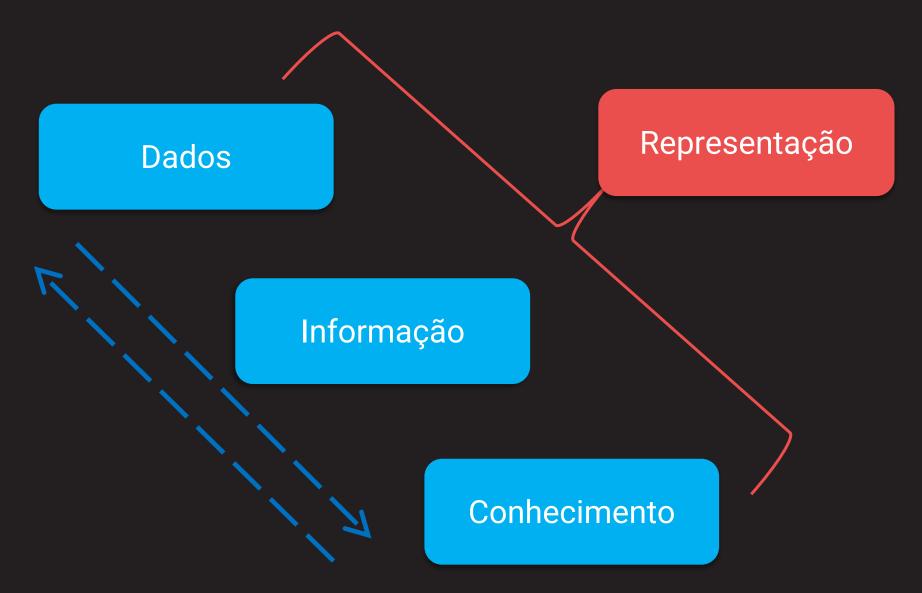
AI & CHATBOT

Aula 13 - Representação de Dados



Prof. Henrique Ferreira

Ideia Geral



Ideia Geral

- Dados podem ter diferentes fontes e diferentes formatos;
- A partir dos dados é extraída a informação útil gerando conhecimento;

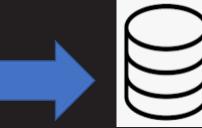


Leitura de instrumentos musicais



Processos Industriais





Dados brutos



Sensores, transdutores,



Imagens armazenadas

Representando informação

- Informação pode estar em diferentes mídias!
- A informação pode estar estruturada, semi-estruturada ou não estruturada!

| TABFLA | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|--|-------|-----|-----------|--|--|--|--|
| Entrada | x_1 | x_2 | | x_n | y | \hat{y} | | | | |
| 1 | 70.52 | 30 | | 0.584 | 90 | 100 | | | | |
| 2 | 60.96 | 27 | | 1.254 | 81 | 90 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| k | 97.48 | 35 | | 0.758 | 122 | 120 | | | | |

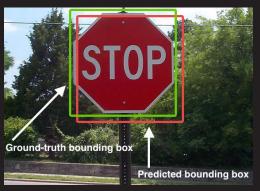
TEXTO

Esse campo de pesquisa ganhou muita notoriedade em 1986, quando David E. Rumelhart e James L. McClelland publicaram um livro que apresentou um modelo matemático computacional capaz de realizar um treinamento supervisionado dos neurônios artificiais. Esse algoritmo é chamado de **Backpropagation** e permite otimizações globais no modelo, sem restrições. Esse algoritmo também foi chamado de regra Delta generalizada, pois foi baseado na regra Delta, algoritmo de aprendizagem das redes Adalines.

Foi a partir desses trabalhos e da criação de diversos Journals e conferências que muitas instituições fundaram institutos de pesquisas e programas educacionais que estudam redes neurais artificias e modelos de aprendizagem.

Nos próximos tópicos vamos aprender como a rede neural pode realizar predições através do algoritmo **Feedfoward** e o aprendizado ou ajustes dos pesos, com o algoritmo **Backpropagation**. Animado? Vamos começar!

