

IPI - Projeto 2

Manipulações Morfológicas de Imagens para Obtenção de Elementos Desejáveis

1st Bruno Takashi Tengan
Universidade de Brasília
Matrícula: 12/0167263
Email: bt.tengan@gmail.com

Abstract—Utilizando de operações morfológicas tentamos obter elementos de interesse na imagem. Na primeira aplicação buscamos separar o texto de seu fundo e observar os efeitos e eficácia das operações em determinadas situações. No Segundo problema tentamos isolar um tipo desejável de padrão utilizando a técnica de transformação hit-or-miss pois conhecemos o seu formato.

Index Terms—Morfologia, erosão, dilatação, abertura, fechamento, top-hat, bottom-hat, hit-or-miss.

I. INTRODUÇÃO

A morfologia matemática estuda o processamento e análise de estruturas geométricas. Ela se funda na teoria dos conjuntos. No contexto de processamento de imagens, como estamos vendo aqui, ela se preocupa com a extração, representação e descrição de regiões e formas dentro de uma imagem.

Nós temos a nossa disposição todas as operações de conjunto e as operações lógicas NOT, OR e AND para realizar o processamento morfológico de imagens. Além dessas nós temos mais 4 operações básicas: erosão, dilatação, abertura e fechamento.

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (1)$$

A erosão, equação 1, em uma imagem binária pode ser definida como o conjunto de todos os pontos z , tal que B transladado de z está contido em A . Em níveis de cinza com um elemento estruturante plano, o pixel sendo avaliado é substituído pelo menor valor coberto por seu elemento estruturante.

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

A dilatação, equação 2, em uma imagem binária pode ser definida como o conjunto de todos os deslocamentos z de forma que B e A se sobrepõem em pelo menos por um elemento. Em níveis de cinza com um elemento estruturante plano, o pixel sendo avaliado é substituído pelo maior valor coberto por seu elemento estruturante.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (3)$$

A abertura, equação 3, em uma imagem binária pode ser definida como a união de todas as translações de B que

se encaixam em A . Geralmente suaviza contornos e elimina saliências finas. Em níveis de cinza, a abertura vai diminuir a intensidade dos objetos claros da imagem, pouco afetando os objetos escuros.

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (4)$$

O fechamento, equação 4, em uma imagem binária pode ser definido como o conjunto formado quando B tenta contornar A . Geralmente funde descontinuidades, elimina pequenos buracos e preenche lacunas em contornos. Em níveis de cinza, o fechamento vai aumentar a intensidade dos objetos escuros da imagem, pouco afetando os objetos claros.

A combinação da abertura com um fechamento em níveis de cinza é uma suavização da imagem pois remove os picos escuros e claros de uma imagem.

$$A \circledast X = (A \ominus X) - (A \oplus (W - X)) \quad (5)$$

Utilizando as operações básicas podemos realizar uma operação conhecida como transformada hit-or-miss, equação 5. Ela pega uma forma X e encontra na imagem A aonde ela ocorre. Iremos utilizá-la no último problema.

II. METODOLOGIA

A. Obtenção de texto

Neste problema estamos interessados na imagem binarizada do resultado. Como nossas operações aqui vão alterar constantemente os valores de intensidade da imagem, usaremos um método de binarização conhecido como binarização de Otsu que determina o seu threshold a partir da distribuição de valores mostrada pelo histograma.

Primeiro aplicaremos operações de top-hat e bottom-hat, negatizando a imagem quando estamos lidando com o top-hat pois nosso objetivo é realçar os dígitos. Iremos realizar essas operações com diversos tamanhos de kernels, tanto quadrados quanto elípticos.

Depois vamos aplicar um filtro de mediana na imagem original para tentar remover os ruídos que se parecem do tipo salt-pepper. Feito isso, aplicamos o top-hat e bottom-hat para ver se os resultados melhoraram com o filtro.

