneca



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Cilindro metálico



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Peito de frango



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Couro marrom



Fonte: Flickr Material Database

Imagens para experimentação

Figura: Face



Fonte: Yale Face Database

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Detecção de reflexos luminosos

- A partir dos dados apresentados, como podemos identificar os reflexos luminosos em uma imagem?
- Como podemos avaliar a performance de um detector?

Detecção de reflexos luminosos

- Detectores baseados na intensidade do pixel:
 - Detector por limiar;
 - Detector por pico de histograma;
 - Detector por clusterização;

Detecção por limiar

- O detector por limiar *Chang and Tseng* (CT) é dado por:
$$\text{Limiar CT} \leftarrow 0.8 \cdot (\text{MaxIP} - \text{MinIP}). \quad (1)$$
- Obs: MaxIP e MinIP correspondem ao pixel de maior intensidade e menor intensidade da imagem respectivamente.
- Pixels com intensidades maiores ou iguais ao Limiar CT são considerados como reflexos luminosos.
- Pixels com intensidades menores que o Limiar CT considerados como normais.

Figura: Exemplo de imagem aplicada a este detector.



Fonte: Chang e Tseng [2].

Detecção por pico de histograma

- Detecção de reflexos luminosos em cirurgias toracoscópica [1].
- Identificação do último pico do histograma no espaço de cor RGB.
- Pixels com intensidade maior ou igual ao último pico considerados como reflexos luminosos.

Figura: Exemplo de imagem aplicada na técnica de pico de histograma.



Fonte: Saint-Pierre [1].

Detecção por clusterização

- Separação dos pixels em dois *clusters*.
- Um cluster para pixels normais e outro para pixels que possuem reflexos luminosos.
- Técnica pouco utilizada para problemas de reflexos luminosos.

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos**
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Detecção manual de reflexos luminosos

- Modelo ouro das imagens para experimento.
- Permite avaliar o acerto das detecções automáticas de reflexos luminosos.
- A detecção manual pode ser realizada a partir de um editor de imagens.

Detecção manual de reflexos luminosos

- Exemplo de detecção manual das imagens:

Figura: Exemplos de detecção manual. (Fonte: Autor).



(a) Couro marrom



(b) Detecção manual



(c) Peito de frango



(d) Detecção manual

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação**
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Métricas de avaliação

- Avaliação do desempenho dos detectores automáticos.
- Detecção manual serve como indicador de classificação dos pixels.
- Criação de siglas para classificação de pixels.

Métricas de avaliação

- A partir das classificações da detecção automática, temos:
 - Verdadeiro positivo (VP) para marcações que realmente são reflexos luminosos.
 - Verdadeiro negativo (VN) para marcações que realmente são pixels normais.
 - Falso positivo (FP) para marcações erradas de reflexos luminosos.
 - Falso negativo (FN) para marcações erradas de pixels normais.

Métricas de avaliação

Acurácia:

- Corresponde à proporção de previsões corretas, dada por:

$$\text{Acurácia} \leftarrow \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}. \quad (2)$$

Métricas de avaliação

Precisão:

- Corresponde à proporção de previsões corretas de reflexos luminosos em todas as previsões marcadas, dada por:

$$\text{Precisão} \leftarrow \frac{VP}{VP + FP}. \quad (3)$$

Métricas de avaliação

Exatidão:

- Desempenho mais específico dos detectores automáticos.
- Avalia as marcações de acordo com a detecção manual.
- Quantidade de detecções de reflexos manuais representado por (DRM).
- Métrica de exatidão é dada por:

$$\text{Exatidão} \leftarrow \frac{VP - FP}{\text{DRM}}. \quad (4)$$

Métricas de avaliação

Detector por limiar de referência:

- Obtém melhor limiar a partir da métrica de exatidão.
 - Verifica melhor limiar dentro do intervalo de 0 a 255.
- Adquire a melhor taxa de exatidão possível para cada imagem.
- Utilizado para comparar desempenho dos outros detectores automáticos.

Métricas de avaliação

RMSE:

- O RMSE é uma métrica que calcula a diferença de valores previstos por um modelo estimado e um modelo de referência.

$$\text{RMSE} \leftarrow \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - y_t)^2}{n}}. \quad (5)$$

- Quanto mais próximo de 0 o valor da métrica RMSE, melhor o desempenho do modelo estimado.

