

Aplicação da Wavelet de Haar para Compressão de Imagens

Francesco Spina,¹ Anna Regina Corbo Costa²

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, RJ

Atualmente a visualização de imagens digitais faz parte do dia a dia da sociedade, graças a popularização de computadores e smartphones. Imagens digitais requerem muita memória para serem armazenadas e, em seu tráfego na internet, o upload e o download destas pode levar um tempo considerável. O processo de compressão e descompressão torna possível lidar com questões de armazenamento e transmissão para este tipo de dado, podendo ou não sofrer perdas de informações.

A compressão de imagens parte do fato de que pixels vizinhos tem valores muito próximos (ou até mesmo iguais) o que acaba gerando uma redundância de informação e irrelevância para os olhos humanos [1]. A Wavelet de Haar é um dos métodos que podem realizar a compressão de imagens e, apesar de ser tradicional, ainda é muito utilizada por sua eficiência e simplicidade de implementação como em [2]. Apesar disso, ainda é difícil encontrar material introdutório em português sobre a técnica. Deste modo, um dos objetivos do presente trabalho é apresentar o tema de modo didático e uma aplicação, além de disponibilizar um código para posterior consultas.

Do ponto de vista matemático uma imagem digital pode ser entendida como uma matriz $A_{m \times n}$ em que cada elemento a_{ij} dessa matriz é o menor quadrado da imagem chamado de pixel. A cor de uma imagem colorida associada a A é dada por uma função vetorial de duas variáveis, $f(x, y)$, onde o par (x, y) do domínio são todos os pixels de A e a imagem de f é um vetor (r, g, b) que representa a intensidade de cor de cada pixel da imagem, geralmente através do sistema RGB, onde r é o nível de vermelho, g verde e b azul. Para imagens em preto e branco, $f(x, y)$ é uma função real onde a imagem é um valor $c \in [0, 1]$ e representa o nível de cinza do pixel (x, y) , onde 0 é cor preta e 1, a branca.

A transformada de Haar (Eq. 1) utilizada nesse trabalho baseia-se em [1] onde toma-se a primeira linha de um quadrado 8×8 da imagem original A . Nela são feitas 3 etapas, na qual cada uma resulta na criação de um outro vetor, também de 8 elementos. Na primeira etapa, os 4 primeiros elementos do novo vetor são os valores das médias dos pares lado a lado dos elementos do vetor original e os 4 últimos são resultantes de cada diferença entre estas médias e o maior valor de cada par de origem. Nas etapas seguintes, o mesmo procedimento é realizado de modo recursivo para os 4 primeiros elementos na etapa 2 e para os 2 primeiros elementos na etapa 3, preenchendo os elementos que não foram operados com valores do vetor da etapa anterior na mesma posição. A matriz W resume todas essas operações.

$$W = \begin{bmatrix} 1/8 & 1/8 & 1/4 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 1/8 & 1/8 & 1/4 & 0 & -1/2 & 0 & 0 & 0 \\ 1/8 & 1/8 & -1/4 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 1/8 & 1/8 & -1/4 & 0 & 0 & -1/2 & 0 & 0 \\ 1/8 & -1/8 & 0 & 1/4 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \\ 1/8 & -1/8 & 0 & 1/4 & 0 & 0 & -1/2 & 0 \\ 1/8 & -1/8 & 0 & -1/4 & 0 & 0 & 0 & 1/2 \\ 1/8 & -1/8 & 0 & -1/4 & 0 & 0 & 0 & -1/2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

¹francesco.spina@aluno.cefet-rj.br

²anna.costa@cefet-rj.br

Dessa maneira foram feitos dois códigos no Octave Online, plataforma online voltada para manipulação de matrizes, para a compressão de imagens. Em um deles é realizada a compressão para imagens em preto e branco e no outro trabalha-se com coloridas. O algoritmo consiste em uma etapa de compressão a partir da Eq. 2 aplicada para toda imagem A , através da divisão dela em blocos 8×8 (denominados por B). Na compressão ocorre a verificação de valores menores que ϵ , denominada taxa de compressão, para cada elemento de cada bloco 8×8 comprimido ($Comp_{8 \times 8}$) e, caso isso ocorra, é atribuído o valor 0 nesse elemento. Por fim, para ser possível visualizar a perda de informação que ocorreu devido ao valor de ϵ , é feita a descompactação da imagem através da mesma matriz de Haar e sua inversa, mas nesse caso é aplicado na imagem compactada, sendo também feito através de blocos 8×8 .

$$Comp_{8 \times 8} = W^{-1} \cdot B \cdot W \quad (2)$$

Os resultados obtidos a partir de uma imagem teste (Figura 1), podem ser vistos nas Figuras 2 e 3 representando a compressão em tons de cinza e em colorido para $\epsilon = 0.5$, respectivamente. Além disto, foi elaborado um repositório com os códigos criados para esse trabalho que podem ser acessados pelo seguinte link: <https://octav.onl/PIAL-2-Haar>



Figura 1: Imagem Original.



Figura 2: Compressão PB.



Figura 3: Compressão Colorido.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao programa PIBIC-CEFET/RJ.

Referências

- [1] A. Ghorpade e P. Katkar. “Image compression using Haar transform and modified fast Haar wavelet transform”. Em: **Int J Sci Technol Res** 3 (2014), pp. 3–6.
- [2] E. A. Zanaty e S. M. Ibrahim. “High Efficient Haar Wavelets for Medical Image Compression”. Em: **International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics** (2019). DOI: 10.1007/978-981-13-3140-4_45.