

Disciplina PSI 3471 – Profs. Emilio e Hae - 2018

- Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes
- Segundas (7:30) e Quartas feiras (9:20)
- Sala B2-09 *(ou da B2-09 p/ sala maior a ser definida)*

- Prof. Emilio Del Moral Hernandez
- emilio@lsi.usp.br
- Prof. Hae Y. Kim
- hae@lps.usp.br

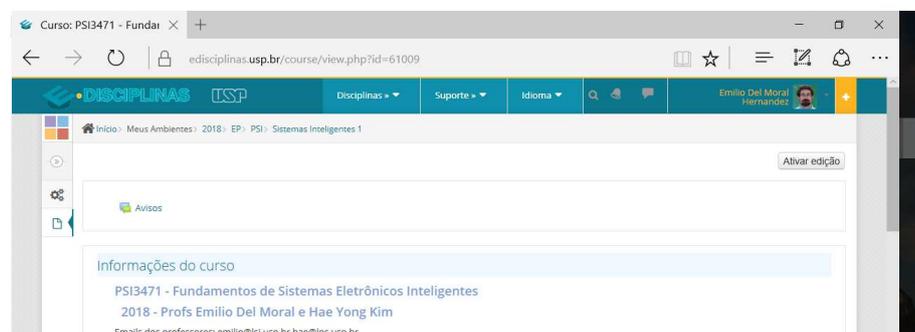
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Extratos do Jupiter e STOA ...

Programa – PSI 3471 – Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes

Aprendizagem de máquina supervisionada, reconhecimento de padrões, classificação e regressão não linear multivariada, com aplicações em voz, imagens e fusão de informação em matrizes de sensores; Conceitos em imagens; Operações com pixels; operações de vizinhança; Transformações geométricas, multiresolução e casamento de padrões; Aplicações de aprendizagem de máquina em visão computacional.

STOA



The screenshot shows a web browser window with the URL edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61009. The page header includes the 'DISCIPLINAS' and 'USP' logos, along with navigation menus for 'Disciplinas', 'Suporte', and 'Idioma'. The main content area displays the course information: 'PSI3471 - Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes' and '2018 - Profs Emilio Del Moral e Hae Yong Kim'. The email addresses of the professors are listed as 'Emails dos professores: emilio@lsi.usp.br hae@lps.usp.br'.

so: PSI3471 - Funda

edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61009#

Informações do curso

PSI3471 - Fundamentos de Sistemas Eletrônicos Inteligentes
 2018 - Profs Emilio Del Moral e Hae Yong Kim
 Email dos professores: emilio@lps.usp.br hae@lps.usp.br
 Ementa do curso: <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?glid=PSI3471>
 Aulas: Sala B2-09

segunda-feira 7:30-9:10	quarta-feira 9:20-11:00
26/02 Emilio	28/02 Emilio
05/03 Emilio	07/03 Emilio
12/03 Emilio	14/03 Emilio
19/03 Emilio	21/03 Emilio
26/03 Semana Santa	28/03 Semana Santa
02/04 Emilio	04/04 Emilio
09/04 Emilio	11/04 Emilio
16/04 Semana de Provas	18/04 Semana de Provas
23/04 Emilio	25/04 Hae
30/04 Recesso dia do trabalho	02/05 Hae
07/05 Hae	09/05 Hae
14/05 Hae	16/05 Hae
21/05 Hae	23/05 Hae
28/05 Hae	30/05 Reposição de 22/06
04/06 Hae	06/06 Hae
11/06 Hae	13/06 Hae
18/06 Semana de Provas	20/06 Semana de Provas
25/06 Semana Sub	27/06 Semana Sub

Critério de nota:
 MFinal = (MP+MEx)/2
 Média das Provas: MP=(P1+P2)/2
 Média dos Exercícios: MEx

Prova substitutiva: somente em caráter excepcional, para quem justificar (no prazo regimental, em formulário entregue na secretaria do PSI com documentação adequada anexada) a falta numa das duas provas (doença, luto, etc).

Curso: PSI3471 - Funda

edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61009

Critério de nota:

MFinal = (MP+MEx)/2
 Média das Provas: MP=(P1+P2)/2
 Média dos Exercícios: MEX

Prova substitutiva: somente em caráter excepcional, para quem justificar (no prazo regimental, em formulário entregue na secretaria do PSI com documentação adequada anexada) a falta numa das duas provas (doença, luto, etc).

Materiais do Prof. Emilio - Parte inicial do curso

Alguns slides de apoio ao início de PSI3471-2018 - Prof EmilioDMH (Spoiler de slides) **ATENÇÃO: Os MATERIAIS DE ESTUDO NÃO SUBSTITUEM a PRESENÇA e as ATIVIDADES em sala de aula!!**

Materiais do prof. Hae - Parte final do curso

Site do prof. Hae: <http://www.lps.usp.br/hae/>

Materiais de apoio às aulas no STOA

ATENÇÃO: leitura destes NÃO substitui participação e atividades em sala de aula!

Materiais do Prof. Emilio - Parte inicial do curso (26/02 a 23/04)

Atenção: A leitura dos materiais de apoio disponibilizados via STOA NÃO Substituem as discussões e o aprendizado que ocorrem com a sua presença nas aulas desta disciplina. Se tiver alguma dúvida sobre a necessidade da sua presença em sala de aula, estou disponível para ajudá-lo a entender; me procure após encerrarmos a nossa próxima aula e conversamos sobre isso.

- 📄 Nova versao estendida - 07 de março - Alguns slides de apoio ao inicio de PSI3471-2018 - Prof EmilioDMH (Spoiler de slides) ATENÇÃO: Os MATERIAIS DE ESTUDO NÃO SUBSTITUEM a PRESENÇA e as ATIVIDADES em sala de aula!
- 📁 Repositório (36Mb) de apresentações finais de PSI2672 (disciplina de 5o ano) nos anos 2011 a 2016 ~ perto de 50 projetos de alunos de 5o ano / Prof Emilio Del Moral Hernandez
- 📄 Breve descrição dos 12 projetos mais recentes de PSI2672 (disciplina de 5o ano), que foram apresentados em 2017
- 📄 Instale o ambiente MBP no seu computador WIndows (instale / use máquina virtual se seu computador for Apple; ou use os computadores da sala C1-10 ou similar)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Tópicos:

- Aprendizagem de máquina supervisionada: redes neurais, classificação por vizinhos mais próximos e técnicas supervisionadas similares.
- Reconhecimento de padrões,
 - classificação e
 - regressão não linear multivariada,
 - com aplicações em voz,
 - imagens e
 - fusão de informação em matrizes de sensores.
- Extração de características de informações complexas (imagens, vídeo, voz, sistemas multissensores, sinais biológicos)
- técnicas de redução de dimensionalidade: análise de componentes principais;
- análise harmônica; análise wavelet;
- ganho de informação.
- Técnicas de avaliação de qualidade:
 - validação cruzada;
 - k-fold cross validation;
 - curvas ROC em sistemas com limiar de decisão variável;
 - matrizes de confusão; sensibilidade e especificidade;
 - medidas de qualidade em regressão não linear multivariada.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

... seguindo (+ tópicos):

- Seleção de características e dimensionamento de reconhedores e regressores para limitação do sobreaprendizado (overfitting).
- Operações com pixels: sistemas de cores; histograma; limiarização.
- Operações de vizinhança: filtro linear; convolução; derivadas; Fourier; correlação cruzada normalizada; "template matching"; morfologia; filtro mediana.
- Transformações geométricas. Multi-resolução: pirâmide e espaço de escala; detecção de objetos robusta a mudança de escala.
- Uso de aprendizagem de máquina em visão computacional (ex: reconhecimento de dígitos manuscritos, projeto automático de filtros).

Bibliografia

[1] Simon Haykin, "Redes Neurais: Princípios e Práticas", Bookman, 2001. [2] Simon Haykin, "Neural Networks and Learning Machines," Prentice Hall 2008. [3] R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork. "Pattern Classification", Wiley, 2001. [4] Cesare Alippi, "Intelligence for Embedded Systems, a Methodological Approach", Springer 2014. [5] André Fábio Kohn, "Reconhecimento de Padrões: uma Abordagem Estatística", Edição PEE/USP, 1998. [6] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Digital Image Processing, Second Edition," Prentice-Hall, 2002. [7] G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV - Computer Vision with the OpenCV Library," O'Reilly, 2008. [8] Richard Szeliski, "Computer Vision: Algorithms and Applications," (Texts in Computer Science), Springer, 2010.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

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

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: www.lsi.usp.br/ICONE



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

... algumas outras disciplinas PSI em sistemas eletrônicos inteligentes ou fortemente relacionadas

19

PSI3472
Conc. E Impl.
eletiva no 2º
Semestre
do 4º ano

PSI3571
Rec. Padrões e
Intel. Comput.
eletiva no
5º ano

PSI3471
(fundamentos)

PSI3422
Lab. de Sist.
Eletrônicos
2º sem 4º

... E também:

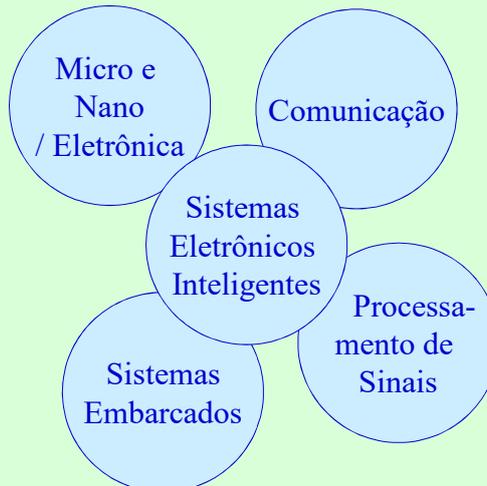
- Disciplinas em imagens eletivas de 5º ano
- Disc. em Proc. de Voz – eletiva do 5º
- Disc. em filtragem adaptativa de 4º e 5º
- Disc. em embarcados eletrivas de 4º e 5º
- Disc optativa em Sistemas Cognitivos
- Outras ...

