

Prof. Emilio Del Moral Hernandez
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Eng. De Sistemas Eletrônicos



emilio.delmoral@usp.br

(+ infos em www.lsi.usp.br/icone)

10

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Minha conexão com as temáticas deste curso

- Mestrado (EPUSP, em hw p/ imagens) e Doutorado (Upenn em RNs)
- Livre Docência em Neurocomputação Eletrônica e Sistemas Adaptativos – PSI-EPUSP
- Ensino de disciplinas de graduação e de pós graduação relacionadas
- Orientações de Mestrado e Doutorado em E.E.
- Orientações de IC e de TCC em E.E.
- Coordenação das pesquisas do grupo ICONE-EPUSP –
Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e
Neurocomputação Eletrônica (<https://sites.usp.br/lsi/icone/>)
- IEEE Computational Intelligence Society (congressos e periódicos)

... ou seja, contextos de Eng Elétrica e assemelhados ...

11

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

ICONE – EPUSP: Grupo de Inteligência Computacional,
Modelagem e Neurocomputação Eletrônica

12

Prof. Dr. Emilio Del Moral Hernandez

Graduação em Engenharia Elétrica na EPUSP

Doutorado em Engenharia Elétrica pela
University of Pennsylvania (Upenn – Philadelphia)



Livre Docente da EPUSP, na área de
Neurocomputação Eletrônica e Sistemas Adaptativos

Atuante no IEEE e nas atividades técnicas da IEEE - CIS

Contato: emilio.delmoral@usp.br / emilio@lsi.usp.br

Website do Grupo: <https://sites.usp.br/lsi/icone/>



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

12

*Alguns comentários sobre
disciplinas no âmbito da
graduação*

13

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Lembrando ... Há outras disciplinas PSI (e mesmo não PSI) fortemente relacionadas com esta, sendo que algumas delas já podem ter sido cursadas por parte dos alunos em nossa sala



14

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Alguns destaques em materiais PSI3471-2020 (4º ano) (Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes)

Tópicos por semana, no e-disciplinas de PSI3471:

(as 2 primeiras semanas de 2020 foram presenciais / não há video-aulas; os PDF dos slides usados estão disponibilizados)

Semana I: neurônios artificiais isolados

Semana II: redes neurais e MLPs

(a partir da 3ª semana, os materiais são para aulas remotas)

Semana III: aprendizado no MLP

Semana IV: reconhecedores de padrões

Semana V: regressores multivariados, aproximação universal de funções e sobreajuste

Semana VI: validação cruzada, solução em 2 estágios e extração de características

Semana VII: conexão do aprendido c/ alguns elementos de Deep Learning: autoencoders simples e Redes Neurais Convolucionais

15

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Alguns destaques em materiais PSI3471-2020 (4º ano) (Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes)

Os tópicos são detalhado por aula neste PDF de 1 pg:

<https://edisdisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=2793295>

Meus materiais PSI3471-2020 completos (incluindo vídeo-aulas onde existem) estão visíveis em:

<https://edisdisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914#section-4>

(rolar a página até chegar nos materiais separados semana a semana)

16

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

The screenshot displays the Edisciplinas USP interface for the course PSI3471 - Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes. The page is titled "Adiante temos os materiais completos e escaninhos de entregas, organizados por semana (ou por aula na semana)". It lists materials for two weeks:

- Semana I (neurônios isolados):**
 - Slides PSI3471 para a Semana I - Este conteúdo É MODIFICADO NA AULA, DE ACORDO COM AS DISCUSSÕES E ATIVIDADES EM SALA
 - Fotos - algumas lousas PSI3471 - mes03-aula de 02demarco2020
 - Enunciado da Tarefa #1
 - Entrega semanal #1 para o Prof Emilio / PSI3471 (aulas de 02 e 04/março) - Em PDF; após fechamento do escaninho, revisões desta tarefa #1 devem ser feitas conjuntamente à entrega #2, como apêndice - pgs finais - com "subcapa" de separação
- Semana II (redes; MLPs):**
 - Slides PSI3471 para a Semana II - Este conteúdo É MODIFICADO NA AULA, DE ACORDO COM AS DISCUSSÕES E ATIVIDADES EM SALA
 - Link para tutoriais de uso do MBP (são vídeos curtos) e para download de instalação do ambiente didático MBP - Multiple Back Propagation: uma possível plataforma didática para ensaios simples e aprendizado de redes MLP
 - Fotos - algumas lousas PSI3471 - mes03-aula de 09demarco2020
 - Fotos - algumas lousas PSI3471 - mes03-aula de 11demarco2020
 - Enunciado da Tarefa #2
 - Entrega semanal #2 para o Prof Emilio / PSI3471 (aulas de 09 e 11/março) - Em PDF
 - Reabertura p/ complementos da Entrega semanal #2 + complementos da #1 (mesmo PDF, nas pgs finais, c/ "subcapa" separando a #1 e a #2): Se não ficou feliz com sua submissão (#1 e/ou #2), use este escaninho para melhorar a nota!

A green highlighted message states: "Mensagem aos matriculados em PSI3471 foi enviada via e-disciplinas, referente à aula de 16-03-2020 face ao cenário do Covid-19, cheque sua caixa de entrada no e-disciplinas em 'Avisos'".

At the bottom, it says: "Orientações para o estudo das temáticas de PSI3471 a partir de 16/03: proximamente ao início de cada aula remota, cheque os roteiros postados no topo deste e-".

17

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Curso: PSI3471 - Fundamentos x +

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914

USP DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas Disciplinas Suporte Português - Brasil (pt_br) Emilio Del Moral Hernandez

Semana III (aprendizado no MLP):

- 2a Feira ----- Programação da aula remota de 16/03/2020 - atividades a desenvolver hoje
- Material Slides-semana-III-parte-a de PSI3471 - Primeira parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 16/03 e 18/03 - Postado em 16/03/2020
- Aula de 16-03-2020 num único vídeo - totalizando 30 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Parte I dos Exs de treino de PSI3471 no ano 2020 - Postado em 16 de março de 2020
- 4a Feira ----- Programação da aula remota de 18/03/2020 - atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00
- Material Slides-semana-III-parte-b de PSI3471 - Segunda parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 16/03 e 18/03 - Postado em 18/03/2020
- Aula de 18-03-2020 num único vídeo - totalizando 30 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Enunciado da Tarefa #3, referente às temáticas abordadas na semana de 16/03+18/03/2020
- Entrega semanal #3 para o Prof Emilio / PSI3471 (aulas virtuais de 16 e 18/março) - Em PDF

Semana IV (reconhecedores):

- 2a Feira ----- Programação da aula remota de 23/03/2020 INCLUINDO ENUNCIADO de upload simples até 9:10 - atividades a desenvolver entre 7:30 e 9:10
- Material Slides-semana-IV-parte-a de PSI3471 - Primeira parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 23/03 e 25/03 - Postado em 22/03/2020
- Aula de 23-03-2020 num único vídeo - totalizando 43 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Enunciado de upload simples em aula do dia 23-03 -- está na própria programação da aula

18

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Curso: PSI3471 - Fundamentos x +

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914

USP DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas Disciplinas Suporte Português - Brasil (pt_br) Emilio Del Moral Hernandez

Semana IV (reconhecedores):

- 2a Feira ----- Programação da aula remota de 23/03/2020 INCLUINDO ENUNCIADO de upload simples até 9:10 - atividades a desenvolver entre 7:30 e 9:10
- Material Slides-semana-IV-parte-a de PSI3471 - Primeira parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 23/03 e 25/03 - Postado em 22/03/2020
- Aula de 23-03-2020 num único vídeo - totalizando 43 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Enunciado de upload simples em aula do dia 23-03 -- está na própria programação da aula
- Complemento ao enunciado: extrato de slides - slide 93 - com imagem usada na tarefa simples de upload do dia 23-03
- Entrega parcial em aula - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 23/março - Em PDF
- 4a Feira ----- Programação da aula remota de 25/03/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00
- Material Slides-semana-IV-parte-b de PSI3471 - Segunda parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 23/03 e 25/03 - Postado em 25/03/2020
- Aula de 25-03-2020 num único vídeo - totalizando 46 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Entrega parcial em aula - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 25/março - Em PDF
- Entrega semanal #4 completa (vai além dos uploads nas aulas) para o Prof Emilio / PSI3471 nos temas das aulas virtuais de 23 e 25/março; o enunciado desta entrega está ao fim do roteiro de aula do dia 25 - Em PDF

