

# Um Estudo da Compressão de Imagens via Transformada *Fuzzy*

Mateus Sangalli<sup>1</sup>

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas, SP

Marcos Eduardo Ribeiro do Valle Mesquita<sup>2</sup>

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas, SP

## 1 Introdução

A teoria dos conjuntos *fuzzy* foi introduzida por Lotfi Zadeh como uma ferramenta para modelar a imprecisão e a ambiguidade que surge em sistemas complexos. A transformada *fuzzy*, ou simplesmente *transformada-F*, é uma ferramenta matemática moderna que unifica o conceito tradicional de transformada com o a teoria dos conjuntos *fuzzy* [1].

Neste trabalho de iniciação científica estudamos uma aplicação da transformada *fuzzy* para a compressão de imagens em tons de cinza. Nesse contexto, interpretamos uma imagem em tons de cinza como uma função  $u : \{1, \dots, N\} \times \{1, \dots, M\} \rightarrow [0, 1]$ , em que  $u(i, j)$  corresponde à intensidade luminosa do pixel na posição  $(i, j)$ . A transformada-*F* estabelece uma correspondência entre a imagem  $u$  e uma matriz  $\mathcal{F}[u] \in \mathbb{R}^{m \times n}$ . Num problema de compressão de imagens, a transformada-*F*  $\mathcal{F}[u]$  representa uma versão compacta da imagem original  $u$  se  $m < M$  e  $n < N$ . Além disso, uma aproximação  $\tilde{u}$  de  $u$  é obtida aplicando a transformada-*F* inversa.

## 2 Métodos, Resultados e Discussão

Nesse projeto de iniciação científica, comparamos o desempenho da transformada-*F* com a decomposição em valores singulares (SVD) para compressão de imagens em tons de cinza. Para avaliar o desempenho e comparar quantitativamente as duas abordagens, calculamos a qualidade da imagem comprimida como função da taxa de compressão. A qualidade da imagem comprimida foi determinada utilizando a medida de similaridade estrutural (SSIM) [2]. Definimos a taxa de compressão como sendo o quociente do número de componentes da imagem reduzida pelo número de elementos da imagem original. Assim, se uma imagem  $u$  de dimensões  $N \times M$  é transformada em uma matriz  $\mathcal{F}[u]$  de dimensões  $n \times m$ , então a taxa de compressão da transformada *fuzzy* é dada por  $\frac{mn}{MN}$ . Usando um

---

<sup>1</sup>mateussangalli@gmail.com

<sup>2</sup>valle@ime.unicamp.br

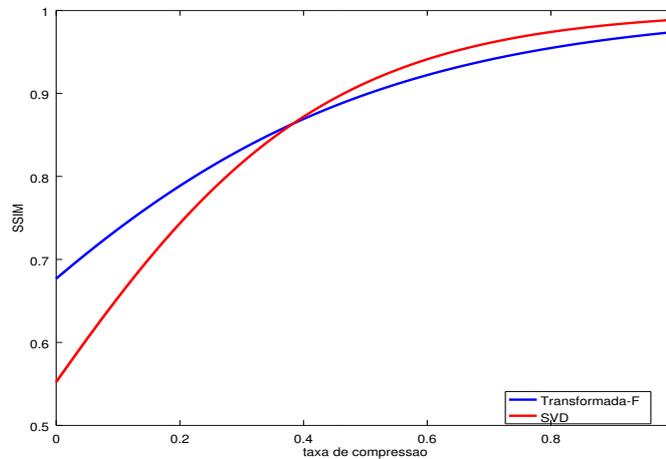


Figura 1: Desempenho da transformada-F e da decomposição SVD para compressão de imagens.

raciocínio semelhante, deduzimos que a taxa de compressão usando a decomposição SVD com posto  $k$  é  $\frac{k(M+N+1)}{MN}$ .

Experimentos computacionais foram conduzidos utilizando a base de dados *Berkeley segmentation dataset*<sup>3</sup>. Especificamente, para cada imagem da base de dados, escolhemos valores aleatórios para a taxa compressão e calculamos a similaridade estrutural entre a imagem original e as imagens comprimidas fornecidas por ambas as abordagens. Aplicamos regressão logística aos dados obtidos e, com isso, encontramos as duas curvas mostradas na Figura 1. Observa-se que a compressão da transformada-F produziu resultados melhores que a decomposição SVD para valores menores da taxa de compressão, mas se saiu pior para taxas maiores.

## Agradecimentos

Agradecemos ao PIBIC-UNICAMP e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## Referências

- [1] I. Perfilieva. Fuzzy transforms: Theory and applications. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(8):993–1023, 2006. DOI:10.1016/j.fss.2005.11.012.
- [2] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, 13(4):600–612, 2004. DOI:10.1109/TIP.2003.819861.

<sup>3</sup>Disponível em <https://www2.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/>