

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
MESTRADO EM SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO

SISTEMAS INTELIGENTES
(REDES NEURAS ARTIFICIAIS)
PROF. DR. JOÃO LUÍS GARCIA ROSA

TEMA 1:
INTRODUÇÃO. REDE NATURAL X REDE ARTIFICIAL
(Versão 1.2)

ALUNO:
MARVIN OLIVER SCHNEIDER

CAMPINAS

2001

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS	1
2.1	CÉREBRO	1
2.2	REDE NEURAL ARTIFICIAL	2
3	FUNCIONAMENTO BÁSICO	3
3.1	CÉREBRO	3
3.1.1	<i>Considerações Gerais</i>	3
3.1.2	<i>O Neurônio no Cérebro</i>	3
3.2	REDE NEURAL ARTIFICIAL	5
3.2.1	<i>Considerações Gerais</i>	5
3.2.2	<i>O Neurônio Artificial</i>	5
4	COMPARAÇÃO ENTRE CÉREBRO E REDE NEURAL ARTIFICIAL	6
4.1	SEMELHANÇAS.....	6
4.2	DIFERENÇAS NA REALIZAÇÃO	7
4.3	DIFERENÇAS NO COMPORTAMENTO	7
4.4	CRÍTICA.....	8
5	CONCLUSÃO	8
6	BIBLIOGRAFIA	8

1 INTRODUÇÃO

Chegou-se hoje em dia a um nível extremamente elevado de velocidades de processamento em microcomputadores – velocidades que o cérebro humano nunca poderá acompanhar. E ainda assim pode-se dizer que o computador em si do ponto de vista humano não oferece inteligência nenhuma, mas apenas executa operações. Os modelos de computadores atuais em hipótese alguma conseguem implementar as funções cerebrais que possibilitam o ser humano de se situar no seu ambiente – principalmente quando se trata de algo tão complexo como percepção e consciência [Pudi, 2001].

Aqui entra a pesquisa sobre inteligência artificial e redes neurais que são paradigmas praticamente opostos. A inteligência artificial visa a utilização de símbolos e as redes neurais, um método sub-simbólico, sendo que a primeira já fornece uma visão abstrata da realidade, com a qual ela calcula, enquanto a segunda ainda precisa, ela mesma, elaborar esta visão [Pudi, 2001].

Em tempos nos quais se discute a clonagem de seres humanos, devemos nos perguntar se a ciência vai conseguir realmente entender o cérebro humano a tal nível de poder implementá-lo tecnicamente.

Além do desejo antigo da ciência de criar um computador com inteligência humana (ou até mais), existem também certas falhas nos sistemas computacionais atuais que a médio prazo poderiam ser resolvidas emprestando um pouco de inteligência natural. Isto ocorre principalmente em ambientes com dados contendo falhas que geralmente não podem ser processados com os sistemas atuais antes de fazer uma simplificação [Smith, 1998].

Este artigo pretende esclarecer as diferenças presentes entre o cérebro humano e o modelo simplificado das redes neurais artificiais, apresentando até onde conseguiu-se chegar e o que tem de ser visto ainda.

2 CONSIDERAÇÕES HISTÓRICAS

2.1 Cérebro

Existem várias opiniões sobre a data em que o ser humano começou a se preocupar com a pesquisa a respeito do cérebro.

De fato pode-se ver nos estudos de Aristóteles sobre o sono (384-322 AC) as primeiras tendências [Hallym, 2001].

Outros devem citar Rene Descartes, que 1649 descreveu o cérebro como controlador do corpo e centro do pensamento.

A neurociência teve seu início com estudos utilizando animais como pombos (Joseph DuVerney, 1673) ou sapos (Luigi Galvani, 1791).

No século 19 pesquisou-se bastante o cérebro humano em si. Inúmeras pesquisas tentaram entender a estrutura do cérebro, seus dois hemisférios, a célula nervosa, etc.

Especialmente interessante é, que os termos utilizados em rede neurais naturais e artificiais foram criados no final do século 19: “Dendrito” criado em 1889 por

Wilhelm His, “Neurônio” em 1891 por Wilhelm von Waldeyer, “Axônio” em 1896 por Rudolph Albert von Kolliker [Newkirk, 2001].

