

Transformações geométricas de escala e rotação usando quatro técnicas diferentes de interpolação.

Stephane de Freitas Schwarz
Hélio Pedrini

I. INTRODUÇÃO

As transformações geométricas em imagens contribuem para o desenvolvimento de diversas soluções em tarefas de importância prática. Tais técnicas são extensivamente aplicadas para problemas em áreas como visão computacional e machine learning dentre outras. Como o nome sugere, uma transformação geométrica em imagem consiste basicamente em determinar uma expressão de transformação linear de modo que ao aplicá-la em uma figura inicial uma segunda seja obtida com uma certa modificação, seja de rotação, escala ou qualquer outra. Neste trabalho serão abordadas as técnicas de transformação de escala e rotação, que por sua vez podem ser divididas em duas tarefas, que são: mapear a localização final de um ponto qualquer do plano e, atribuir um valor de intensidade para cada um. Nas próximas seções serão apresentados os conceitos essenciais e como foi feita a implementação da transformação e interpolação.

II. MÉTODO PROPOSTO

A solução consiste em, dada uma imagem monocromática, o tipo de transformação (escala ou rotação) e o método de interpolação (vizinho mais próximo, bilinear, bicúbica ou lagrange), converter uma imagem inicial X para X_t onde X_t é a imagem resultante após o processo de transformação.

Para isso, o problema se divide em duas importantes tarefas, a primeira consiste em determinar o mapeamento dos pontos da imagem original para o plano final, e a segunda determinar os valores de intensidade de cada elemento segundo algum critério de interpolação.

A. Rotação

Para rotacionar uma imagem em um ângulo qualquer denominado θ em torno de um ponto (x_i, y_i) , basta calcular para cada pixel x e y da imagem original:

$$\begin{aligned}x' &= (x - x_i) \cos\theta + (y - y_i) \sin\theta + x_i \\y' &= (x - x_i) \sin\theta - (y - y_i) \cos\theta + y_i\end{aligned}$$

onde x' e y' são coordenadas da imagem no plano final, x_i e y_i são as coordenadas do ponto em que a imagem será rotacionada em torno, nesse trabalho tais valores representam o centro. A figura 1, mostra uma imagem e sua respectiva transformação após o processo de rotação.



Figura 1: Ilustração do processo de rotação em torno do centro da imagem original em um ângulo de 45.5° . Gravura a direita representa a amostra original e a da esquerda a rotacionada.

É importante ressaltar que as dimensões da imagem original permanecem inalteráveis, o que implica na perda de certas regiões da imagem dependendo do ângulo de inclinação. No exemplo anterior, os cantos da imagem inicial se perderam após sofrerem uma rotação de 45.5° .

B. Escala

A transformação de escala, a grosso modo, aumenta ou diminui a grade da imagem, em outras palavras, altera a quantidade de pixels por linha e/ou coluna. Para isso existem algumas formas de especificar a nova dimensão da imagem final, o jeito mais rudimentar é simplesmente dizer o fator de escala, isso é, quantos por cento a imagem final deve ser da inicial. Por exemplo, para uma imagem com dimensões iniciais igual a 512×512 , e deseja-se aumentá-la 50% assim o fator de escala é

1.5 resultando em uma imagem 768 x 768, se o objetivo for reduzir na mesma proporção, o fator de escala será 0.5 o que implica em uma imagem com dimensões iguais a 256 x 256, como mostra a figura 2.

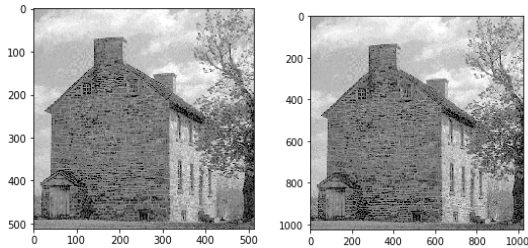


Figura 2: Transformação de escala, com fator de escala igual a 2. Imagem original à esquerda com dimensões (512 x 512), resultante à direita (1024 x 1024).

Uma desvantagem dessa abordagem na implementação adotada é que tanto a altura quanto a largura são computadas com o mesmo fator. Uma alternativa para tal impasse é através da especificação explícita da quantidade de pixels nas linhas e colunas da imagem. Assim, para calcular o fator de escala - FE basta dividir os valores desejado pelos originais da imagem inicial. Supondo que o resultado da transformação na figura do exemplo deva ser 300 x 250, o FE será $[300 / 512 = 0.58]$ e $[250 / 512 = 0.48]$, como mostra a figura 3.