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

19

... Relação com as demais linhas formativas da ênfase Eletrônica e Sistemas

20



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

20

Alguns dos focos / classes específicas de aplicação que são alvos do curso

21

- 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

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

21

Minha conexão com as temáticas deste curso

22

- 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 (www.lsi.usp.br/ICONE)
- IEEE Computational Intelligence Society (congressos e periódicos)

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

22

Um hipotético universo de variáveis inter-dependentes, passível de modelagem/ens

23

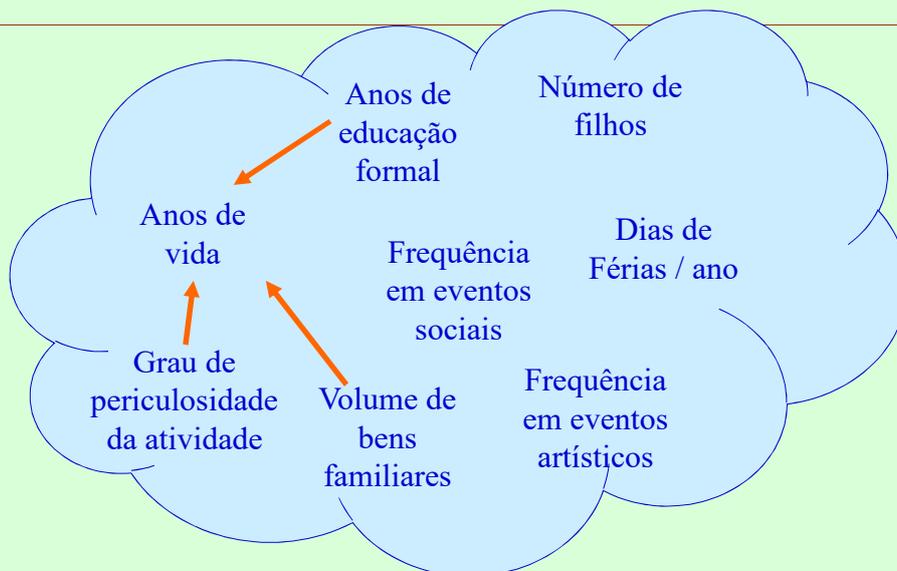


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

23

Um hipotético universo de variáveis inter-dependentes, passível de modelagem/ens

24

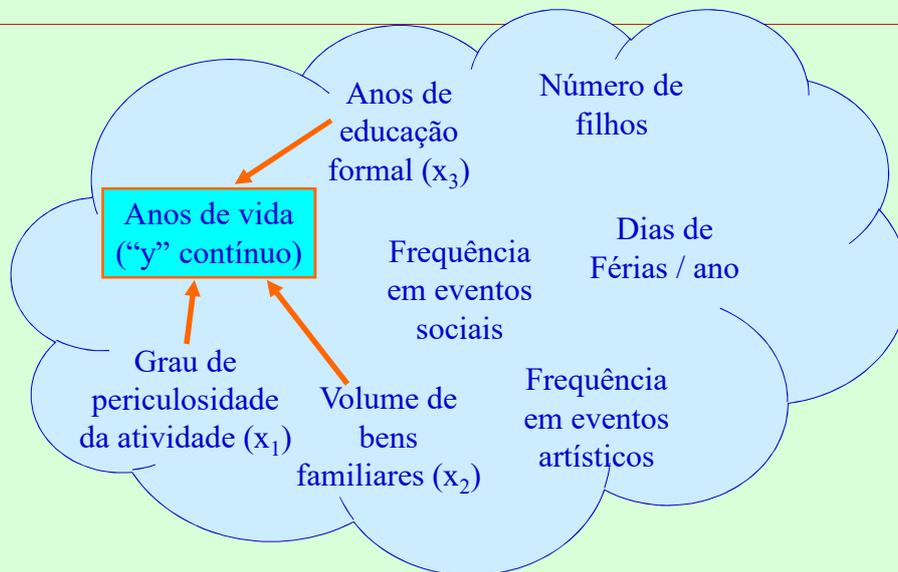


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

24

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

25

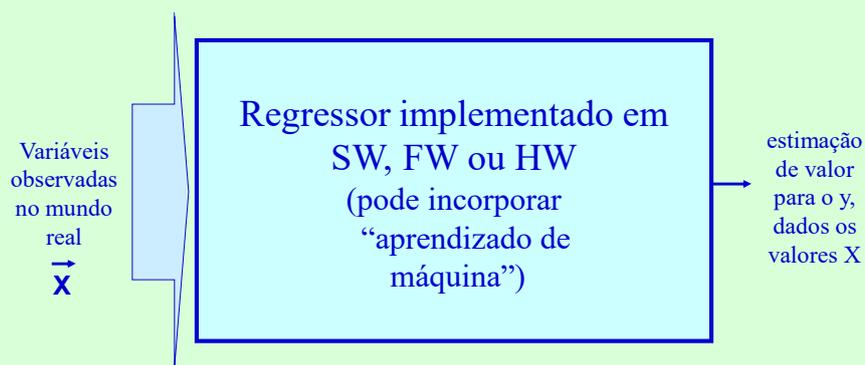


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

25

Regressor multivariado (em sw, fw ou hw)

26



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

26

Algumas possibilidades para regressão linear sobre dados empíricos do universo de valores (x_1, x_2, x_3, y)

- Modelagem por reta média (considerando por exemplo unicamente a variável x_1 como impactante significativo em y)
- Modelagem por plano médio (considerando x_1 e x_2)
- Modelagem por hiperplano médio (x_1, x_2 e x_3)

Discutamos em lousa alguma formulação matemática ...

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

Vamos pensar em nossos próprios desafios de regressão multivariada (com, digamos ao menos 3 variáveis de “entrada” no modelo) para a previsão / estimação de alguma grandeza relevante?
Façamos isto no contexto de Eletrônica / Sistemas / Sua ênfase.

**HOUVE ATIVIDADE EM SALA,
COM DEBATE COM COLEGAS
E ENTREGA ESCRITA**

Relembrando as duas classes de aplicação alvo a serem abordadas no curso

29

- Regressão multivariada (linear e não linear)
- Reconhecimento automático de padrões ...

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

29

30

Passemos a elaborar agora uma situação hipotética de reconhecimento de padrões (y discreto), em lugar de regressão multivariada (y contínuo) ...

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

30

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

31



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

31

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

32

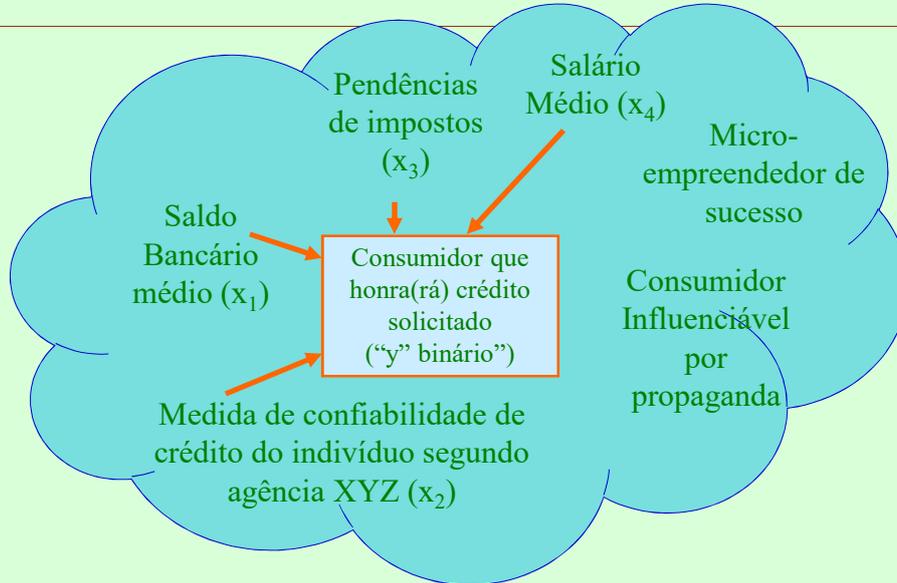


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

32

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

33

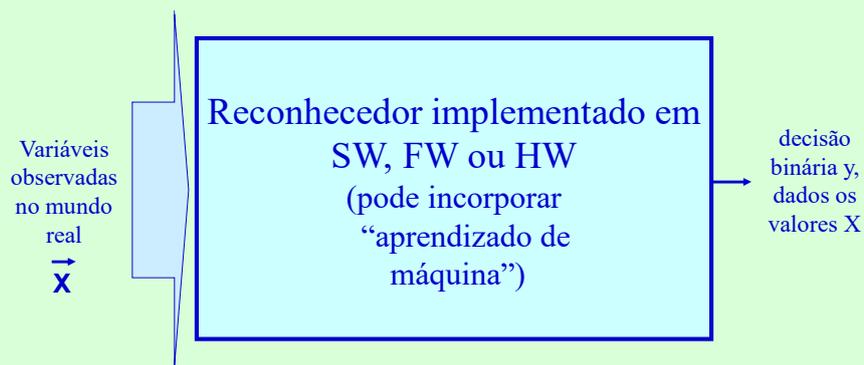


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

33

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

34



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

34

Abrindo o leque de aplicações alvo a serem abordadas no curso

35

- Regressão multivariada (linear e não linear)
- Reconhecimento automático de padrões ...
 - Detecção de padrões relevantes: reconhecimento binário
 - Reconhecimento multiclases

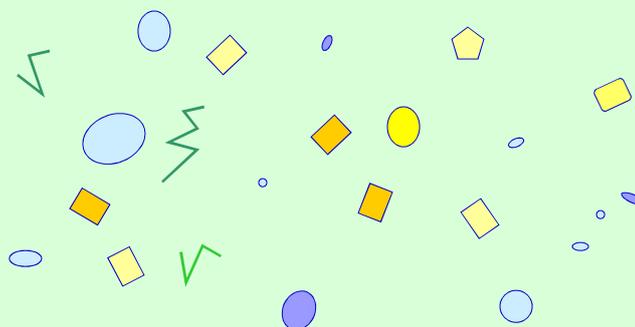
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

35

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

36

Universo de objetos observados ...



