

Inspeção em embalagens de fármacos utilizando a biblioteca OpenCV

Douglas Hartmann e Martin Bernasconi

No presente trabalho será apresentado o desenvolvimento de uma aplicação que visa analisar um blister de comprimidos a partir do processamento de imagens. A aplicação foi desenvolvida em Python e utilizou-se a biblioteca OpenCV para realizar o processamento de imagem. Foram analisados diversos blister em diferentes ângulos, aonde foi possível avaliar a presença ou não de comprimidos embalados de forma acertiva.

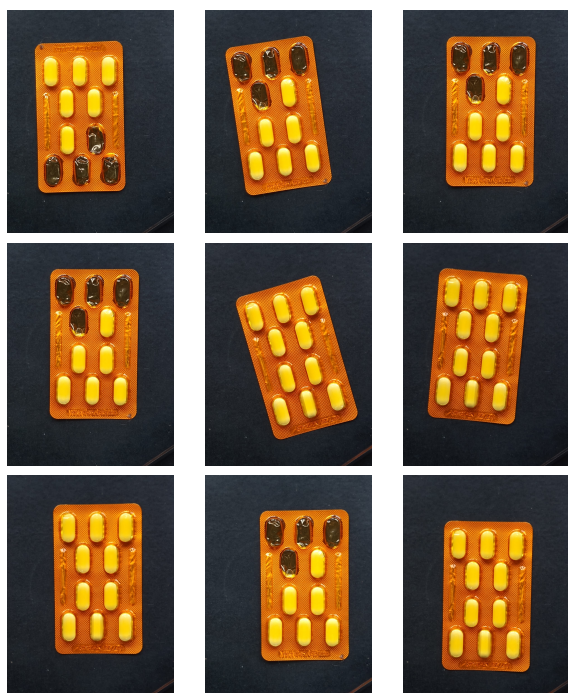
1.Introdução: Para exemplificar o análise de uma imagem foi utilizado um exemplo relativamente simples. A detecção de presença ou ausência de comprimidos em uma embalagem de medicamentos. Esta aplicação foi feita em um ambiente doméstico, com as imagens sendo captadas por uma câmera de celular. Entretanto a mesma pode ser facilmente reproduzida em um ambiente industrial como processo de controle de qualidade e análise do produto.

2.Fundamentação teórica: Através do uso da biblioteca OpenCV no processamento das imagens, foi possível detectar a localização da embalagem dentro da imagem e determinar as áreas de inspeção de interesse. Para o trabalho em questão foi utilizada a menor quantidade possível de ferramentas e funções prontas da biblioteca OpenCV para assim poder efetuar um código mais eficiente, além de ajudar a fixar os conhecimentos e compreender de forma mais clara o tratamento de imagens.

3.Metodologia:

3.1.Extração da imagem

As imagens foram obtidas por meio de uma câmera de celular convencional posicionada perpendicularmente ao produto, que se encontrava posicionado sobre uma superfície preta. A embalagem foi posicionada em diferentes posições com diferentes ângulos de inclinação e também com diferentes quantidade de comprimidos, obtendo assim as seguintes imagens:



Como as embalagens se encontram sempre em posições diferentes é necessário fazer a localização da embalagem na imagem antes de processar as regiões de interesse. Para isto foi definida uma imagem de exemplo que foi utilizada como base para definir a localização das áreas de interesse.

