

## Disciplina PSI 3472 – Prof. Emilio - 2018 (e Hae, e Márcio)

Prof. Dr. Emilio Del Moral Hernandez

Contato: [emilio.delmoral@usp.br](mailto:emilio.delmoral@usp.br) / [emilio@lsi.usp.br](mailto:emilio@lsi.usp.br)  
Site do Grupo de Pesquisa: [www.lsi.usp.br/ICONE](http://www.lsi.usp.br/ICONE)



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

## Já no STOA PSI 3472 –

Metas principais das 4 aulas de PSI3472 em Sistemas Eletrônicos Inteligentes para Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos

Em 4 aulas de PSI3472 que seguem as 4 aulas de sistemas multissensores e fusão de informações, nós abordaremos um novo tema importante em sistemas eletrônicos inteligentes e em inteligência computacional: sinais de tempo sonoros e biológicos e a sua conexão com técnicas inteligentes. Nossas metas / objetivos e atividades em sala nas 4 aulas são as seguintes:

A - A identificação de problemas de reconhecimento de padrões de estimação de grandezas analógicas (regressão multivariada) que operem sobre sinais de tempo sonoros ou biológicos e a caracterização de sua viabilidade em termos:

- 1- da disponibilidade pública de dados para treino e teste de aprendizado supervisionado (tanto entrada quanto saída de dados devem estar tabulados e em grande volume para treino e teste do sistema de reconhecimento ou fusão); os grupos apresentarão à sala em um slide (em PDF ou na lousa) o link desses dados públicos, o resumo de volume e formato de dados que lhe interessam e que estão ali disponíveis
- 2- da utilidade da solução desse problema escolhido como protótipo de um potencial equipamento que poderia se tornar algo comercial rapidamente (um protótipo poderia ser gerado em 6 meses por exemplo); apresentem à sala em um slide (em PDF ou na lousa)
- 3- da possibilidade de ensaio e de caracterização numérica de qualidade dentro das 3 aulas / 2 aulas seguintes, nos aspectos de processamento e de computações

B - O entendimento de processamentos sobre sinais de tempo (por exemplo, análise de frequência e análise de tempo/frequência) que produzem um vetor de medidas compacto e adequado para um segundo estágio, de inteligência / fusão, que realize sobre essas medidas o reconhecimento ou a fusão de informações. Em sala discutiremos conjuntamente / coletivamente algumas técnicas de processamento de sinais de tempo para aplicações em geral e em seguida os alunos / grupos identificarão projetos de referência e literatura de apoio específicos para seu problema.

C - O ensaio (nos aspectos de processamento e de computações) e caracterização numérica de qualidade, com a geração de + 2 slides (em PDF) à classe mostrando essas caracterização numéricas e resultados obtidos, entregues via STOA + entrega no STOA de relatório simples comentando /

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

5

WaveletTutorial.pdf PSI3472-2018: Metas p

https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=2429084

Em 4 aulas de PSI3472 que seguem as 4 aulas de sistemas multissensores e fusão de informações, nós abordaremos um novo tema importante em sistemas eletrônicos inteligentes e em inteligência computacional: sinais de tempo sonoros e biológicos e a sua conexão com técnicas inteligentes. Nossas metas / objetivos e atividades em sala nas 4 aulas são as seguintes:

A - A identificação de problemas de reconhecimento de padrões de estimação de grandezas analógicas (regressão multivariada) que operem sobre sinais de tempo sonoros ou biológicos e a caracterização de sua viabilidade em termos:

- 1- da disponibilidade pública de dados para treino e teste de aprendizagem supervisionada (tanto entrada quanto saída de dados devem estar tabulados e em grande volume para treino e teste do sistema de reconhecimento ou fusão); os grupos apresentarão à sala em um slide (em PDF ou na lousa) o link desses dados públicos, o resumo de volume e formato de dados que lhe interessam e que estão ali disponíveis
- 2- da utilidade da solução desse problema escolhido como protótipo de um potencial equipamento que poderia se tornar algo comercial rapidamente (um protótipo poderia ser gerado em 6 meses por exemplo); apresentem à sala em um slide (em PDF ou na lousa)
- 3- da possibilidade de ensaio e de caracterização numérica de qualidade dentro das 3 aulas / 2 aulas seguintes, nos aspectos de processamento e de computações

B - O entendimento de processamentos sobre sinais de tempo (por exemplo, análise de frequência e análise de tempo/frequência) que produzem um vetor de medidas compacto e adequado para um segundo estágio, de inteligência / fusão, que realize sobre essas medidas o reconhecimento ou a fusão de informações. Em sala discutiremos conjuntamente / coletivamente algumas técnicas de processamento de sinais de tempo para aplicações em geral e em seguida os alunos / grupos identificarão projetos de referência e literatura de apoio específicos para seu problema.

C - O ensaio (nos aspectos de processamento e de computações) e caracterização numérica de qualidade, com a geração de + 2 slides (em PDF) à classe mostrando essas caracterização numéricas e resultados obtidos, entregues via STOA + entrega no STOA de relatório simples comentando / estendendo com detalhes esses 4 slides gerados nas atividades práticas, anexando os códigos / scripts desenvolvidos para os ensaios, processamentos e caracterizações realizadas, e registrando desafios específicos enfrentados.

D - Extras possíveis, para os grupos que conseguirem avançar rapidamente nos tópicos anteriores ... a) explorar a possibilidade de seleção de características / medidas - por PCA, algoritmos genéticos ou outra técnica - b) relação entre os conceitos de redes neurais convolucionais vistas para imagens e a análise tempo frequência / wavelet ... outros extras que indicarei / indicaremos ao longo das aulas.

Última atualização: segunda, 8 out 2018, 07:01

Apps: iOS Android Windows e-Disciplinas - Ambiente de apoio às disciplinas da USP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

6

Curso: PSI3472 - Conce x

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=64146

4 aulas em um novo tópico com o Prof. Emilio DMH: Sistemas Inteligentes em Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos

- Metas principais das 4 aulas de PSI3472 em Sistemas Eletrônicos Inteligentes para Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos
- Para inspirações Iniciais - 8 exemplos de projetos em PSI-2672 (5o ano) em Sinais Sonoros ou Biomedicos
- Slides usados na aula de 08 de outubro - Prof Emilio DMH
- Link Wikipedia para Analise Wavelet
- Parte de Slides em Wavelets da disciplina de pósgraduação PSI5880 - Profs Convidados da Rede\_AIASYB2-2010
- Um interessante TCC EPUSP-PSI antigo que "chegou via intuição" aos elementos básicos de análise tempo-frequencia - Reconhecedor de comandos de Voz
- Slides usados na aula de 09 de outubro - Prof Emilio DMH
- De Teses USP - Baixar a tese de doutorado de Liselene Borges - Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água.
- Apresentação em PSI5880: pHmetro através de Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos. Alunos: Alexandre Kimiyaki Ligo, César Augusto Mayor Herrera, Massaki de Oliveira Igarashi e Tiago Oliveira Weber
- Links com possíveis bases de dados para BCI - Brain Computer Interfaces - e sinais cerebrais

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

## Temas para hoje ...

- Onda mãe (um pouco mais a respeito)
- Sistema auditivo, Sistema fonador, Mel Freq Cepstrum
- Disciplina PSI3501
  - (post de Jupiter e Janus – e diversas disciplinas)
- All Features em tese de Liselene / Prof Miguel
  - (post de trabalho de Liselene)
- Explicitando dilemas de seleção de Características
- Alguns possíveis guias de seleção de características
- Dilemas arquitetura da RNAs ; Dilema de técnicas de extração de características ; Combinatória completa x combinatória parcial
  - (post de trabalho de Massaki e colegas em Genéticos)
- Disciplinas eletivas de 5º ano e “eletivas de pós” – PSI3501, PSI3571, PSI5880, PSI5886 etc
- Nosso Calendário PSI3472-2018

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

7

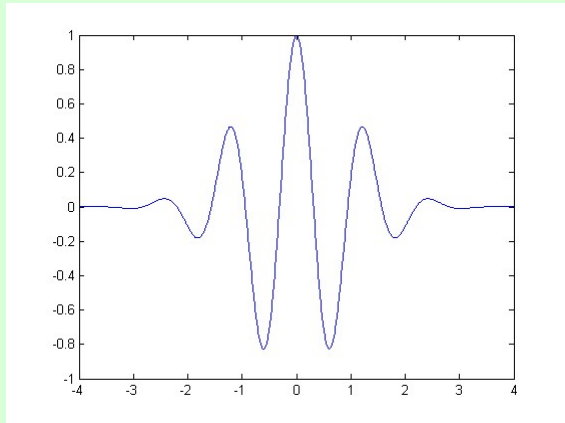
9

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

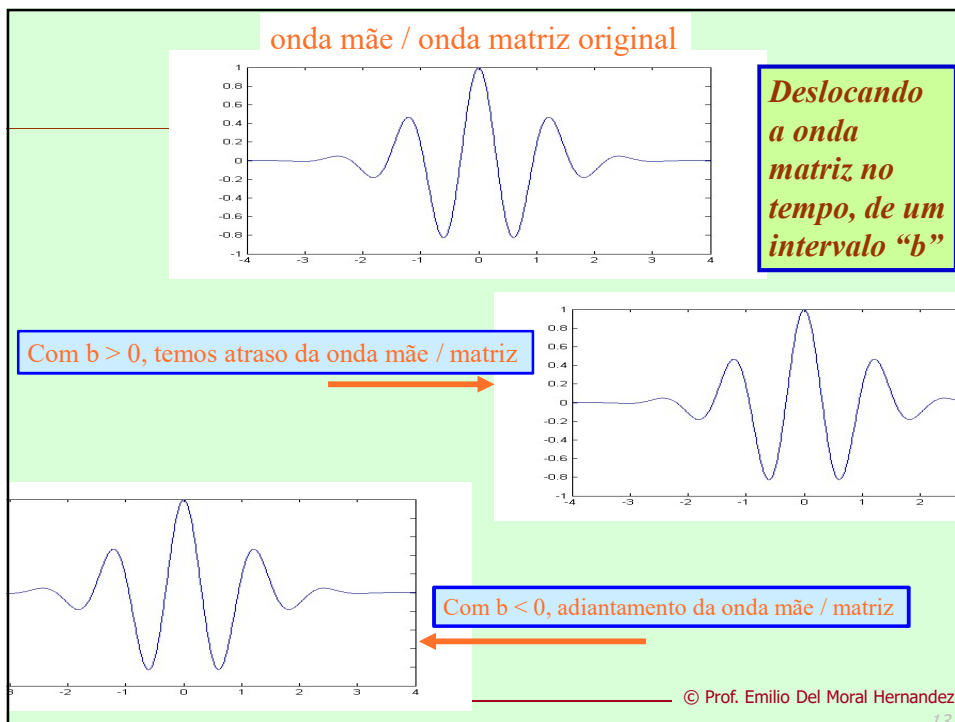
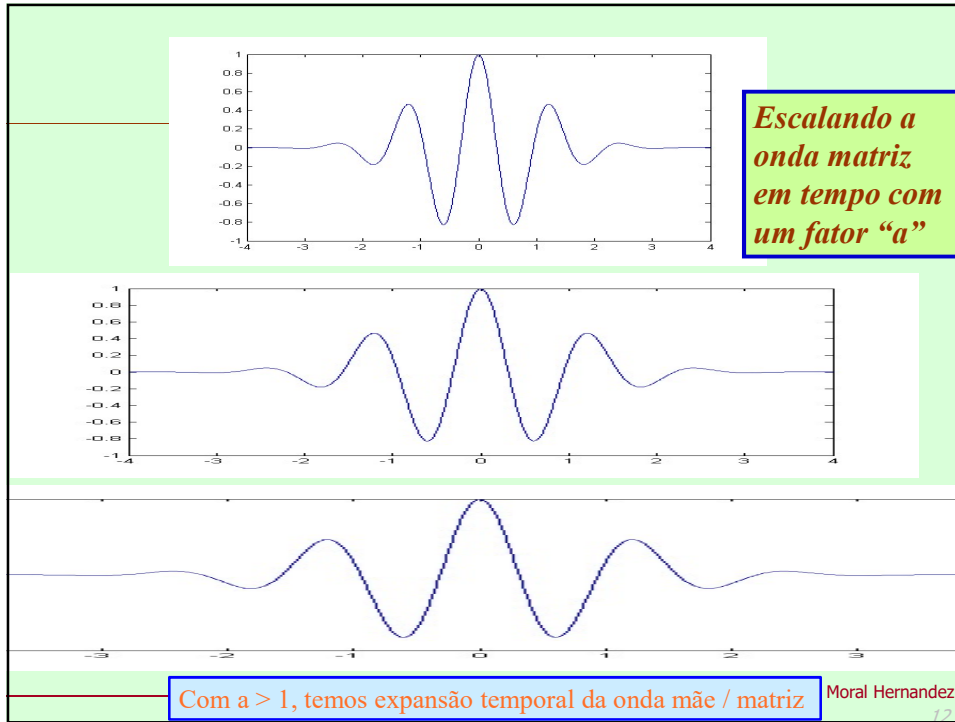
9

*Wavelets*

O conceito de wavelets / ondículas / “ondinhas” / ondas localizadas



*Uma onda matriz típica*



## A análise

14

coeficientes wavelet

deslocamento

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi^* \left( \frac{t - b}{a} \right) dt.$$

sinal de tempo sob análise

onda mãe sem escalamento ou atraso

escalamento

+ detalhes em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wavelet>

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

14

## A síntese a partir dos coeficientes wavelet

15

coeficientes wavelet

$$f(t) = \frac{1}{C} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{|a|^2} W(a, b) \psi_{a,b}(t) da db,$$

sinal de tempo sintetizado

onda mãe deslocada de "b" e escalada de "a"

+ detalhes em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wavelet>

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

15

## A análise em wavelets e a síntese

16

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \frac{1}{\sqrt{|a|}} \psi^* \left( \frac{t - b}{a} \right) dt.$$

$$f(t) = \frac{1}{C} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{|a|^2} W(a, b) \psi_{a,b}(t) da db,$$

+ detalhes em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wavelet>

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

16

## Algumas ondas mãe / ondas de matriz

18

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://pt.wikipedia.org/wiki/Wavelet>. The page title is "Wavelets discretas" and it lists various wavelet types under three categories: "Coiffets", "Wavelets contínuas", and "Reais".

