

Processamento digital de sinais e imagens

Prof. João Luiz Azevedo de Carvalho, Ph.D.



Aula de Introdução à Engenharia, Faculdade UnB-Gama, 22-23 de outubro de 2009

Formação Acadêmica

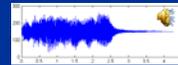
- 1997–2003 Universidade de Brasília
 - 2002 Engenheiro de Redes de Comunicação
 - 2003 Mestre em Engenharia Elétrica
- 2004–2008 University of Southern California
 - 2006 M.Sc. Engenharia Elétrica
 - 2008 Ph.D. Engenharia Elétrica

Processamento digital de sinais e imagens

- Tratar sinais e imagens digitais
- Usando:
 - Matemática
 - Programas de computador

Sinais

- Wikipedia: “a signal is any time-varying or spatially-varying quantity”
 - Um sinal é qualquer quantidade que varia no tempo ou no espaço
- Exemplos:
 - Áudio
 - Imagem
 - Vídeo



Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações

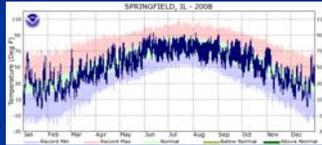
Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações



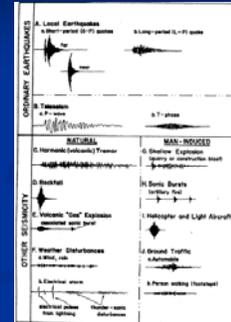
Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações



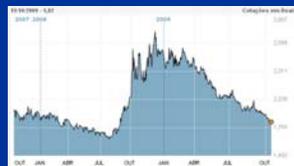
Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações



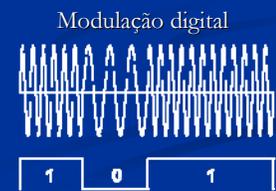
Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações



Sinais e aplicações

- Eletrocardiograma
- Temperatura
- Ondas sísmicas
- Cotação do dólar
- Telecomunicações

