



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PTC-5750: TÉCNICAS AVANÇADAS EM PROCESSAMENTO DE IMAGENS MÉDICAS

SIGLA DA DISCIPLINA: **PTC-5750**

SIGLA DO DEP.: **PTC**

ÁREA: **3142 – Sistemas Eletrônicos**

VALIDADE INICIAL (Ano/Semestre): desde 1998

Nº DE CRÉDITOS: **8** - (Aulas Teóricas : **3** - Aulas Práticas, Seminários e Outros: **0**- Horas de Estudo:7)

DURAÇÃO EM SEMANAS: **12**

DOCENTE RESPONSÁVEL: (**nome e número USP ou instituição a que pertence**)

1. Sérgio Shiguemi Furuie (PTC/EPUSP)
2. Marco Antonio Gutierrez (Instituto do Coração/HC.FMUSP)

Local:

Terças-feiras (14Set2010 a 30Nov2010) [informações e aulas no: <http://moodle.stoa.usp.br/>]

PROGRAMA

OBJETIVOS:

O presente curso pretende abordar as estruturas médicas do ponto de vista quantitativo, dando ênfase a processamentos elaborados tais como transformadas, tomografia, visualização e segmentação de estruturas de interesse (2D/3D) para a obtenção de parâmetros clínicos importantes como curvas funcionais, áreas, volumes, espectros de potência e imagens funcionais. Objetiva-se também fornecer subsídios para a análise de informações multi-modais.

JUSTIFICATIVA:

Com a sofisticação dos avanços tecnológicos e científicos, os métodos diagnósticos e terapêuticos têm se tornado cada vez mais complexos envolvendo, em geral, imagens médicas. Além disso, o conhecimento profundo de técnicas avançadas para obtenção de parâmetros clínicos, de modo compacto, é um objetivo fundamental no campo de processamento de imagens médicas.

CONTEÚDO:

1. Introdução: Motivação e Visão Geral do Curso, Infra estrutura de hardware e software, Critérios de Avaliação, Sistemas Digitais, Imagens (representação), Extensão dos conceitos pixel e voxel, O Espaço Voxel.
2. Transformadas: Sistemas lineares, matrizes, processos estocásticos, estimativas, Transformadas geométricas (alinhamento de imagens e interpolação), Transformadas ortogonais (Fourier, Cosseno, KL, Wavelets, ..), Imagens funcionais.
3. Tomografia Computadorizada: Reconstrução (retro-projeção, FFT, ART, EM-ML), Erros de reconstrução e avaliação.
4. Reconstrução Tomográfica 3D
5. Segmentação 2D e 3D: Segmentação por descontinuidade (Contornos ativos), Segmentação por similaridade (Thresholding n-dimensional, Clustering, Region-growing, Water Shedding).
6. Visualização, quantificação e Manipulação 3D: Reconstrução (por empilhamento e puramente 3D), Visualização de superfície, Visualização volumétrica (ray tracing, z-buffer, octrees), Manipulação e medidas
7. Visualização e quantificação em imagens dinâmicas 2D e 3D: visualização dinâmica, imagens funcionais (bull's eye, imagens de fase e amplitude, análise fatorial, evolução temporal de parâmetro).

BIBLIOGRAFIA:

1. M.Sonka, J.M. Fitzpatrick. *Handbook of Medical Imaging, Volume-II, Medical Image Processing and Analysis*. SPIE-Press, 2000. ISBN 0-8194-3622-4.
2. J.K.Udupa, G.T. Herman. *3D Imaging in Medicine*. CRC Press 1991
3. Gonzales and Woods - *Digital image Processing* - Third Edition, Pearson Prentice Hall, 2008.
4. S.Webb (Editor) *The Physics of Medical Imaging*. Institute of Physics Publishing, Bristol, 1988, 633p.
5. G.Herman. *Image reconstruction from projections: the fundamentals of computerized tomography*. Academic Press, 1980.
6. A.K.Jain. *Fundamentals of digital image processing*. Prentice-Hall 1989.
7. W Bailer. Writing ImageJ Plugins – a tutorial. Disponível em <http://mtd.fh-hagenberg.at/depot/imaging/imagej/>

OBSERVAÇÕES: Esta Disciplina representa uma sequência ao PTC-5892, visando tópicos mais avançados como imagens médicas tridimensionais e quantificação. É fortemente indicado que o aluno tenha domínio sobre os ambientes de computação e de programação.