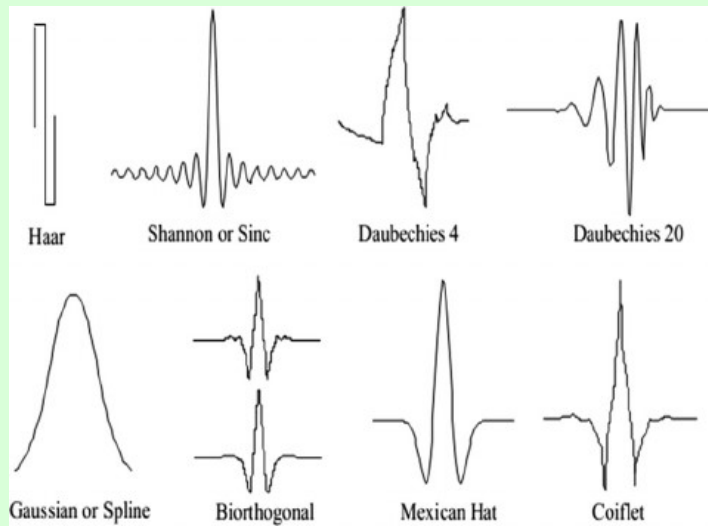
- Coiffets**
  - Cohen-Daubechies-Feauveau wavelet
  - Daubechies wavelet
  - Haar wavelet
  - Mathieu wavelet
  - Legendre wavelet
  - Villaseñor wavelet
  - Symlets
- Wavelets contínuas**
  - Beta wavelet
  - Hermittian wavelet
  - Hermittian hat wavelet
  - Mexican hat wavelet
  - Meyer wavelet
  - Shannon wavelet
  - Gaussian wavelet
  - Cos-gaussian wavelet
  - Gabor wavelet
- Complexas**
  - Complex Mexican hat wavelet
  - Morlet wavelet
  - Shannon wavelet

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

18

## Algumas ondas mãe / ondas de matriz

19



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

19

## Algumas ondas mãe / ondas de matriz

20

Wavelet - Wikipédia, a ...

https://pt.wikipedia.org/wiki/Wavelet#Morlet\_wavelet

**Lista** [editar | editar código-fonte]

Abaixo encontram-se uma lista de wavelets.<sup>[citar fontes]</sup>

**Gaussian wavelet** [editar | editar código-fonte]

Também chamada de derivative-gaussian wavelet, é muito utilizada, devido à sua elevada regularidade, pois as derivadas de  $\Psi(u)$  até a ordem  $n-1$  são nulas.

$$\psi(t) = \frac{d^n}{dt^n} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

**Cos-gaussian wavelet** [editar | editar código-fonte]

Também chamada de cosine-gaussian wavelet, é a parte real da Morlet wavelet.

$$\psi(t) = \cos(\omega_0 t) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

**Haar wavelet** [editar | editar código-fonte]

Ver artigo principal: Transformada de Haar

Introduzida por Haar em 1910, não encontrou muita aplicação na prática por apresentar baixa regularidade.

$$\psi(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 < t < \frac{1}{2} \\ -1 & \frac{1}{2} < t < 1 \\ 0 & t > 1 \end{cases}$$

**Mexican hat wavelet** [editar | editar código-fonte]

Introduzida por Dennis Gabor, é a gaussiana com  $n = 2$ .

$$\psi(t) = (1 - t^2) \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

**Gabor wavelet** [editar | editar código-fonte]

Derivada da transformada de Fourier de curto termo e empregada por Morlet e Grossmann na análise de padrões sonoros.

$$\psi(t) = e^{i\omega_0 t} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

onde  $i$  é a unidade imaginária. A rigor, não atende ao critério (1a), mas se aproxima o suficiente para valores adequadamente grandes de  $\omega_0$ .

**Morlet wavelet** [editar | editar código-fonte]

Derivada da Gabor wavelet, é dada por

$$\psi(t) = e^{i\omega_0 t} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

Haar wavelet

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

20



# Algumas ondas mãe / ondas de matriz

21

The screenshot shows a Google search for 'wavelets'. The search results include several thumbnails of wavelet plots. The thumbnails are organized into groups: 'daubechies' (db2 to db10), 'morlet', 'seismic', 'biorthogonal wavelets', 'gaussian wavelet', 'complex gaussian', 'matlab', and 'morlet wavelet'. Below the thumbnails, there are links to 'Introduction to Wavelet Families - MATLAB & Simulink' and 'Wavelets: A New Tool for Signal Analysis (Wavelet T...'. The search bar contains the text 'wavelets'. The page is credited to '© Prof. Emilio Del Moral Hernandez'.

# O que é preciso na onda mãe?

22

The screenshot shows a Wikipedia article titled 'Características' (Characteristics) for wavelets. The article lists two conditions for a mother wavelet  $\psi(t)$  to be considered a wavelet:

1. A área total sob a curva da função é 0, ou seja  $\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0$  (1a)
2. A energia da função é finita, ou seja  $\int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt < L$   $L \in \mathbb{N}$  (1b)

Estas condições são equivalentes a dizer que  $\psi(t)$  é quadrado integrável ou que pertence ao conjunto  $L^2(\mathbb{R})$  das funções quadrado integráveis. As propriedades acima sugerem que  $\psi(t)$  tende a oscilar acima e abaixo do eixo  $t$ , e que tem sua energia localizada em uma certa região, já que ela é finita (condição de regularidade).

Essa característica de energia concentrada em uma região finita é que diferencia a análise usando wavelets da análise de Fourier, já que esta última usa as funções de seno e cosseno que são periódicas e infinitas. Uma outra forma de expressar a característica de regularidade é dizer que a transformação de wavelet é um operador local no domínio do tempo.

Para ser utilizada na análise de sinais uma função wavelet precisa também de outra característica que chamamos de condição de admissibilidade, e que permite a existência da "transformada inversa de wavelet". Esta característica será discutida mais abaixo.

Alguns exemplos de funções que atendem estas características são a função wavelet de Morlet (ver figura ao lado):

$$\psi(t) = e^{-it} \cos\left(\pi t \sqrt{\frac{2}{\ln 2}}\right) \approx e^{-t^2} \cos(2,885\pi t) \quad (2a)$$

The article includes two plots of wavelet functions. The first plot shows a Mexican hat wavelet, which is a bell-shaped curve centered at zero. The second plot shows a Morlet wavelet, which is a sinusoidal wave with a Gaussian envelope centered at zero. The article is credited to '© Prof. Emilio Del Moral Hernandez'.

## O que é preciso na onda mãe?

23

Link Wikipedia para Wavelets.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 25-Slides usados n... Link Wikipedia par... x Fazer logon

### Transformada inversa de wavelet

Como usamos *wavelets* para transformar uma função, precisamos também da transformada inversa, de forma a recompor o sinal no domínio do tempo a partir da sua decomposição. Se chamarmos de  $\Psi(\omega)$  a transformada de Fourier da função  $\psi(t)$ :

$$\Psi(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) e^{-i\omega t} dt = \sqrt{a} \cdot \Psi(a\omega) \cdot e^{-i\omega t} \quad \omega = \frac{2\pi}{a} \quad (4a)$$

e se  $W(a, b)$  for a transformada de *wavelet* da função  $f(t)$  usando a *wavelet*  $\psi(t)$ , então temos que a transformada inversa é dada por:

$$f(t) = \frac{1}{C} \iint_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{|a|^2} W(a, b) \psi_{a,b}(t) da db, \quad (4b)$$

onde  $C = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\Psi(\omega)|^2}{|\omega|} d\omega. \quad (4c)$

Este parâmetro  $C$  necessita ser finito e positivo, o que nos leva a uma nova restrição. Esta restrição sobre o valor de  $C$  é a *condição de admissibilidade* citada anteriormente.<sup>[nota 3]</sup>

### Transformada de wavelet discreta

É derivada da transformada contínua fazendo-se  $a$  e  $b$  variáveis discretas, em lugar de contínuas, através de uma amostragem. O usual é tomar

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

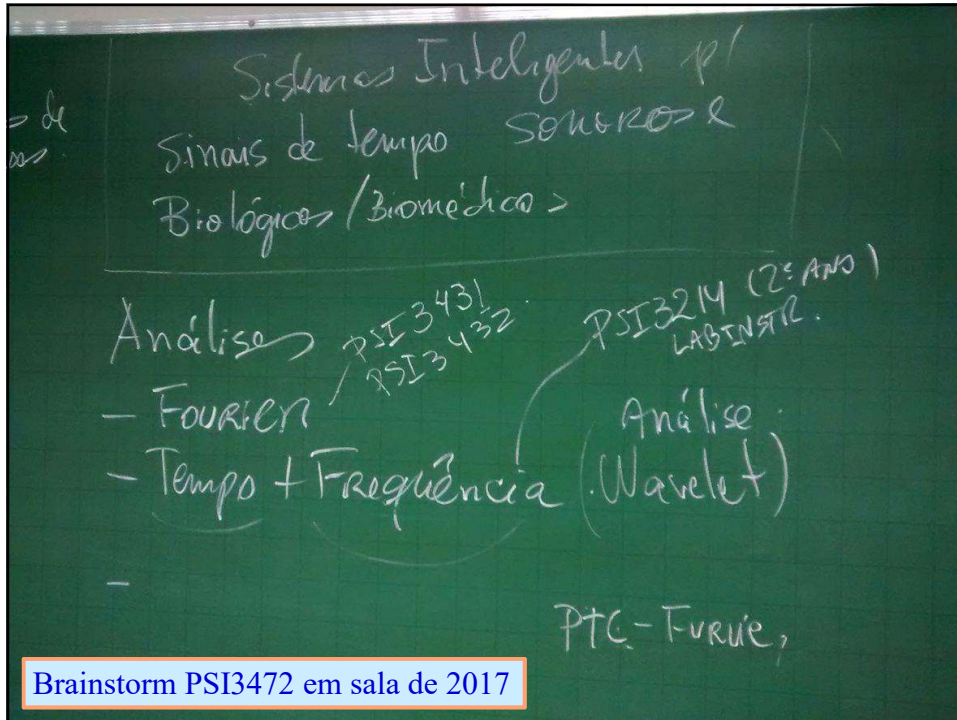
23

## PSI3472 – Análise de sinais de tempo

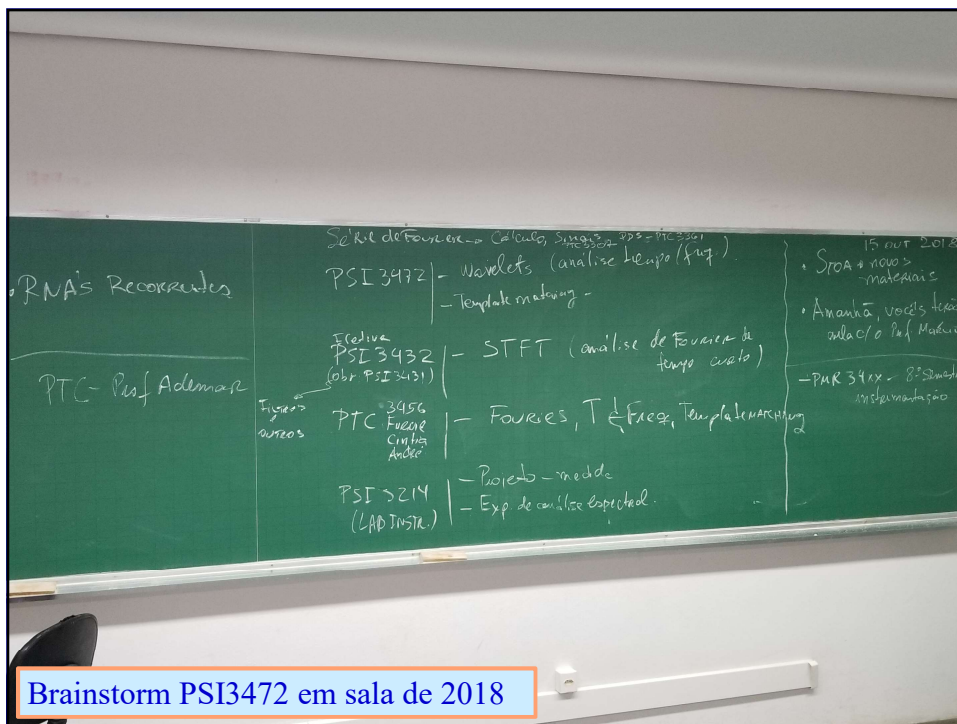
24

*Recordemos alguns aspectos já abordados neste curso e em cursos correlatos ...*

24



Brainstorm PSI3472 em sala de 2017



Brainstorm PSI3472 em sala de 2018

***Espectrograma –  
Conceito importante no cenário  
de análise tempo-frequência***

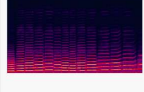

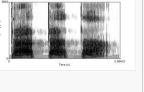
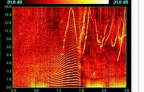
The screenshot shows the Wikipedia article for 'Spectrogram'. The browser address bar displays 'https://en.wikipedia.org/wiki/Spectrogram'. The page content includes a definition: 'A **spectrogram** is a visual representation of the spectrum of frequencies of sound or other signal as they vary with time. Spectrograms are sometimes called **sonographs**, **voiceprints**, or **voicegrams**. When the data is represented in a 3D plot they may be called **waterfalls**.' It also features a small image of a spectrogram with a caption: 'Typical spectrogram of the spoken words "nineteenth century". Frequencies are shown increasing up the vertical axis, and time on the horizontal axis. The lower frequencies are more dense because it is a male voice. The legend to the right shows that the color intensity increases with the density.'