Como meio de descobrir doenças cerebrais foi introduzido em 1924 por Hans Berger o eletroencefalograma (EEG).

Junto com as ciências psicologia, psiquiatria e medicina desenvolveram-se visões cada vez mais exatas sobre o que é realmente o cérebro.

Entretanto, mesmo que o presidente norte-americano George Bush tenha anunciado que em 1990 iniciar-se-ia “A Década do Cérebro”, devemos dizer que ainda há muito mais a descobrir [Newkirk, 2001].

2.2 Rede Neural Artificial

A história das redes neurais artificiais pode-se dividir em quatro fases:

- o começo (1943-1955)
- o primeiro pique (1955-1969)
- a crítica e decepção (1969-1985)
- o renascimento (1985 até hoje) [Helbig, 2000]

Em 1943 McCulloch e Pitts descrevem no seu artigo “A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity”, uma estrutura que denominaríamos hoje como uma rede neural. Eles criaram o “Neurônio-McCulloch-Pitts” e provaram que ele estaria pronto para calcular qualquer função lógica ou aritmética.

No seu livro “The Organization of Behavior” de 1949 Hebb explica uma certa regularidade no comportamento de aprendizagem de neurônios naturais assim formando a “Regra de Aprendizagem de Hebb” que é a base para os padrões utilizados em redes artificiais.

Nos finais dos anos 50 Rosenblatt desenvolveu o “Perceptron”, o qual ele implementou utilizando o hardware disponível da época. O sistema era capaz de descobrir números simples em uma matriz 20x20.

Bernhard Widrow e Marcian E. Hoff criaram na seqüência o Adaline (1960) com a habilidade de aprender rapidamente e com exatidão. Widrow fundou a primeira companhia para a produção de hardware para computação neural [Helbig, 2000].

Até então pensava-se que praticamente tudo era possível utilizando redes neurais quando Marvin Minsky e Seymour Papert (1969) chocaram os pesquisadores com a prova que o perceptron nem era capaz de resolver um problema de ou exclusivo (XOR). Concluiu-se então, que a área de redes neurais era pouco promissora, o que trouxe principalmente problemas de verba para os pesquisadores restantes, pois ninguém iria mais investir no campo.

Mesmo assim, os trabalhos científicos sobre do assunto continuaram. Em 1974 Paul Werbos cria o método de “Backpropagation” [Helbig, 2000] – reconhecido apenas muito mais tarde (em meados dos anos 80) por um público maior de outros cientistas. Em 1982 John Hopfield desenvolveu “A Rede Binária de Hopfield” e reverteu a tendência decadente na neuroinformática junto com outros, como Rummelhart, Hinton e Williams.

Entre vários outros projetos dos últimos anos pode-se mencionar o NETTALK desenvolvido por Sejnowski e Rosenberg em 1986 – um sistema baseado no eco, capaz de aprender automaticamente a pronúncia de textos em inglês [Helbig, 2000].

3 FUNCIONAMENTO BÁSICO

3.1 Cérebro

3.1.1 Considerações Gerais

O cérebro é a parte de qualquer animal ou ser humano associada com o pensamento e comportamento. Ele controla todo o organismo e é em si a unidade mais volumosa do encéfalo [Izidoro, 2001]. O cérebro humano divide-se em hemisfério esquerdo e hemisfério direito os quais têm tarefas diferentes e estão interligados. No nível motor diz-se que o hemisfério esquerdo controla a parte direita do corpo e a parte esquerda do corpo é controlada pelo hemisfério direito. Além dessas considerações foram elaboradas pesquisas sobre as diferentes regiões do cérebro com os seguintes resultados:

