



ALGORITMOS GENÉTICOS, *QUADTREE* E LÓGICA FUZZY NA SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS COM ALTO DESEMPENHO

SILVA, Frederico Corrêa da¹; AGUIAR, Marilton Sanchotene de¹.

¹Programa de Pós-Graduação em Informática – PPGInf/UCPel – Rua Felix da Cunha, 412 – CEP 96010 000 – Pelotas – RS – Brasil – e-mail: {Frederico,marilton}@ucpel.tche.br

1. INTRODUÇÃO

A utilização de imagens digitais em ciências biológicas, em medicina, tem propiciado grande avanço tanto na precisão de diagnósticos como na documentação de experimentos médicos.

Também é indispensável à utilização de recursos computacionais que proporcionem alto desempenho, uma vez que as imagens médicas apresentam grande volume de dados para processamento e este processamento envolve, geralmente, milhares de operações em tempo real.

Este trabalho tem o objetivo de desenvolver uma especialização de um framework baseado em algoritmos genéticos *fuzzy* implementado para atender a uma demanda específica de pesquisa na Universidade, além de um ambiente para gerência da execução paralela que esta aplicação demanda.

A relevância deste trabalho está na integração dos efeitos mais precoces possíveis de uma droga antioxidante e oxigenação hiperbárica sobre a cicatrização e na possibilidade de fazer previsões de comportamento conforme o padrão apresentado pela necrose (Cynrot & Percario, 2004).

Pretende-se explorar diversas possibilidades de integração entre Lógica Fuzzy e Algoritmos Evolutivos. A primeira vista, pretende-se envolver a aplicação de Algoritmos Evolutivos para resolver problemas de segmentação que tradicionalmente estão relacionados aos sistemas *fuzzy*. Depois, envolver o uso de ferramentas *fuzzy* (software de modelagem *fuzzy*) e técnicas baseadas em Lógica Fuzzy para modelagem de diferentes componentes de um Algoritmo Evolutivo, adaptando parâmetros de controle do algoritmo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os modelos de experimentação utilizados são animais devidamente autorizados por Comitês de Ética e Pesquisa vinculados ao Comitê Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) as amostras devem ser em número suficiente e apenas o necessário para realizar os experimentos, sem causar danos e mortes desnecessárias em cobaias. A figura 1 é um exemplo de imagem original utilizado no projeto.

Algoritmos Genéticos (AG's): O princípio adotado pelos AG's é o processo de evolução por seleção natural, onde os indivíduos mais adaptados ao meio

ambiente tem mais chances de sobreviver. A premissa dos AG's é encontrar soluções aproximadas para problemas de grande complexidade computacional mediante o processo de evolução simulada que possui uma manipulação cega dos cromossomos (Goldberg, 1989), ou seja, o processamento não possui nenhuma informação a respeito do problema que está tratando de resolver, exceto o valor da função objetivo.

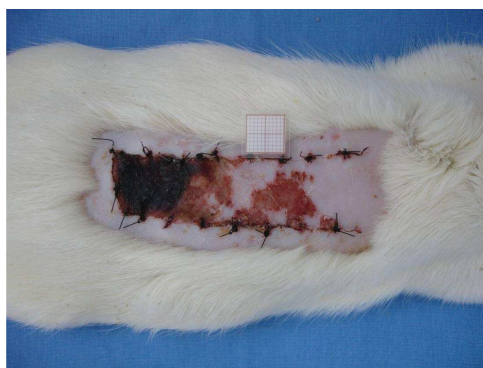


Figura 1. Imagem original digitalizada.

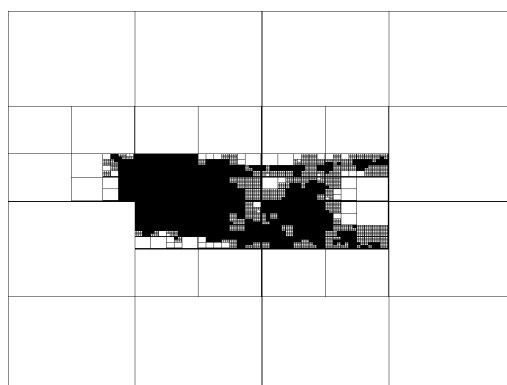


Figura 2. Segmentação *quadtree* proposta.

