

**Universidade Federal de Campina Grande
Departamento de Sistemas e Computação
Pós-Graduação em Ciência da Computação**

Inteligência Artificial

Aprendizagem (Redes Neurais - Complementar)

Prof.^a Joseana Macêdo Fachine Régis de Araújo
joseana@computacao.ufcg.edu.br



REDES NEURAIS



Aprendizagem

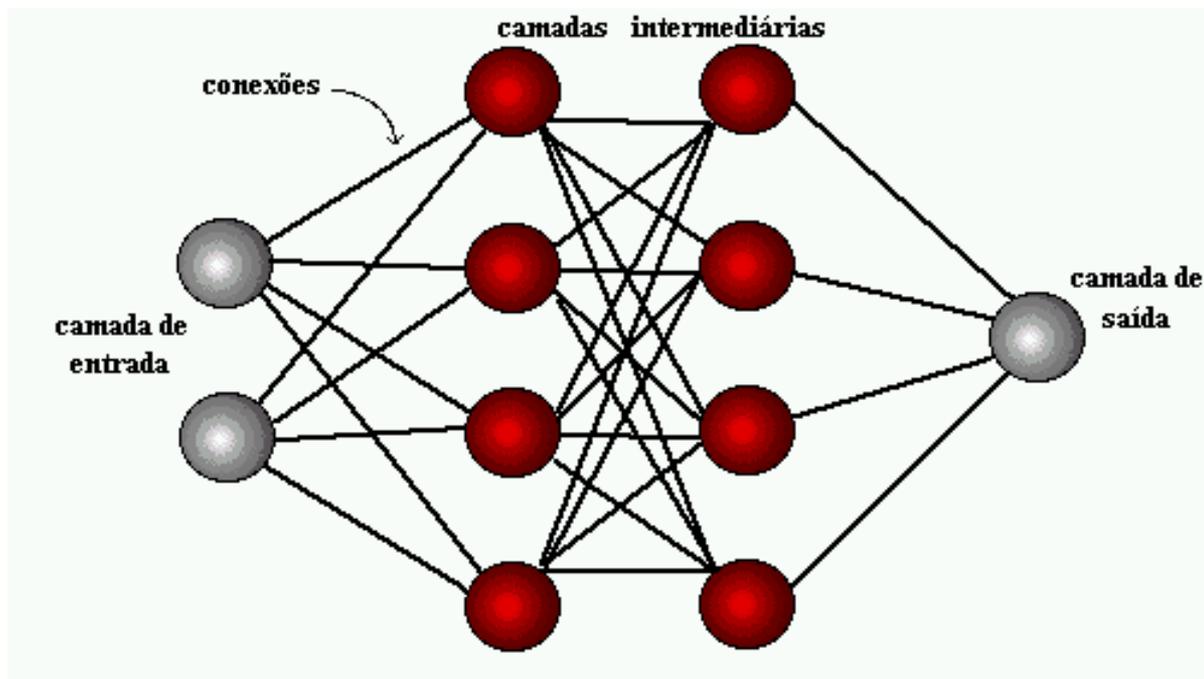
Tópico

- ▣ Redes Neurais e *Deep Learning*



Redes Neurais Artificiais

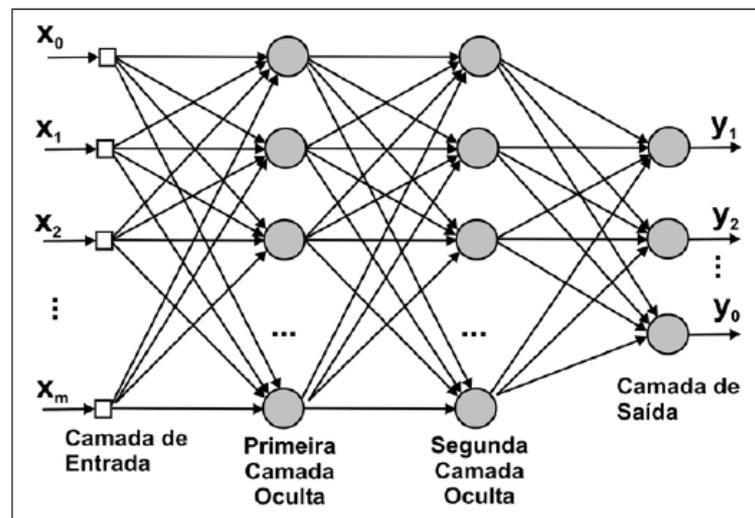
Rede Neural - Organização em Camadas (Exemplo)



