

Processamento de Imagens

Métodos de detecção de objetos

Vinicius Gasparini¹

¹Departamento de Ciência da Computação
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Ciências Tecnológicas – Joinville – SC – Brasil

v.gasparini@edu.udesc.br

1. Introdução

O presente trabalho tem como objetivo comparar os métodos de *template matching* presentes na ferramenta OpenCV¹.

De acordo com [Kaehler and Bradski 2017], os métodos de *template matching* TM_CCOEFF_NORMED e TM_CCORR_NORMED se baseiam na análise da correlação entre os *pixels* da imagem template e os *pixels* da imagem alvo. Estes se diferenciam no modo e complexidade como essa correlação é mensurada.

2. Fundamentação e Experimentação

O método **CCOEFF** usa como seletor o coeficiente de correlação, isto é, conforme o movimento das variáveis de cor e intensidade, o nível de correlação é maior ou menor. Já o método **CCORR** leva em consideração a correlação cruzada. A correlação cruzada mede a similaridade entre duas ou mais séries. No nosso problema, o deslocamento entre os *pixels* do *template* e nossa imagem alvo.

Para a atividade proposta foi necessário desenvolver um algoritmo que realizasse tal filtragem com as imagens da base de testes fornecida para os dois métodos de detecção diferentes. De modo a obter resultados mais precisos, foi aplicado um limiar de 89% para acusar uma detecção. O conjunto de teste levou em consideração cerca de 60 imagens, metade contendo o *template*, metade sem o *template*. Alguns resultados da experimentação podem ser observados na Figura 1 e 2

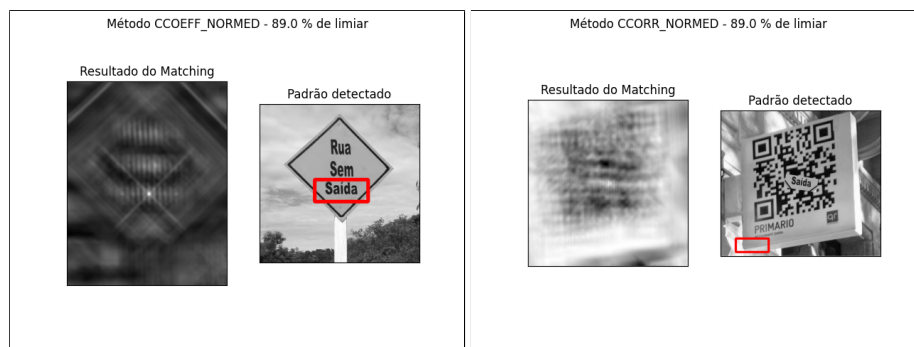
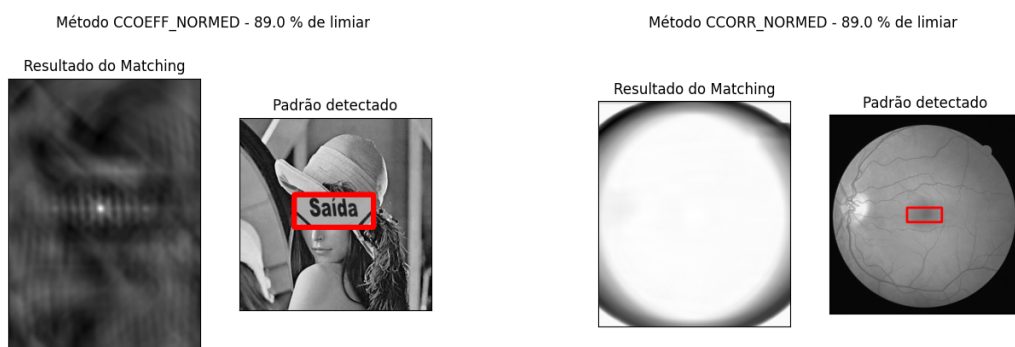


