

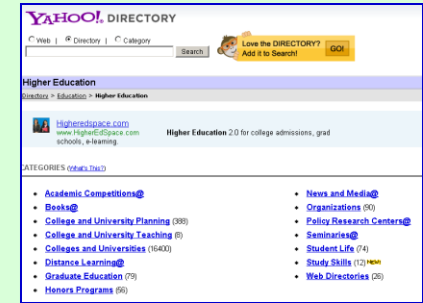
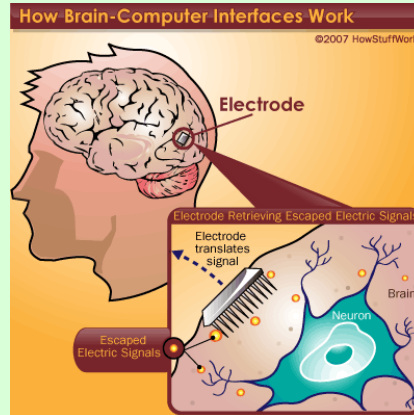
Sistemas Eletrônicos Inteligentes e Computação Neuro e Bioinspirada

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo / PSI2672 - 2011

Prof. Emilio Del Moral Hernandez



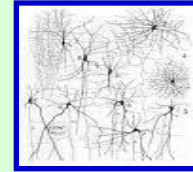
Abrangência e importância: algumas aplicações



Elementos da área de Sistemas Eletrônicos Inteligentes



- Neurocomputação
 - Lógica Fuzzy (lógica nebulosa)
 - Algoritmos Genéticos
-
- Inteligência Artificial Clássica (Simbólica)
 - Classificação Estatística
 - Raciocínio Probabilístico
 - Técnicas Híbridas, empregando conjuntamente mais de uma técnica acima, ou mesclando duas delas num novo modelo de computação



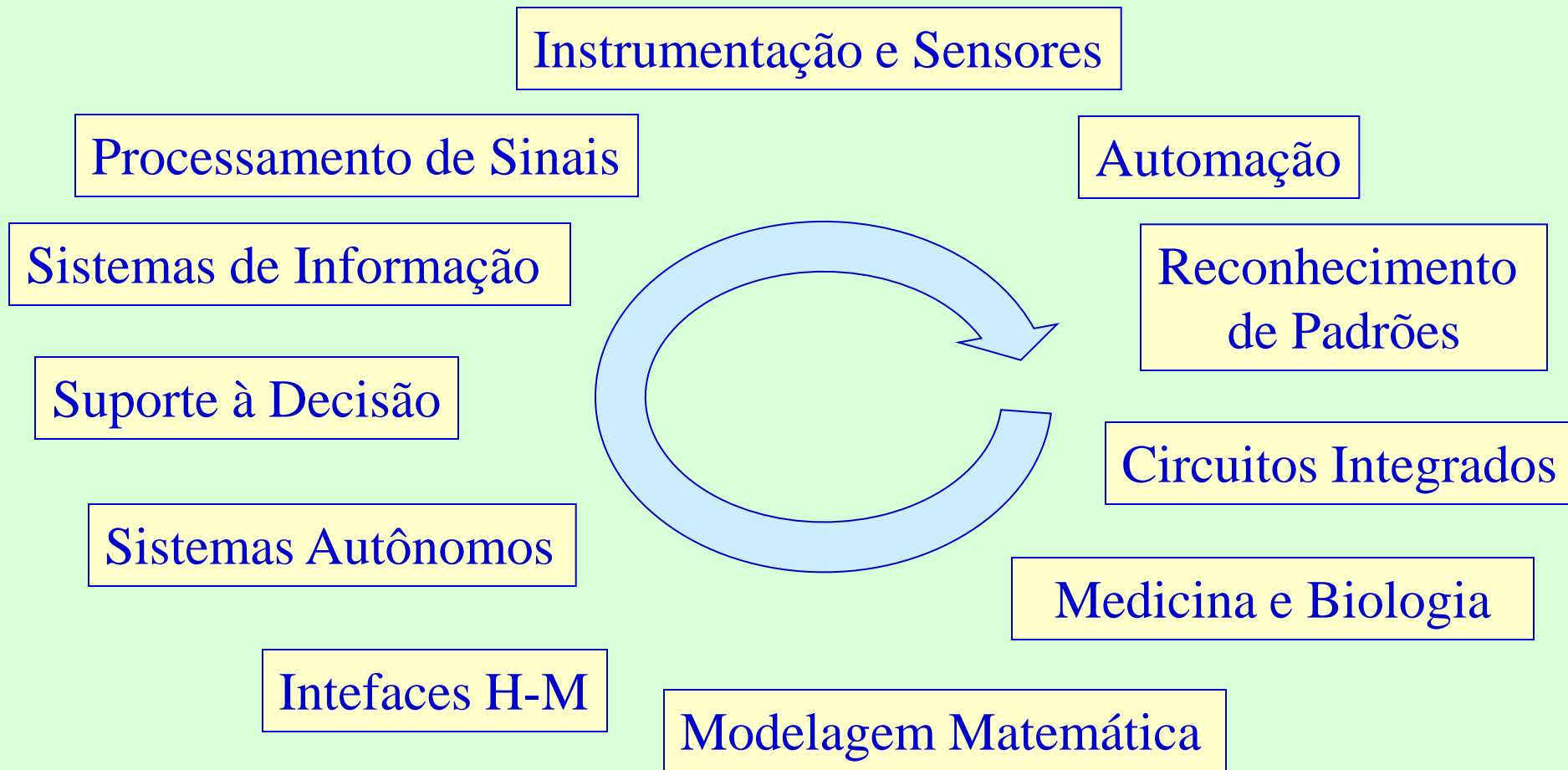
Substratos Físicos / Plataformas



- Computadores pessoais de diversas naturezas
- Computadores de alto desempenho e sistemas paralelos
- Processadores Digitais de Sinais - DSPs
- Circuitos embarcados adaptativos e microcontroladores
- CIs de Arranjos Programáveis - FPGAs
- Eletrônica com dispositivos especializados
 - Resistências e ganhos programáveis
 - Cellular Neural Networks e osciladores neurais
- Circ. Integrados dedicados, digitais e analógicos
- Circ. Integrados biomórficos e neuromórficos
- Circ. Integrados de modelos neurais pulsados



Diversidade e Interdisciplinaridade da Área



Alguns indicadores da vitalidade atual da área de Sistemas Inteligentes



Sociedades Científicas Consolidadas

- **INNS** – International Neural Networks Society
- **IEEE CIS** – IEEE Computational Intelligence Society
- **IEEE CAS, IEEE RAS,** Várias Sociedades IEEE
- **SBA** – Soc. Brasileira de Automação
- **SBC** – Soc. Brasileira de Computação - Comissão Especial de Redes Neurais
- **SBRN / SBIC** – Soc. Brasileira de Redes Neurais / Soc. Brasileira de Inteligência Computacional

Alguns indicadores da vitalidade atual da área de Sistemas Inteligentes



Grandes Conferências

- **IJCNN** – International Joint Conference on Neural Networks (organizada pelo IEEE e pela INNS)
- **FUZZYIEEE** – Conference on Fuzzy Systems (IEEE)
- **CEC** – Congress on Evolutionary Computation (IEEE)
- **WCCI** – IEEE World Congress on Computational Intelligence
- **Vários Novos Eventos** de médio porte da **IEEE-CIS**
- **ISCAS** – Symposium on Circuits and Systems (IEEE)
- **Simpósio Brasileiro de Redes Neurais (SBC)**
- **Congresso Brasileiro de Redes Neurais / Inteligência Computacional (SBIC)**



Alguns periódicos em Inteligência Computacional (editados pelo IEEE)