Redes Neurais – Informações Complementares

Rede *Feedforward*

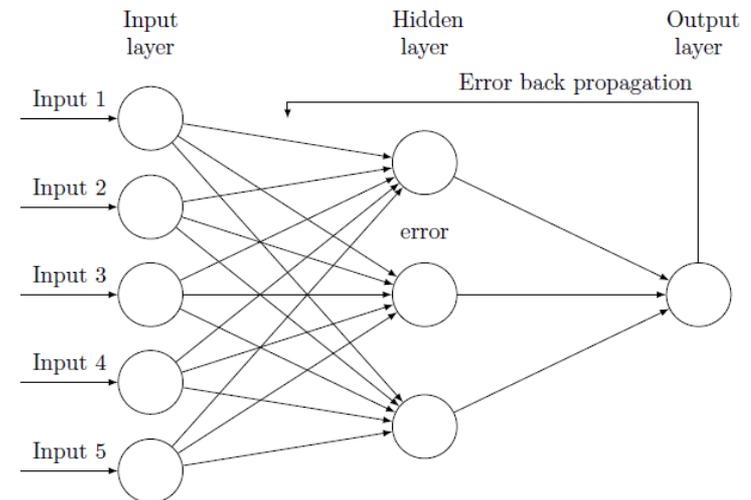
- ❑ Cada camada se conecta à próxima camada, porém não há caminho de volta.
- ❑ Todas as conexões portanto, têm a mesma direção, partindo da camada de entrada rumo a camada de saída.



Redes Neurais – Informações Complementares

Backpropagation

- ❑ Define a forma como a rede é treinada.
- ❑ O algoritmo *backpropagation* se trata de um treinamento supervisionado.
- ❑ Com o erro calculado, o algoritmo corrige os pesos em todas as camadas, partindo da saída até a entrada.



Redes Neurais – Informações Complementares

Questões Relevantes

- ❑ Como definir a estrutura ótima da rede?
- ❑ Como definir a função de ativação?
- ❑ Como definir o número de neurônios da camada de entrada?
- ❑ Como definir o número de camadas intermediárias?
- ❑ Como definir o número de neurônios da camada de saída?

Redes Neurais – Informações Complementares

Camada de Entrada

- ❑ Recebe um padrão que será apresentado à rede neural.
- ❑ Cada neurônio na camada de entrada deve representar alguma variável independente que influencia o resultado da rede neural.

Camada de Saída

- ❑ O número de neurônios está diretamente relacionado com a tarefa que a rede neural executa.
- ❑ Em geral, o número de neurônios que um classificador deve possuir, nesta camada, é igual ao número de grupos distintos.

A camada de entrada possui um neurônio especial chamado de "bias" e serve para aumentar os graus de liberdade, permitindo uma melhor adaptação, por parte da rede neural, ao conhecimento à ela fornecido.

