

Compressão Fractal de Imagens Utilizando a Estrutura Quadtree

Lucas Sousa Reis matrícula: 201802735
Estrutura de Dados I

Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação
Universidade Federal de Goiás
Dezembro de 2020

Trabalho final apresentado a disciplina de Estrutura de Dados I, para obtenção de nota parcial que investiga a utilização de um tipo especial de árvore, Quadtree, empregadas principalmente no particionamento bidimensional, efetuando a subdivisão recursiva do espaço em questão em quatro quadrantes. Essa característica é especialmente útil quando lida-se com compressão de imagens. Um algoritmo genérico foi inspecionado e uma implementação em python sugerida.

O que são as Quadrees e como funcionam?

As Quadrees são um tipo especial de estrutura de dados onde cada nó possui ou nenhum ou exatamente quatro nós filhos. O seu funcionamento permite o particionamento de espaços bidimensionais em subespaços, estes subespaços guardam a informação espacial e estão intrinse-

camente relacionados a um limiar determinado (*thresh-hold*), quando este limiar é alcançado ocorre então o particionamento de forma recursiva.

Esta estrutura possui aplicações diversas, processamento de imagens, simulação de colisões, arquitetura interna de banco de dados relacionais entre outras, neste trabalho propoe-se a implementação de um sistema de compressão de imagens, que recebe uma imagem, por definição de dimensões quadradas, inicia-se dividindo a imagem em quatro quadrantes, e recursivamente traçando subdivisões onde seja necessário, ate que a estrutura contenha toda a informação, como estamos utilizando uma imagem, o conteúdo desses nós que derivam dessas partições serão os valores RGB correspondentes aos pixels presente na imagem.

Uma exemplificação da decomposição de uma imagem, em sua representação por Quadtree logo abaixo:

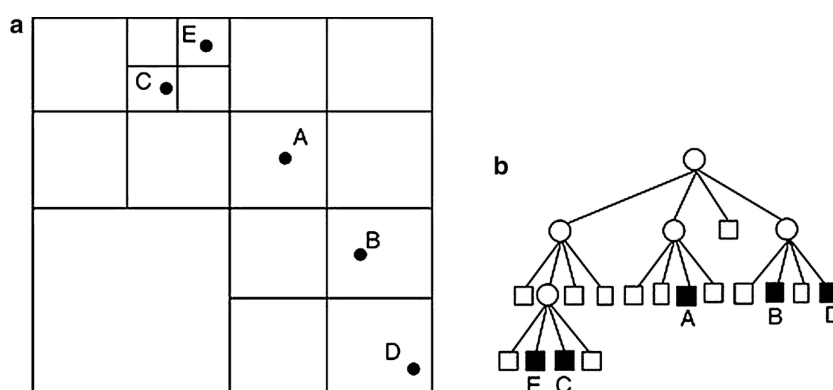
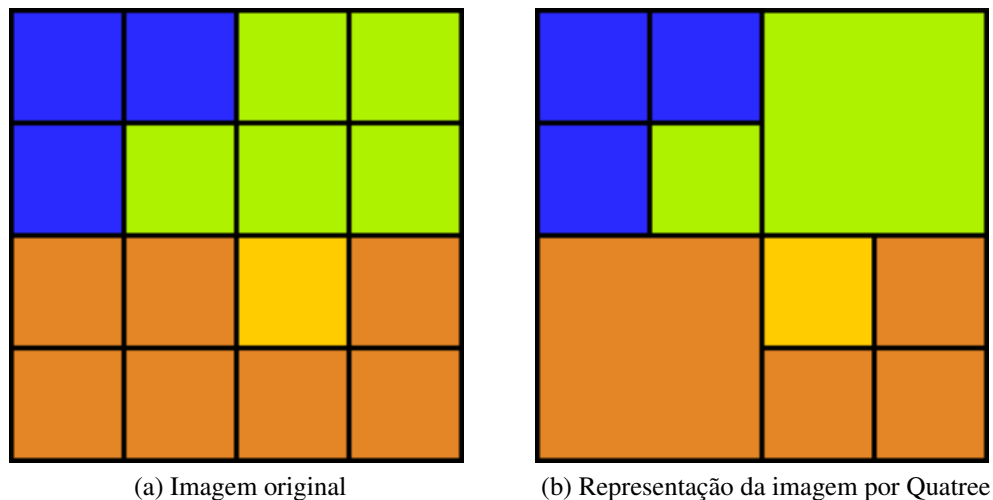


Fig. 1 - O limiar (*thresh-hold*) determina os particionamentos, observe que existe o limitante de um ponto por subquadrante.

Como são utilizadas em compressão de imagens?