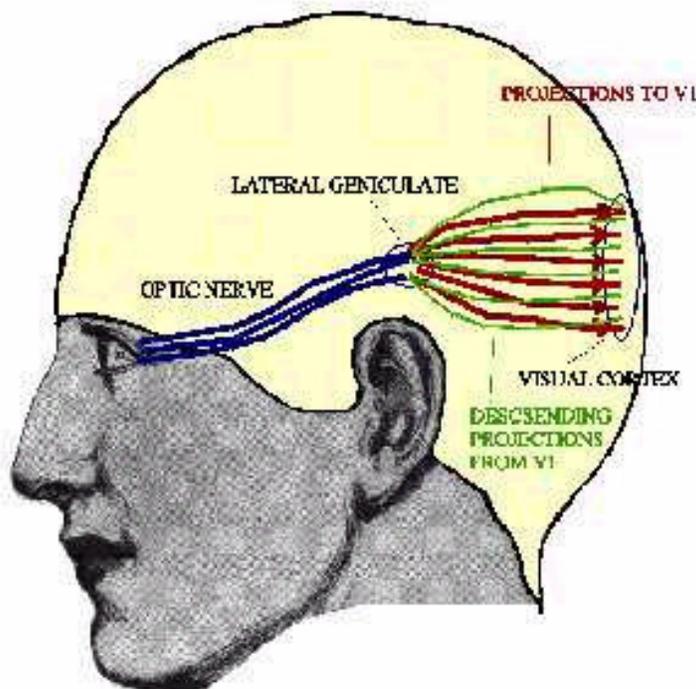
A área frontal é responsável pelas atividades motoras.

A parte temporal cuida da audição.

As funções sensoriais e somatossensoriais se localizam na área parietal.

A parte occipital é o local da visão e o pensamento em si ocorre na parte pré-frontal [Izidoro, 2001].

O funcionamento do cérebro baseia-se em neurônios naturais.



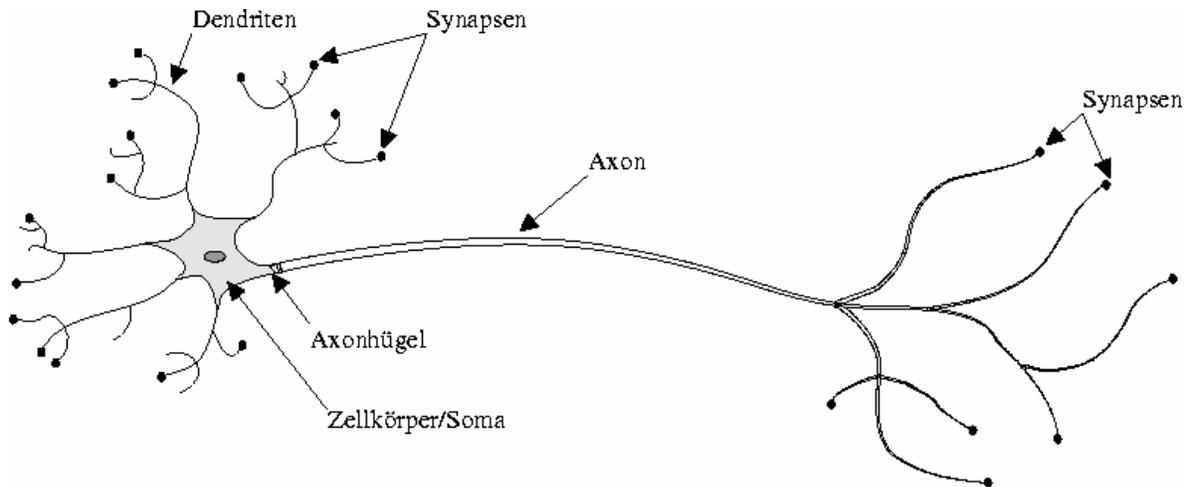
[Imagem 1: http://www.culture.com.au/brain_proj]

3.1.2 O Neurônio no Cérebro

O cérebro humano possui cerca de 100 bilhões de neurônios. Os neurônios têm a mesma estrutura básica de todas as células do corpo humano e são controlados geneticamente. Existem, porém, as seguintes exceções:

- Neurônios não podem se dividir mais após a fase de crescimento do cérebro.

- Eles possuem extensões para contatar outras células (dendritos, axiônios).
- Eles fazem uso de uma membrana que pode gerar impulsos elétricos e pode receber sinais com a ajuda de neurotransmissores.



[Imagem 2: http://www.fbe.hs-bremen.de/user/risse1/RST/SS98/Neural_N/neuronet.htm]

3.1.2.1 Construção

A célula consiste em um corpo e os membros que são os dendritos e o axônio. Dendritos são extensões de citoplasma, organizados em árvores, que recebem impulsos de outras células.

