

SCC0270 / SCC5809 - Redes Neurais

Aula 0 - Introdução

Profa. Dra. Roseli Aparecida Francelin Romero
SCC - ICMC - USP

2018

Sumário

- 1 Introdução
 - Breve histórico
 - Definição
 - Analogia com o sistema nervoso
 - Neurônios artificiais
- 2 Exercício

- A era das redes neurais (RN) começou com o trabalho pioneiro de McCulloch and Pitts, em 1943.
- Pitts - matemático, McCulloch – psiquiatra e neuro-anatomista -> representar um evento no sistema nervoso.
- **“A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity”**
- Redes lógicas de neurônios, novas ideias sobre máquinas de estado finitos, elementos de decisão de limiar lineares e representações lógicas de várias formas de comportamento e memória

- Com um número suficiente de unidades simples e um conjunto de conexões sinápticas e operando sincronicamente, eles mostraram que uma rede assim constituída calcularia, em princípio, qualquer função computável.
- Resultado muito significativo -> IA e RN

Breve histórico

- O primeiro trabalho com ligação direta com aprendizado foi o livro de Hebb, em 1949.
“The Organization of Behavior”.
- Hebb propôs uma teoria para explicar o aprendizado em neurônios biológicos baseada no reforço das ligações sinápticas entre neurônios excitados.
- Em 1958, Frank Rosenblatt demonstrou com o seu novo modelo, o Perceptron que, se fossem acrescentadas sinapses ajustáveis, as RNA com várias camadas de Perceptrons poderiam ser treinadas para classificar certos tipos de padrões.

Breve histórico

- Em 1960, Widrow e Hoff sugeriram uma regra de aprendizado, conhecida como regra LMS ou regra Delta, que é ainda hoje utilizada. -> **ADALINE**
- Em 1962, Widrow apresentou **MADALINE**.
- Em 1965, o livro de Nilsson (Learning Machines) foi publicado e é até hoje o livro mais bem escrito sobre padrões linearmente separáveis.
- Em 1967, Amari usou gradiente estocástico para classificação de padrões adaptativos.

Breve histórico

- Em 1969, Minsky e Paper usou matemática para mostrar que algumas tarefas o Perceptron não era capaz de executar.
- Nos anos 70, a abordagem conexionista ficou estagnada, apesar de alguns pesquisadores continuarem trabalhando.
 - Igor Aleksander (redes sem pesos) na Inglaterra.
 - Fukushima (*cognitron* e *neocognitron*) no Japão.
 - Steven Grossberg (sistemas auto-adaptativos) nos EUA.
 - Teuvo Kohonen (sistemas auto-organizáveis)

Breve histórico

- Em 1982, J.Hopfield publicou um artigo que foi responsável pela retomada de pesquisas na área. Ele mostrou a relação entre redes recorrentes auto-associativas e sistemas físicos.
- Em 1986, a descrição do algoritmo de treinamento *backpropagation* mostrou que a visão de Minsky e Papert era bastante pessimista. RNA de múltiplas camadas propostas por Rumelhart et al., são, sem dúvida, capazes de resolver problemas que são difíceis de serem resolvidos por técnicas clássicas.

Definição

- Redes Neurais são modelos de computação com propriedades particulares como:
 - aprender, generalizar, agrupar ou organizar dados.
- Estruturas distribuídas formadas por um grande número de unidades de processamento bastante simplificadas conectadas entre si.
- O comportamento inteligente vem das interações das unidades de processamento da rede.

Inspiração biológica

- Redes neurais simulam o cérebro humano:
 - unidades de processamento -> neurônios
 - conexões -> sinapses
- Sistema nervoso
 - conjunto de células extremamente complexo que tem um papel essencial na determinação do funcionamento e do comportamento do corpo humano.

Cérebro Humano versus computador

- Funções particulares podem ser atribuídas a determinadas regiões do cérebro:
 - coleção de centro de processamento para tarefas específicas conectadas por vias compostas por feixes de fibras nervosas.
- Os modelos de redes neurais desenvolvidos até então são versões bastante simplificadas do cérebro.