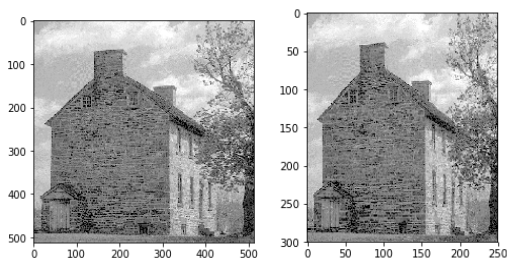


Figura 3: Transformação de escala, especificando dimensões da imagem final. Imagem original à esquerda com dimensões (512 x 512), resultante à direita (300 x 250).

C. Interpolação.

Uma vez que cada pixel da imagem original já foi mapeado para um posição no plano final, temos que responder a seguinte pergunta, qual valor um pixel deve assumir após uma transformação? Para isso servem as técnicas de interpolação, elas estimam um valor intermediário para uma função ou sinal discreto segundo algum critério. A técnica

mais simples e conhecida é a do vizinho mais próximo, que assume a cor do pixel mais próximo para a coordenada em evidência, embora essa seja uma implementação bastante intuitiva o resultado apresenta efeitos desagradáveis como o dente de serra.

Outra abordagem bastante conhecida para atribuição de intensidade é a interpolação bilinear que pondera os quatro pixels vizinhos mais próximos de um ponto no plano inicial, assim, quanto menor for a distância do pixel maior a contribuição - mais detalhes da implementação e fórmula podem ser encontradas em [1].

Para um resultado mais fiel a imagem original sem a presença de bordas serrilhadas e borramento usa-se em geral a interpolação bicúbica (pois apresenta um bom resultado com complexidade média) que considera os 16 vizinhos mais próximos da coordenada em questão.

Outro método para que resulta em bons resultados, similar ao obtido pela bicúbica, é o polinômio de lagrange, que também considera os 16 vizinhos mais próximos para estimar a intensidade de um pixel.

Na figura 4 são apresentados o resultado de uma transformação de escala em uma imagem aplicando as quatro técnicas de interpolação supramencionadas.

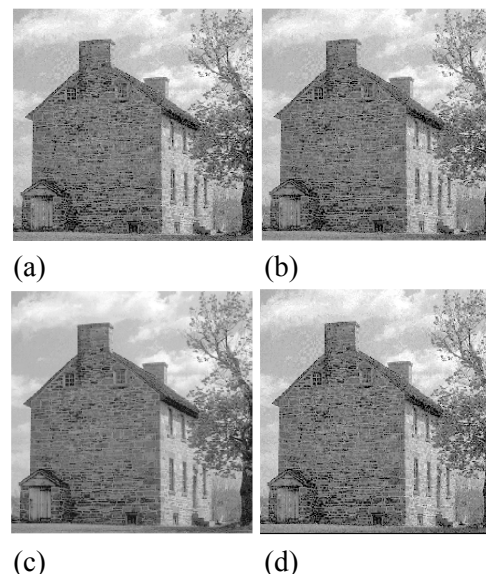


Figura 4: Transformação de escala aplicada a uma imagem usando diferentes técnicas de interpolação. (a) vizinho mais próximo, (b) bilinear, (c) bicúbica e (d) polinômio de lagrange.

Na figura 4 não é possível identificar uma diferença expressiva entre os resultados obtidos com as

quatro técnicas de interpolação, isso devido a complexidade da textura da imagem.

III. EXECUTAR O PROGRAMA

Abra o terminal ou prompt de comando e digite *python script.py -i imagem.png -a angulo -e fator de escala -d altura largura -m metodo de interpolacao*. É importante salientar que se for especificado o ângulo o algoritmo não faz a transformação de escala, e vice versa.

IV. REQUISITOS

O algoritmo foi construído para ser executado em qualquer computador desde que respeite as seguintes especificações: Python versão 3 mais bibliotecas scipy, matplotlib e numpy.

V. Testes

O algoritmo foi testado com as imagens disponíveis no repositório da disciplina¹

REFERÊNCIAS

[1] Barbosa, W. **Avaliação de técnicas de interpolação de imagens digitais**, Unesp, 2014.

¹ http://www.ic.unicamp.br/~helio/imagens_png/