2006



1990

IEEE TRANSACTIONS ON
NEURAL NETWORKS

A PUBLICATION OF THE IEEE NEURAL NETWORKS SOCIETY



1993

IEEE Transactions on Fuzzy Systems
IEEE TRANSACTIONS ON
FUZZY SYSTEMS

A PUBLICATION OF THE IEEE NEURAL NETWORKS SOCIETY



2009

IEEE TRANSACTIONS ON
**AUTONOMOUS MENTAL
DEVELOPMENT**

A PUBLICATION OF THE IEEE COMPUTATIONAL INTELLIGENCE SOCIETY AND THE IEEE CONSUMER ELECTRONICS SOCIETY

www.ieee-cis.org/pubs/tamd



1997

IEEE Transactions on Evolutionary Computation
IEEE TRANSACTIONS ON
**EVOLUTIONARY
COMPUTATION**

A PUBLICATION OF THE IEEE NEURAL NETWORKS SOCIETY

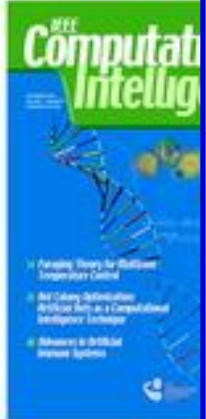


Alguns periódicos em Inteligência Computacional (editados pelo IEEE)



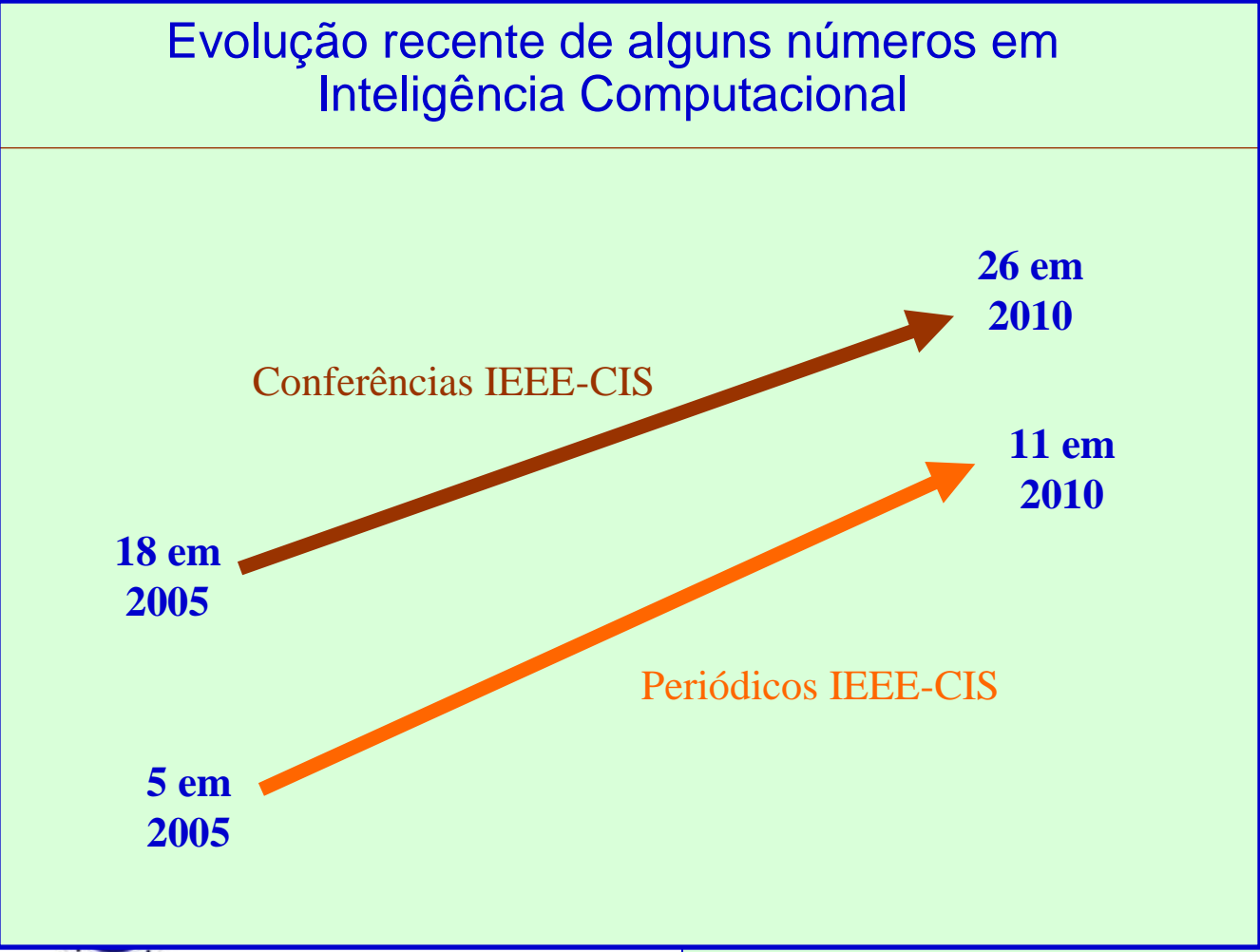
2006

Evolução recente de alguns números em Inteligência Computacional



2009

IEEE TRANSACTIONS ON
**AUTONOMOUS AND
DEVELOPMENTAL INTELLIGENCE**
A PUBLICATION OF THE IEEE
ELECTRONICS SOCIETY
www.ieee-cis.org/pubs/ta
IEEE
Computational
Intelligence
Society

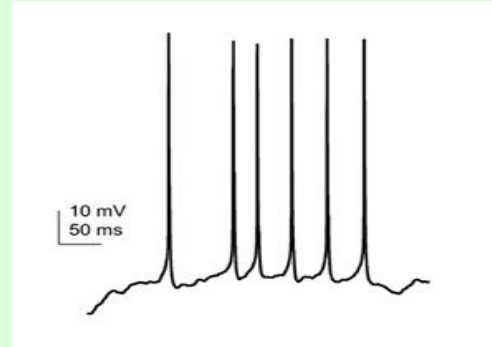
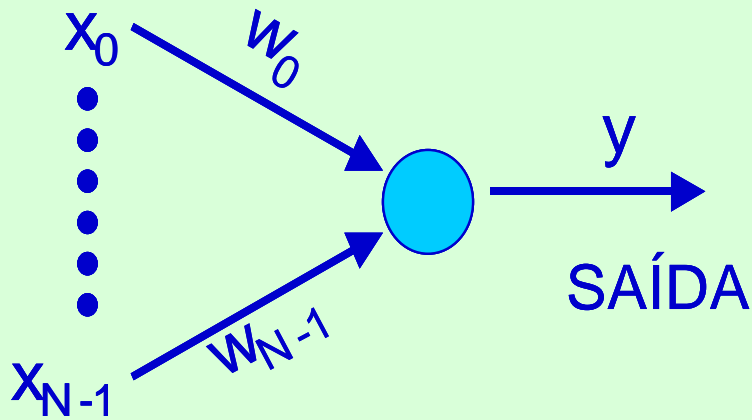


1997

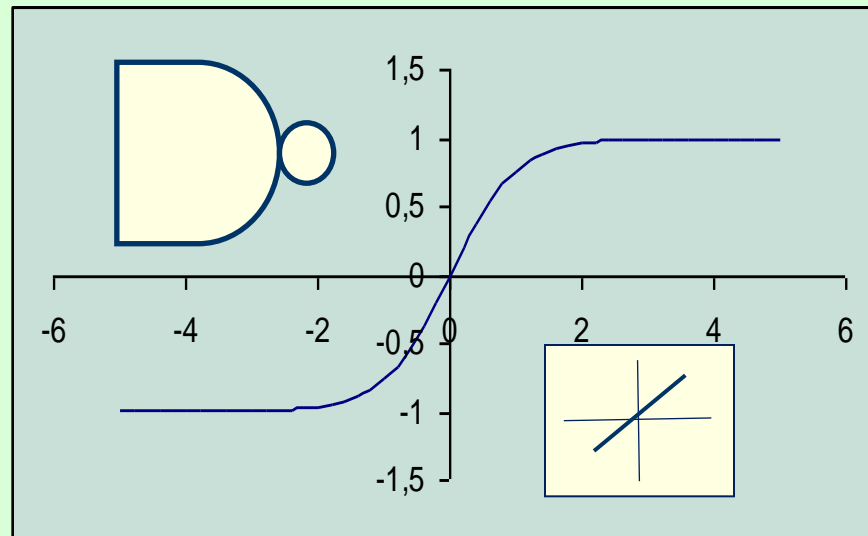
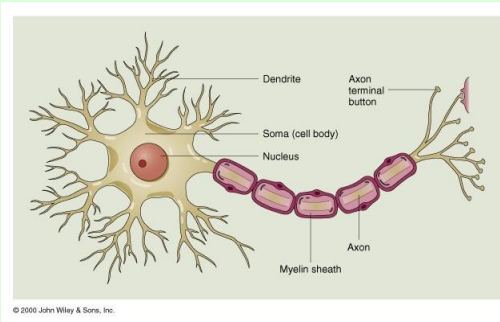
IEEE TRANSACTIONS ON
SYSTEMS, MAN, & CYBERNETICS - PART A
A PUBLICATION OF THE IEEE
ELECTRONICS SOCIETY
www.ieee-cis.org/pubs/ta
IEEE
Computational
Intelligence
Society