Métricas de avaliação

- Também existem outras métricas que podem ser utilizadas para avaliar o desempenho dos detectores de reflexos luminosos.
- As métricas que serão apresentadas foram obtidas no artigo de Fawcett [4] que apresenta uma introdução para a curva ROC.

Métricas de avaliação

Taxa VP:

- Apresenta a taxa de VP entre as classificações positivas realizadas entre todas as classificações positivas existentes.

$$\text{TaxaVP} \leftarrow \frac{\text{VP}}{\text{VP} + \text{FN}}. \quad (6)$$

Métricas de avaliação

Taxa FP:

- Apresenta a taxa de FP entre as classificações negativas incorretamente realizadas entre todas as classificações negativas existentes.

$$\text{TaxaFP} \leftarrow \frac{\text{FP}}{\text{FP} + \text{VN}}. \quad (7)$$

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Detectores de reflexos luminosos para experimentação

- Detector baseado em limiar;
- Detector baseado em histograma;
- Detector por limiar de referência;

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação**
- 7 Resultados
- 8 Exercícios

Imagens para experimentação

Figura: Caneca



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Cilindro metálico



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Peito de frango



Fonte: Autor

Imagens para experimentação

Figura: Couro marrom



Fonte: Flickr Material Database

Imagens para experimentação

Figura: Face



Fonte: Yale Face Database

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados**
- 8 Exercícios

Resultados

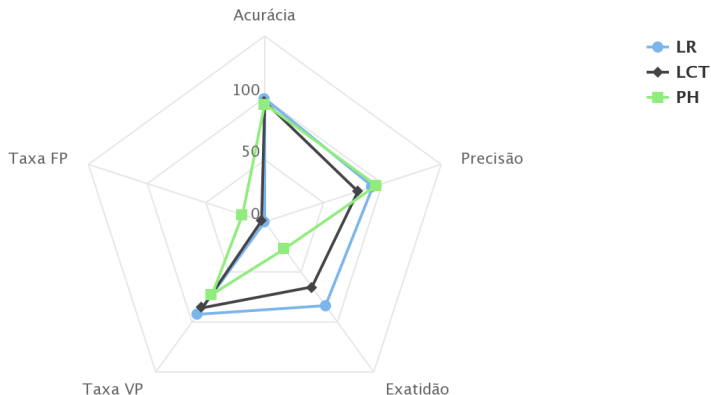
Tabela: Tabela de resultados dos detectores automáticos.

		LR	LCT	PH
Caneca	Acurácia	99.90	99.88	99.15
	Precisão	92.97	94.64	100.00
	Exatidão	86.25	84.52	3.00
	Taxa VP	93.90	89.60	73.44
	Taxa FP	0.00	0.00	11.23
	RMSE	0.3679	0.3122	23.1525
Cilindro	Acurácia	99.31	99.10	97.16
	Precisão	89.20	93.09	84.76
	Exatidão	81.47	75.77	21.35
	Taxa VP	92.69	81.85	65.78
	Taxa FP	0.00	0.00	32.22
	RMSE	1.0301	0.7578	13.4247
Peito de frango	Acurácia	99.69	99.56	97.31
	Precisão	93.37	90.97	100.00
	Exatidão	88.85	87.33	0.00
	Taxa VP	96.61	92.34	81.29
	Taxa FP	0.00	0.00	5.32
	RMSE	0.6884	0.7267	2.3521
Couro	Acurácia	99.19	87.09	89.73
	Precisão	91.92	25.62	90.29
	Exatidão	81.77	0.00	53.44
	Taxa VP	89.65	100.00	84.32
	Taxa FP	0.00	13.51	32.25
	RMSE	1.9620	8.0070	3.1423
Face	Acurácia	99.78	99.75	93.28
	Precisão	92.26	92.05	100.00
	Exatidão	79.88	77.44	57.63
	Taxa VP	89.05	65.43	53.33
	Taxa FP	0.00	0.00	3.22
	RMSE	0.4505	0.6502	3.6491

Resultados

Visão geral de resultados por meio do gráfico de radar:

Figura: Métricas de avaliação dos detectores de reflexos luminosos



Resultados



(a) Caneca



(b) Detecção manual



(c) Detecção por LR



(d) Detecção por limiar CT

Figura: Resultados qualitativos da imagem Caneca.

