



**1º WORKSHOP
NACIONAL EM
REDES NEURONAIS
1ª ESCOLA DE
REDES NEURONAIS**

**TERMOS DE
REFERÊNCIA**

PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC/RIO
DE 12 A 15 DE OUTUBRO DE 1992



COMISSÃO ORGANIZADORA

Carlos E. Pedreira - PUC/RJ (Presidente)

Maurício Moszkowicz - CEPEL/RJ

Manoel F. Tenório - Purdue University

Ricardo J. Machado - IBM-Brasil

Edson Nascimento - UFMa/Maranhão

Alexandre P. A. da Silva - PUC/RJ

Germano L. Torres - Escola Federal de Eng. de Itajubá

Izidro A. de Queiros Neto - Petrobrás

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIIS

O 1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIIS e a 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIIS se realizaram na PUC-Rio entre 12 e 15 de Outubro de 1992. A proposta de organizar estes eventos, que foram os primeiros exclusivamente dedicados às Redes Neurais no Brasil, foi calorosamente acolhida pela comunidade científica, empresas interessadas em tecnologia de ponta, e por estudantes.

Foram submetidos 23 termos de referência de vários pontos do Brasil e de brasileiros radicados no exterior. Estes termos que descrevem as linhas de pesquisa dos grupos, demonstram pela sua extensão e variedade em termos de aplicações, o enorme potencial da área, e o grande interesse que surge no país, acompanhando uma tendência internacional.

A intenção desta publicação é apresentar um painel da pesquisa em Redes Neurais no Brasil, e incentivar novos interesses de estudantes, pesquisadores, e de usuários desta nova tecnologia.

Em nome da Comissão Organizadora gostaria de agradecer a todos aqueles que colaboraram para a viabilização destes eventos, foram colegas, patrocinadores, agências financiadoras, secretárias, etc. em um trabalho duro e empolgado, espero que tenhamos atingido nossos objetivos.

Carlos E. Pedreira
Presidente da Comissão Organizadora

ÍNDICE

1.	R.J. Machado	IBM-Brasil	1
2.	E. Baptista	UFES	4
3.	G. Lachtermacher	University of Waterloo	7
4.	A. Clíquet Jr.	UNICAMP	10
5.	M.P. Melo	PETROBRÁS	12
6.	D.A. Barone	UFRGS	16
7.	E.P. Lopes Passos	IME	19
8.	W.C. de Lima	UFSC	21
9.	M.F. Tenório	Purdue University	23
10.	L.P. Caloba	COPPE/UFRJ	26
11.	S.B.T. Mendes	COPPE/UFRJ	29
12.	A.F. da Rocha	UNICAMP	33
13.	R.L. Milidiú	PUC/Rio	35
14.	R.Z. Machado Filho	CENPES	40
15.	V. Rodrigues	INPE	45
16.	F. da Silva Rodrigues	PETROBRÁS	48
17.	R.M.E. Sabbatini	UNICAMP	50
18.	T.B. Ludermir	UFPe	56
19.	G. Lambert Torres	EFEI	59
20.	M.A.C. Pacheco	PUC/Rio	63
21.	L. de Assis Moura Jr.	INCOR	66
22.	A.P. Alves da Silva	PUC/Rio	68
23.	C.E. Pedreira	PUC/Rio	72

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Ricardo José Machado

Instituição: IBM Brasil

Departamento: Centro Científico Rio

Endereço para correspondência: Av. Presidente Vargas, 824
20071-001 Rio de Janeiro RJ

Telefone: (021) 271-2306 **Fax:** (021) 271-2797

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Ricardo José Machado; Valmir Carneiro Barbosa; Cláudia Ferlin; Frederico Liporace

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- 2 IBM 4381
- 4 IBM RISC 6000
- 2 PS2 mod 95
- NEURALWORKS
- NEXTOOL

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

USING NEURAL NETWORKS FOR THE INTERPRETATION OF IMAGES FROM THE AMAZONIA
IBM Rio Scientific Center

The Amazon region is one of the major components of the planet's environment. Covering several million square kilometers, the region has the world's largest rain forest and river system, and therefore plays a very important role in many global processes. Recent decades have witnessed a dramatic increase in human activity in the region, as deforestation, dam and road building, mining and agriculture, with potential effects on environmental stability.

Although of great relevance in the context of several global issues, the understanding of the extent to which human activity in the Amazon region can be harmful is rather superficial, particularly because of the lack of reliable information. The use of satellite imagery for nearly a decade has improved the situation somewhat, but the process of extracting significant information from the remotely-sensed images is still rudimentary, representing a serious bottleneck, as it has to be repeated yearly for incremental monitoring.

The research project we briefly describe here is part of a larger project undertaken by INPE (Brazil's National Institute for Space Research) and IBM Rio Scientific Center on the Brazilian Amazonia. The project will be conducted along three major lines of research, namely Information Extraction from Remotely-Sensed Data, Design of Large Geo-Coded Data Bases, and Modeling of Physical Processes. The information-extraction subproject will itself be carried along two fronts, one for image classification on a pixel-by-pixel basis employing traditional statistics-based techniques, and another for image classification and interpretation using relatively unorthodox techniques. We provide in the remainder an outline of this second front.

Our approach to image classification deals with segmented images, as opposed to pixel-based approaches. In a first phase of the project, the goal is to build classifiers that can sort each segment into one of five categories, namely nonforest, forest, deforested area, water, and cloud. We plan, as a short-term milestone, to have a classifier using a feed-forward neural network trained by the back-propagation algorithm, and another using a feed-forward network consisting of fuzzy neurons. The use of these simple classifiers will then yield measures that can be employed in determining the total fraction of deforested area, as well as its progress from year to year.

The sequel to this first phase of the project will deal with the topic of image interpretation, which seeks not only to classify the various segments into categories, but also to utilize the knowledge of photo-interpreters as a basis for further extracting a segment's characteristics. For example, a deforested segment can be the result of various types of human activity, as farming, urban settlements, etc. Similarly, deforested areas to sometimes give rise to vegetation that will eventually evolve into a forest area, and this can be detected at an early stage. It is expected that, in this second phase of the project, hybrid approaches incorporating advanced Artificial Intelligence techniques will play a major role.

NEXTOOL - NEURAL EXpert Tool **IBM Rio Scientific Center**

NEXTOOL is an environment for developing expert systems capable of self adjusting and improving their knowledge with the experience absorbed when solving classification problems. To achieve this ability and to make expert systems less brittle and less dependent on knowledge acquisition we adopted the approaches of neural networks and genetic algorithms. The main modules of the NEXTOOL architecture are:

- . Connectionist Knowledge Base,
- . Learning Machine,
- . Knowledge Acquisition module,
- . Inference Machine,
- . Interfaces for End-user and for the Knowledge Engineer,
- . Cases Data Base.

The main differences of NEXTOOL architecture in relation to the architecture of classical expert systems are:

- . The Knowledge Base is replaced by a semantic and a neural network called the Connectionist Knowledge Base.
- . The Working Memory no longer exists, since the input evidences and conclusions are represented by the activations of the neurons in the network.
- . The Inference Machine becomes a program that simulates the functioning of a parallel neural network in a serial computer. It is able to compute the possibility degree of each hypothesis, accepting those ones surpassing an acceptance threshold. It is also able to determine the optimal question to be asked next to the user, and to provide explanations.
- . The Learning Machine is actually the major innovation. It is able to refine incrementally the current knowledge stored in the neural network, or alternatively to learn from scratch when no knowledge is available. Two learning schemes work in consonance: a Punishment and Reward Mechanism for adjusting synaptic weights, and a Genetic Algorithm to search for the best network topology.

The combination of the Combinatorial Neural Model and genetic algorithms allows the system to inherit the following desirable properties from both the fields of neural networks and expert systems:

- . expert knowledge representation,
- . calculus of consensus among different experts,
- . knowledge base intelligibility,
- . maintenance of separate problem domain views corresponding to different experts,
- . learning by examples,
- . incremental learning,
- . feature selection,
- . fuzzy logic inference,
- . treatment of vague, uncertain and incomplete input information,
- . cost conscious inquiry,
- . reasoning explanation.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Edson Baptista

Instituição: UFES - Centro Tecnológico

Departamento:

Endereço para correspondência: 29060-970 - Vitória - ES

Telefone: **Fax:** (027) 227-5071

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Ailson R. de Almeida; Evandro O.T. Salles; Francisco José N. Gomes; Gutemberg H. Brasil

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Dynamind 2.0

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

UFES x CST

REDES NEURONAIS: UMA APLICAÇÃO NA ÁREA SIDERÚRGICA

Este trabalho foi desenvolvido por funcionários da Companhia Siderúrgica de Tubarão, engenheiros Antônio Carlos Aguiar Gagno Júnior e Fernando Avelar Tonelli, cuja orientação esteve a cargo dos professores da Universidade Federal do Espírito Santo Edson Baptista e Hans J.A. Sheneebeli. Sua publicação refere-se a um projeto de fim de curso do Curso de Especialização em Sistemas Digitais ministrado por esta Universidade e diz respeito a um sistema de controle de qualidade de aços semi-acalmados.

O objetivo perseguido foi a criação de um sistema que pudesse ponderar a influência relativa de variáveis de produção mais importantes para a qualidade do produto final, visando minimizar o índice de recusa de aços semi-acalmados da CST na linha de tiras a quente da CSI (California Steel Industries).

Adotou-se o modelo Backpropagation para a implementação da rede, e os resultados obtidos foram considerados bons. O trabalho foi limitado pelas características do programa simulador de redes neuronais utilizado, o Dinamind 2.0. Como projeto futuro os autores se concentrarão em buscar a rede ótima para o problema em questão.

SISTEMA DE INSPEÇÃO VISUAL AUTOMÁTICA EM SUPERFÍCIES PLANAS

Este trabalho se refere ao desenvolvimento de uma dissertação de mestrado a ser realizada na Universidade Federal do Espírito Santo, pelo mestrando Evandro Ottoni Teatini Salles, sob a orientação dos professores Francisco José Negreiros Gomes e Gutemberg Hespanha Brasil desta Universidade.

O tema da tese aqui proposta se refere a uma aplicação industrial de processamento de imagens. Os trabalhos se centrarão no estudo e desenvolvimento de um sistema capaz de detectar e classificar defeitos (por exemplo: em amostras de tecidos, couros, madeira, placas de celulose, placas de aço, etc). Com isto é possível a integração desta etapa de detecção de defeitos a uma outra de otimização de corte de peças (quando couber) com base na localização, tipo do defeito e nos moldes das peças a serem cortadas. Com isto se diminuirá as perdas de material, além de se melhorar o controle de qualidade final dos produtos. O estudo da otimização do corte de peças vem sendo desenvolvido por outro grupo, dentro de um tema de dissertação de mestrado.

Selecionou-se o estudo e aplicação das redes neurais por sua capacidade em trabalhar com problemas de difícil solução. Ademais outras metodologias do campo da inspeção visual foram aplicadas em trabalhos anteriores a este (análise de texturas), não mostrando resultados satisfatórios.

Algumas arquiteturas de redes neurais foram selecionadas baseadas em estudos realizados e em discussões com outros grupos interessados no tema:

- Classificação via redes neurais, baseando-se nas características extraídas, como Backpropagation e Counterpropagation, além do modelo de redes de Kohonen.

Vale ressaltar que dentre estas técnicas selecionadas, algumas serão descartadas. O trabalho será de filtragem da(s) melhor(es) técnica(s). Ou seja se buscará avaliar o desempenho de cada técnica selecionando a que melhor se encaixe no tipo de problema a ser tratado.

As imagens terão como base um catálogo de amostras de couros e tecidos, contendo exemplos de zonas livres de defeito.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Gerson Lachtermacher

Instituição: University of Waterloo

Departamento: Faculty of Engineering - Dept. of Management Sciences

Endereço para correspondência: University of Waterloo
Faculty of Engineering - Dept. Management Sciences
Waterloo - Ontario - N2L 3G1 - Canada

Telefone: Fax: (519) 746-7252

Composição da Equipe (Além do coordenador)

J.D. Fuller

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- IBM-PC Compatible (486, 50 MHz)
- McLeod & Hipel Time Series Package (version 0.62, McLeod & Hipel, 1992)
- Hybrid Backpropagation Software (Lachtermacher, 1991)

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

CNPq (Brasil) for Gerson Lachtermacher

NSERC (Canada) - for J.D. Fuller

A NEW FORECASTING METHODOLOGY FOR BACKPROPAGATION NEURAL NETWORKS

As pointed out by Weigend et al. (1990), one of the major constraints to the use of backpropagation neural networks as a practical forecasting tool, is the number of training patterns needed. For example, most business and economic annual series likely have far too few entries for the present procedures. Many authors, (e.g. Baum & Hausler, 1989), suggest that the number of training patterns required is approximately proportional to the number of links in the network. However, there is no general method to determine the optimal size of a network in a particular case. Our proposed methodology deals with this serious constraint, proposing a way in which the data requirement is decreased.

The general idea is to use the validation procedure proposed by Weigend et al. (1990). However, in order to reduce the data requirement we use the Box-Jenkins calibration procedure (Hipel & McLeod 1977, 1992), to identify the "principal components" of a time series. The calibrated ARIMA model suggests the number of input units for the network. This process reduces the size of the network and consequently the data required to train the network.

In order to avoid the overfitting problem, a validation procedure should be performed. The usual way to do that is to split the original time series in two parts. The first part is used to train the network while the second one is used to determine where the training should be stopped. As pointed out by Weigend et al. (1990), some drawbacks are that the validation part of the series is not used directly in the training of the network and the results obtained are dependent on the pair of training and validation sets chosen. The first drawback increases the data requirement to train the network while the second one the uncertainty of the modelling process. In order to deal with the overfitting problem without these drawbacks, Weigend et al. (1990) suggested the weight elimination procedure, which dynamically adjusts the size of the network. However, this increases the complexity of the training process and the overall modelling time.