Computação e adaptabilidade em um nó neural



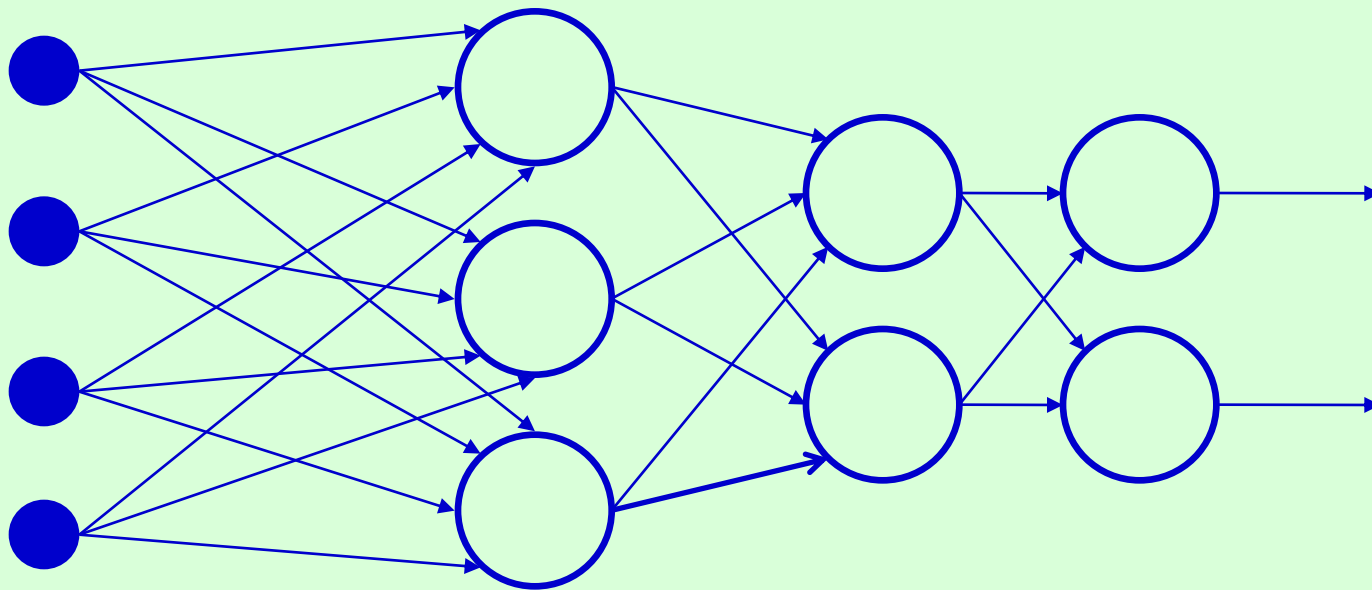
$$y = f_T(\sum w_i x_i - \theta)$$



O Multi Layer Perceptron (MLP)

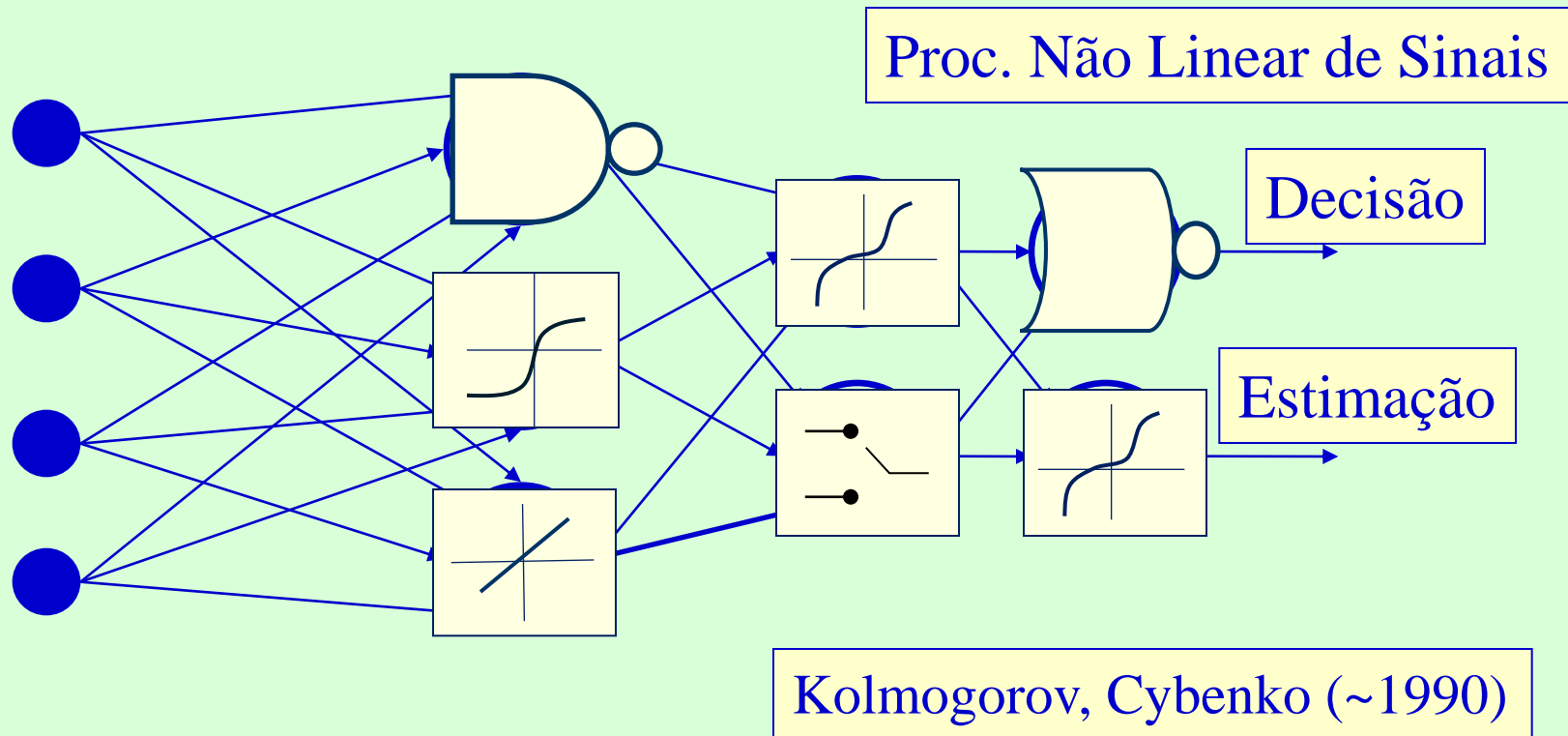


- Múltiplas entradas / Múltiplas saídas / Múltiplas camadas
- Variáveis (internas e externas) analógicas ou digitais
- Relações lineares ou não lineares entre elas



O Multi Layer Perceptron (MLP)