Semana V (regressores):

- 2a Feira ----- Programação da aula remota de 30/03/2020 com atividades a desenvolver entre 7:30 e 9:10
- Material Slides-semana-V-parte-a de PSI3471 - Primeira parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 30/03 e 01/04 - Postado em 27/03/2020
- Aula de 30-03-2020 num único vídeo - totalizando 48 mins

19

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Curso: PSI3471 - Fundamentos

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914

USP - DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas Disciplinas Suporte Português - Brasil (pt_br) Emilio Del Moral Hernandez

Semana V (regressores):

- 2a Feira ----- Programação da aula remota de 30/03/2020 com atividades a desenvolver entre 7:30 e 9:10
- Material Slides-semana-V-parte-a de PSI3471 - Primeira parte do material de guia ao estudo dos temas PSI3471 da semana 30/03 e 01/04 - Postado em 27/03/2020
- Aula de 30-03-2020 num único vídeo - totalizando 48 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Extra, para estudo aprofundado, caso queira -- PDF com a prova de Cybenko completa
- Entrega parcial em aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 30/março - Em PDF
- 4a Feira ----- Programação da aula remota de 01/04/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00
- Material Slides-semana-V-parte-b de PSI3471 - Slides dos temas de trabalho na aula de 01-04-2020
- Aula de 01-04-2020 num único vídeo - totalizando 46 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Entrega parcial em aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 01/abril - Em PDF
- Entrega semanal #5 completa (vai além dos uploads nas aulas) para o Prof Emilio / PSI3471 nos temas das aulas virtuais de 30/março e 01/abril; o enunciado desta entrega está ao fim do roteiro da 2a aula da semana - Entrega em PDF

Do FAQs EPUSP - Q9. A Semana Santa terá aulas online?

R: Não. A Semana Santa será utilizada para que os estudantes que não tiveram acesso desde o primeiro momento ao conteúdo online possam se colocar em fase. Esta semana também dará uma oportunidade para que os professores façam ajustes e troquem experiências sobre o uso intensivo de recursos online. (questão e resposta extraídas do FAQs da graduação EPUSP - Covid19 - versão de 01-04-2020)

Semana VI (validação cruzada, solução em 2 estágios e extração de características):

20

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Curso: PSI3471 - Fundamentos

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914

USP - DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas Disciplinas Suporte Português - Brasil (pt_br) Emilio Del Moral Hernandez

Semana VI (validação cruzada, solução em 2 estágios e extração de características):

- 2a feira ----- Programação da aula remota de 13/04/2020 com atividades a desenvolver entre 7:30 e 9:10.
- Slides para a aula de 13-04-2020
- Aula de 13-04-2020 num único vídeo - totalizando 53 mins
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Entrega parcial até o fim da aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 13/abril - Em PDF
- 4a feira ----- Programação da aula remota de 15/04/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00.
- Slides para a aula de 15-04-2020
- Aula de 15-04-2020 num único vídeo - totalizando 75 mins - veja ao menos os 50 ou 60 mins iniciais durante a aula! Mais tarde, veja o restante que não conseguiu no horário de aula!
- para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.
- Entrega parcial até o fim da aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 15/abril - Em PDF
- Entrega semanal #6 completa (vai além dos 2 uploads nas aulas) para o Prof Emilio / PSI3471 nos temas das aulas virtuais de 13/abril e 15/abril; o enunciado desta entrega está ao fim do roteiro da 2a aula da semana - Entrega em PDF

Semana VII (elementos de Deep Learning: autoencoders simples e redes neurais convolucionais):

- 4a feira ----- Programação para a aula remota de 22/04/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00
- A) Slides para a aula de 22 de abril: 1) Autoencoders (fim da aula passada) e 2) Redes Neurais Convolucionais
- (vindo da aula passada: trecho referente especificamente aos Autencoders - duração de 09 mins)

https://edisciplinas.usp.br/mod/assign/view.php?id=2869316 dos slides sobre Redes Neurais Convolucionais - Facilitador para ver o vídeo youtube no tema

21

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Curso: PSI3471 - Fundamentos de Deep Learning

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=73914

USP DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas Disciplinas Suporte Português - Brasil (pt_br) Emilio Del Moral Hernandez

--- Entrega parcial até o fim da aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 13/abril - Em PDF

4a feira ----- Programação da aula remota de 15/04/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00.

Slides para a aula de 15-04-2020

Aula de 15-04-2020 num único vídeo - totalizando 75 mins - veja ao menos os 50 ou 60 mins iniciais durante a aula! Mais tarde, veja o restante que não conseguiu no horário de aula!

..... para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.

--- Entrega parcial até o fim da aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 15/abril - Em PDF

Entrega semanal #6 completa (vai além dos 2 uploads nas aulas) para o Prof Emilio / PSI3471 nos temas das aulas virtuais de 13/abril e 15/abril; o enunciado desta entrega está ao fim do roteiro da 2a aula da semana - Entrega em PDF

Semana VII (elementos de Deep Learning: autoencoders simples e redes neurais convolucionais):

4a feira ----- Programação para a aula remota de 22/04/2020 com atividades a desenvolver entre 9:20 e 11:00

A) Slides para a aula de 22 de abril: 1) Autoencoders (fim da aula passada) e 2) Redes Neurais Convolucionais (vindo da aula passada: trecho referente especificamente aos Autoencoders - duração de 09 mins)

Vídeo (de 33 mins) com os comentários (narrados) dos slides sobre Redes Neurais Convolucionais - Facilitador para ver o vídeo youtube no tema

..... para as vídeo-aulas divididas em partes menores (caso lhe facilite), cheque a seção de arquivo mais adiante.

B) Vídeo youtube interessante gerado por estudante da Poli (Bruno Franceschini Canale na Disciplina PSI5886), mencionado nos nossos slides PSI3471: explica o funcionamento de uma Rede Neural Convolucional para imagens - duração de 18 mins

--- Entrega parcial até o fim da aula / Upload simples - Pré-entrega simples para o Prof Emilio / PSI3471 referente ao desenvolvido durante a aula remota de 22/abril - Em PDF

Entrega completa da atividade solicitada na aula final do Prof Emilio / PSI3471 de 22 de abril (se você considera que já entregou na forma definitiva em aula, simplesmente repita aqui esse mesmo material) - Entrega em PDF

Lembretes sobre avaliação: como explicitado em seção acima neste e-disciplinas ...

22

— Prof. Emilio Del Moral Hernandez — ©

Uma das lousas de PSI3501 em 2019

- Seu Nome

- Sua Enfoque Curso

- Em que ano você se encontra 1º 3º

- Cursos Anteriores Relacionados

- Suas Expectativas do curso

- Ambientes Computacionais

22 — ©

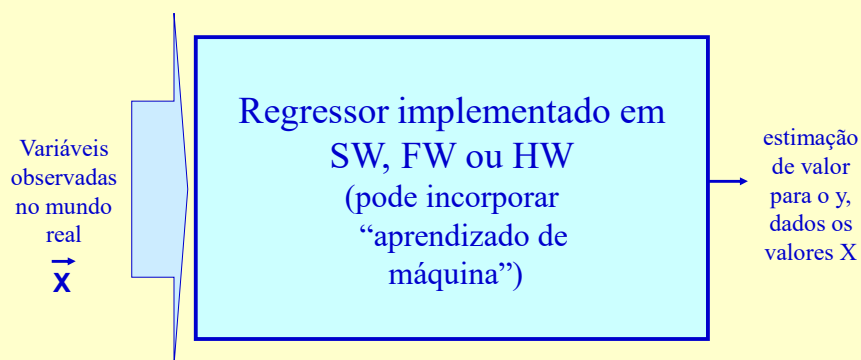
Alguns dos alvos nas temáticas / práticas / projetos deste curso e em outros que ministro

- Modelagem envolvendo sistemas com múltiplas variáveis
- Uso de ferramentas que possibilitem representação de fenômenos não lineares (além dos lineares)
- Reconhecimento / Identificação / Classificação de “objetos” a partir de medidas múltiplas (vindas de múltiplos sensores, por exemplo)
- Regressão / previsão / estimação de grandezas analógicas a partir de medidas correlacionadas com tal grandeza
- Exploração de elementos para “automação parcial” da modelagem, via aprendizado de máquina