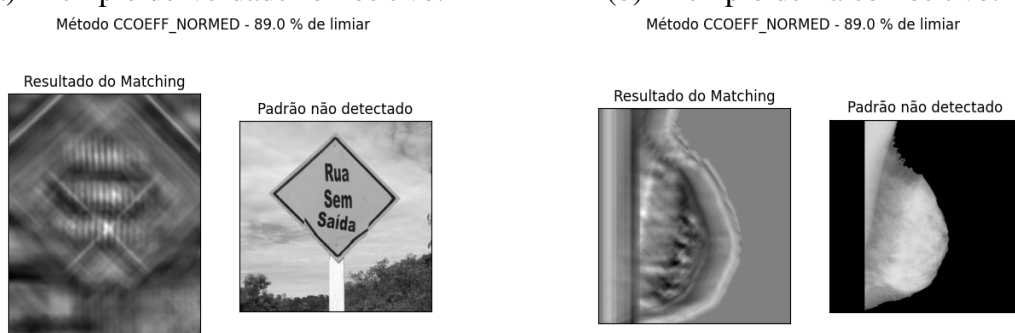
Figura 1. Na esquerda, uma detecção correta e a direita uma detecção errada.

¹<https://opencv.org/>



(a) Exemplo de Verdadeiro Positivo.

(b) Exemplo de Falso Positivo.



(c) Exemplo de Falso Negativo.

(d) Exemplo de Verdadeiro Negativo.

Figura 2. Imagens produzidas através do processo de *templateMatching*.

Sob posse das imagens classificadas, podemos construir a matriz de confusão. A matriz de confusão é uma tabela com duas linhas e duas colunas que relata o número de falsos positivos, falsos negativos, verdadeiros positivos e verdadeiros negativos conforme representado na Tabela 1. Sendo assim é possível inferir o quão preciso é o método que estamos utilizando para a classificação. Duas métricas relevantes que iremos adotar para determinar qual o método mais preciso para nosso estudo de caso é a informação da Taxa de Verdadeiro Positivo (Eq. 1) - *Precision* em algumas literaturas- TPR, e o Valor preditivo positivo (Eq. 2) ou *Recall*, PPV.

		Verdade		
		Condição positiva	Condição negativa	
Predição	Condição positiva prevista	Verdadeiro positivo	Falso positivo	PPV
	Condição negativa prevista	Falso negativo	Verdadeiro negativo	
		TPR		

Tabela 1. Matriz de confusão

$$Precision = TPR = \frac{\Sigma \text{Verdadeiro Positivo}}{\Sigma \text{Condição positiva}} \quad (1)$$

$$Recall = PPV = \frac{\Sigma \text{Verdadeiro Positivo}}{\Sigma \text{Condição positiva prevista}} \quad (2)$$

Para o conjunto de imagens sob *template* fornecido obtemos a Tabela 2 para o método **CCOEFF** e a Tabela 3 para o método **CCORR**.

		Verdade	
		Positivo	Negativo
Predição	Positivo	15	0
	Negativo	14	27

Tabela 2. Matriz de confusão do método de *matching* CCOEFF sob limiar 89%

		Verdade	
		Positivo	Negativo
Predição	Positivo	21	26
	Negativo	8	1

Tabela 3. Matriz de confusão do método de *matching* CCORR sob limiar 89%

$$\begin{aligned} Precision_{CCOEFF} &= \frac{15}{29} = 0.5172 = 51.72\% \\ Precision_{CCORR} &= \frac{21}{29} = 0.7241 = 72.41\% \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} Recall_{CCOEFF} &= \frac{15}{15} = 1 = 100\% \\ Recall_{CCORR} &= \frac{21}{47} = 0.4468 = 44.68\% \end{aligned} \quad (4)$$

Quanto aos valores de *Precision* e *Recall*, tem-se descrito nas equações 3 e 4. Podemos observar que o método **CCOEFF** teve menor sensibilidade, isso impactou em uma menor quantidade de acertos e zero erros. Mas deixou passar quase 48% das imagens que continham o *template*. Já o método **CCORR** obteve uma taxa de acerto elevada (72.41%) assim como alto nível de Falsos positivos (cerca de 44.68%). Analisando as imagens, é possível perceber que o método **CCORR** é mais sensível e consegue detectar o *template* até sob algumas transformações como por exemplo rotação e deslocamento (Figura 3). No contexto de objetos em movimento isso é uma característica útil e pode trazer bons resultados quando bem calibrado o limiar.

