

# Inteligência Artificial

Professor: Ricardo Fiera

[ricardofiera@esucri.com.br](mailto:ricardofiera@esucri.com.br)

# Redes Neurais

Redes Neurais Artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência;

# Redes Neurais

Exemplo: Reconhecimento de um rosto familiar inserido em um ambiente não familiar;

Paradigma de IA que utiliza aprendizagem de máquina;

# RNA - Aplicações

Financeira:

- Definição de perfil de crédito;
- Tipos de investimento;

Médica:

- Diagnóstico por imagem;

Outras:

- Agrupamento de dados;
- Filtro de dados;
- Sistemas de detecção;

# Redes Neurais Artificiais

Modelo computacional inspirado na  
biologia cerebral;

# Fundamentos Biológicos

Traçando um comparativo, uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento; já o cérebro de uma pessoa pode ter muitos bilhões de neurônios.

# Fundamentos Biológicos

O sistema nervoso é formado por um conjunto extremamente complexo de células, os neurônios;

Eles têm um papel essencial na determinação do funcionamento e comportamento do corpo humano e do raciocínio;

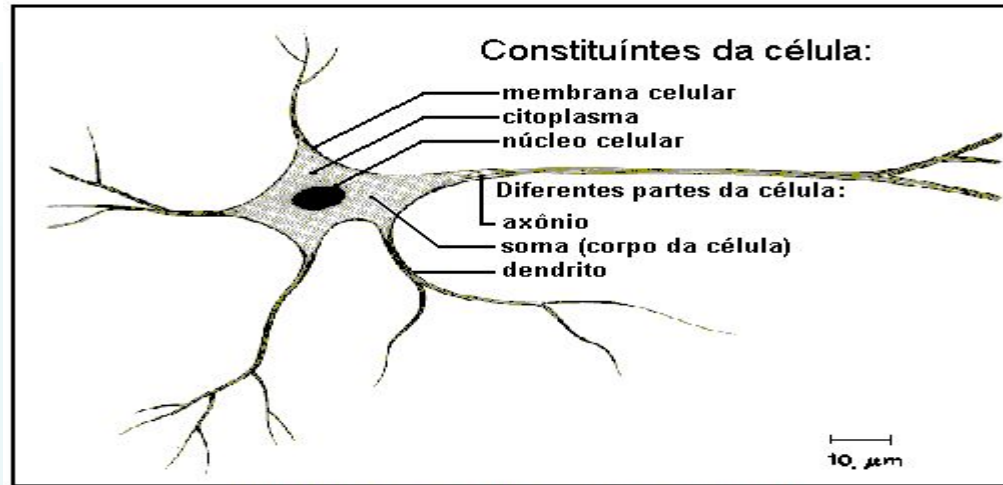
# Fundamentos Biológicos

Os neurônios são formados pelos:

- Dendritos, que são um conjunto de terminais de entrada;
- Corpo central;
- Axônios que são longos terminais de saída.



# Fundamentos Biológicos



*Constituintes da célula neuronal - esquema.*

# Fundamentos Biológicos

- Os neurônios se comunicam através de sinapses;
- Sinapse é a região onde dois neurônios entram em contato;

# Fundamentos Biológicos

- Permitindo que os impulsos nervosos são transmitidos entre eles;
- Os impulsos recebidos por um neurônio A, em um determinado momento, são processados;

# Fundamentos Biológicos

- Atingindo um dado limiar de ação, o neurônio A dispara, produzindo uma substância neurotransmissora que flui do corpo celular para o axônio;
- Que pode estar conectado a um dendrito de um outro neurônio B;

# Fundamentos Biológicos

- Em média, cada neurônio forma entre mil e dez mil sinapses;
- O cérebro humano possui cerca de 100 bilhões neurônios;
- O número de sinapses é da ordem de 100 trilhões;
- Possibilitando a formação de redes muito complexas;

# Fundamentos Computacionais

14

- Inicia a partir dos anos 40, e podemos destacar três das mais importantes publicações:
  - McCulloch e Pitts (1943);
  - Hebb (1949);
  - Rosemblatt (1957);

# Fundamentos Computacionais

- Dendritos, que são um conjunto de terminais de entrada;
- Axônios que são terminais de saída.