31

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

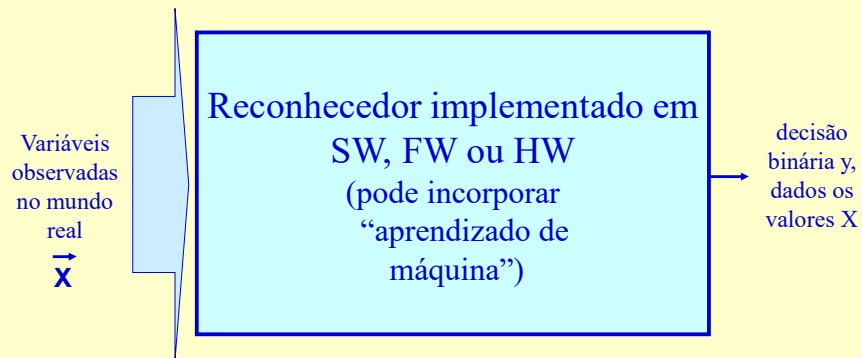
Regressor multivariado (em sw, fw ou hw)



32

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Detector / reconhecedor multivariado (em sw, fw ou hw)

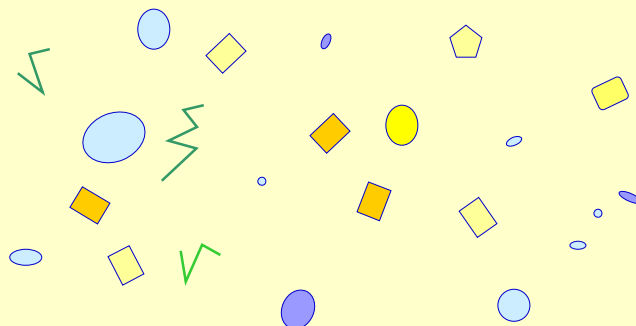


34

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Uma metáfora para a tarefa de classificação de padrões genérica ou multiclases (classificação não binária)...

Universo de objetos observados ...

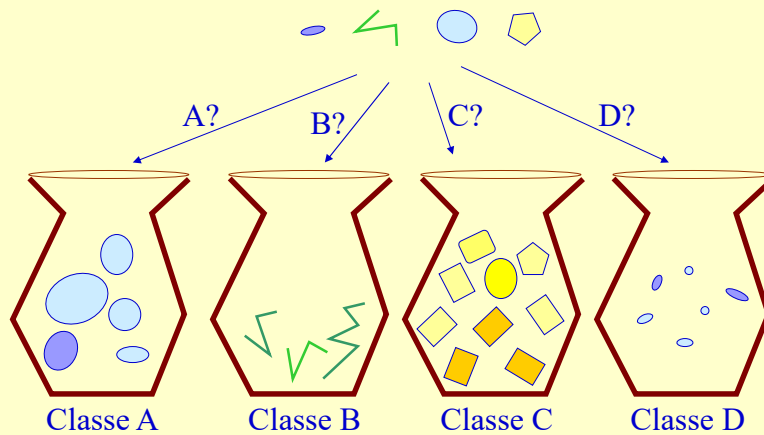


36

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Uma metáfora para a tarefa de classificação de padrões genérica ou multiclass (classificação não binária)...

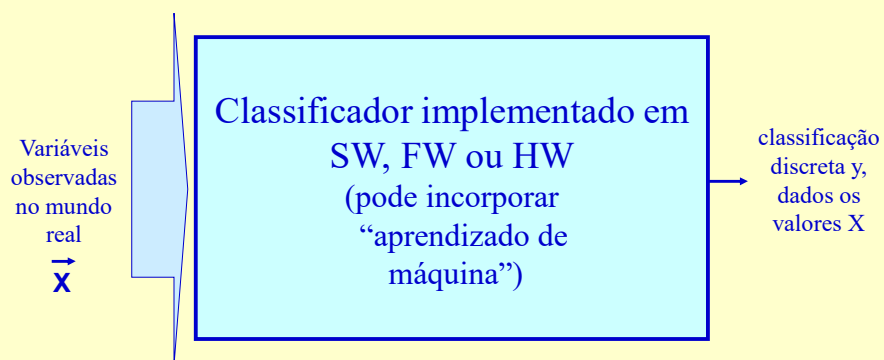
Um dado objeto específico observado é de que tipo ?



37

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Classificador multivariado (em sw, fw ou hw)



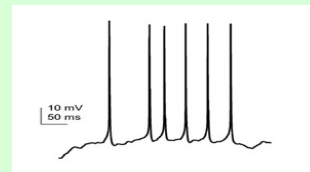
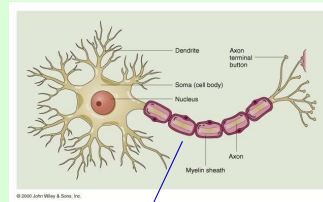
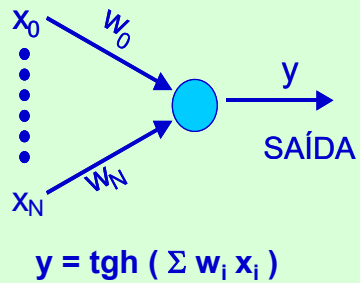
classificação discreta y , dados os valores X

38

– Prof. Emilio Del Moral Hernandez – ©

Neurônio Artificial - inspirado no biológico (ou também chamado de “nó” da rede neural)

39

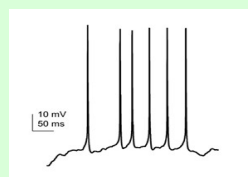
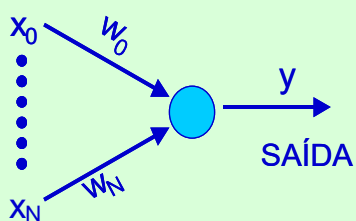


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

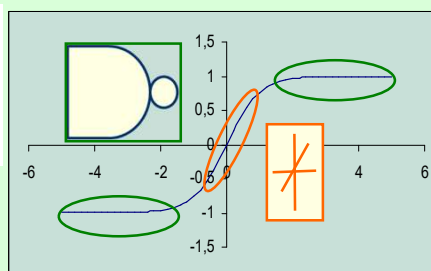
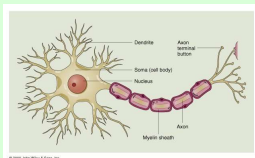
39

Computação linear e não linear, com codificação freqüencial

40



$$y = f_T(\sum w_i x_i)$$

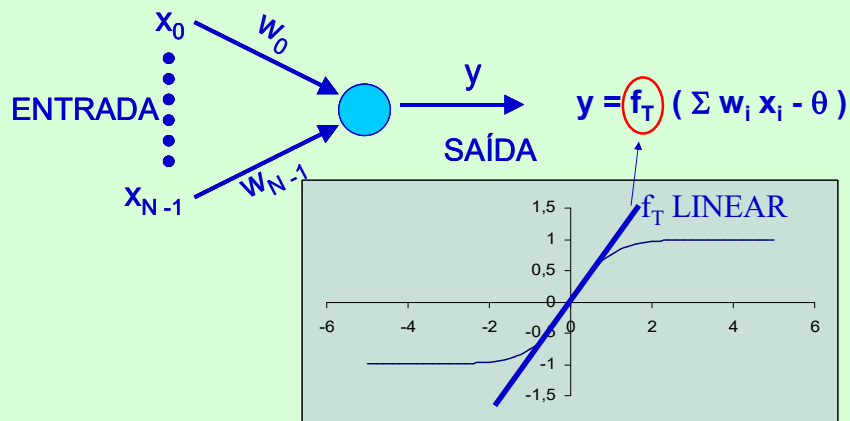


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

40

Caso particular do nó com comportamento linear
... $f_T(\text{arg}) = k \cdot \text{arg}$

41

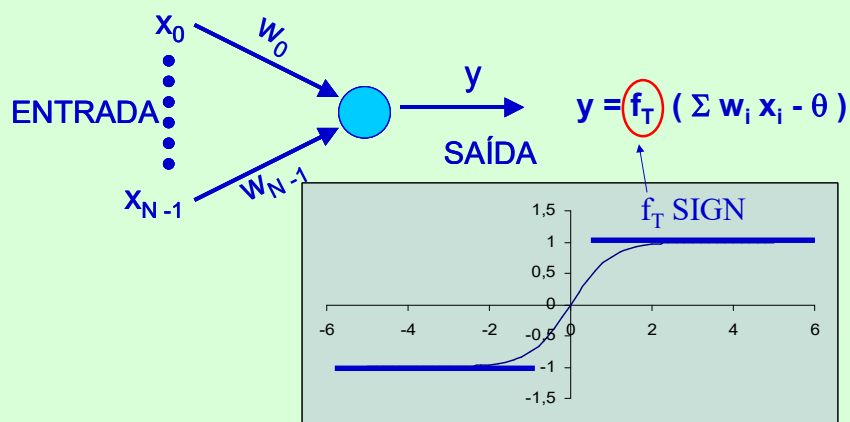


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

41

Caso particular do nó com comportamento binário
... $f_T(\text{arg}) = \text{sign}(\text{arg})$