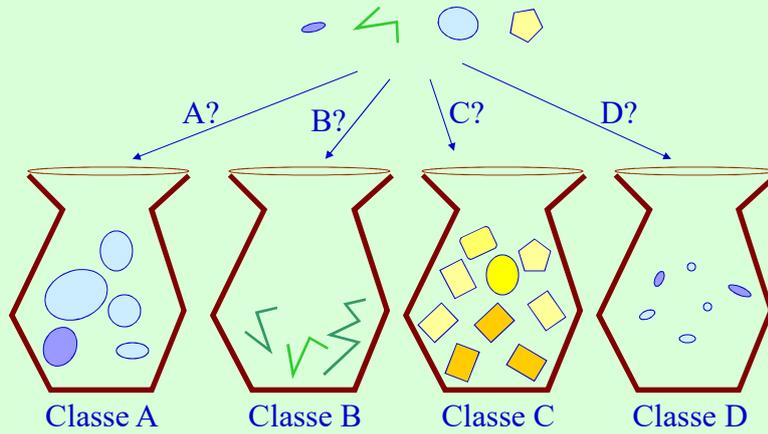
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

36

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

38

Um dado objeto específico observado é de que tipo ?

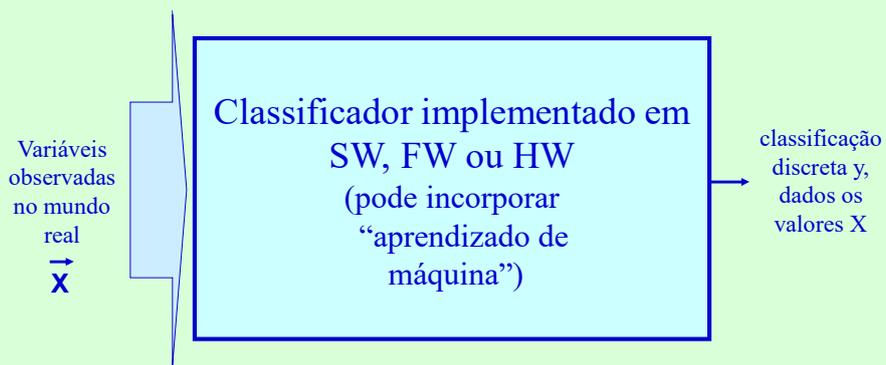


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

38

Classificador multivariado (em sw, fw ou hw)

40



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

40

Um hipotético universo de variáveis interdependentes, passível de modelagem/ens

41

Vamos pensar em nossos próprios desafios de reconhecimento multivariado (com, digamos ao menos 3 variáveis de entrada no modelo) para uma classificação / reconhecimento / categorização automática relevante?

Façamos isto no contexto de Eletrônica & Sistemas / Sua ênfase.

**HOUVE ATIVIDADE EM SALA,
COM DEBATE COM COLEGAS
E ENTREGA ESCRITA**

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

41

Concluindo com um 3º item e entregando a atividade criativa ...
Registrar adequadamente em A4 as duas propostas (regressor e reconhecedor) e em 3º item formalizar uma ideia possível para seu TCC envolvendo regressão multivariada e/ou reconhecimento de padrões multivariado

**HOUVE ATIVIDADE EM SALA,
COM DEBATE COM COLEGAS
E ENTREGA ESCRITA**

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

42

Lembrete – o STOA PSI3471 cresce a cada aula ...

44

Curso: PSI3471 - Funda x PSI2672-2017101: Lista de l Multiple Back-Propagat Systems Inteligentes 1: Cor +

disciplinas.usp.br/course/view.php?id=61009

Materiais do Prof. Emilio - Parte inicial do curso (26/02 a 23/04)

Atenção: A leitura dos materiais de apoio disponibilizado via STOA **NÃO Substituem as discussões e o aprendizado que ocorrem com a sua presença nas aulas desta disciplina**. Se tiver alguma dúvida sobre a necessidade da sua presença em sala de aula, estou disponível para ajudá-lo a entender; me procure após encerrarmos a nossa próxima aula e conversamos sobre isso.

- Alguns slides de apoio ao início de PSI3471-2018 - Prof EmilioDMH (Spoiler de slides) ATENÇÃO: Os MATERIAIS DE ESTUDO NÃO SUBSTITUEM a PRESENÇA e as ATIVIDADES em sala de aula!!
- Repositório (36Mb) de apresentações finais de PSI2672 (disciplina de 5o ano) nos anos 2011 a 2016 – perto de 50 projetos de alunos de 5o ano / Prof Emilio Del Moral Hernandez
- Breve descrição dos 12 projetos mais recentes de PSI2672 (disciplina de 5o ano), que foram apresentados em 2017
- Instale o ambiente MBP no seu computador Windows (instale / use máquina virtual se seu computador for Apple; ou use os computadores da sala C1-10 ou similar)

Diversos adicionais referentes às temáticas até P1 - inclui contribuições de colegas de sala!

- Contribuição de Lucas Ribeiro - Ambiente de ilustração / exercício identificado por colega de sala de aula de PSI3471

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

Salvar Salvar como Cancelar

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

44

Inventário de Projetos Desenvolvidos em PSI 2672 - Práticas em Reconhecimento de Padrões, Modelagem e Neurocomputação, nas 6 turmas de 2011 a 2016 prof. Emilio Del Moral Hernandez

45

Ano 2016

- Cancelador ativo de ruído
- Classificação de fibrilação atrial a partir de eletrocardiograma
- Classificador de movimentos a partir de acelerômetro vestível
- Estimador de Valor de Ações (Flutuações Financeiras e Predição)
- Estimador de desempenho em redação (desempenho escolar)
- Medidor da qualidade da água
- Reconhecedor de dígitos de placas de veículos
- Reconhecedor de imagens de frutas
- Rec. da intenção de mover a mão direita e a esquerda a partir de sinais cerebrais

Ano 2015

- Estimador do valor de fechamento das ações da Petrobras
- Classificador de instrumentos musicais
- Regressor embarcado para ventilação inteligente
- Solar Power Production Estimation (Software for a Smart Metering device)
- Reconhecedor de Objetos em Imagens Digitais
- Reconhecimento de Folhas a Partir de Fotos com Fundo Branco
- Benchmark de CPUs: um regressor multivariado de desempenho
- Reconhecedor de caracteres: um classificador de padrões
- Reconhecedor de acordes musicais: um classificador de padrões
- Deteção de Fraudes em Compras no Cartão
- Padrões nos Sobreviventes e Vítimas do Titanic
- Estimador de pigmentos para tintas a partir de uma amostra

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

45

Ano 2014	<ul style="list-style-type: none"> Identificador de sistema dinâmico Previsor Futebolístico Eye tracker Reconhecimento de placas de automóveis Reconhecimento de padrões de consumo em aparelhos aplicado a Smart Grids Estimativa de preços de carros Classificador de cogumelos venenosos
Ano 2013	<ul style="list-style-type: none"> Classificação de sinais de EEG e relação com epilepsia Estimador de consumo de eletricidade residencial Análise Sentimental de notícias Identificação de um Pixel Isolado em uma Imagem Simples Preditor de sobrevivência em pacientes Cardíacos Estimador do grau do mal de Parkinson Classificador de idiomas
Ano 2012	<ul style="list-style-type: none"> Classificação da Qualidade do Leite Estimador de PH para amostras de vinho Previsão de Ações na Bolsa de Valores (reconhecedor de padrões) Previsão de Ações na Bolsa de Valores (estimador) Reconhecedor de Combustível Adulterado
Ano 2011	<ul style="list-style-type: none"> Classificação em Gêneros Musicais Estimador de Correção do Erro de um Sensor de Pressão Diferencial Análise da qualidade de vinhos baseado em características físico-químicas Sistema de reconhecimento de Placas de Trânsito Reconhecedor de Alcoolismo e Sinais Cerebrais Língua eletrônica para a determinação de propriedades do leite

Lembrete – o STOA PSI3471 cresce a cada aula ...

