



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Processamento Digital de Imagens

Entrega I

Aluna: Carla de Oliveira Barden

Santa Fe, Abril de 2020

Introdução

Em Processamento de Imagens, operações realizadas no domínio espacial consistem na manipulação direta de cada pixel que compõe a imagem. Matematicamente, $g(x, y) = T[f(x, y)]$, onde $g(x, y)$ é a imagem de saída, $f(x, y)$ é a imagem de entrada e T é o operador.

No caso onde g depende apenas do valor de f em um único ponto (x, y) , T é dito uma **Função de Transformação de Intensidade**, sendo apresentada na forma: $s = T(r)$, onde s e r são variáveis que indicam a intensidade de g e f em qualquer ponto (x, y) .

Uma das possíveis aplicações desse tipo de operação é o *realce* de características relevantes da imagem, de forma que a imagem transformada seja mais adequada à aplicação que se destina do que a imagem original.

Problema Proposto

Implementar um sistema que permita identificar uma garrafa que não está corretamente cheia. As imagens proporcionadas são capturadas por uma câmera fixa, em escala de cinzas e diretamente da linha de envase. Adicionalmente, espera-se que o sistema possa:

- Identificar uma garrafa não-cheia em qualquer posição da imagem;
- Indicar a posição da garrafa na imagem;
- Informar a porcentagem que a garrafa não-cheia contém.

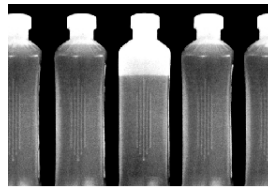


Figura 1: Exemplo de Imagem

Solução Proposta

A solução proposta encontra-se no seguinte local: <https://tinyurl.com/ugpms7u>

Metodologia

Considerando imagens em escala de cinzas, capturadas através de uma câmera fixa (ao menos, na vertical, já que se trata de uma linha de envase), a metodologia adotada para a resolução do problema é baseada em vetores de Perfis de Intensidade. Observando-se a imagem 1, é possível notar grandes diferenças de intensidade entre o fundo (preto) e as garrafas (cinza-claras/brancas). Realizando-se uma varredura horizontal, em uma única linha da imagem, definida arbitrariamente por $[tamanho\ da\ imagem]/2$, obtém-se o perfil de intensidade demonstrado na figura 2.

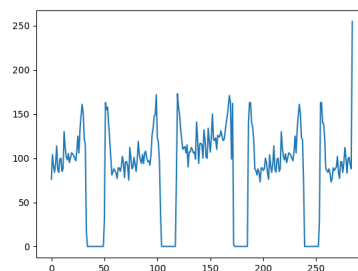


Figura 2: Perfil de Intensidade obtido pela Varredura Horizontal da linha central da imagem

Analisando o Perfil de Intensidade da figura 2, é possível obter as coordenadas de onde começa e termina cada garrafa (na horizontal). A intensidade do fundo é praticamente zero e há uma variação abrupta para valores maiores quando há uma garrafa. No software, considerou-se que intensidades menores que 5 são fundo, enquanto as maiores, são garrafas - para compensar possíveis variações de luz na hora da captura da foto.

Como a câmera é fixa e está enquadrada exatamente na base das garrafas (o caso de encontrar uma garrafa "na vertical" não foi tratado), pode-se aproximar um "ponto médio", através da média aritmética dos pontos de início e fim de cada garrafa encontrados na análise do perfil de intensidade.

Conhecendo-se os "pontos centrais", foi realizada uma varredura vertical das colunas especificadas, gerando, assim, os Perfis de Intensidade (vetores) de cada garrafa identificada na linha de envase.

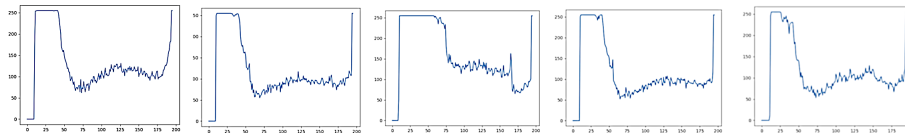


Figura 3: Perfis de Intensidade obtidos pelas Varreduras Verticais da coluna central de cada garrafa

Apesar de, visualmente, ser perceptível nos gráficos a diferença entre garrafas cheias e não cheias (figura 3), computacionalmente é difícil concluir qualquer coisa com base em sinais tão ruidosos. Assim sendo, foi aplicada uma transformação linear de intensidade conhecida como *Função de Limiarização* (*Thresholding*), tornando a imagem binária (preta e branca). Matematicamente, o Thresholding é definido como $s = T(r)$, onde:

$$s = \begin{cases} 0, & \text{se } r < k; \\ 255, & \text{se } r \geq k. \end{cases}$$

Para esta aplicação, o valor de k foi empiricamente definido como 200. Após a transformação, apesar de a imagem estar menos nítida para o observador (figura 4), os perfis de intensidade gerados a partir das imagens transformadas são mais "limpos" e mais fáceis de serem interpretados computacionalmente (figura 5).



