

PTC2892 Princípios da Formação e Processamento de Imagens Médicas

Sérgio S Furuie
Matheus C Moraes

S. Furuie 30/7/2010 - 1

Plano da aula de hoje

- Sobre a disciplina: o que é, expectativas
 - ✓ Apresentação dos docentes
 - ✓ Questionário de apresentação dos estudantes
 - ✓ Texto do programa de aprendizagem: I+F+P
 - ✓ Avaliação: listas(40%), projeto(30%) e prova(30%)
 - Disciplina consciente / ética
 - ✓ Livro texto, referências e material no moodle.stoa
 - <http://moodle.stoa.usp.br>
- Motivação
- Conceitos básicos de proc. imagens
 - ✓ Função, matriz, pixel/voxel
 - ✓ Arquivos, visualização 2D, 3D
 - ✓ Cores, pseudo-cores, cinza, histograma
- Exemplos de processamento de imagens
 - ✓ Plugins e java

S. Furuie 30/7/2010 - 2

Metodologia proposta

Para cada ASSUNTO:

1. Formar uma INTUIÇÃO sobre o assunto
2. Discutir, praticar e melhorar o conceito (dialética)
3. Fundamentação e formalização (síntese)

S. Furuie 30/7/2010 - 3

Propósitos derradeiros da disciplina

1. Conceitos fundamentais sejam apreendidos/retidos;
2. Seja útil para os problemas atuais e futuros

Obs.: material (slides) no moodle do stoa:

<http://moodle.stoa.usp.br/>

Ou via stoa:

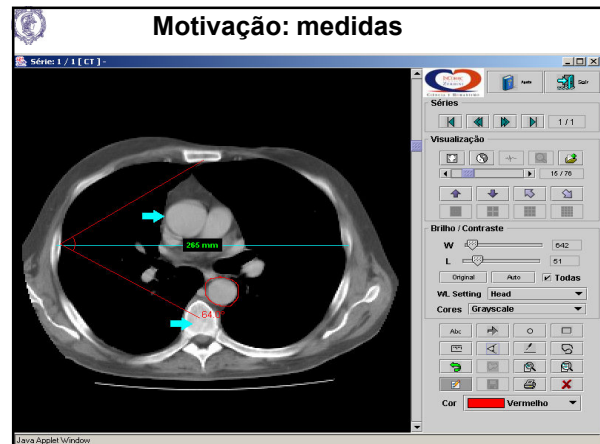
<http://stoa.usp.br/>

S. Furuie 30/7/2010 - 4

Motivação: visualização

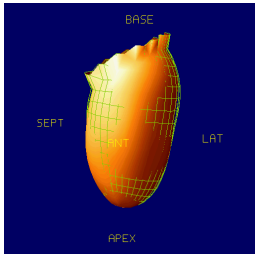
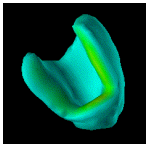


Motivação: medidas



Motivação: análise

- Visualização 3D, 3D dinâmica
- Visualização em direções oblíquas
- Aspectos funcionais
 - ✓ movimento, contração
 - ✓ fisiologia, metabolismo
- Classificação

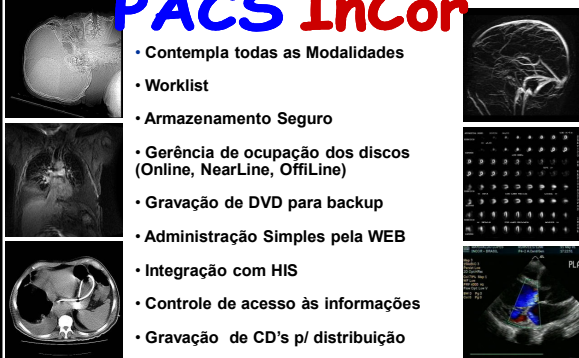
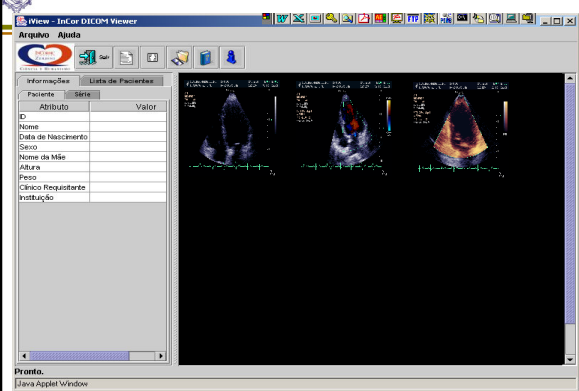