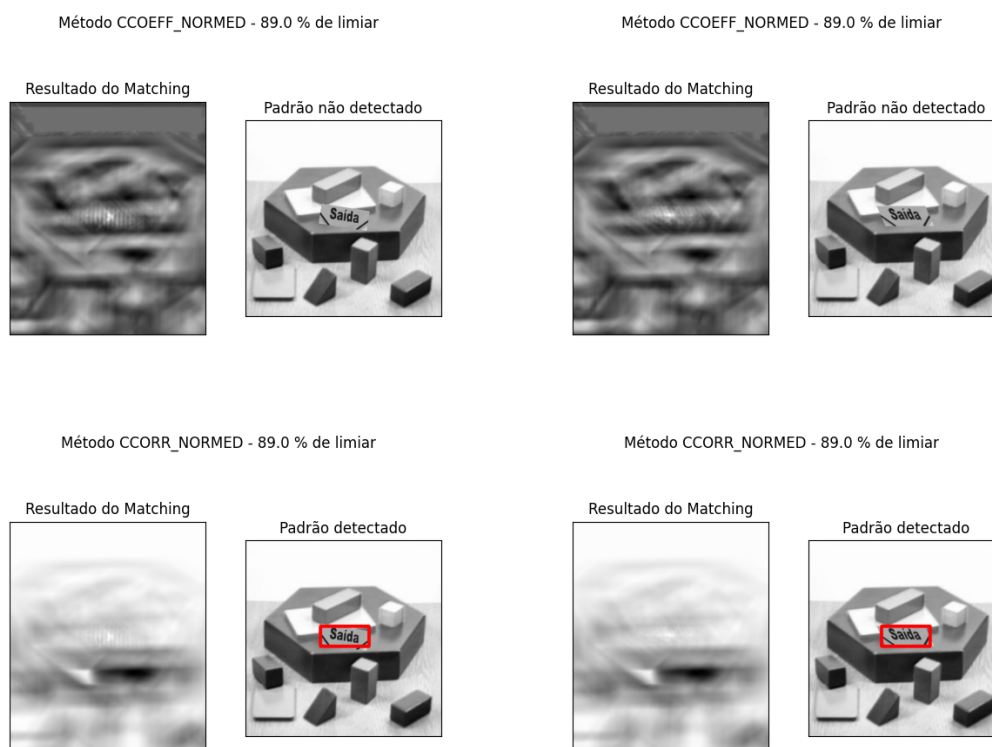


Figura 3. Comparação entre os dois métodos de detecção.

2.1. Detecção de objeto em filmagens

A etapa 2 deste trabalho consiste em aplicar a metodologia de *template matching* a detecção de objetos em movimento em filmagens. Com base na análise realizada na seção anterior, optou-se por utilizar o método **CCORR**.

Para o procedimento de teste foi realizado duas filmagens com cerca de 10s a 30fps com motivo algum objeto em movimento sob um fundo estático.

A cena consiste em bolas sendo jogadas lado a lado do quadro, com objetivo de estressar a detecção, são lançadas 2 ou 3 bolas de cores e tamanhos diferentes, as vezes simultaneamente na cena.

Em um primeiro momento, com um plano de fundo mais simples, o algoritmo mostrou taxa de verdadeiro positivo de 92% dos 277 frames, o que é bastante alto. Como se trata de imagens em escala de cinza, não era um objetivo distinguir entre bolas mas sim detectar alguma, seja qual for. A Figura 4 demonstra a cena citada.

A próximo passo então, foi criar uma cena onde o fundo é mais detalhado e com mais informações que possam interferir na acurácia do método de detecção (Figura 5). Nessa situação, a acurácia de verdadeiro positivos caiu para 61% dos 294 frames. Para destacar um culpado, como a bola *template* contém listras (Figura 7), a sombra projetada pelo telhado confundiu em boa parte dos casos a detecção das demais bolas, como exemplificado na Figura 6.