IMAGEM



OBJETO



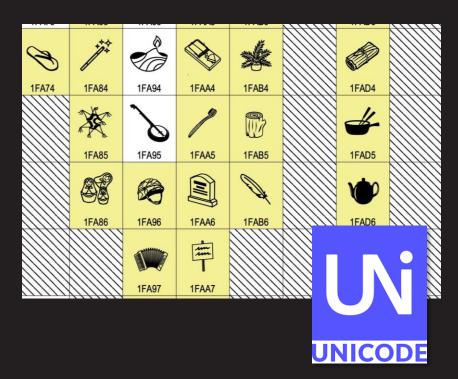
ÁUDIO



Representando texto

- Strings são objetos em linguagem de programação usados para trabalhar com caracteres;
- Os caracteres (e mais recentemente, emojis) são imagens mapeadas para um código hexadecimal (e binário);
- O mapeamento hexadecimal mais conhecido é o ASCII (American Standard Code II). Para contemplar outras línguas (além do alfabeto latino) e incorporar emojis, temos o Unicode;
- Em memória, o Unicode pode ser UTF-8, UTF-16, UTF-32;

| Decimal | Hex | Char | Decimal | Hex | Char | Decimal | Hex | Char | Decimal | Hex | Char |
|---------|-----|------------------------|---------|-----|---------|---------|-----|------|---------|-----|-------|
| 0 | 0 | [NULL] | 32 | 20 | [SPACE] | 64 | 40 | @ | 96 | 60 | ` |
| 1 | 1 | [START OF HEADING] | 33 | 21 | 1 | 65 | 41 | Α | 97 | 61 | a |
| 2 | 2 | [START OF TEXT] | 34 | 22 | | 66 | 42 | В | 98 | 62 | b |
| 3 | 3 | [END OF TEXT] | 35 | 23 | # | 67 | 43 | C | 99 | 63 | C |
| 4 | 4 | [END OF TRANSMISSION] | 36 | 24 | \$ | 68 | 44 | D | 100 | 64 | d |
| 5 | 5 | [ENQUIRY] | 37 | 25 | % | 69 | 45 | E | 101 | 65 | е |
| 6 | 6 | [ACKNOWLEDGE] | 38 | 26 | & | 70 | 46 | F | 102 | 66 | f |
| 7 | 7 | [BELL] | 39 | 27 | 100 | 71 | 47 | G | 103 | 67 | g |
| 8 | 8 | [BACKSPACE] | 40 | 28 | (| 72 | 48 | Н | 104 | 68 | h |
| 9 | 9 | [HORIZONTAL TAB] | 41 | 29 |) | 73 | 49 | 1 | 105 | 69 | i |
| 10 | Α | [LINE FEED] | 42 | 2A | * | 74 | 4A | J | 106 | 6A | j |
| 11 | В | [VERTICAL TAB] | 43 | 2B | + | 75 | 4B | K | 107 | 6B | k |
| 12 | C | [FORM FEED] | 44 | 2C | , | 76 | 4C | L | 108 | 6C | 1 |
| 13 | D | [CARRIAGE RETURN] | 45 | 2D | | 77 | 4D | M | 109 | 6D | m |
| 14 | E | [SHIFT OUT] | 46 | 2E | | 78 | 4E | N | 110 | 6E | n |
| 15 | F | [SHIFT IN] | 47 | 2F | 1 | 79 | 4F | 0 | 111 | 6F | 0 |
| 16 | 10 | [DATA LINK ESCAPE] | 48 | 30 | 0 | 80 | 50 | P | 112 | 70 | р |
| 17 | 11 | [DEVICE CONTROL 1] | 49 | 31 | 1 | 81 | 51 | Q | 113 | 71 | q |
| 18 | 12 | [DEVICE CONTROL 2] | 50 | 32 | 2 | 82 | 52 | R | 114 | 72 | ŕ |
| 19 | 13 | [DEVICE CONTROL 3] | 51 | 33 | 3 | 83 | 53 | S | 115 | 73 | S |
| 20 | 14 | [DEVICE CONTROL 4] | 52 | 34 | 4 | 84 | 54 | T | 116 | 74 | t |
| 21 | 15 | [NEGATIVE ACKNOWLEDGE] | 53 | 35 | 5 | 85 | 55 | U | 117 | 75 | u |
| 22 | 16 | [SYNCHRONOUS IDLE] | 54 | 36 | 6 | 86 | 56 | V | 118 | 76 | V |
| 23 | 17 | [ENG OF TRANS. BLOCK] | 55 | 37 | 7 | 87 | 57 | W | 119 | 77 | w |
| 24 | 18 | [CANCEL] | 56 | 38 | 8 | 88 | 58 | X | 120 | 78 | X |
| 25 | 19 | [END OF MEDIUM] | 57 | 39 | 9 | 89 | 59 | Υ | 121 | 79 | У |
| 26 | 1A | [SUBSTITUTE] | 58 | 3A | : | 90 | 5A | Z | 122 | 7A | z |
| 27 | 1B | [ESCAPE] | 59 | 3B | ; | 91 | 5B | [| 123 | 7B | { |
| 28 | 1C | [FILE SEPARATOR] | 60 | 3C | < | 92 | 5C | Ň | 124 | 7C | ì |
| 29 | 1D | [GROUP SEPARATOR] | 61 | 3D | = | 93 | 5D | ì | 125 | 7D | 3 |
| 30 | 1E | [RECORD SEPARATOR] | 62 | 3E | > | 94 | 5E | ^ | 126 | 7E | ~ |
| 31 | 1F | [UNIT SEPARATOR] | 63 | 3E | ? | 95 | 5F | | 127 | 7E | [DEL] |