The new methodology uses the calibrated Box-Jenkins models to generate synthetic time series (McLeod & Hipel, 1978; Hipel & McLeod, 1992), which have the same statistical properties of the original data, and uses it as the validation set. This overcomes the drawbacks pointed out by Weigend et al. (1990) since no split is necessary in the original series.

We tested the new methodology using the U.S. Electricity Consumption time series (1920-1970). The first part (1920-1960) was used to train the network and to calibrate the ARIMA model. The second part of the series was used to for forecasting performance analysis. The ARIMA model suggested that the last two entries be used to forecast the next entry of the series. So, a small two layer (2-4-1) network was used to train the neural network model. All the units used the logistic activation function.

Two types of prediction were tested: one step ahead prediction and multi-step prediction. In the first case the neural network performed as well as the ARIMA model. Both models gave a MAPE (mean absolute percentage error) of 1.2% over ten years. However, for the multi-step prediction the neural network model outperformed the calibrated ARIMA in a ratio of 3:1 (Neural Network MAPE=2%, ARIMA=6%). Similar results were obtained by Weigend et al. (1990) when forecasting the sunspot time series.

The initial results suggest the potential of the new methodology as a practical forecasting tool, by identifying a small network which reduces the data requirements and the overall modelling time, compared with the present neural network approaches. Further test are presently being performed in order to determine the benefits of the new methodology against the traditional method.

REFERENCES

- Baum, E.B., Haussler, D., *What size net gives valid generalization?*
in Neural Computing, vol. 1, pp 151-160, 1989.
- Hipel, K.W., McLeod, A.I., Lennox, W.C., *Advances in Box-Jenkins modelling 1. - model construction*, Water Resources Research, vol. 13, No. 3, pp. 567-575, June 1977.
- Hipel, K.W., McLeod, A.I., *Time series modelling of water resources and environmental systems*, to be published by Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 1992.
- Lapedes, A., Farber, R., *Nonlinear signal processing using neural networks: prediction and system Modelling*, Technical Report LA-UR-87-26626, Los Alamos National Laboratory, 1987.
- McLeod, A.I., Hipel, K.W., *Simulation procedures for Box-Jenkins models*, Water Resources Research, vol. 14, No. 5, pp. 969-975, October 1978.
- Weigend, A.S., *Connectionist architectures for time series prediction of dynamical systems*, PhD Thesis, Department of Physics, Stanford University, University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, 1992.
- Weigend, A.S., Rumelhart, D.E., Huberman, B.A., *Predicting the future: a connectionist approach*, in International Journal of Neural Systems, vol. 1, No. 3, pp 193-209, World Scientific Publishing Company, 1990.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Prof. Dr. A. Cliquet Jr.

Instituição: Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Departamento: Departamento de Engenharia Biomédica da Faculdade de Eng. Elétrica

Endereço para correspondência: Caixa Postal 6040
CEP 13081-970 Campinas - SP

Telefone: Fax: (0192) 39-3346/39-1395

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Alexandre H. Hermini; André Mendeleck; Antônio A. Fasolo Quevedo; François Sovi; George Arraes; Telma Oberg

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Microcomputadores
- Estações de trabalho
- Laboratório de Engenharia Médica
- Laboratório de Engenharia de Reabilitação
- Software desenvolvido no Departamento

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

O Projeto do Departamento de Engenharia Biomédica - UNICAMP (área de Engenharia de Reabilitação) compreende o desenvolvimento de um sistema de restauração de movimentos dos membros superiores em tetraplégicos, através de estimulação neuromuscular artificial controlada por voz e usando redes neurais artificiais. Tetraplégicos têm a voz preservada e portanto um estimulador controlado por voz pode se tornar um sistema modular de reabilitação.

O sistema é composto de diversos módulos que são responsáveis pela filtragem e amostragem de voz, processamento digital dos sinais, reconhecimento dos padrões e estimulação elétrica neuromuscular. O módulo para reconhecimento de padrões, para identificar fonemas, foi implementado através de rede neural multicamada "Perceptron" com método de treinamento "Backpropagation". Redes neurais permitem paralelismo massivo, alta velocidade de processamento e capacidade de adaptação a novos padrões sonoros.

O protótipo já foi testado, utilizando um microcomputador convencional, com boa aceitação por parte dos pacientes que com comandos vocais podem controlar os movimentos dos braços (1). Testes clínicos continuam sendo realizados visando a otimização do sistema.

- (1) CLIQUET JR., A. et al. Restoration of upper limb function to tetraplegics using neural networks and a voice processing system. In: VI MEDITERRANEAN CONFERENCE ON MEDICAL & BIOLOGICAL ENGINEERING. International Federation for Medical and Biological Engineering, Capri, Itália, pp. 553-556, 1992.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Marcelo Pereira Melo

Instituição: Petrobrás S/A

Departamento: SERINF/PESOP/SESAV

Endereço para correspondência: Av. Chile, 65 sala 1606
Centro - Rio de Janeiro - RJ
20035-900

Telefone: Fax: 220-2686

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- SOFTWARE: PDP, Neuralworks Professional II (p/Microcomputador)
- Hardware: Diversificado

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

PUC-Rio (Departamento de Informática - Ruy Luis Milidiú)
PUC-Rio (Departamento de Engenharia Elétrica - Reinaldo Castro Souza)
Purdue University (School of Electrical Engineering - Manoel Fernando Tenório)

PREVISÃO DE PREÇOS DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO MERCADO INTERNACIONAL

O principal objetivo da previsão de preços de derivados de petróleo no mercado internacional é balizar as decisões gerenciais de curto prazo e auxiliar a participação da PETROBRÁS no mercado futuro de derivados. Como a PETROBRÁS é grande compradora de petróleo, que vai ser transformado em derivados que podem ser exportados, as oportunidades comerciais ligadas às variações de preços de petróleo e derivados têm que ser aproveitadas ao máximo. Desta forma, previsões de preço são fundamentais para o planejamento operacional da empresa, sendo inclusive entradas para modelos de programação linear que auxiliam esse planejamento. As vultosas somas envolvidas justificam um esforço da empresa, pois um erro de operação no mercado futuro pode resultar em grandes perdas para a empresa [11].

O mercado de Nova York é o principal mercado de exportação brasileira de derivados e o mercado Noroeste da Europa serve de referência para as nossas exportações para a África Ocidental. Sendo assim, são necessárias previsões de curto prazo (horizonte de 4 semanas) para os seguintes produtos e mercados:

- Nova York (FOB):
 - . gasolina regular [cent/galão] - GASUNY
 - . óleo combustível BTE 0.3% HP [US\$/barril] - OCO3NY
 - . óleo combustível BTE 1.0 % LP [US\$/barril] - OC10NY

- Noroeste da Europa (CIF):
 - . diesel [US\$/tonel] - DIESNW
 - . querosene de aviação [US\$/tonel] - QAVNW
 - . óleo combustível 3.5% [US\$/tonel] - OC35NW

Convém ressaltar que as séries de preços utilizadas constituem sequências de preços médios semanais. Assim, uma previsão 1-passo-à-frente corresponde nesse caso à previsão para uma semana à frente.

A utilização da tecnologia de Redes Neurais [1,2] ao problema em questão proporcionou um desempenho superior ao de especialistas de mercado na realização de previsões de curto prazo [3,4,5,6,7]. Também propomos uma maneira simples de realizar combinação de previsões e análise de cenários utilizando esta tecnologia [4].

O programa PRESUME desenvolvido para a realização dos experimentos (a partir do trabalho desenvolvido por Rumelhart em [9,10]) mostrou-se capaz de ser aplicado às mais diversas áreas de atuação de uma empresa de petróleo, não necessariamente na área de previsão.

REFERÊNCIAS

- [1] Melo, M.P. (1990a). Redes Neurais Artificiais: mais uma ferramenta disponível, II SIP-Seminário sobre Informática na Perfuração, PETROBRÁS S.A., 5-9 nov 1990.
- [2] Melo, M.P. (1990b). Redes Neurais Artificiais, *Revista PETROINFO*, ano III, nº 19, pp. 2-3, nov/dez 1990.

- [3] Melo, M.P. (1991a). Redes Neurais para Previsão de Preços de Petróleo e Derivados no Mercado Internacional, I ENCIA - Encontro de I.A. aplicada à Indústria de Petróleo, PETROBRÁS S.A., Rio de Janeiro, 10-12 abril 1991.
- [4] Melo, M.P. (1991b). Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação à Previsão de Preços de Derivados de Petróleo, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 02/jul/1991.
- [5] Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991a). Applying Neural Networks to Time Series Analysis, XXX TIMS - The Institute of Management Sciences Joint International Meeting, Rio de Janeiro, July 15/17, 1991.
- [6] Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991b). Applying Neural Networks to Forecast the Price of Oil Products in the International Market, LAIC-PEP - Latin American Conference on Artificial Intelligence in Petroleum Exploration and Production, Rio de Janeiro, nov 18/21, 1991.
- [7] Milidiú, R.L. & Melo, M.P. (1991a). Oil Products Prices Forecasting Through Backpropagation, IV ICNN - International Conference on Neural Networks their Applications, Nimes, France, nov 4-8, 1991.
- [8] Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1986a). Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Cambridge: Bradford Books/MIT Press.
- [9] Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1986b). Exploration in Parallel Distributed Processing. Cambridge: Bradford Books/MIT Press.
- [10] Rumelhart, D.E.; Weigend, A.S. & Huberman, B.A. (1990). Predicting the future: A Connectionist Approach, Stanford PDP-90-01, PARC-SSL-90-20.
- [11] IA: Petrobrás quer acabar com o desperdício e fazer integração, *Revista DATANEWS*, p. 26, 26/abr/1991.
- [12] Centro de Informática da PUC desenvolve programas pioneiros, *JORNAL DO BRASIL*, p. 11, 24/jun/1991.

Estágio: Aplicação finalizada, mas ainda não em produção. Tem-se em mente a disponibilização futura deste método e de outros que venham a surgir para livre escolha dos próprios técnicos especialistas encarregados da realização de previsões.

MODELAMENTO DE FCC

O objetivo desta aplicação é a geração da formulação ótima do catalizador a ser utilizado numa unidade FCC (Craqueamento Fluido Catalítico) de uma refinaria dado um conjunto de propriedades a serem verificadas nos derivados produzidos. A carga da unidade é dada, e as condições operacionais podem variar dentro de limites especificados.

- Estágio:**
- . Coleta e preparação de dados
 - . Em estudo realização de convênio com exterior (Prof. Tenório)

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Dante Augusto Couto Barone

Instituição: UFRGS - Instituto de Informática

Departamento: CPGCC - Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação

Endereço para correspondência: Caixa Postal 15064
Porto Alegre - RS
91501-970

Telefone: Fax: (051) 336-5576

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Adeniton Cosme da Rosa Ferreira; Alex Gauzzelli; Eduardo do Valle Simões; Fernando Santos Osório; Luis Felipe Uebel; Philippe O.A. Navaux; Ricardo Vargas Dornelles; Roland Teodorowitsch

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Hardware: IBM-PC's, SUN Sparc, Silicon Graphics, Cray Y-MP, Macintosh, HP9000
- Software - Simuladores: Aspirin/Migraines, RCS, Pygmalion e softwares desenvolvidos localmente (Perceptron Multi-camadas com Back-propagation, Hopfield, BAM, Counter-propagation, ADALINE/MADALINE, GSN, ...)

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

UFSC, UFPR e UFRGS (projeto PROTEM)
UFPE

UFRGS - II - CPGCC

O II - Instituto de Informática e o CPGCC - Curso de Pós-Graduação em Ciências da Computação da UFRGS detem grande experiência a nível de Ciência de Computação. Atualmente, um novo foco de pesquisa tem sido o de Redes Neurais Artificiais (RNA's), contando com a participação de um grupo expressivo de pesquisadores atuando na área (11 pessoas envolvidas em projetos). O trabalhos que vem sendo desenvolvidos estão distribuídos entre diversos níveis de pesquisa, partindo do estudo aprofundado das RNA's, da proposição de novos modelos neurais, da implementação desses e de outros modelos de destaque, tanto em *software* quando em *hardware*.

Os diferentes projetos preveem uma aplicação prática das redes neurais e o desenvolvimento de produtos (sistemas OCR, de reconhecimento de voz, chips comerciais, etc). Aproximações com o setor produtivo já foram realizadas visando a integração Universidade X Empresas.

Estão em andamento projetos, relativos à área de Redes Neurais Artificiais, com apoio institucional do CNPq e FAPERGS, que são respectivamente.

- . Cp² - Contribuição em Processamento Paralelo;
- . SIRENE - Simuladores de Redes Neurais e
- . PROTEM-SUL CNPq na área de Redes Neurais Artificiais.

Abaixo seguem listados alguns dos principais trabalhos de pesquisa desenvolvidos junto ao CPGCC-UFRGS, ligados aos projetos supra-citados:

- . Fundamentação de Modelos de Redes Neurais e seus Métodos de Aplicação no Reconhecimento de Caracteres: a área de RNA's é bem ampla, possuindo vários conceitos diferentes implementados por vários modelos. Dentre esses, foram escolhidos três: o Perceptron Multi-camadas (MLP), as redes booleanas que implementam o neurônio que busca objetivos (GSN) e a teoria da ressonância adaptativa, representada pelo modelo ART1. Em se tratando do último modelo analisado, ART1, foi proposta uma modificação, chamada quasi-supervisão, que, através da análise dos resultados obtidos, aumentou o desempenho de tal modelo frente ao problema em questão.
- . CRUART: *software* implementado no ambiente de janelas *Open Windows* para a edição e o reconhecimento de caracteres utilizando a arquitetura neuronal ART1 com quasi-supervisão.
- . MLPG: algoritmo genético cooperativo para o aprendizado de Redes Perceptron Multi-camadas utilizando CPS (*Cooperative Process Software*).
- . Super ART: proposição da arquitetura Super ART (baseada na arquitetura neuronal ARTMAP) e validação da mesma através do reconhecimento de caracteres escritos à mão.
- . BACRAY: análise da aprendizagem de Redes Perceptron Multi-camadas - algoritmo *backpropagation* - frente ao problema do reconhecimento de caracteres escritos à mão, simuladas em um Cray Y-MP. Os resultados serão comparados com aqueles obtidos utilizando-se uma rede Super ART.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

NEURAL: *chip* neural que implementa a arquitetura *RAM-based GSN* (Goal Seeking Neuron), aproveitando-se da forte experiência desta instituição na área de Microeletrônica.