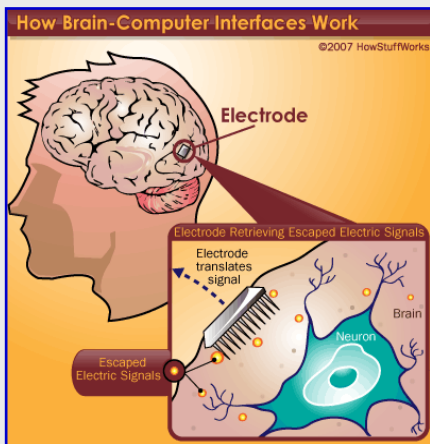
- Múltiplas entradas / Múltiplas saídas / Múltiplas camadas
- Variáveis (internas e externas) analógicas ou digitais
- Relações lineares ou não lineares entre elas



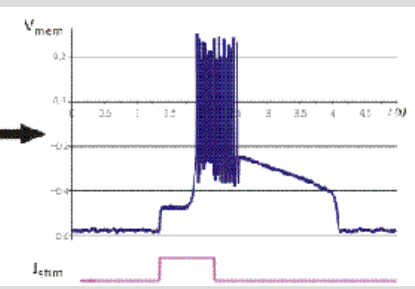
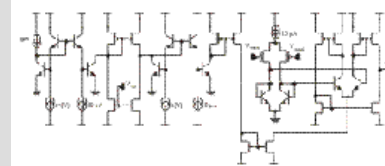
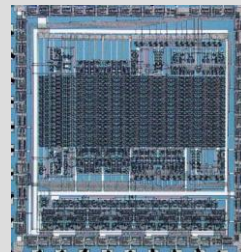
Destacando algumas temáticas de ponta em Sistemas Eletrônicos Inteligentes



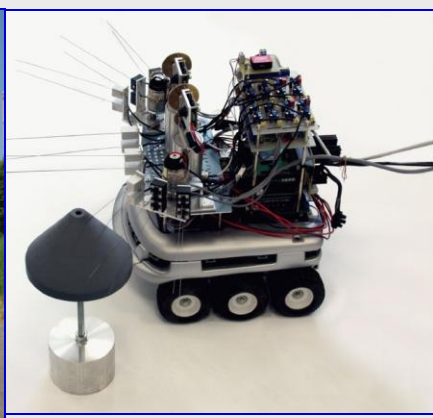
Brain Computer Interface - BCI



Eletrônica Neuromórfica e Redes Neurais Pulsadas



Veículos e Robôs Autônomos



Grupo "ICONE-EPUSP" – Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação Eletrônica – Ano 2000



ICONE-EPUSP – Base do CNPq



Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil



10

- Interfaces Cérebro-Computador e Eletrônica Neuromórfica
- Mapas Auto Organizáveis e Redes Neurais para o Datamining
- Redes de Neurônios Artificiais
- Redes Neurais com Dinâmica Rica (bifurcação e caos)
- Redes Neurais Pulsadas
- Sensores, Biossensores, Sistemas Multi-Sensores e Metrologia

<http://www.lsi.usp.br/ICONE>

Projetos do Grupo ICONE (Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação) – Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address <http://www.lsi.usp.br/icone/projetos.html>

Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação - ICONE
Laboratório de Sistemas Integráveis - LSI
Escola Politécnica da USP - EPUSP
Universidade de São Paulo

Principal Membros Projetos Seminários Workshops Disciplinas Publicações Oportunidades

Categorização de imagens médicas para sistemas de recuperação de imagens por conteúdo baseada em transformada wavelet e mapas auto-organizáveis. [Veja mais...](#)

Descoberta de Conhecimento e Balanced Scorecard: aplicação da Arquitetura Híbrida formada pela Teoria dos Rough Sets (RS) com Redes Neurais Artificiais Mapas Auto-Organizáveis (SOM) no apoio a definição de metas estratégicas de longo prazo. [Veja mais...](#)

Análise de Agrupamentos por Meio de Mapas Auto-organizáveis. [Veja mais...](#)

Caracterização de Imagens de Nanofibras através de Técnicas de Inteligência Artificial e Processamento de Imagens. [Veja mais...](#)

Aprendizado incremental e contínuo. [Veja mais...](#)

Influência das Dispersões e Incertezas Metroológicas em Multi Layer Perceptrons. [Veja mais...](#)

Classificação de câncer de mama utilizando um comitê de redes neurais artificiais. [Veja mais...](#)

Máquinas de Vetores-Suporte Aplicadas à Classificação de Textos Reduzidos. [Veja mais...](#)

Start [Taskbar icons] Internet 8:20 PM

Início do grupo em 2000

Workshops anuais desde 2005

Expansão do Website em 2005

(com disciplinas, eventos e sociedades)

Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Temáticas principais de pesquisa de 2000 a 2010



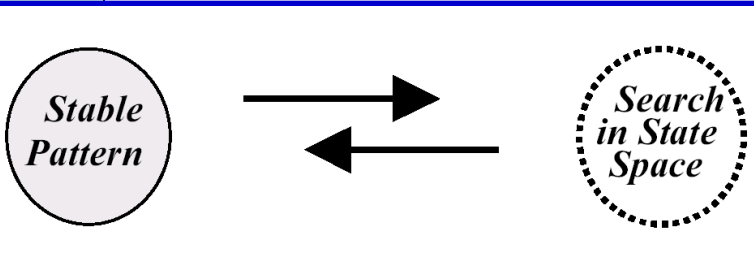
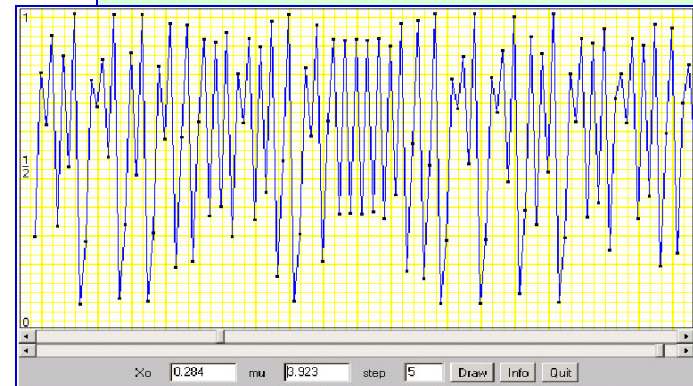
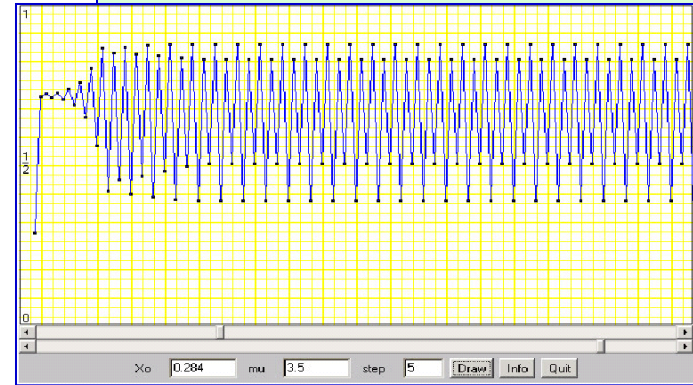
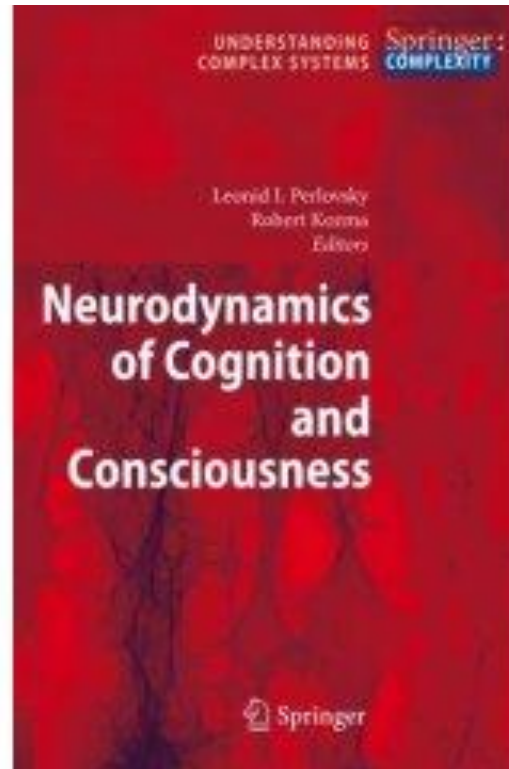
- Estudo de dinâmica complexa na neurocomputação
- Apoio ao diagnóstico em aplicações médicas
- Recuperação de imagens por conteúdo
- Caracterização de imagens de nanoestruturas
- Análise de Componentes Independentes e Redes Neurais Celulares em Imagens
- Sistemas sensores e multissensores
- Reconhecimento de padrões em áreas diversas
- Mineração de dados em bases extensas e na Web
- Implementações eletrônicas de modelos neurais
- Modelos Neurais Pulsados