Representando texto

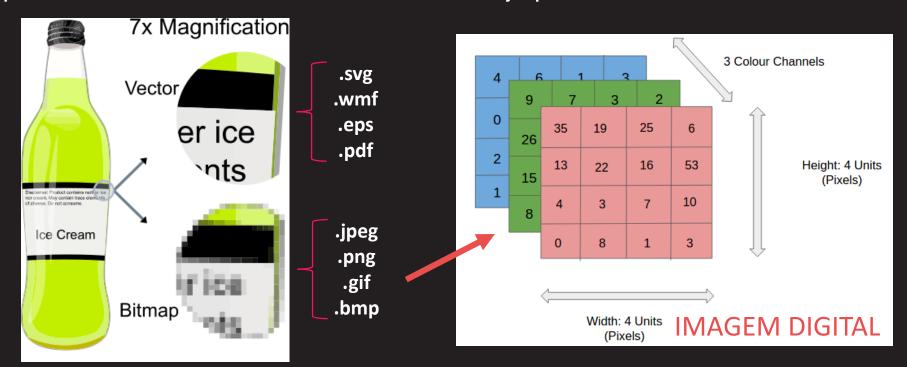
- Para algoritmos de Inteligência Artificial, as strings devem ser transformadas em outras representações numéricas;
- Uma técnica muito usada na área de Processamento de Linguagem Natural é transformar as string em vetores numéricos, uma técnica chamada de Embbeding;
- Podemos ter Word Embedding quando representamos palavras por um vetor ou ainda Sentence Embedding quando representamos sentenças por vetores numéricos;
- Existem várias formas de fazer isso, entre elas:

Frases: Bag of Words (BOW) ou o TF-IDF

| | texto = "eu vou ao cinema hoje" | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------|----|-----|----|--------|--------|----|------|---|---|----|----|
| | cada | um | vou | eu | amanhã | cinema | em | hoje | e | а | ao | em |
| texto_vetor: | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Representando imagens

- Imagens digitais podem ter vários formatos de codificação;
- Imagens em formato RGB são bitmaps de 3 matrizes sobrepostas, onde cada elemento da matriz representa a intensidade daquele canal de cor naquela posição da imagem;
- Resolução: quantidade de pixels na altura e na largura;
- Color depth: quantidade de bits usados para cada número da matriz;
- Pixels próximos tendem a estar correlacionadas; já pixels distantes, não!



Representando imagens

Color depth: como armazenamos informação digital? Quantidade usada na memória física e dinâmica? Qualidade da representação?





2 bit.png 4 colors 6 KB (-94%)

1 bit.png 2 colors 4 KB (-96%)





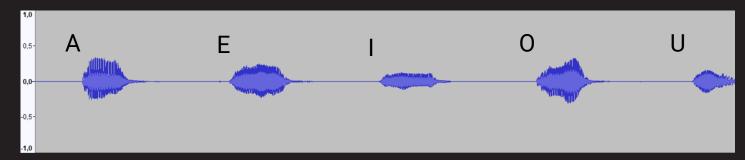
24 bit.png 16,777,216 colors 98 KB

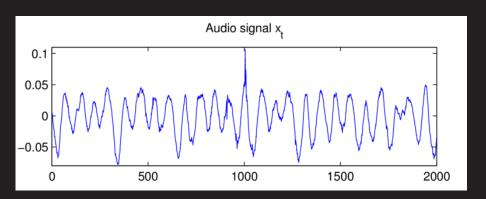
8 bit.png 256 colors 37 KB (-62%)