29

**Format** [ edit ]

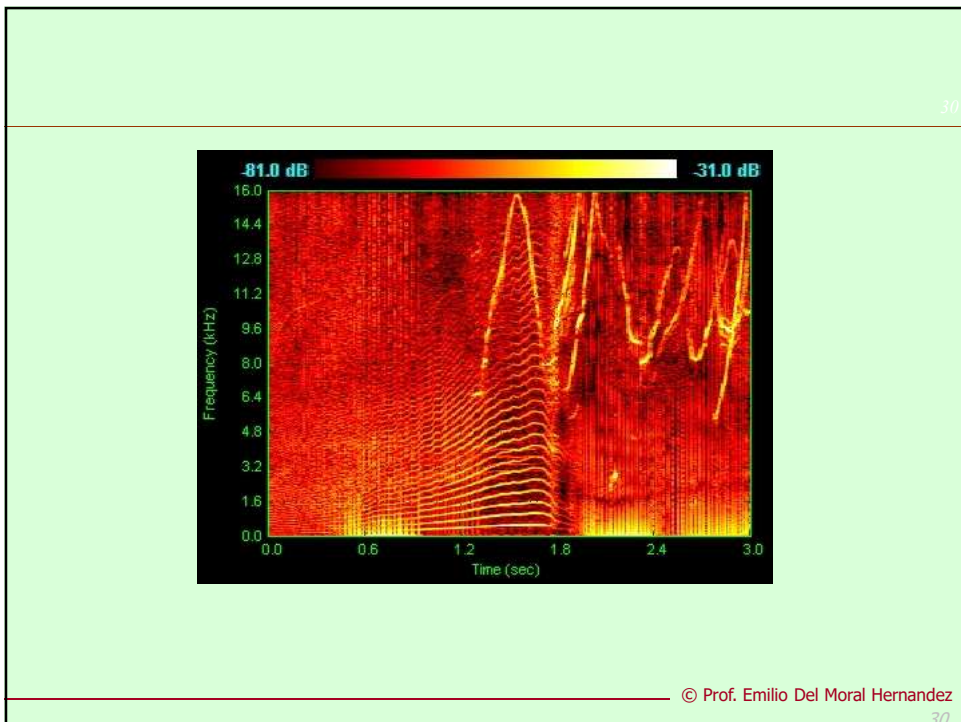
A common format is a graph with two geometric dimensions: one axis represents time or RPM,<sup>[*not in citation given*]</sup> the other axis is frequency; a third dimension indicating the amplitude of a particular frequency at a particular time is represented by the intensity or color of each point in the image.

There are many variations of format: sometimes the vertical and horizontal axes are switched, so time runs up and down; sometimes the amplitude is represented as the height of a 3D surface instead of color or intensity. The frequency and amplitude axes can be either **linear** or **logarithmic**, depending on what the graph is being used for. Audio would usually be represented with a logarithmic amplitude axis (probably in **decibels**, or **dB**), and frequency would be linear to emphasize harmonic relationships, or logarithmic to emphasize musical, tonal relationships.

			
Spectrogram of this recording of a violin playing. Note the harmonics occurring at whole-number multiples of the fundamental frequency.	3D surface spectrogram of a part from a music piece.	Spectrogram of a male voice saying 'ta ta ta'.	Spectrogram of dolphin vocalizations; chirps, clicks and harmonizing are visible as inverted Vs, vertical lines and horizontal striations respectively.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

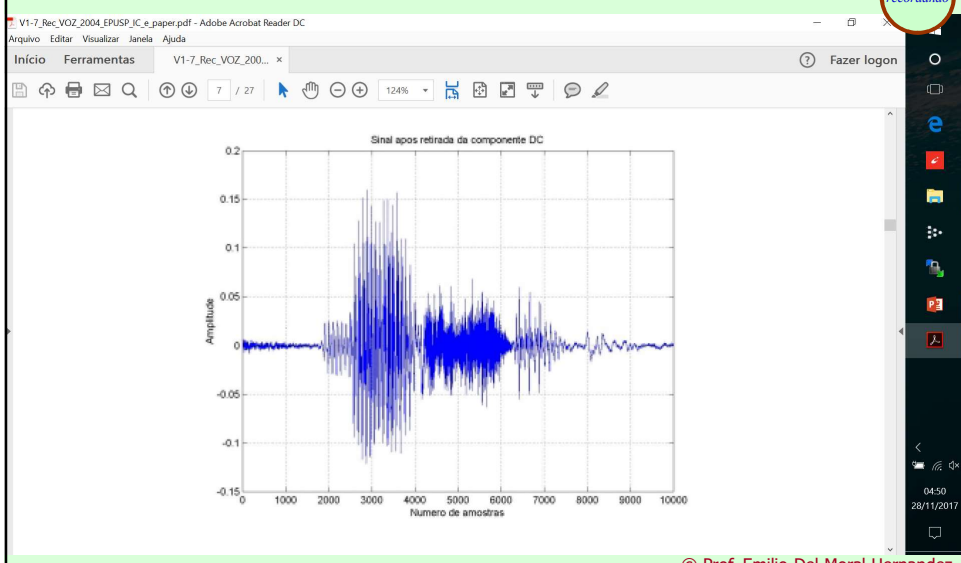
30



*Sistema auditivo,  
Sistema fonador,  
Mel Freq Cepstrum*

### TCC em Reconhecimento de comandos de voz (Daniel e Gabriel) – sobe, desce, esquerda, direita

recordando



## Medida de qualidade do reconhecedor de comandos de voz ensaiado ...

recordando

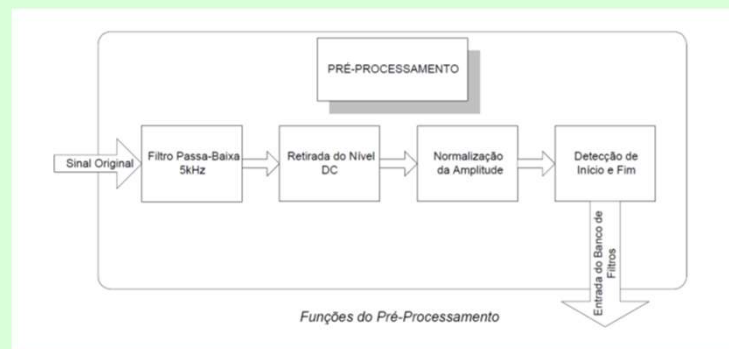
amostra \ resultado	SOBE	DESCE	ESQUERDA	DIREITA
SOBE	85%	0%	15%	0%
DESCE	0%	100%	0%	0%
ESQUERDA	0%	0%	80%	20%
DIREITA	0%	0%	10%	90%

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

24

## Exemplo de pré-processamentos num reconhecedor de comandos de voz - TCC de Daniel e Gabriel

recordando

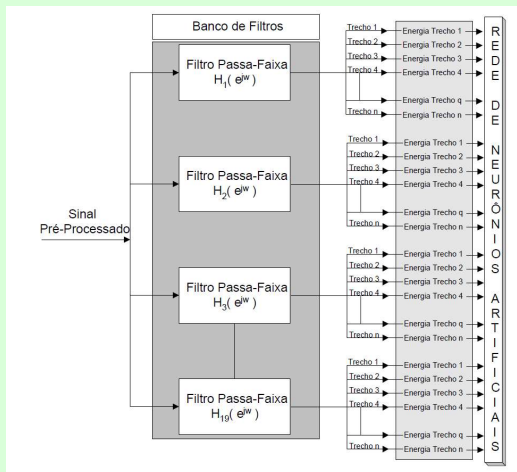


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

25

## TCC em Reconhecimento de comandos de voz (Daniel e Gabriel) – sobe, desce, esquerda, direita

recordando



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

76

## TCC em Reconhecimento de comandos de voz (Daniel e Gabriel) – sobe, desce, esquerda, direita

recordando

V1-7\_Rec\_VOZ\_2004.EPUSP\_IC\_e\_paper.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas V1-7\_Rec\_VOZ\_200... x

Fazer login



Tabela 1

Frequências centrais e bandas de passagem do banco de filtros	
	q
Filtro 1	$f_{c1} = 50 \text{ Hz}$
	100
Filtro 2	$f_{c2} = 150 \text{ Hz}$
	200
Filtro 3	$f_{c3} = 350 \text{ Hz}$
	300
Filtro 4	$f_{c4} = 350 \text{ Hz}$
	600
Filtro 5	$f_{c5} = 450 \text{ Hz}$
	370
Filtro 6	$f_{c6} = 570 \text{ Hz}$
	600
Filtro 7	$f_{c7} = 700 \text{ Hz}$
	770
Filtro 8	$f_{c8} = 840 \text{ Hz}$
	920
Filtro 9	$f_{c9} = 1000 \text{ Hz}$
	1080
Filtro 10	$f_{c10} = 1170 \text{ Hz}$
	1270
Filtro 11	$f_{c11} = 1370 \text{ Hz}$
	1480
Filtro 12	$f_{c12} = 1600 \text{ Hz}$
	1720
Filtro 13	$f_{c13} = 1850 \text{ Hz}$
	2000
Filtro 14	$f_{c14} = 2150 \text{ Hz}$
	2320
Filtro 15	$f_{c15} = 2500 \text{ Hz}$
	2700
Filtro 16	$f_{c16} = 2900 \text{ Hz}$
	3150
Filtro 17	$f_{c17} = 3400 \text{ Hz}$
	3700
Filtro 18	$f_{c18} = 4000 \text{ Hz}$
	4400
Filtro 19	$f_{c19} = 4800 \text{ Hz}$
	5300

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

77



## TCC em Reconhecimento de comandos de voz (Daniel e Gabriel) – sobe, desce, esquerda, direita

recordando

at Reader DC

00... x



Tabela 1

Frequências centrais e bandas de passagem do banco de filtros	
	0
Filtro 1	$f_{c1} = 50 \text{ Hz}$
	100
Filtro 2	$f_{c2} = 150 \text{ Hz}$
	200
Filtro 3	$f_{c3} = 250 \text{ Hz}$
	300
Filtro 4	$f_{c4} = 350 \text{ Hz}$
	400
Filtro 5	$f_{c5} = 450 \text{ Hz}$
	510
Filtro 6	$f_{c6} = 570 \text{ Hz}$

(676) Laboratorio de S... Sistemas USP Tarefa coclea - Pesquisa

<https://www.google.com.br/search?q=coclea&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEw...>

Fonte: <http://www.britannica.com/science/cochlea>

<https://www.google.com.br/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.medel.com%2Fimg%2Ff3...>

15:54 quarta-feira 22/08/2018

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez





The screenshot shows a web browser displaying the Wikipedia article for "Mel-frequency cepstrum". The browser's address bar shows the URL "https://en.wikipedia.org/wiki/Mel-frequency\_cepstrum". The article content includes:

**Mel-frequency cepstrum**  
 From Wikipedia, the free encyclopedia

In sound processing, the **mel-frequency cepstrum (MFC)** is a representation of the short-term power spectrum of a sound, based on a linear cosine transform of a log power spectrum on a nonlinear mel scale of frequency.

**Mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs)** are coefficients that collectively make up an MFC. They are derived from a type of cepstral representation of the audio clip (a nonlinear "spectrum-of-a-spectrum"). The difference between the cepstrum and the mel-frequency cepstrum is that in the MFC, the frequency bands are equally spaced on the mel scale, which approximates the human auditory system's response more closely than the linearly-spaced frequency bands used in the normal cepstrum. This frequency warping can allow for better representation of sound, for example, in audio compression.

MFCCs are commonly derived as follows:<sup>[1][2]</sup>

1. Take the **Fourier transform** of (a windowed excerpt of) a signal.
2. Map the powers of the spectrum obtained above onto the **mel scale**, using **triangular overlapping windows**.
3. Take the **logs** of the powers at each of the mel frequencies.
4. Take the **discrete cosine transform** of the list of mel log powers, as if it were a signal.
5. The MFCCs are the amplitudes of the resulting spectrum.

There can be variations on this process, for example: differences in the shape or spacing of the windows used to map the scale,<sup>[3]</sup> or addition of dynamics features such as "delta" and "delta-delta" (first- and second-order frame-to-frame difference) coefficients.<sup>[4]</sup>

The **European Telecommunications Standards Institute** in the early 2000s defined a standardised MFCC algorithm to be used in **mobile phones**.<sup>[5]</sup>

At the bottom of the article, there is a "Contents" section with a link to "1 Applications".

O que é o Cepstrum?

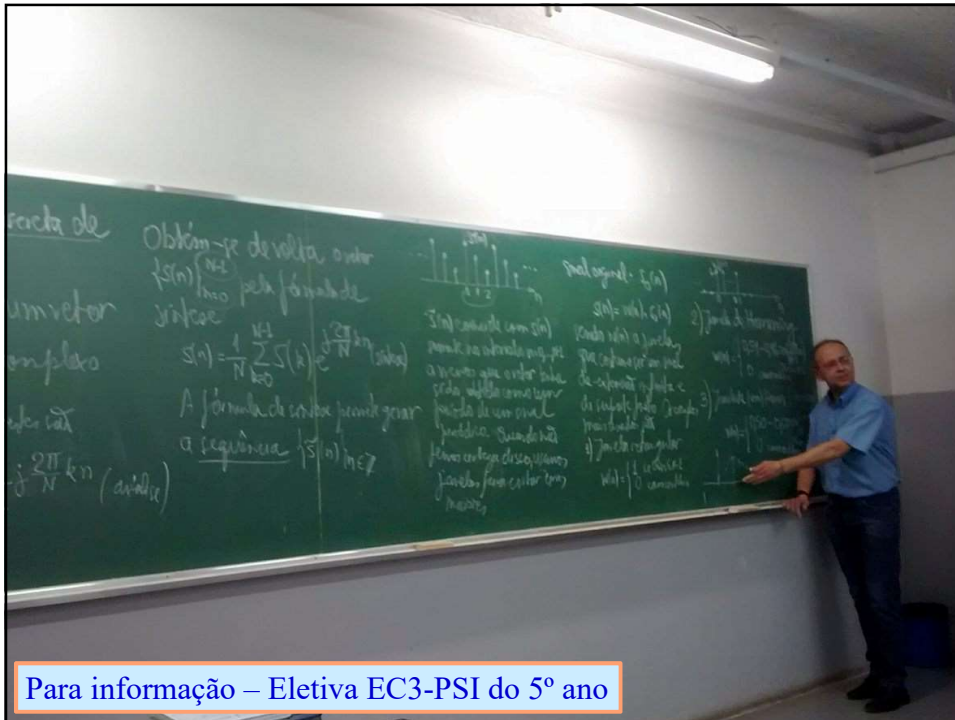
- Eu não sei!
- Definição formal:
$$\left| F^{-1} \{ \log_{10} ( | F \{ f(t) \} |^2 ) \} \right|^2$$
- “O módulo ao quadrado da transformada inversa de Fourier calculada sobre logaritmo de base 10 calculada sobre módulo ao quadrado da transformada de Fourier do sinal  $f(t)$ !”