Seguem ilustrações de
algumas das nossas pesquisas

Aspectos de Neurodinâmica e Caos



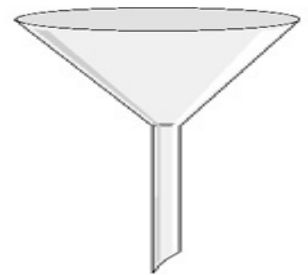
Walter Freeman
Kazuyuki Aihara
Masaharu Adachi
Robert Kozma
Leon Chua
Celso Kelso



Web mining e classificação de textos com “Support Vector Machines” - SVMs

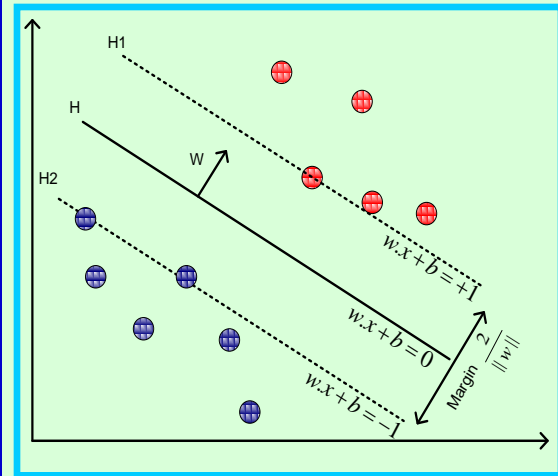


**Television
Xtrom29”
Price U\$900**



Electronics

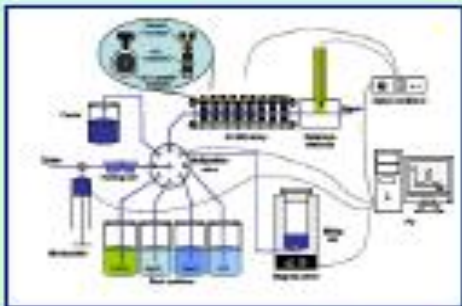
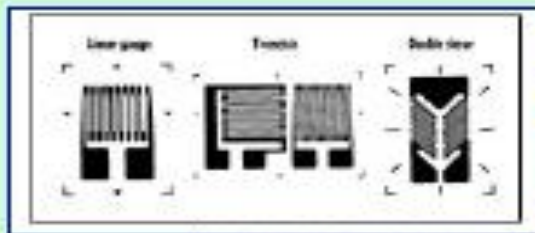
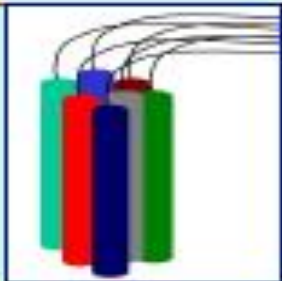
Categorização em comércio eletrônico e em coleções de textos com o uso de Support Vector Machines



$$\begin{aligned} (w \cdot x_1) + b &= +1 \\ (w \cdot x_2) + b &= -1 \\ \Rightarrow (w \cdot (x_1 - x_2)) &= 2 \\ \Rightarrow \left(\frac{w}{\|w\|} \cdot (x_1 - x_2) \right) &= \frac{2}{\|w\|} \end{aligned}$$

Eduardo Akira Kinto e Del-Moral-Hernandez

Inteligência em sensores isolados e arrays de sensores; Estimação, reconhecimento de padrões e clustering



MÉTODOS DE PROCESAMIENTO AVANZADO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN SISTEMAS DE SENSORES Y BIOSENSORES



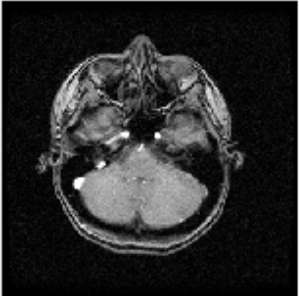
Itamar Barbosa, Clodis Boscaroli, Leandro Silva, Daniel Calvo, Manel del Valle e Del-Moral-Hernandez

Prof. Emilio Del Moral Hernandez

Content based image retrieval – CBIR – com mapas auto-organizáveis de Kohonem



1 Abrir Imagem



Informação da imagem

classe

Classificar

Informação de classificação

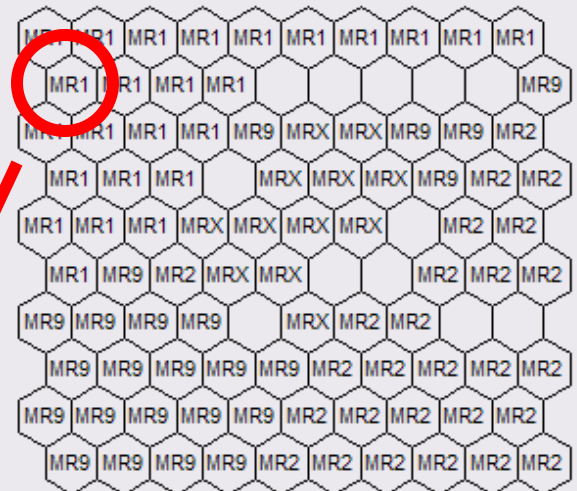
classe

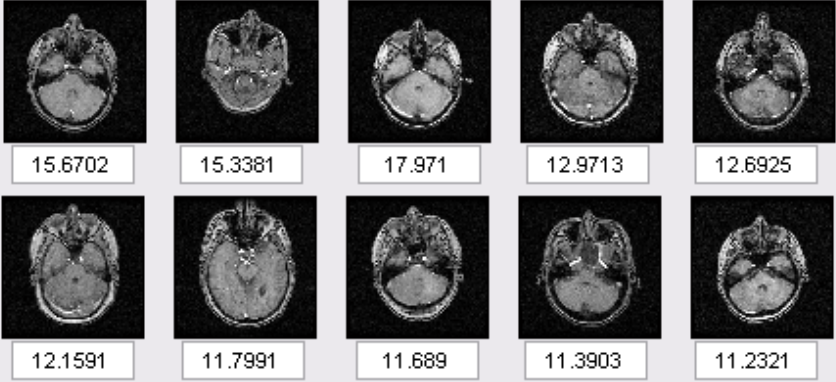
BMU

mqe

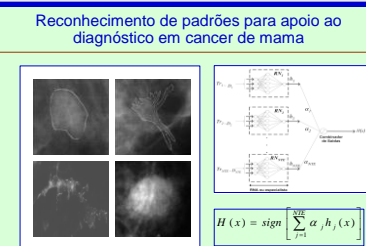
ordenar por:

exp1






Reconhecimento de padrões para apoio ao diagnóstico em cancer de mama



com EE - University of CALGARY

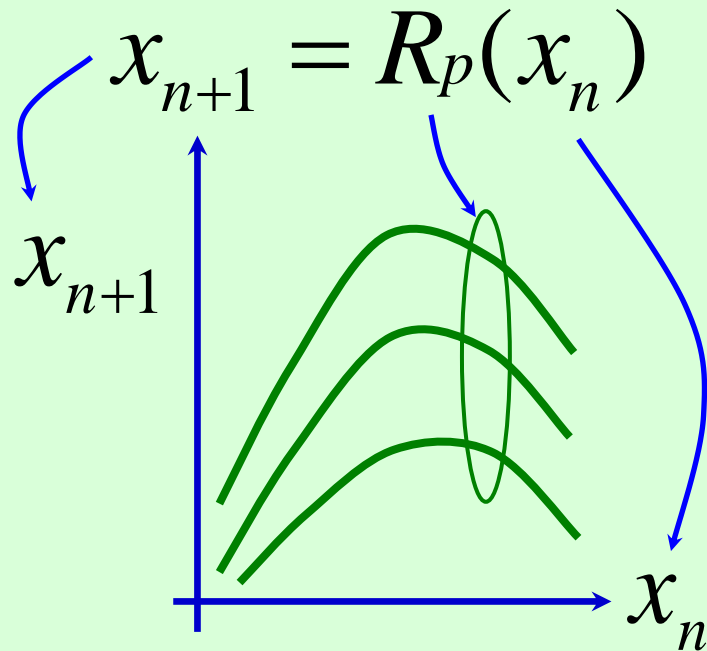


Leandro Silva, Sérgio Furuie, Raj Rangayyan e Del-Moral-Hernandez

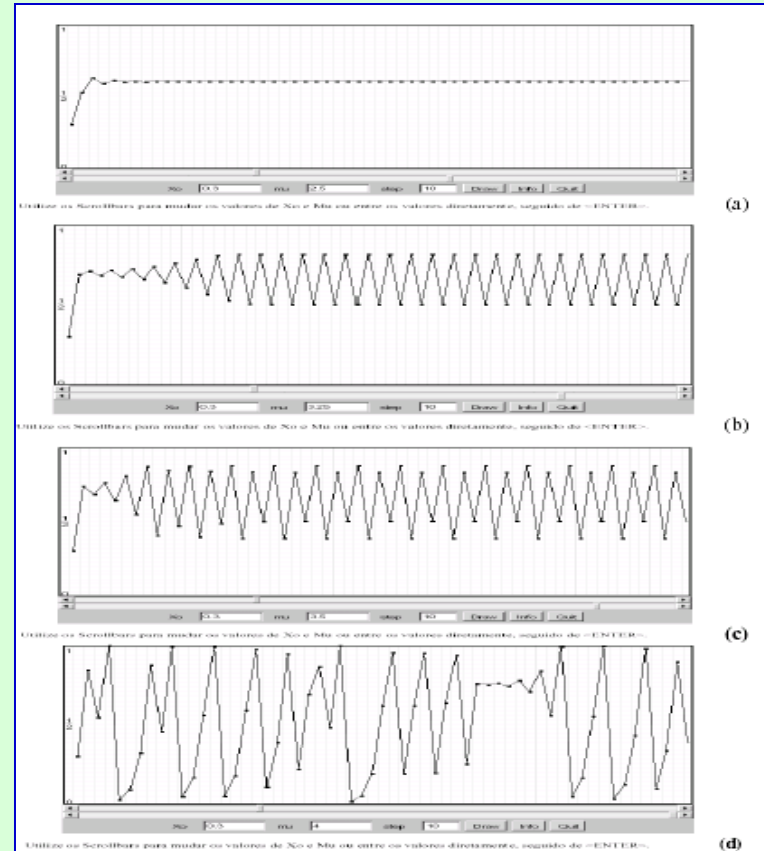
Nós neurais com alta diversidade dinâmica



Séries temporais geradas por recursões simples apresentam diversidade dinâmica e a presença de ordem e caos

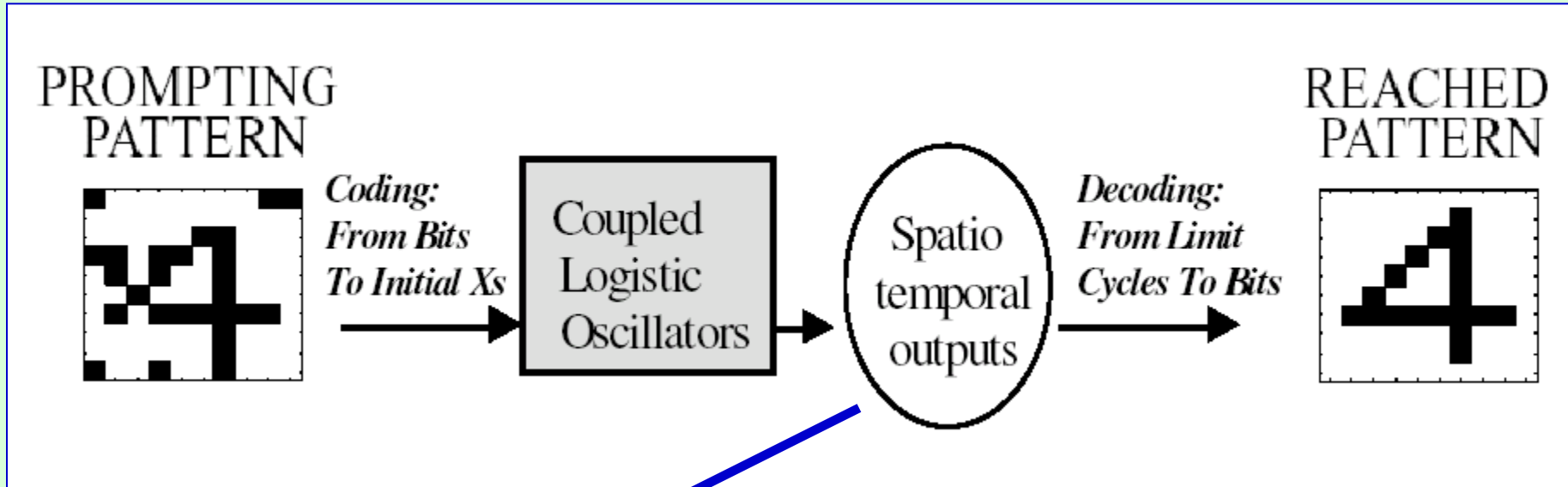


$$x_{n+1} = px_n(1-x_n)$$

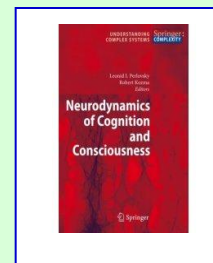
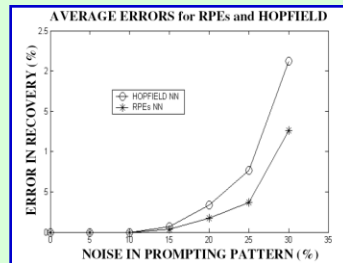


Humberto Sandmann, Leandro Silva, Eduardo Kinto e Del-Moral-Hernandez

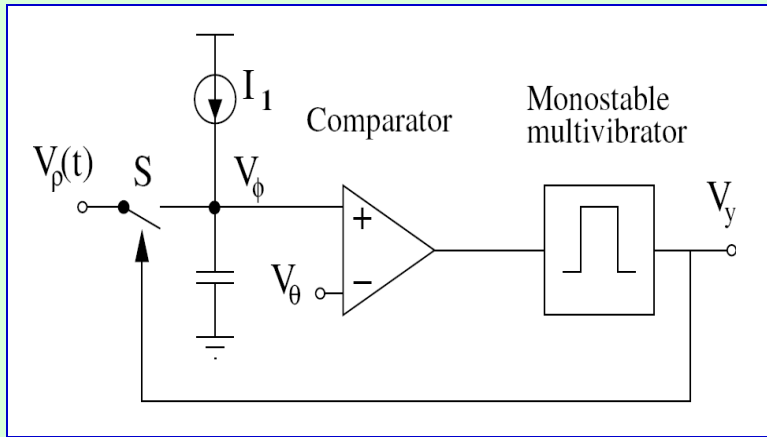
Recursões acopladas implementando memórias associativas através de atratores da rede