47

Curso: PSI3471 - Fundamen PSI2672-2017101: Lista Multiple Back-Propagation Sistemas Inteligentes 1: Cor

disciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=1835195

DISCIPLINAS USP Apoio às disciplinas da USP Acesso Senha USP

Início > Ambientes > 2017 > EP > PSI > PSI2672-2017101 > Projetos Finais de PSI2672 em 2017 > Lista de Projetos Finais de PSI2672 realizados em ...

Lista de Projetos Finais de PSI2672 realizados em grupo, em 2017

Lista de Projetos Finais de PSI2672 realizados em grupo, em 2017 - Apresentações ocorrem nos dias 21 de junho (Grupo 1 e mais algum outro que decida antecipar) e 28 de junho (demais grupos), na B2-09 às 15:30 hs; ao final da lista, há + detalhes para alguns dos 12 projetos

Dois Projetos do Grupo 1:

(Carlos Grivol, Carlos Prete, Gabriel Crabbé, Tiago Azevedo)

- Regressor multivariado: CIDADE LISA - Sistema automático de detecção de irregularidades nas vias usando smartphones
- Reconhecedor de padrões: ABCIS - Automatic Brazilian Coin Identification System

Dois Projetos do Grupo 2:

(Felipe Y., Alan, Felipe La Regina, Saint Clair Bernardes)

- Regressor multivariado: Previsor de taxa de acertos de questões de Matemática e Física de vestibular
- Reconhecedor de padrões: Analisador da qualidade do ar embasado nos níveis de concentração de gás carbônico, ozônio monóxido de carbono, temperatura, umidade e dióxido de nitrogênio.

<https://disciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=1835195>

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

07:31
quarta-feira
07/03/2018

47

Lembrete – o STOA PSI3471 cresce a cada aula ...

48

Curso: PSI3471 - Fundamer | PSI2672-2017101: Lista de I | Multiple Back-Propagation | Sistemas Inteligentes 1: x +

disciplinas.usp.br/mod/page/view.php?id=2282074

DISCIPLINAS USP Apoio às disciplinas da USP Acesso Senha USP

Início > Ambientes > 2018 > EP > PSI > Sistemas Inteligentes 1 > Diversos adicionais referentes às temáticas até P1... > Contribuição de Lucas Ribeiro - Ambiente de ilustr...

Contribuição de Lucas Ribeiro - Ambiente de ilustração / exercício identificado por colega de sala de aula de PSI3471

Contribuição voluntária de Lucas Ribeiro:

segue o link para a Teachable Machine:

<https://teachablemachine.withgoogle.com/>

Descrição:

Página com demonstração de reconhecimento de padrões em imagens utilizando aprendizado de máquina. É muito simples de usar: não é necessário programar nem instalar nada, e a própria página contém um tutorial e explicações extras.

--
Lucas R.
Última atualização: terça, 6 Mar 2018, 21:19

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

48

Lembrete – o STOA PSI3471 cresce a cada aula ...

49

Curso: PSI3471 - Fundamer | PSI2672-2017101: Lista de I | Multiple Back-Propagat | Sistemas Inteligentes 1: Cor +

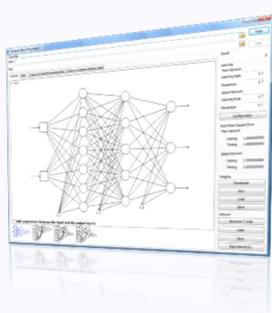
mbp.sourceforge.net/tutorial.html

Multiple Back-Propagation

About Screenshots Download **Tutorial** News Papers Develop/Contact

TUTORIAL

1. Introduction (includes the MBP Algorithm)
2. Creating the training and the test datasets
3. Defining the topology of the neural networks
4. Configuring the activation functions of the neurons
5. Defining the neural network learning configuration
6. Training a neural network - Part I (regression)
7. Training a neural network - Part II (classification)
8. Copying data and graphics
9. Initialize, view, save and load the neural network weights
10. Load and save a neural network
11. Generate C code from a trained neural network
12. Analyzing the input sensitivity of a neural network



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

49

Relembrando duas classes de aplicação alvo a abordadas no curso e iniciando a solução com técnicas LINEARES “(+-)”

50

- Regressores multivariados **lineares** e não lineares
- Reconhecimento automático de padrões ...
- / discriminadores (ou identificadores)

lineares e não lineares

aparte formal ... Linear / Afim

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

50

aparte formal ... Linear / Afim, a rigor são diferentes

51

The screenshot shows a browser window with the URL pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%A3o_afim. The page title is "Função afim". The main text explains that an affine function is a linear transformation followed by a translation, represented as $f(x) = ax + b$. It includes a diagram showing a line segment being translated and a graph of a linear function $f(x) = ax + b$.

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

51

aparte formal ... Linear / Afim, a rigor são diferentes

52

Função linear

Uma função linear é um caso particular da função afim onde $a \neq 0$ e $b = 0$, sendo, portanto, expressa como:

$$f(x) = ax.$$

Veja na figura ao lado um exemplo de gráfico de função linear.

Um caso específico da função linear é a função identidade, onde $a = 1$. Logo a função identidade é expressa como:

$$f(x) = x.$$

Observe na figura ao lado um exemplo de gráfico de função identidade.

Função linear e proporcionalidade

Uma das principais aplicações da função linear é a relação de proporção existente entre os elementos do domínio e da imagem, pois observamos que conforme variam os elementos do domínio, suas respectivas imagens variam na mesma proporção, sendo essa proporção o coeficiente angular da função, nesse caso chamado de taxa de variação.

Assim, seja a função linear $f(x) = ax$, vemos que o conjunto dos pontos que representa a reta dessa função são os pontos do tipo (x, ax) , onde a é a razão entre y e x .

Essa relação será diretamente proporcional se a função for crescente e inversamente proporcional se a função for decrescente.

Crescimento ou decréscimo

Uma função afim pode ser crescente, decrescente, dependendo do valor do coeficiente angular. Uma função pode ainda ser constante, se $a=0$ e aí ela terá grau 0.

Crescente

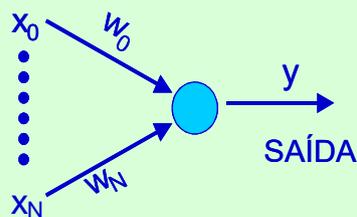
Uma função afim é crescente quando seu coeficiente angular for positivo, ou seja, $a > 0$.

Demonstração:

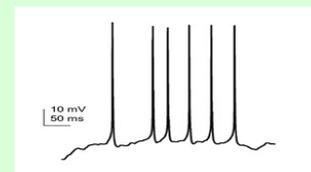
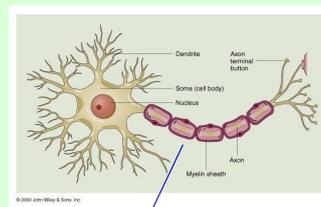
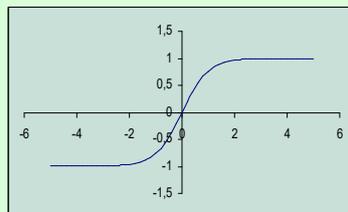
Por definição, dizemos que uma função $f: A \rightarrow B$ definida por $y = f(x)$ é crescente no conjunto $A_1 \subset A$ se, para dois valores quaisquer x_1 e x_2 pertencentes a A_1 , com $x_1 < x_2$, tivermos $f(x_1) < f(x_2)$.