27 Escola Politécnica da USP

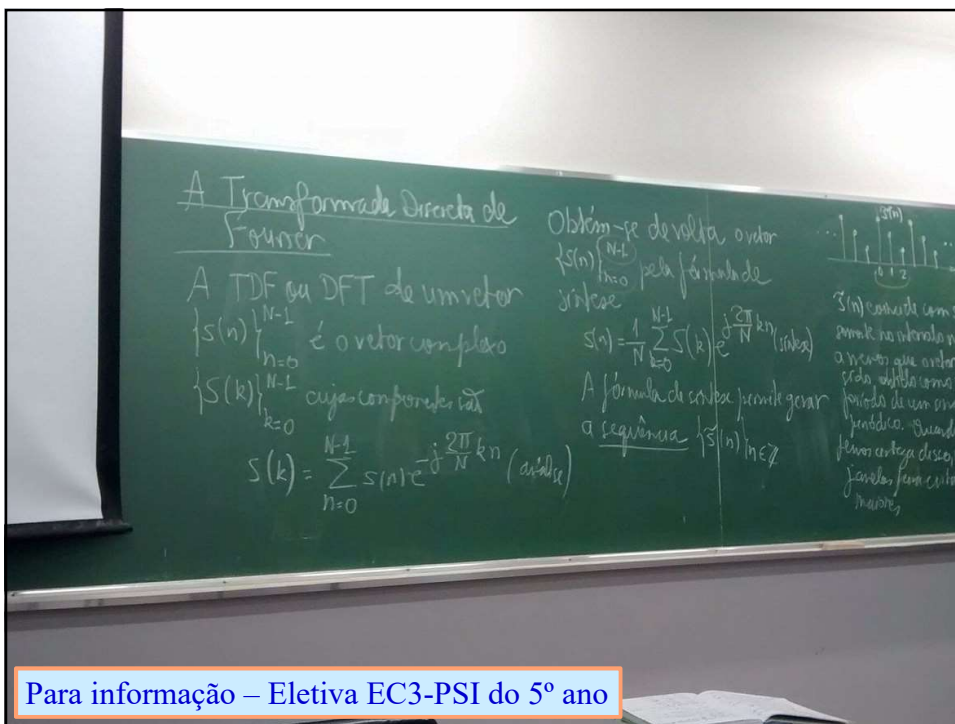
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

*Disciplina eletiva de 5º ano  
PSI3501 –  
Processamento de voz e  
aprendizado de máquina  
Profs Emilio e Miguel*

Para informação – Eletiva EC3-PSI do 5º ano



Para informação – Eletiva EC3-PSI do 5º ano



Para informação – Eletiva EC3-PSI do 5º ano

Transformada discreta do cosseno

$$e^{j\left(\frac{k+1}{2}\right)\frac{n\pi}{M}}$$

$$\dots, M-1$$

$$\cos\left(\frac{(k+1/2)n\pi}{M}\right)$$

$$\dots, M-1$$

$$\left(\frac{(k+1/2)(n+1/2)\pi}{M}\right)$$

$$\dots, M-1$$

As DCTs na síntese apresentam a periodicidade inerente a todas as transformadas discretas e que vimos no caso da TDF (DFT). Além disso, as DCTs impõem simetria ao sinal sintetizado. Elas só assumem valores reais mas estão baseadas na transformada de Fourier.

Há 4 DCTs "p" que são implementações de DFTs de comprimento  $M$  e outras 4 "imp" não são muito utilizadas. A DCT-II com energia nos coeficientes baixos e a DCT-III com energia nos coeficientes altos são as mais utilizadas. A DCT-II aproxima da transformada de Karhunen-Loève de um sinal par com alta correlação.

Para informação – Eletiva EC3-PSI do 5º ano

52

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

52

*Alguns destaques para PSI3472-Sinais de Tempo  
Vindos da Tese de Liselene Borges -  
Extração de parâmetros característicos para  
detecção acústica de vazamento de água.  
(URL para baixar no e-disciplinas)*

## Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

Curso: PSI3472 - Conceção | Disciplina PSI2672 do Grup | Sistemas de detecção e clas | Extração de parâmetros

teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tdc-19072011-110149/pt-br.php

**Biblioteca Digital USP** *Teses e Dissertações*

**Tese de Doutorado**

DOI: 10.11606/T.3.2011.196-19072011-110149  
 Documento: Tese de Doutorado  
 Autor: Borges, Liselene de Abreu (Catálogo USP)  
 Nome completo: Liselene de Abreu Borges  
 E-mail: E-mail  
 Unidade da USP: Escola Politécnica  
 Área de Conhecimento: Sistemas Eletrônicos  
 Data de Defesa: 2011-04-08  
 Imprenta: São Paulo, 2011  
 Orientador: Agneta Ramirez, Miguel (Catálogo USP)  
 Banca examinadora: Agneta Ramirez, Miguel (Presidente)  
 Alciani, Alagiani  
 Del Moral Hernandez, Emilio  
 Figueiredo, Robert Dura Ribeiro  
 Queiroz, Marcelo Gomes de

**Título em português:** Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água.  
**Palavras-chave em português:** Máquina de vetores de suporte  
 Predição linear  
 Processamento de sinais  
 Vazamento de água

**Resumo em português:** Este trabalho apresenta a pesquisa sobre a extração de parâmetros característicos de sinais acústicos para fins de detecção automática de vazamento de água em tubulações enterradas. Os sinais acústicos foram adquiridos com o auxílio de um gravador eletrônico e também catalogados por técnicos especialistas em detecção acústica. De todos os sinais foram extraídos os modelos de predição linear percussiva de vários ordens, determinando-se como melhor a ordem 2. A partir de um conjunto de modelos de referência de sinais de vazamento, a distância média de Itakura dos outros modelos em relação a estas referências foram calculadas. Em conjunto com estas distâncias, quatro características espectrais são também extraídas do sinal a fim de compor o vetor de parâmetros característicos do sinal. Parte destes vetores de parâmetros característicos são utilizados para treinar o classificador de máquina de vetores de suporte. O restante dos dados são então submetidos a este classificador que obtém a taxa de acerto de classificação em torno de 90%. Experimentos adicionais, utilizando modelos de predição linear, de ordem 10, obtiveram uma taxa de acerto em torno de 82%. Isso demonstra que estes novos parâmetros característicos propostos alcançam os objetivos deste trabalho, que são algoritmos com melhor base de acerto na detecção de vazamentos.

**Título em inglês:** Feature extraction for acoustic water leak detection.  
**Palavras-chave em inglês:** Linear prediction  
 Signal processing  
 Support vector machine  
 Water leak

**Resumo em inglês:** This work presents a research about feature extraction of acoustic signals for detection of water leak in buried pipes. Acoustic signals were acquired by means of an electronic geophone and also labeled by technicians specialized in acoustic water leak detection. For every signal, its linear predictive model was estimated for a range of prediction orders, concluding for the best order 2. Out of this group of models, some leaky ones are used as reference for calculating the Itakura

**Serviços**

Visualizar recomendações  
 Estatísticas  
 Visualizar: 406  
 Baixar: 296  
 Conteúdo: 406  
 Formatos: MARC  
 Formatos: OAI DC

21:35  
27/11/2017

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez



56

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

Compartilhar

## Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água

Aluna: Liselene de Abreu Borges  
Orientador: Miguel Arjona Ramirez

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

56

57

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

Compartilhar

## Sumário

- \* Motivação, Objetivos e Contribuições
- \* Detecção Acústica de Vazamento
- \* Sistemas de Detecção e Métodos de Avaliação dos Parâmetros
- \* Extração de Parâmetros Característicos
- \* Desenvolvimento da Pesquisa
- \* Conclusões e Propostas Futuras

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

57

58

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer login

63.6%

Compartilhar

## Os Tipos de Vazamentos

\* Tipos de vazamentos: (a) Inerentes, (b) Não Visíveis e (c) Visíveis;

superfície

(a) (b) (c)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

58

## Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

59

### O procedimento de detecção do Vazamento

- \* Haste de escuta
- \* Correlacionador de ruído
- \* Geofone

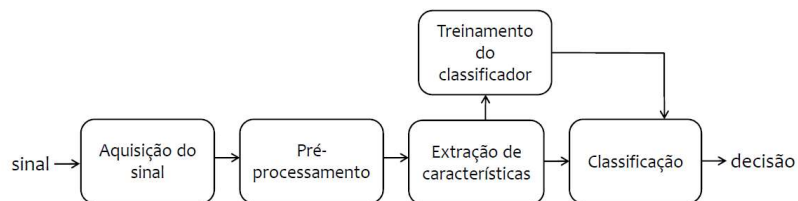
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

59

## Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

60

### Sistema de Detecção de Vazamento



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

60

61

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

61



### Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

63

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

#### Extração no domínio temporal

- \* Energia de curto Prazo
$$E_p = \sum_{m=-\infty}^{\infty} [x(n)w(n-m)]^2$$
- \* Taxa de Cruzamento por zero
$$Z_p = \sum_{m=-\infty}^{\infty} |\text{sgn}[x(m)] - \text{sgn}[x(m-1)]|w(n-m)$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

63

## Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

64

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

23 / 35 63.6%

### Extração no domínio espectral

- \* Centróide Espectral (Ce)
- \* Largura de Espectro (Le)
- \* Fluxo Espectral
- \* Ponto de Roll-off (Pro)
- \* Taxa de Espalhamento

$$Fe = \sum_{k=1}^M [X(k) - X(m-1)]^2$$

$$Te = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K [X(k) - \mu_x]^2}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

64

65

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

13 / 35 63.6%

Compartilhar

### Métodos de avaliação dos parâmetros individuais

- \* Avaliação individual de cada parâmetro característico através da estatística-M

$$estatística\_M = \frac{|\mu_{p_{max}} - \mu_{p_{min}}|}{\sigma_{p_{max}} + \sigma_{p_{min}}}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

65

66

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

15 / 35 63.6%

Compartilhar

## Medidas de desempenho

\* Acurácia, Sensibilidade e Especificidade:

$$\text{Sensibilidade} = \frac{\text{Total de Acerto de Vazamentos}}{\text{Total de Vazamentos}}$$

$$\text{Especificidade} = \frac{\text{Total de Acerto de NÃO Vazamentos}}{\text{Total de NÃO Vazamentos}}$$

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{Total de Acerto de Vazamento} + \text{Total de Acerto de NÃO Vazamento}}{\text{Total de Vazamento} + \text{Total de NÃO Vazamento}}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

66

67

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

16 / 35 63.6%

Compartilhar

## Pré-Processamento

Pré-processamento

```

    graph LR
      A[Sub-amostragem] --> B[Normalização]
      B --> C[Pré-ênfase]
      C --> D[Segmentação]
  
```

$x(n) \downarrow 4$

$\tilde{x}(n) = \frac{x(n) - \mu_x}{\sigma_x}$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

67

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer login

27 / 35 63.6%

Compartilhar

## Avaliação Individual – sinal original

\* Estatística\_M = 0.60133

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer login

30 / 35 63.6%

Compartilhar

## Estatística\_M geral

Parâmetro característico	original	Pré-ênfase 1	Pré-ênfase 2
Energia de curto prazo	0.21186	0.10927	0.33954
Taxa de cruzamento por zero	0.21189	0.19588	0.32757
Centróide espectral	0.60133	0.80953	0.75399
Largura de espectro	0.83349	0.68455	0.33555
Fluxo espectral	0.89947	0.72221	0.46769
Ponto de roll-off	0.25491	0.06911	0.65232
Taxa de espalhamento	0.39558	0.17637	0.35039
Modelo AR ordem=10			
Dist. máx. Itakura-AR	0.09678	0.24098	0.34357
Dist. méd. Itakura-AR	0.09660	0.23716	0.35697
Dist. máx. espectral-AR	0.02684	0.4213	0.39587
Dist. méd. espectral-AR	0.11491	0.43526	0.48266
Modelo PLP ordem=3			
Dist. máx. Itakura-PLP	0.24388	0.10265	0.13251
Dist. méd. Itakura-PLP	0.1826	0.15835	0.083096
Dist. máx. espectral-PLP	0.23262	0.197	0.20062
Dist. méd. espectral-PLP	0.21759	0.21076	0.072005

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer login

31 / 35 63.6%

Compartilhar

## Resultado da classificação Individual

Parâmetro Característico	Sinal Original (t)	Sinal pré-ênfase v (t)	Sinal pré-ênfase z (t)
Energia de curto prazo	64.8936	64.8936	64.8936
Taxa de cruzamento por zero	64.8936	85.1064	87.234
1-Centróide espectral	77.6596	89.3617	86.1762
Largura de espectro	89.9917	87.234	91.4894
Fluxo espectral	88.2979	87.234	78.7334
Ponto de roll-off	86.8511	86.1762	87.234
Taxa de espalhamento	68.0851	64.8936	69.1489
Dist. máx. Itakura AR (ordem=10)	71.3404	64.8936	82.9782
Dist. méd. Itakura AR (ordem=10)	71.2766	64.8936	84.0416
Dist. máx. espectral AR (ordem=10)	64.8936	71.2766	69.1489
Dist. méd. espectral AR (ordem=10)	61.7021	64.8936	81.9149
Dist. máx. Itakura PLP (ordem=2)	64.8936	71.2766	68.0851
Dist. méd. Itakura PLP (ordem=2)	64.8936	67.0213	65.9574
Dist. máx. espectral PLP (ordem=2)	63.8298	68.0851	67.0213
Dist. méd. espectral PLP (ordem=2)	63.8298	65.9574	69.1489

08:05 segunda-feira 15/10/2018

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer login

32 / 35 63.6%

Compartilhar

## Resultado do classificação em grupo

Parâmetros característicos(t)	Acuracidade(t)	Sensibilidade(t)	Especificidade(t)
1,2,3,4,2	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,4,6,7	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,4,6	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,4,5	94.6909	93.9394	95.082
1,2,3,13	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,12	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,11	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,10	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,9	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,8	95.7447	93.9394	96.7213
1,2,3,4,13	96.8085	93.9394	98.3607
1,2,3,4,12,13	95.7447	96.9991	98.3607
1,2,3,4,12	96.8085	93.9394	98.3607
1,2,3,4,11	96.8085	93.9394	98.3607
1,2,3,4,10,11	94.6809	87.8788	93.3607
1,2,3,4,10	96.8085	93.9394	98.3607
1,2,3,4,8,9	95.7447	93.9394	96.7213

- 1-Centróide espectral
- 2-Largura de espectro
- 3-Fluxo espectral
- 4-Ponto de roll-off
- 5-Taxa de espalhamento
- 6-Dist. máx. Itakura AR
- 7-Dist. méd. Itakura AR
- 8-Dist. máx. espectral AR
- 9-Dist. méd. espectral AR
- 10-Dist. máx. Itakura PLP
- 11-Dist. méd. Itakura PLP
- 12-Dist. máx. espectral PLP
- 13-Dist. méd. espectral PLP

