Departamento de Ciência da Computação – IME-USP

Tópicos em Ciência da Computação

MAC 5701

Plano de Estudos

Jorge de Jesus Gomes Leandro
orientador: Prof. Roberto Marcondes Cesar Jr

1 Introdução

O presente plano de estudos objetiva enumerar as principais atividades concernentes ao projeto de mestrado intitulado "Análise de Formas de Estruturas de Ramificação", as quais serão desenvolvidas pelo aluno ao longo do primeiro semestre de 2004.

Além de um levantamento bibliográfico de trabalhos publicados em temas correlatos, dar-se-á continuidade aos experimentos já em andamento com apresentação de resultados preliminares no final do semestre corrente.

Ainda, serão apresentados os resultados do artigo *Automated Morphometric Analysis of the Cat Retinal $\alpha/X, \beta/Y$ and γ Ganglion Cells using Wavelet Statistical Moment and Clustering Algorithms* em fase final de elaboração e em vias de submissão ao *Journal of Integrative Neuroscience.*

2 Motivação

Incontáveis estruturas ramificadas podem ser encontradas na natureza, em maior ou menor escala, desde neurônios até intrincadas redes de rios [1]. De alguma maneira, o cérebro humano é capaz de apreender as características destas formas, e daquelas concluir a respeito da "complexidade" das mesmas. Surge então a questão quanto à possibilidade de encontrar algoritmos capazes de reproduzir essa habilidade, para massiva investigação de algumas estruturas específicas.

Em particular, dois problemas, aparentemente distintos, encontram-se quando investigados à luz da **Análise de Formas**, uma sub-área da Visão Computacional: o intrigante problema de classificar objetivamente uma célula neuronal quanto a sua forma, para estabelecer relações entre sua função e forma, e o problema de classificar estruturas vasculares obtidas de imagens de retinopatia diabética, a fim de automatizar longos e entendiantes processos de análise para estas, até então realizados somente por especialistas em oftalmologia, mediante o uso de critérios subjetivos.

No que tange à solução destes problemas, o primeiro desafio consiste em descobrir e/ou aplicar descritores matemáticos capazes de capturar quantitativamente, ou ainda modelar matematicamente, informações subjetivas contidas em imagens de estruturas ramificadas. O próximo desafio inclui o desenvolvimento de algoritmos eficientes para estes modelos, quando não houver, e sua implementação. Finalmente, com os resultados fornecidos por descritores adequados, será possível distingüir entre categorias de estruturas por meio da teoria de reconhecimento de padrões [2].

Dentre os descritores utilizados, citamos: Área, Perímetro, Circularidade [3], Curvatura [4], Entropia de Orientação [5], Momentos Estatísticos da Transformada *Wavelet* [6, 7], Dimensão de Correlação [8] e Dimensão Fractal [9, 10].

3 Atividades

Seguem as atividades pretendidas para o semestre corrente:

3.1 Artigo

Finalização e submissão do artigo *Automated Morphometric Analysis of the Cat Retinal* $\alpha/X, \beta/Y$ *and* γ *Ganglion Cells using Wavelet Statistical Moment and Clustering Algorithms* ao *Journal of Integrative Neuroscience.*

3.2 Levantamento Bibliográfico

Levantamento bibliográfico na literatura e seleção de artigos que tratem de descritores já utilizados, novas abordagens para os fins a que este trabalho se propõe.

Os elementos estudados durante o levantamento bibliográfico serão candidatos à composição do capítulo "Introdução Teórica" da dissertação de mestrado e contribuirão outrossim para o sólido embasamento do aluno sobre os assuntos de interesse.

Alguns dos artigos a serem considerados:

1. Miao, X. et. al, A Speedy Algorithm for estimating the Correlation Dimension, *International Journal of Modern Physics B* **vol 17** pp 4284-4289 (2003).