Pré-requisitos: Processamento de Imagens Médicas (PTC-5892) ou Digital Image Processing (PTC-5830)



Informações adicionais para o aluno - Calendário 2010 –PTC-5750

Ref.	Data	Aula
1	14Set10	❖ Introdução, motivação, objetivos, formas de avaliação. ❖ Apresentação dos problemas/tarefas para os grupos – pré-definição ❖ Descrição da interface de plugins p/ ImageJ ❖ Revisão de conceitos fundamentais e modalidades de imagens ❖ Pré-processamentos ❖ Introdução ao artigo para apresentação/discussão na próxima semana
2	21Set10	❖ Definição dos trabalhos (tema das monografias) pelos estudantes ❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre o artigo [1]: filtros adaptativos</u> <i>Loizou C, Pattichis C, Christodoulou C, Istepanian R, Pantziaris N, Nicolaides A. Comparative evaluation of despeckle filtering in ultrasound imaging of the carotid artery. IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL. 2005 OCT 2005;52(10):1653-69</i> ❖ Filtragem de ruídos ❖ Avaliação de filtros ❖ Introdução ao artigo para apresentação/discussão na próxima semana
3	28Set10	❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre artigo [2]: avaliando segmentações</u> ❖ <i>J.K. Udupa, V R. LeBlanc, Y Zhuge, C Imielinska, HSchmidt, L M. Currie, B E. Hirsch, J Woodburn. A framework for evaluating image segmentation algorithms. Computerized Medical Imaging and Graphics 30 (2006) 75–87</i> ❖ Segmentação 2D e 3D ❖ Segmentação por thresholding (Otsu) ❖ Introdução a otimização por cálculo variacional (Euler-Lagrange). Exemplo com snakes ❖ Introdução ao artigo para apresentação/discussão na próxima semana
4	05Out10	❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre o artigo [3]: snakes</u> <i>Snakes, Shapes, and Gradient Vector Flow. Chenyang Xu et al. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 7, NO. 3, MARCH 1998, 359-369</i> ❖ Teoria: contornos ativos (snakes) ❖ Discussão, orientação e acompanhamento dos trabalhos ❖ Artigo para apresentação/discussão na próxima semana
5	12Out10	Feriado
6	19Out10	❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre o artigo [4]: level set</u> <i>C Li, C Xu, C Gui, M D Fox. Level set evolution without re-initialization: a new variational formulation. Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer vision and pattern recognition (CVPR'05) [www.engr.uconn.edu/~cmli/paper/levelset_cvpr05.pdf]</i> ❖ <i>Chan T, Vese L. Active contours without edges. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING. 2001 FEB 2001;10(2):266-77</i> ❖ Métodos numéricos em level set: implementação ❖ Discussão, orientação e acompanhamento dos trabalhos ❖ Introdução ao artigo para apresentação/discussão na próxima semana
7	26Out10	❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre o artigo [5]: fuzzy connectedness</u> <i>L G Nyul, A X Falcao, J K Udupa. Fuzzy-connected 3D image segmentation at interactive speeds. Graphical Models 64(2003):259-281.</i> ❖ <i>Udupa J, Samarasekera S. Fuzzy connectedness and object definition: Theory, algorithms, and applications in image segmentation. GRAPHICAL MODELS AND IMAGE PROCESSING. 1996 MAY 1996;58(3):246-61</i> ❖ Apresentação de metodologias e resultados preliminares pelos alunos (10+5 minutos) ❖ Segmentação por região ❖ Introdução ao artigo para apresentação/discussão na próxima semana
8	02Nov10	Feriado
9	09Nov10 CA-EE	❖ <u>Estudo do artigo [6]: quantificação do movimento (artigo extenso)</u> <i>Maurice R, Ohayon J, Finet G, Cloutier G. Adapting the Lagrangian speckle model estimator for endovascular elastography: Theory and validation with simulated radio-frequency data. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. 2004 AUG 2004;116(2):1276-86</i>
10	16Nov10	❖ <u>Apresentação de resumo pelo sorteado e discussão sobre o artigo [6]: quantificação movimento</u> <i>Maurice R, Ohayon J, Finet G, Cloutier G. Adapting the Lagrangian speckle model estimator for endovascular elastography: Theory and validation with simulated radio-frequency data. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. 2004 AUG 2004;116(2):1276-86</i> ❖ Revisão comparada dos métodos de segmentação



