

## Trabalho 2

### 1 Especificação do Problema

As técnicas de pontilhado visam reduzir a quantidade de cores (quantização de cores) utilizadas para exibir uma imagem, procurando manter uma boa percepção por parte do usuário.

Escreva um programa para alterar os níveis de cinza  $[f_{\min} \dots f_{\max}]$  de uma imagem  $\mathbf{f}(x, y)$  por meio das técnicas de pontilhado (*half-toning*) ordenado e pontilhado com difusão de erro, produzindo uma imagem  $\mathbf{g}(x, y)$ .

O algoritmo de pontilhado ordenado utiliza um conjunto de padrões formados por pontos pretos e brancos. O conjunto de dez padrões, ilustrado na figura 1, pode ser representado por meio da matriz  $M_{3 \times 3}$  a seguir:

$$M_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 6 & 8 & 4 \\ 1 & 0 & 3 \\ 5 & 2 & 7 \end{bmatrix}$$

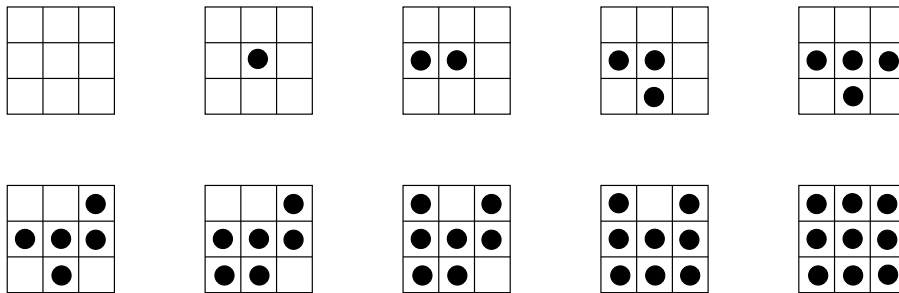


Figura 1: Dez padrões de  $3 \times 3$  pixels.

Os valores das células da matriz podem ser utilizados como limiares. Se o valor do pixel (normalizado entre 0 e 9) for menor do que o número correspondente à célula da matriz, o pixel será substituído pelo valor preto, caso contrário, será substituído pelo valor branco.

Uma outra máscara, conhecida como matriz de pontilhado ordenado de Bayer, é dada por

$$M_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 0 & 12 & 3 & 15 \\ 8 & 4 & 11 & 7 \\ 2 & 14 & 1 & 13 \\ 10 & 6 & 9 & 5 \end{bmatrix}$$

O algoritmo de pontilhado por difusão de erro também transforma a imagem original em uma imagem contendo apenas os valores preto e branco, entretanto, leva em consideração os valores ao redor de cada pixel. A técnica de pontilhado por difusão de erro de Floyd-Steinberg é resumida a seguir:

- percorra todos os pixels da imagem, segundo uma ordem pré-definida.
- para cada pixel, se seu valor for maior do que 128, troque-o para 255 (branco). Caso contrário, troque-o para 0 (preto). Armazene o erro, ou seja, a diferença entre o valor exato do pixel e o valor aproximado.
- distribua o erro aos pixels adjacentes, da seguinte forma (figura 2):

- a) adicione 7/16 do erro ao pixel localizado à direita.
- b) adicione 3/16 do erro ao pixel localizado abaixo e à esquerda.
- c) adicione 5/16 do erro ao pixel localizado abaixo.
- d) adicione 1/16 do erro ao pixel localizado abaixo e à direita.

	$f(x,y)$	7/16
3/16	5/16	1/16

Figura 2: Distribuição de erro na técnica de pontilhado com difusão de erro de Floyd-Steinberg.

A ordem na qual a imagem é percorrida pode produzir resultados diferentes no processo de *dithering*. A varredura da esquerda para a direita (figura 3(a)) pode gerar padrões indesejados ou a impressão de uma certa direcionalidade na imagem resultante. Para evitar esses efeitos, uma alternativa é modificar a direção de varredura a cada linha (figura 3(b)).