atratores espaço temporais definem a informação gerada na associação

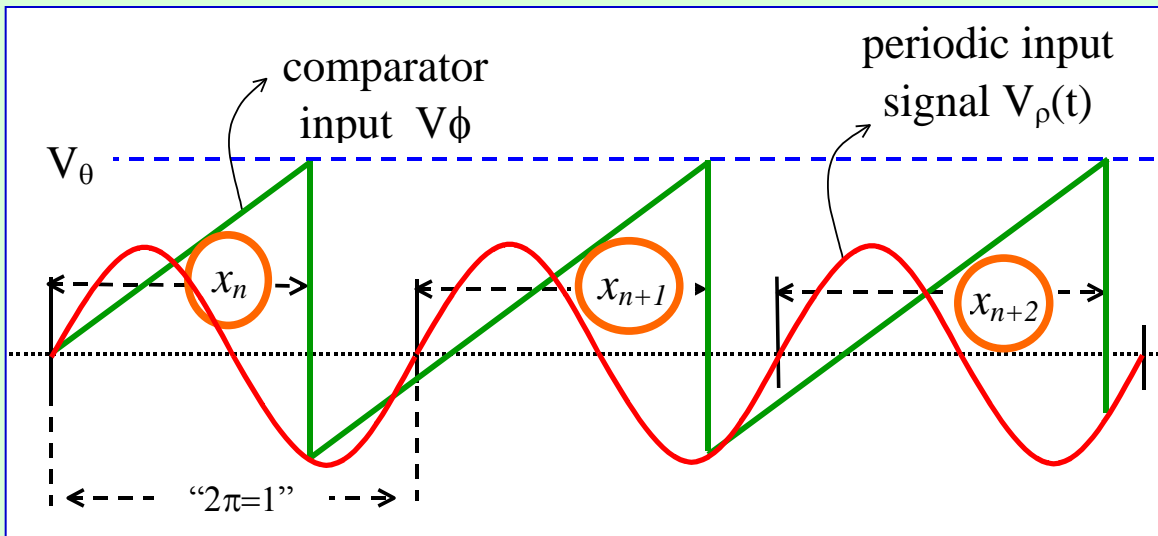


Recursões genéricas a partir de osciladores neurais do tipo “Integrate and Fire”



As fases de disparo são regidas pelo sine-circle map ou por outro mapa desejado

$$x_{n+1} = x_n + \Omega - \frac{p}{2\pi} \sin(2\pi x_n)$$



Implementação CMOS de recursões genéricas

Andre Farfan, Wilhelmus Van Noije e Del-Moral-Hernandez

Workshops anuais do grupo ICONE – “Wicones” 2005-06-07-08-09-2010



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Laboratório de Sistemas Integráveis



Grupo de Inteligência Computacional,
Modelagem e Neurocomputação

IV WICONE

4º Workshop do Grupo ICONE

TEMA: Divulgação e Integração de Projetos

- Redes Neurais Pulsadas
- Categorização baseada em Mapas Auto-organizáveis
- Aprendizado Incremental e Contínuo
- Codificação CMOS orientada ao Reconhecimento de Padrões
- Caracterização de Imagens de Nanofibras
- Arquiteturas Cognitivas
- Neurodinâmica

MESA REDONDA

Formação de um Capítulo da
Computational Intelligence Society – IEEE

Colaboração com Outros Grupos de Pesquisa

Planejamento do V WICONE

29.08.2008 – 9:00 às 18:00

Anfiteatro da Elétrica
EPUSP

www.lsi.usp.br/icone

Confira no site a programação detalhada

IV Workshop ICONE

PROGRAMA

MANHÃ (9hs – 12hs)

Análise de Agrupamentos por Meio de
Msc. Clodis Boscaroli

Dimensão Topológica e Mapas Auto O
Dr. Sarajane Peres

Categ
de im
mapa
Msc. I

Carac
Intelig
Msc. F

Aprer
Msc. F

PROG

TARDE (14hs – 18h)

Influência das Dispersões
Layer Perceptrons
Msc. Itamar Magno Barbosa

Pesquisa de modelos de r
aplicações
Dr. Antonio Pedro Timoszcz

Codificador CMOS orienta
independência da escala
Julio César Saldaña Pumar

Sistemas Emergentes de P
Hipocampo Estudados por
Dr. Renan Wesley Farinazzo

Modelagem de sistemas b
dinâmica caótica
Msc. Humberto Sandmann

V WICONE

5º Workshop de Inteligência Computacional
Modelagem e Neurocomputação

TEMAS

Redes Neurais Pulsadas
Classificação baseada em SVM
Implementação em CMOS de modelos neurais pulsados
Estudo das dispersões metrológicas com Redes Neurais Artificiais
Arquiteturas Cognitivas
Neurodinâmica
Palestras convidadas

MESA REDONDA COM CONVIDADOS E PÚBLICO

Tendências e rumos da Inteligência Computacional
Computational Intelligence Society – IEEE

30.10.2009 – 9:00 às 18:00
Anfiteatro da Elétrica - EPUSP

Confira no site a programação detalhada
www.lsi.usp.br/icone

Realização:



Grupo de Inteligência Computacional
Modelagem e Neurocomputação

Apoio:



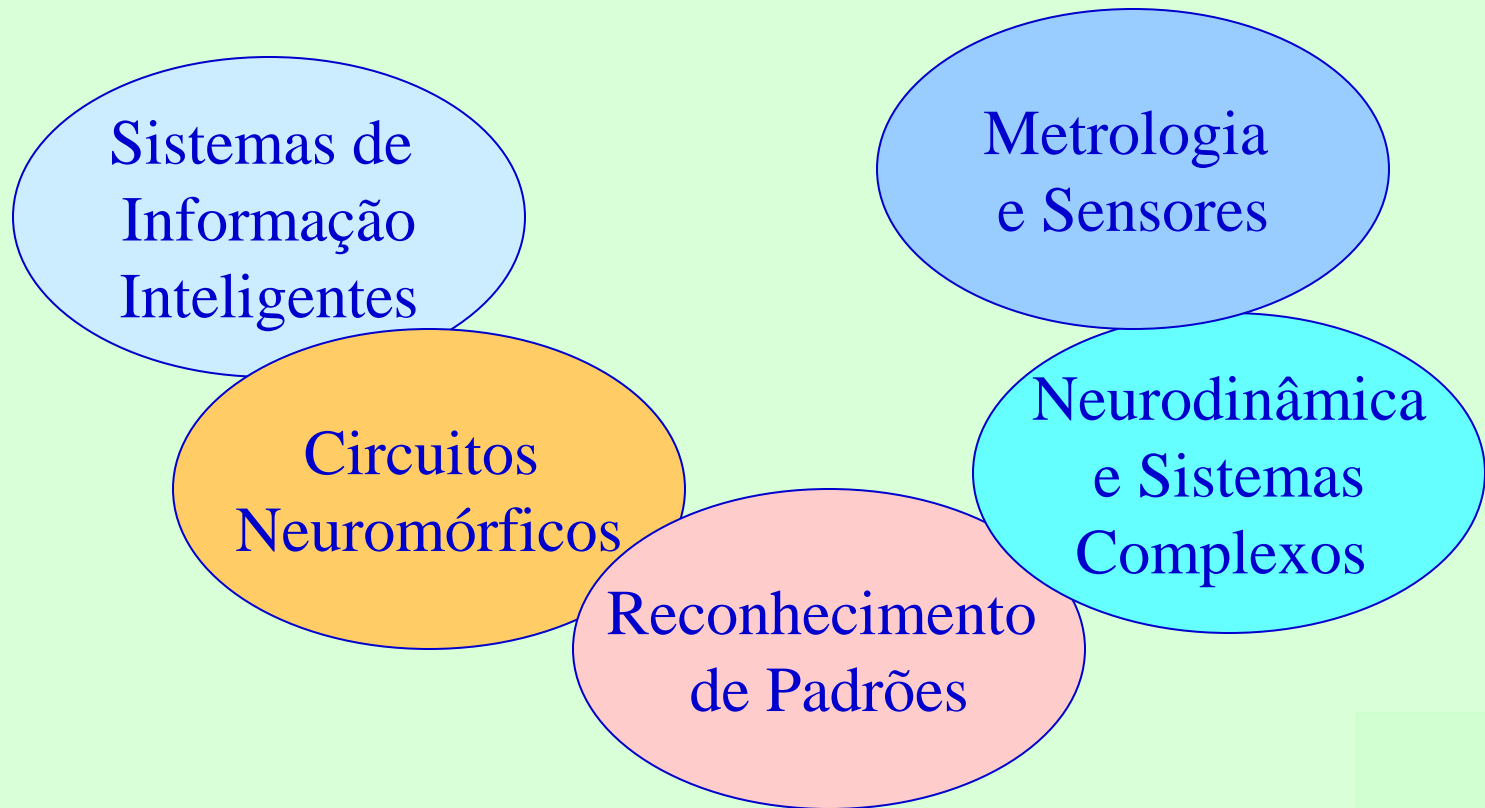
IEEE Computational Intelligence Society
MATCHING NATURE FOR PROBLEM SOLVING