Vantagens

- **Adaptável.**
- **Tolerante a falhas:** tanto a falhas internas quanto a entradas recebidas com distorções.
 - **Plasticidade:** capacidade de se modificar de acordo com a experiência.
 - **Redundância:** existência de muitas células e conexões que têm a mesma função.

Inspiração biológica

- O projeto Genoma identificou algo como 25 mil genes. O cérebro humano tem cerca de 100 bilhões de neurônios, cada um conectado a milhares de outros, perfazendo um total de 10^{14} conexões nervosas.

Inspiração biológica

- Conexões dentro do sistema nervoso alto grau de precisão e especificidade estabelecimento das conexões.
 - **Nativismo:** conexões são definidas geneticamente.
 - **Empirismo:** conexões são determinadas pela experiência.
 - Não é possível saber o lugar de cada neurônio no cérebro, bem como os pontos de ligação com outras células nervosas.

Inspiração biológica

- Os genes trazem regras muito gerais de desenvolvimento e migração neuronal, que vão sendo ajustados ao longo do processo.
- A sintonia fina cerebral se faz pela criação de numerosas ligações entre os neurônios (sinaptogênese), seguida da eliminação das conexões que não foram utilizadas (poda).
- Entre a metade da gestação e os dois anos de idade, o cérebro forma 1,8 milhão de novas sinapses por segundo.

Processo de poda

- É bem mais lento: até o final da adolescência.
- As conexões que mais produzem prazer são constantemente estimuladas e, por isso, reforçadas, as menos utilizadas acabam sendo eliminadas.
- Experimentos feitos com gatos que têm os olhos tapados ao nascer.
 - Sem a experiência da visão presidindo à geração e poda de sinapses, o cérebro deles não aprende a enxergar.
 - Se a venda só for retirada após a “fase crítica” os gatos ficam cegos para sempre, embora o seu equipamento ótico esteja em perfeitas condições.

Inspiração biológica

- Este é um bom argumento para mostrar que a dicotomia genes-ambiente (em inglês: *nature/nurture*) não faz muito sentido. As instruções embutidas nos genes só ganham real significado depois de moduladas pela experiência.

Inspiração biológica

- Segundo Wallenstein, conservamos até o fim os prazeres que foram importantes na vida intrauterina e na primeira infância.
 - Um exemplo: bebês gostam de ser chacoalhados; e gostam porque isso faz bem a eles. É uma experiência importante, em que o cérebro se ajusta para lidar com equilíbrio e movimento.
- O mesmo é válido para cada um dos sentidos.
- Calibrar o cérebro para visão, exige que exercitemos na observação de cores, linhas e, em especial, no reconhecimento de faces. Daí o nosso gosto inato pelas cores primárias, pela simetria e a verdadeira obsessão humana por rostos.
- A curiosidade sonora do bebê e seus balbucios já são a primeira fase da aquisição da linguagem.

Inspiração biológica

- A eficácia da estimulação cinética nos primeiros meses de vida foi demonstrada num experimentos com gêmeos idênticos. O bebê que foi mais sacudido começou a andar 4 meses antes de seu irmão.
- Como o gosto pela agitação permanece mesmo quando sua finalidade primordial já foi cumprida, crianças adoram correr e pular, jovens divertem-se testando os limites de aceleração de carros e até os mais pacatos idosos curtem a cadeira de balanço.

Neurônio

- Cada neurônio é composto por:
 - **Dendritos:** conjunto de terminais de entrada.
 - **Corpo celular:** a parte mais volumosa da célula nervosa, se localizam o núcleo e a maioria das estruturas citoplasmáticas.
 - **Axônio:** um longo terminal de saída.
- Dentro de um neurônio as mensagens fluem dos dendritos para o axônio passando pelo corpo celular.