S. Furutse 30/7/2010 - 7

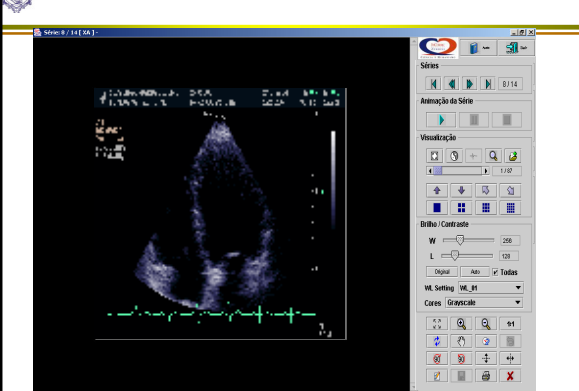
Motivação: sistemas

PACS InCor

- Contempla todas as Modalidades
- Worklist
- Armazenamento Seguro
- Gerência de ocupação dos discos (Online, NearLine, OffiLine)
- Gravação de DVD para backup
- Administração Simples pela WEB
- Integração com HIS
- Controle de acesso às informações
- Gravação de CD's p/ distribuição

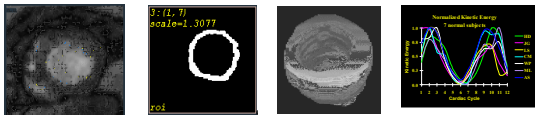
S. Furutse 30/7/2010 - 9



S. Furutse 30/7/2010 - 10

Processos / fases

Formação	Identific. de estruturas	Quantif. e Visualiz.	Interpretação
•Aquisição •Rec. Tomog.	•Pré-proc. •Segment. •Reconh.	•Cálculos •Comp. Graf. •Parametr.	•Classificação •Intel. Artif. •Redes neurais •Integr. Inform.



S. Furutse 30/7/2010 - 11

O QUE SÃO IMAGENS DIGITAIS?

S. Furutse 30/7/2010 - 12

Formação da Imagem no Olho

Mecanismos de Adaptação: Foco

S.Furule 30/7/2010 - 13

Formação da Imagem no Olho

Mecanismos de Adaptação: Brilho e Cor

S.Furule 30/7/2010 - 14

4x
16x

S.Furule 30/7/2010 - 15

Processo de Discretização

95	80	80	80
95	90	90	105
150	20	100	130
220	150	160	150

256 tons de cinza
Pixel= picture element (local, valor)
Voxel=volume element

S.Furule 30/7/2010 - 16

Pixel: picture element (local e valor)

95	80	80	80
95	90	90	105
150	20	100	130
220	150	160	150

256 tons de cinza

S.Furule 30/7/2010 - 17

Pixel, voxel, spel

- Uma imagem (2D) é formada por um conjunto de pixels. Cada pixel é definida pela posição (x, y) (domínio espacial) e pela intensidade $f(x, y)$
 - Terminologia
 - Pixel: picture element (2D)
 - Voxel: volume element (3D)
 - Spel: space element (nD). Genericamente o domínio pode ser n-dimensional, ou seja a posição $(x, y, z, \dots)$
 - A intensidade pode ser escalar ou vetorial (p. ex, RGB, $f(x, y) = [r(x, y) \ g(x, y) \ b(x, y)]$)
- Genericamente, uma imagem n-dimensional com m-atributos por spel é uma função:
 - $f: I^n \rightarrow R^m$

S.Furule 30/7/2010 - 18

Tipos de imagens e de dados

- Imagens que estudaremos: espaçamento regular em todas as dimensões, não necessariamente isotrópico. Tipo "scan" em contraposição ao vetorial
- Em termos de cor e tipo de dado:
 - Monotônicas:** a visualização pode ser realizada com apenas uma cor, variando apenas a intensidade
 - Byte: usa 1 byte para representar a intensidade
 - Short: 2 bytes para intensidade (short int)
 - Integer: 4 bytes para intensidade (int)
 - Float: 4 bytes codificando números reais (float) de ponto flutuante
 - Coloridas (RGB, CMY, HSI,...):** vetor de atributos por spel. Visualização considerando o conjunto de atributos
 - RGB: usa 4 bytes, um byte por cor (R,G,B) e um byte para anotação (A). [0xAARRGGBB em notação hexadecimal]
 - Exemplo: a cor vermelha intensa seria = 0x00ff0000 e a cor azul intensa=0x000000ff. A cor cinza intermediária=0x00808080

S.Furule 30/7/2010 - 19

Bits, bytes, short, int, float

- Representação numérica na base 2
- Byte é composto por 8 bits
- Short: 2bytes=16 bits
- Integer: 4 bytes=32bits
- Float: 4 bytes = 32 bits