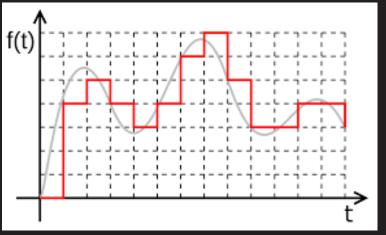
4 bit.png 16 colors 13 KB (-87%)

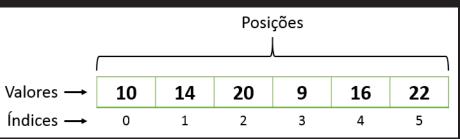
Representando áudio

- Áudio analógico ou digital é um sinal, isto é, uma série temporal da amplitude sonora;
- No computador, áudio digital é implementado como um vetor finito, sendo o tamanho N do vetor o número de amostras de áudio, diretamente relacionado com o tempo total do som gravado;
- Além disso, áudio pode estar em um formato raw/bruto (.wav) ou em um formato comprimido (.mp3, .opus, .ogg) [codec];





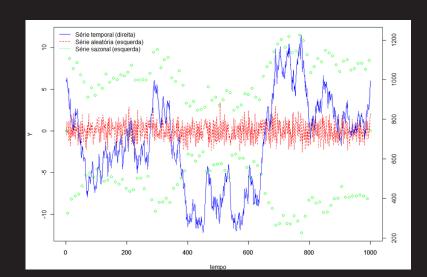


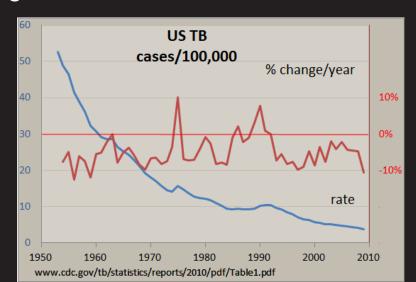




Representando "tempo"

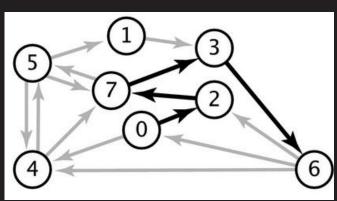
- Além de áudio, vários outros dados podem ser representados na forma de séries temporais;
- Séries temporais associam valores a determinados pontos do tempo, e são facilmente implementador na forma de vetores (arrays ou listas);
- Outros exemplos são:
 - Valor de uma ação na bolsa;
 - Pressão do pneu em um carro;
 - Quantidade de combustível em um veículo;
 - Luminosidade em uma célula solar ao longo do dia;
 - Umidade do solo de uma plantação ao longo da semana;



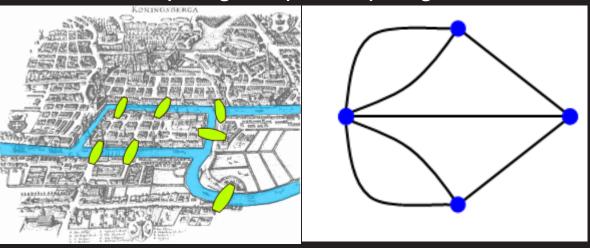


- Grafo é um conceito matemático utilizado para representar relação entre objetos de um mesmo conjunto;
- Ele é amplamente utilizado na Computação para muitos propósitos: arquitetura de redes, estrutura de dados, tipos de redes neurais, sistema de arquivos, processamento de linguagem natural, busca e inteligência artificial;
- Matematicamente um grafo é um objeto denotado por G(V, E) que é composto por V vértices (nós, nodes) e E arestas (links).