Armazenar imagens nesta estrutura permite que se obtenha uma diminuição significativa da imagem, sem que haja necessariamente a perda da qualidade. A compressão fractal baseia-se no fato que qualquer imagem contém redundância, que por sua vez pode ser eliminada, essa

propriedade permite outra funcionalidade que é a de detecção de bordas, que permite que se obtenha a informação sem ter que percorrer toda a estrutura olhando apenas para os nós filhos e seus precedentes. Digamos que queremos armazenar uma imagem de $2n \times 2n$ pixels, onde cada valor de pixel é 0 ou 1. O nó raiz representa a imagem como um todo, caso o pixel de determinada região não seja 0 ou 1, o nó em questão é particionado, desse modo cada nó folha representa um bloco de pixel que são todos 0 ou 1, essa representação permite uma poupança significativa em termos de espaço pois há um agrupamento de regiões de alta similaridade. A imagem abaixo permite a visualização de forma intuitiva.



(a) Imagem original

(b) Representação da imagem por Quadtree

Fig. 2 - Visualizando particionamento em uma Quadtree

Algoritmo

Detalhando o algoritmo a seguir :

1. Dada uma imagem I $m \times n$, caso $m = n$, prosseguir para o passo (2).
2. Dividir a imagem em 4 subimagens (quadrantes) I_1, I_2, I_3, I_4
3. Para cada nó I_i , calcular o valor médio RGB A_i e erro $E_i = \sum \left| I_{(x,y)} - A_i \right|$.
4. Determinar a subimagem com maior erro, dividir recursivamente.
5. Repetir passo (3)

Resultados

Dado a imagem original observamos na fig (3) a decomposição da imagem, onde n representa o nível de compressão.

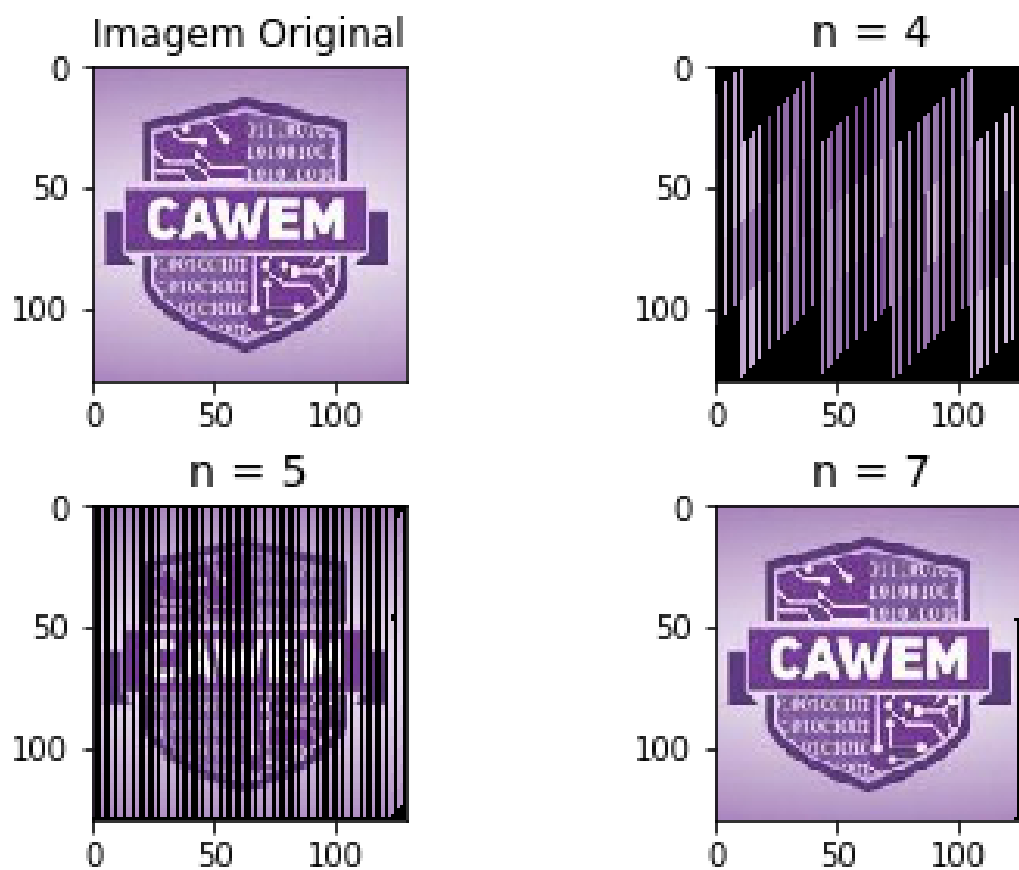


Fig. 3 - Decomposição da imagem utilizando Quadtree para diferentes níveis de compressão

Referências

1. <http://devmag.org.za/2011/02/23/quadtrees-implementation/>
2. <https://pt.qwe.wiki/wiki/Quadtree>
3. <http://www.cs.unca.edu/~reiser/imaging/quadtree.html>