Redes Neurais – Informações Complementares

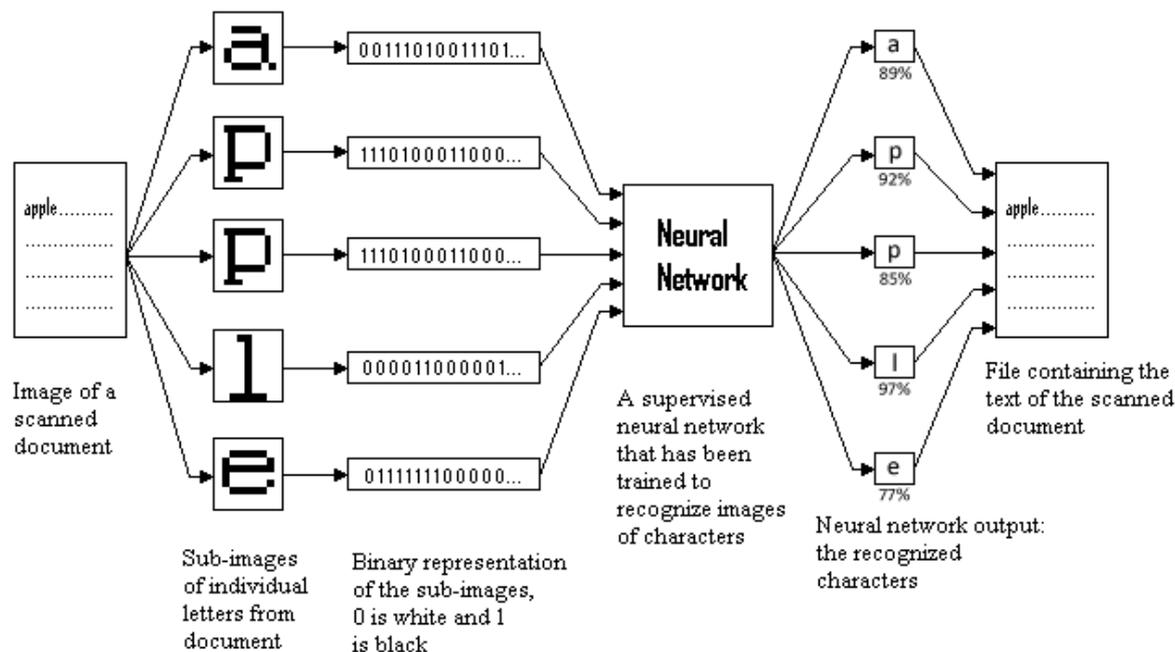
Exemplo: *OCR (Optimal Character Recognition)*

- ❑ A rede neural deverá reconhecer as 26 letras do alfabeto inglês.
- ❑ Cada padrão a ser classificado consiste em uma imagem de 35 pixels (5x7).
- ❑ A imagem consiste na entrada, sendo cada pixel representado por um respectivo neurônio.
- ❑ A letra reconhecida é representada pelo neurônio que dispara alguma saída positiva.

Redes Neurais – Informações Complementares

Exemplo: *OCR (Optimal Character Recognition)*

- ❑ Número de neurônios da Camada de Entrada: 35
- ❑ Número de neurônios da Camada de Entrada: 26



Redes Neurais – Informações Complementares

Camadas Intermediárias

- ❑ Problemas que requerem duas camadas intermediárias não são usuais.
- ❑ Basicamente, uma rede neural com duas camadas intermediárias é capaz de representar funções de qualquer formato.
- ❑ Não existem razões teóricas para se utilizar mais que duas camadas intermediárias.
- ❑ Na prática, para muitos problemas comuns, não há razões para se utilizar mais que uma camada intermediária.

Para alguns autores, independente da abordagem, quanto mais camadas de neurônios, melhor é o desempenho da rede neural pois aumenta a capacidade de aprendizado, melhorando a precisão com que ela delimita regiões de decisão. Estas regiões de decisão são intervalos fixos onde a resposta pode estar.

Redes Neurais – Informações Complementares

Número de Neurônios nas Camadas Intermediárias

- ❑ Apesar de não interagirem com o ambiente externo, as camadas intermediárias exercem grande influência no funcionamento da rede.
- ❑ **Underfitting**: poucos neurônios que não conseguem detectar adequadamente os sinais em um conjunto complicado de dados.
- ❑ **Overfitting**: muitos neurônios a serem treinados por um número limitado de informação contida no conjunto de dados.
- ❑ Muitos neurônios podem fazer com que o treinamento não termine adequadamente em tempo hábil.