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

53



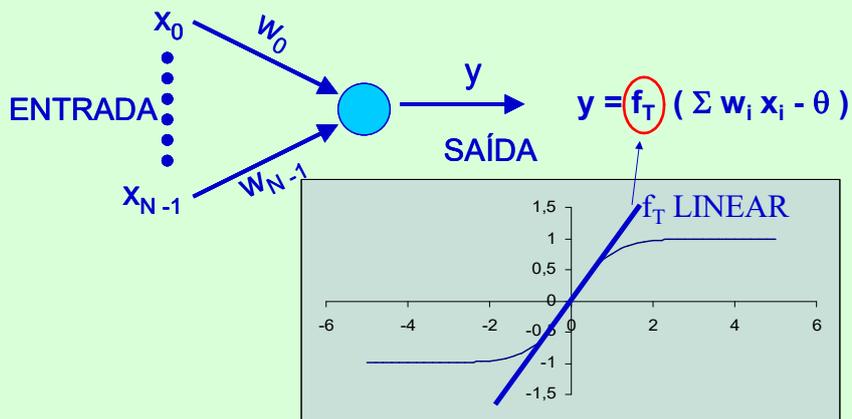
$$y = \text{tgh} (\sum w_i x_i)$$



53

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

54

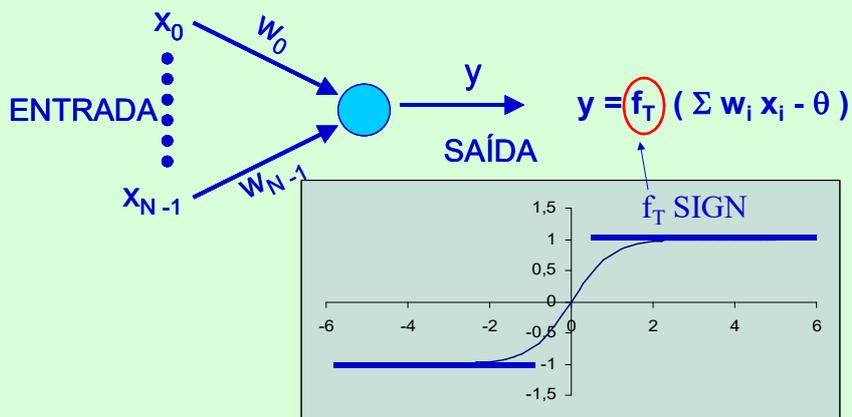


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

54

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

55

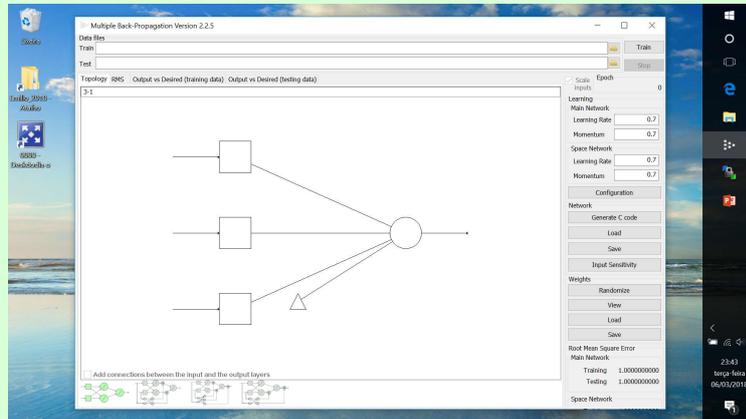


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

55

Instale o MBP e digite "3-1" no campo Topology

56

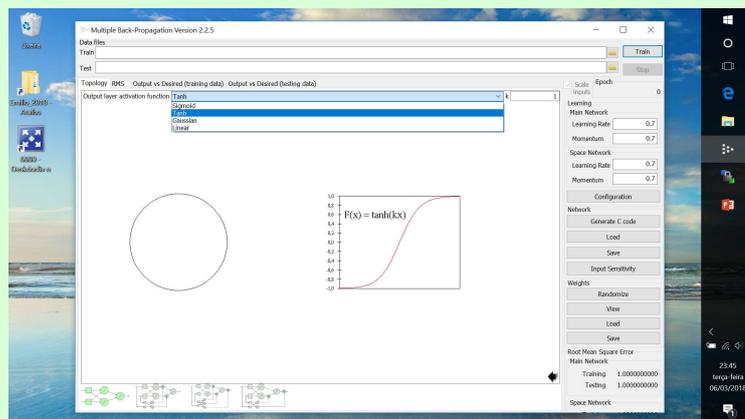


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

56

Depois escolha a função de ativação do nó neural

57



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

57

Redes Neurais Artificiais

59

São: sistemas computacionais, de implementação em hardware ou software, que imitam as habilidades computacionais do sistema nervoso biológico, usando um grande número de processadores simples (neurônios artificiais) e interconectados entre si.

Emprestam da biologia:

- A estrutura de processamento microscópico (processamento de informação de neurônios individuais)
- Em algum grau, aspectos da organização de redes neurais biológicas – como os neurônios se interligam
- O aprendizado através de exemplos (através de casos)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

59

Uma rede neural com 3 nós neurais ...

60

The screenshot shows the Multiple Back-Propagation Version 2.2.4 software interface. The main window displays a neural network diagram with 3 input nodes (squares), 2 hidden nodes (circles), and 1 output node (circle). The interface includes a menu bar, a toolbar with 'Train' and 'Stop' buttons, and a right-hand panel with configuration options for Learning (Main Network, Space Network) and Weights. The status bar at the bottom shows 'Root Mean Square Error' for both Main and Space Networks.

Network	Training	Testing
Main Network	1.0000000000	1.0000000000
Space Network	1.0000000000	1.0000000000

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

60

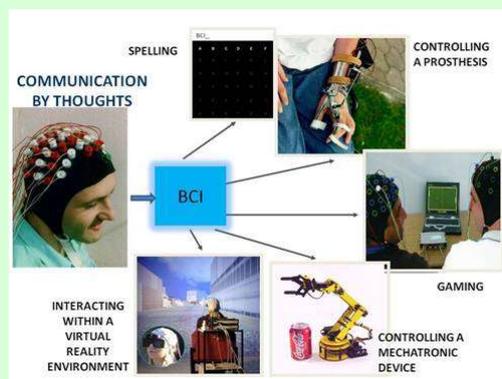
Alguns exemplos de sistemas de reconhecimento e de regressão multivariada, com os quais tive contato e que empregaram redes neurais e técnicas relacionadas

19

PSI2672 – Rec Padrões, Modelagem, Redes Neurais – Prof. Emilio Del Moral Hernandez – © 2016

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

65

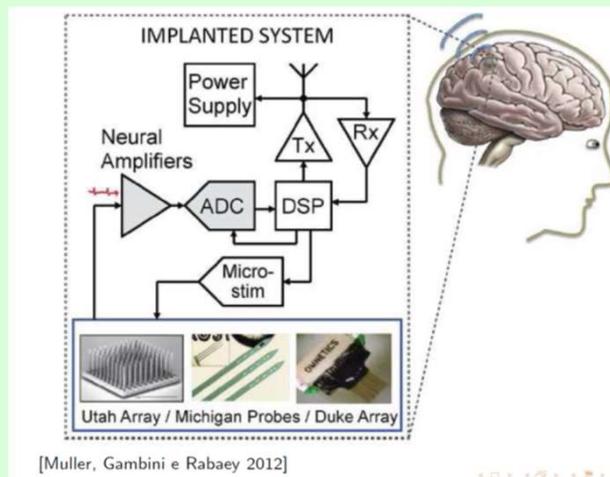


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

65

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

66



Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

66

Sistemas Implantáveis de Registro Neural e BCIs

67

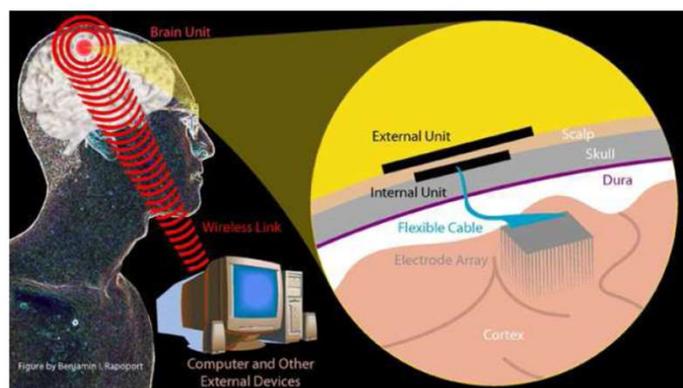


Figura 1: Imagem extraída do site do pesquisador Benjamin I. Rapoport

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

67

Sistemas Implantáveis de Registro Neural e BCIs

69

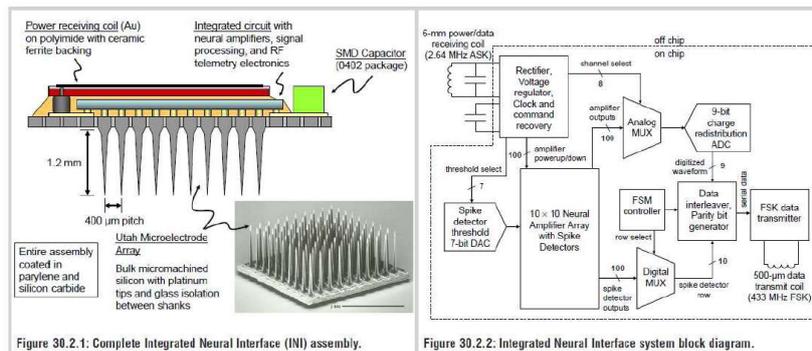


Figure 30.2.1: Complete Integrated Neural Interface (INI) assembly.

Figure 30.2.2: Integrated Neural Interface system block diagram.

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

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

69

Brain Computer Interfaces

70

Separação de impulsos elétricos ou Spike Sorting

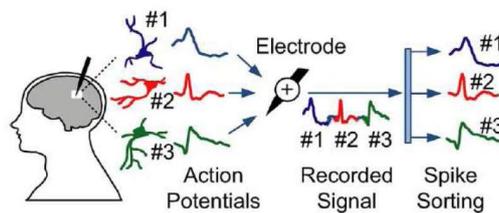


Figura 6: Extraída do artigo [Karkare, Gibson e Markovic 2013] (JSSC, Set. 2013)

Slide - Contribuição de Julio Cesar Saldaña - EPUSP

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

70

*Alguns exemplos de projetos de 5º ano em PSI2672 da EC2 de anos anteriores (2011 a 2016);
No 5o ano da EC3, temos atividades de projeto similares na eletiva PSI3571.*

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

PSI 2672 - Práticas em Reconhecimento de Padrões, Modelagem e Neurocomputação [jupyter](#)

material
bibliografia
exemplos
2011

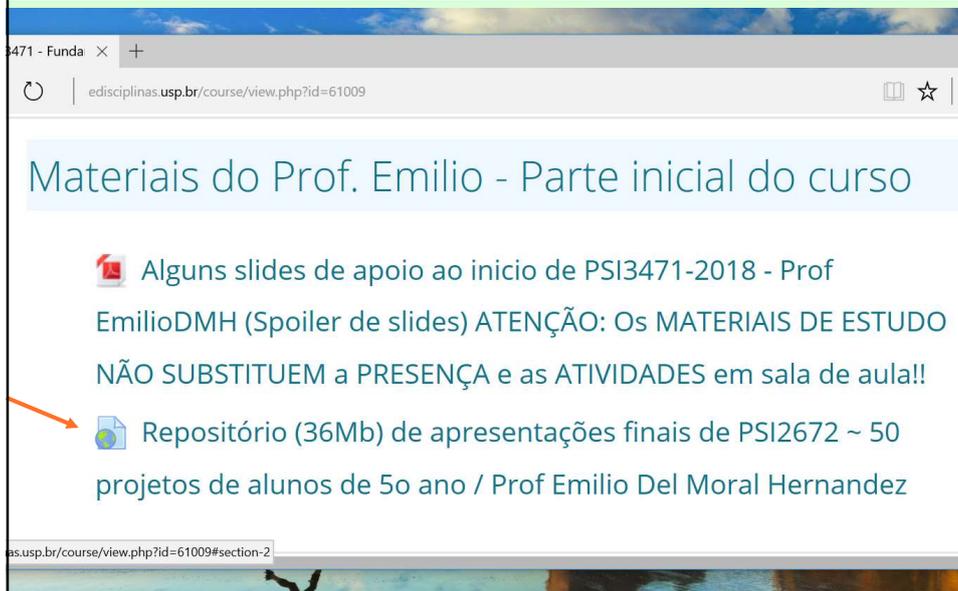
Projetos finais:

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_rna_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](#)

Lembrete – o STOA PSI3471 cresce a cada aula ...