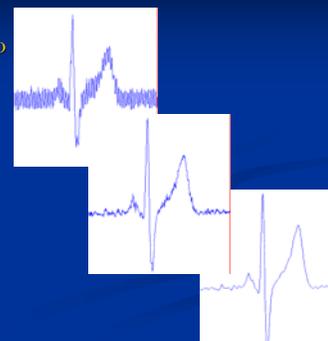


Processamento de sinais

- Redução de ruído
- Segmentação
- Compressão
- Análise

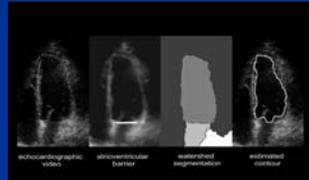
Processamento de sinais

- Redução de ruído
- Segmentação
- Compressão
- Análise



Processamento de sinais

- Redução de ruído
- Segmentação
- Compressão
- Análise



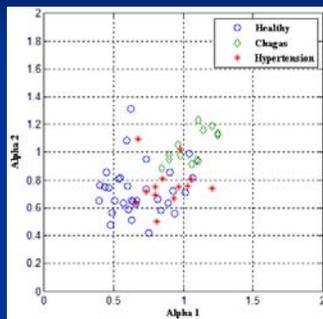
Processamento de sinais

- Redução de ruído
- Segmentação
- Compressão
- Análise



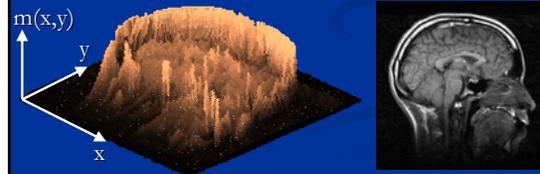
Processamento de sinais

- Redução de ruído
- Segmentação
- Compressão
- Análise



Dimensionalidade dos sinais

- Sinal unidimensional: $s(t)$
- Sinal bidimensional: $m(x,y)$



Imagens coloridas

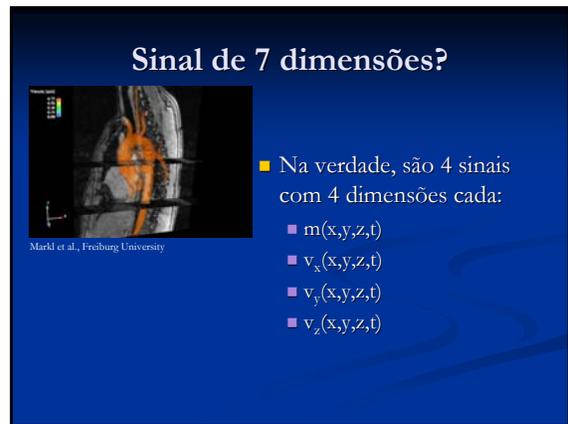
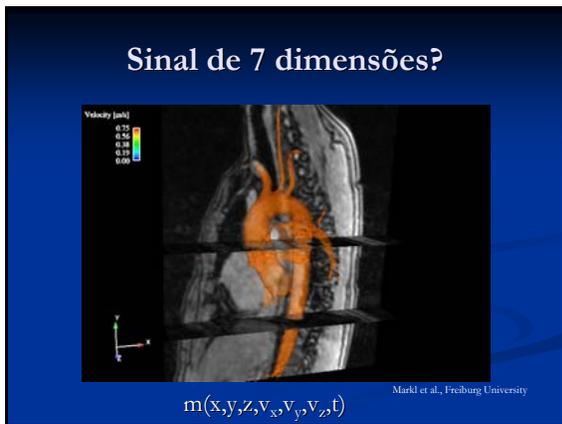
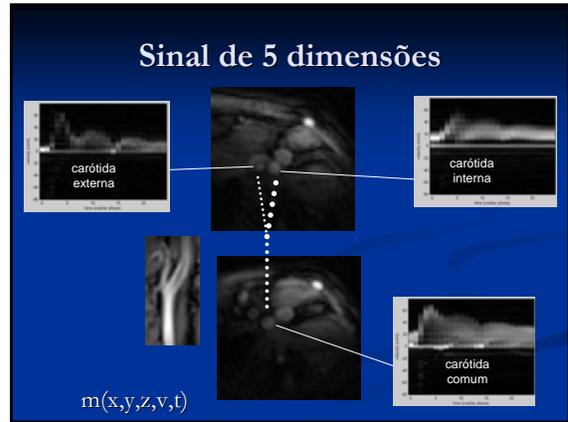
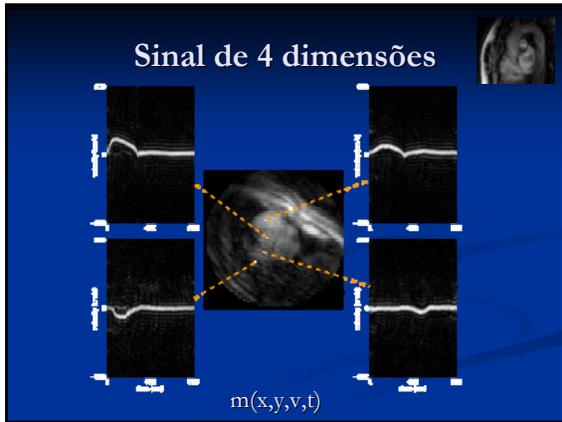
- Combinação de 3 funções bidimensionais: R, G, B



Dimensionalidade dos sinais

- Sinal unidimensional: $s(t)$
- Sinal bidimensional: $m(x,y)$
- Sinal tridimensional: $m(x,y,t)$





Sinal analógico vs. Sinal digital

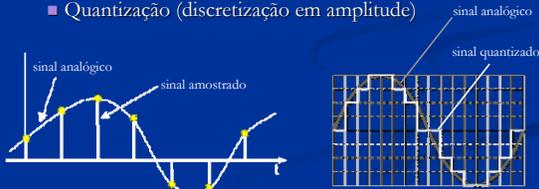
- Sinal analógico
 - Contínuo no tempo
 - $s(t)$ existe p/ qualquer valor de t (dentro do intervalo de medição)
 - Ex: $s(t)$ existe para $t = 5,2841264391\dots$ segundos
 - Contínuo em amplitude:
 - $s(t)$ pode assumir qualquer valor real (dentro de uma faixa dinâmica)
 - Ex: $s(t) = 1,26723479234321268923124\dots$
 - Exemplos:
 - EMG: sinal elétrico gerado pelo músculo
 - Onda mecânica gerada por um violão (som)
 - Áudio em uma fita cassete
 - Vídeo em uma fita VHS
 - Filme fotográfico

Sinal analógico vs. Sinal digital

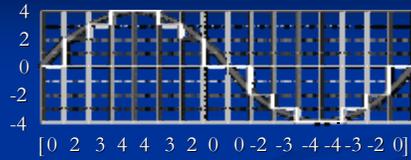
- Sinal digital
 - Discreto no tempo
 - $s(t)$ só existe p/ certos valores de t
 - Ex: $s(t)$ só existe para $t = 0$ ou $0,25$ ou $0,5$ ou $0,75$ ou 1 ou $1,25$ ou ...
 - Discreto em amplitude:
 - $s(t)$ só pode assumir determinados valores
 - Ex: $s(t)$ só pode assumir valores inteiros
 - Exemplos:
 - Imagem armazenada no computador (scanner, câmara digital)
 - Música em um CD ou em MP3
 - Vídeo digital (DVD, DivX, etc.)
 - Sinal biomédico digitalizado