Redes Neurais – Informações Complementares

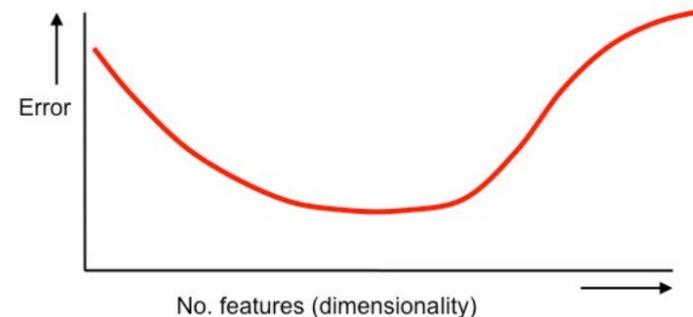
Número de Neurônios nas Camadas Intermediárias

- Regras simples para definição do número de neurônios na camada intermediária:
 - a) Entre o número de neurônios nas camadas de entrada e saída.
 - b) $2/3$ do tamanho da camada de entrada, somado ao tamanho da camada de saída.
 - c) Menor que duas vezes o tamanho da camada de entrada.

Obs.: Em redes pequenas o número de neurônios da camada intermediária (oculta) pode ser a média geométrica entre o número de neurônios de entrada pelo número de neurônios de saída.

Redes Neurais – Informações Complementares

- Muitos avanços têm sido feitos na melhoria algoritmos de aprendizagem.
 - Há algoritmos capazes de entender cenas e descrevê-las em linguagem natural?
 - Há algoritmos capazes de inferir conceitos semânticos suficientes a ponto de interagir com humanos?
- Redes Neurais Artificiais *feedforward* – MALDIÇÃO DA DIMENSIONALIDADE



Redes Neurais – Informações Complementares

- Uma das soluções encontradas para a maldição de dimensionalidade
 - Pré-processamento de dados – Redução da dimensionalidade (às vezes por humanos)
 - Desafiante e muito dependente da tarefa
- **Há indícios de que o cérebro humano resolve esse problema dessa forma?**



Redes Neurais e Deep Learning

Deep learning

(aprendizagem profunda ou aprendizado profundo)

- ❑ Utilizar algoritmos de aprendizagem que descubram “abstrações” com o mínimo esforço humano possível
 - sem a necessidade de prover um grande conjunto de dados rotulados (textos e imagens da internet, por exemplo)

- ❑ Conjunto de algoritmos de aprendizagem de máquina cuja tentativa é modelar abstrações de alto nível em dados usando arquiteturas compostas por múltiplas transformações não-lineares.

Redes Neurais – Informações Complementares

Métodos Deep Learning (DL)

- ❑ Focam em aprender características de nível mais alto pela composição de características de nível mais baixo
 - Aprender características automaticamente em múltiplos níveis de abstração permite ao sistema mapear funções complexas sem depender de características intermediárias inteligíveis aos humanos.
 - Essa habilidade é necessária porque o tamanho dos dados tende a crescer.
 - **Inspiração: cérebro humano**

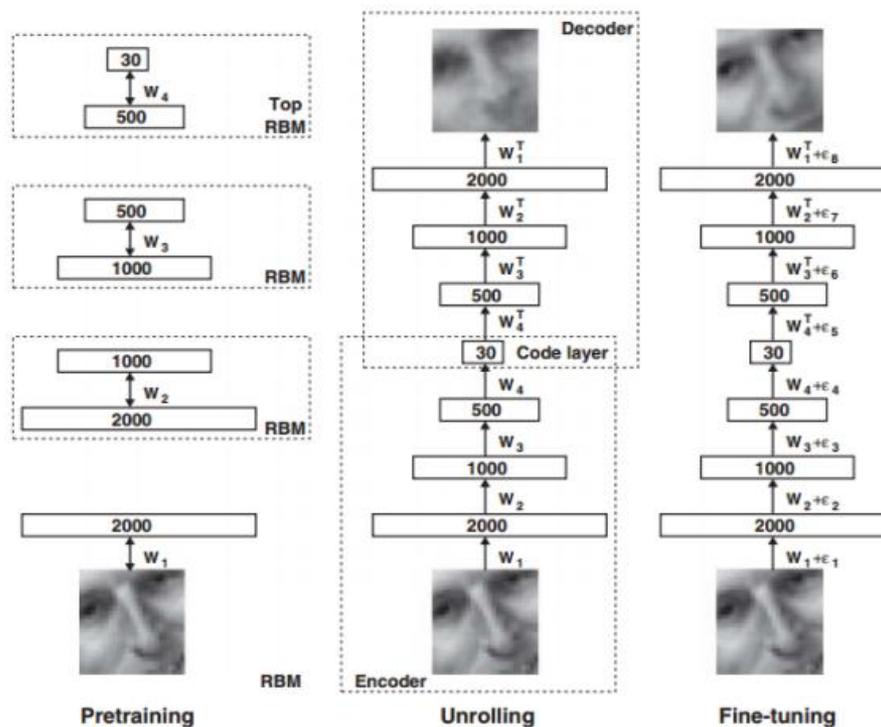
Redes Neurais – Informações Complementares