		❖ Reconstrução tomográfica 2D/3D ❖ Discussão, orientação e acompanhamento dos trabalhos
11	23Nov10 CBEB	❖ Desenvolvimento dos projetos individuais ❖ Dúvidas: 29/11/2010 – sala D2-06
12	30Nov10	Avaliação: ❖ Entrega das monografias ❖ Apresentação das monografias e discussão (15±5 minutos)

Avaliação

A avaliação desta disciplina será baseada na apresentação dos artigos (30%), qualidade da participação dos alunos nas discussões seja dos artigos, seja do acompanhamento dos trabalhos (30%), e pelo **trabalho** (apresentação e monografia) desenvolvido (40%). Cada aluno escolherá um dos temas propostos, de forma exclusiva.

Todos devem ler, estudar e analisar os artigos entregues. Para discussão de cada artigo, 1 dos alunos será sorteado para realizar um resumo de 20-30 minutos sobre o artigo. Cada sorteio envolverá **todos** os alunos.

Cada aluno tem a flexibilidade para escolher a forma de desenvolver o seu **trabalho**, de acordo com os recursos à sua disposição. Sugerimos o ambiente e linguagem java, C++/ITK ou Matlab. (sugestão: usar o programa ImageJ em java [<http://rsb.info.nih.gov/ij/>] para desenvolver, visualizar as imagens e os resultados)

O manuscrito deve seguir o padrão de um artigo científico contendo **introdução, material e método, resultados, conclusão/discussão e referências**.

O desafio: segmentação em imagens 2D/3D de ultrassonografia

Formulação do problema: Dadas as imagens de ultrassonografia (2D, 3D), segmentar estruturas de interesse.

Os temas propostos para o desenvolvimento dos trabalhos são alguns dos sub-processos ou alternativas necessários para resolver o problema acima formulado:

- 1) **Segmentação 2D do lúmen da coronária em imagens de IVUS (1 frame 2D) usando contornos ativos do tipo Snakes [artigo 3]**
Dados: Imagem 2D e 4 pontos próximos aos contornos
- 2) **Segmentação 2D do lúmen da coronária em imagens de IVUS (1 frame 2D) usando contornos ativos do tipo level set [artigo 4]**
Dados: Imagem 2D
- 3) **Segmentação 2D do lúmen da coronária em imagens de IVUS (1 frame 2D) usando fuzzy connectedness [artigo 5]**
Dados: Imagem 2D
- 4) **Segmentação 3D de lesões em IVUS usando fuzzy connectedness [artigo 5]**
Dados: imagem 3D de IVUS e semente/região inicial na lesão
- 5) **Simulação de deformações elásticas 3D [artigo 6]**
Dados: imagem 3D de IVUS
- 6) **Estimativa de elasticidade em IVUS [artigo 6]**
Dados: imagem 3D de IVUS
- 7) **Comparar os filtros lsmv, difusão anisotrópica e difusão anisotrópica coerente [artigo 1]**
Dados: Imagem 2D