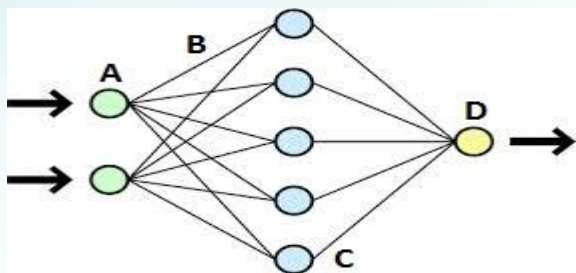
# Fundamentos Computacionais

- Sinapse: local de contato entre neurônios, onde ocorre a transmissão de impulsos nervosos de uma célula para outra;
- Plasticidade: capacidade de adaptação de um neurônio ao ambiente. Fundamental para as redes neurais; Aprendizado de Máquina;



# Fundamentos Computacionais

- Uma rede neural artificial é composta por várias unidades de processamento;
- As unidades fazem operações apenas sobre seus dados locais, que são entradas recebidas pelas suas conexões;



A – Camada de Entrada;

B – Conexões;

C – Camada Intermediária;

D – Camada de saída;

# Fundamentos Computacionais

- Usualmente as camadas são classificadas em três grupos:
  - Camada de Entrada: onde os padrões são apresentados à rede;
  - Camadas Intermediárias ou Escondidas: onde é feita a maior parte do processamento;
  - Camada de Saída: onde o resultado final é concluído e apresentado;

# Fundamentos Computacionais

- Essas unidades, geralmente são conectadas por canais de comunicação que estão associados a determinado peso;
- O comportamento inteligente de uma Rede Neural Artificial vem das interações entre as unidades de processamento da rede;

# Modelo de McCulloch e Pitts;

20



Modelo de neurônio artificial proposto por McCulloch e Pitts.

# Modelo de McCulloch e Pitts;

- Modelo formado por um vetor de entradas e as sinapses são representadas por pesos numéricos,
- A soma ponderada das entradas é submetida à uma função de transferência, ou função de ativação, que determina se a soma é maior que um valor numérico (o limiar do neurônio);

# Modelo de McCulloch e Pitts;

- Caso seja maior que o limiar, o neurônio é ativado (valor 1) caso contrário, é desativado (valor 0).
- Tudo o que o neurônio faz é responder se a soma recebida é maior que um valor numérico.
- Com este modelo é possível representar operações Booleanas importantes;

# Modelo de McCulloch e Pitts;

## Exemplo:

- sinais de entrada  $X_1, X_2, \dots, X_p$  (0 ou 1)
- pesos  $W_1, W_2, \dots, W_p$ , valores reais.
- limitador  $t$ ;
- Neste modelo, o nível de atividade  $a$  é dado por:

$$a = W_1X_1 + W_2X_2 + \dots + W_pX_p$$

- A saída  $y$  é dada por:
  - $y = 1$ , se  $a \geq t$  ou
  - $y = 0$ , se  $a < t$ .

# Regra de aprendizado de Hebb;

- Se dois neurônios em cada lado de uma sinapse (conexão) são ativados simultaneamente (de forma síncrona), então o peso daquela sinapse deve ser aumentado;
-

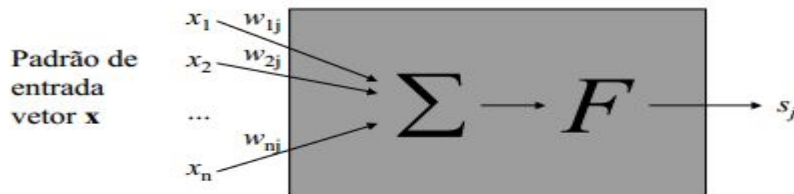


# Perceptron;

- Perceptron é um tipo de rede neural criada em 1957 por Frank Roseblatt;
- Possui algoritmo de aprendizado;