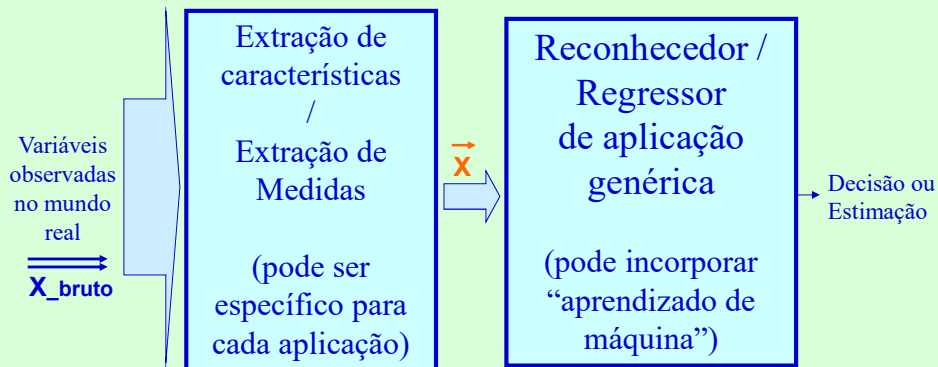
08:07 segunda-feira 15/10/2018

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez



## Elaborando uma Solução em dois estágios ....

recordando



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

73

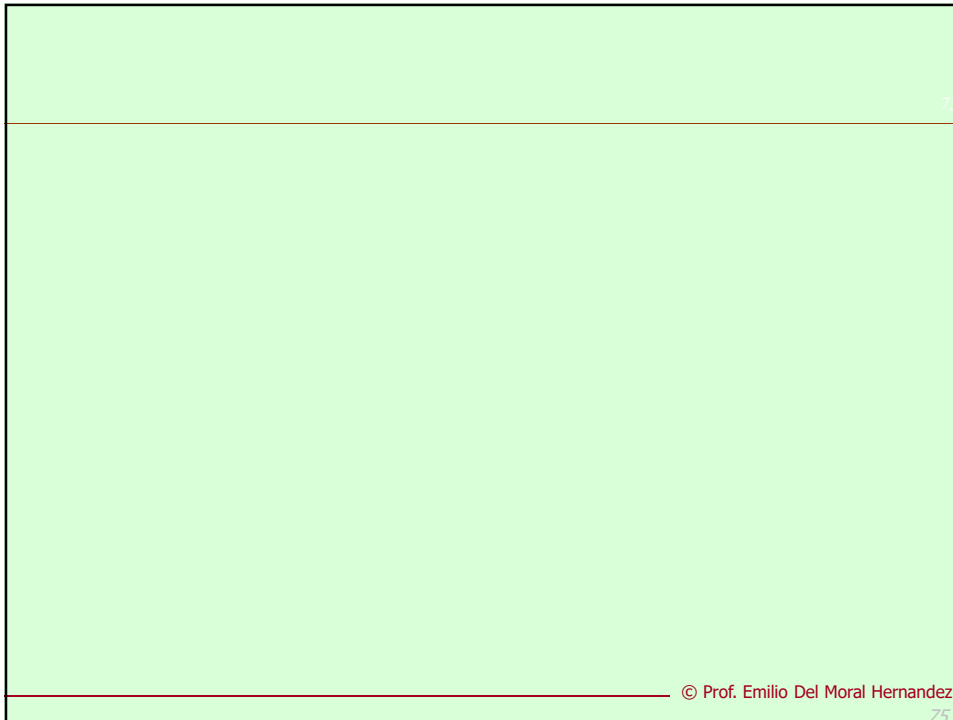
## Alguns exemplos de grandezas componentes dos vetores de medidas X:

recordando

- Grandezas macroscópicas como energia do sinal, amplitude, frequência média ...
- Componentes de diversas harmônicas (análise em frequência)
- Componentes de análise tempo-frequência
- Principal Components (componentes principais – PCA)
- Medidas sobre séries temporais (médias móveis, por exemplo; medidas de dispersão / instabilidade localizadas)
- Medidas específicas à aplicação, experimentadas em problemas similares ao seu, relatadas na literatura técnica como sendo de sucesso
  
- Intensidades luminosas ou intensidades em canais de cor (RGB por ex.) / Histogramas de intensidades luminosas

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

74



**Pinçando alguns projetos de PSI2672 que se relacionam com sinais de tempo sonoros ou biomédicos (vide STOA PSI-3472)**

*recordando*

Nome

- 2011-PSI2672 - Aprs - gr\_I - Generos Musicais
- 2011-PSI2672 - Aprs - gr\_V - Sinais cerebrais e diagnostico
- 2013-PSI2672 - Aprs - André, Pedro Parra, Rafael - Sinais EEG e Consumo residencial
- 2013-PSI2672 - Aprs - Viviane, Victor Victor preliminar - Idiomas falados
- 2015-PSI2672 - Aprs - Allan Mateus e Arthur - Acoes Petrobras Intrumentos musicais Ventilacao inteligente
- 2015-PSI2672 - Aprs- Pedro H Henrique Carlos - Acordes musicais Caracteres manuscritos Desempenho de CPUs
- 2016-PSI2672 -GR I - SamAntonioFelipe - Fibrilação Arterial e Cancelador de Ruído
- 2016-PSI2672 -GR IV - Yeny e Caio - BCI de Intencao de Movimento e Estimador de Acoes
- Unselected - Biblio Projetos PSI2672 ate 2016 - Atalho

## PSI2672 – Classificação de gêneros musicais

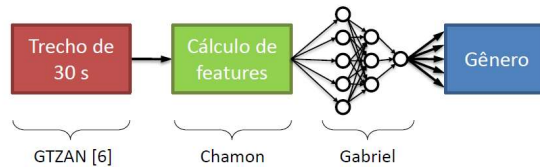
77

### DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Categorizar músicas em gêneros automaticamente baseado em trechos de suas gravações e exemplos rotulados *a priori*

- 1) Blues
- 2) Classical
- 3) Country
- 4) Disco
- 5) Hip-Hop
- 6) Jazz
- 7) Metal
- 8) Pop
- 9) Reggae
- 10) Rock

### A SOLUÇÃO



*projeto de alunos em PSI-2672*

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

77

## PSI2672 – Classificação de gêneros musicais

78

**FEATURES**

**20 MFCCs [2]**  
Muito usado em reconhecimento de voz. É uma medida de variações no tom.  
$$MFCC = |\mathcal{F}\{\log[mel(|S(f)|^2)]\}|^2$$

**RMS [2]**  
Usado como medida da energia média da música.  
$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s^2(t) dt}$$

**Spectral Centroid [2]**  
Uma espécie de centro de massa do espectro, determina uma relação entre altas e baixas frequências.  
$$C = \frac{\sum_{f=0}^M f \cdot |S(f)|^2}{\sum_{f=0}^M |S(f)|^2}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

78

## PSI2672 – Classificação de gêneros musicais

79

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_1 - Generos Musicais.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer login

6 / 32 72,1%

Introdução Features RNA Resultados

### FEATURES

**Spectral bandwidth [2]**  
Mede a variação do espectro em torno da centróide espectral.

$$B^2 = \frac{\sum_{f=0}^M (f - C)^2 |S(f)|^2}{\sum_{f=0}^M |S(f)|^2}$$

**Zero-crossing [2]**  
Representa uma medida do "ruído" de fundo em uma música. Trata-se simplesmente do número de cruzamentos por zero no domínio do tempo.

**Band energy ratio [2]**  
Razão da energia no primeiro quarto do espectro com relação ao espectro todo.

$$BER = \frac{\sum_{f=0}^{M/4} |S(f)|^2}{\sum_{f=0}^M |S(f)|^2}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

79

## PSI2672 – Classificação de gêneros musicais

80

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_1 - Generos Musicais.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer login

7 / 32 72,1%

Introdução Features RNA Resultados

### FEATURES

**Octave spectral contrast [3]**  
Medida da diferença entre espectros em bandas de oitava.

$$Valley_k = \log \left( \frac{1}{\alpha N} \sum_{f=0}^{\alpha N} |S(f)| \right), \quad Peak_k = \log \left( \frac{1}{\alpha N} \sum_{f=0}^{\alpha N} |S(N - f + 1)| \right)$$
$$SC_k = Peak_k - Valley_k$$

**Loudness [4]**  
Modelo psicoacústico de sensação sonora ("intensidade" percebida).

**Sharpness [4]**  
Medida de conteúdo espectral de altas frequências. Avaliação psicoacústica do quão "afiado", "agudo" um som é.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

80

## PSI2672 - Gabriel, Maria Luisa e Ricardo - EEG

81

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_V - Sinais cerebrais e diagnostico.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

### O EEG

**Eletroencefalograma**

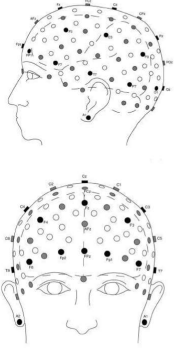
Potenciais elétricos ( $\mu\text{V}$ )

**64 sensores**

↓

Taxa de amostragem 256Hz/canal

**16384 amostras/s**



Fonte: [http://bindcenter.eu/?page\\_id=12](http://bindcenter.eu/?page_id=12) Reconhecedor de Alcoolismo | 7

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

## PSI2672 - Gabriel, Maria Luisa e Ricardo - EEG

82

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_V - Sinais cerebrais e diagnostico.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

### Pré-processamento

Eliminação de ruídos oculares e musculares

↓

Obtenção da FFT dos sinais temporais

↓

Obtenção dos centróides

↓

Normalização da matriz centróides

Reconhecedor de Alcoolismo | 10

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

## PSI2672 – André, Pedro, Rafael - EEG

83

2013-PSI2672 - Aprs - André, Pedro Parra, Rafael - Sinais EEG e Consumo residencial.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2013-PSI2672 - Apr... x Fazer login

9 / 28 72,1%

Introdução Features RNA Resultados 9/28

### Features

Média do desvio-padrão das amplitudes

$$m_j^x = \frac{1}{N^x} \sum_{i=1}^{N^x} |x_i - \bar{x}| \quad (1)$$

Flutuação do desvio-padrão das amplitudes

$$F^x = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |m_j^x - \bar{m}^x| \quad (2)$$

Média do desvio-padrão do centro de frequência

$$m_j^w = \frac{2}{N^w} \sum_{i=1}^{N^w/2} \frac{\omega_i S(\omega_i)}{S(\omega_i)} \quad (3)$$

Flutuação do desvio-padrão das amplitudes

$$F^w = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |m_j^w - \bar{m}^w| \quad (4)$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

83

## PSI2672 – Victor, Victor, Viviane – Idiomas falados

84

2013-PSI2672 - Aprs - Viviane, Victor Victor preliminar - Idiomas falados.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2013-PSI2672 - Apr... x Fazer login

5 / 22 72,1%

### EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

- Primeiro conjunto de características:
  - RMS[1]: usado como energia média do sinal

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s^2(t) dt}$$

- Spectral Centroid[1]: análogo ao centro de massa para o espectro

$$C = \frac{\sum_{f=0}^M f \cdot |S(f)|^2}{\sum_{f=0}^M |S(f)|^2}$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

84

## PSI2672 – Allan, Mateus, Arthur – Instrumentos musicais

85

2015-PSI2672 - Aprs - Allan Mateus e Arthur - Acoes Petrobras Intrumentos musicais Ventilacao inteligente.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2013-PSI2672 - Apr... 2015-PSI2672 - Apr... x Fazer login

### O que é o Cepstrum?

- Eu não sei!
- Definição formal:
$$\left| F^{-1} \{ \log_{10} ( | F \{ f(t) \} |^2 ) \} \right|^2$$
- “O módulo ao quadrado da transformada inversa de Fourier calculada sobre logaritmo de base 10 calculada sobre módulo ao quadrado da transformada de Fourier do sinal f(t)!”

27 Escola Politécnica da USP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

08:37 27/11/2017

## PSI2672 – Carlos, Henrique e Pedro - Acordes

86

2015-PSI2672 - Aprs - Pedro H Henrique Carlos - Acordes musicais Caracteres manuscritos Desempenho de CPUs.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2015-PSI2672 - Apr... x Fazer login

### Reconhecimento de Acordes

1ª iteração: Pré-processamento

#### Downsampling

Fonte: J. de Jesus Guerrero-Turrubiates, S. Gonzalez-Reyna, S. Ledesma-Orozco e J. Avina-Cervantes

© Copyright 2015 - cmori, hogawa, phayashi

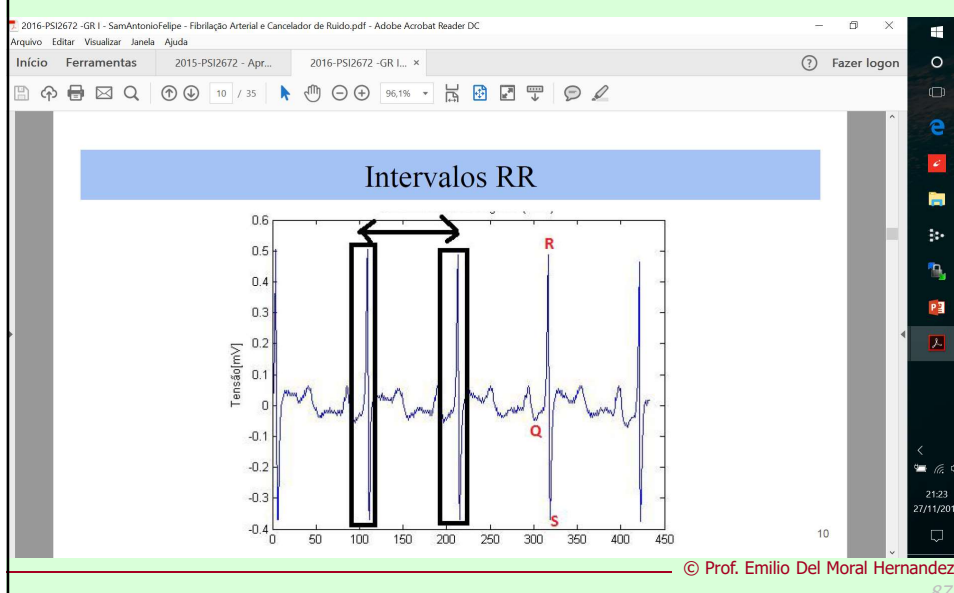
PSI2672 - Apresentação final e demonstração de resultados 49/58

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

21:21 27/11/2017

## PSI2672 – António, Sam e Felipe - ECG

87



## PSI2672 – António, Sam e Felipe - ECG

88

2016-PSI2672 -GR I - SamAntonioFelipe - Fibrilação Arterial e Cancelador de Ruído.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2015-PSI2672 - Apr... 2016-PSI2672 -GR I... x Fazer logon

### Entradas e saídas

- 5 entradas obtidas a partir do intervalo RR:
  - Média;
  - Desvio padrão;
  - Mediana;
  - Máximo;
  - Mínimo.
- 1 saída:
  - valor 1 (se tem);
  - valor -1 (se não tem).