Exemplo: grafo



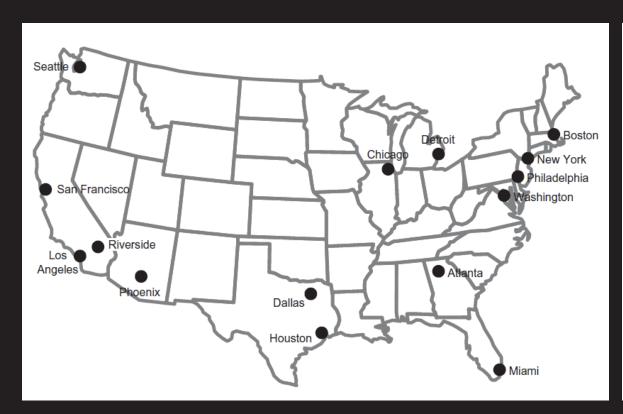
Exemplo: grafo para topologia

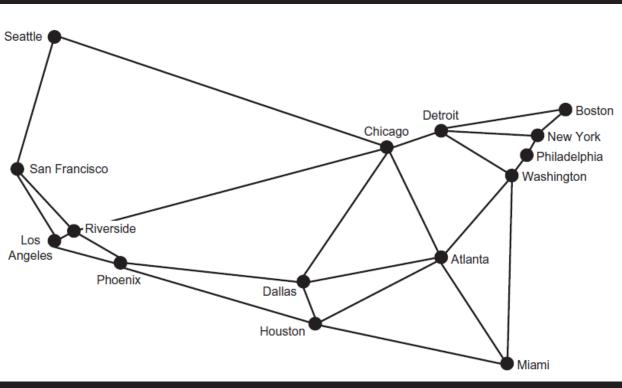


Sete pontes de Königsberg, Leonard Euler 1736

- Redes sociais;
- Redes de computadores;
- Relação entre empresas;
- Relação entre países;
- Relação entre usuários do Netflix e os filmes/séries assistidos;

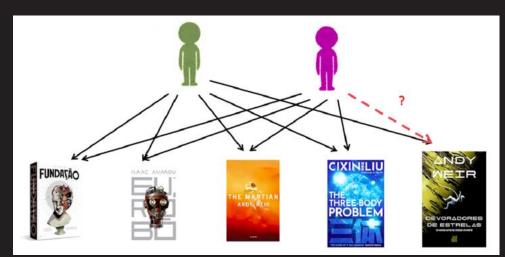


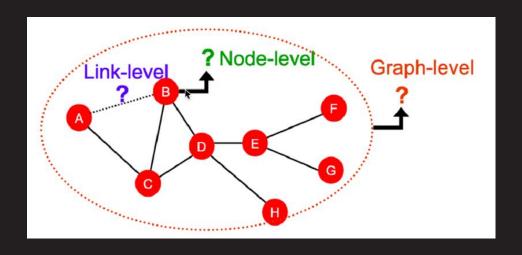




Exemplo: representação de estradas (ref. David Kopec, Classic Computer Science Problems in Python).

- Uma vez que a informação está representada em um grafo, podemos estar interessados em tarefas como Classificação de Nós, Predição de Links, Classificação de Grafos, Otimização de Caminhos;
- Cada tipo de tarefa pode exigir um tipo de característica do grafo (feature) e um tipo de algoritmo de IA diferente;





- Busca clássica: largura, profundidade, algoritmo de Dijkstra;
- Busca heurística: A* e Greedy Search;
- Aprendizado de Máquina: deepwalk, node2vec

Sistemas de recomendação pode ser baseados em predição de links pode exemplo;

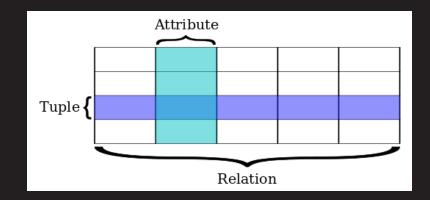
Representação por tabelas

- A forma mais comum de representar dados é na forma de tabelas!
- As tabelas são fáceis de ler visualmente e podem ser facilmente implementadas como estruturas de dados;
- No nosso caso usaremos a estrutura de dados DataFrame da biblioteca Pandas (é uma classe);

| model | engine_power | transmission | age_in_days | km | previous_owners | lat | lon | price |
|--------|--------------|--------------|-------------|--------|-----------------|-----------|----------|-------|
| pop | 69 | manual | 4474 | 56779 | 2 | 45.071079 | 7.46403 | 4490 |
| lounge | 69 | manual | 2708 | 160000 | 1 | 45.069679 | 7.70492 | 4500 |
| lounge | 69 | automatic | 3470 | 170000 | 2 | 45.514599 | 9.28434 | 4500 |
| sport | 69 | manual | 3288 | 132000 | 2 | 41.903221 | 12.49565 | 4700 |
| sport | 69 | manual | 3712 | 124490 | 2 | 45.532661 | 9.03892 | 4790 |