# Perceptron;

## MODELO DO NEURÔNIO



- 1 – Inicia os pesos sinápticos com valores randômicos e pequenos ou iguais a zero;
- 2 – Aplica um padrão com seu respectivo valor desejado de saída e verifica o valor de saída da rede;
- 3 – Calcula o erro de saída;
- 4 – Se erro diferente de zero, atualiza os pesos e volta ao passo 2;

# Perceptron;

## ALGORITMO DE APRENDIZADO

### IMPORTANTE

- não ocorre variação no peso se a saída estiver correta;
- caso contrario, cada peso é incrementado de  $\eta$  quando a saída é menor que o target e decrementado de  $\eta$  quando a saída é maior que o target.

# Computação Evolutiva;

- Busca por soluções para um determinado problema;
- Assim podemos adotar a biologia evolutiva como fonte de inspiração para o desenvolvimento da computação evolutiva;

# Computação Evolutiva;

- Sendo assim, um algoritmo evolutivo pode ser definido como um procedimento iterativo de busca (otimização) inspirado nos mecanismos evolutivos biológicos;

# Teoria da Evolução Natural e Genética;

- Baseado na teoria da evolução, é possível propor um algoritmo evolutivo básico ou padrão com as seguintes características:
- Uma população de candidatos a solução (denominados indivíduos ou cromossomos) que reproduz com herança genética: cada indivíduo corresponde a uma estrutura de dados que representa ou codifica um ponto em um espaço de busca.

# Teoria da Evolução Natural e Genética;

- Estes indivíduos devem se reproduzir (de forma sexuada ou asexuada), gerando filhos que herdam algumas das características de seu(s) pai(s).

# Teoria da Evolução Natural e Genética;

- Baseado na teoria da evolução, é possível propor um algoritmo com as seguintes características:
  - Uma população de candidatos a solução (denominados indivíduos ou cromossomos) que reproduz com herança genética: cada indivíduo corresponde a uma estrutura de dados que representa ou codifica um ponto em um espaço de busca.



# Algoritmos Genéticos (A.G);

- São técnicas de busca e otimização;
- É a metáfora da teoria da evolução das espécies iniciada pelo Fisiologista e Naturalista inglês Charles Darwin;

# Algoritmos Genéticos (A.G);

34

- Desenvolvido por John Holland (1975) e seus alunos;
- Popularizado por David Goldberg (1989).

# Algoritmos Genéticos;

- Otimização:
  - É a busca da melhor solução para um dado problema;
    - Consiste em tentar várias soluções e usar a informação obtida para conseguir soluções cada vez melhores.

# Algoritmos Genéticos;

- Exemplo de otimização:
  - Telespectador através de ajuste na antena da televisão otimiza a imagem buscando várias soluções até alcançar uma boa imagem.

# Algoritmos Genéticos;

- As técnicas de otimização, geralmente, apresentam:
  - Espaço de busca: onde estão todas as possíveis soluções do problema;
  - Função objetivo: utilizada para avaliar as soluções produzidas, associando a cada uma delas uma nota.

# 12 – A.G. - Características;

38

- É um algoritmo com origem em eventos aleatórios;
- Trabalha com uma população de soluções simultaneamente;

# A.G. – Conceitos Básicos;

- AG manipula uma população de indivíduos;
- Indivíduos são possíveis soluções do problema;
- Os indivíduos são combinados (crossover) uns com os outros, produzindo filhos que podem sofrer ou não mutação;

# A.G. – Conceitos Básicos;

40

- As populações evoluem através de sucessivas gerações até encontrar a solução ótima;



# A.G. – Aplicações;

- Em problemas difíceis de otimização, quando não existe nenhuma outra técnica específica para resolver o problema;
- Otimização de funções numéricas em geral;

# A.G. – Aplicações;

- Otimização combinatória;
  - Problema do caixeiro viajante;
  - Problema de transporte, alocação;
  - Problemas de conexão (árvore, emparelhamento, caminhos);
- Alocação de tarefas;
- Configuração de sistemas complexos;
- Seleção de Rotas;

