

Redimensionamento de Imagens

Uma imagem digital é a projeção de uma matriz, que representa a imagem, em uma tela. Cada posição (x, y) da matriz, onde x é o número da linha e y é o número da coluna, representa um pixel (*picture element*) $p(x, y)$. O valor de $p(x, y)$ indica a cor que deve ser projetada na posição correspondente da imagem. O pixel no canto superior esquerdo da imagem é o $p(1, 1)$ e o pixel no canto inferior direito da imagem é o $p(n, m)$, para uma imagem com n linhas e m colunas.

Nas imagens em tons de cinza PGM (Portable Graymap Format), esse valor descreve a intensidade do ponto projetado que varia de 0 (preto) a 255 (branco). As coordenadas da matriz seguem a ordem *raster* (de cima para baixo, da esquerda para direita). Abaixo temos um exemplo do conteúdo de um arquivo PGM.

```
P2
24 7
255
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 51 51 51 51 51 0 0 51 51 51 51 0 0 119 119 119 119 0 0 119 119 119 119 0
0 51 0 0 0 0 0 51 0 0 0 0 0 119 0 0 0 0 0 119 0 0 119 0
0 51 51 51 0 0 0 51 51 51 0 0 0 119 119 119 0 0 0 119 119 119 119 0
0 51 0 0 0 0 0 51 0 0 0 0 0 119 0 0 0 0 0 119 0 0 0 0
0 51 0 0 0 0 0 51 51 51 51 0 0 119 119 119 119 0 0 119 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

O cabeçalho do arquivo é formado pelas três primeiras linhas, sendo que a primeira linha possui o valor `P2`, o qual indica o formato do arquivo; a segunda linha possui dois valores inteiros `m` e `n` que representam o número de colunas e linhas, respectivamente; e a terceira linha possui o valor máximo que um pixel pode assumir, no nosso caso, esse valor sempre será `255`. Depois do cabeçalho, o arquivo possui `n` linhas, onde cada linha possui `m` valores inteiros separados por um espaço em branco. Cada um desses valores representa um pixel da imagem em escala de cinza. Uma imagem no formato PGM pode ser visualizada utilizando este [site](#).

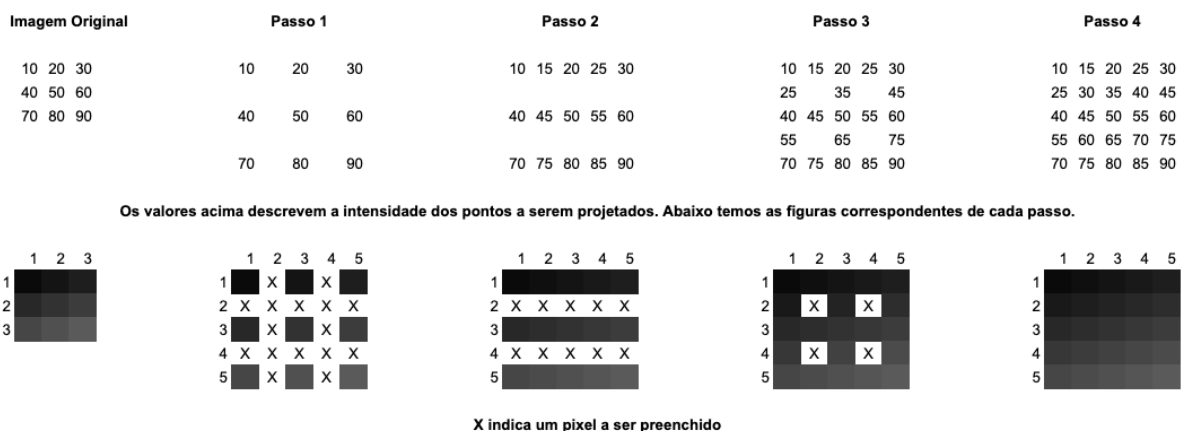
Programas de edição e processamento de imagens possuem diversas operações para manipulação de imagens, neste laboratório você deve implementar a operação de redimensionamento de imagens. O redimensionamento pode ser de dois tipos que são descritos a seguir.

Expansão

Neste tipo de redimensionamento, o seu programa deve transformar uma imagem **A** de tamanho $n \times m$ em uma imagem **B** de tamanho $(2n - 1) \times (2m - 1)$. A criação da imagem **B** é feita de acordo com os seguintes passos, nesta ordem:

- Passo 1: para todo $1 \leq i \leq n$ e $1 \leq j \leq m$, o pixel $p(i, j)$ será colocado como o pixel $p(i', j')$ de **B**, onde $i' = i * 2 - 1$ e $j' = j * 2 - 1$;
- Passo 2: cada pixel $p(i', j')$ de **B**, tal que i' é ímpar e j' é par, é preenchido com a média dos valores $p(i', j' - 1)$ e $p(i', j' + 1)$;
- Passo 3: cada pixel $p(i', j')$ de **B**, tal que i' é par e j' é ímpar, é preenchido com a média dos valores $p(i' - 1, j')$ e $p(i' + 1, j')$;
- Passo 4: cada pixel $p(i', j')$ de **B**, tal que i' é par e j' é par, é preenchido com a média dos valores $p(i' - 1, j' - 1)$, $p(i' - 1, j' + 1)$, $p(i' + 1, j' - 1)$ e $p(i' + 1, j' + 1)$;

Um exemplo é apresentado na figura abaixo.



Retração

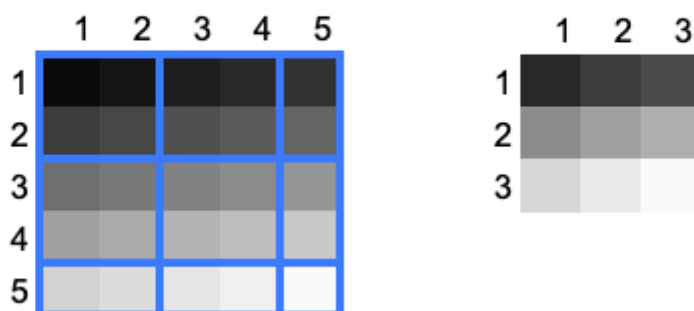