S.Furule 30/7/2010 - 20

Conceitos básicos

- Imagem digital => matriz n-dimensional
 - 2D => pixel (picture element)
 - raio X - CR (4096 x 4096 x 2B)
 - 3D => voxel (volume element)
 - CT multi-slice (700cortes x 512 x 512 x 2B)
 - XA (1000 quadros x 512 x 512 x 1B)
 - 4D => spel (space element)
 - gated SPECT, RM, ..
 - multi-atributos
 - RM (PD, T1, T2)
- $F: \mathbb{I}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$

S.Furule 30/7/2010 - 21

Exemplo: Câmera Digital e TVs

- seja 3.1 Mpixel (~ 2000 x 1500) elementos
- Matriz bi-dimensional com 2000 colunas e 1500 linhas => 3.1 milhões de elementos
- Cada pixel: cor => RGB
 - 1 byte por cor => 3 B
 - => 9.3 MB por foto
 - => compressão => 500 kB
- TV analógico: ~480 x 640
- DVD : 720 x 960
- HDTV: 1080 x 1920 (formato 16:9)

S.Furule 30/7/2010 - 22

Resumo: Matriz

- número de dimensões (espaço)
- número de elementos por dimensão
- número de atributos (medidas por elem.)
- número de bits ou bytes por elemento

- CT multi-slice (700cortes x 512 x 512 x 2B)
- 3D, 700 em z, 512 em x e y, 1 atributo, 2 bytes por elemento
- 367 MB

S.Furule 30/7/2010 - 23

Imagens 3D

- Estruturas médicas inerentemente 3D
 - Anatomia, metabolismo, funcional
- Aquisição volumétrica:
 - CT (raio X)
 - Spiral CT (~1 min/ tórax)
 - fastCT
 - SPECT (Single Photon Emission CT)
 - PET (Positron Emission Tomogr.)
 - MRI (Magnetic Reson. Image)
 - IVUS (IntraVascular U_ltraSound)
 - Microscópio Confocal
 - Digitalizador 3D (laser)

S.Furule 30/7/2010 - 24

Exemplo no ImageJ

- ❑ Abrir arquivos convencionais: bmp, tif, jpeg
 - ✓ Medidas de posição (x,y,z) e intensidade
 - CT (escalar)
 - RGB(vetorial)
 - ✓ Perfil, estatística
- ❑ Arquivos com padrão específico DICOM. Por quê?
 - ✓ Visualizar as informações de calibração e dados
- ❑ Converter arquivo raw
- ❑ Arquivo 3D
 - ✓ Visualização 2D e 3D
 - ✓ Projeções
 - ✓ Cortes
 - ✓ MIP

S.Furule 30/7/2010 - 25

Ferramenta p/ praticar: ImageJ

- ❑ Instalar (se já não estiver) o ImageJ no desktop: siga as instruções que estão no moodle ou no site do ImageJ
- ❑ usar o programa ImageJ em java para visualizar as imagens e os resultados
 - ✓ Qualquer plataforma que suporte java
 - ✓ Software aberto e livre
 - ✓ <http://rsb.info.nih.gov/ij>
- ❑ Java: não é necessário ser expert
- ❑ Exemplo de uso do ImageJ
 - ✓ Lê vários formatos, inclusive o DICOM
 - ✓ Processamentos tradicionais: filtragem, segmentação básica, operações com imagens, cores, ...
 - ✓ Opera com 3D: pilhas de imagens
 - ✓ Permite expansões: plugins em java

S.Furule 30/7/2010 - 26

Instalando

- ❑ ImageJ
 - ✓ Download com java de <http://rsb.info.nih.gov/ij>
 - Por exemplo: Download ImageJ 1.42 bundled with 32-bit Java 1.6.0_14 (27MB)
 - ✓ Instale
 - ✓ Teste abrindo alguma imagem
 - ✓ Teste o compilador do plugin

S.Furule 30/7/2010 - 27

Conceitos básicos da qualidade

- ❑ Resolução Espacial
 - ✓ Define riqueza de detalhes da imagem
- ❑ Resolução de Profundidade
 - ✓ Define riqueza de meios-tons
 - ✓ Define cores
- ❑ Tamanho da Imagem
- ❑ Calibração
 - ✓ Tamanho do píxel, intensidade, tabela de cores
- ❑ Relação sinal/ruído

S.Furule 30/7/2010 - 28





Resumo: qualidade

- Resolução Espacial
 - ✓ Define riqueza de detalhes da imagem
- Resolução de Profundidade
 - ✓ Define riqueza de meios-tons
 - ✓ Define cores
- Tamanho da Imagem
- Calibração
 - ✓ Tamanho do pixel, intensidade, tabela de cores
- Relação sinal/ruído

S.Furule 30/7/2010 - 37

Como melhorar a imagem?