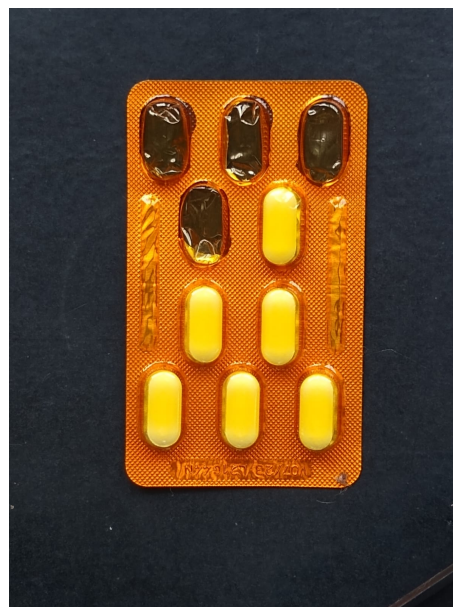


Fig. 1. Figura exemplo

3.2.Conversão da imagem em escala de cinzas

Após obtenção das fotos e com os conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, optou-se em realizar o processamento das imagens em escala de cinza. Porém para a amostragem pós processamento, definiu-se que seria utilizada a imagem colorida para melhor visualização dos resultados obtidos. Portanto utilizou-se a função `imread()` em dois momentos, o primeiro sem o segundo parâmetro para realizar a leitura da imagem colorida, e no próximo momento setou-se o segundo parâmetro em 0, obtendo assim uma imagem em escala de cinza.

3.3.Detecção de borda

Para a detecção da borda da embalagem, foi implementada uma função que percorre, da esquerda para a direita, a linha central da área de inspeção que analisa as cores da linha, sendo capaz de detectar o momento que termina o fundo preto e inicia as cores mais claras, consequentemente sinalizando o início da embalagem. Esta análise é possível a partir do cálculo da derivada discreta do ponto anterior com o ponto atual. Obtendo-se assim o seguinte gráfico:

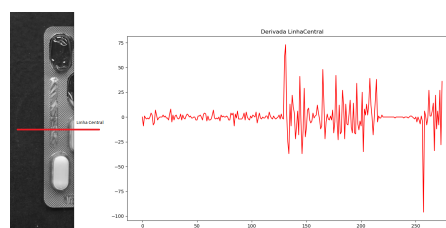


Fig. 2. Derivada Linha Central

Observando o gráfico pode-se concluir que a posição onde o primeiro pico ocorre é o ponto onde a cor preta do fundo passa a ser a cor mais clara devido ao começo da embalagem. Logo pode-se afirmar que a função consegue determinar onde inicia a borda da embalagem.

3.4.Detecção de ângulo

Utilizando a função que determina a borda da embalagem podemos calcular o ângulo de inclinação da embalagem. Para isto criou-se uma função que, novamente, recebe como parâmetro uma imagem e o limiar de corte para determinar a borda. Logo, ela separa a imagem em duas partes, uma superior e uma inferior, e calcula a posição da borda no ponto médio de ambas bordas conforme a imagem a seguir:



Fig. 3. Detecção de ângulo

Com estes pontos podemos obter o ângulo de inclinação da embalagem a partir dos conceitos trigonométricos. Para isto utilizamos o arco tangente do cateto oposto (coordenada X do ponto superior menos coordenada X do ponto inferior) dividido pelo cateto adjacente (coordenada Y do ponto superior menos coordenada Y do ponto inferior). Assim a função retorna o ângulo de inclinação da embalagem em relação a imagem.

3.5. Correção de ângulo

A modo de simplificar a área de inspeção para a determinação da presença dos comprimidos o ideal é que a embalagem se encontre alinhada com a câmera, assim os comprimidos podem ser analisados como regiões retangulares. Por isto é utilizado o ângulo extraído pela função anterior para rotacionar a imagem, garantindo assim que a embalagem sempre se encontra alinhada com a imagem. Para isto é utilizada as funções do OpenCV `getRotationMatrix2D()` e `warpAffine()`.

3.6. Definição ponto de referencia

Uma vez corrigido o ângulo da embalagem, basta aplicar novamente a detecção de borda na borda lateral, e na borda superior (esta última efetuando uma translação da matriz primeiro para deixar a borda perpendicular ao análise de borda) para poder obter assim o ponto de referencia da embalagem na quina superior esquerda extraíndo a componente X da borda lateral e a componente Y da borda superior. Utilizando a imagem de exemplo foi obtido o ponto de referencia (95,155).