NEURALS: separação de sinais de voz por um array de sensores utilizando um algoritmo auto-adaptativo baseado no modelo de Hopfield.

N²OCR: Sistema para o reconhecimento ótico de caracteres impressos (múltiplas fontes) através do uso de redes neurais, utilizando o modelo ADAnLiene, derivado do ADALINE. O sistema é completo, incluindo módulos que realizam operações desde a captura das imagens até o reconhecimento.

N^AVPR - Sistema para o reconhecimento de padrões vocais através do uso de redes neurais, utilizando o modelo ADAnLiENE. Permite o reconhecimento *on-line* de comandos vocais (módulos de digitalização, pré-processamento, aprendizado e reconhecimento).

Projeto SIRENE: Conjunto de rotinas para criação de simuladores e também simuladores completos, configuráveis para os seguintes modelos - BAM, Hopfield, MLP com Back-Propagation, Multi-Camadas "Genérico" e Counter-Propagation.

Roteamento de circuitos integrados utilizando o modelo de Hopfield.

Estudo sobre o reconhecimento de padrões codificados em seqüências (padrões de voz contínuos). Este trabalho fez parte de uma dissertação de mestrado realizada no CPCGG-UFRGS.

Estudo sobre a implementação de simuladores de redes neurais artificiais, onde estes explorem o paralelismo inerente aos modelos, fazendo uso de equipamentos com recursos para o processamento paralelo ou distribuído.

Aplicação de RNA's no processamento adaptativo de sinais digitais (incluindo filtragem de ruídos e separação de sinais de áudio/voz).

Estudo sobre otimização de algoritmos de convergência no modelo multi-camadas com back-propagation. Inclui o estudo da utilização do CRAY YMP nas simulações.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Emmanuel Piseces Lopes Passos

Instituição: Instituto Militar de Engenharia

Departamento: Seção de Engenharia & Sistemas

Endereço para correspondência: Praça General Tibúrcio 80
Praia Vermelha - Rio de Janeiro - RJ
22290-270

Telefone: (021) 295-3232 Ramal 310 **Fax:**

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Ricardo Galdo Camelier; Bráulio de Paula Machado; Aldo Augusto Pires Filho; Romildo Gonçalves Valente

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Duas WorkStations SUN.2
- Dois microcomputadores PC 286
- Main Frame Burroughs
- Main Frame IBM

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

PROJETOS REALIZADOS E/OU EM ANDAMENTO

1. PEREIRA, Paulo César do Amaral, Redes Neurais com Aplicação em IA e Criptografia, Tese de Mestrado, IME, 1989.
2. MORAES, Ricardo Ayres, Avaliação da Adequação dos Modelos de Redes Neurais para Reconhecimento de Padrões de Guerra Eletrônica, Tese de Mestrado, IME, 1990.
3. CARDADOR, Débora Mendonça, Representação do Conhecimento: Modelos Clássicos e Conexionistas, Tese de Mestrado, IME, 1990.
4. GOLDSCHMIDT, Ronaldo Ribeiro, Redes Neurais em Sistemas para Reconhecimento de Palavras Isoladas, Tese de Mestrado, IME, 1991.
5. POLTRONIERI, Wallace Van Geen, Rede Neural Orientada a Objeto em Hiper cubo, Tese de Mestrado, IME, 1992.
6. DA NOVA, Luis Claudio Menezes, Classificação de Imagens por Redes Neurais, Tese de Mestrado, IME, 1992.
7. GARCIA, Alex de Vasconcelos, PSIREDE: Um Pacote de Simulação de Redes Neurais, Tese de Mestrado, IME, 1992.
8. DE ALMEIDA, Luís Fernando Barbosa, Simulação de um Robo Inseto Usando estruturas Neuromórficas, Tese de Mestrado, IME, 1992.
9. LIRA GONDIN, Paulo Roberto de, Algoritmos de Aprendizados Aplicados a Redes de Comunicação, Tese de Mestrado, IME, 1992.
10. MARQUES, Luiz Fernando Pelosi, Redes Neurais por Dentro, Tese de Mestrado, IME, 1992.
11. MACHADO, Bráulio de Paula, Aplicação de Redes Neurais no Tratamento de Grandes Massas de Dados, Tese de Mestrado, em andamento.
12. PIRES FILHO, Aldo Augusto, Redes Neurais em Sistemas para o Reconhecimento de Palavras Concatenadas, Tese de Mestrado, em andamento.
13. VALENTE, Romildo Gonçalves, Estimativa Funcional Através de Algoritmos Neurocomputáveis Adaptativos Automáticos, Tese de Mestrado, em andamento.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Prof. Walter Celso de Lima

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento: Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: UFSC - CTC - EEL - GPEB
Caixa Postal 476
88040-900 - Florianópolis - SC

Telefone: Fax: (0482) 319770

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Prof. Carlos Inácio Zanchin; Prof. Fernando Mendes de Azevedo; Prof. Hanilson Savi; Prof. Renato Garcia Ojeda; 7 Engenheiros Eletricistas/Eletrônicos e 1 funcionário técnico; 12 médicos (diversas especialidades) e 1 enfermeira; 9 bolsistas de Graduação (Engenharia/Medicina); 5 estagiários (Engenharia)

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

• 26 Microcomputadores IBM-PC compatível, conta com um laboratório de instrumentação, tem acesso a diversos terminais do IBM3090, possui Workstation Sun ligada a um CONVEX 210. Possui, atualmente, 5 softwares de aplicação e 3 simuladores

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- Todos nacionais e internacionais através da UFSC (cerca de 35);
- Convênio específico de cooperação GPEB/UFSC - Institut d'Informatique/FUNDP, Namur-Belgica e Convênio com OPS (Organização Panamericana de Saúde).

PROJETOS

1. Representação de Conhecimento Médico Utilizando Redes Neurais

Objetivos:

- Estudo de estruturas e algoritmos de treinamento de redes neurais para desenvolvimento de sistemas de apoio na decisão médica
- Avaliação de estruturas e algoritmos em aplicações em conhecimento médico.

2. Sistema de Apoio à Decisão Médica Utilizando Estrutura Híbrida

Objetivos:

- Implementação de um sistema de apoio ao planejamento de procedimentos anestésicos utilizando um sistema especialista com estrutura híbrida semântico-conexionista;
- Utilização de redes neurais para classificação dos parâmetros de interesse num planejamento de procedimentos anestésicos, como: classificação estado físico do paciente, escolha de: drogas para medicação pré-anestésica; técnica anestésica, drogas anestésicas, níveis de bloqueio, procedimentos de indução e/ou manutenção, bloqueadores neuromusculares, manutenção das vias aéreas e monitorização trans-anestésica, visando obter uma proposta do planejamento dos procedimentos anestésicos necessários para um ato cirúrgico.

3. Sistema Híbrido para Diagnóstico Diferencial de Dor Torácica Aguda de Origem Não Traumática

Objetivo:

- Utilização de regras de produção, redes neurais difusas e análise de ECG para o apoio no diagnóstico diferencial de dor torácica.

4. Sistema Híbrido para Diagnóstico de Epilepsia

Objetivo:

- As redes neurais são utilizadas para classificar as necessidades do usuário a respeito de conhecimentos estatísticos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Manoel Fernando Tenorio

Instituição: Purdue University

Departamento: Electrical Engineering

Endereço para correspondência: Purdue University
School of Electrical Engineering MS/EE BLDG
West Lafayette, Indiana 47907-1285
USA

Telefone: Fax: 317-494-6440

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Antonio G. Thome; William HSu; Craig Codrington; Sho Kuwamoto; Alex Yali; John Kassebaum

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Sun Workstation 3/50 and Sparc-1*
- MacII Microcomputer SE and FXII*
- Matlab/signal processing software package
- Simulab, Mathematica, MacSpin, Statview, ETC.*
- All engineering computing network facilities, with a maspar and the titan mini supercomputer

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- Instituto De Logica, Filosofia, Tecnica da Ciencia - ILTC

(*) Parallel Distributed Structures Laboratory - PDSL

ECONOMIC SIGNAL ANALYSIS, MODELLING AND ESTIMATION THROUGH A SIMILARITY BASED APPROACH

This project uses a new approach to analyze, capture and model those more complex structured, possibly non-linear and nonstationary time series. Spectral analysis and digital filter theory are used to break the original series into more coherent and power compatible components. Each resulting component is then treated individually as a totally independent time series. Finally the individual results are combined to provide future estimations for the original signal.

To decompose the original series not based on the traditional elements, such as trend, seasonality and irregular fluctuations, but based on their coherence in terms of orthogonal elements and compatible power (integral of the square of the element values), generates a more homogeneous series to be treated and modeled individually. Based on this approach, a series can be decomposed in as many subseries as necessary to better separate and capture the distinct underlying patterns.

In forecasting problems, it is generally agreed that if the original function can be well represented by a decomposition then each component can more readily be modeled due to a better signal-to-noise ratio. When creating predictions with each individual component of the series, one needs to keep in mind that the final model can only be represented by the combination of the submodels created. In the nonorthogonal case, the fusion of these components can be very complex and nonlinear due to the amount of redundant information. It may also be the case that the fusion, in practice, may lead to a worse prediction than the separate components. Such instability occurs mainly due to the high correlation between the components. In the orthogonal case, one may not end up with the most compact representation of the series, and may even lose the ability to make local judgements, since the representation gives global information on a transformed space. Nevertheless several key advantages are present in this class of representation schemes. First, the components are orthogonal and therefore have zero cross-correlation. Second, the fusion is linear since each predictor adds independent information about the dynamics. Third, the prediction process can be treated separately and each component that is added increases the accuracy of the overall prediction. Thus one can trade the ability and effort to model for accuracy.

Among several different prediction techniques that can be used over the orthogonal resulting series, one, based on a similarity approach is particularly interesting for economic time series. Through a similar process as used by human experts, the market can be decomposed into clusters of similar patterns of behavior whose outcomes, in the desired prediction horizon, are consistent among the elements in the same cluster. This property is here named *data consistency*. This transforms the prediction problem into a pattern recognition problem.

The reference database is built by defining clusters embodying the similar states selected according to the similarity operator. Such clusters divide the data hyperspace into hyperspheres represented by its centroid and a common radius. Once the cluster centers have been defined, they perform a number to symbol transformation, in which the trajectory of the original time series can be represented by a string of cluster names, with minimum information loss. Prediction is accomplished by determining which cluster centers are close to the present state.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

An immediate implementation of this algorithm via a feedforward neural network is possible. First, the hidden layer weights are assigned to be the cluster centers. Second, the hidden units, which represent the clusters, compute the similarity measure between the input vector and the cluster centers. This measure is multiplied by the output weights of the hidden nodes, which are the prototype value for the cluster outcome. The output unit then integrates all these estimates and normalizes them.

This technique has shown to be promising for economic time series prediction. Our main conclusion from this study is that the prediction accuracy depends not only on power and data consistency, but it also depends on the sampling rate-to-prediction horizon ratio, as it was witnessed by the variances of the 3 components of a weekly based oil price time series used on the experiments. For a better prediction of the third component (that one with highest frequency), as well as improvements on the other 2, a daily signal would be necessary. We are now pursuing the design of on-line decomposition and predictive schemes.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Luiz Pereira Caloba

Instituição: COPPE & E.E. - UFRJ

Departamento: Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: CP 68.504
CEP 21945-970

Telefone: Fax: 290-6626

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Marcio Nogueira de Souza; José Manoel de Seixas; Helena Gottshalk; Albino dos Santos Aveleda

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Microcomputadores diversos
- Workstations (SUN)
- Equipamentos básicos de bancada
- programas profissionais de redes neuronais (tais como NMworks) e programas desenvolvidos para uso específico

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- CERN (Centro Europeu para Pesquisas Nucleares) Genebra/Suíça
- Laboratório de Física Aplicada I.F./UFRJ

PROJETOS CONCLUÍDOS

1. Aplicação de Redes Neurais em Espectroscopia Mössbauer

Foi desenvolvida uma rede neuronal "Counterpropagation" com aprendizado não supervisionado do tipo combinação convexa para o reconhecimento de espectros Mössbauer de algumas substâncias. Os ótimos resultados obtidos encorajam a incorporação de sistemas com redes neurais nos equipamentos de aquisição de dados para Espectroscopia Mössbauer (submetido para publicação no Nuclear Instr. and Methods in Physics Research em 1992).

2. Estudo da Rede KxN flop

Neste trabalho as redes realimentadas, do tipo Hopfield, com inibição lateral foram detalhadamente estudadas, procurando-se regras de projeto a nível de simulação e construção do hardware para as mesmas (Tese de mestrado COPPE/UFRJ).

3. Programas didáticos

Neste trabalho, programas didáticos/demonstrativos do funcionamento e aplicação de algumas redes neurais mais conhecidas, como backpropagation, counterpropagation e Hopfield foram desenvolvidos.

PROJETOS EM ANDAMENTO

1. Reconhecimento de Voz com Redes Neurais I

Neste trabalho um sistema de reconhecimento de voz baseado no seu análogo biológico está sendo desenvolvido. A parte de pré-processamento do sinal acústico (captado por um microfone) é realizada por um circuito eletrônico que desempenha o papel da coclea biológica (parte do ouvido interno responsável pela transdução das ondas de pressão em sinais nervosos). Este circuito fornece os sinais que serão aplicados a uma rede neuronal que opera com padrões dinâmicos.

2. Reconhecimento de Voz com Redes Neurais II

Neste trabalho é desenvolvido um sistema mais simples, capaz de reconhecer um conjunto limitado de palavras isoladas (independente do orador). Este sistema, entretanto, tem como requisito poder ser integrado em um único "chip", e visa aplicação em telefonia celular móvel, comando de máquinas, etc.