Digitalização de sinais

- Conversão analógico-digital (conversor A/D)
- Duas etapas:
 - Amostragem (discretização no tempo)
 - Quantização (discretização em amplitude)



Digitalização / Binarização



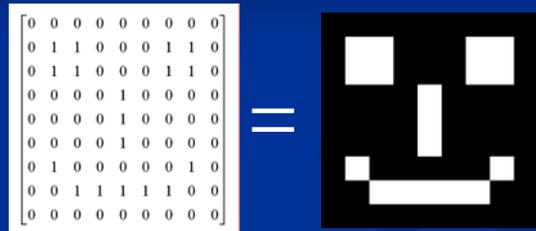
Binarizando:
[0000 0010 0011 0100 0100 0011 0010 0000 0000 1110 1101 1100 1100 1101 1110 0000]

O sinal é representado usando 64 bits (8 bytes).

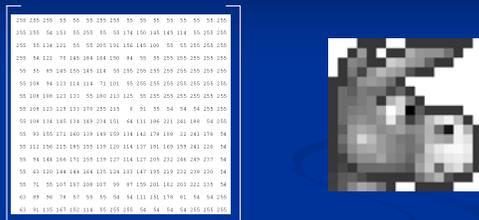
Porque digitalizar?

- Para armazenar no computador
- Para processar usando algoritmos computacionais
- Amostragem:
 - Transforma o sinal em números que podem ser tratados pelo computador
- Quantização:
 - Permite a binarização do número
 - Não existe “meio bit” *

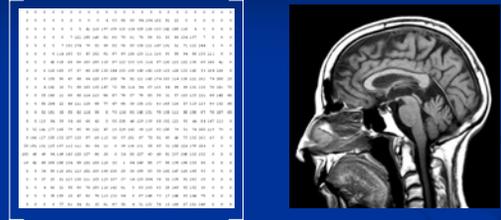
Imagens são matrizes



Imagens são matrizes



Imagens são matrizes



- Compressão de imagens: JPEG
- Usado em imagens na internet, câmeras digitais, etc.

Vídeos são matrizes

- Compressão de vídeo: MPEG, AVI
- Usado em DVDs, Blu-ray, HDTV, DivX, etc.

Sinais são matrizes (ou vetores)

- Redução de ruído
- Arritmias e isquemias
- Frequência cardíaca

Áudio são matrizes (ou vetores)

- Usados em CDs e MP3
- Compressão
- Equalização
- Analisador de espectro

Análise espectral

- Permite visualizar as componentes de frequência dos sinais
- Transformada de Fourier

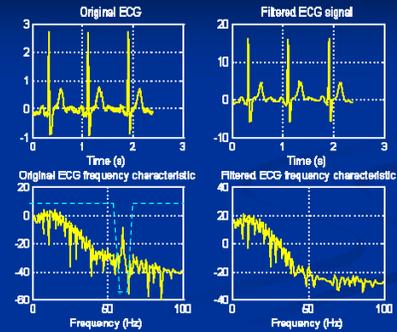
Análise espectral: exemplo

Análise espectral: exemplo

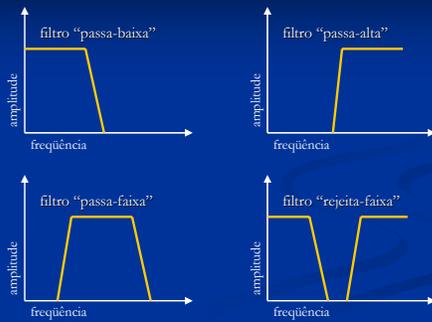
Análise espectral

- Na prática, qualquer sinal pode ser representado por uma soma de senóides
- A transformada de Fourier é uma das ferramentas mais importantes na engenharia

Análise espectral e filtros



Tipos de filtros



Filtros Digitais vs. Filtros Analógicos

- Filtros analógicos
 - Construídos com resistores, capacitores, indutores e amplificadores operacionais
 - Implementados fisicamente, em hardware
- Filtros digitais
 - Implementados como programas de computador
 - Programa simples, baixa carga computacional
 - Usa-se o hardware já disponível (processador, memória)
 - Placa de captura: conversor A/D
 - Parâmetros do filtro podem ser facilmente alterados, mesmo durante o uso → filtros adaptativos