South Brazil - CIS Chapter

Arquiteturas e modelos neurais com nós de rica diversidade
dinâmica, bifurcação e caos – Teoria e aplicações
Prof. Dr. Emilio Del Moral Hernandez

oral Hernandez

Temáticas gerais das pesquisas em Sistemas Eletrônicos Inteligentes



Integração com grupos internacionais

- Programas ALFA, AECID, Santander, INNS-Neurodinâmica
- Pesquisas de Mestrado/Doutorado com colaboração internacional:
 - Max Plank Institute em Dinâmica Não Linear – Goettingen (Alemanha)
 - Universidade de Calgary – Imagens Médicas (Canadá)
 - Universidade Autônoma de Barcelona – Línguas Eletrônicas (Espanha)
 - Universidade Complutense de Madrid – Sensores (Espanha)
- Acordos de colaboração com a UCM (Madrid)
- Cursos dentro das redes ALFA e AECID
- Cursos na EPUSP c/ professores estrangeiros (2010 e 2011)
- Participação na organização de eventos internacionais e sociedades técnico científicas:
 - Comitês de organização, Seções Especiais, Workshops
 - Comitês de Sociedades SBIC, IEEE-CIS

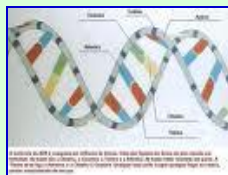


Algumas disciplinas de pós-graduação



- **PSI 5788** – Redes Neurais Artificiais com Bifurcação e Dinâmica Caótica
- **PSI 5886** – Princípios de Neurocomputação
- **PSI 5880** (Nova - 2010) – Aplicação de Inteligência Computacional e Técnicas de Processamento de Sinais a Sistemas Sensores e Biossensores

PSI 5880: no contexto de rede AECID de Int. Comp. e Proc. Avançado p/ Sensores



PSI 5880: RNAs,
Fuzzy, Genéticos,
SVM, Wavelets,
Sensores

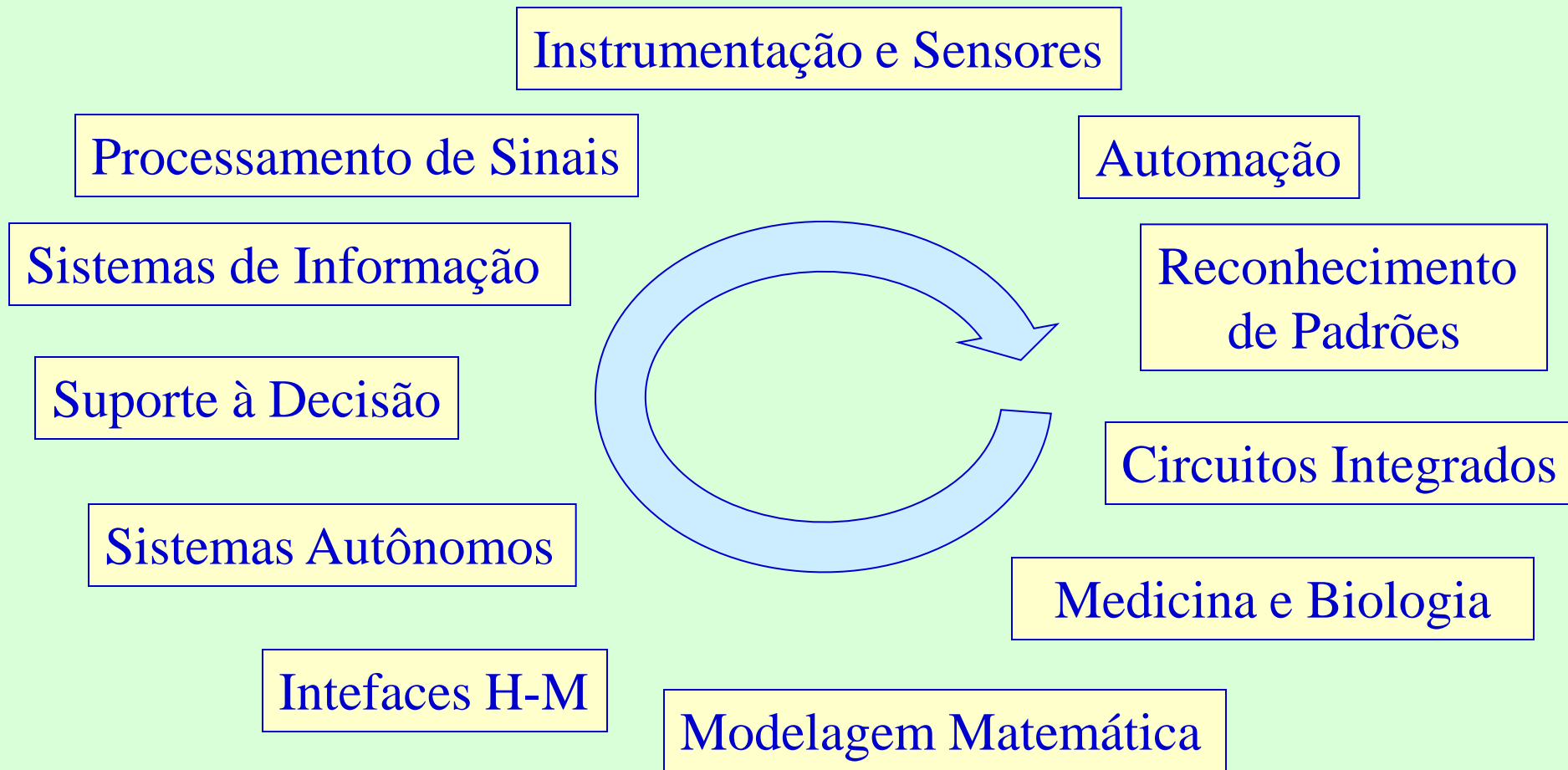
Graduação: relação (direta ou parcial) com disciplinas de Engenharia Elétrica



- **PSI 2432** – Projeto e Implementação de Filtros Digitais
- **PSI 2533** – Modelagem em Processamento de Sinais / módulo em redes neurais (proc. de sinais não linear)
- **PSI 2222** – Práticas de Eletricidade e Eletrônica
- **PSI 25XX** – Projetos de formatura
- **PSI 2672** (Nova - 2011) – Práticas em Rec. de Padrões, Modelagem e Neurocomputação
- *Laboratórios de Eletricidade - PSI 23XX*
- *Laboratórios de Eletrônica - PSI 23XX*



Sistemas Eletrônicos Inteligentes como área agregadora em pesquisa e em didática



Conclusões



Fronteiras de
Pesquisa
Mundiais

Presença e
Crescimento
em Sociedades
Científicas

Presença e
Fortalecimento da
Estrutura Didática

Perspectivas importantes nos
contextos nacional,
internacional
e EPUSP

Referências

ABINEE 2010 – Associação Brasileira da Indústria Eletro-Eletrônica, “A indústria elétrica e eletrônica em 2020: Uma estratégia de desenvolvimento – Sumario executivo”, Agosto de 2010.

ABES – Associação Brasileira de Empresas de Software, “Mercado brasileiro de software. Panorama e tendências – Sumário executivo 2010”,

IEEE – CIS e IEEE e ISI WEB of Knowledge

Produções da Rede ALFA Biosenint

Trabalhos publicados e teses de mestrado e doutorado dos seguintes orientados: Itamar Magno Barbosa, Leandro Augusto da Silva, Eduardo Akira Kinto, Clodis Boscarioli, Renato Sassi, Julio Cesar Saldaña, Humberto Sandmann, Priscila Caliope Braga e Carlos Silva.

Publicações do docente.