

Projeto de Pesquisa para Iniciação Científica

Reconhecimento estrutural de objetos utilizando

comparação de grafos

Orientador: Carlos Eduardo Ferreira

Aluno: Tiago Madeira

Este projeto de pesquisa acompanha a requisição de bolsa de Iniciação Científica para o aluno Tiago Madeira

1 Introdução

Aplicações do *problema de correspondência inexata entre grafos* (PCIG) em diversas áreas têm sido apresentadas na literatura [2], destacando-se principalmente as áreas de processamento de imagens e visão computacional. Alguns exemplos de aplicações são: reconhecimento de símbolos gráficos [8, 9], reconhecimento de caracteres [10, 13], rastreamento de objetos em vídeos [7] e reconhecimento estrutural de objetos [12]. Para uma descrição informal do PCIG, considere dois grafos simples G_I e G_M . Um mapeamento de G_I para G_M é uma função que associa cada vértice de G_I a um vértice de G_M . O PCIG consiste em encontrar um mapeamento de custo mínimo de G_I para G_M , sob certas restrições. Este problema possui diversas variantes, sendo que em cada uma delas é considerado um conjunto de restrições diferente.

Esta iniciação científica visa o estudo de uma variante do PCIG que possui uma importante aplicação, denominada “reconhecimento estrutural de objetos”, na área de processamento de imagens, que descrevemos a seguir: o grafo G_M representa um modelo de um objeto que desejamos fazer seu “reconhecimento estrutural”; o grafo G_I representa uma imagem contendo um objeto que acreditamos ser do mesmo tipo do modelo; o objetivo é atribuir cada ponto da imagem (cada vértice de G_I) a uma parte do modelo (um vértice de G_M) que acreditamos que essa parte da imagem pertença (ver figura 1).

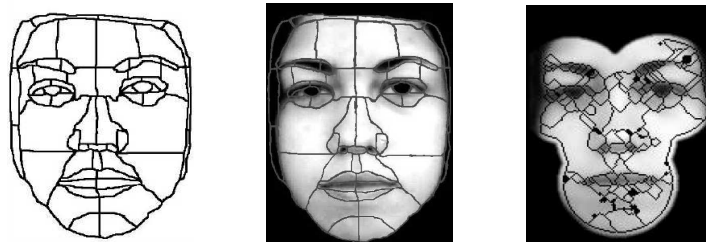


Figura 1: À esquerda, um modelo de uma face humana. À direita, uma imagem segmentada de uma face humana [3, 7].

2 Justificativa

O orientador orientou a dissertação de mestrado do aluno Alexandre da Silva Freire sobre o PCIG [6] na qual foram obtidos resultados teóricos e práticos: foi mostrado que uma variante do problema é NP-difícil mesmo quando os grafos da entrada são árvores; através de formulações usando programação linear inteira e algoritmos de programação dinâmica foram resolvidas instâncias práticas do problema de reconhecimento estrutural de objetos com resultados promissores. É importante notar que o aluno Alexandre está no momento fazendo seu doutorado sob orientação do orientador, e participará deste projeto de iniciação científica. Como bibliografia fundamental sobre o PCIG temos os seguintes textos [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12].

Atualmente, o orientador trabalha, juntamente com seu aluno de doutorado, no aperfeiçoamento dos resultados práticos do trabalho citado acima. Na etapa atual desta pesquisa o foco é considerar detalhes de implementação que não foram considerados anteriormente, a fim de obter resultados práticos melhores. Pretendemos com este projeto de iniciação científica integrar o aluno Tiago Madeira a esta pesquisa. Um dos papéis do Tiago Madeira nesta pesquisa seria o de auxiliar na implementação de componentes de software, haja visto que o aluno possui grande habilidade com programação, como descrevemos a seguir.

Tiago Madeira recebeu 14 prêmios em competições de matemática e informática, incluindo duas medalhas de bronze na Olimpíada de Maio (ibero-americana de matemática), duas medalhas de ouro na Olimpíada Brasileira de Informática e uma medalha de prata na Maratona de Programação, que levou sua equipe a representar o Brasil no ACM International Collegiate Programming Contest em 2009. Suas conquistas em olimpíadas de informática o

levaram três vezes a participar de cursos de programação avançada de computadores no IC-UNICAMP. Antes de iniciar seu bacharelado no IME-USP, cursou um ano na Universidade Federal de Santa Catarina, onde foi um dos alunos selecionados para participar de um honors course rigoroso em Cálculo e Álgebra Linear, áreas na qual se destaca. Programa desde os 13 anos e já contribuiu para grandes projetos de software livre. Entre eles, destacam-se Linux¹, Drupal e SilverStripe².

3 Objetivos

O objetivo deste projeto é fazer com que o Tiago Madeira tenha contado direto com a atividade de pesquisa, tanto no aspecto teórico como experimental. A expectativa é que o aluno desenvolva ainda mais suas habilidades em programação, utilizando ferramentas e técnicas avançadas. Nosso objetivo é testar diversas abordagens na resolução do problema de reconhecimento estrutural de objetos, a fim de melhorar os resultados práticos obtidos anteriormente. Desta forma, teremos muito trabalho de implementação e análise de resultados. Acreditamos fortemente que, dado o perfil do Tiago Madeira, o aluno estará inserido em um contexto no qual ele consiga aprender e produzir ao mesmo tempo. Ao longo da iniciação científica o aluno escreverá um texto contendo uma resenha dos tópicos estudados, bem como um relatório sobre as implementações realizadas pelo aluno.