2. Farmer, J. et al, The Dimension of Chaotic Attractors, *Physics 7D* pp 153-180 (1983)

3. Theiler, J., Efficient algorithm for estimating the Correlation Dimension from a set of discrete points, *Physical Review A* pp 4456-4462 (1987)

4. Shannon, C.E., A Mathematical Theory of Communication , *The Bell System Technical Journal* **vol 27** pp 374-423, 623-656 (1948)

5. Antoine, J.P. et. at, Two-Dimensional Wavelet Analysis in Image Processing, *Physicalia Magazine* **vol 16** pp 105-134 (1994)

6. Arneodo, et. at , A Wavelet Based method for multifractal image analysis, *The European Physical Journal B* **15** pp 567-600 (2000)

3.3 Experimentos

Prosseguimento dos experimentos em andamento, com apresentação de resultados no final deste período, dentre os quais:

1. Análise de Formas para avaliação quantitativa e automática do método de segmentação automática de vasos sangüíneos em imagens de retina usando wavelets e classificadores estatísticos em comparação à segmentação manual dos mesmos.

2. Análise de formas em células neuronais das regiões cerebrais denominadas Parental e Frontal de dependentes alcoólicos (Alcohol) e de não-dependentes (Control), bem como avalição da classificação efetuada por neurocientistas para aquelas amostras.

3. Obtenção da Dimensão de Correlação de formas conhecidas (ponto, reta, polígono, etc) e formas sob investigação (esqueleto da vasculatura de um fundo de olho, neurônios, etc) para fins de comparação, com vistas à posterior publicação.

Referências

[1] V. Fleury, J.-F. Gouyet, M. Léonetti, Eds., Branching in Nature - Dynamics and Morphogenesis of Branching Structures, from Cell to River Networks - *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* - (2001) - ISBN: 3540418881

[2] Duda R.O., Hart, P. and Stork D.G., Pattern Classification, NY: *John Wiley and Sons* (2000).

[3] L. F. Costa and R. Cesar-Jr. Shape Analysis and Classification: Theory and Practice *CRC Press* (2001)

[4] Cesar-Jr R.M. and Costa L.F., Neural Cell Classification by Wavelets and Multiscale Curvature. *Biological Cybernetics* **79** (1998) pp 347-360.

[5] J.J.G. Leandro, R.M. Cesar-Jr, and H.Jelinek., Blood vessels segmentation in retina: Preliminary assessment of the mathematical morphology and of the wavelet transform techniques, In *Proc. Brazilian Conference on Computer Graphics, Image Processing and Vision, (SIBGRAPI-01, Florianópolis - SC, Out 2001))*, pp 84–90. IEEE Computer Society Press (2001)

[6] Antoine J-P, Carrette P.,Murenzi R. and Piette B., Image Analysis with Two-Dimensional Continuous Wavelet Transform, *Signal Processing*,**31** (1993) pp 241-272.

[7] Arnéodo A., Decoster N. and Roux S.G., A Wavelet-Based Method for Multifractal Image Analysis, *The European Physical Journal B* **15** pp 567-600 (2000)

[8] Cesar-Jr R.M. and Costa L.F., Segmentation of retinal fundus vasculature in nonmydriatic camera images using wavelets In: *Angiography and Plaque Imaging: Advanced Segmentation Techniques ed.Boca Raton : CRC Press* (2003)

[9] Arnéodo A., Decoster N. and Roux S.G., A Wavelet-Based Method for Multifractal Image Analysis, *The European Physical Journal B* **15** pp 567-600 (2000)

[10] Jelinek H.F. and Fernandez E., Neurones and Fractals: How Reliable and Useful are Calculations of Fractal Dimensions? *Journal of Neuroscience Methods* **81(1-2)** (1998) pp 9-18.

[11] Fernandez E. and Jelinek H.F., Use of Fractal Theory in Neuroscience: Methods, Advantages and Potential Problems. *Methods* **24(4)** (2001) pp 309-321.ndom Rough Surfaces. *The European Physical Journal B* **15** (2000) pp 567-600.