Figura 4: Imagem transformada e imagem original; $k = 200$

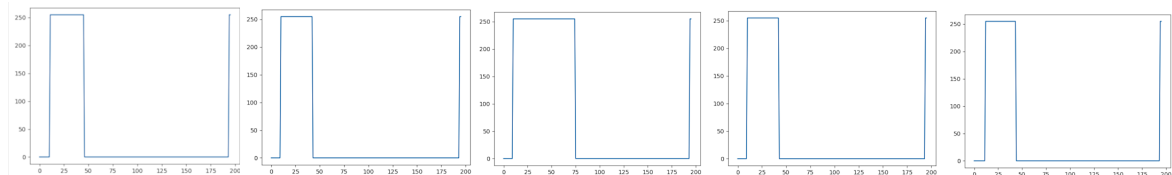


Figura 5: Perfis de Intensidade gerados a partir da imagem transformada

A partir dos Perfis de Intensidade de cada garrafa (figura 5), é possível inferir que:

- O primeiro pixel branco (leitura efetuada de cima para baixo) é a tampa da garrafa;
- Após isso, o intervalo contendo pixels brancos é a parte da garrafa que encontra-se vazia*;
- Novamente levando-se em consideração a câmera fixa, posicionada juntamente à base da garrafa, pode-se descobrir a sua altura total ($[tamanho\ da\ imagem - primeiro\ pixel\ branco]$).

*Para calcular o percentual da garrafa que está ocupada, foram desconsiderados os espaços das tampas. Para fins práticos, garrafas com 80 % ou mais de conteúdo (Vetor de Perfil de Intensidade = 0) foram consideradas "garrafas cheias". Logo, após conhecer os pontos de início da garrafa (tampa), fim da garrafa (base da imagem) e o tamanho da parte branca (parte vazia da garrafa), o cálculo da porcentagem de ocupação da garrafa é executado da seguinte maneira:

$$todo = altura\ da\ imagem - ponto\ de\ inicio\ da\ garrafa;$$

$$parte = ultimo\ ponto\ branco - ponto\ de\ inicio\ da\ garrafa;$$

$$percentual = (100 - (parte/todo * 100))$$

Resultados

A aplicação foi capaz de identificar garrafas cheias (retângulo verde) e vazias (retângulo vermelho) em quaisquer posições *horizontais* da imagem (figura 6). Ela também faz a impressão de algumas informações pertinentes (quantidade de garrafas detectadas na imagem, posições - aproximadas para retângulos, e o percentual de ocupação de cada garrafa) no *shell* onde foi invocada.

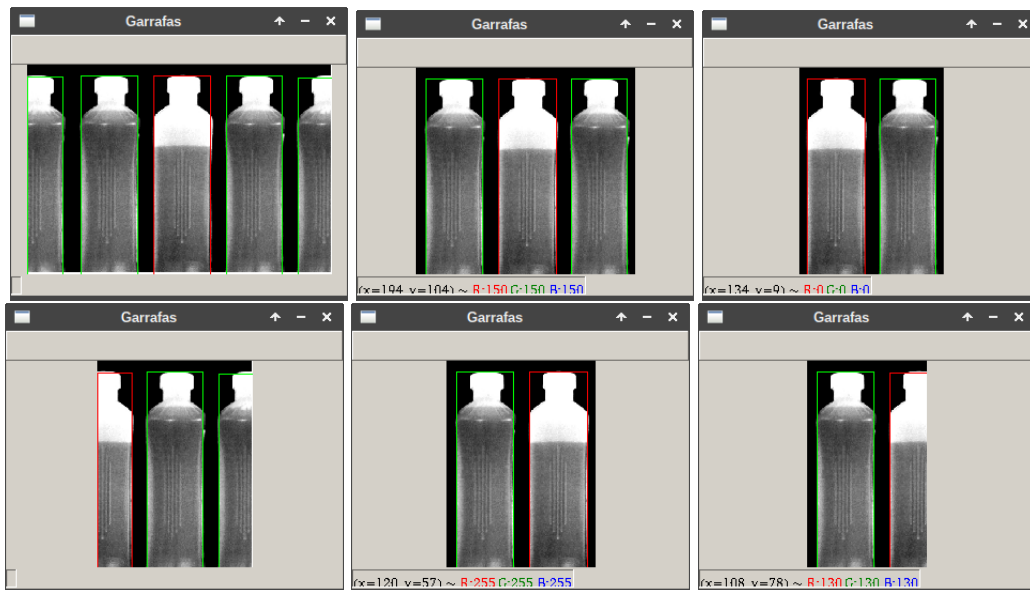


Figura 6: Resultados

Referências

Videoaulas da Disciplina;
Processamento Digital de Imagens - Rafael C. Gonzalez e Richard E. Woods - 3a edição.