Axônios são extensões que originam na soma e vão até outras células podendo-se dividir no final em vários ramos. Os axônios fornecem impulsos também para músculos e podem ter um comprimento de mais de 1 metro.

As interligações dos neurônios chamam-se sinapses. Os finais dos axônios formam vesículas pré-sinápticas, nas quais é armazenado o neurotransmissor que é uma substância química para a transmissão de informações.

Além dessas construções existem células de suporte que são: Astrocitos, células em forma de estrela que substituem neurônios danificados e Oligodendrocitos para isolamento elétrico [Traut, 2001].

3.1.2.2 Funcionamento

Se o potencial elétrico dentro da célula ultrapassar um certo limite um potencial ativo é formado na protuberância do axônio. Chegando esse sinal elétrico numa sinapse, automaticamente o lado de entrada de todos os outros neurônios conectados é ativado. Isto ocorre através do neurotransmissor, isto é, através da propagação de uma substância química. Existem várias substâncias usadas como neurotransmissores dependendo para onde o sinal será distribuído. Passando pela sinapse o impulso volta a ser elétrico nos dendritos dos neurônios que o receberão.

O potencial de repouso de um neurônio é de cerca de -70mV , enquanto o potencial ativo pode-se medir em $+30\text{mV}$ [Traut, 2001].

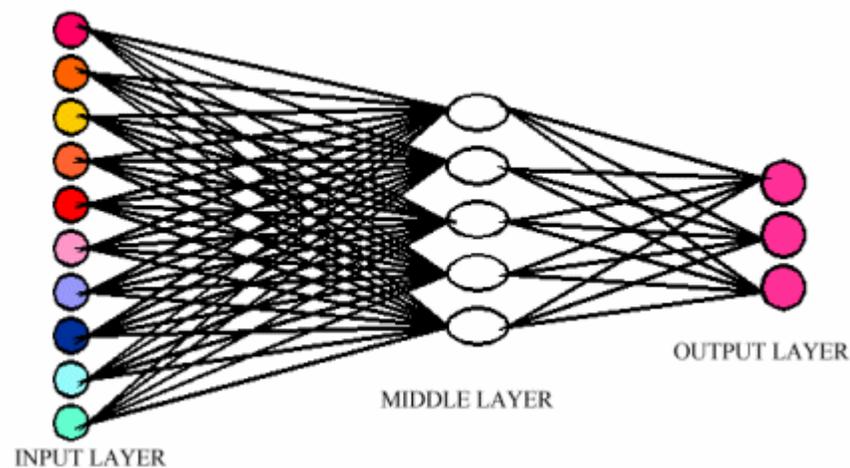
Após a emissão de um sinal o neurônio precisa de um tempo para entrar de volta em repouso.

O potencial de repouso de um neurônio pode ser influenciado pelas sinapses em volta dele.

3.2 Rede Neural Artificial

3.2.1 Considerações Gerais

A rede neural artificial segue em seus princípios o cérebro. Também se trata de um conjunto de vários neurônios que poderá ser simulado com a ajuda de um computador. Uma das principais propriedades da rede neural artificial é o fato de mudar as conexões entre duas células conforme a aprendizagem. As redes neurais artificiais assim simulam a capacidade do cérebro de se achar em circunstâncias não claras e de abstrair. Sendo assim existem várias aplicações práticas desde jogos até auxílios de tomada de decisão [Knöpfel, ILS, 2001].

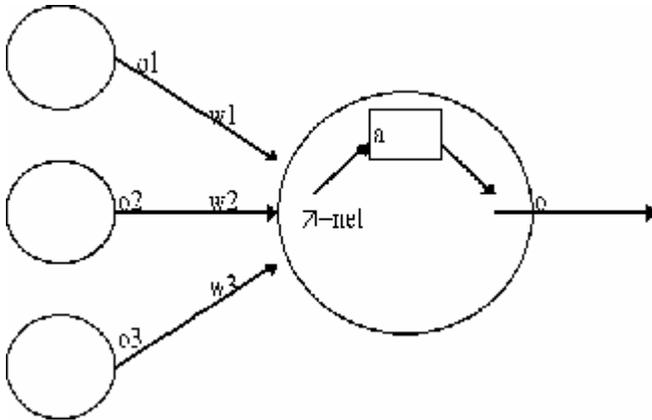


[Imagem 3: http://www.culture.com.au/brain_proj]

A diferença mais evidente entre o uso de uma rede neural e a programação tradicional é o fato que a rede não é programada, mas aprende seu próprio caminho com exemplos – deduzindo e generalizando. Após um tempo de treinamento pode-se fornecer valores desconhecidos e esperar que a rede ache a resposta certa [Ömer, 2001].