Representação por tabelas

- As tabelas são fáceis de ler visualmente e podem ser facilmente implementadas como estruturas de dados (no nosso caso usaremos a estrutura de dados DataFrame da biblioteca Pandas);
- Formalmente uma tabela é uma matriz, que pode ser entendida como uma coleção de tuplas:



(pop, 69, manual, 4474, 56779, 2, 25.07079, 7.46403, 4490)

| model | engine_power | transmission | age_in_days | km | previous_owners | lat | lon | price |
|--------|--------------|--------------|-------------|--------|-----------------|-----------|----------|-------|
| pop | 69 | manual | 4474 | 56779 | 2 | 45.071079 | 7.46403 | 4490 |
| lounge | 69 | manual | 2708 | 160000 | 1 | 45.069679 | 7.70492 | 4500 |
| lounge | 69 | automatic | 3470 | 170000 | 2 | 45.514599 | 9.28434 | 4500 |
| sport | 69 | manual | 3288 | 132000 | 2 | 41.903221 | 12.49565 | 4700 |
| sport | 69 | manual | 3712 | 124490 | 2 | 45.532661 | 9.03892 | 4790 |

Representação por tabelas

- Cada linha (tupla de atributos) representa um exemplo, entrada ou instância do nossos dados;
- Exemplo: cada linha representa um carro distinto:

| model | engine_power | transmission | age_in_days | km | previous_owners | lat | lon | price |
|-------------|--------------|--------------|-------------|--------|-----------------|-----------|----------|------------------|
| ≪ np | 69 | manual | 4474 | 56779 | 2 | 45.071079 | 7.46403 | 4490 |
| louige | | manual | 2708 | 160000 | 1 | 45.060679 | 7.70492 | 460 0 |
| louige | | automatic | | 170000 | 2 | 45.514599 | 9.20494 | 430 0 |
| Sport | - 69 | тпапцаі | 3288 | 132000 | 2 | 41.903221 | 12.49565 | 470 |
| sport | 69 | manuai | 3/12 | 124490 | 2 | 45.532661 | 9.03892 | 4790 |
| | | | | | | | | |

Exemplo: cada coluna representa uma característica (atributo, feature) diferente;

| model | engine_power | transmission | age_in_days | km | previous_owners | lat | lon | price |
|---------|------------------|--------------|-------------|--------|-----------------|-----------|----------|-------|
| фор | 1 9 | manual | 4474 | 56/79 | ^ 2 | 45.07079 | 7.4403 | 4490 |
| lour ge | <mark>6</mark> 9 | manual | 2708 | 160000 | 1 | 45.069679 | 7.70492 | 4500 |
| lourge | 69 | automatic | 3470 | 170000 | 2 | 45.514599 | 9.28434 | 4500 |
| sport | 69 | manual | 3288 | 132000 | 2 | 41.903221 | 12.49565 | 4700 |
| sport | \$9 | manual | 712 | 124/90 | 2 | 45.532661 | 9.03892 | 4790 |

Exemplo de aplicações:

- Dados, informação e conhecimento são elementos fundamentalmente importantes para a área de inteligência artificial e computacional;
- Cada algoritmo de IA irá necessitar de dados em um determinado formato, isto é, cada algoritmo
 é feito para trabalhar com certos tipos de dados (certa representação de informação ou
 conhecimento);

Exemplos:

- 1. Usar Rede Neurais Convolucionais para classificar imagens: a imagem precisa ter certo tamanho NxM pixels, com certa profundidade (bits por pixel) e quantidade de canais (monocromática, RGB, CMYK, YUV).
- 2. Um Sistema Especialista para Diagnóstico Médico precisa de um dicionário de regras e uma ontologia, ou seja, precisa de uma representação de conhecimento que é feita em conjunto entre programadores e médicos.
- 3. Um algoritmo Pathfinder para definir rotas entre duas cidades usa uma representação em grafo ponderado (distância) das cidades (nós) e estradas (arestas).

Próximos Passos

O que veremos na próxima aula

Nas próxima aulas...

- Introdução à estatística;
- Visualização de dados;
- Introdução ao Aprendizado de Máquina;

Copyright © 2023 Slides do Prof. Henrique Ferreira - FIAP

Todos direitos reservados. Reprodução ou divulgação total ou parcial deste documento é expressamente proíbido sem o consentimento formal, por escrito, do Professor (autor).