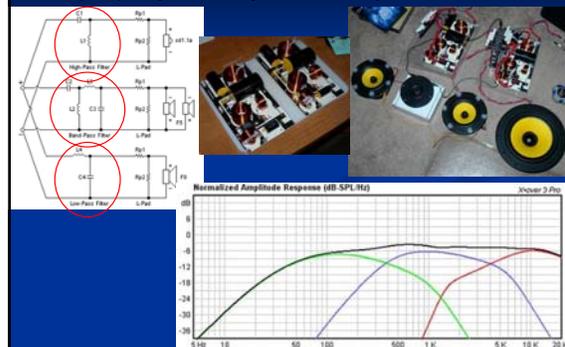
Filtros em som automotivo

- Crossover: separa o som em diferentes faixas de frequência:
 - Woofer: sons graves (baixas frequências)
 - Midrange: sons médios (médias frequências)
 - Tweeter: sons agudos (altas frequências)



Construa um crossover

- <http://diyaudioprojects.com/Speakers/Hi-Vi-3-Way-Tower/index2.htm>



Filtros de imagens



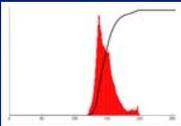
passa-baixa: borra imagem

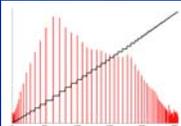


passa-alta: detalhes da imagem



Equalização de histograma

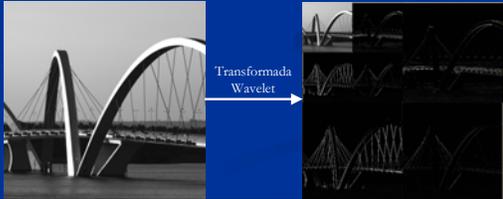


Compressão de dados

- Explora redundâncias no sinal para reduzir o n^2 de bits a ser armazenado/transmitido
- Compressão sem perdas
 - Informação reconstruída é idêntica à original
 - Ex: ZIP, RAR
- Compressão com perdas
 - Admite-se um pouco de distorção na informação
 - Atinge taxas mais altas de compressão
 - Ex: JPEG, MP3, DivX

Compressão com perdas

- Compressão por transformadas
 - MP3: Transformada de Fourier
 - JPEG, MPEG: Transformada do Cosseno Discreto
 - JPEG2000: Transformada Wavelet



Compressão de imagens

original comprimida (JPEG)