3.2.2 O Neurônio Artificial

O neurônio artificial é o elemento correspondente à célula nervosa no cérebro. Ele é muito simplificado, mas exerce – em princípio – a mesma função utilizando um esquema de entrada, processamento e saída.



[Imagem 4: <http://www.spinfo.uni-koeln.de/mweidner/subsym/subsym.html>]

3.2.2.1 Construção e Funcionamento

O neurônio artificial possui várias entradas podendo receber sinais de outros neurônios, sinais de fora da rede ou entradas fixas. Em todas as entradas aplica-se um certo peso, ou seja, um fator com que o valor fornecido é multiplicado. Os resultados são somados e formam a entrada. A função que calcula a soma das entradas também é chamada de função de propagação.

A função de ativação (“Activation function”) fornece então o estado de ativação (que além das entradas também é dependente do estado anterior armazenado do neurônio). O estado de ativação (“activation state”) resultante determina qual saída o neurônio produzirá.

A saída em si é definida pela função de saída (“output function”) fornecendo um valor exato.

Pode-se definir a rede de neurônios como um grafo no qual as ramificações são as conexões entre os neurônios. Várias topologias estão disponíveis atualmente como por exemplo redes feedforward (1ª e 2ª ordem), redes recorrentes (com feedback direto, feedback indireto, conexões laterais e conexões totais).

Um regra de aprendizagem deve fornecer diferenças nos pesos das conexões ou até mesmo o desligamento de conexões obsoletas [Helbig, 2000].

4 COMPARAÇÃO ENTRE CÉREBRO E REDE NEURAL ARTIFICIAL

4.1 Semelhanças

As redes neurais artificiais foram criadas em analogia com as redes neurais naturais.

Como semelhanças entre os dois pode-se destacar o fato do paralelismo que é possível achar nos dois tipos de rede, o aprendizado pela modificação das sinapses como também o funcionamento geral com entrada, processamento, saída.

Isto significa que os princípios foram compreendidos, porém implantados de uma maneira limitada.

4.2 Diferenças na Realização

Como diferença mais evidente pode-se mencionar o fato que a rede neural natural é completamente composta de material biológico. Enquanto isso, a rede neural artificial não apenas utiliza um material completamente diferente, mas também existe mais como emulação do que como implantação em nível de hardware. Pode-se comparar esta tentativa de implantação com a tentativa de portar o PC em um cérebro humano.

O computador é um meio bastante pobre para tais tentativas, pois ele não oferece nem aproximadamente as características de um cérebro. O componente principal dele é o transistor, na arquitetura von-Neumann, memória e processamento encontram-se separados, a frequência é constante e apenas pode-se executar programas anteriormente definidos. Desta maneira ele pode ser definido como o oposto do cérebro e não traz muita vantagem para a implementação de uma rede neural consigo. Para uma resolução satisfatória um computador neural ainda terá que ser criado [Maass, 1997].

O neurônio artificial utiliza apenas números para fazer o processamento enquanto seu parceiro natural tem à sua disponibilidade uma variedade de sinais elétricos e químicos (nas sinapses).

Os números e funções sempre representam apenas uma aproximação sujeita a erros. Elas realizam mais uma modulação de amplitude do que uma modulação de frequência (como pode-se entender o funcionamento de neurônios naturais).

Os métodos de treinamento e aprendizagem da rede artificial são baseados em matemática e física e assim sendo não são comparáveis com a forma de aprendizagem natural.

Considerando a rede total pode-se observar que com os atuais meios não é possível implementar o mesmo número de neurônios em uma rede artificial que no cérebro humano, sendo que o cérebro possui cerca de 10^{11} neurônios e uma rede artificial entre 10^2 e 10^4 elementos no máximo.