Neurônio

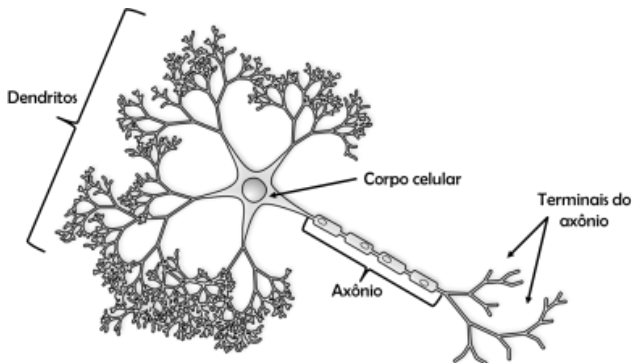


Figura 1: Principais partes constituintes de um neurônio.

Sinapses

- Sinapses: região através da qual os impulsos nervosos são transmitidos de neurônio para neurônio.
- Podem ser:
 - **Excitatórias:** estimulam a ação do neurônio.
 - **Inibitórias:** têm o efeito contrário.

Modelo do neurônio

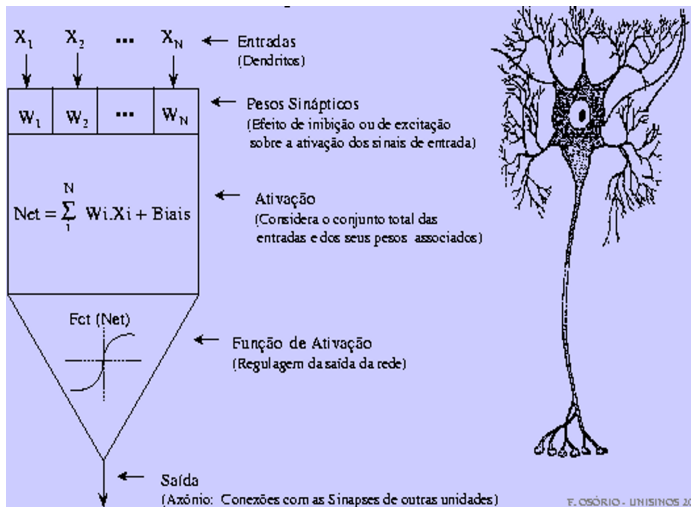
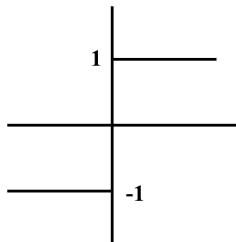


Figura 2: Modelo de um neurônio.

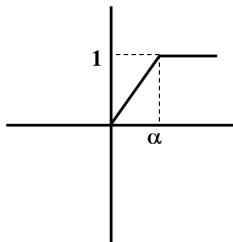
Estrutura básica de um neurônio artificial

- **Estado de ativação (saída):** s_j
- **Conexões entre processadores:** w_{ij}
 - a cada conexão existe um peso sináptico que determina o efeito da entrada sobre o processador.
- **Soma:** cada processador soma os sinais de entrada ponderado pelo peso sináptico das conexões
- **Função de ativação:** $s_j = F(net_j)$
 - determina o novo valor do *estado de ativação* do processador.

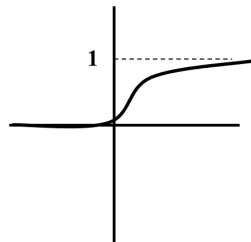
Funções de transferência



**Hard
Limiter- Degrau**



**Threshold
logic**



Sigmoid

Figura 3: Exemplos de funções de transferência usadas em redes neurais artificiais.

Sumário

- 1 Introdução
 - Breve histórico
 - Definição
 - Analogia com o sistema nervoso
 - Neurônios artificiais
- 2 Exercício

Exercício

- Um neurônio j recebe entradas de outros 4 neurônios cujos níveis de atividades são: 10, -20 , 4 e -2 . Os pesos sinápticos respectivos são: 0.8, 0.2, -1.0 e -0.9 . Calcule a saída do neurônio j para as seguintes situações:
- **a)** o neurônio é linear, isto é, sua função de transferência ou ativação é linear.
- **b)** o neurônio é representado por um modelo de McCulloch-Pitts. Assuma que o threshold aplicado ao neurônio é zero e depois igual a 0.5.