Os parâmetros do Algoritmo Genético são: i) tamanho da população (T_{pop}); ii) número de gerações (N_{ger}); iii) taxa de mutação (T_{mut}) e taxa de cruzamento (T_{cross}); iv) os valores RGB do padrão da necrose ($Necrose_{rgb}$); v) o padrão de variação da classificação (μ_r, μ_g, μ_b); vi) o percentual de pontos que caracterizam a região necrosada ($P_{necrose}$); vii) o tamanho mínimo da imagem a ser particionado (T_{min}), e viii) a função objetivo (F_{obj}) que classifica os candidatos em função da semelhança com o padrão de necrose.

Este algoritmo foi programado em Java e o objetivo desta aplicação é detectar o padrão da necrose em uma imagem médica produzindo uma *quadtree* (cfe. Figura 2) com os resultados mais significativos (cfe. Figura 3) para análises posteriores.

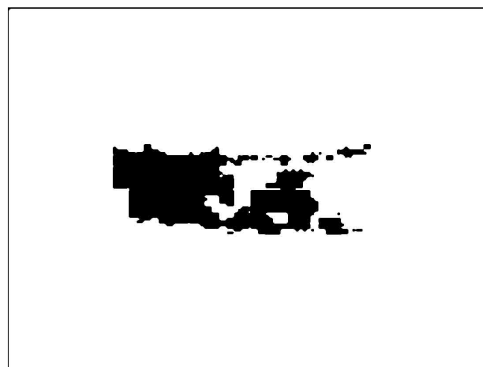


Figura 3. Classificação Resultante da Necrose.

Processamento Paralelo e Distribuído: O modelo atual do framework contempla o paralelismo de aplicações do tipo bag-of-tasks (Cormen et al, 2001). O modelo de paralelismo implementado é iniciado executando uma chamada da aplicação que gera as tarefas iniciais a serem distribuídas nos nodos (cfe. Figura 4 – Esq.), construindo uma lista de tarefas. A distribuição das tarefas é gerenciada através de um módulo que monitora a atividade dos nodos e o estado das tarefas da lista. Assim que um nodo livre for detectado, uma tarefa da lista é enviada para que ele a processe (cfe. Figura 5).

Durante a execução, qualquer tarefa pode gerar sub-tarefas (cfe. Figura 4 – Dir.) que poderão ser redistribuídas como novas tarefas da lista. Quando a execução de todas as tarefas tiverem sido finalizadas, o sistema finaliza a aplicação paralela agrupando todos os resultados parciais. O processamento se vale de uma estrutura de dados *quadtree* a fim de particionar o espaço bidimensional correspondente a imagem médica em quadrantes. Os quadrantes produzidos constituem a carga a ser distribuída entre os processadores e ocorrem de forma recursiva até que seja atingido um dos critérios de parada.

1.1.1	1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.1.1.1	1.1.1.2	1.1.2.1	1.1.2.2	1.2.1.1	1.2.1.2	1.2.2.1	1.2.2.2
				1.1.1.3	1.1.1.4	1.1.2.3	1.1.2.4	1.2.1.3	1.2.1.4	1.2.2.3	1.2.2.4
1.1.3	1.1.4	1.2.3	1.2.4	1.1.3.1	1.1.3.2	1.1.4.1	1.1.4.2	1.2.3.1	1.2.3.2	1.2.4.1	1.2.4.2
				1.1.3.3	1.1.3.4	1.1.4.3	1.1.4.4	1.2.3.3	1.2.3.4	1.2.4.3	1.2.4.4
1.3.1	1.3.2	1.4.1	1.4.2	1.3.1.1	1.3.1.2	1.3.2.1	1.3.2.2	1.4.1.1	1.4.1.2	1.4.2.1	1.4.2.2
				1.3.1.3	1.3.1.4	1.3.2.3	1.3.2.4	1.4.1.3	1.4.1.4	1.4.2.3	1.4.2.4
1.3.3	1.3.4	1.4.3	1.4.4	1.3.3.1	1.3.3.2	1.3.4.1	1.3.4.2	1.4.3.1	1.4.3.2	1.4.4.1	1.4.4.2
				1.3.3.3	1.3.3.4	1.3.4.3	1.3.4.4	1.4.3.3	1.4.3.4	1.4.4.3	1.4.4.4

Figura 4. (Esq.) particionamento *quadtree* inicial da imagem; (Dir.) sub-partições decorrentes.