42



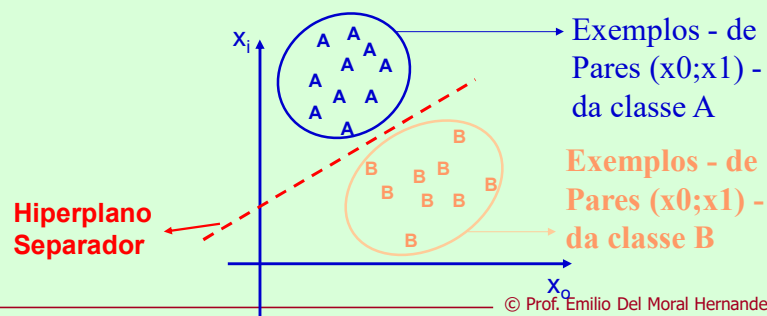
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

42

Um pioneiro ... o Perceptron: $y = \text{sign}(\sum w_i x_i - \theta)$
(função de transferência tipo “degrau”)

43

- Viabiliza a classificação de padrões com separabilidade linear
- O algoritmo de aprendizado adapta os Ws de forma a encontrar o hiperplano de separação adequado
- Aprendizado por conjunto de treinamento



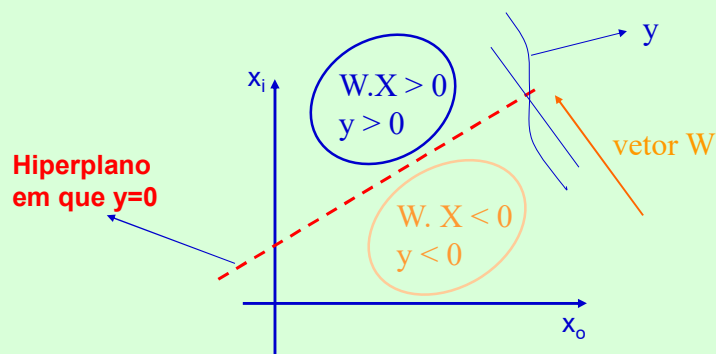
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

43

E se a saída do nosso problema não for digital?
O “Perceptron Contínuo”: $y = \text{tgh}(\sum w_i x_i - \theta)$

44

- Que problemas de entradas contínuas conseguimos atacar usando uma função de transferência tangente hiperbólica)

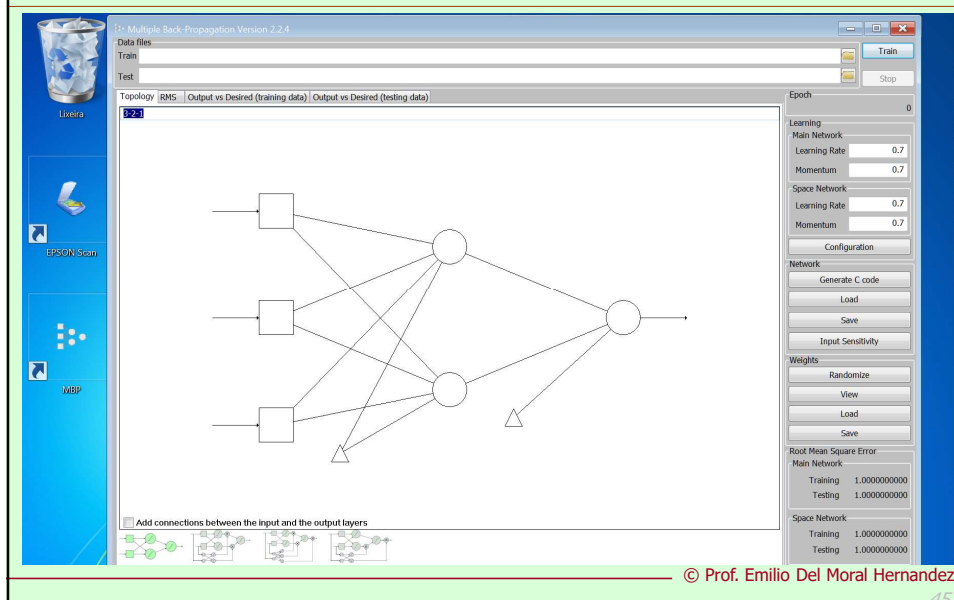


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

44

*Indo além do neurônio “camaleão” simples
Uma rede neural com 3 nós neurais ...*

45



45

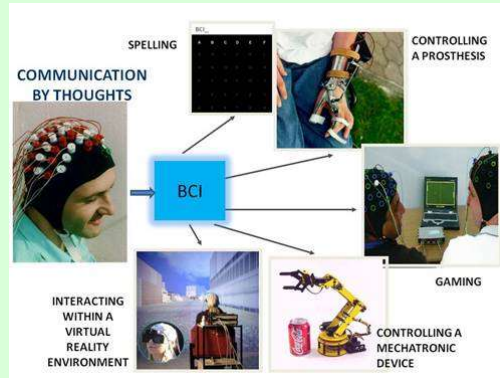
*Alguns exemplos de
sistemas de
reconhecimento
e de
regressão
multivariada, com os
quais tive contato e que
empregaram redes neurais
e técnicas relacionadas*

19

46

Brain Computer Interfaces ... “um amplo parênteses” ...

47

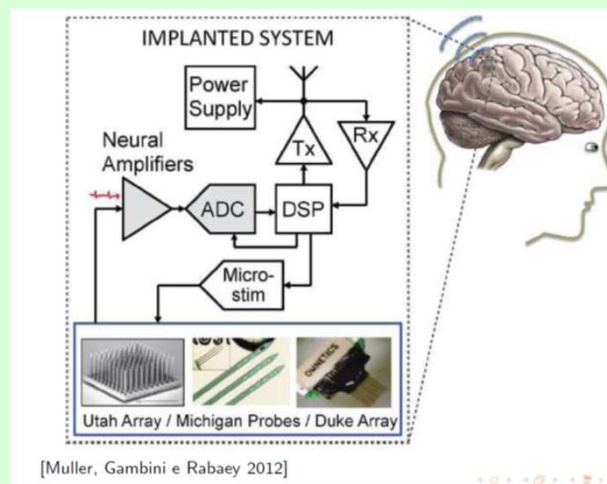


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

47

Brain Computer Interfaces – área do trabalho do doutorando Julio Cesar Saldaña

48



Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

48

Sistemas Implantáveis de Registro Neural e BCIs

49

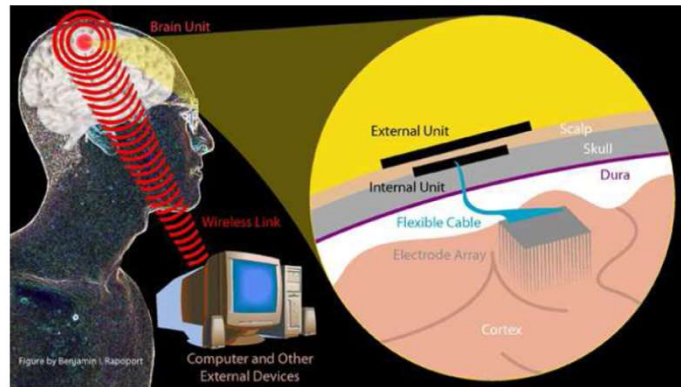


Figura 1: Imagem extraída do site do pesquisador Benjamin I. Rapoport

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

49

Sistemas Implantáveis de Registro Neural e BCIs

50

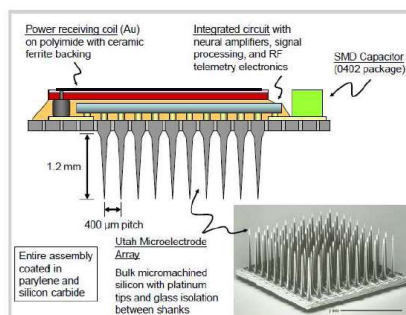


Figure 30.2.1: Complete Integrated Neural Interface (INI) assembly.