3.7. Definição áreas de inspeção

A área de inspeção foi definida para cada comprimido a partir da imagem de exemplo, aonde foi possível criar um template com a coordenada de cada cápsula. Com isso foi possível delimitar uma área de análise para detectar a presença de comprimido naquele ponto.

3.8. Detecção de presença/ausência de comprimido

Para identificar a presença de comprimido, foi inicialmente efetuado um histograma para uma área com comprimido e uma área sem comprimido obtendo os seguintes resultados:

Como podemos observar na área destacada, a presença de uma grande quantidade de pontos com a cor 180 ou superior indica a presença de um comprimido, logo para fazer uma análise mais rápida, foi utilizada uma estrutura de repetição (for) que percorre toda a área delimitada, aonde, ao detectar um valor de pixel maior que 180, é realizado o incremento unitário de um contador de controle. Caso esse contador, ao final de todos laço de repetição, obtive-se um valor maior que 2000, será considerado que há um comprimido na área de inspeção.

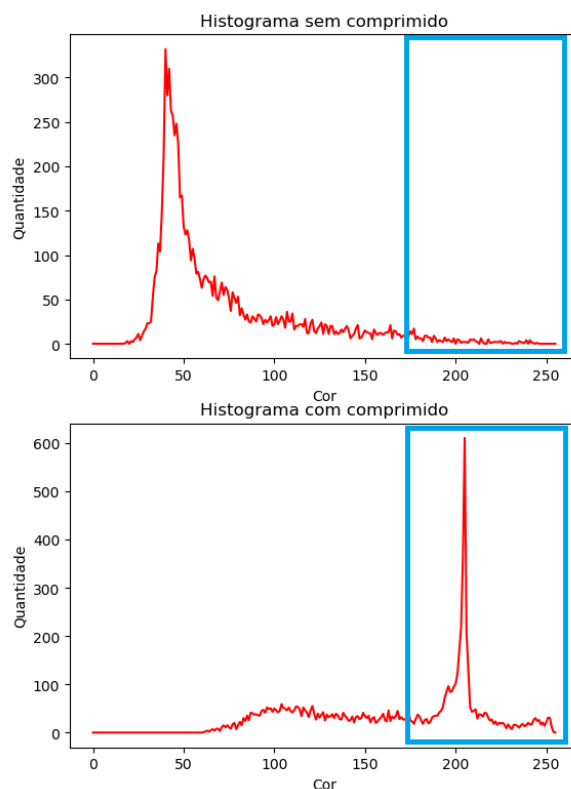


Fig. 4. Histogramas

3.8. Correção de referência

Uma vez definidas as áreas de inspeção na imagem de exemplo, é aplicado o fator de correção (componente X recebe menos 95 e componente Y menos 155 conforme referência definida anteriormente). Isto garante que todas as imagens, independentemente da posição da embalagem, possam inspecionar a mesma região que corresponde a posição de cada um dos comprimidos.

3.9. Amostragem de resultados visualmente

Para realizar a amostra do resultado final de forma mais clara para o usuário, foi utilizada a imagem original colorida, aonde, com o utilização da função `rectangle()`, foi desenhado um retângulo no entorno de cada comprimido. Foi definido que o retângulo teria bordas vermelhas na falta de comprimidos e bordas verdes na presença de comprimidos.



Fig. 5. Resultado final

4. Conclusão: Com a finalização do presente trabalho foi possível afirmar que os resultados obtidos foram satisfatórios com grande acretividade. Foram utilizadas diversas imagens, que mesmo em posições diferentes, ainda detectava a presença ou não de comprimidos. Além dos resultados práticos, também obteve-se uma melhora significativa na compreensão das técnicas de processamento de imagem.

References

- 1 Documentação OpenCV. Disponível em:
<<https://docs.opencv.org/4.x/d9/df8/tutorial.html>> acesso em novembro, 2021.
- 2 Schmith, J., "Fundamentos de Imagens", "Tipos de Imagens", "Relações entre Pixels", "Pré-processamento de Imagens", "Filtragem de Imagens". Material da disciplina de Processamento Digital de Sinais, São Leopoldo, novembro, 2021.