3. Localização em Planos Resistivos

Neste trabalho uma rede neuronal de 2 camadas, utilizando "backpropagation", é utilizada para fornecer as coordenadas de excitação sobre uma superfície resistiva, eliminando as distorções inerentes a este tipo de problema. Os resultados obtidos com modelos de neurônio lineares, comparados com os do modelo não-linear, apontam para a possibilidade de construção de um hardware simples e barato para esta rede neuronal. A principal aplicação deste sistema é a construção de telas tácteis, que podem ser utilizados nos mais variados equipamentos, tais como por exemplo caixas eletrônicas bancárias.

4. Aplicação de Redes Neurais em Instrumentação para Física de Altas Energias

Este é um projeto em colaboração com o CERN (Centro Europeu para Pesquisas Nucleares - Genebra/Suíça) e visa identificar o tipo de partícula incidente em detetores.

1ª WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Sueli Bandeira T. Mendes

Instituição: COPPE - UFRJ

Departamento: Programa de Engenharia de Sistemas e Computação

Endereço para correspondência: Caixa Postal 68511
CEP 21945-970

Telefone: Fax: 290-6626

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Luís Alfredo Vidal de Carvalho (Prof.); Valmir Carneiro Barbosa (Prof.); Jana Tavares Alvarez (aluno); Ricardo Sovat (aluno); Patricia Furst (aluno); Sergio Exxel (aluno); Claudio Cueleke Nehme; Nelson Quilula

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Hardware: Estações de trabalho SUN e Pcs
Laboratório de Proc. de Sinais
- Software: Simuladores comerciais, simuladores universitários (Rochester University e PDP) e simuladores desenvolvidos na COPPE.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- O Prof. Valmir encontra-se atualmente no Centro Científico da IBM no Rio de Janeiro, passando então a colaborador.
- Laboratório de Física Aplicada I.F./UFRJ

PROJETOS CONCLUÍDOS

- 1. Rede Neuronal para Soluções Aproximadas do PCV** - Foi desenvolvida uma rede neuronal analógica de Hopfield com uma topologia especial capaz de garantir que todos os pontos estáveis são soluções viáveis do Problema do Caixeiro Viajante. Demonstra-se que a rede é capaz de resolver qualquer PCV sem a necessidade da determinação de constantes para convergência (publicado no IEEE IJCNN, Int. Joint Conference on Neural Networks 1989).
- 2. Solução Rápida de Sistemas Lineares por Redes Neurais** - Uma rede neuronal recursiva capaz de resolver sistemas lineares algébricos foi desenvolvida e demonstrada sua velocidade e capacidade de lidar com sistemas indeterminados ou inconsistentes (Em vias de publicação na revista Operations Research Letters em 1992).
- 3. Redes Neurais para Programações Linear** - Este trabalho resumiu-se no desenvolvimento de uma rede neuronal analógica de seis camadas com a função de resolver problemas de Programação Linear com rapidez. Por implementar um algoritmo de direções viáveis, a rede neuronal sempre fornece uma solução viável para o problema, não importando o tempo de evolução da mesma (publicado no IEEE IJCNN, Int. Joint Conference on Neural Networks, 1990).
- 4. Um Algoritmo de Aprendizado para Redes Analógicas de Hopfield** - Utilizando-se o princípio de Liapunov, foi desenvolvido um algoritmo de aprendizado capaz de criar mínimos na função de energia de redes analógicas de Hopfield. O aprendizado se faz não somente nas sinapses mas também nos limiares e ganhos dos neurônios, aumentando a capacidade de armazenamento da rede neuronal (publicado no IEEE IJCNN, Int. Joint Conference on Neural Networks, 1991).
- 5. O Método Elástico na Solução do PCV** - Foi desenvolvido um método analógico, se utilizando da filosofia dos mapeamentos auto-organizados de Kohonen, onde um elástico se deforma gradativamente até se adaptar ao conjunto de cidades do Problema do Caixeiro Viajante. O método é totalmente paralelizável e representa uma interessante heurística para o PCV (publicado no IEEE IJCNN, Int. Joint Conference on Neural Networks, 1992).
- 6. Representação de Conceitos e Inferências em Redes Neurais de Hopfield** - Foi desenvolvida uma teoria de representação simbólica nas redes de Hopfield e demonstrados meios de se registrar inferências lógicas em suas funções de energia (submetido para publicação no IEEE Trans. on Systems Man and Cybernetics).
- 7. Modelagem Matemática da Via Tálamo-Cortical** - Neste trabalho desenvolveu-se um modelo matemático do tálamo considerando sua estrutura real segundo dados da literatura biomédica. São resultados do modelo as oscilações não-lineares das células talâmicas, os meios usados pelo córtex cerebral para controle do tálamo, além de explicações teóricas sobre o fenômeno da dor e da acupuntura. (submetido para publicação na revista Biological Cybernetics).
- 8. Controle de Robots Redundantes por Redes Neurais** - Utilizando-se a rede neuronal que resolve sistemas lineares algébricos, um sistema de controle para manipuladores mecânicos com excesso de graus liberdade foi desenvolvido. O sistema é robusto, buscando sempre a trajetória ótima (publicado no XI COBEM, Congresso Brasileiro de Eng. Mecânica, 1991).

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

9. Previsão de Séries Temporais por Redes Neurais - O método de previsão de Box and Jenkins foi utilizado para determinação dos parâmetros de uma rede neuronal em camadas com aprendizado por propagação de erros. A rede consegue prever com erros menores que os testes dos próprios autores Box e Jenkins.

10. Síntese de Gasodutos pelo Método do "Simulated Annealing" - O problema de projeto ótimo de redes de dutos e compressores para o transporte de gás natural entre plataformas e terminais foi resolvido eficientemente pelo método do Resfriamento Simulado utilizado no aprendizado da Máquina de Boltzmann.

11. Análise Sintática Baseada em Regras - Foi desenvolvido um modelo conexionista capaz de aprender através do método "Simulated Annealing" como realizar análise sintática em gramáticas simples e pré-determinadas.

12. Aprendizado Não-supervisionado em Redes Neurais - Estudo comparativo de vários modelos para aprendizado não-supervisionado, ressaltando vantagens computacionais e relacionando, sempre que possível com o aprendizado biológico (Aceito para publicação na Revista Brasileira de Computação).

13. Algoritmos Genéticos no Aprendizado de Redes Neurais - Foram desenvolvidas duas técnicas diferentes para a promoção do aprendizado em redes neurais em camadas. Um dos trabalhos foi publicado no European Meeting on Cybernetic and Systems Research'92, Viena, 1992 e o outro na reunião "Tendências de la Computacion en la Decada de 90, México, 1992.

14. Representação do Conhecimento Simbólico em Sistemas Conexionistas - São estudados e Implementados vários paradigmas de representação do conhecimento em redes neurais. Em especial, a representação por Álgebra Tensorial é profundamente analisada. O trabalho foi submetido ao Congresso da Sociedade Brasileira de Computação 1992.

PROJETOS EM DESENVOLVIMENTO

15. Reconhecimento de Assinaturas Acústicas por Redes Neurais - Uma bancada contendo um martelo de choque e barras de diferentes formatos é usada para a aquisição de assinaturas acústicas. Estas assinaturas são ensinadas a uma rede neuronal de camadas para que a mesma identifique os diferentes formatos e materiais. Aplicações futuras do sistema são a identificação de perfis geológicos na exploração de petróleo e o controle de qualidade de peças e soldas.

16. Compactação e Reconhecimento de Imagens por Redes Neurais - Através do algoritmo desenvolvido para o aprendizado de redes analógicas de Hopfield, é possível armazenar muitas imagens em uma única rede neuronal. Através de uma metodologia determinada, as imagens são compactadas e sua futura descompactação é comparada com a imagem original. O método é capaz de altas taxas de compactação.

17. Correção de Erros em Códigos - Um estudo comparativo de vários modelos conexionistas na correção de códigos é realizado objetivando o futuro controle de árvore de natal molhada através de sinais sônicos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

18. Redes Neurais no Projeto Preliminar de Sistemas de Processos - Redes neurais capazes de emular o comportamento de equipamentos térmicos de processos são desenvolvidas para que se possa, fácil e rapidamente, montar projetos preliminares de plantas químicas.

19. Redes Neurais para o Tratamento da Fala em Português - Desenvolve-se uma rede neuronal para o reconhecimento da fala na língua portuguesa.

20. Reconhecimento de Sinais através de Redes Neurais Adaptáveis - Com o objetivo de reconhecer sinais de sonar, desenvolve-se uma rede neuronal auto-regulável com capacidade de classificação.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Armando Freitas da Rocha

Instituição: UNICAMP

Departamento: Instituto de Biologia, Engenharia Elétrica
Engenharia de Petróleo

Endereço para correspondência: UNICAMP
Instituto de Biologia
Campinas, SP

Telefone: Fax: 290-6626

Composição da Equipe (Além do coordenador)

A.F. Rocha; I.R. Guilherme; R. Zulli; A. Satol C. Morroka; F. Gomide

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Linha PC, Workstations IBM e SUN
- NEXTOOL, JARGÃO, KARDS (desenvolvimento próprio)

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

LINHA DE PESQUISA

Desenvolve-se um modelo formal de neurônio que incorpora os principais achados sobre processamento químico a nível da sinapse evidenciados pelas neurociências nos últimos anos. Para tanto, o neurônio passa a ser um elemento que troca mensagens (transmissores) que podem ser aceitos por outras células que nela estejam interessadas (possuam receptores adequados). Nesta abordagem, o neurônio deixa de ser um processador meramente numérico, para tornar-se também um processador simbólico. Este novo modelo de neurônio suporta a lógica nebulosa, dando suporte as diversas alternativas de processamento do Modus Ponens Generalizado.

Nesta abordagem, o cérebro passa a ser considerado como um sistema inteligente distribuído, onde cada agente é uma sub-rede ou módulo neural (a exemplo das colunas corticais) com um alto grau de autonomia. Os processos de comunicação entre neurônios podem ser efetuados através de uma conectividade definida pela afinidade entre transmissores e receptores (mail system), bem como através de um sistema de broadcasting definido por moduladores. Cada módulo neural possui um conhecimento especializado, que pode ser adquirido como um grafo de conhecimento, com a utilização de uma técnica desenvolvida pelo grupo.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Ruy Luiz Milidiú

Instituição: PUC-Rio

Departamento: Informática

Endereço para correspondência: PUC/Rio
Departamento de Informática
Rio de Janeiro, RJ
CEP 22453

Telefone: Fax: (021) 529-9485

Composição da Equipe (Além do coordenador)

José Carlos Tavares; Paulo Roberto dos Santos Pereira

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Mac IIsi
- Sun SPARC Station
- Neural Works Professional
- S-PLUS

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

CCR - Ibm Brasil

G+: SISTEMA DE APOIO A PROSPECÇÃO GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE

1. Objetivo

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional inteligente para apoio a prospecção geoquímica de superfície -- o sistema "G+".

2. Justificativa

A prospecção geoquímica de superfície vem ocupando papel relevante na exploração de recursos naturais presentes tanto na superfície quanto na superfície terrestre. O elevado desempenho dos resultados obtidos, face aos baixos custos de implementação desses métodos, vem apontando para sua crescente utilização.

Na exploração petrolífera, a presença de hidrocarbonetos na superfície é considerada como um forte indicador de acumulações de hidrocarbonetos na superfície. Assim, a geoquímica de superfície destaca-se como importante ferramenta nessa atividade de exploração. De maneira similar, outros recursos naturais manifestam sua presença através de diversos indícios facilmente identificáveis na superfície.

Recentemente, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello -- CENPES/PETROBRÁS -- solicitou a PUC-RIO o desenvolvimento de um sistema que conceituasse e implementasse computacionalmente uma metodologia de apoio a análise geoquímica de superfície. Atendendo à esta demanda foi elaborado o sistema "G", que incorpora os primeiros resultados de nossos esforços de investigação e desenvolvimento tecnológico nessa área. O sucesso alcançado pelo sistema "G" recomenda fortemente a extensão e disseminação em larga escala da tecnologia utilizada. A esta nova versão denominamos "G+".

Em resumo, a construção do sistema "G+" propicia ganhos significativos para empresas de diversos setores industriais. Dentre os principais usuários potenciais da tecnologia oferecida através do sistema "G+" destacam-se o setor de exploração petrolífera e o setor de exploração mineral.

3. Descrição

O projeto deste sistema está baseado na modelagem e integração de dois tipos básicos de conhecimento.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

O primeiro, constitui-se das informações amostrais de características geoquímicas, usualmente obtidas através de levantamentos no campo e posterior análises laboratoriais.

Enquanto que o segundo, constitui-se das avaliações fornecidas por analistas especializados em geoquímica de superfície. Estas avaliações sintetizam diversas informações adicionais sobre a região em estudo e sobre seus atributos geoquímicos.

Dentre as principais características e requisitos identificados como fundamentais ao bom desempenho do sistema destacam-se:

multivariado - tratamento simultâneo dos diversos atributos amostrais, integrando coerentemente os resultados em uma única análise;

paramétrico - utilização de um número reduzido de parâmetros que capturem as propriedades relevantes do problema;

caracterização do Background - a partir da classificação automática das diversas amostras, estimar as principais características do Background na região;

modelagem espacial - inclusão do efeito da interdependência devida a localização espacial;

múltiplas fontes de anomalias - interpretação dos dados levando em conta a presença de múltiplas fontes de anomalias que devem ser descritas e localizadas.

informações auxiliares - a incorporação de informações auxiliares tais como litologia, profundidade e outras;

estatísticas descritivas - produção automática das estatísticas descritivas necessárias a interpretação dos dados, e elaboração de relatórios;

mapeamento de indicadores - apresentação através de poderosa interface gráfica, dos principais elementos indicadores da classificação das amostras em mapas e diagramas que favorecem a inspeção visual e interpretação dos resultados;

interface amigável - a utilização de um gerenciador de interface gráfica, conferindo ao sistema uma comunicação com o usuário de modo suave, logicamente potente, bem como agradável.