[Harrison et al. 2006], [Harrison et al. 2007]

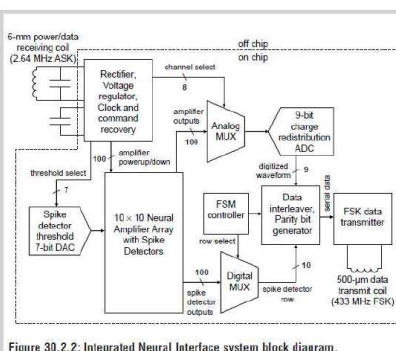


Figure 30.2.2: Integrated Neural Interface system block diagram.

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

50

Separação de impulsos elétricos ou *Spike Sorting*

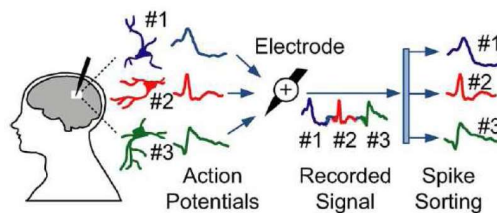


Figura 6: Extraída do artigo [Karkare, Gibson e Markovic 2013] (JSSC, Set. 2013)

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

51

Alguns exemplos de projetos de 5º ano em PSI2672 da EC2 de anos anteriores (2011 a 2017); No 5o ano da EC3, atividades de projeto similares ocorrem na eletiva PSI3571.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

52

Exemplos de projetos concebidos e realizados por alunos da disciplina EC2 PSI-2672 (na EC3, ~ PSI-3571)

53

PSI 2672 - Práticas em Reconhecimento de Padrões, Modelagem e Neurocomputação

material
bibliografia
exemplos
2011

Projetos finais:

1. Classificação em gêneros musicais ([gr_I_apresentacao_Musicas.pdf](#))
2. Implementação de um sistema para correção da medida de um sensor de pressão diferencial ([gr_II_Apresentacao_ma_sensor_pressao_03_01.pdf](#))
3. Análise da qualidade dos vinhos a partir de testes físicos-químicos ([gr_III_apresentacao_PSI2672 - Análise de vinhos.pdf](#))
4. Reconhecimento de placas de trânsito ([gr_IV_apresentacao_Reconhecimento_de_placas.pdf](#))
5. Reconhecedor de alcoolismo ([gr_V_apresentacao_Reconhecedor Alcoolismo.pdf](#))
6. Língua eletrônica ([gr_VI_apresentacao_lingua_eletronica.pdf](#))
7. Reconhecimento de dígitos ([gr_VII_apresentacao_Reconhecedor de digitos.pdf](#))

Informações sobre o programa do curso: [Programa_PSI2672_2011.pdf](#)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

53

Visitem regularmente nosso STOA (a cada aula);
NÃO esperem mensagens nossas de “há novos materiais”

Curso: PSI3501 - Processos de Tomada de Decisão

[Disciplinas](#) [Suporte](#) [Idioma](#) [Emilio Del Moral Hernandez](#)

MENU [Início](#) [Meus Ambientes](#) [2018](#) [EP](#) [PSI](#) [PSI3501-2018](#) [Ativar edição](#)

Referências

Restrito Disponível se: Você faz parte de T-PSI3501-2018201

- Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach
- Deep Learning
- Deep Learning Book
- Pattern Recognition and Machine Learning e Arquivos Matlab para Exercícios
- Tese da Dra. Liselene de Abreu Borges: Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

53

Curso: PSI3501 - Proces x + v

https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=64526

Máquina virtual pré-configurada com Python para exploração

Restrito Disponível se: Você faz parte de T-PSI3501-2018201

Máquina virtual pré-configurada com Python para exploração

Algumas fotos de lousa e/ou lousas relevantes a atividades em sala

Restrito Disponível se: Você faz parte de T-PSI3501-2018201

Foto de lousa - itens da enquete - questionario da aula 1

Materiais diversos que podem ser uteis para seu aprendizado - Rascunhos do prof Emilio

Restrito Disponível se: Você faz parte de T-PSI3501-2018201

Repositório - Exemplos de sistemas (aproximadamente 50) para o reconhecimento ou regressão multivariada usando redes neurais, implementados por aluno de graduação em disciplinas do PSI (zipado de 36MB)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Materiais diversos que podem ser uteis para seu aprendizado - Rascunhos do prof Emilio

Restrito Disponível se: Você faz parte de T-PSI3501-2018201

Repositório - Exemplos de sistemas (aproximadamente 50) para o reconhecimento ou regressão multivariada usando redes neurais, implementados por aluno de graduação em disciplinas do PSI (zipado de 36MB)

O que você deseja fazer com 333-Arquivo com slides de 50 Projetos em PSI2672 2011-2016 (1).zip (35.2 MB)?
De: edisciplinas.usp.br

Abrir Salvar Cancelar

333-Arquivo com slides de 50 Projetos em PSI2672 2011-2016

Início Compartilhar Exibir

Copiar Colar Recortar Copiar caminho Colar atalho Mover para Copiar para Excluir Renomear Nova pasta Novo item Fácil acesso Propriedades Editar Histórico Seleccionar Limpar sele Inverter sele

Área de Transferência Organizar Novo Abrir Seleccionar

« Emilio_2018 » PSI00-3501_2018-comMiguelArjona » StudioFiltrado3501 » 333-Arquivo com slides de 50 Projetos em PSI

Nome	Data de mo...	Tipo	Tamanho
2011-PSI2672 - Apresentacoes finais - 7 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	6.014 KB
2012-PSI2672 - Apresentacoes finais - 6 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	3.428 KB
2013-PSI2672 - Apresentacoes finais - 7 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	2.799 KB
2014-PSI2672 - Apresentacoes finais - 7 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	6.761 KB
2015-PSI2672 - Apresentacoes finais - 12 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	10.561 KB
2016-PSI2672 - Apresentacoes finais - 10 Projetos	08/08/2018 ...	Pasta compactada	6.510 KB
Inventario com Projetos PSI 2672 de 2011 ate 2016	08/08/2018 ...	Adobe Acrobat Docu...	11 KB

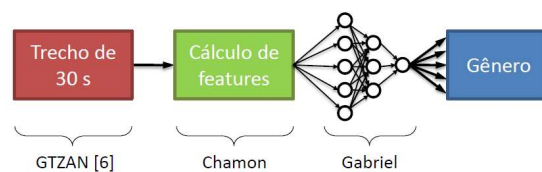
Classificação automática de generos musicais

57

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

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

A SOLUÇÃO



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

projeto de alunos em PSI-2672

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

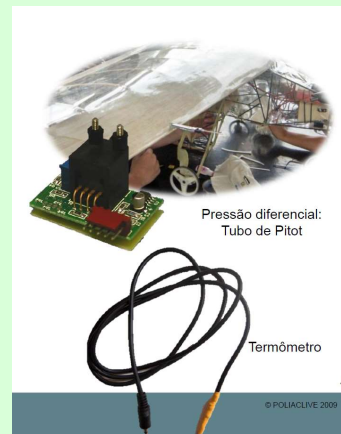
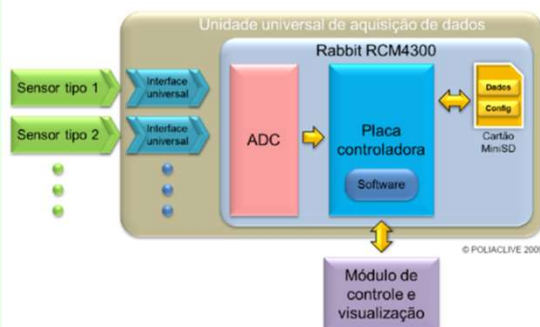
57

Sistema de fusão de sensores: por exemplo pressão e temperatura

58

Introdução

Eletrônica embarcada



projeto de alunos em PSI-2672

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

58

Língua Eletrônica para controle de qualidade alimentar e detecção de substâncias nocivas

59



1. Gordura
2. Proteína
3. Lactose
4. pH

- Sistema com 4 sensores;
- Sistema com 5 frequências diferentes em cada sensor;
 - $4 \times 5 = 20$ entradas para a RNA

projeto de alunos em PSI-2672

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

59

Seguidor do alvo dos olhos na tela do computador

60

Eye-tracker – Definição do problema

"Utilizar técnicas neurais para determinar a posição (x,y) para a qual os olhos do usuário estão apontados na tela"



Coleta de dados



Método semi-automático de coleta de dados:

- Divisão da tela do computador em 25 quadrantes
- Para cada quadrante, tirar 20 fotos do olho (somente do olho, não do rosto todo!) apontando para a posição (com ajuda de software para tirar fotos e salvá-las)

Total de elementos da amostra: 500 fotos

Pré-processamento



projeto de alunos em PSI-2672

60

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

61

O procedimento de detecção do Vazamento

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



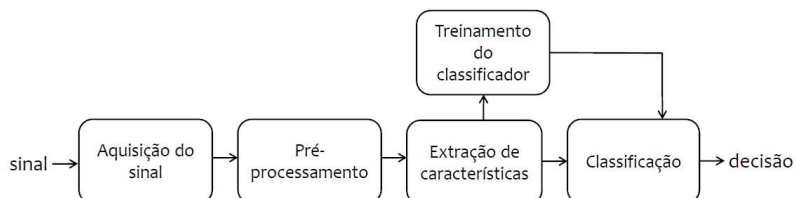
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

61

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

62

Sistema de Detecção de Vazamento

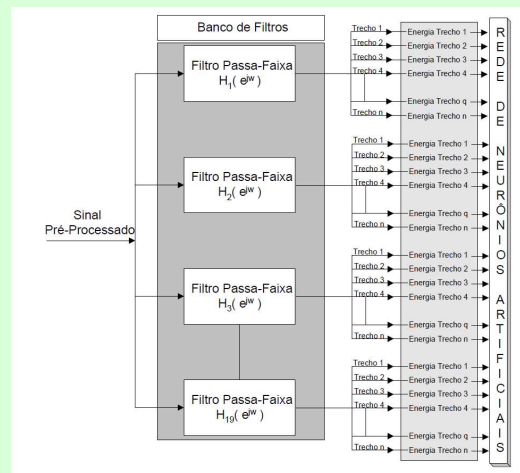


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

62

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

63



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

63

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

64



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

64

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

66

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

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

Biblioteca Digital USP

Teses e Dissertações

Tese de Doutorado

DOI: 10.11606/T.3.2011tda-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

Imprensa: São Paulo, 2011

Orientador: Arjona Ramirez, Miguel (Catálogo USP)

Banco examinadora: Alcarin, Abraham; Del Moral Hernandez, Emilio; Fagundes, Ruben Dutra Ribeiro; Quintenc, Manoel Gomes de

Título em português
Palavras-chave em português
 Extração de parâmetros característicos para detecção acústica de vazamento de água.
 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 microfone eletrônico e também catalogados por técnicos especialistas em detecção acústica. De todos os sinais foram extraídos os modelos de predição linear perceptual de vários ordens, determinando-se como melhor o ordem 2. A partir de um conjunto de modelos de referência de sinais de vazamento, a distância média de itaatura dos outros modelos em relação a estas referências foram calculadas. Em conjunto com estas distâncias, outras características espectrais são também utilizadas do sinal e fim de conjunto 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 obtiveram uma taxa de acerto de classificação em torno de 90%. Experimentos anteriores, utilizando modelos de predição linear, de ordem 10, obtiveram uma taxa de acerto em torno de 62%, isso demonstra que estes novos parâmetros característicos propostos alcançam os objetivos deste trabalho, que são algoritmos com melhor taxa de acerto na detecção de vazamentos.

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

Resumo em inglês
 This work presents a research about feature extraction of acoustic signals for direction of water leak in buried pipes. Acoustic signals were acquired by means of an electronic microphone and also labeled by technicians specialists 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 key ones are used as reference for calculating the itaatura

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

defesa08Abr2011_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011_L... x

Fazer login

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

69

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

63,6%

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

69

70

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

63,6%

Compartilhar

Os Tipos de Vazamentos

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

O diagrama ilustra três tipos de vazamentos em uma superfície horizontal. A superfície é representada por uma linha tracejada no topo. Abaixo dela, há três pontos de vazamento rotulados (a), (b) e (c). (a) Inerentes: mostra um vazamento interno que não se manifesta na superfície. (b) Não Visíveis: mostra um vazamento que se manifesta na superfície, mas não é diretamente visível. (c) Visíveis: mostra um vazamento que se manifesta na superfície e é diretamente visível.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

70

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

71

O procedimento de detecção do Vazamento

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



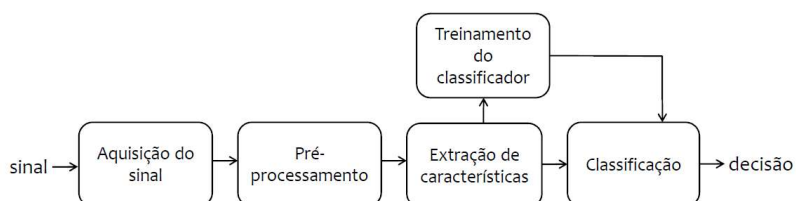
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

71

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

72

Sistema de Detecção de Vazamento



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

72

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

75

defesa08Abr2011_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011_L... x Fazer login

22 / 35 63,6%

Extração no domínio temporal

- * Energia de curto Prazo

$$E_n = \sum_{m=n-M}^n [x(m)w(n-m)]^2$$

- * Taxa de Cruzamento por zero

$$Z_n = \sum_{m=n-M}^n \{ \text{sgn}\{x(m)\} - \text{sgn}\{x(m-1)\} \} w(n-m)$$

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

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

76

defesa08Abr2011_Liselene.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

Início Ferramentas defesa08Abr2011_L... x Fazer login

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

77

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

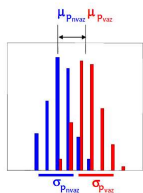
63,6%

Fazer login

Compartilhar

Métodos de avaliação dos parâmetros individuais

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

$$estatística_M = \frac{|\mu_{p_{neg}} - \mu_{p_{pos}}|}{\sigma_{p_{neg}} + \sigma_{p_{pos}}}$$


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

77

78

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

63,6%

Fazer login

Compartilhar

Medidas de desempenho

* Acurácia, Sensibilidade e Especificidade:

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

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

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

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

78

79

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

63.6%

Compartilhar

Pré-Processamento

Pré-processamento

Sub-amostragem Normalização Pré-ênfase Segmentação

$x(n) \downarrow 4$

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

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

79

80

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

63.6%

Compartilhar

Avaliação Individual – sinal original

No ocorrências

Valor do atributo

* Estatística_M= 0.60133

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

80

81

defesa08Abr2011_Liselen.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

30 / 35 63,6%

Fazer login

Compartilhar

Estatística_M geral

Parâmetro característico	original	Pré-ênfase 1	Pré-ênfase 2
Energia de curto prazo	0.22186	0.10927	0.33054
Taxa de cruzamento por zero	0.21189	0.26788	0.82757
Centroide espectral	0.80933	0.80933	0.7599
Largura de espectro	0.83349	0.68455	0.33055
Fluxo espectral	0.89947	0.57221	0.46769
Ponto de roll-off	0.75491	0.76911	0.66372
Taxa de espalhamento	0.39558	0.17837	0.35939
Modelo AR ordem=10			
Dist. máx. Itakura-AR	0.096178	0.24098	0.34357
Dist. méd. Itakura-AR	0.076167	0.23716	0.36817
Dist. máx. espectral-AR	0.02684	0.4211	0.36587
Dist. méd. espectral-AR	0.11491	0.43536	0.4826
Modelo PLP ordem=2			
Dist. máx. Itakura-PLP	0.24388	0.10265	0.13251
Dist. méd. Itakura-PLP	0.826	0.15935	0.83996
Dist. máx. espectral-PLP	0.3382	0.197	0.20062
Dist. méd. espectral-PLP	0.21759	0.31076	0.072005

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

81

82

defesa08Abr2011_Liselen.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda

defesa08Abr2011_L... x

31 / 35 63,6%

Fazer login

Compartilhar

Resultado da classificação Individual

Parâmetro Característico	Sinal Original (%)	Sinal pré-ênfase 1 (%)	Sinal pré-ênfase 2 (%)
Energia de curto prazo	64.8936	64.8936	64.8936
Taxa de cruzamento por zero	64.8936	85.1094	87.234
Centroide espectral	77.6696	89.3617	86.7702
Largura de espectro	89.3617	87.234	91.4894
Fluxo espectral	88.2979	87.234	78.7234
Ponto de roll-off	86.8511	86.7702	87.234
Taxa de espalhamento	68.0851	64.8936	69.1489
Dist. máx. Itakura AR (ordem=10)	72.3404	64.8936	81.9787
Dist. méd. Itakura AR (ordem=10)	71.2766	64.8936	84.0426
Dist. máx. espectral AR (ordem=10)	64.8936	71.2766	69.1489
Dist. méd. espectral AR (ordem=10)	61.7021	64.8936	81.9449
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)	63.8398	65.9574	69.1489