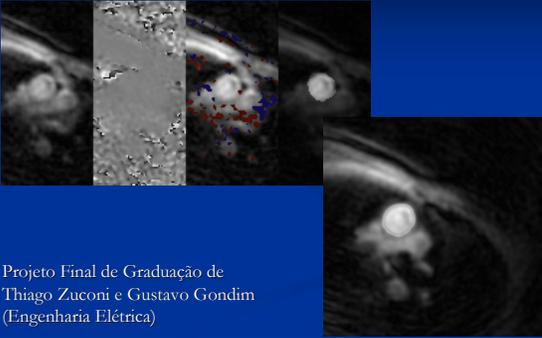



ZIP: 906 kB

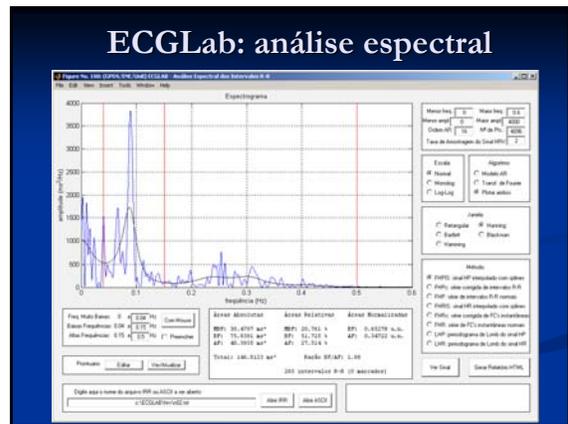
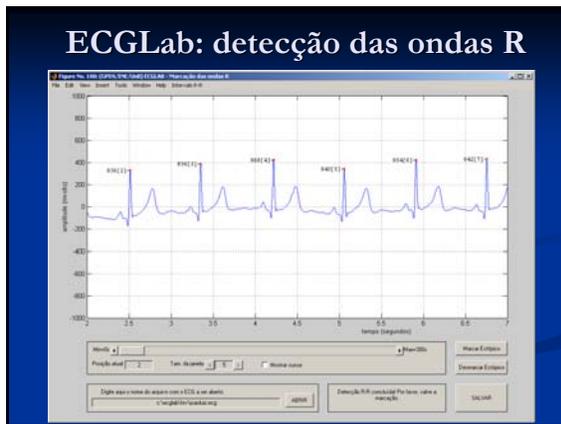
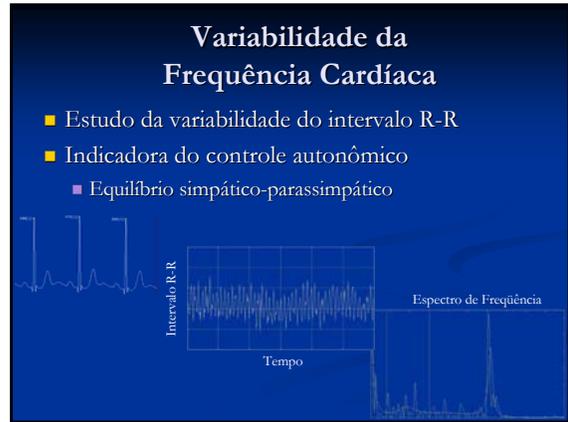
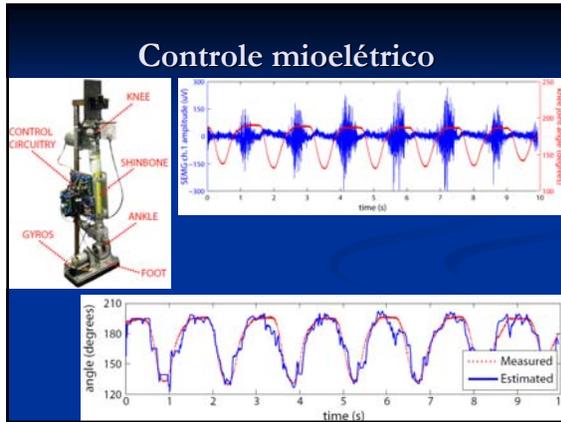
1024 kB 28,4 kB



Segmentação de imagens



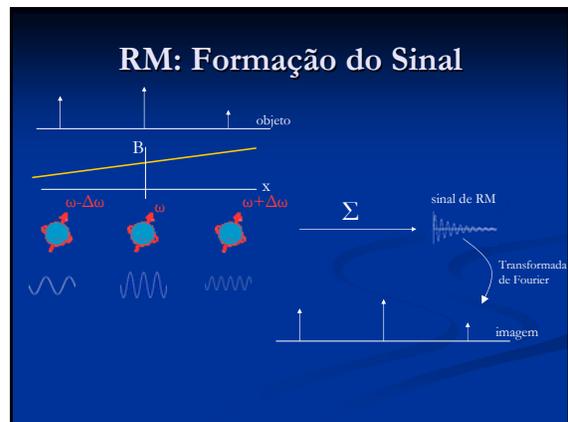
Projeto Final de Graduação de
Thiago Zuconi e Gustavo Gondim
(Engenharia Elétrica)



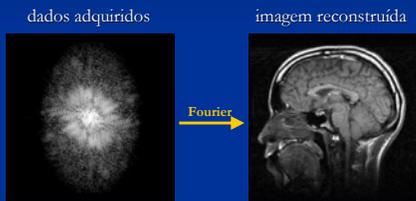
Ressonância Magnética (RM)

- Mede a distribuição espacial dos núcleos ^1H
- Excelente para: cérebro, músculos, sangue, coração, gordura, etc.
- Frequência de Larmor (50–150 MHz)
- Gradientes: $\omega(x) = \gamma B(x)$
- Informação espacial codificada na frequência

The figure includes a grayscale MRI scan of a brain cross-section and a diagram of a proton spin with a red arrow indicating its orientation.



Transformada de Fourier em RM



Processamento de Sinais: o que você precisa saber?

- Álgebra Linear
- Cálculo
- Transformações lineares
- Equações diferenciais
- Séries
- Variáveis complexas
- Teoria de Probabilidade
- Transformada de Laplace
- Transformada de Fourier
- Programação

Processamento de Sinais na FGA

- Disciplinas do curso de Eng. Eletrônica:
(alunos de outros cursos também podem fazer)
 - Princípios de Comunicação (6^o sem.)
 - Processamento de Sinais (7^o sem.)
 - Imagens Médicas (8^o sem.)
 - Comunicações Digitais (8^o sem.)
 - Processamento Digital de Imagens (10^o sem.)

Obrigado!

(veja vocês em IAL)

Prof. João Luiz Azevedo de Carvalho, Ph.D.

joaoluiz@gmail.com

<http://biron.usc.edu/~jcarvalh/>