4. Metodologia

A metodologia adotada consiste na extensão do modelo estatístico de mistura já implementado com sucesso no sistema "G", incluindo também as avaliações dos especialistas. Além disso, será explorada a tecnologia de redes neurais artificiais para a extração de características espaciais das amostras.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

São duas as principais etapas desse projeto:

- Modelagem Estatística Artificial e Computacional;
- e, Implementação do Sistema Computacional "G+".

A *modelagem estatística* envolve o ajuste, aos dados amostrais e às informações adicionais, de um modelo de mistura de vários componentes. Para isso, é utilizada uma restrição no espaço de parâmetros de forma a garantir a convergência do algoritmo de minimização do erro de ajuste. Outro elemento informacional de baixo custo de obtenção são as classificações visuais fornecidas por analistas. A coerente integração dessas informações ao modelo estatístico compõe a etapa *inteligente* do sistema "G+". Estas informações aumentam a aderência do modelo de mistura, e também diminuem o esforço computacional para a obtenção do ajuste. Por um lado elas funcionam como redutores de erro, e por outro como aceleradores de convergência.

Para a *modelagem neuronal* investigaremos os Mapas Auto-organizativos de Kohonen, que captarão a interdependência espacial dos atributos amostrais. A exploração e treinamento das redes neurais será realizada no ambiente Neural Works Professional II.

A *implementação* do sistema "G+" será no ambiente S-PLUS rodando na plataforma MS-WINDOWS. Tendo em vista a construção de um ambiente de apoio a análise de geoquímica, o sistema deve ser dirigido por eventos e orientado a objetos. Desta forma, é adotado um enfoque de desenvolvimento que favorece o encapsulamento e reutilização de diferentes formas de conhecimento utilizadas na tarefa de análise de geoquímica de superfície. Tendo em vista a intensa interação do sistema com o usuário, é fundamental a adoção de interface gráfica tanto para comunicação como para geração de avaliações pelo especialista.

PREVISÃO POR BACKPROPAGATION DOS PREÇOS DE PRODUTOS DE PETRÓLEO

1. Objetivo

O objetivo deste projeto é a construção de um sistema computacional voltado para a previsão de séries temporais, implementando o Modelo de Backpropagation e suas principais variações.

2. Descrição

A previsão de preços de derivados de petróleo no mercado internacional é fundamental no processo gerencial de curto prazo envolvido com a participação da PETROBRÁS no mercado futuro de derivados. As vultuosas somas envolvidas justificam o esforço da empresa em aprimorar seus métodos de previsão desses preços, pois mesmo reduzidos ganhos unitários representam enormes retornos quando considerada a escala real de operação da empresa.

A utilização do modelo de retropropagação (backpropagation) apresentou desempenho superior aos métodos convencionalmente empregados pela empresa. Para aumentar a produtividade e qualidade das previsões fornecidas pelo modelo neuronal adotado, foi desenvolvido o sistema PRESUME que oferece facilidades especiais voltadas para o problema de previsão de séries temporais.

3. Publicações

Milidiú, R.L. & Melo, M.P. (1991) - *Oil Prices Forecasting Through Backpropagation*, IV International Conference on Neural Networks & Their Applications - NEURO-NIMES 91, Nimes, France.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Time Series Analysis*, XXX TIMS-ORSA Joint International Meeting, Rio de Janeiro.

Melo, M.P. & Milidiú, R.L. (1991) - *Applying Neural Networks to Forecast the Price of Oil Products in the International Market*, Latin American Conference on Artificial Intelligence in Petroleum Exploration and Production.

Melo, M.P. (1991) - *Redes Neurais Artificiais: Uma Aplicação à Previsão de Preços de Derivados de Petróleo*, Dissertação de Mestrado, DI-PUC/RJ.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Remo Zauli Machado Filho

Instituição: Centro de Pesquisas da Petrobrás (CENPES)

Departamento: Setor de Engenharia Submarina

Endereço para correspondência: Centro de Pesquisas da Petrobrás (CENPES)
DIPREX/SESUB
Ilha do Fundão Q7
21949-900 Rio de Janeiro RJ

Telefone: (021) 598-6292/598-6290

Fax: (021) 598-6793

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Eduardo Navarro Satuf; Ana Augusta Jobim Fonseca; Fábio Kerr Conti.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Micro computadores PC 386
- Neuralware II Prof.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Instituto de Pesquisa da Marinha

CORREÇÃO AUTOMÁTICA DE ERROS EM COMUNICAÇÃO DIGITAL

Objetivo:

Desenvolver um método de correção automática de erros em comunicação digital utilizando redes neurais como decodificadores de símbolos.

Aplicação:

Correção de erros em comunicação digital por acústica submarina, onde a repetição da mensagem pode não ser conveniente, para uso em instalações de produção de petróleo submarinas em águas profundas.

Resultados:

Foram realizados estudos sobre os métodos tradicionais de codificação e correção automática de erros em comunicação digital, especialmente em meios reverberantes.

Foi adotada a codificação das mensagens por símbolos ou atratores gerados por códigos Hamming, com distância mínima escolhida em função dos requisitos de probabilidade de erros por bit e relação sinal/ruído.

Foram testados diversos paradigmas de redes neurais, tendo se revelado o mais eficiente a rede Hamming, classificadora para o vizinho mais próximo, capaz de corrigir todos os erros compatíveis com as especificação de distância Hamming do código. Experimentos sendo preparados na Bacia de Campos.

Referências:

Machado, F., R.Z., Tenório, M.F., Silva, J.R.M., "Error Correction in Binary Messages on Hydroacoustic Channel with Artificial Neural Networks", apresentado para publicação na IEEE Oceanic Eng. Soc. Magazine.

Tenório, M.F., Machado, F., R.Z., Silva, J.R.M., "Multiple Paradigm Neural Network for Control and Communication Using Binary Messages on Hydroacoustic Channels", OCEANS 92.

CONFORMAÇÃO DE FEIXE ADAPTATIVA

Objetivo:

Desenvolver métodos de conformação adaptativa de feixe em array de transdutores acústicos utilizando redes neuronais.

Aplicação:

Enlaces de comunicação acústica em sistemas de produção submarina de petróleo, onde em virtude das condições oceanográficas variáveis e alto ruído ambiente e alta reverberação, feixes estreitos apontados adaptativamente podem melhorar a performance do enlace.

Situação:

Tese sendo desenvolvida.

MODELAGEM DE PROPAGAÇÃO ACÚSTICA

Objetivo:

Desenvolver métodos de previsão das condições de propagação acústica oceânica e da probabilidade de erros em comunicação digital utilizando redes neuronais.

Aplicação:

Previsão de resultados de comunicação acústica oceânica, a partir de medidas de perfis de velocidade do som e nível de ruído.

Situação:

Sendo investigada.

CÁLCULOS DE POSICIONAMENTO

Objetivo:

Desenvolver métodos de correção de refração em medidas acústicas de distância no mar, e estimação de posição em datum geodésico determinado, utilizando redes neuronais.

Aplicação:

Posicionamento de precisão em embarcações, veículos submarinos ou equipamentos ou ferramentas de produção submarina de petróleo, em águas profundas.

Situação:

Sendo investigado.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Valter Rodrigues

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Departamento: Núcleo de Computação/OBT

Endereço para correspondência:

E-Mail: INPENCO@BRFAPESP.BITNET

Fax: (0123) 218743

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Alexandre G. Nowosad; Eduardo Mena B. Alonso; Francisco de Assis Tavares F. da Silva; Maria da Conceição A. Amorim; Maria Suelena S. Barros; Lúbia Vinhas

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Hardware: 01 Sparcstation 2, 11 SUN-SLC
- Software: Neurosimulador - SFINX (Adaptado)

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

University of California - UCLA

Machine Perception Laboratory - MPL

12º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Os esforços que têm sido dispendidos em Redes Neurais neste Instituto, podem ser considerados ainda apenas como atividades de pesquisas. Estas atividades estão concentradas no contexto de processamento, análise e classificação de imagens.

Atividade 1: Estudo de campos receptivos de células ganglionares, através de funções GABOR. Responsável: **Alexandre G. Nowosad.**

Em similaridade ao estudo do conceito de campos receptivos de células ganglionares, estuda-se a interação, em termos de processamento, de células ganglionares com diferentes tamanhos (resolução espacial) de campos receptivos. A implementação do comportamento responsivo de cada célula é feita através de funções GABOR. Cada imagem processada é decomposta em uma expansão de funções GABOR, cujos coeficientes são calculados segundo uma função da otimização. As abordagens estatísticas têm sido exploradas para verificar quais são os conjuntos mais importantes de coeficientes que aproximam melhor as imagens analisadas.

Atividade 2: Estudo de Séries Temporais de Imagens de Satélites Meteorológicos, utilizando Redes Neurais do tipo Retropropagação do Erro (Back Propagation). Responsável: **Eduardo M.B. Alonso.**

Dado à potencialidade de redes, do tipo Retro Propagação do Erro, em prever o futuro de séries temporais, exploramos este tipo de redes neurais na previsão da evolução espaço-temporal de padrões de nuvens em imagens de satélites meteorológicos. Têm sido estudadas algumas arquiteturas deste tipo de redes que consideram a evolução radiométricas (em duas batidas espectrais) e a distribuição espacial dos padrões de nuvens.

Atividade 3: Classificação de usos do solo em imagens de satélites de sensoriamento remoto, utilizando redes do tipo retropropagação do erro. Responsável: **Maria Suelena S. Barros.**

Técnicas de classificação supervisionada são ferramentas bastante utilizadas na Metodologia de identificação de áreas de utilização do solo em imagens de satélites de sensoriamento remoto. Redes de retropropagação do erro têm sido estudadas no objetivo de classificar pixels (elementos de imagens), com pertencentes à classes básicas (urbano, água, vegetação, etc), ou a uma de suas subclasses. Diferentes modelos de abordagens utilizando estes tipos de redes têm sido analisados, tais como modelos monolíticos ou distribuídos.

Atividade 4: Aplicação de modelos de células, modelos de Reichardt modificado, para percepção do movimento em imagens de satélites meteorológicos. Responsável: **Lubia Vinhas.**

Modelos de Reichardt têm sido propostos como detetores direcionalmente seletivos para à percepção de movimentos. Estes modelos são implementações aproximadas de como acontece interações dendráticas nas lineares na percepção da direção do movimento. Estuda-se os modelos e a composição de redes desses modelos para a detecção do movimento em imagens de satélites meteorológicos onde existe o conceito de movimento aparente.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Atividade 5: Modelos Conexionistas Híbridos. Responsável: Francisco Tavares.

A conveniência de configurar sistemas híbridos surgidos no mapeamento de sistemas baseados em conhecimento em redes neurais e seu mapeamento inverso tem levado à motivação desta pesquisa. Estudos iniciais têm sido o de identificar quais os paradigmas de sistemas híbridos têm sido propostos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Fernando da Silva Rodrigues

Instituição: PETROBRÁS

Departamento: Departamento de Exploração (Depex)

Endereço para correspondência: Av. Chile, 65 - Sala: 1305
Rio de Janeiro - RJ

Fax: (021) 534-2381

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Izidro Avelino de Queiroz Neto (PETROBRÁS/CENPES); Jorge Hygino B. Sampaio Jr. (PETROBRÁS/DEPER); Jorge Mendonça (PETROBRÁS/DEPEX).

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- IBM 3090
- Fortran, GDDM

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Prof. Manoel Tenório (Purdue University)

CLASSIFICAÇÃO DE ELETROFACIES UTILIZANDO REDES NEURONAIS

Objetivo:

Desenvolver uma rede neuronal capaz de indicar a eletrofacie predominante em cada profundidade de um poço, a partir de valores de perfis elétricos.

Descrição:

Os perfis elétricos são registros em profundidade das propriedades físicas das diferentes litologias presentes em um poço. Estas propriedades podem ser resistividade, densidade, porosidade, radiotividade, etc. Os princípios físicos das medidas efetuadas pelas sondas de perfilagem, embora conhecidos, levam a equações de difícil solução. Além disso, em muitos casos, alguns parâmetros destas equações são desconhecidos, devido às condições peculiares de um poço de petróleo (altíssimas pressões, temperaturas elevadas, fluido de perfuração interferindo nas medidas, etc.).

Os intervalos que possuem padrões de perfis semelhantes são chamados de eletrofacies. Pode-se estabelecer uma correspondência entre as eletrofacies e os tipos de rocha (litofacies). Isto é de grande importância em estudos de estratigrafia, e para definir zonas onde a presença de hidrocarbonetos é mais provável.

A rede neuronal construída tem como entrada os valores dos perfis conhecidos como porosidade neutrônica, densidade e raios gama, e possui cinco unidades de saída, cada uma representando uma eletrofacie distinta (anidrita, arenito, calcarenito, folhelho e siltito). Para o treinamento, foi usado o algoritmo "backpropagation", implementado em FORTRAN no ambiente IBM/3090.

Foram obtidos os seguintes resultados (percentual de acerto e classificação):

	Poço 1 (treinamento)	Poço 2 (recall)
Total	83.4	89.7
Anidrita	92.2	78.0
Arenito	96.4	93.3
Calcarenito	50.2	80.0
Folhelho	75.7	85.4
Siltito	80.0	---

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Renato Marcos Endrizzi Sabbatini

Instituição: Universidade Estadual de Campinas

Departamento: Núcleo de Informática Biomédica

Endereço para correspondência: Caixa Postal 6005
13081-970 Campinas - SP

E-Mail: SABBATINI@BRUC.BITNET **Fax:** (0192) 39-4717

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Jaime de Oliveira Ilha; Paulo Marcondes Carvalho Jr.; Paulo Felipe Jr.; Goyta Fernandes Villela Jr.; Carlos Menegrone.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- PC 386 25 Mhz VGA, PC 486 33 MHz SVGA, ambos com coprocessador matemático.
- Workstation SUN Sparc 2 colorida.
- Acesso a rede UNINET da UNICAMP: VAX 785, VAX 9000, MicroVAX, IBM 3090 com VPF 300 Mips, rede SUN. Acesso externo à rede Internet. NeuronalWorks Prof. II.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Dept. Computer Sciences, Maryland University, USA.