12

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

88



## Exemplo de modelagem / reconhecimento automático de padrões ... (tese de Liselene / Prof Miguel)

defesa08Abr2011\_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

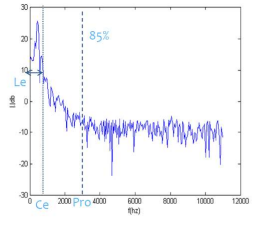
Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011\_L... x

Fazer logon

### Extração no domínio espectral

- \* Centróide Espectral (Ce)
- \* Largura de Espectro (Le)
- \* Fluxo Espectral
- \* Ponto de Roll-off (Pro)
- \* Taxa de Espalhamento

$$Fe = \sum_{k=1}^M [X(k) - X(m-1)]^2$$
$$Te = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K [X(k) - \mu_x]^2}$$


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

## PSI2672 – projeto em BCI

2016-PSI2672 -GR IV - Yery e Caio - BCI de Intencao de Movimento e Estimador de Acoes.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

2016-PSI2672 -GR L... x

Fazer logon

### Referencias

- A. L. B. a. P. Langley, "Selection of relevant features and examples in machine learning," *Artificial Intelligence*, vol. 97, p. 245–271.
- Q. Z. a. L. Zhang, "Temporal and Spatial Features of Single-Trial EEG for Brain-Computer Interface," Department of Computer Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University,, 2007.
- Y. Hashimoto, "EEG-based classification of imaginary left and right foot movements using beta," *Clinical Neurophysiology*, 2013.
- "Data - Give Me Some Credit | Kaggle", *Kaggle.com*, 2016. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/c/GiveMeSomeCredit/data>. [Accessed: 05- Jun- 2016].

19 PSI2672 - Grupo IV

## PSI2672 – projeto em EEG

91

2016-PSI2672 - GR I - SamAntonioFelipe - Fibrilação Arterial e Cancelador de Ruído.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2016-PSI2672 - GR L... 2016-PSI2672 - GR L... x Fazer logon

### Referências bibliográficas

- [1] C.K. Chen, and T. D. Chiueh, "Multilayer perceptron neural networks for active noise cancellation," In Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems, vol. 3, pp. 523-526, May 1996.
- [2] M. Salmasi, H. Mahdavi-Nasab, and H. Pourghassem, "Evaluating the Performance of MLP Neural Network and GRNN in Active Cancellation of Sound Noise" , Canadian Journal on Artificial Intelligence, Machine Learning and Pattern Recognition Vol. 2, No.2, February 2011.
- [3] T. Krukowicz, "Active noise control algorithm based on a neural network and nonlinear input-output system identification model", Journal on Archives of Acoustics, vol. 35, no.2, pp.191-202, May 2010.
- [4] Mark Hudson Beale, Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, "Neural Network Toolbox User's Guide", MATLAB (2016a), March 2016.
- [5] Signal Processing Information Base. Disponível em: <<http://spib.linse.ufsc.br/noise.html>>.

34

05:58 28/11/2017

## PSI2672 – projeto em instrumentos musicais

92

2015-PSI2672 - Aprs - Allan Mateus e Arthur - Acoes Petrobras Instrumentos musicais Ventilacao inteligente.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2015-PSI2672 - Apr... 2015-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

### Referências

- A. K. e. A. Kumar, "Univariate Time Series Based Back Propagation Neural Network Modeling of Air Quality Inside a Public Transportation Bus Using Available Software". Wiley Online Library.
- Wyon, P. D. Enhancing Productivity While Reducing energy use in buildings. Proceedings of the E-Vision 2000 Conference. Denmark, 2000.
- WHO. World Health Organization Guidelines for indoor air quality: Selected Pollutants. Europe, 2010.
- Pérez-Lombard, L.; Ortiz, J.; Pout, C.A review on buldings energy consumption information. Spain, UK, 2007.

56 Escola Politécnica da USP

06:00 28/11/2017

## PSI2672 – projeto em EEG

93

2013-PSI2672 - Aprs - André, Pedro Parra, Rafael - Sinais EEG e Consumo residencial.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2013-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

28 / 28 72,1%

### Referências

[1] Hauser, WA, Kurland, LT. (1975). "The epidemiology of epilepsy in Rochester, Minnesota, 1935 through 1967". *Epilepsia* **16** (1): 1–66. DOI:10.1111/j.1528-1157.1975.tb04721.x. PMID 804401.

[2] Andrzejak, Lehnertz, Mormann, Rieke, David, & Elger, (2001) "Indications of nonlinear deterministic and finite-dimensional structures in time series of brain electrical activity: Dependence on recording region and brain state". University of Bonn, Germany

[3] Prechelt, Lutz (1997). "Early Stopping – but when?", Unversidade de Karlsruhe, Alemanha

06:01 28/11/2017

93

## PSI2672 – projeto em EEG

94

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_V - Sinais cerebrais e diagnostico.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2013-PSI2672 - Apr... 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

25 / 26 72,1%

### Referências

Rangaswamy, et al. **Beta Power in the EEG of Alcoholics**  
*Biol Psychiatry* 51 PP 831–842. *Society of Biological Psychiatry*, 2002

Rangaswamy, et al. **Resting EEG in offspring of male alcoholics: beta frequencies**  
*International Journal of Psychophysiology* 51 PP 239–251, 2004

Reconhecedor de Alcoolismo | 25

06:01 28/11/2017

94

## PSI2672 – projeto em gêneros musicais

95

2011-PSI2672 - Aprs - gr\_1 - Generos Musicais.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas 2011-PSI2672 - Apr... 2011-PSI2672 - Apr... x Fazer logon

32 / 32 72,1%

Introdução Features RNA Resultados

### REFERÊNCIAS

- [1] SCARINGELLA, N.; ZOIA, G.; MLVNEK, D. Automatic genre classification of music content: a survey. *Signal Processing Magazine*. Piscataway, v. 23[2], p. 133-141, 2006.
- [2] LI, D.; SETHI, I. K.; DIMITROVA, N.; MCGEE, T. Classification of general audio data for content-based retrieval. *Pattern Recognition Letters*. Amsterdam, v. 22, p. 533-544, 2001.
- [3] JIANG, D.-N.; LU, L.; ZHANG, H.-J.; TAO, J.-H.; CAI, L.-H. Music type classification by spectral contrast feature. In: *IEEE ICME*, 2002, Lausanne. *Anais...* Lausanne: Swiss Federal Institute of Technology, 2002.
- [4] MCKINNEY, M. F.; BREEBAART, J. Features for audio and music classification. In: *ISMIR*, 2003, Baltimore. *Anais...*
- [5] PANAGAKIS, Y.; KOTROPOULOS, C.; ARCE, G. R. Music genre classification via sparse representations of auditory temporal modulations. In: *EUSIPCO*, 2009, Glasgow. *Anais...*
- [6] TZANETAKIS, G.; COOK, P. *GTZAN Genre Collection*. Disponível em: [http://marsyas.info/download/data\\_sets](http://marsyas.info/download/data_sets). Acesso em: 7 de jun. 2011.
- [7] HAYKIN, S. *Neural Networks: A comprehensive foundation*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1999. 842 p.
- [8] REFAELZADEH, P.; TANG, L.; LIU, H. Cross-Validation. In: ÖZSU, M. T.; LIU, L. *Encyclopedia of Database Systems*. New York: Springer, 2009. Disponível em: <http://www.public.asu.edu/~ltang9/papers/ency-cross-validation.pdf>. Acesso em: 7 de jun. 2011.

06:02 28/11/2017

95

*Ou seja, faça o mesmo que os exemplos apresentados fizeram (guardadas as proporções, já que vocês têm um tempo bem mais curto!):*

*Localize artigos que tratam do seu tema alvo, para identificar opções eventualmente melhores que a padrão (a padrão seria usar Fourier ou algo similar 110% conhecido e 110% familiar)*

96

## Temas para hoje ...

- Onda mãe (um pouco mais a respeito)
- Sistema auditivo, Sistema fonador, Mel Freq Cepstrum
- Disciplina PSI3501  
(post de Jupiter e Janus – e diversas disciplinas)
- All Features em tese de Liselene / Prof Miguel  
(post de trabalho de Liselene)
- Explicitando dilemas de seleção de Características
- Alguns possíveis guias de seleção de características
- Dilemas arquitetura da RNAs ; Dilema de técnicas de extração de características ; Combinatória completa x combinatória parcial  
(post de trabalho de Massaki e colegas em Genéticos)
- Disciplinas eletivas de 5º ano e “eletivas de pós” – PSI3501, PSI3571, PSI5880, PSI5886 etc
- Nosso Calendário PSI3472-2018

recordando

*Uma técnica estatística clássica de redução de dimensionalidade do vetor de entradas  $X$  e de extração de características com grande número de aplicações: Principal Component Analysis – PCA – Análise de Componentes Principais*

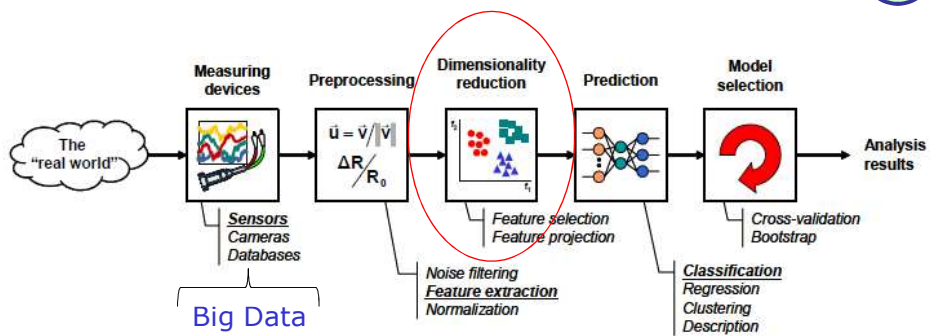
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

99



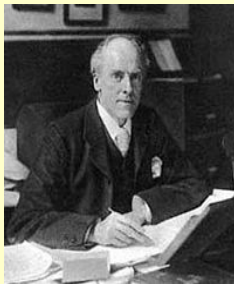
recordando

PATTERN RECOGNITION and MACHINE INTELLIGENCE

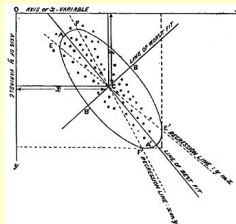


## HISTÓRICO DO PCA

Descrito inicialmente por Karl Pearson no artigo, “*On lines and planes of closest fit to systems of points in space*”, *Philosophical Magazine*, 1901.



1857 - 1936

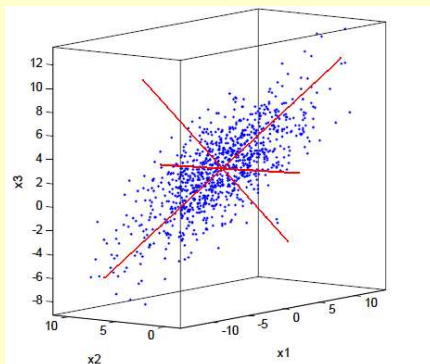


“In many physical, statistical, and biological investigations it is desirable to represent a system of points in plane, three or higher dimensioned space by the best-fitting straight line or plane” (Pearson, 1901).

101

Prof. Edson Kitani - 04/2015 © Prof. Emilio Del Mordal - EPUSP

## Para 3 Dimensões



$$\bar{\mathbf{x}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{x}_i$$

$$\Sigma_{\mathbf{x}} = \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}})^T$$

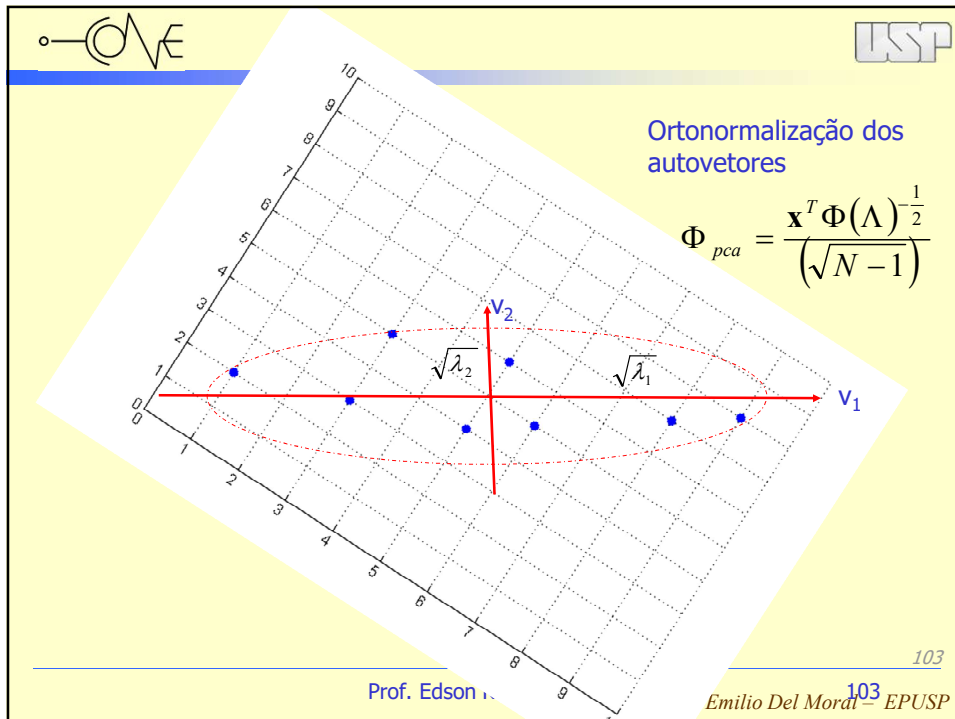
$$\bar{\mathbf{x}} = [0 \quad 5 \quad 2]^T$$

$$\Sigma_{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} 25 & -1 & 7 \\ -1 & 4 & -4 \\ 7 & -4 & 10 \end{bmatrix}$$