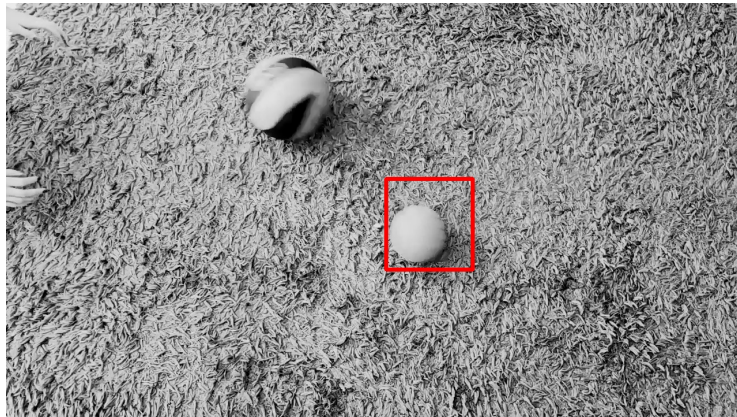


Figura 4. Cena com fundo simples e limiar de 92%.

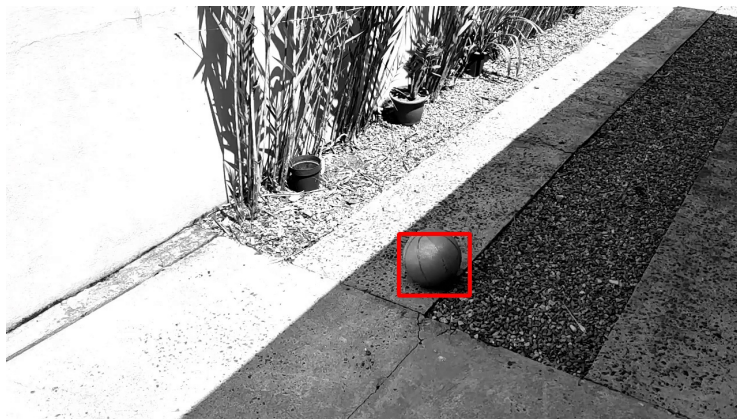


Figura 5. Cena com fundo complexo e limiar de 94%.



Figura 6. *Template* utilizado tanto na cena 1 quanto na cena 2.

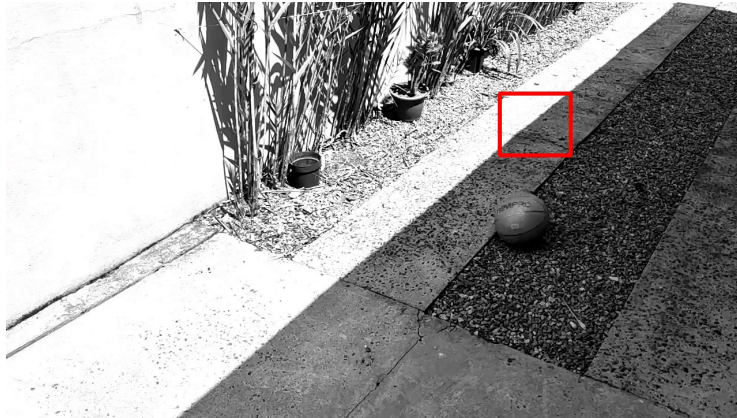


Figura 7. Exemplo de quadro onde a sombra confunde com a bola.

3. Conclusão

Os métodos de detecção por *template* **CCOEFF** e **CCORR** se mostraram bastante eficientes quando bem calibrado o limiar. Apesar do método **CCOEFF** possuir taxa de verdadeiro positivo maior, alguns casos de positivo previsto se mostrou baixo. Já o método **CCORR** obteve taxa de verdadeiro positivo mais elevado e mesmo que o *recall* seja alto, isso foi contornado com melhor calibração do limiar. A estratégia de extrair os *frames* do vídeo e então rodar o algoritmo de detecção sob os quase 300 quadros se mostrou eficaz e válida.

Referências

[Kaehler and Bradski 2017] Kaehler, A. and Bradski, G. (2017). *Learning OpenCV 3*. O'Reilly Media.