SISTEMAS BASEADOS EM REDES NEURAIS

1. FERRAMENTAS

1.1 NEUROED/NEUROL: DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE E LINGUAGEM DE SIMULAÇÃO DE MODELOS DE REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

Neste trabalho desenvolvemos um programa denominado **NEUROED**, para microcomputadores **IBM-PC**, capaz de representar diferentes citoarquitecturas e simular nestas o processo de geração e transmissão dos sinais elétricos entre os neurônios de uma rede. Um editor interativo pode ser usado para definir e modificar os padrões de conexão intercelular através de uma linguagem geradora de alto nível, denominada **NEUROL**, bem como outros parâmetros funcionais da rede. O programa pode ser utilizado para fins didáticos ou de pesquisa em anatomia e fisiologia nervosas, bem como na investigação das bases teóricas do funcionamento de neurocomputadores e dispositivos baseados na teoria das redes neurais.

1.2 NEURONET: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Com o objetivo de facilitar o ensino e a pesquisa em aplicações de redes neurais artificiais em Biologia e Medicina, desenvolveu-se um programa genérico, (*shell*) denominado **NEURONET I**, que simula em microcomputadores PC um perceptron de duas ou três camadas, auto- ou heteroassociativo, com entradas e saídas analógicas ou binárias, e regra de aprendizado tipo retropropagação. Os diversos módulos, funções e parâmetros do sistema permitem sua fácil e flexível utilização na implementação e experimentação com aplicações de sistemas conexionistas em Biomedicina. O programa é operado através de uma interface interativa de usuário baseada em menus.

1.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA PLACA COM UM PROCESSADOR NEURAL MASSIVAMENTE PARALELO (projeto)

O objetivo deste trabalho é produzir um hardware específico para adição a microcomputadores de alto desempenho (**CISC**) ou estações de trabalho (**RISC**), consistindo de uma placa dotada de um conjunto de neurochips programáveis do tipo **ETANN** (Intel) massivamente paralelos. Esta placa funcionará como um coprocessador neural paralelo de um computador. O projeto prevê também o desenvolvimento de um software de controle de execução da placa, na forma de módulos-objeto que poderão ser usados por programas aplicativos desenvolvido pelo usuário.

2. APLICAÇÕES MÉDICAS

2.1 UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS EM CASCATA PARA PREPROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

Neste projeto, desenvolvemos o protótipo de uma rede neural artificial capaz de processar seções seriais do cérebro, obtidas de tomografias CT ou MRI. As imagens resultantes, segmentadas e com suas bordas traçadas, são utilizadas como entrada para um software de planejamento tridimensional de radiocirurgia estereotáxica. O algoritmo foi implementado como uma simulação de software em um microcomputador, estruturada como três sub-redes em cascata (conectadas sequencialmente).

2.2 PREDIÇÃO DE ÓBITOS DE PACIENTES CRÍTICOS EM TRATAMENTO INTENSIVO

No presente trabalho, estudamos a potencialidade de um modelo de rede neural artificial, do tipo perceptron de três camadas, com regra de aprendizado por retropropagação, para realizar essa tarefa. Os dados de treino e teste foram derivados de uma base de dados brasileiras, a qual tinha sido utilizada previamente para calcular escores APACHE. Todas as redes estudadas foram capazes de convergência dentro de um pequeno erro global final. As percentagens máximas de acerto atingidas foram de 75% para o conjunto de testes e 99,6% para o conjunto de treinamento. A sensibilidade e especificidade máximas foram 60% e 80%, respectivamente. A abordagem baseada em rede neural funcionou bem para a predição prognóstica com um conjunto caracterizado por grande variabilidade, obtendo-se um desempenho ligeiramente inferior ao obtido pelo índice APACHE, porém com a vantagem de poder derivar seus parâmetros a partir de uma base de dados regional.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INSTRUÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR INTELIGENTE, BASEADO EM REDES NEURAIS (projeto)

O objetivo deste trabalho é desenvolver um paradigma para CAI (Computer Assisted Instruction) inteligente, utilizando redes neurais em diversos pontos do sistema, em substituição às técnicas já experimentadas de engenharia do conhecimento, baseadas em lógica (ICAI). Será investigado o potencial oferecido por redes neurais artificiais nos seguintes pontos de um sistema de autoria e apresentação destinado ao ensino na área médica: 1) construção de um "modelo" do aluno através de aprendizado interativo da rede neural; ou seja, a rede aprenderá qual é o nível de conhecimento do estudante, suas preferências e estilo de utilização. A saída da rede ativará nodos de um hipertexto, oferecendo "visões" diferentes da estrutura e sequência instrucionais, dependendo do modelo ativado; 2) a rede neural resolverá casos de solução de problemas (diagnósticos, terapêuticos e prognósticos) gerados de forma combinatorial pelo módulo de simulação de casos clínicos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.4 INFERÊNCIA AUTOMÁTICA EM BASES DE DADOS MÉDICOS, BASEADOS EM REDES NEURAIS COM APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (projeto)

O presente projeto tem por objetivo desenvolver um sistema para verificar a aplicabilidade do paradigma das redes neurais artificiais na descoberta automática de conhecimento a partir de bases de dados médicas. Como a abordagem conexionista tem revelado excelente desempenho no que diz respeito ao reconhecimento de padrões: objetiva-se a verificação da sua viabilidade na geração de um módulo de descoberta, que poderia funcionar como um sub-sistema de um sistema maior de gerenciamento de bases de conhecimento. O produto final do projeto poderia ser comparado, por exemplo, ao módulo de descoberta utilizado no sistema RX, em que pese a total diferença entre a forma de implementação deste último e aquela do trabalho ora proposto.

2.5 UM SISTEMA DE HIPERTEXTO COM REDES NEURAIS NEBULOSAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTROS MÉDICOS (projeto)

O objetivo deste projeto é investigar a aplicabilidade de redes neurais artificiais como estrutura capaz de identificar casos de interesse para o médico a partir do banco de dados clínicos, e, assim, servir como base de conhecimento e decisão para a ativação de módulos do sistema que o caracterizem como uma aplicação ativa. Será elaborada e treinada uma rede neural que identifique casos de interesse (segundo qualquer classificação desejada). O médico será responsável por fornecer uma bateria de casos para treinamento, classificando manualmente o seu grau de interesse. Adicionalmente, esta abordagem será comparada com técnicas tradicionais (regras de produção) visando avaliar não só o desempenho como a dificuldade do médico definir o que ele deseja nas duas abordagens. Caberá também investigar a utilização de uma abordagem mista (regras + rede), tanto quanto o grau de eficiência, quanto a facilidade do médico em especificar seu interesse.

2.6 RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PADRÕES E SEQUÊNCIAS COMPORTAMENTAIS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

A identificação, isolamento e quantificação dos padrões e sequências presentes no comportamento de um animal, são pontos centrais da metodologia etológica. Neste trabalho, o programa NEURONET foi treinado a reconhecer padrões (perfis não sequenciais) e sequências comportamentais de exemplo, classificadas previamente por um observador humano; até atingir o critério de 98.7% de acertos. Utilizando perfis e sequências de teste, a rede neural foi capaz de identificar o padrão correto em cerca de 90% das mesmas. O presente trabalho pode demonstrar de forma definitiva a viabilidade e grande utilidade dos sistemas computacionais neuromórficos em etologia.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.8 MONITORIZAÇÃO DE POTENCIAIS EVOCADOS CEREBRAIS AUDITIVOS E VISUAIS UTILIZANDO A ABORDAGEM CONEXIONISTA (projeto)

O objetivo do presente projeto de pesquisa é desenvolver um sistema computacional baseado na abordagem conexionista para identificação de potenciais evocados cerebrais gerados por estímulos visuais e auditivos, em tempo real ou não. Baseados neste modelo, pretende-se: a) Definir uma melhor topologia para a realização desta tarefa procurando dimensionar um número ideal de camadas e de elementos processadores (neurdos) por camada; b) Realizar um estudo comparativo entre alguns dos principais algoritmos de aprendizado, tais como backpropagation e hebbiano, buscando o ideal para o processo; c) Avaliar a performance da Rede Neural na determinação dos potenciais evocados, avaliando estes sinais nos domínios do tempo e da frequência.

3. MODELAGEM EM REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

3.1 UM MODELO MATEMÁTICO E COMPUTACIONAL DA EPILEPSIA REFLEXA EM RATOS

Propomos, no presente estudo, um modelo matemático contínuo, não linear, de parâmetros agregados, que explica as características observadas de um tipo de epilepsia reflexa experimental provocada em roedores por estimulação sonora intensa, denominada crise audiogênica. O modelo, expresso na forma de um conjunto de equações diferenciais ordinárias, e que descreve o comportamento oscilatório e dinâmico de quatro populações neurais centrais inibitórias e excitatórias, bem como a interação entre as mesmas, foi simulado em computador através de um programa especialmente desenvolvido, denominado AUDIOGEN, e seu desempenho comparado com os dados observados experimentalmente. Através da exploração sistemática de parâmetros do modelo, foi possível reproduzir todos os tipos de crises audiogênicas observadas experimentalmente, assim como suas propriedades temporais, de forma compatível com os dados obtidos anteriormente.

PUBLICAÇÕES

Arruda-Botelho, A.G.; Sabbatini, R.M.E. - A high-level language and microcomputer program for the description and simulation of neural architectures. *Resumos da VI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia*, Caxambú, MG, p. 682, agosto 1991.

Dourado, S.C.; Sabbatini, R.M.E. - A cascaded neural network model for processing 2D 3D tomographic brain images. *Resumenes I Congreso Latinoamericano de Informatica en Sahid*. IMIA-ALAC, La Habana, Cuba, Febrero 1992.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Felipe Jr., P.; Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Beseggio, R.E.; Terzi, R.G.G. - Outcome prediction for critical patients under intensive care, using backpropagation neural networks. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992

Sabbatini, R.M.E. - A multilayered neural network for processing 2D tomographic images in neurosurgery. *Proceed. IEEE Nuclear Science and Medical Imaging Symposium*, Orlando FL, USA, outubro de 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Applications of connectionist systems in Biomedicine. In: Lun, K.C. et al. (Eds.) - *Proceed. 7th World Congress on Medical Informatics (MEDINFO 92)*. International Federation of Medical Informatics. North Holland, Amsterdam, setembro 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Reconhecimento automático de padrões e sequências comportamentais utilizando redes neurais artificiais. *Anais do IX Encontro Anual de Etologia*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, outubro de 1991.

Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Felipe Jr., P.; Freitas, N.C. - NEURONET: um sistema shell conexionista para classificação automática de padrões em Biomedicina. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992.

Zepka, R.F.; Sabbatini, R.M.E. - Computer simulation of a quantitative model for reflex epilepsy. In: Dvorák, I; Holden, A.V. (Eds) - *Mathematical Approaches to Brain Functioning Diagnostics (Proceeding in Non-Linear Science)*. Manchester: Manchester University Press, p. 249-256, 1991.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Teresa Bernarda Ludermir

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco

Departamento: Informática

Endereço para correspondência: Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Informática
50.739 - Recife - PE

E-Mail: tbl@di.ufpe.br

Fax: (081) 271-3052

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Clylton Galamba Fernandes; Edson Costa de Barros Carvalho Filho; Andre Carvalho; Germano Grispim; Paulo Adeodato.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Estações de Trabalho da SUN - 30
- Estações de Trabalho da IBM - 08

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- Convênio com Electronic Laboratories, University of Kent, Inglaterra.
- Convênio com Kings College London, University of London, Inglaterra.
- Convênio com Universidade Federal do Maranhão.
- Convênio com Imperial College, University of London, Inglaterra.

APRENDIZADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Este projeto lida com o problema de aprendizado em redes neurais artificiais (RNA). O objetivo da pesquisa aqui proposta pode ser sucintamente descrito como abaixo:

- investigar o que pode ser aprendido por uma RNA;
- o que podemos concluir da natureza da tarefa (a ser aprendida pela rede) em relação ao tipo de arquitetura disponível, os exemplos e a qualidade desejada da generalização (o que é aprendido realmente).

Lidaremos com o problema de aprendizado em RNA:

- fixando uma classe particular de RNA: Redes Neurais Digitais (RND);
- nos restringindo a uma paradigma particular de aprendizado: aprender a reconhecer sentenças de linguagens formais.

Temporal Behaviour and Computability in Logical Neural Networks. (Financiado pela Nuffield Foundation)

Este projeto lida com o reconhecimento de sequências geradas por gramáticas com pesos (*weighted grammars*) por redes neurais digitais. É um trabalho de natureza experimental com aplicações em reconhecimento temporal de padrões como, por exemplo, reconhecimento de voz.

Computabilidade em Redes Neurais Artificiais

Este trabalho estuda a capacidade computacional (o que pode ser implementado) das redes neurais artificiais com ênfase nos modelos booleanos. Aplica-se as técnicas e resultados da teoria dos autômatos e funções recursivas. Alguns resultados relevantes já foram obtidos e estão publicados na literatura.

Especificação e Análise Formal de Redes Neurais

Este projeto almeja a formalização de meios de especificação e análise de redes neurais. Existem várias ferramentas formais que podem ser utilizadas para se conseguir tal formalização, tais como lógica temporal, lógica de ação, lógica de ação, lógica não-monotônica, redes de Petri e outras. Assim, é necessário fazer um estudo da adequacidade das várias ferramentas de formalização de modo a se criar um sistema de especificação que possibilite inferências lógicas (formais) de propriedades fundamentais de redes neurais.