Com os top-hat e bottom-hat aplicados, vamos pegar os melhores resultados de ambos, filtrado e não filtrado, para

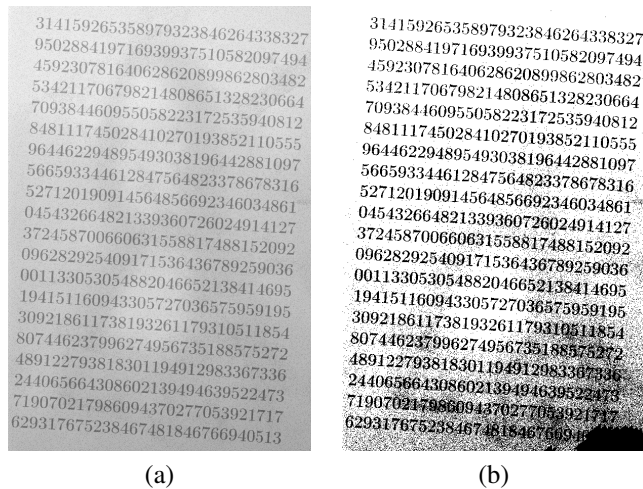


Fig. 1. (a) Imagem original; (b) Imagem binarizada com um threshold baseado no seu histograma, conhecido como binarização de Otsu.

realizar operações de abertura e fechamento na tentativa de melhorar os resultados já obtidos.

B. Transformada hit-or-miss

Neste problema temos uma foto de um biscoito inteiro e um biscoito mordido, nosso objetivo é isolar o biscoito que está intacto da imagem utilizando de uma máscara plana. Para isso, vamos trabalhar com a imagem binarizada, então nossa primeira tarefa será binarizar a foto com o objetivo de obter as formas gerais dos dois biscoitos.

Com a forma binarizada obtida, devemos eliminar os elementos da imagem que não queremos, o biscoito mordido e os ruídos. Para os ruídos uma operação de abertura e fechamento deve bastar, já o biscoito mordido a transformada hit-or-miss irá se encarregar disso.

Para realizar o hit-or-miss devemos primeiro obter uma máscara com a forma do objeto que queremos, obtemos ele recortando o pedaço da imagem binarizada que corresponde ao biscoito completo. Com a máscara em mãos, realizamos a equação 5 e devemos obter os pontos em que nosso objeto aparece. Disso, fazemos uma dilatação para obter a máscara final que irá isolar o nosso biscoito fazendo uma simples operação de AND bit a bit na imagem original.

III. RESULTADOS

A. Obtenção de texto

Como ponto de referência para os resultados fizemos uma binarização sem nenhum tipo de tratamento anterior, principalmente para mostrar a efetividade da binarização de Otsu, Figura 1.

Agora fizemos vários testes com operações de top-hat e bottom-hat. Utilizamos elementos estruturantes de 3x3 até 11x11, tanto quadrados quanto elípticos. As operações foram melhorando o resultado até 7x7 quando parou de ter mudanças perceptíveis. Os resultados envolvendo os 5x5 também foram satisfatórios e similares aos 7x7, mas os 7x7 mostraram ter um pouco mais dos números presente no geral do que o 5x5,

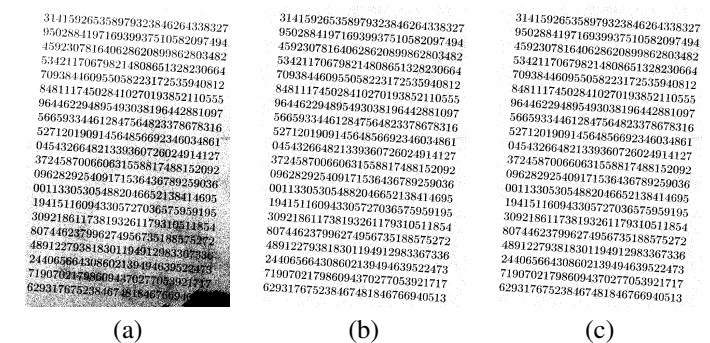


Fig. 2. (a) Imagem original binarizada; (b) Imagem com um top-hat de máscara quadrada 7x7 aplicado antes da binarização; (c) Imagem com um bottom-hat de máscara quadrada 7x7 aplicado antes da binarização;