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

82

83

defesa08Abr2011_Liseleno.pdf - Adobe Acrobat Reader DC
Fazer login

Arquivo Editar Visualizar Janela Ajuda
32 / 35 63,6%
Compartilhar

Resultado do classificação em grupo

Parâmetros característicos(1)	Acuracidade(1)	Sensibilidade(1)	Especificidade(1)
1,2,3,4,7	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	94,6809	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	90,9091	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	98,3607
1,2,3,4,10	96,8085	93,9394	98,3607
1,2,3,4,8,9	95,7447	93,9394	96,7213

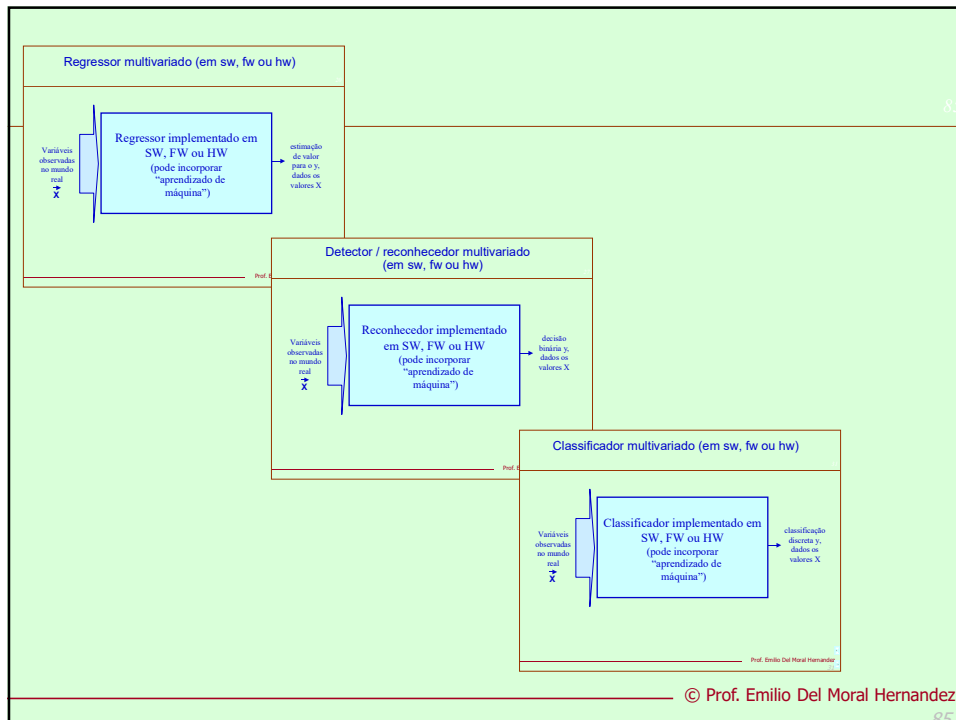
1-Centróide espectral
2-Largura de espectro
3-Fluxo espectral
4-Ponto de roll-off
5-Taxa de espalhamento
6-Dist. máx. Itakura AR
7-Dist. méd. Itakura AR
8-Dist. máx. espectral AR
9-Dist. méd. espectral AR
10-Dist. máx. Itakura PLP
11-Dist. méd. Itakura PLP
12-Dist. máx. espectral PLP
13-Dist. méd. espectral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

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

84

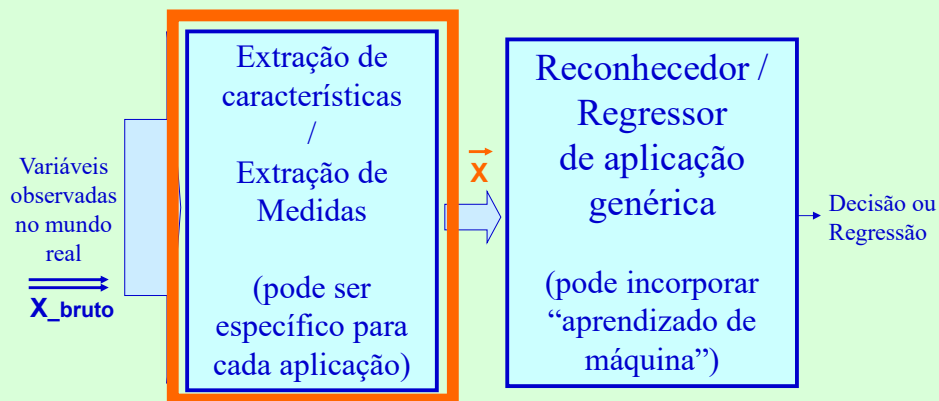
Em vários dos projetos de regressão e reconhecimento realizados (embora não em todos) há a necessidade de uma solução envolvendo dois estágios ... Um primeiro responsável por extração de características / extração de medidas mais relevantes dos objetos “X” brutos, medidas essas normalmente específicas para cada aplicação, e um segundo estágio atuando sobre o vetor com essas diversas medidas, e que emprega alguma técnica para a regressão / identificação de padrões, independente da aplicação, como é o caso de redes neurais artificiais

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez



... O 1o estágio gera um Vetor de Medidas, \vec{X}
(o segundo estágio operará sobre tal vetor)

87



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

87

Alguns exemplos de grandezas componentes dos vetores de medidas X :

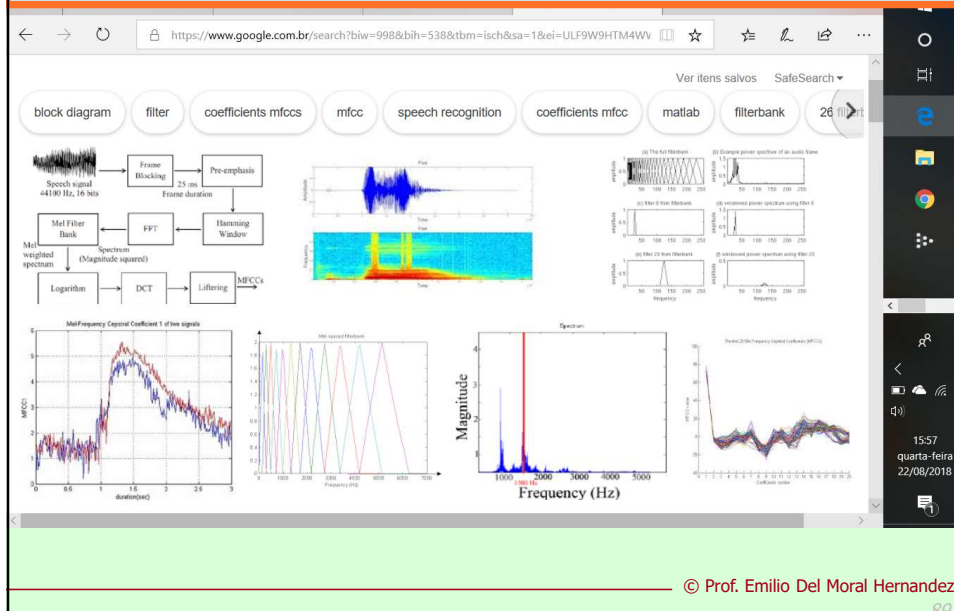
88

- Grandezas macroscópicas como energia do sinal, amplitude, frequência média ...
- Componentes de diversas harmônicas (análise em frequência)
- Componentes de análise tempo-frequência
- Intensidades luminosas ou intensidades em canais de cor (RGB por ex.)
- Histogramas de intensidades
- 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