Implementação de Redes de Neurônios Goal-Seeking em VLSI

Este projeto destina-se a implementação de Redes neurais composta de neurônios Goal-Seeking (GSN) em hardware. Para tal é necessário realizar um estudo que vai desde a especificação lógica dos neurônios até o teste de fabricação do chip com GSNs em uma dada arquitetura. A arquitetura candidata à implementação é a piramidal, a qual tem sido utilizada com sucesso em problemas de reconhecimento de padrão. A implementação de GSNs é bastante interessante porque os GSNs são unidades booleanas que apresentam uma estrutura similar a uma RAM (Random Access Memory), em outras palavras, o modelo GSN é fácil de ser implementados porque utiliza lógica booleana, e eficiente porque pode utilizar a tecnologia tão bem estudada e estabilizada de random access memory.

Extração e Reconhecimento de Padrões Digitalizados Usando Redes Neurais Booleanas

Este projeto trata com o processo de extração e reconhecimento de padrões digitalizados usando redes neuronais. O domínio de aplicação deste projeto envolve padrões que apresentam uma natureza digital em forma estática ou temporal. Como motivação deste projeto, salienta-se as aplicações em problemas do dia-a-dia como extração e reconhecimento de caracteres manuscritos usando diferentes dispositivos de entrada tais como scanner, câmara, mesa digitalizadora, touch screen, light pen, e mouse. Tarefas como reconhecimento de códigos postais, reconhecimento de assinaturas, reconhecimento de faces, reconhecimento de formas, reconhecimento de impressões digitais, e digitalização automática de planilhas são exemplos de atividades enquadradas no escopo deste projeto.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Germano Lambert-Torres

Instituição: Escola Federal de Engenharia de Itajubá

Departamento: Instituto de Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: Av. BPS, 13103 - Itajubá
37500.000 - MG

E-Mail: brefei@brusp.bitnet **Fax:** (035) 622-3596

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Luiz Eduardo Borges da Silva; Maurício Preira Coutinho; Jamil Haddad; Robson Celso Pires; Ernesto Castillo Saturno; Antonio Faria Neto; Ricardo de Oliveira.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- **Hardware utilizado:** PC 286/386/486, IBM PS/2, Estação Cyber 910/320 CDC
Mainframe Cyber 930/310 CDC
- **Software utilizado:** Compilares C, Fortran, Pascal, Basic, Prolog e etc.
NeuroSym, BrainMaker

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- École Polytechnique de Montréal (Canadá)
- Case Western Reserve University (Estados Unidos)

SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

1. Projeto: Previsão da Carga Elétrica a Curto-Prazo

Este projeto visa determinar a carga elétrica de um Sistema Elétrico ou de uma barra isolada do sistema, utilizando para tal um Sistema Neuronal e um Sistema Especialista Difuso. O Sistema Neuronal é dividido em dois módulos. O primeiro classifica quais os elementos de entrada são importantes para uma determinada previsão a uma determinada hora do dia e da semana. Em seguida, uma segunda rede em camadas e treinada em "back propagation", produz a primeira estimativa da carga prevista. Então, um Sistema Especialista contendo regras difusas ("Fuzzy Logic") verifica anormalidades na previsão ou no comportamento dos dados de entrada e saída, estabelecendo a previsão final.

2. Projeto: Detecção de Dados Ruins

Este projeto visa eliminar dados ruins medidos em um Sistema Elétrico ajudando assim na monitoração e controle por parte dos Centros de Operação. A rede utilizada é composta por duas partes, a primeira que identifica os dados das barras adjacentes visando agrupá-los para sua validação que é feita através de uma segunda rede. Os dados de entrada e de saída da rede são valores de potência (ativa e reativa) nas barras e nas linhas e as tensões nas barras. Este pacote pode trabalhar com dados incompletos, que são substituídos por pseudo-medidas.

3. Projeto: Analizador de Contingências

Este projeto tem o objetivo de estabelecer um método mais robusto para as Análises de Contingências que são feitas nos Centros de Operação. A rede é composta por duas partes: uma, de identificação, e outra, de determinação dos valores finais. A rede de identificação agrupa os estados operativos em classes; enquanto a segunda rede é treinada para produzir os fluxos de potência nas linhas do sistema. Este trabalho faz parte de um projeto que visa dotar os Centros de Operação de ferramentas de tempo real.

4. Projeto: Cálculo Mecânico de Linha de Transmissão

Este projeto tem o objetivo de construir um software onde os projetistas de linhas de transmissão possam determinar os esforços mecânicos existentes nos condutores e nas estruturas. Uma primeira rede já está operacional, possibilitando o cálculo dos esforços mecânicos produzidos pelo galope dos condutores devido a ventos ou esforços mecânicos externos (poluição ou neve).

SISTEMAS INDUSTRIAIS

1. Projeto: Controle de Motores e Plantas Industriais

Este projeto visa determinar redes neuronais que possam identificar, representar e controlar um motor elétrico ou uma planta industrial. A idéia de realizar estas três partes está ligada a realização de um controle preditivo e adaptativo para o elemento controlado. A técnica proposta utiliza a capacidade de aprendizado das redes neuronais na implementação de um controle auto-adaptativo. Tal capacidade permite às redes serem treinadas para representar o comportamento dinâmico do sistema controlado. Já foi implementado um controle deste tipo para um conjunto conversor tiristoriado - motor de corrente contínua.

DESENVOLVIMENTO TEÓRICOS

1. Projeto: Controlador Neuronal Difuso

Este projeto visa definir as regras e o processo de aprendizado através de um Sistema Especialista Difuso (baseado em "Fuzzy Logic"). Este sistema supervisiona o aprendizado da rede neuronal e sua atuação. Regras treinam constantemente uma outra rede que ao dar resposta melhores que a utilizada, irá substituí-la, enquanto novo processo de aprendizado irá começar. Este projeto também visa estabelecer procedimentos e regras de controle para a determinação dos conjuntos de entrada e saída de dados.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Marco Aurélio Cavalcanti Pacheco

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Departamento: Departamento de Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: Rua Marquês de S. Vicente, 225
22453 - Gávea
Rio de Janeiro - RJ

E-Mail: marco@gsc.ele.puc-rio.br **Fax:** (021) 511-5154

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Marley Maria B. Rebuzzi Vellasco; Antônio Jorge Abelém; Philip C. Treleaven; Michael Recce; John Taylor; Meyer Elias Nigri; Jason Kingdon.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- 12 estações SPARC 1+
- 3 estações SPARC 2
- Galatea/Pygmalion - Ambientes de Programação de Redes Neurais, incluindo as linguagens de programação nC e VML para RN.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- Cooperação Técnico-Científica com University College London, Department of Computer Science.

UMA ARQUITETURA PARALELA E PROCESSADOR "NEURAL-RISC" PARA REDES NEURAIS

Este projeto investiga um microprocessador RISC e uma arquitetura paralela, desenvolvidos para otimizar a computação de modelos neurais. O Neural-RISC é um microprocessador primitivo (do tipo Transputer), para a construção de um neurocomputador paralelo de propósito geral, do tipo MIMD ("multiple instructions multiple data").

A arquitetura do sistema Neural-RISC consiste de "arrays" lineares de microprocessadores conectados em anel. Os anéis terminam num módulo de interconexão, formando um grupo. Grupos são organizados em diferentes topologias ponto a ponto e são controlados por um computador central. O computador central, que consiste de uma estação de trabalho, suporta inicialização, programação e monitoração da rede. Durante a operação, mensagens na forma de pacotes podem ser endereçadas a um nó processador, a um grupo de nós, todos os nós, ou ao computador central.

A arquitetura do microprocessador Neural-RISC é composta de: um processador RISC de 16 bits, uma unidade de comunicação, e memória local, todos integrados numa mesma pastilha de silício.

Um protótipo VLSI foi implementado para validar a arquitetura do sistema e a arquitetura do nó de processamento. Utilizando-se a tecnologia CMOS 2 microns, o chip integra dois microprocessadores Neural-RISC completos (unidade de processamento, unidade de comunicação e memória) em uma área de 8.7x9.6mm. Análise estatística baseada neste protótipo, oferece uma avaliação do desempenho e da densidade de encapsulamento da arquitetura e ainda uma avaliação dos requisitos de hardware para a implementação de sistemas de neurocomputadores Neural-RISC com tecnologias CMOS mais modernas. Por exemplo, utilizando-se a tecnologia CMOS 0.8 microns, mais de 16 microprocessadores completos, cada um com 9 Kbytes de memória, podem ser integrados num único chip; 2048 microprocessadores podem então estar embutidos numa única estação de trabalho SUN, resultando em um sistema de 30 BIPS (bilhões de instruções por segundo) e 18 Mbytes de memória.

UMA ARQUITETURA VLSI PARA GERAÇÃO AUTOMÁTICA DE CHIPS PARA REDES NEURAIS

O objetivo principal deste projeto é oferecer um mecanismo automático de produção de neurocomputadores de propósito específico (NPE), a partir de uma descrição em alto nível do modelo neural. De forma a se alcançar este objetivo, é crucial que se defina uma arquitetura básica, a partir da qual diferentes NPEs possam ser automaticamente gerados por um compilador de silício, através de pequenos ajustes em certos parâmetros internos.

De forma a se definir essa arquitetura básica, desenvolveu-se um modelo geral para o neurônio artificial, denominado Generic Neuron. O Generic Neuron integra, em uma única estrutura, as principais características presentes nos modelos de redes neurais, isto é, em termos de funcionalidade e conectividade.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

A arquitetura Generic Neuron é baseada num processador cuja estrutura é dividida em duas unidades lógicas: unidade sináptica e unidade neural. A unidade sináptica atualiza os valores dos pesos, durante a fase de aprendizado, e a unidade neural calcula os valores de saída do neurônio artificial (estado e erro). O processador basicamente consiste de: um banco de memória para armazenar os pesos sinápticos, bem como os valores (estados e erros) recebidos de outros processadores; uma PLA ("programmable logic array") para implementar o controle do processador; e finalmente uma memória ROM que contém a tabela de consulta para a função "threshold".

A comunicação entre os processadores na arquitetura Generic Neuron é efetuada através de barramentos de difusão, onde cada elemento processador ganha acesso ao barramento sequencialmente, via comandos enviados por um controlador central.

Um protótipo da arquitetura Generic Neuron foi implementado e fabricado, utilizando-se o modelo "Back Propagation", com aprendizado, como exemplo de algoritmo neural. Com a já ultrapassada tecnologia 2 microns, o protótipo integra 2 elementos processadores completos em uma área de silício de 7.5x10.1mm. Entretanto, através da utilização de tecnologias mais modernas e de uma implementação totalmente "full custom", pode-se chegar a densidades bem maiores, da ordem de 40 processadores por circuito integrado.

GALATEA: SISTEMA INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE PARA COMPUTAÇÃO NEURAL

Este projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de programação "aberto" e integrado de software e hardware, para a implementação de redes neurais e suas aplicações. As principais metas deste projeto envolvem pesquisa nas seguintes áreas: a) Neurocomputador de Propósito Geral - baseado na arquitetura Neural-RISC, de forma a fornecer uma plataforma eficiente de execução de modelos neurais; b) Ambiente de programação de redes neurais - de forma a permitir ao usuário o controle e monitoração da execução do algoritmo neural; c) Compilador de silício - para transformar, automaticamente, uma aplicação neural descrita em alto nível em chips ASICs ("application specific integrated circuits"). O compilador de silício utilizará, como estrutura básica, a arquitetura Generic Neuron; d) Aplicação (OCR - "optical character recognition") - para consolidar o projeto e verificar a sua aplicabilidade.

Neste ambiente, o usuário especifica a aplicação neural descrevendo o algoritmo em uma linguagem de alto nível ou, mais provavelmente, modificando um modelo parametrizado já existente em sua biblioteca de modelos neurais. Esta especificação em alto nível é então transformada e executada no neurocomputador de propósito geral, de forma a fornecer o desempenho adequado à aplicação. A execução do modelo pode ser controlada e monitorada através do ambiente de programação, dando ao usuário a flexibilidade de experimentar com diferentes parâmetros e aspectos do algoritmo neural, até que a melhor configuração seja alcançada. Além do ambiente de software e do neurocomputador de propósito geral, pretende-se desenvolver um compilador de silício dedicado a redes neurais. O objetivo principal deste sistema é o de produzir, automaticamente, um circuito integrado VLSI, compacto e eficiente, dedicado à aplicação em questão. A integração de um compilador de silício ao sistema de programação permite ao usuário obter, de forma rápida e precisa, um chip dedicado à sua aplicação.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Lincoln de Assis Moura Jr.

Instituição: Hospital das Clínicas

Departamento: Divisão de Informática - InCor

Endereço para correspondência: Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - 2º andar
05403 - São Paulo - SP

Telefone: (011) 881-7558

Fax: (011) 282-2354

Composição da Equipe (Além do coordenador)

14 membros do staff em tempo integral (2 PhD, 7 MSc); 3 alunos de mestrado; 1 aluno de doutorado.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Rede de computadores composta de um Vax 6420, um MicroVax 3100
- 40 terminais, 110 microcomputadores, 80 impressoras (5 a laser e 1 thermal transfer à cores)
- Diversos periféricos como scanners, câmeras de vídeo, mesas digitalizadoras e conversores analógicos.
- Aquisição de imagens médicas, como: Medicina Nuclear, Tomografia Computadorizada por Raio-X e por Raio-X e Ressonância Magnética.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- Departamento de Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da UNICAMP.
- Departamento de Engenharia Elétrica da EESC-USP.
- Laboratório de Engenharia Biomédica da EPUSP.
- Programa de Engenharia Biomédica da COPPE/UFRJ.
- Hospital Universitário da UFPb.
- Fundação Baiana de Cardiologia.
- Departamento de Física do Estado Sólido da PUC/RJ.
- Departamento de Engenharia Elétrica do Imperial College, Universidade de Tóquio e Universidade de Pennsylvania.

PROJETOS REALIZADOS

Diversos projetos de computação aplicada à medicina em geral e à cardiologia em particular. O grupo tem grande tradição na área de processamento de sinais biológicos. Nos últimos 6 anos, grande parte do nosso esforço tem se voltado para o processamento de imagens médicas e computação gráfica 2D e 3D aplicada à medicina, áreas nas quais temos diversos projetos concluídos em andamento.