O nível de conexão de neurônios é muito mais baixo em sistemas artificiais. No cérebro existem cerca de 10^4 sinapses por célula. Este número grande pode-se realizar artificialmente apenas em redes muito pequenas por falta de capacidade de recursos computacionais.

4.3 Diferenças no Comportamento

O comportamento da rede neural artificial e da natural são parecidos no nível dos elementos deles, isto é, dos neurônios.

Enquanto isso, a rede inteira – o cérebro e uma rede neural implantada através de computador – possuem muitas diferenças principalmente pelo fato da rede artificial sempre ficar muito pequena em relação ao cérebro. Isto significa que ela no máximo poderá cuidar de certas tarefas limitadas, mas nunca atingir o funcionamento total do cérebro.

Além disso é necessário definir certas limitações e padrões para redes artificiais que na natureza não existem – como por exemplo o uso de sempre as mesmas funções e padrões fixos de conectividade.

Até hoje apenas as redes pequenas simples consegue-se testar com sucesso enquanto redes heterogêneas, com neurônios diferentes e estrutura de conexão bem complexa ainda não deram resultados satisfatórios [Grindhammer, 2001].

4.4 Crítica

Na comparação da rede natural com a rede artificial assume-se que já sabe-se suficiente para poder julgar as diferenças e, assim, aonde quer-se chegar. Parece que, para criar uma cópia de um cérebro basta analisar as partes biológicas e criar algo com comportamento o mais parecido possível. Uma questão porém permanece sem resposta: saber se o ser humano e a ciência são capazes de entrar em tal profundidade no assunto que consigam descobrir os últimos segredos necessários para essa tarefa.

Também precisa-se considerar em toda discussão o fato que mais conhecimento sempre requer mais responsabilidade – sendo que o ser humano facilmente abusa de novos conhecimentos como aconteceu por exemplo no caso da fusão atômica.

Deve-se destacar, entretanto, que a tecnologia de redes neurais em si é bastante promissora otimizando altamente a resolução de problemas que requerem a criatividade da rede e a velocidade do computador.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho procurou-se demonstrar a noção de que ainda existem muitas diferenças entre o modelo natural e o artificial realizado com computadores. Pode-se afirmar que a ciência, com o objetivo de conseguir criar uma máquina com as habilidades de um cérebro humano, não apenas terá que estudar muito mais profundamente o funcionamento do conjunto natural, mas também terá que quebrar paradigmas. Este tipo de pesquisa poderá ser a chave a uma forma completamente nova de pensar e ela deverá ser seguida com muita dedicação e ética.

6 BIBLIOGRAFIA

- [Hallym] – Milestones in Neuroscience Research – <http://aids.hallym.ac.kr/kns/tutor/hist.html>, 2001
- [Helbig] – Hermann Helbig, Andreas Scherer, Neuronale Netze, Fernuniversität Hagen, 2000
- [IILS] – IILS GmbH, Neuronale Netze, <http://www.iils.de/nnet.htm>, 2001
- [Izidoro] – Paulo Izidoro, Cérebro, <http://psique.hypermart.net/unicidade2/nervoso/cerebro.html>, 2001
- [Knöpfel] – Andreas Knöpfel, Künstliche Neuronale Netze, <http://www.investox.com/NeuroNetSundGA/Neuronets.htm>, 2001
- [Maass] – Wolfgang Maass, Neuronale Netze im Gehirn und Computer, <http://www.cis.tugraz.at/igi/maass/herbst97.html>, 1997

-
- [Newkirk] – Katherine Newkirk, Spotlight on Neuroscience, <http://www.neurolab.jsc.nasa.gov/timeline.htm>, 2001
 - [Ömer] – Bernhard Ömer, Principles of Neuronal Networks, <http://tph.tuwien.ac.at/~oemer/doc/neurogen/node4.html>, 2001
 - [Pudi] – Vikram Pudi, Neural Networks – Introduction, http://dsl.serc.iisc.ernet.in/~vikram/nn_intro.html, 2001
 - [Smith] – Leslie Smith, An Introduction to Neural Networks, <http://www.cs.stir.ac.uk/~lss/NNIntro/InvSlides.html>, 1998
 - [Traut] – Christof Traut, Das Nervensystem, <http://www.medizinatlas.de/nerven2.htm>, 2001