Métodos Deep Learning (DL)

- Treinar redes com muitas camadas (vs. redes “rasas” com uma ou duas camadas).
- Múltiplas camadas constroem um espaço de características melhorado
 - Primeira camada aprende as características de primeira ordem (por exemplo, bordas)
 - Segunda camada aprende características de maior ordem (por exemplo, combinação de bordas e outras características)
- As camadas são treinadas de modo não-supervisionado de modo a descobrir características gerais do espaço de entrada
- As características finais alimentam uma camada supervisionada.
- A rede inteira é então ajustada de modo supervisionado.
- Deep Learning é indicado em tarefas cujo espaço de entrada seja localmente estruturado – espacial ou temporal (Imagens, linguagem etc).

Redes Neurais – Informações Complementares

Exemplo:



Deep Learning - dedicada ao desenvolvimento de algoritmos e técnicas que permitam ao computador aperfeiçoar seu desempenho em alguma tarefa. Termo utilizado para descrever sistemas de redes neurais artificiais que imitam o funcionamento do cérebro humano para aprender. Esses sistemas podem aprender com pouca intervenção porque são capazes de descobrir por si mesmos quais os dados mais importantes em cada interação.

Redes Neurais – Informações Complementares

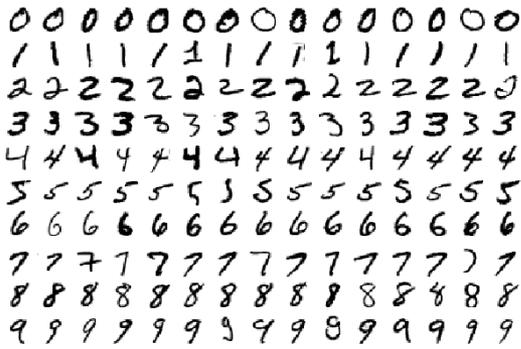
Aplicações

- **Reconhecimento de Fala e Processamento de Sinais**
 - A Microsoft lançou em 2012 uma nova versão do MAVIS (Microsoft Audio Video Indexing Service), sistema de voz baseado em Deep Learning
 - Redução da taxa de erro de palavras nos quatro maiores benchmarks: em torno de 30%

- **Reconhecimento de Objetos**
 - Os primeiros modelos Deep Learning focaram no problema de classificação de imagens digitais MNIST (*Mixed National Institute of Standards and Technology database*), derrotando a supremacia das Support Vector Machines, com taxa de erro de 1,4%.

- **Processamento de Linguagem Natural**

- **Previsão em Séries Temporais**



Redes Neurais – Informações Complementares

Aplicações

- Facebook – percepção de emoções mesmo se elas não estiverem explicitamente referenciadas no texto, no reconhecimento de objetos em fotos e previsão do comportamento futuro das pessoas.
- “Para cientistas do Baidu e Google, redes neurais já estão muito perto de simular o cérebro humano.”
 - "As redes neurais profundas hoje são muito eficaz para uma ampla gama de tarefas", disse Jeff Dean, pesquisador sênior do Google X, ressaltando que diferenciar pessoas de gatos ou entender uma linguagem são tarefas simples para seres humanos. "Porém, computadores precisam de incríveis capacidades de processamento e de enormes quantidades de dados para resolver estes tipos de problema."