

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

## Comentários Introdutórios sobre Abordagens à Morfologia Matemática Fuzzy Intervalar Baseado em Ordens Admissíveis e Detecção de Bordas

Lisbeth Corbacho Carazas<sup>1</sup>

Universidade Estadual de Campinas, IMECC, Campinas, SP

Peter Sussner<sup>2</sup>

Universidade Estadual de Campinas, IMECC, Campinas, SP

A morfologia matemática (MM) representa uma teoria para processamento e análise de imagens cujos fundamentos matemáticos podem ser encontrados na teoria de reticulados [3]. Geralmente, uma imagem é vista como uma função de um domínio, chamado conjunto de pontos, para um contra-domínio, chamado conjunto de valores. Neste trabalho, assumiremos que o conjunto de pontos  $X$  é dado por um subconjunto finito de  $\mathbb{Z}^2$ , e que o conjunto de valores  $\mathcal{V}$  representa um reticulado completo, a classe das imagens  $X \rightarrow \mathcal{V}$  com a ordem de produto também constitui um reticulado completo, note que abordagens convencionais à MM em tons de cinza, em particular à MM fuzzy, requerem que o conjunto de valores da imagem seja uma corrente, isto é, um conjunto totalmente ou linearmente ordenado. Considerando o fato de que a captura de uma imagem digital induz incerteza no valor do pixel, Lopez-Molina et al. [2] propuseram um método para converter uma imagem com valores em  $\mathcal{V} = \{0, 1, \dots, 255\}$  numa imagem com valores no conjunto de subintervalos fechados de  $\mathcal{V}$ . A Figura 1 mostra a imagem intervalar gerada pelo método de Lopez-Molina et al.. É sempre possível definir uma transformação tal que estes valores intervalares pertençam ao conjunto dos subintervalos fechados de  $[0, 1]$ , denotado por  $\mathbb{I}$ .



Figura 1: Representação intervalar de uma imagem gerada utilizando o método exposto por Lopez-Molina et al. [2]: a) Imagem original; b) Extremo inferior; c) Extremo superior.

<sup>1</sup>ra162526@ime.unicamp.br

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

Assim, as imagens intervalares podem ser processadas usando abordagens da MM fuzzy intervalar. Por exemplo, a aplicação de um detector de bordas da MM fuzzy intervalar, resulta numa imagem de borda fuzzy intervalar que expressa a incerteza sobre a localização da borda. Considerando essa abordagem, a procura por um método conveniente para melhorar a localização das bordas de uma imagem fuzzy intervalar é nosso principal objetivo.

Para abordar este problema, sugerimos ordenar o conjunto  $\mathbb{I}$  usando uma ordem linear, Vale lembrar que Bustince et al. [1] introduziram o conceito de uma “ordem admissível”, que estende a ordem marginal de  $\mathbb{I}$  para uma ordem linear sobre dito conjunto. Assim, mediante um monomorfismo de reticulados que nós propusemos, identificamos qualquer sub-reticulado finito da corrente completa  $\mathbb{I}$ , ordenada usando uma ordem admissível, com uma corrente finita  $M$ , onde  $M \subset [0, 1]$ . Com a imagem gerada pelo monomorfismo e usando os operadores da MM fuzzy, dilatação e erosão fuzzy basados em operadores de Lukasiewicz [3], foi possível calcular as bordas de imagens para diferentes ordens admissíveis, em particular para as ordens lexicográficas 1 e 2 (vide Figura 2). Com isso, uma decisão sobre a localização da borda é possível (baseada na escolha da ordem admissível). Espera-se que a otimização da escolha da ordem admissível permita obter a melhor representação das bordas da imagem.

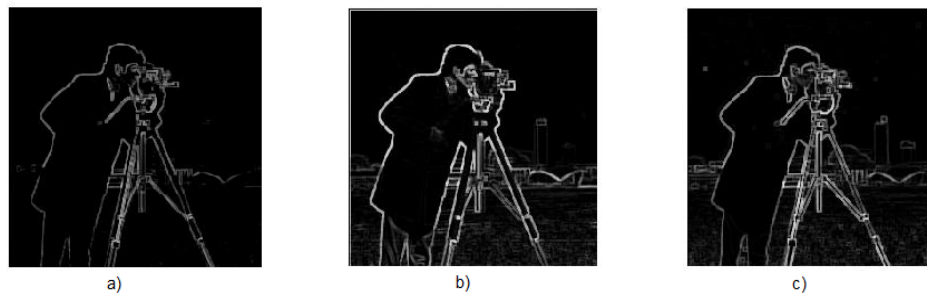


Figura 2: Gradientes morfológicos de: a) Imagem original; b) Imagem intervalar com valores ordenados usando a ordem lexicográfica 1; c) Imagem intervalar com valores ordenados usando a ordem lexicográfica 2.

## Referências

- [1] H. Bustince, J. Fernandez, A. Kolesárová, and R. Mesiar. Generation of linear orders for intervals by means of aggregation functions. *Fuzzy Sets and Systems*, 220 : 69 – 77, 2012. DOI: 10.1016/j.fss.2012.07.015
- [2] C. Lopez-Molina, C. Marco-Detchart, J. Cerron, H. Bustince, B. De Baets, Gradient extraction operators for discrete interval-valued data, *Proceedings of IFSA-EUSFLAT*, 89 : 836 – 843, 2015.
- [3] P. Sussner, M. E. Valle, Classification of fuzzy mathematical morphologies based on concepts of inclusion measure and duality. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 32 : 139 – 159, 2008. DOI: 10.1007/s10851-008-0094-1.