73



A screenshot of a web browser showing a course page. The address bar displays "edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=61009". The page title is "Materiais do Prof. Emilio - Parte inicial do curso". The main content includes two items: a document icon with the text "Alguns slides de apoio ao inicio de PSI3471-2018 - Prof EmilioDMH (Spoiler de slides) ATENÇÃO: Os MATERIAIS DE ESTUDO NÃO SUBSTITUEM a PRESENÇA e as ATIVIDADES em sala de aula!!" and a folder icon with the text "Repositório (36Mb) de apresentações finais de PSI2672 ~ 50 projetos de alunos de 5o ano / Prof Emilio Del Moral Hernandez". An orange arrow points to the folder icon. The browser's address bar at the bottom shows "as.usp.br/course/view.php?id=61009#section-2".

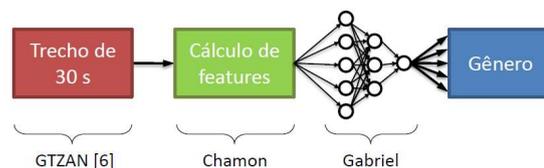
Classificação automática de generos musicais

74

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

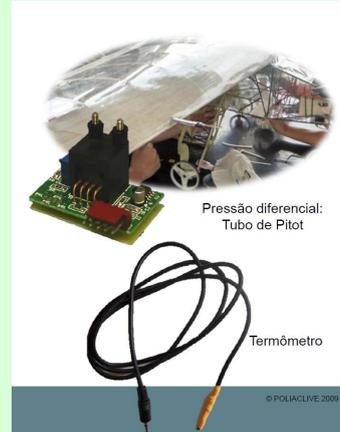
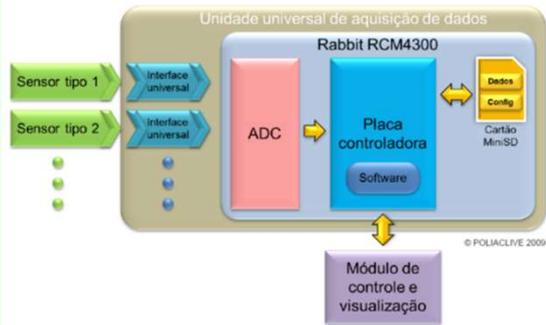
74

Sistema de fusão de sensores: por exemplo pressão e temperatura

75

Introdução

Eletrônica embarcada



Pressão diferencial:
Tubo de Pitot

Termômetro

4

© POLIACLIVE 2009

projeto de alunos em PSI-2672

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

75

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

76



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

76

Seguidor do alvo dos olhos na tela do computador

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:

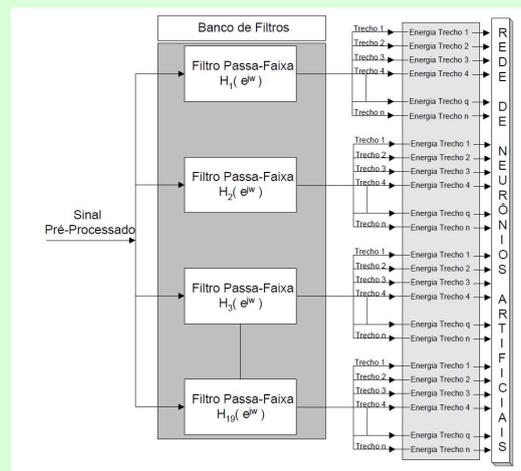
- Divisão da tela do computador em 25 quadrantes
- Para cada quadrante, tirar 20 fotos do olho (somente do olho, não do rosto todo) apontando para a posição (com ajuda de software para tirar fotos e salvá-las)

Total de elementos da amostra: 500 fotos



projeto de alunos em PSI-2672

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



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

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

79

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

79

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

87

O procedimento de detecção do Vazamento

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



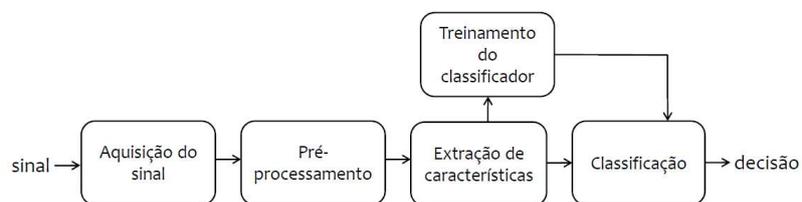
© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

87

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

82

Sistema de Detecção de Vazamento



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

82

Regressor multivariado (em sw, fw ou hw)

Variáveis observadas no mundo real \vec{x}

Regressor implementado em SW, FW ou HW (pode incorporar "aprendizado de máquina")

estimação de valor para x_i y, dados os valores X

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

Variáveis observadas no mundo real \vec{x}

Reconecedor implementado em SW, FW ou HW (pode incorporar "aprendizado de máquina")

decisão binária y, dados os valores X

Classificador multivariado (em sw, fw ou hw)

Variáveis observadas no mundo real \vec{x}

Classificador implementado em SW, FW ou HW (pode incorporar "aprendizado de máquina")

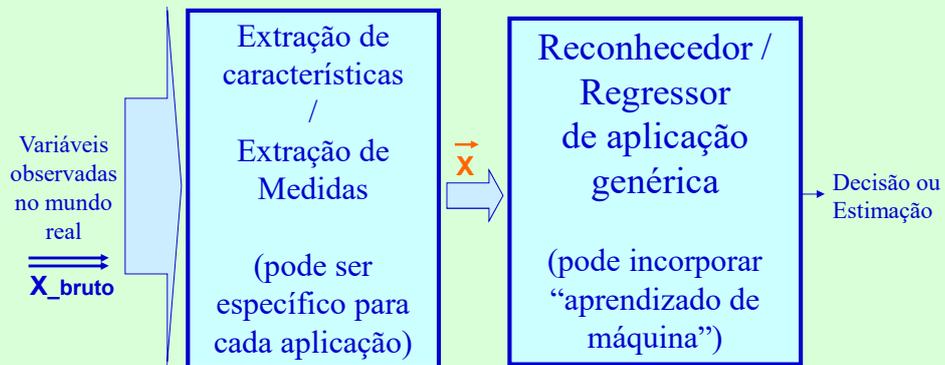
classificação discreta y, dados os valores X

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

83

Elaborando uma Solução em dois estágios

84

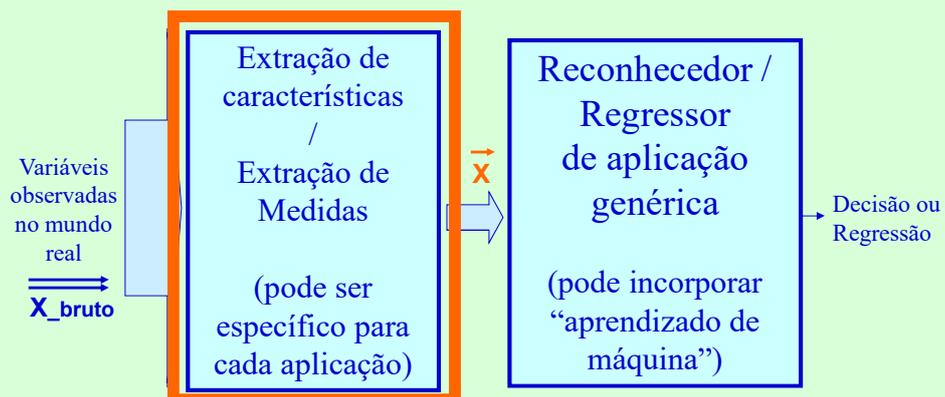


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

84

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

86



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

86

Alguns exemplos de grandezas componentes dos vetores de medidas X:

87

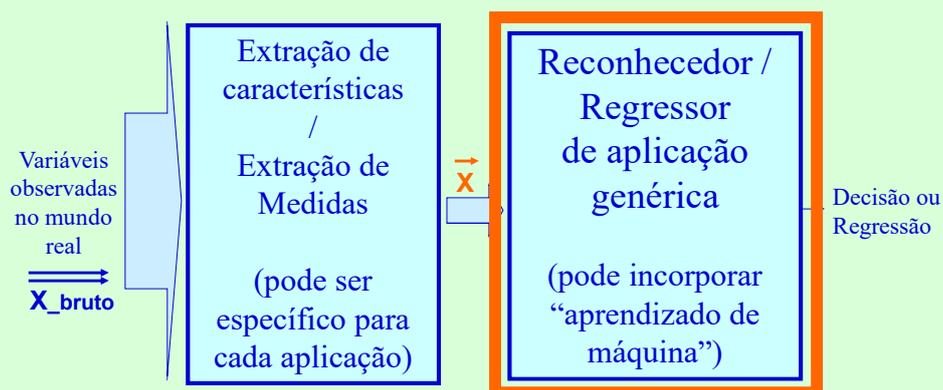
- Grandezas macroscópicas como energia do sinal, amplitude, frequência média ...
- Componentes de diversas harmônicas (análise em frequência)
- Componentes de análise tempo-frequência
- Intensidades luminosas ou intensidades em canais de cor (RGB por ex.)
- Histogramas de intensidades
- Principal Components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

87

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

88

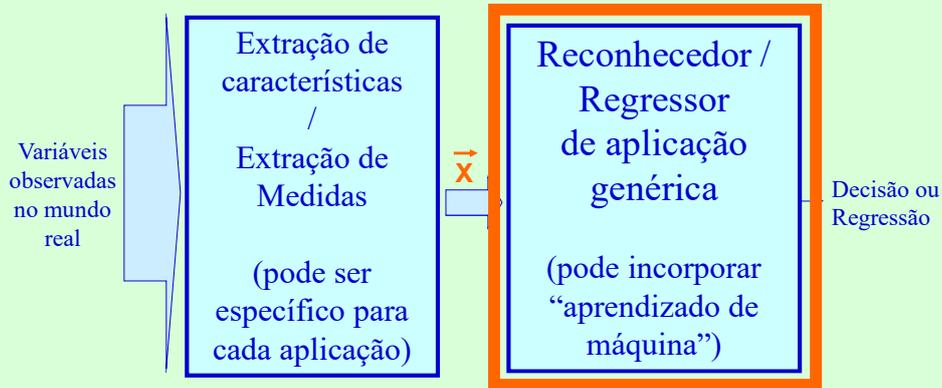


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

88

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

89

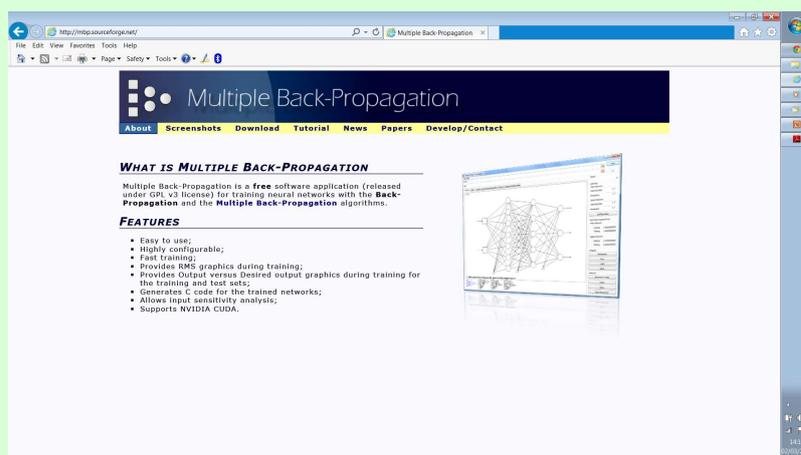


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

89

“Sugestão” ... visite os tutoriais do MBP - <http://mbp.sourceforge.net/> - e instale-o no seu computador Windows. (Na sala C1-10: o MBP deve estar instalado já no início do semestre)

90

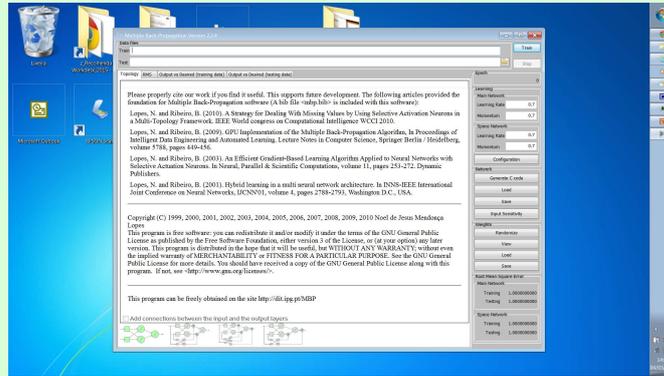


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

90

Comece a usar o MBP em situações simples

91

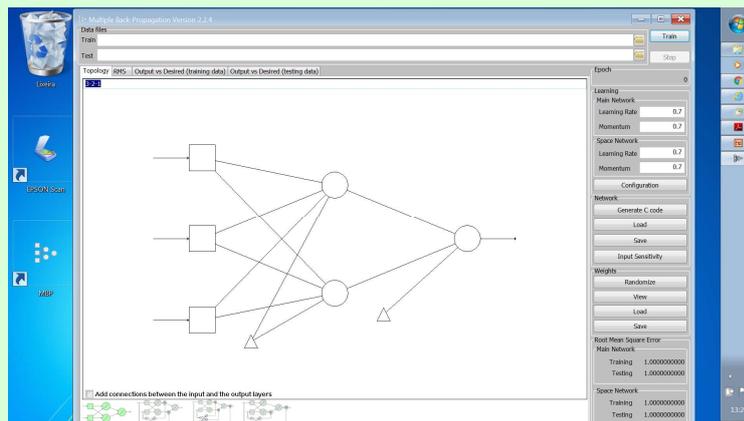


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

91

Instale-o e digite "3-2-1" no campo Topology, ;-)

92

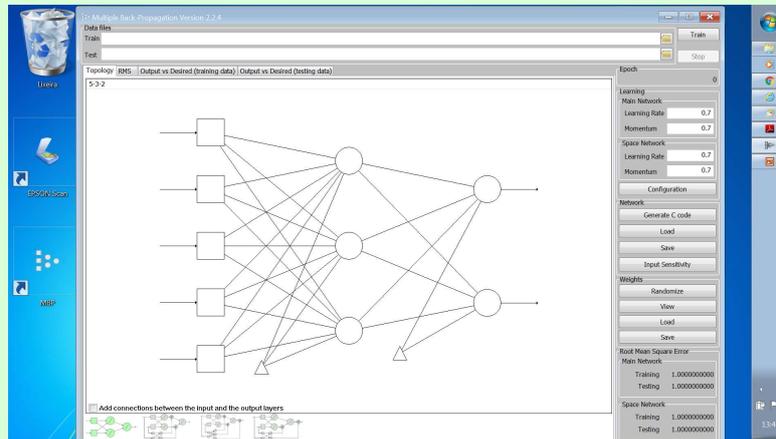


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

92

Instale-o e digite "5-3-2" no campo Topology, ;-)

93



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

93

12 tutoriais curtos narrados (~5 mins cada).
Abra um browser e acesse ... <http://mbp.sourceforge.net/tutorial.html>

94

TUTORIAL

1. Introduction (includes the MBP Algorithm)
2. Creating the training and the test datasets
3. Defining the topology of the neural networks
4. Configuring the activation functions of the neurons
5. Defining the neural network learning configuration
6. Training a neural network - Part I (regression)
7. Training a neural network - Part II (classification)
8. Copying data and graphics
9. Initialize, view, save and load the neural network weights
10. Load and save a neural network
11. Generate C code from a trained neural network
12. Analyzing the input sensitivity of a neural network

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

94

Redes Neurais Artificiais

99

São: sistemas computacionais, de implementação em hardware ou software, que imitam as habilidades computacionais do sistema nervoso biológico, usando um grande número de processadores simples (neurônios artificiais) e interconectados entre si.

Emprestam da biologia:

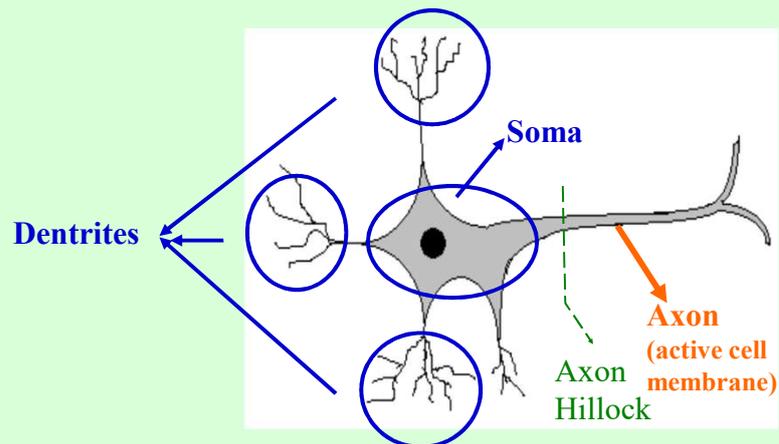
- A estrutura de processamento microscópico (processamento de informação de neurônios individuais)
- Em algum grau, aspectos da organização de redes neurais biológicas – como os neurônios se interligam
- O aprendizado através de exemplos (através de casos)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