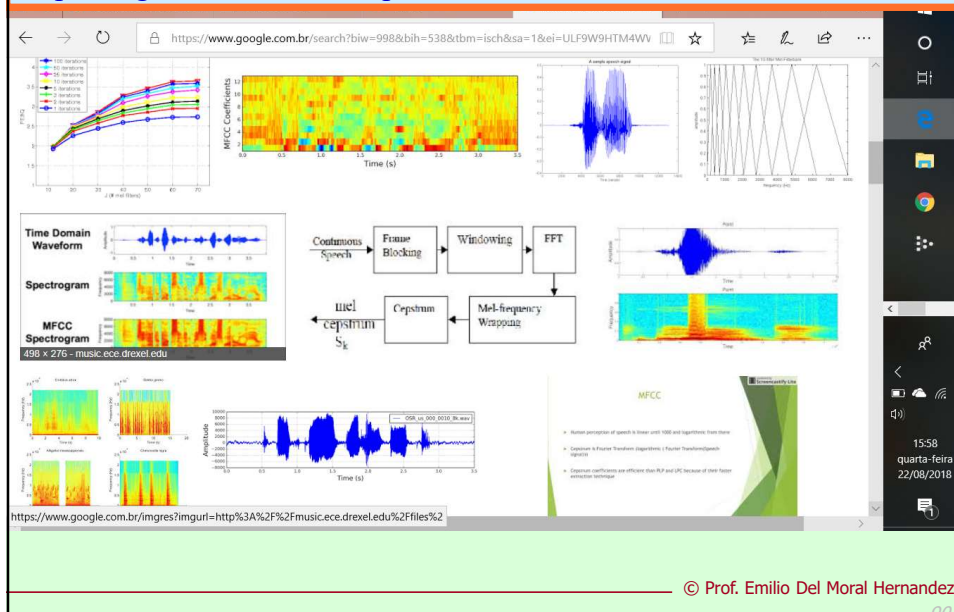
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

88

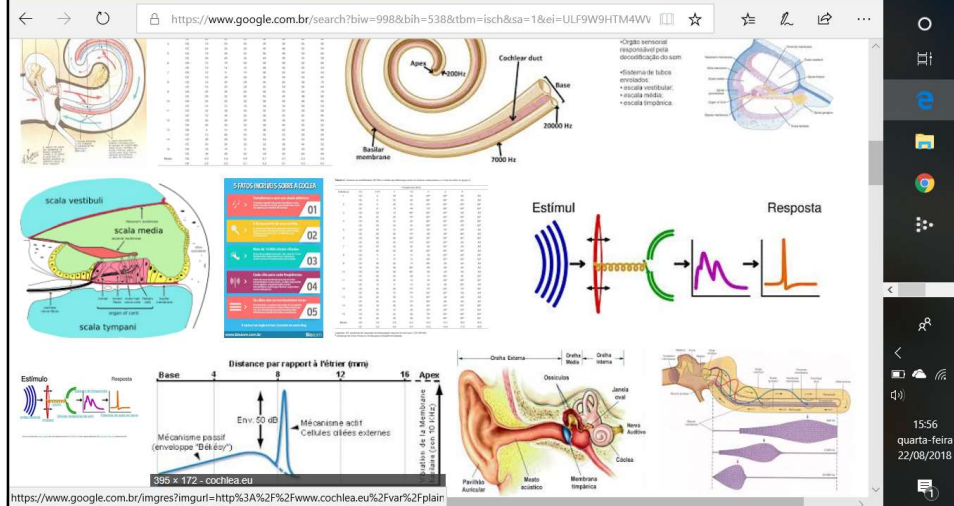
Imagens da internet selecionadas, em buscas Google mirando
Espectrogramas / Análise espectral / Sistema auditivo PSI3501 em 2019



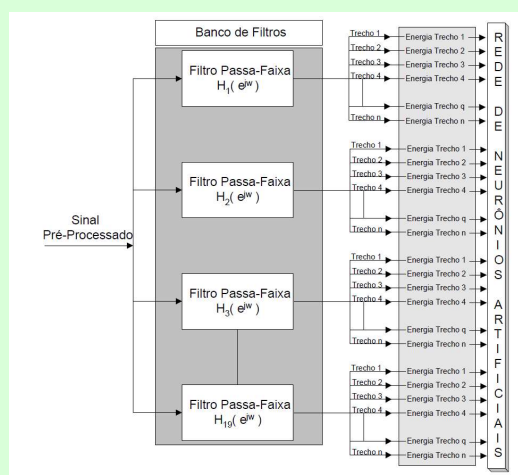
Imagens da internet selecionadas, em buscas Google mirando
Espectrogramas / Análise espectral / Sistema auditivo PSI3501 em 2019



Imagens da internet selecionadas, em buscas Google mirando Espectrogramas / Análise espectral / Sistema auditivo PSI3501 em 2019

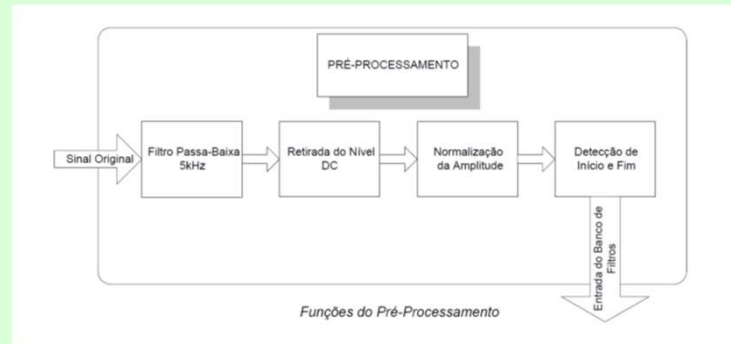


TCC em Reconhecimento de comandos de voz (Daniel e Gabriel) – sobe, desce, esquerda, direita



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

95



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

95

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

96

O procedimento de detecção do Vazamento

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



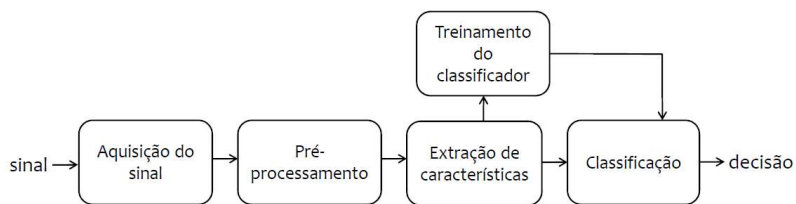
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

96

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

97

Sistema de Detecção de Vazamento

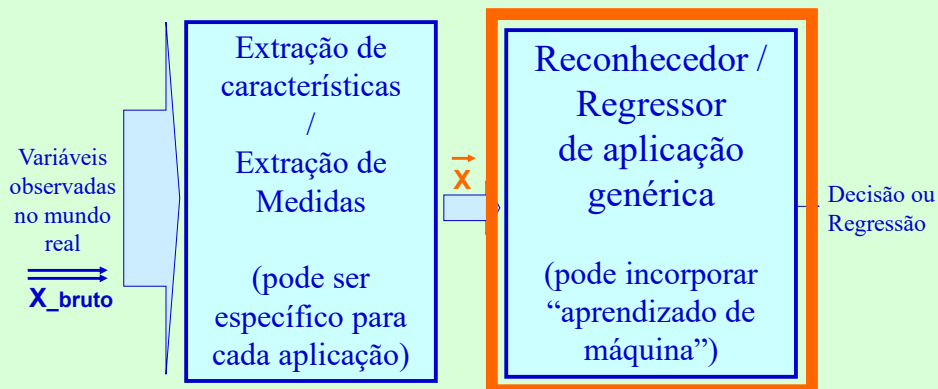


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

97

O segundo estágio opera sobre o Vetor de Medidas, \vec{X} (o 1o estágio gerou tal vetor)

98

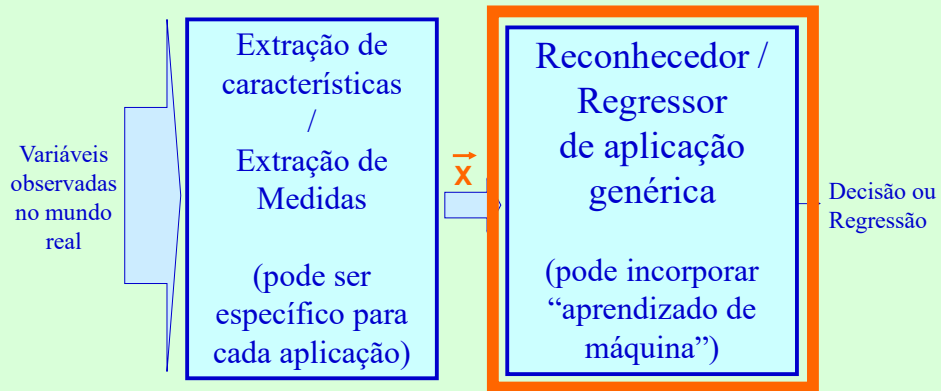


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

98

... possibilidade & conveniência de implementação do
2o estágio **com Redes Neurais**

99



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

99