Neste tipo de redimensionamento, o seu programa deve transformar uma imagem **A** de tamanho $n \times m$ numa imagem **B** de tamanho $\text{teto}(n/2) \times \text{teto}(m/2)$, onde $\text{teto}(x/2) = x/2$ se x for par, e $\text{teto}(x/2) = (x+1)/2$ se x for ímpar. Nesta operação de retração a imagem é dividida em submatrizes de tamanho 2×2 . Cada submatriz **M** da imagem original corresponde a um pixel da imagem resultante, sendo que esse pixel é igual a média dos valores dos pixels da submatriz **M**. No caso de imagens com número ímpar de linhas, para a última linha, você deve considerar uma matriz 2×1 para aplicar a operação. No caso de imagens com número ímpar de colunas, para a última coluna, você deve considerar uma matriz 1×2 para aplicar a operação. E em imagens com número

ímpar de linhas e colunas, o pixel do canto inferior direito deve ser apenas repetido na imagem resultante.

A seguir exemplificamos essa operação. Cada submatriz da imagem original é indicada por um quadrado de borda azul.

Imagem Original					Retração		
10	20	30	40	50	40	60	75
60	70	80	90	100	140	160	175
110	120	130	140	150	215	235	250
160	170	180	190	200			
210	220	230	240	250			

Os valores acima descrevem a intensidade dos pontos a serem projetados. Abaixo temos as figuras correspondentes.



Observação: A função de impressão da imagem disponibilizada no código base converte valores decimais em inteiros para a impressão da imagem. Sendo assim, por exemplo, um pixel de valor 27.5 será transformado em 27.

Entrada

O seu programa receberá como entrada as seguintes linhas (em ordem): uma linha contendo o valor `P2`, que indica o formato do arquivo e deve ser desconsiderada; uma linha contendo dois números `m` e `n`, que indicam o número de colunas e linhas, respectivamente; uma linha que contém o valor máximo que um pixel pode assumir (no nosso caso, esse valor sempre será 255); `n` linhas que possuem `m` valores inteiros separados por espaços, representando os valores de cada pixel da imagem em escala de cinza, na ordem *raster* (de cima para baixo, da esquerda para direita); uma linha com o tipo de redimensionamento a ser implementado: `expansao` ou `retracao`.

Exceto pela linha que descreve a operação a ser aplicada, a entrada constitui uma imagem no formato PGM.

Saída

A saída deverá ser impressa no formato PGM, contendo a imagem resultante da aplicação da operação. As primeiras três linhas representam o cabeçalho da imagem gerada: a primeira linha deverá conter apenas a string `P2`, que indica o formato do arquivo; a segunda linha conterá dois números inteiros indicando o número de colunas e o número de linhas da imagem, respectivamente; e a terceira linha indicará o valor máximo que um pixel da imagem pode conter (que sempre será `255`). As linhas seguintes deverão conter os valores (números inteiros) dos pixels resultantes da aplicação da operação, esses valores são separados por um único caractere em branco.

Você pode visualizar as imagens no formato PGM usando este [site](#). Para entender o efeito de cada operação, visualize todas imagens dos casos de [testes abertos](#), tanto as imagens de entrada (arquivos *.in), quanto as de saídas (arquivos *.out).

Código Base

No arquivo auxiliar lab12.py você irá encontrar um código base para dar início ao processo de elaboração deste laboratório. Para facilitar a implementação do seu programa, no código base existem os cabeçalhos das funções correspondentes a cada operação. Cada função desempenha uma tarefa bastante específica. Usando essas funções é possível obter uma solução para o problema. Os cabeçalhos das funções a serem implementadas são apresentados a seguir.