4 Plano de trabalho e cronograma

As atividades a serem realizadas pelo aluno são as seguintes:

1. Estudo de alguns textos básicos sobre o PCIG [1, 2, 3, 4, 5, 7, 12]. Nesta etapa o objetivo é dar ao aluno uma visão geral do PCIG, sem a necessidade de aprofundamento em detalhes técnicos de cada uma das variantes do problema.
2. Estudo aprofundado do texto [6] para que o Tiago Madeira adquira os conhecimentos necessários sobre a variante do PCIG com a qual ele trabalhará.

¹Fez drivers para webcam Microdia: <http://groups.google.com/group/microdia>

²Participou do Google Highly Open Participation Contest:
<http://code.google.com/opensource/ghop/2007-8/>

3. Início da escrita do relatório sobre a iniciação científica, referente a 1 e 2.
4. Auxílio na implementação dos algoritmos para resolver o PCIG.
5. Auxílio nos testes com instâncias da aplicação de reconhecimento estrutural de objetos.
6. Auxílio nas alterações na implementação, visando melhorar os resultados obtidos em 5.
7. Auxílio no novos testes com instâncias da aplicação de reconhecimento estrutural de objetos.
8. Preparação do relatório final.

O cronograma estipulado para 12 meses é o seguinte:

Ativ/Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	✓	✓	✓									
2			✓	✓								
3					✓							
4						✓						
5							✓					
6								✓	✓			
7									✓	✓		
8										✓	✓	✓

5 Material e métodos

O material necessário para a realização deste projeto de iniciação científica consiste dos textos citados nas seções anteriores. Além disso, o Tiago Madeira aprenderá a utilizar as bibliotecas do GLPK [11] (um resolvidor de programas lineares).

O método que utilizaremos para conduzir essa iniciação científica é o seguinte: o aluno estudará os textos sugeridos e teremos reuniões semanais para discuti-los; ao mesmo tempo que estuda, o aluno escreverá um texto, o que possibilitará uma melhor avaliação de quão bem o material estudado está sendo absorvido; o aluno será integrado com outros membros do grupo de pesquisa, no qual terá a oportunidade de auxiliar nas tarefas de implementação e testes; após a fase de implementação e testes, o aluno concluirá seu relatório sobre as atividades desenvolvidas na iniciação científica.

6 Forma e análise dos resultados

Durante o período de iniciação científica o aluno preparará um texto que, ao final do trabalho, conerá tudo que foi estudado na iniciação científica, bem como o que foi feito na parte prática (implementação e testes). Este é o principal objeto que pode ser usado na análise do trabalho que será desenvolvido.

Referências

- [1] M. C. S. Boeres. *Heurísticas para reconhecimento de cenas por correspondência de grafos*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.
- [2] H. Bunke. Graph matching: Theoretical foundations, algorithms, and applications. In *Vision Interface*, pages 82–88, 2000.
- [3] R. M. Cesar-Jr., E. Bengoetxea, I. Bloch, and P. Larrañaga. Inexact graph matching for model-based recognition: Evaluation and comparison of optimization algorithms. *Pattern Recognition*, 38:2099–2113, 2005.
- [4] D. Conte, P. Foggia, C. Sansone, and M. Ventof. Graph matching applications in pattern recognition and image processing. In *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pages 21–24, 2003.
- [5] A. R. Duarte. Novas heurísticas e uma abordagem por programação inteira para um problema de correspondência inexata de grafos. Master’s thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.
- [6] A. S. Freire. Correspondência inexata entre grafos. Master’s thesis, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, 2008.
- [7] A. B. V. Graciano. Rastreamento de objetos baseado em reconhecimento estrutural de padrões. Master’s thesis, Universidade de São Paulo - Instituto de Matemática e Estatística, 2007.

- [8] X. Jiang, A. Munger, and H. Bunke. Synthesis of representative graphical symbols by generalized median graph computation. In *3rd IAPR Workshop on Graphics Recognition*, 1999.
- [9] S. W. Lee, J. H. Kim, and F. C. A. Groen. Translation, rotation and scale invariant recognition of hand drawn symbols in schematic diagrams. *Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 1990.
- [10] S. W. Lu, Y. Ren, and C. Y. Suen. Hierarchical attributed graph representation and recognition of handwritten chinese characters. *Pattern Recognition*, 1991.
- [11] A. Makhorin. Glpk (gnu linear programming kit). Technical report, Moscow Aviation Institute, 2003. <http://www.gnu.org/software/glpk/>.
- [12] A. Noma, A. B. V. Graciano, L. A. Consularo, R. M. Cesar-Jr, and I. Bloch. A new algorithm for interactive structural image segmentation. Technical report, IME-USP, may 2008. arXiv:0805.1854v2 [cs.CV].
- [13] J. Rocha and T. Pavlidis. A shape analysis model with applications to a character recognition system. *IEEE Trans. PAMI*, 1994.