Como filtrar sinal?

Séries numéricas:
 $S1 = [0 \ 2 \ 4 \ 4 \ 2 \ 0 \ -2 \ 12 \ 45 \ 166 \ 50 \ 33 \ -2 \ 0 \ \dots]^T$
 Filtragem da média entre os vizinhos $[1 \ 1 \ 1]/3$:
 $S2 = [0 \ 3 \ 3 \ 3 \ 3 \ 0 \ 3 \ 18 \ \dots]^T$

$$\frac{-2.1 + 12.1 + 45.1}{3} = 18.3$$

$$g(i) = \sum_{k=-N_e}^{N_e} w_k f(i-k)$$

S.Furule 30/7/2010 - 38

Filtro adequado !

original Ruido salt pepper Filtro Média, $r=1$ Filtro Mediana, $R=1$

S.Furule 30/7/2010 - 39

Imagens: efeitos de filtro

- suavização
- melhoria de contraste
- atenuação do ruído
- ...

Original
238 x 253, 8 bits
58kB

Filtrado, média, $r=2$ Filtrado, média, 2 x ($r=2$)

S.Furule 30/7/2010 - 40

Exemplo no ImageJ

Vamos implementar um plugin simples no ImageJ que:

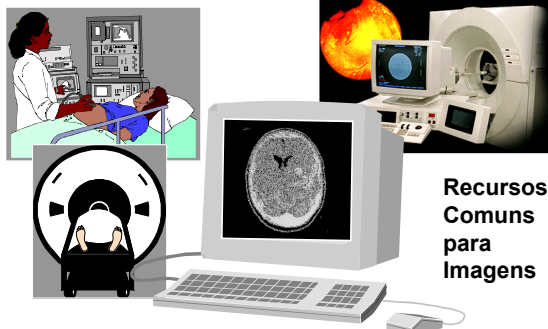
- ✓ Inverta as intensidades da imagem, ou seja, os tons mais claros ficarão escuros e vice-versa
- ✓ Por enquanto, trabalhar com imagem de 8bits (gray 8, 8G)

S.Furule 30/7/2010 - 41

SLIDES EXTRAS CASO HAJA TEMPO E INTERESSE

S.Furule 30/7/2010 - 42

PACS: O Sonho



Recursos Comuns para Imagens

S.Furule 30/7/2010 - 43

Formato de arquivos

- ❑ Proprietários
- ❑ Interfile
- ❑ ACR-NEMA 1 (1985)
 - ✓ American College of Radiography - National Electrical Manufacturer's Association
- ❑ ACR-NEMA 2 (1988)
- ❑ DICOM3 (1992, 1994)
 - ✓ Digital Imaging Communication in Medicine
 - ✓ formato p/ imagens
 - ✓ modelo de informação hierárquica multimodal
 - ✓ protocolo de comunicação e serviços
 - ✓ GE, Philips, Siemens, Adac, ...(RSNA'95)

S.Furule 30/7/2010 - 44

Tecnologia disponível

- ❑ Hardware
 - ✓ servidores
 - ✓ workstations
 - ✓ microcomputadores pessoais
 - ✓ terminais
- ❑ Sistemas operacionais
 - ✓ Unix, Linux, ...
 - ✓ MS Windows (NT, XP, ...)
 - ✓ MacOS
 - ✓ ...

S.Furule 30/7/2010 - 45

Tecnologia de software

	Prog. Visual	Custo/ licença	O.S	Fornec.
3dviewnix	N	-	Unix	UPenn
Khoros	S	250	Unix	Khoral Res.Inc
Data Explorer	S	8000	Unix	IBM
AVS	S	10.000	Unix, Windows	AVS Inc
Mathlab	N	7000	Unix, Windows	MathWorks Inc
IDL	S			

- ✓ Photoshop
- ✓ Paint Shop
- ✓ Corel Draw
- ✓ ImageJ (free, java, científico,)

S.Furule 30/7/2010 - 46



Integração do Sistema de Informações Hospitalares(HIS) com o Sistema de Transmissão, Distribuição e Arquivamento de Imagens Médicas(PACS)

Serviço de Informática - SINFO
Instituto do Coração de São Paulo(InCor)

S.Furule 30/7/2010 - 47



Panorama: O Hospital InCor

Equipamentos de Imagem	
Tomografia Computadorizada Multislice	2
Ressonância Magnética	2
Hemodinâmica	5
Ultrassom/Eco	16
PET	1
Angiografia	2
Medicina Nuclear	7

S.Furule 30/7/2010 - 48