Não temos grande experiência em redes neuronais. Temos um trabalho de pesquisa na utilização de uma rede neuronal do tipo constraint satisfaction usada como um estágio preliminar na detecção automática de contornos (edge detection). Este trabalho resultou em uma tese de mestrado defendida em junho de 1992.

O nosso interesse em redes neuronais está relacionado a basicamente 3 áreas: diagnóstico automático, classificação de eventos eletrocardiográficos e detecção automática de contornos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Alexandre Pinto Alves da Silva

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Departamento: Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22453-900 - Rio de Janeiro - RJ

E-Mail: alex@ele.puc-rio.br
userapas@Incc.bitnet

Fax: (021) 511-5154

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Armando Martins Leite da Silva; Reinaldo Castro Souza; Vinícius Leal Arienti (UFF); Júlio César Stacchini de Souza; Paulo Werneck Andrade Costa; Sérgio Marinho Soares; Jacob Scharcanski (University of Waterloo); Fernando Elias da Nóbrega Nasser (University of Toronto).

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Sparcstations 2, IBM 9121/320/VF

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- University of Waterloo, Canada
- University of Toronto, Canada
- Universidade Federal Fluminense

ALGORITMOS PARA TREINAMENTO DE PERCEPTRONS COM MÚLTIPLAS CAMADAS BASEADOS EM MÉTODOS DIRETOS

Esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de algoritmos para treinamento supervisionado em problemas que requerem conjuntos de treinamento muito grandes. O algoritmo denominado OET2 (Optimal Estimate Training 2) vem sendo desenvolvido para tratar estes problemas. Um mapeamento ótimo associando os padrões de entrada e saída do conjunto de treinamento é encontrado por sucessivas soluções de sistemas lineares (com ou sem restrições) via transformações ortogonais. A complexidade do algoritmo proposto varia linearmente com o número de exemplares e quadraticamente com a dimensionalidade do vetor de entrada. Está em andamento a implementação do referido algoritmo no IBM 9121/320/VF da PUC-Rio para que o ganho em desempenho do processamento vetorial possa ser avaliado.

Referência:

- Alexandre P. Alves da Silva: "Pattern Analysis and Parallel Distributed Processing in Power System State Estimation", Tese de Doutorado, University of Waterloo, Canada, Janeiro 1992.

QUANTIZAÇÃO DE CORES PARA ANÁLISE DE TEXTURAS COLORIDAS

Análise do problema de descrição concisa de texturas coloridas para fins de reconhecimento de padrões. Isto é formulado como um problema de quantização de cores, onde a imagem da textura é quantizada utilizando-se o menor número de cores representativas, dado um certo critério. Estas cores são características da textura, e um algoritmo foi proposto para obtê-las. Tem sido mostrado que uma rede de elementos simples de processamento implementa uma generalização do algoritmo mencionado e apresenta desempenho superior ao mesmo para os casos testados.

Referências:

- Jacob Scharcanski, Helen C. Shen, & Alexandre P. Alves da Silva: "Characteristic Colors for Texture Image Analysis: A Parallel Distributed Approach", anais da Vision Interface 92, Vancouver, British Columbia, Maio 1992, pp. 15-20.

- Jacob Scharcanski, Helen C. Shen, & Alexandre P. Alves da Silva: "Color Quantization for Color Texture Analysis", em fase final de publicação no IEE Proceedings E: Computers and Digital Techniques.

MEMÓRIAS ASSOCIATIVAS PARA PROCESSAMENTO DE SINAIS EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Os problemas de análise da observabilidade e de processamento de erros grosseiros em sistemas de potência são resolvidos utilizando-se memórias associativas. O modelo denominado PAM (Probabilistic Associative Memory) vem sendo desenvolvido e comparado com modelos neuronais.

Referências:

- Alexandre P. Alves da Silva, Victor H. Quintana, & Grantham K.H. Pang: "A Probabilistic Associative Memory and Its Application to Signal Processing in Electrical Power Systems", Engineering Applications of Artificial Intelligence Journal (Pergamon Press), 1992, Vol. 5, pp. 309-318.
- Alexandre P. Alves da Silva, Victor H. Quintana, & Grantham K.H. Pang: "Associative Memory Models for Data Processing", International Journal of Electrical Power & Energy Systems (Butterworth Heinemann Ltd.), Fevereiro 1992, Vol. 14, pp. 23-32.

IDENTIFICAÇÃO DA TOPOLOGIA DE REDES ELÉTRICAS USANDO REDES NEURONAIS

Desenvolvimento de um classificador neuronal para a identificação da topologia corrente de uma rede elétrica. A idéia é determinar rapidamente a configuração do sistema, mesmo que o sistema de aquisição de dados esteja recebendo medidas (estados das chaves/dijuntores e valores dos fluxos de potência em linhas de transmissão) incompletas e/ou corrompidas.

Referências:

- Alexandre P. Alves da Silva, Victor H. Quintana, & Grantham K.H. Pang: "Solving Data Acquisition and Processing Problems in Power Systems Using a Pattern Analysis Approach", IEE Proceedings C: Generation, Transmission and Distribution, Julho 1991, Vol. 138, pp. 365-376.
- Alexandre P. Alves da Silva, Victor H. Quintana, & Grantham K.H. Pang: "Neural Networks for Topology Determination of Power Systems", anais do First International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems, Seattle, Washington, Julho 1991, pp. 297-301 (IEEE Catalog Number: 91TH0374-9).

APLICAÇÃO DE REDES NEURONAIS À PREVISÃO DE ESTADO E CARGA DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

Estudo comparativo entre redes neuronais e outros métodos de previsão. Procedimentos para a determinação de intervalos de confiança para predições via redes neuronais, adaptabilidade do processo de treinamento, aplicabilidade em tempo-real, precisão e robustez da previsão estão entre os tópicos considerados.

ANÁLISE DE SEGURANÇA EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA POR REDES NEURONAIS

Desenvolvimento de um modelo neuronal para reconhecimento de padrões que permita o tratamento prático do problema de análise de segurança, função vital para a supervisão e controle de sistemas de potência, visando a implementação em tempo-real desta função. Este ferramental auxiliará os técnicos envolvidos na operação de sistemas de potência na tomada de decisões em relação à operação segura do sistema, minimizando o risco de ocorrência de "black-outs" e outros problemas associados a uma operação deficiente.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Carlos Eduardo Pedreira

Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Departamento: Engenharia Elétrica

Endereço para correspondência: Rua Marquês de São Vicente, 225 - Gávea
22453-900 - Rio de Janeiro - RJ

E-Mail: PEDREIRA@ELE.PUC-RIO.BR

Fax: (021) 511-5154

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Alexandre Pinto Alves da Silva; Maurício Moszkowicz (CEPEL); Weiler Finamore; Paulo Muniz (Hospital de Oncologia); Moisés Henrique Szwarcman; Nitzzi de Mesquita Roehl (Doutorando); Paulo Werneck de Andrade Costa (Doutorando); Francisco Marcos de Assis (Doutorando); Carlos Roberto Dorneles (Mestrando).

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- Micro 386, estações de trabalho SUN.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

- CEPEL - Centro de Pesquisa da Eletrobrás

IDENTIFICAÇÃO DE ENTERO BACTÉRIAS VIA REDES NEURONAIS

A proposta é treinar uma rede Feedforward com o objetivo de identificar entero bactérias a partir de exames bioquímicos e tabelas de incidência. Foram feitos testes preliminares apresentando índice de acerto superior a 80% em uma amostra de cerca de 200 bactérias. Esta metodologia está sendo aperfeiçoada e implementada em uma máquina recentemente patenteada pela equipe.

REDES NEURONAIS EM DETECÇÃO PRECOCE DE FALHAS EM HIDROGERADORES

A detecção precoce de defeitos em máquinas hidrogeradoras permite agendar manutenções preventivas, evitando que danos maiores naquelas que não estão indicadas para serviço ocorram e que manutenções desnecessárias sejam realizadas, resultando em economia. Um dos métodos para detecção de defeitos no equipamento é através da análise das órbitas descritas pelo eixo da máquina em pontos estratégicos. Esse método é atraente devido às medidas serem de fácil acessabilidade, bastante confiáveis e sensíveis a mudanças.

Estuda-se a utilização de redes neuronais como apoio a um sistema diagnóstico baseado numa classificação dada pela tabela de relacionamentos.

Estamos no momento, desenvolvendo um sistema preliminar, detector de defeito, objetivando adquirir maior conhecimento e experiência com o problema. Para tanto, definiu-se utilizar uma rede em camadas treinada, via backpropagation, com as órbitas que representam a operação da máquina sem defeito. Na fase de teste, serão utilizadas órbitas que representam tanto operação defeituosa quanto boa. Os defeitos como desbalanceamentos, arrastamentos, defeito em mancal do eixo, etc, poderão ser simulados no protótipo.

REDES NEURONAIS E A DECODIFICAÇÃO DE CÓDIGOS CORRETORES DE ERROS

O mapeamento dos problemas de decodificação sobre redes neuronais equivalentes foi estabelecido por Bruck e Blaum em [1], ali se estabelece a equivalência entre três problemas: (1) a maximização de um polinômio com coeficientes racionais sobre o cubo k - dimensional; a decodificação de máxima verossimilhança (MLD) de um código $[n,k]$ linear de blocos; a MLD de um código não necessariamente linear de blocos formado por 2^k palavras-código. A possibilidade de implementação de redes neuronais utilizando dispositivos óticos, pode significar mais eficiência na solução de problemas complexos.

O objetivo geral do trabalho proposto é procurar classes de códigos para os quais a MLD possa ser implementada eficientemente mediante redes neuronais. Há, no entanto, extensões possíveis. Uma destas relaciona-se com a possibilidade de realizar certas operações aritméticas de forma eficiente, utilizando redes do tipo feedforward [2]. Esta habilidade das redes, uma vez estendidas aos corpos de Galois finitos, podem ser úteis para aumentar a eficiência dos codificadores algébricos tradicionais, nos quais a etapa que demanda maior custo computacional envolve operações aritméticas com os elementos dos corpos finitos. A construção de redes que realizem estas operações eficientemente podem, portanto, constituir-se em um subproduto bastante interessante das pesquisas.

Referências:

- [1] NEURAL NETWORKS, ERROR-CORRECTING CODES AND POLYNOMIALS OVER THE BINARY N-CUBE, Jehoshua Bruck and Mario Blaum, IEEE Transactions on Information Theory, vol. 35, no. 5, sept 1989.
- [2] EXPLICIT CONSTRUCTIONS OF DEPTH-2 MAJORITY CIRCUITS FOR COMPARISON AND ADDITION, Alon and Bruck, Research Report RJ8300, Aug 15, 1991, IBM.

APLICAÇÃO DE REDES NEURONAIS EM CONTROLE ADAPTATIVO

O problema de controlar um sistema não-linear com parâmetros desconhecidos é atacado utilizando duas redes neuronais do tipo back-propagation; uma identificando a planta e servindo de emulador para a outra, que efetivamente controlará o sistema [1], [2], [3], [4] compara-se a performance utilizando apenas uma rede com treinamento do tipo "dynamic back-propagation" [5], [6].

Os resultados serão futuramente comparados com aqueles obtidos com duas técnicas já convencionais em controle adaptativo: self-tuning control e model reference adaptive control 7, 8.

Referências:

- [1] "Neural Networks for self-learning control systems". Denick H. Nguyan and Bernard Widrow.
- [2] "Neural Network architecture for adptive system modeling and control". Esther Levin, Raanan Gewirtzman, and Gideon F. Inbar.
- [3] "Back-Propagation neural networks for nonlinear self-tuning adaptive control". Fu-Churang Chen.
- [4] "Neural Networks for system identification". S. Reynold Chu, Rahmat Shoureshi, and Manoel Tenório.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

- [5] "Gradient Methods for the Optimization of Dynamical Systems Containing Neural Networks". Kumpati S. Narendra and Kannan Parthasarathy. IEEE Trans. on Neural Networks, vol. 2, no. 2, março 1991.
- [6] "Identification and Control of Dynamical Systems Using Neural Networks". Kumpati S. Narendra and Kannan Parthasarathy. IEEE Trans. on Neural Networks, vol. 1, no. 2, março 1990.

REDES NEURONAIS APLICADA A PREVISÃO DE INDICADORES ECONÔMICOS

Está sendo desenvolvido um projeto que visa a aplicação de Redes Neuronais na previsão de séries temporais. Mais especificamente, estamos interessados no desenvolvimento de uma metodologia de previsão de séries econômicas, nas quais a performance dos métodos tradicionais é amplamente questionável.

Num primeiro estágio desenvolveu-se uma análise comparativa entre o modelo de Redes Neuronais multi-camada com paradigma de aprendizado back-propagation e as metodologias Box e Jenkins e Estrutural (Harvey). Tal comparação visou medir a performance de previsão do IPCA (índice de preços ao consumidor amplo) para o período de Jan/87 e Dez/87, utilizando como amostra (conjunto de treinamento) dados referentes ao período de Jan/80 a Dez/86.

Apesar de termos realizado um número relativamente pequeno de testes, nem de perto esgotando as possibilidades de ajuste e dimensionamento da rede, vemos, no que se refere a previsão pontual, que a performance da rede é superior aos métodos tradicionais.

ALGORITMOS ADAPTATIVOS DE TREINAMENTO

Foi desenvolvido um novo algoritmo de treinamento adaptativo apresentando melhorias sobre o proposto em [1]. Este tipo de treinamento é particularmente útil para sistemas variantes no tempo. O principal avanço consiste em permitir que o projetista controle a importância dos novos dados com relação ao modelo previamente obtido. Simulações estão sendo implementadas, e pretende-se futuramente aplicar esse algoritmo à previsão de carga.

Referência:

- [1] "An Adaptively Trained Neural Network". Park, D.C., El-Sharkawi M.A. and Marks II, R.J. IEEE Trans. on Neural Networks, vol. 2, no. 3, maio 1991.