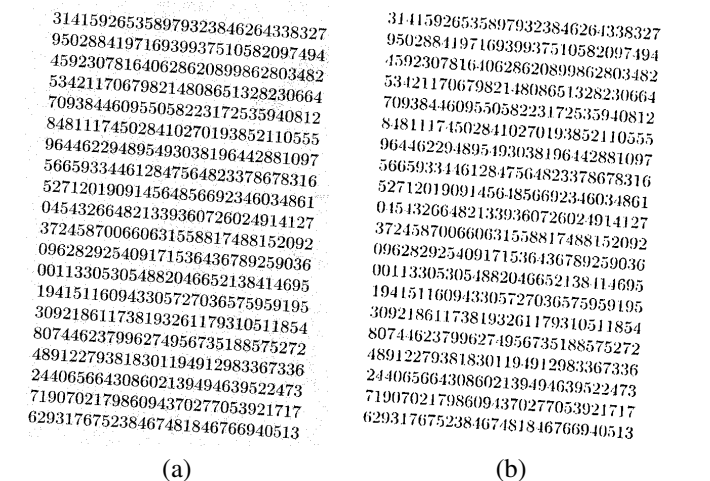


Fig. 3. (a) Imagem 2.c; (b) Imagem onde foi aplicado o filtro de mediana com tamanho do kernel 3x3 e seu bottom-hat foi com um kernel 5x5.

o que irá fazer diferença mais a frente. No fim as máscaras quadradas desempenharam melhor que os elípticos.

Uma observação interessante foi que foi possível observar que os resultados do top-hat e do bottom-hat estavam gerando resultados idênticos. Isso foi confirmado quando subtraído um resultado do outro e resultando em uma figura preta, demonstrando nenhuma diferença entre ambas as imagens resultantes.

Foi utilizado o filtro de mediana com um kernel de 3x3 por apresentar o resultado mais adequado. Como não fazia diferença entre utilizar um top-hat ou bottom-hat, foram feitos testes com a imagem filtrada realizando somente bottom-hats. No fim o melhor resultado foi com uma máscara quadrada 5x5. Pode ser visto na Figura 3 que com a imagem filtrada os pontos de ruído sumiram mas os números mostram descontinuidades.

Na última etapa foi realizado uma abertura com uma máscara 2x2 seguido de um fechamento 3x3 na imagem binarizada não filtrada, pois queríamos sumir com os ruídos. Com o binarizado filtrado realizamos um fechamento 3x3 pois queríamos solucionar as descontinuidades dos seus números. Ambos os resultados podem ser vistos na Figura 8.

No fim, a imagem sem filtro ficou sem os ruídos, mas

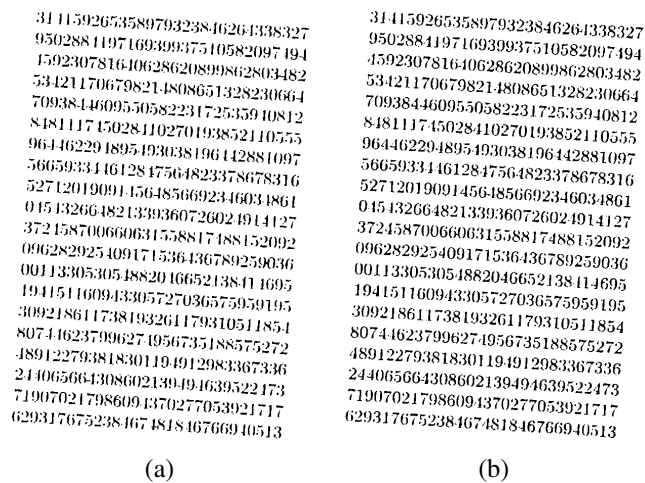


Fig. 4. (a) A partir da imagem 2.c foi aplicado uma abertura com um kernel 2x2 e depois um fechamento com um kernel de 3x3; (b) A partir da imagem 3.b foi aplicado um fechamento com uma máscara 3x3.