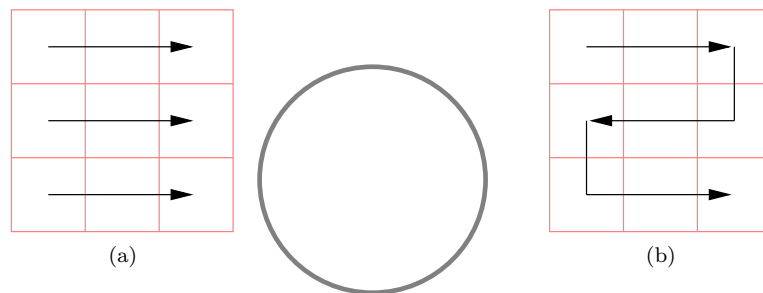


Figura 3: Formas de varredura da imagem.

Aplique duas técnicas de pontilhado ordenado e a técnica de difusão de erro de Floyd-Steinberg em um conjunto de imagens. Para cada experimento realizado, mostre a imagem original e as imagens resultantes pela aplicação de cada transformação. Um exemplo é ilustrado na figura 4.

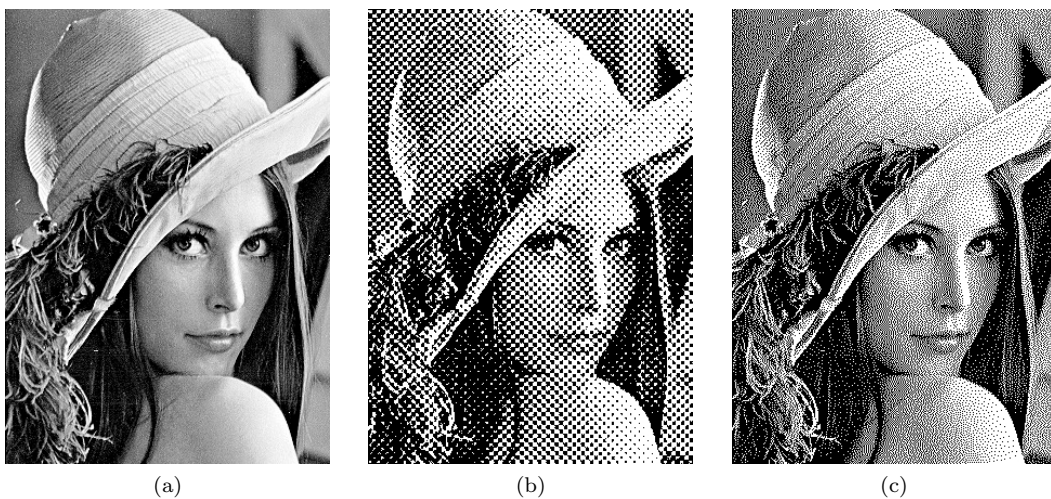


Figura 4: Resultados após a aplicação de técnicas de pontilhado. (a) imagem original; (b) pontilhado ordenado; (c) pontilhado com difusão de erro de Floyd-Steinberg.

## 2 Entrada de Dados

As imagens de entrada estão no formato PGM (*Portable GrayMap*). Alguns exemplos encontram-se disponíveis no diretório: [http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens\\_pgm/](http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_pgm/)

## 3 Saída de Dados

As imagens de saída, após o processo de convolução, devem estar no formato PBM (*Portable BitMap*).

## 4 Especificação da Entrega

- A entrega do trabalho deve conter os seguintes itens:
  - código fonte: o arquivo final deve estar no formato *zip* ou no formato *tgz*, contendo todos os programas ou dados necessários para sua execução.
  - relatório impresso: deve conter uma descrição dos algoritmos e das estruturas de dados, considerações adotadas na solução do problema, testes executados, eventuais limitações ou situações especiais não tratadas pelo programa.
- O trabalho deve ser submetido por meio da plataforma *Google Classroom*.
- Data de entrega: 08/05/2019.

## 5 Observações Gerais

- Os programas serão executados em ambiente Linux. Os formatos de entrada e saída dos dados devem ser rigorosamente respeitados pelo programa, conforme definidos anteriormente. Trabalhos entregues com atraso terão 10% da nota descontada por dia de atraso. Não serão aceitos trabalhos após 5 dias da data de entrega.
- Os seguintes aspectos serão considerados na avaliação: funcionamento da implementação, clareza do código, qualidade do relatório técnico.