Estudo de medidas fractais de redes complexas com aplicação em classificação de imagens

Matheus Duzzi Ribeiro*, João Batista Florindo.

Resumo

A teoria das redes complexas tem trazido um novo olhar sobre a modelagem de grandes quantidades de dados nas mais diversas áreas. Uma destas áreas é o reconhecimento de padrões em imagens digitais. Entre as abordagens que vêm sendo estudadas para analisar redes complexas está a geometria fractal. Assim, nesse trabalho pretende-se estudar a relação entre a dimensão ou outras medidas de fractalidade e a complexidade da respectiva rede complexa. Este estudo será aplicado ao problema de identificação de objetos de imagens.

Palavras-chave:

Dimensão Fractal, Redes Complexas, Análise de Imagens.

Introdução

Este trabalho visa estudar diversas metodologias empregadas no cálculo da dimensão fractal de uma rede complexa.

Em um primeiro momento, são estudados os principais aspectos da definição de redes complexas, como a investigação de redes com propriedades específicas, por exemplo do tipo “pequeno mundo” ou aleatória e a caracterização dos principais métodos de análise adequados a cada tipo de modelagem.

Especificamente, as redes utilizadas nesse estudo serão usadas para modelar imagens em tons de cinza. Neste modelo, cada *pixel* é associado a um vértice e arestas podem ou não conectar um par de vértices dependendo de uma medida de similaridade entre os *pixels*.

Em uma segunda etapa, inicia-se o estudo da peça-chave do trabalho, a caracterização da dimensão fractal e outros descritores fractais destas redes.

Diferentemente do conceito visto em Álgebra Linear, a dimensão aqui deve ser entendida sob uma perspectiva diferente, como sendo uma medida de complexidade do modelo analisado. Neste caso também não existe uma definição consensual para o conceito de dimensão e diferentes definições são empregadas dependendo do enfoque desejado (por exemplo, robustez e precisão numérica ou propriedades matemáticas específicas) e do tipo de dado sendo analisado.

Resultados e Discussão

O trabalho ainda está em seu início e a etapa atual investiga a literatura existente e compara as principais abordagens.

A maior dificuldade no momento é o custo computacional envolvido, exigindo assim tempo para que otimizações possam ser implementadas.

Por ora, a caracterização da dimensão teve embasamento em três métodos:

“Dimensão por volume”¹, “dimensão pela função zeta de Riemann”¹ e “dimensão por *box-covering*”².

Além disso serão estudadas algumas outras medidas potencialmente eficientes como a dimensão fractal multi-escala³ e os descritores fractais.

Conclusão

Até o presente momento, algumas conclusões já podem ser tiradas sobre as vantagens e desvantagens dos métodos em questão. Nota-se por exemplo que a dimensão por volume é mais estável em redes mais esparsas, assim como algumas propriedades matemáticas da Função Zeta de Riemann que são refletidas no tratamento de redes complexas vinculadas a sistemas físicos e a capacidade da Dimensão fractal de quantificar o quão caóticos são nossos dados.

¹ Shanker, O. . “Graph zeta function and dimension of complex network” .World Scientific Publishing Compan.,Modern Physics Letters B vol 21,p.639-644, 2007.

² Song, C.; Havlin, S. & Makse, H. A. . “Self-similarity of complex networks”.Nature,vol 433,p.392-395, jan 2005.

³ Bakes A. R.; Bruno O. M . “Shape classification using complex network and Multi-scale Fractal Dimension”.Elsevier,Pattern Recognition Letters,vol 31,p.44-51, 2010.