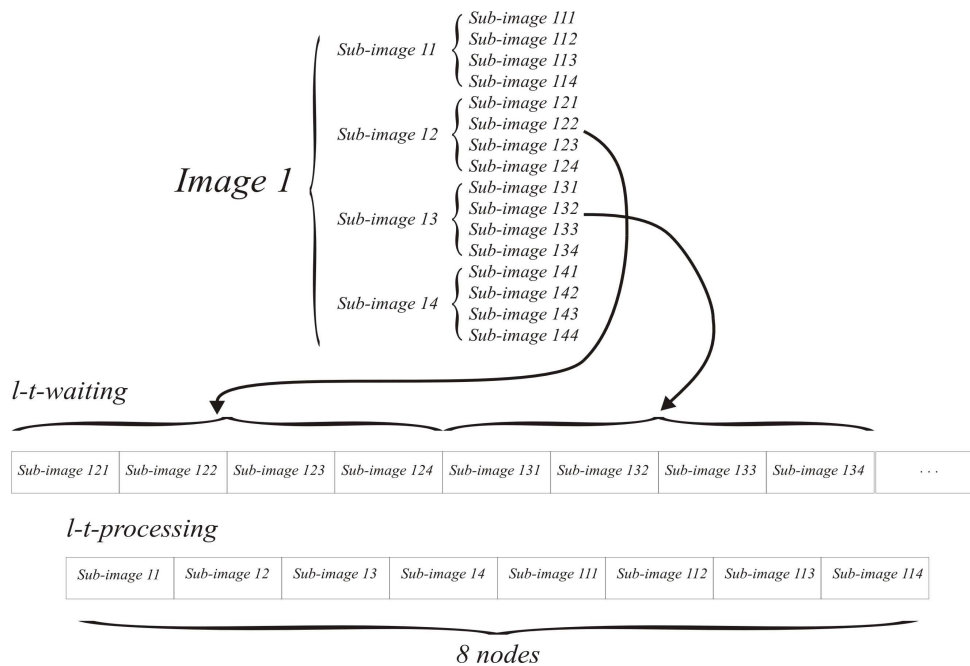


Figura 5. Paralelismo da aplicação em um estágio intermediário de processamento.

Lógica Fuzzy: Os conjuntos *fuzzy* são o modelo mais tradicional para o tratamento de informações vagas e inexatas. Este modelo introduzido por Zadeh tem como objetivo permitir um elemento pertencer, com mais ou menos intensidade, a uma dada classe. A representação com conjuntos *fuzzy* utiliza conjuntos para representar a informação que não é precisa e emprega lógica *fuzzy* para a tomada de decisão [5]. A teoria de conjuntos *fuzzy* provê um mecanismo para representar e manipular algum tipo de incerteza e ambigüidade. Pode-se observar que os operadores *fuzzy* e suas propriedades tem várias aplicações principalmente em análise de imagens e reconhecimento de padrões (Zadeh, 1965).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 ilustra alguns resultados obtidos a partir de simulações preliminares utilizando configurações para aproximação simplificadas dos parâmetros da ferramenta.

Tabela 1. Resultados Preliminares.

# quadrantes	Tamanho partcionamento	# Processadores	Precisão do algoritmo	Tempo(s)	Área de necrose
1	1102x826	1	Baixo	220	19,7%
1	1102x826	1	Médio	241	9,97%
1	1102x826	1	Alto	263	5%
4	551x413	8	Baixo	41	10,04%
4	551x413	8	Médio	73	7,67%
4	551x413	8	Alto	100	5,13%
16	276x207	8	Baixo	18	31,12%
16	276x207	8	Médio	49	10,97%
16	276x207	8	Alto	70	4,53%
64	138x104	8	Baixo	30	18,60%
64	138x104	8	Médio	51	11,17%

4. CONCLUSÕES

Percebe-se em alguns casos, que conseguimos atingir *speedups* satisfatórios sem comprometer a classificação resultante da área de necrose, tornando-se assim, parâmetros com um ótimo potencial para este tipo de aplicação. Pretende-se aprofundar a discussão destes resultados e a apresentação de novas simulações.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORMEN, T. H.; LEISERSON, C. E.; RIVEST, R. L.; STEIN, C. *Introduction to Algorithms*. MIT Press and McGraw-Hill. 2001.
- CYNROT, M.; PERCARIO, S. L. M. F. Comportamento do estresse oxidativo e da capacidade antioxidante total em ratos submetidos a retalhos cutâneos isquêmicos. *Acta Cir. Bras.* v. 19, n. 1, p18 - 26 (2004).
- GOLDBERG, D.E. *Genetics algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley Publishing Company (1989).
- ZADEH, L. A. *Fuzzy Sets. Information and Control.* v.8, n.3, pp 338-353. 1965.