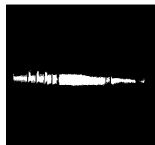
Resultados



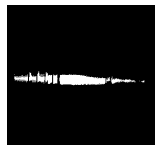
(a) Cilindro



(b) Detecção manual



(c) Detecção por LR



(d) Detecção por limiar de referência

Figura: Resultados qualitativos da imagem Cilindro.

Resultados



(a) Peito de frango



(b) Detecção manual



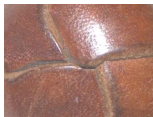
(c) Detecção por LR



(d) Detecção por limiar CT

Figura: Resultados qualitativos da imagem Peito de frango.

Resultados



(a) Couro



(b) Detecção manual



(c) Detecção por LR



(d) Detecção por limiar CT

Figura: Resultados qualitativos da imagem Couro.

Resultados



(a) Face



(b) Detecção manual



(c) Detecção por LR



(d) Detecção por limiar CT

Figura: Resultados qualitativos da imagem face.

Sumário

- 1 Reflexos luminosos
- 2 Detecção de reflexos luminosos
- 3 Detecção manual de reflexos luminosos
- 4 Métricas de avaliação
- 5 Detectores de reflexos luminosos para experimentação
- 6 Imagens para experimentação
- 7 Resultados
- 8 Exercícios**

Exercícios

1) Considere a utilização de apenas uma métrica de avaliação: Acurácia ou Precisão. Em sua opinião, qual métrica consegue demonstrar melhor o desempenho de um detector automático de reflexos luminosos? Justifique sua resposta.

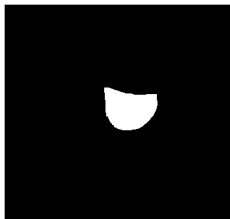
Exercícios

2) De acordo com os dados de métricas de detecção automática de reflexos luminosos disponíveis na tabela Exercício 2 e as imagens de detecções manuais, relacione-os com suas imagens resultantes.

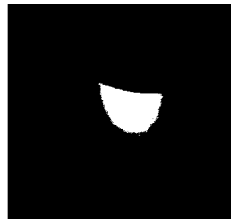
Tabela: Exercício 2

	Imagem (a)	Imagem (b)	Imagem (c)
Acurácia	94.50	99.25	97.66
Precisão	100.00	82.12	41.89
Exatidão	68.36	78.05	0.00
Taxa VP	68.36	99.77	100.00
Taxa FP	0.00	0.00	2.38

Exercícios



(a) Detecção manual



(b) Imagem ()

Exercícios

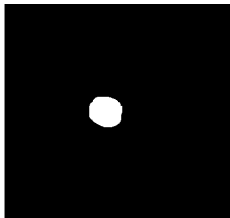


(c) Detecção manual

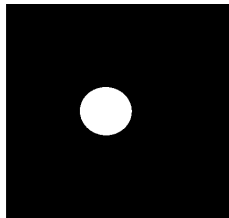


(d) Imagem ()

Exercícios



(e) Detecção manual



(f) Imagem ()

Referências I



C.-A. Saint-Pierre, J. Boisvert, G. Grimard, and F. Cheriet, "Detection and correction of specular reflections for automatic surgical tool segmentation in thoroscopic images," *Mach. Vision Appl.*, vol. 22, pp. 171–180, Jan. 2011.



R.-C. Chang and F.-C. Tseng, "Automatic detection and correction for glossy reflections in digital photograph," in *2010 3rd IEEE International Conference on Ubi-Media Computing*, pp. 44–49, July 2010.



H. Wang, S. Lin, X. Ye, and W. Gu, "Separating corneal reflections for illumination estimation," *Neurocomputing*, vol. 71, no. 10–12, pp. 1788 – 1797, 2008.

Neurocomputing for Vision ResearchAdvances in Blind Signal Processing.



T. Fawcett, "An introduction to roc analysis," *Pattern Recognition Letters*, vol. 27, no. 8, pp. 861 – 874, 2006.

ROC Analysis in Pattern Recognition.