102

Extraído de Osuna 2002

Prof. Edson Kitani - 04/2015 © Prof. Emilio Del Mordal - EPUSP



recordando

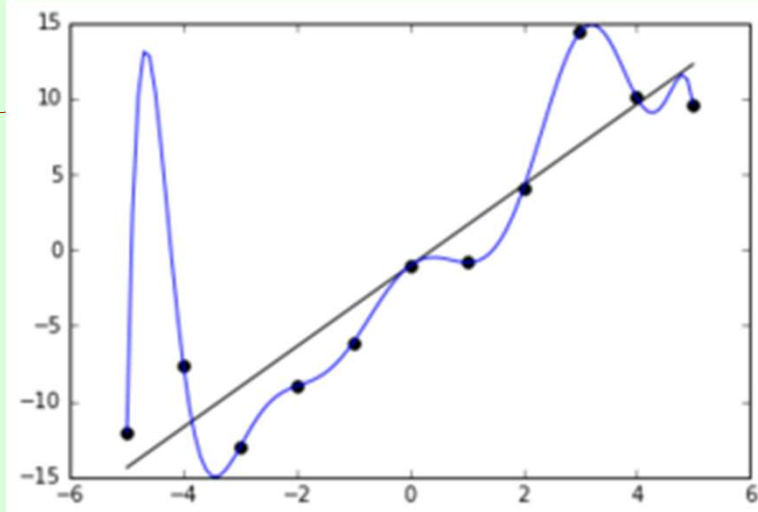
***Um tema importante em M.L.:***

***Sobreapredizado / Sobreajuste***

***Conceito, entendimento da sua origem e formas de limitá-lo***

© Prof. Emilio Del Moral – EPUSP

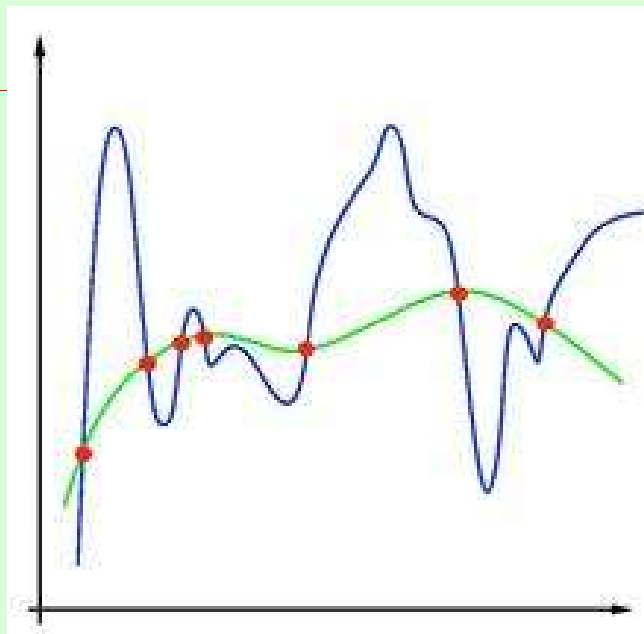




recordando

Noisy (roughly linear) data is fitted to a linear function and a polynomial function. Although the polynomial function is a perfect fit, the linear function can be expected to generalize better: if the two functions were used to extrapolate beyond the fitted data, the linear function should make better predictions.

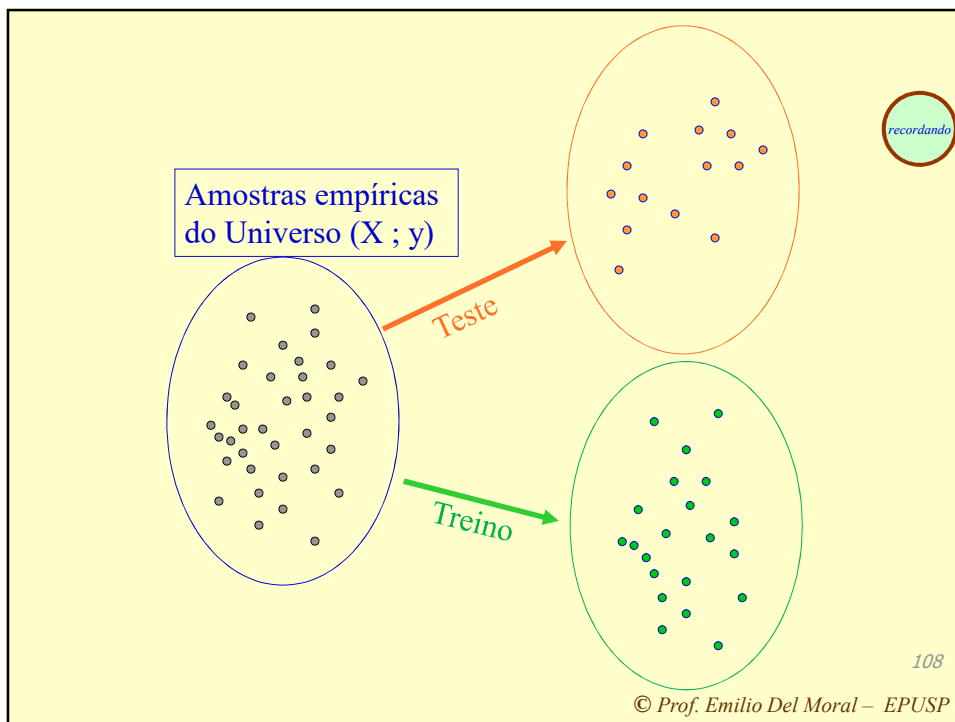
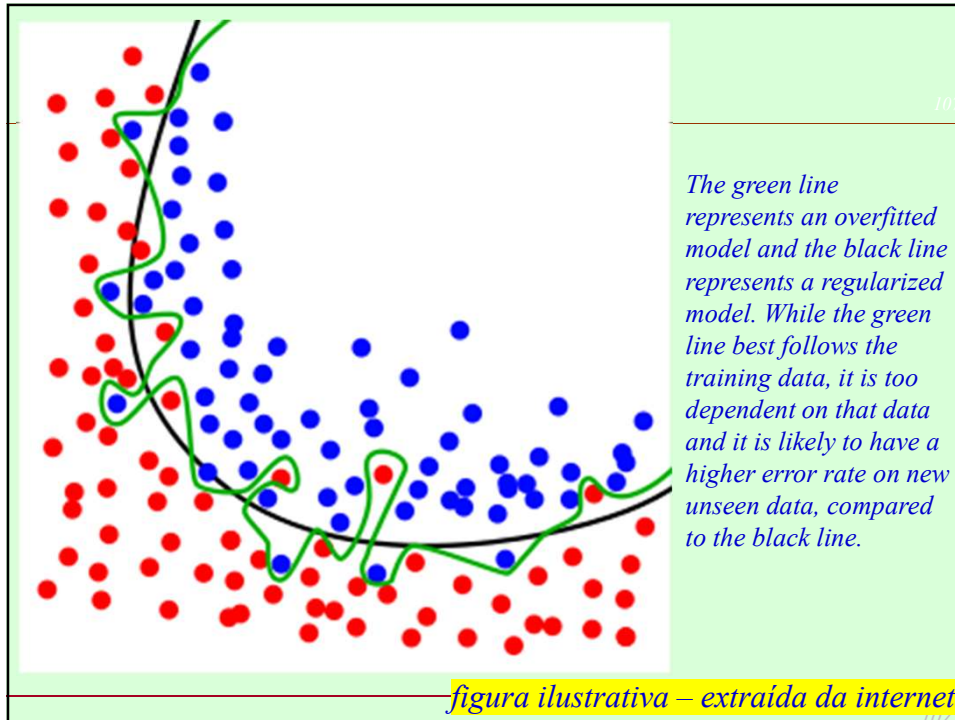
figura ilustrativa – extraída da internet



recordando

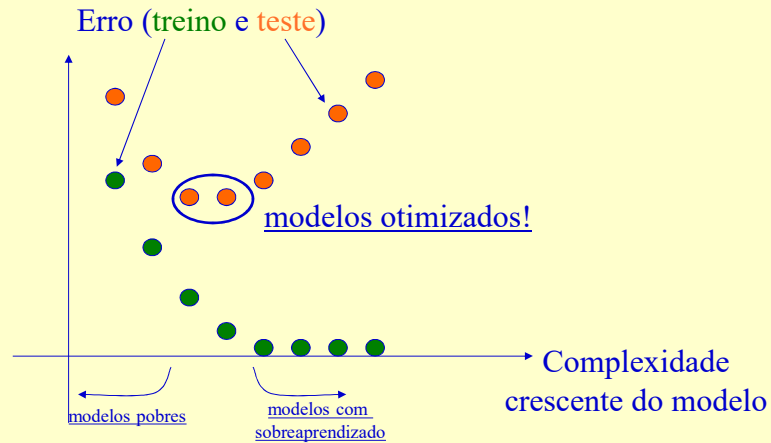
This image represents the problem of overfitting in machine learning. The red dots represent training set data. The green line represents the true functional relationship, while the blue line shows the learned function, which has fallen victim to overfitting.

figura ilustrativa – extraída da internet



## Sobreaprendizado em “sumário executivo”

recordando



109

© Prof. Emilio Del Moral – EPUSP

## Temas para hoje ...

110

- Onda mãe (um pouco mais a respeito)
- Sistema auditivo, Sistema fonador, Mel Freq. Constante
- Disciplina PSI3501 **MUITOS DILEMAS ...**  
(post de Jupiter e Janus – e diversas disciplinas)
- All Features em tese de Liselene / Prof Miguel  
(post de trabalho de Liselene)
- Explicitando dilemas de seleção de Características
- Alguns possíveis guias de seleção de características
- Dilemas arquitetura da RNAs ; Dilema de técnicas de extração de características ; Combinatória completa x combinatória parcial  
(post de trabalho de Massaki e colegas em Genéticos)
- Disciplinas eletivas de 5º ano e “eletivas de pós” – PSI3501, PSI3571, PSI5880, PSI5886 etc
- Nosso Calendário PSI3472-2018

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

110

*Indo além em sistemas multissensores e em  
inteligentes e sinais de tempo ...  
Conexão com Genéticos por ex, para  
refinamentos na fusão de informações e na  
seleção de características / harmônicas /  
coeficientes wavelet, etc*

Apresentação do projeto de um grupo de PSI5880,  
tema: Implementação de um pHmetro através de  
Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos.  
Alunos: Alexandre Kimiyaki Ligo, César Augusto  
Mayor Herrera, Massaki de Oliveira Igarashi e  
Tiago Oliveira Weber

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

PSI5880 - Aplicação de Int. Comp. e Téc. de Proc. de Sinais a Sistemas Sensores e Biosensores  
USP Universidade de São Paulo Prof. Emilio Del Moral Hernandez

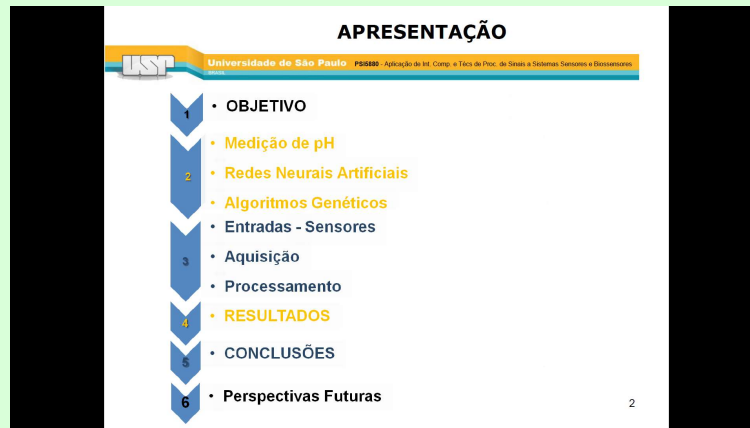
**Implementação de um pHmetro através de Redes  
Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos**

Alexandre Kimiyaki Ligo  
César Augusto Mayor Herrera  
Massaki de Oliveira Igarashi  
Tiago Oliveira Weber

DEZ/2010 1

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

116

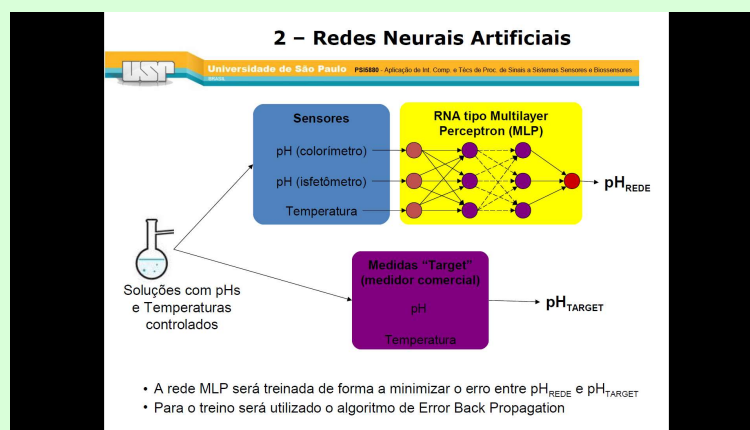


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

116

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

117



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

117

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

119

### 2 - Algoritmos Genéticos

USP Universidade de São Paulo P5080 Aplicação de Int. Comp. e Téc. de Proc. de Sinais a Sistemas Sensores e Escoteiros

**SENSORES**

pH (colorímetro)

pH (isfetômetro)

Temperatura

**RNA tipo Multilayer Perceptron (MLP)**

pH<sub>REDE</sub>

**Um Algoritmo Genético de Mutação e Crossover**  
(Escolha das características da RNA)

- Número de camadas escondidas
- Função de Transferência
- Função de Treinamento da Rede
- Número de nós em cada camada
- Função de Aprendizagem de Pesos
- Entradas a serem consideradas

6

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

119

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

120

### 3 - Processamento

USP Universidade de São Paulo P5080 Aplicação de Int. Comp. e Téc. de Proc. de Sinais a Sistemas Sensores e Escoteiros

Parâmetros do Algoritmo Genético	Valores
Fração de Crossover	0,8
Gerações	10
Tamanho População	50
Nº de Indivíduos Elite	0
Função de criação	Criationuniform

**Cromossomo:**

- todos os genes são valores inteiros;
- nem todos os genes são utilizados em todas as redes;

x(1)	x(2)	x(3)	x(4)	...	x(13)	x(14)	...	x(23)	x(24)	x(25)	x(26)
------	------	------	------	-----	-------	-------	-----	-------	-------	-------	-------

função de transferência de cada camada

número de nós de cada camada

existência de cada entrada

função de aprendizado de pesos

função de treinamento da rede

número de camadas

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

120

## Exemplo no STOA de uso de RNAs e Genéticos em Multissensores

121

**3 - Processamento**

USP Universidade de São Paulo PGGEB - Aplicação de Int. Comp. e Tics de Proc. de Sinais e Sistemas Sensores e Diagnósticos

- **Número de camadas escondidas:**
  - pode variar de 1 até 10;
- **Função de Treinamento da Rede:** pode ser
  - *Levenberg-Marquardt backpropagation*;
  - *BFGS quasi-Newton backpropagation*;
  - *Resilient backpropagation (Rprop)*;
  - *Gradiente descendente*;
- **Função de Aprendizado de Pesos:** pode ser
  - Gradiente descendente;
  - Gradiente descendente com momento;
- **Função de Transferência de cada camada:** →
  - Hyperbolic tangent sigmoid transfer function
  - Log-sigmoid transfer function
  - Linear transfer function
  - Competitive transfer function
  - Inverse transfer function
  - Radial basis transfer function
  - Hard-limit transfer function
  - Softmax transfer function
- **Número de nós em cada camada:** pode variar de 1 até 50;
- **Entradas que vai levar em conta:** varia de 0 até 1 para cada entrada;

12

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

121

Vamos listar em lousa as dimensões da combinatória dos nossos dilemas em fusão multissensores e em sistemas inteligentes para sinais de tempo ???