99

Fundamentos ... O neurônio biológico

100

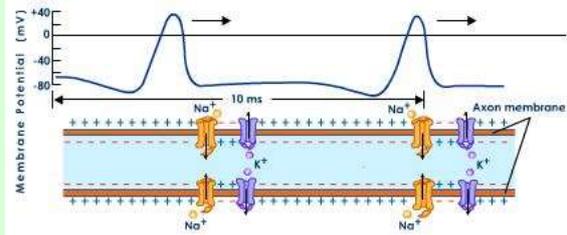
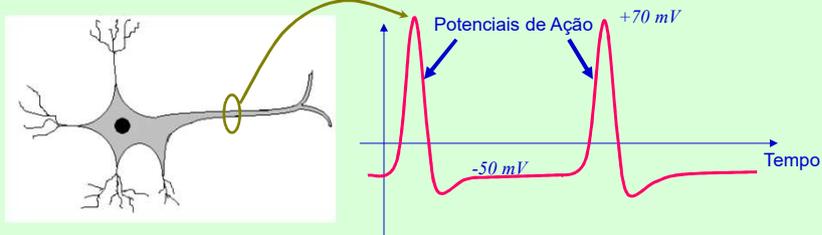


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

100

Action Potential generation and Propagation (Potenciais de Ação = nome técnico dos pulsos neurais)

102



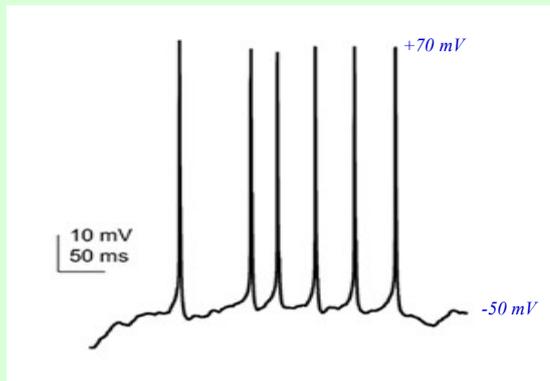
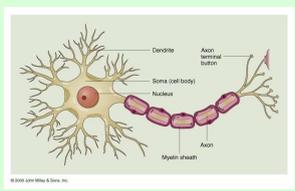
... ions principais ...
Sódio, Potássio, Cloro...

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

102

Como são os “potenciais de ação” medidos em axônios reais e sem estilização?

104

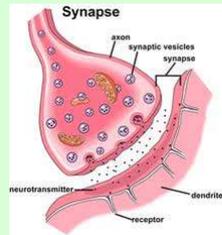


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

104

Sinapses

105

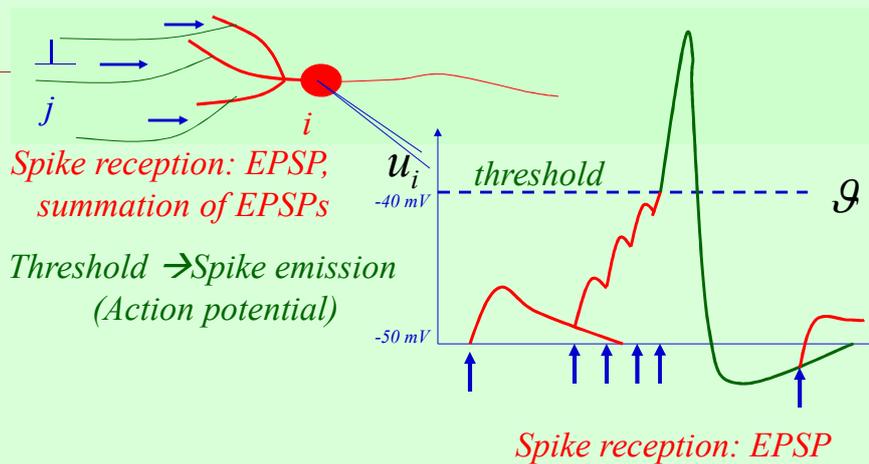


Conexões Sinápticas ... podem ser excitatórias ou inibitórias, mais fortes ou mais fracas, mais lentas ou mais rápidas, ... tudo isso de acordo com os tipos de neurotransmissores envolvidos (dopamina, serotonina, etc ...) e com a sua quantidade.

Conceitos de Peso Sináptico e de Plasticidade Sináptica

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

105



Phenomenology of spike generation

(Slide from Gerstner's webpage)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

105

Integrate-and-fire Model and the Electronic Version

$$\tau \cdot \frac{d}{dt} u_i = -u_i + RI(t) \quad \text{linear}$$

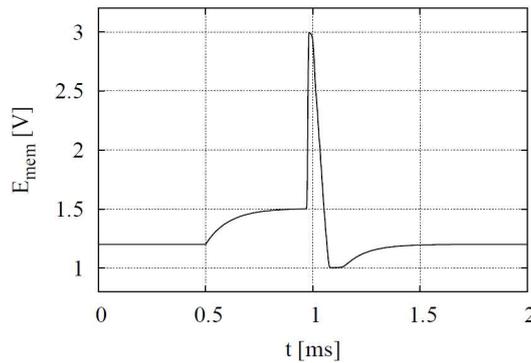
$$u_i(t) = \mathcal{G} \Rightarrow \text{Fire+reset}$$

(Slide from Gerstner's webpage)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Sinal gerado por circuito com transistores CMOS, para codificação por pulsos neurais individuais

Potencial de ação gerado por neurônio CMOS



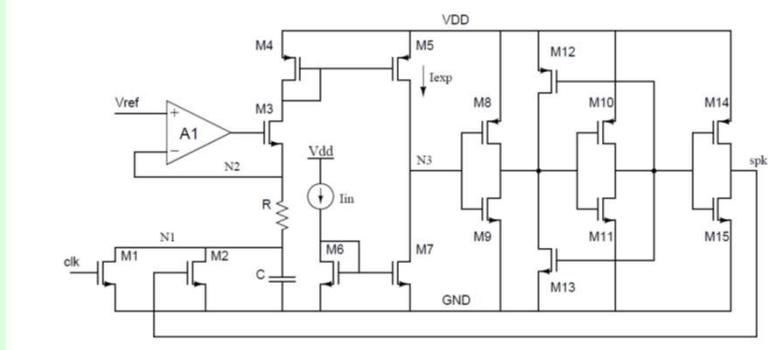
Prof. Emilio Del Moral Hernandez
 Grupo ICONÉ-EPUSP-PSI
 Trabalho de pós graduação de Julio Cesar Saldaña

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Circuito neuromórfico para codificação temporal de informação, em redes neurais pulsadas

109

Circuito codificador



Prof. Emilio Del Moral Hernandez
Grupo ICONE-EPUSP-PSI
Trabalho de pós graduação de Julio Cesar Saldaña

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

109

Codificação de informação em neurônios biológicos

111

- Freqüencial
- Phase
- Sincronização
- ??? Outros ???

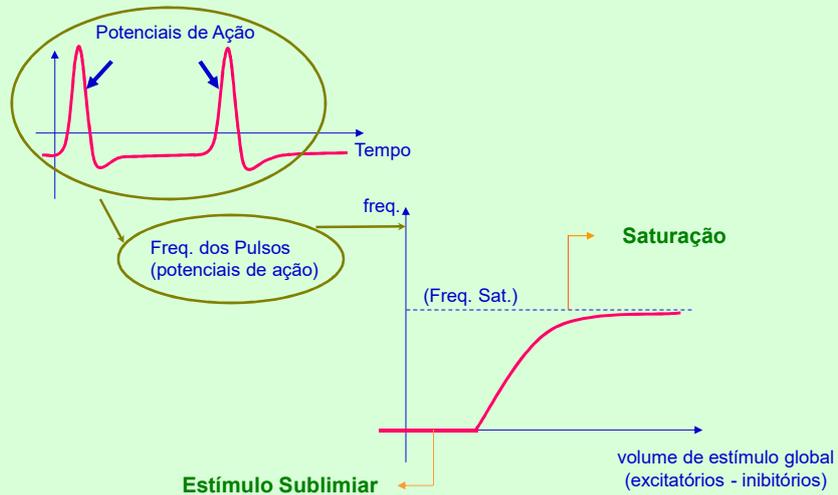
- Os modelos neurais mais clássicos >>>
Predominantemente codificação FREQUENCIAL!!!!

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

111

Estudando a relação não linear entre volume de estímulo e volume de atividade de saída

112

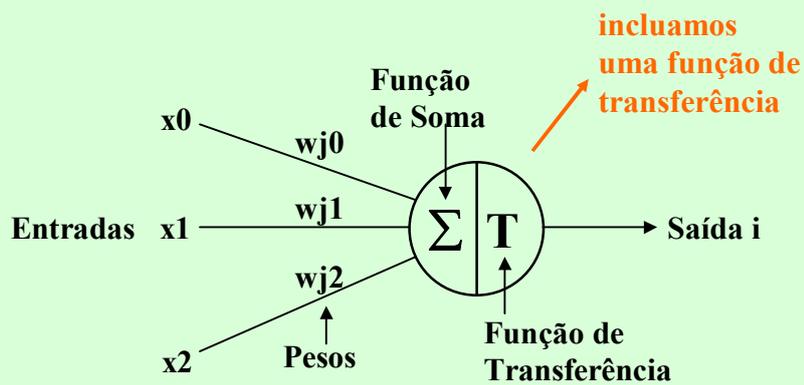


© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

112

Modelando a Relação Entrada / Saída do neurônio

113



© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

113

Temos pois duas componentes de cálculo complementares no neurônio:

114

1) Uma linear (soma ponderada das entradas)

2) Outra não linear (Função de transferência da classe sigmoidal)

© Prof. Emilio Del Moral Hernandez

114