```
def expansao(imagem_original):  
  
def retracao(imagem_original):
```

Exemplos de entradas e saídas esperadas pelo seu programa:

Teste 01

Entrada

```
P2  
5 5
```

Saída

Teste 03

Saída

[illegible]

```
0 15 30 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 15 30 22 15 15 15 15 15 7 0 0 0 50 100 75 50
0 15 30 15 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 15 30 30 30 30 30 30 30 15 0 0 0 50 100 100
0 7 15 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 7 15 15 15 15 15 15 15 7 0 0 0 25 50 50 50 50
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
```

Teste 06

Entrada

```
P2
24 6
255
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 80 80 80 80 80 0 0 80 80 80 80 0 0 130 130 130 130 0 0 180 180 180 180 0
0 80 0 0 0 0 0 80 0 0 0 0 0 130 0 0 0 0 0 180 0 0 180 0
0 80 80 80 0 0 0 80 80 80 0 0 0 130 130 130 0 0 0 180 180 180 180 0
0 80 0 0 0 0 0 80 0 0 0 0 0 130 0 0 0 0 0 180 0 0 0 0
0 80 0 0 0 0 0 80 80 80 80 0 0 130 130 130 130 0 0 180 0 0 0 0
expansao
```

Saída

```
P2
47 11
255
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 20 40 40 40 40 40 40 40 20 0 0 0 20 40 40 40 40 40 40 20 0 0 0 32 65
0 40 80 80 80 80 80 80 80 40 0 0 0 40 80 80 80 80 80 80 40 0 0 0 65 13
0 40 80 60 40 40 40 40 40 20 0 0 0 40 80 60 40 40 40 40 20 0 0 0 65 13
0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 0 0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 65 130 65 0 0 0 0
0 40 80 60 40 40 40 20 0 0 0 0 0 40 80 60 40 40 40 20 0 0 0 0 65 130 97
0 40 80 80 80 80 80 40 0 0 0 0 0 40 80 80 80 80 80 40 0 0 0 0 65 130 13
0 40 80 60 40 40 40 20 0 0 0 0 0 40 80 60 40 40 40 20 0 0 0 0 65 130 97
0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 0 0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 65 130 65 0 0 0 0
0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 0 0 40 80 60 40 40 40 40 20 0 0 0 65 130 97 6
0 40 80 40 0 0 0 0 0 0 0 0 0 40 80 80 80 80 80 80 40 0 0 0 65 130 130
```

Teste 08

Entrada

```
P2
25 7
255
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 80 80 80 80 80 0 0 80 80 80 80 0 0 130 130 130 130 0 0 180 180 180 180 0 0
```