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

122



## Nosso Calendário ...

Curso: PSI3472 - Conce x + v

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=64146

10/09 - Emilio 1	11/09 - Emilio 2
17/09 - Haverá aula (embora sem atividade p/ nota)	18/09 - Aula para consultas (sem atividade p/ nota)
24/09 - Semana das P1s- PSI3472 tem apenas P2	25/09 -Semana das P1s- PSI3472 tem apenas P2
01/10 - Emilio 3	02/10 - Emilio 4
08/10 - Emilio 5	09/10 - Emilio 6
15/10 - Emilio 7	16/10 - Emilio 8 Márcio 1
22/10 - Márcio 1 Márcio 2	23/10 - Márcio 3 Emilio 8
29/10 - Márcio 3	30/10 - Márcio 4
05/11 - Márcio 5	06/11 - Márcio 6
12/11 - Semana da P2 - <b>Sim, Há P2 de PSI3472!</b>	13/11 - Semana da P2 - <b>Sim, Há P2 de PSI3472!</b>
19/11 - Feriado	20/11 - Consciência Negra
26/11 - Semana da PSub (só com perda da P2 por razões médicas / luto / etc. documentadas - solicitar aprovação antecipada formalmente via secretaria)	27/11 - Semana da PSub (só com perda da P2 por razões médicas / luto / etc. documentadas - solicitar aprovação antecipada formalmente via secretaria)

A sala alocada para este curso é B2-09.  
As aulas do prof. Hae serão na sala C1-10 (sala de computadores).

Cálculo da média final:  
Se  $(\min(\text{MHae}, \text{MEmilio}, \text{MMarcio})) \geq 3,0$  então  $\text{MF} = (\text{MHae} + \text{MEmilio} + \text{MMarcio})/3$ ;  
Senão  $\text{MF} = \min(\text{MHae}, \text{MEmilio}, \text{MMarcio})$ ;

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

15:16  
segunda-feira  
15/10/2018

126

127

Curso: PSI3472 - Conce x + v

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=64146

### 4 aulas em um novo tópico com o Prof. Emilio DMH: Sistemas Inteligentes em Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos

- Metas principais das 4 aulas de PSI3472 em Sistemas Eletrônicos Inteligentes para Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos
- Para Inspirações Iniciais - 8 exemplos de projetos em PSI-2672 (5o ano) em Sinais Sonoros ou Biomedicos
- Slides usados na aula de 08 de outubro - Prof Emilio DMH
- Link Wikipedia para Analise Wavelet
- Parte de Slides em Wavelets da disciplina de pósgraduação PSI5880 - Profs Convidados da Rede\_AIASYB2-2010
- Um interessante TCC EPUSP-PSI antigo que "chegou via intuição" aos elementos básicos de análise tempo-frequencia - Reconhecedor de comandos de Voz
- Slides usados na aula de 09 de outubro - Prof Emilio DMH
- De Teses USP - Baixar a tese de doutorado de Liselene Borges - Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água.
- Apresentação em PSI5880: pHmetro através de Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos. Alunos: Alexandre Kimiyaki Ligo, César Augusto Mayor Herrera, Massaki de Oliveira Igarashi e Tiago Oliveira Weber
- Links com possíveis bases de dados para BCI - Brain Computer Interfaces - e sinais cerebrais

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

127

Enunciado Definitivo em Multissensores PSI3472-2018 Prof EDMH.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Início Ferramentas Enunciado Definitiv... x

Fazer log

1 / 1 119%

Compartill

**Enunciado para a entrega STOA/e-disciplinas PSI3472 na temática de Multissensores (dada pelo Prof Emilio) /** Formalização em relatório em PDF das atividades em sala em multissensores, dos estudos, dos ensaios computacionais e das caracterizações do contraste de precisão e de custo de sensores isolados x sistema multissensor com fusão: **parte I simples** – sensor de gases (contraste dos 3 sensores x tri-sensor integrado); **parte II – “seu” sistema sensor escolhido**, descrito com detalhes e também contrastado em custos e precisão atingidas nas configurações de sensores isolados x multissensor integrado com fusão. Composição do relatório: Capa com os dados do aluno da disciplina e do tema do relatório + Tabela de conteúdos do relatório com paginação + Corpo do relatório nas partes I e II com citações às referências e apêndices + Lista de referências + Apêndices, incluindo um específico com a tabulação dos dados numéricos usados no aprendizado dos sensores isolados e do fusor multissensor.

**PARTE I** (mais simples; 1/3 do valor do relatório): foco no tratamento dos dados dos sensores de H2, CO e CH4, levantados por Raphael e Prof Sebastião.

Ensaio mais simples nesta parte I: Tabulação das precisões quantificadas por você através uma métrica diferente de RMS / diferente de erro quadrático médio / diferente de variância (sim o exercício induz você a pensar fora da zona de conforto dessas métricas usuais), tanto dos sensores isolados quanto do sistema de sensores integrados por fusão de informação. Organize seus resultados em tabela/s de contraste/s.

**PARTE II:** com dados dos sensores que você escolheu para o ensaio, que você coletou por si ou através de base de dados (neste caso em que não coletar os dados você mesmo, a análise de custo de coleção por outros deve ser elaborada com bastante profundidade). Contemple ao menos os seguintes itens (simples na sua maioria), em separado:

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

128

Enunciado Definitivo em Multissensores PSI3472-2018 Prof EDMH.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Início Ferramentas Enunciado Definitiv... x

1 / 1 119%

separado:

- a) A lista de alvo/s de medida/s de seu sistema,
- b) A lista de sensores + descrição breve desses sensores
- c) Argumentos claros de não especificidade de cada sensor elencado
- d) Argumentos de lucro esperado com a fusão / formação do array de sensores
- e) O nome do colega (ou colegas) de crítica e depuração da sua proposta #2 em atividade em sala ou (caso tenha faltado) mesmo fora dela após a atividade de crítica cruzada entre colegas;
- f) Descrição de ações de coleta de dados empíricos para treino do fusor, custo (tempo e \$\$) e resumo de volume da coleção, com anexo dos dados numéricos nas páginas finais do relatório
- g) Definição de **duas** métricas (sim, há sempre mais de uma opção!!) mais adequadas para a caracterização quantitativa da qualidade de seus sistemas sensores + argumentação clara pela priorização dessas duas escolhas, feita em separado para cada uma das duas.
- h) Tabulação das precisões quantificadas por você usando a melhor das suas duas métricas consideradas por você (justifique), e aplicada tanto para os sensores isolados quanto para o sistema de sensores integrados por fusão de informação.
- i) Tabulação das custo (use modelos simples para avaliar este custo) tanto dos sensores isolados quanto do sistema de sensores integrados por fusão de informação.
- j) Texto analisando (e destacando na análise) os resultados dos contrastes de custo e de precisão.
- k) Leia com detalhe as metas / objetivos que definimos no início das aulas em multissensores e liste na forma de "bullets" os itens planejados lá, no início do tema. Agora separe desses itens de sua lista aqueles que foram abarcados pela sua solução a este enunciado daqueles que não foram abarcados.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

129

Enunciado Definitivo em Multissensores PSI3472-2018 Prof EDMH.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Ferramentas Enunciado Definitiv... x

1 / 1 119%

coleção, com anexo dos dados numéricos nas páginas finais do relatório

- g) Definição de **duas** métricas (sim, há sempre mais de uma opção!!) mais adequadas para a caracterização quantitativa da qualidade de seus sistemas sensores + argumentação clara pela priorização dessas duas escolhas, feita em separado para cada uma das duas.
- h) Tabulação das precisões quantificadas por você usando a melhor das suas duas métricas consideradas por você (justifique), e aplicada tanto para os sensores isolados quanto para o sistema de sensores integrados por fusão de informação.
- i) Tabulação das custo (use modelos simples para avaliar este custo) tanto dos sensores isolados quanto do sistema de sensores integrados por fusão de informação.
- j) Texto analisando (e destacando na análise) os resultados dos contrastes de custo e de precisão.
- k) Leia com detalhe as metas / objetivos que definimos no início das aulas em multissensores e liste na forma de "bullets" os itens planejados lá, no início do tema. Agora separe desses itens de sua lista aqueles que foram abarcados pela sua solução a este enunciado daqueles que não foram abarcados.

NOTA IMPORTANTE: Em casos em que os dados numéricos para os ensaios não foram obtidos em uma base de dados já pronta, o relato detalhado de setup experimental e dos procedimentos de coleta dos dados levando à tabela de coletas experimentais apresentadas no relatório (similar às tabelas do problema tri-gases) será considerado tarefa relevante e de grande valor para a avaliação, podendo neste caso haver ensaios numéricos mais simples nos contrastes sensores isolados x sensor com fusão.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

130

# Tarefa PSI3472 em Sinais de tempo

## Já no STOA PSI 3472 –

Metas principais das 4 aulas de PSI3472 em Sistemas Eletrônicos Inteligentes para Sinais de Tempo Sonoros e Biológicos

Em 4 aulas de PSI3472 que seguem as 4 aulas de sistemas multissensores e fusão de informações, nós abordaremos um novo tema importante em sistemas eletrônicos inteligentes e em inteligência computacional: sinais de tempo sonoros e biológicos e a sua conexão com técnicas inteligentes. Nossas metas / objetivos e atividades em sala nas 4 aulas são as seguintes:

A - A identificação de problemas de reconhecimento de padrões de estimação de grandezas analógicas (regressão multivariada) que operem sobre sinais de tempo sonoros ou biológicos e a caracterização de sua viabilidade em termos:

- 1- da disponibilidade pública de dados para treino e teste de aprendizado supervisionado (tanto entrada quanto saída de dados devem estar tabulados e em grande volume para treino e teste do sistema de reconhecimento ou fusão); os grupos apresentarão à sala em um slide (em PDF ou na lousa) o link desses dados públicos, o resumo de volume e formato de dados que lhe interessam e que estão ali disponíveis
- 2- da utilidade da solução desse problema escolhido como protótipo de um potencial equipamento que poderia se tornar algo comercial rapidamente (um protótipo poderia ser gerado em 6 meses por exemplo); apresentem à sala em um slide (em PDF ou na lousa)
- 3- da possibilidade de ensaio e de caracterização numérica de qualidade dentro das 3 aulas / 2 aulas seguintes, nos aspectos de processamento e de computações

B - O entendimento de processamentos sobre sinais de tempo (por exemplo, análise de frequência e análise de tempo/frequência) que produzem um vetor de medidas compacto e adequado para um segundo estágio, de inteligência / fusão, que realize sobre essas medidas o reconhecimento ou a fusão de informações. Em sala discutiremos conjuntamente / coletivamente algumas técnicas de processamento de sinais de tempo para aplicações em geral e em seguida os alunos / grupos identificarão projetos de referência e literatura de apoio específicos para seu problema.

C - O ensaio (nos aspectos de processamento e de computações) e caracterização numérica de qualidade, com a geração de + 2 slides (em PDF) à classe mostrando essas caracterização numéricas e resultados obtidos, entregues via STOA + entrega no STOA de relatório simples comentando /

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

133

WaveletTutorial.pdf PSI3472-2018: Metas p

https://edisciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=2429084

Em 4 aulas de PSI3472 que seguem as 4 aulas de sistemas multissensores e fusão de informações, nós abordaremos um novo tema importante em sistemas eletrônicos inteligentes e em inteligência computacional: sinais de tempo sonoros e biológicos e a sua conexão com técnicas inteligentes. Nossas metas / objetivos e atividades em sala nas 4 aulas são as seguintes:

A - A identificação de problemas de reconhecimento de padrões de estimação de grandezas analógicas (regressão multivariada) que operem sobre sinais de tempo sonoros ou biológicos e a caracterização de sua viabilidade em termos:

- 1- da disponibilidade pública de dados para treino e teste de aprendizagem supervisionado (tanto entrada quanto saída de dados devem estar tabulados e em grande volume para treino e teste do sistema de reconhecimento ou fusão); os grupos apresentarão à sala em um slide (em PDF ou na lousa) o link desses dados públicos, o resumo de volume e formato de dados que lhe interessam e que estão ali disponíveis
- 2- da utilidade da solução desse problema escolhido como protótipo de um potencial equipamento que poderia se tornar algo comercial rapidamente (um protótipo poderia ser gerado em 6 meses por exemplo); apresentem à sala em um slide (em PDF ou na lousa)
- 3- da possibilidade de ensaio e de caracterização numérica de qualidade dentro das 3 aulas / 2 aulas seguintes, nos aspectos de processamento e de computações

B - O entendimento de processamentos sobre sinais de tempo (por exemplo, análise de frequência e análise de tempo/frequência) que produzem um vetor de medidas compacto e adequado para um segundo estágio, de inteligência / fusão, que realize sobre essas medidas o reconhecimento ou a fusão de informações. Em sala discutiremos conjuntamente / coletivamente algumas técnicas de processamento de sinais de tempo para aplicações em geral e em seguida os alunos / grupos identificarão projetos de referência e literatura de apoio específicos para seu problema.

C - O ensaio (nos aspectos de processamento e de computações) e caracterização numérica de qualidade, com a geração de + 2 slides (em PDF) à classe mostrando essas caracterização numéricas e resultados obtidos, entregues via STOA + entrega no STOA de relatório simples comentando / estendendo com detalhes esses 4 slides gerados nas atividades práticas, anexando os códigos / scripts desenvolvidos para os ensaios, processamentos e caracterizações realizadas, e registrando desafios específicos enfrentados.

D - Extras possíveis, para os grupos que conseguirem avançar rapidamente nos tópicos anteriores ... a) explorar a possibilidade de seleção de características / medidas - por PCA, algoritmos genéticos ou outra técnica - b) relação entre os conceitos de redes neurais convolucionais vistas para imagens e a análise tempo frequência / wavelet ... outros extras que indicarei / indicaremos ao longo das aulas.

Última atualização: segunda, 8 out 2018, 07:01

Apps: iOS Android Windows

e-Disciplinas - Ambiente de apoio às disciplinas da USP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

133