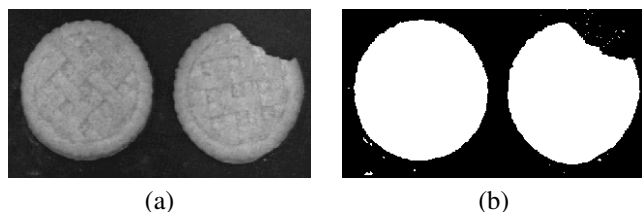


Fig. 5. Binarização da imagem do biscoito. (a) Imagem original; (b) Imagem binarizada com um threshold de binarização ajustado para 55 de intensidade.

ficou com descontinuidades maiores que os da Figura 3.b. O binarizado do filtrado melhorou um pouco, mas não o suficiente para arrumar todos os números. Esses resultados em muito ocorrem por conta dos detalhes finos do tipo da fonte dos números. Seria talvez possível obter um resultado melhor para esses caracteres se as operações de abertura fossem com um OR entre várias imagens resultantes de aberturas feitas com máscaras que verificam se o pixel possui no mínimo uma conexão com um pixel vizinho, o que poderia permitir os detalhes e conexões finas dos números manterem intactos e os pontos de ruído isolados apagados.

B. Transformada hit-or-miss

Fazendo vários testes, o melhor resultado da binarização que mantém bem a forma do biscoito com poucas interferências foi com um threshold de 55 de intensidade, como pode ser visto



Fig. 6. (a) Imagem binarizada original; (b) Imagem após a realização das operações de abertura e fechamento com uma máscara quadrada 3x3.

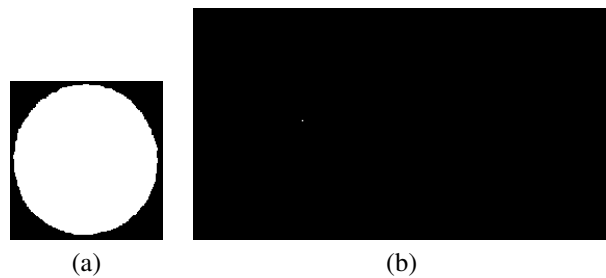


Fig. 7. (a) Máscara utilizada no hit-or-miss obtida ao cortar a imagem 6.b; (b) Resultado da transformada hit-or-miss.

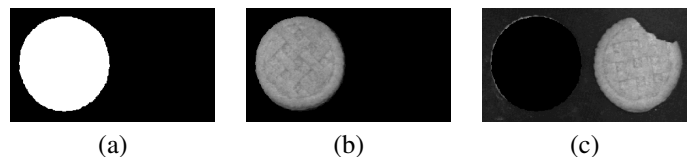


Fig. 8. (a) Máscara obtida dilatando a imagem 7.b pela imagem 7.a; (b) Imagem obtida fazendo um AND entre a imagem original e a máscara; (c) Imagem obtida fazendo um AND com a imagem original e o negativo da máscara.

na Figura 5. Os pequenos elementos a mais foram removidos fazendo uma operação de abertura e fechamento com um elemento estruturante quadrado 3x3, Figura 6.

Com a imagem binarizada pronta, obtemos uma seção com a forma do biscoito inteiro, Figura 7.a, e a usamos na transformada hit-or-miss que gera um único pixel, como o esperado, indicando o local do biscoito.

Aplicado a dilatação obtemos a máscara final e a utilizamos para isolar o biscoito com uma operação AND, gerando as Figuras 8. Os resquícios do biscoito na imagem 8.c se devem mais por conta da binarização inicial do que das operações de abertura e fechamento feito anteriormente.

IV. CONCLUSÃO

Com a extração de texto foi possível ver as limitações das operações morfológicas, onde pode se obter um efeito benéfico na imagem mas os seus efeitos negativos se sobressaem. As operações morfológicas em conjunto com outras técnicas de processamento de imagens pode obter resultados melhores, pois elas facilitam as condições da aplicação das operações. Acredito que se pudesse ter utilizado técnicas de realce no domínio espacial poderia ter obtido resultados melhores.

Na aplicação do hit-or-miss, conseguimos demonstrar o uso das operações morfológica para isolar elementos de uma imagem e nos fornece um pequeno ensaio de como podemos aplicar a geometria das figuras para discretizar e selecionar regiões de interesse.