# A.G. – Aplicações;

- Seleção de Rotas;
- Problemas cuja solução seja um estado final e não um caminho;
- Se uma técnica tradicional puder ser empregada, normalmente acha melhor solução mais rápido;
- Técnicas tradicionais têm natureza serial;
- Algoritmos Genéticos têm natureza paralela;

## A.G. – Funcionamento;

1. Gerar população inicial;
2. Descartar uma parte dos indivíduos menos aptos;
3. Aplicar operadores de reprodução;
4. Aplicar operadores de mutação;
5. Se o critério de parada for satisfeito, encerrar. Se não, voltar ao passo 2.

# A.G. – Elementos Básicos;

- Cromossomo
  - Estrutura de dados que representa uma possível solução para o problema;
  - Os parâmetros do problema de otimização são representados por cadeias de valores;
  - Exemplos:
    - Vetores de reais, (2.345, 4.3454, 5.1, 3.4);
    - Cadeias de bits, (111011011);
    - Vetores de inteiros, (1,4,2,5,2,8);
    - ou outra estrutura de dados;

# A.G. – Elementos Básicos;

- Aptidão
  - Nota associada ao indivíduo que avalia quão boa é a solução por ele representada;
- Aptidão pode ser:
  - Igual a função objetivo;
  - Resultado do escalonamento da função Objetivo;
  - Baseado no ranking do indivíduo da População;

# A.G. – Exemplo;

- Problema: Use um AG para encontrar o ponto máximo da função:

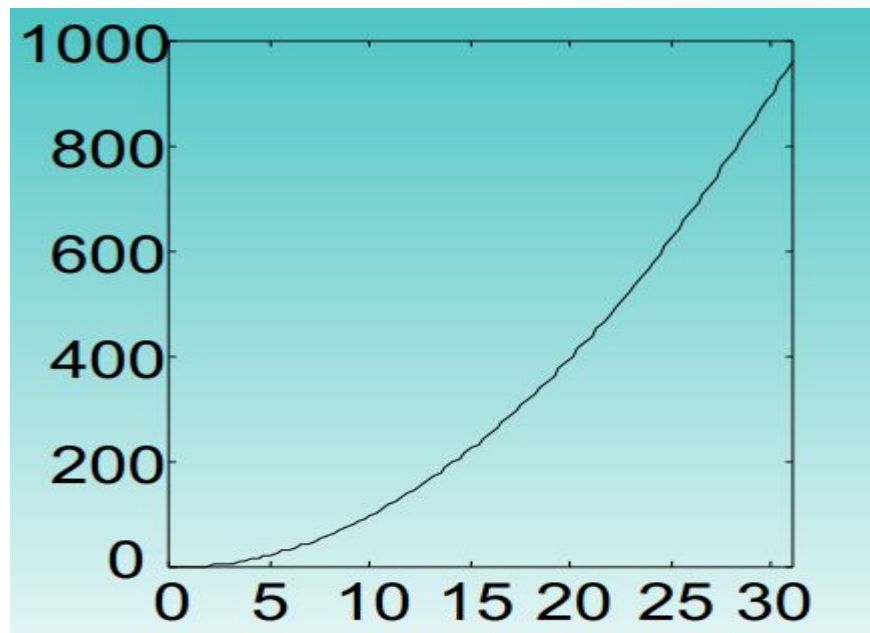
$$f(x) = x^2$$

- com  $f(x)$  sujeita às seguintes restrições:
  - $0 \leq x \leq 31$ ;
  - $x$  é inteiro;

# A.G. – Exemplo;

48

$$f(x) = x^2$$





# A.G. – Exemplo;

- Cromossomos binários com 5 bits:
  - $0 = 00000$ ;
  - $31 = 11111$ ;
- Aptidão:
  - Por simplicidade, a aptidão será a própria função objetivo;
  - Exemplo:
    - $\text{aptidão}(00011) = f(3) = 9$ ;