

Sistemas Inteligentes

PROF. RICARDO SUYAMA

PROF. LUNEQUE JUNIOR

TITO CACO CURIMBABA SPADINI

Catálogo de Disciplinas UFABC

TPI

- 3-1-4

RECOMENDAÇÃO

- Programação Estruturada; Álgebra Linear

EMENTA

- Introdução às Redes Neurais Artificiais, Processo de Aprendizagem, Perceptrons de Uma Camada, Perceptrons de Múltiplas Camadas, Redes de Função de Base Radial, Máquinas de Vetor de Suporte, Análise de Componentes Principais, Mapas Auto-organizáveis, Algoritmos Genéticos.

Bibliografia

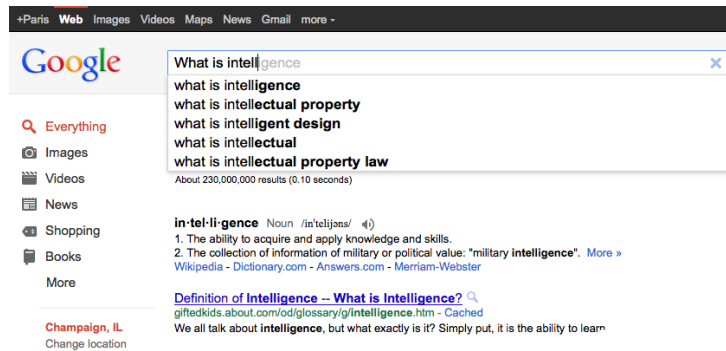
BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- HAYKIN, S. Redes Neurais – Princípios e Prática. 2. ed. Bookman, 1999.
- BRAGA, A. P. Redes Neurais Artificiais – Teoria e Aplicações. 2. ed. LTC, 2007.
- HU, Y. H.; HWANG, J. N. Handbook of Neural Network Signal Processing. CRC, 2001.

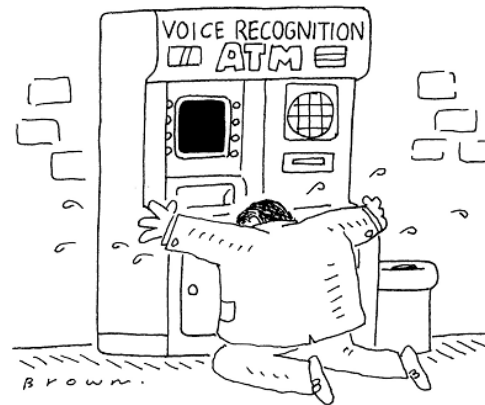
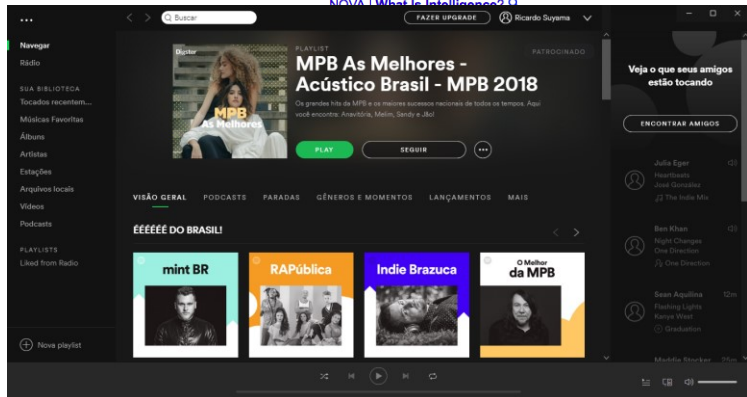
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- FAUSETT, L. V. Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. Prentice Hall, 1993.
- SIVANANDAM, S. N.; DEEPA, S. N. Introduction to Genetic Algorithms, Springer, 2007.
- GOLDBERG, D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, AddisonWesley, 1989.
- BACK, T.; FOGEL, D. B.; MICHALEWICZ, Z. Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators. Taylor & Francis, 2000.
- HAYKIN, S.; Neural Networks and Learning Machines. Prentice Hall, 2008.

Sistemas Inteligentes?



Forecast				
7-Day Forecast for Vostok				
Tuesday, 23	Wednesday, 24	Thursday, 25	Friday, 26	Saturday, 27
-63 -87 °F	-53 -74 °F	-56 -74 °F	-58 -80 °F	-38 -85 °F
Overcast	Overcast	Overcast	Overcast	Overcast
0% Chance of Precipitation	0% Chance of Precipitation	0% Chance of Precipitation	0% Chance of Precipitation	0% Chance of Precipitation



HARRY PICKED A BAD TIME TO GET LARYNGITIS



Tarefas usualmente associadas a sistemas inteligentes

Classificação

- Atribuir uma classe a cada dado de entrada

Agrupamento de Dados

- Agrupar dados que apresentem características semelhantes

Regressão

- Obter um modelo que explique os dados observados, permitindo assim fazer previsões

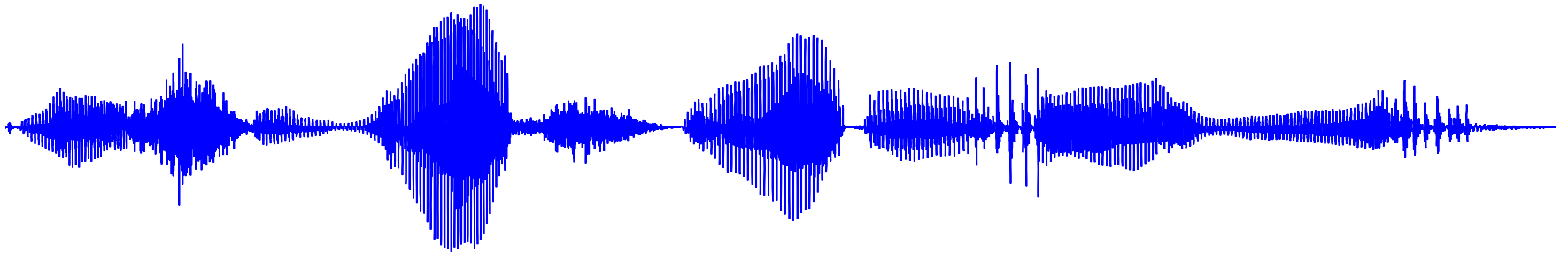
Otimização

- Obter o conjunto de parâmetros que maximiza um determinado critério

Exemplo: Processamento de Áudio

“Machine Listening”

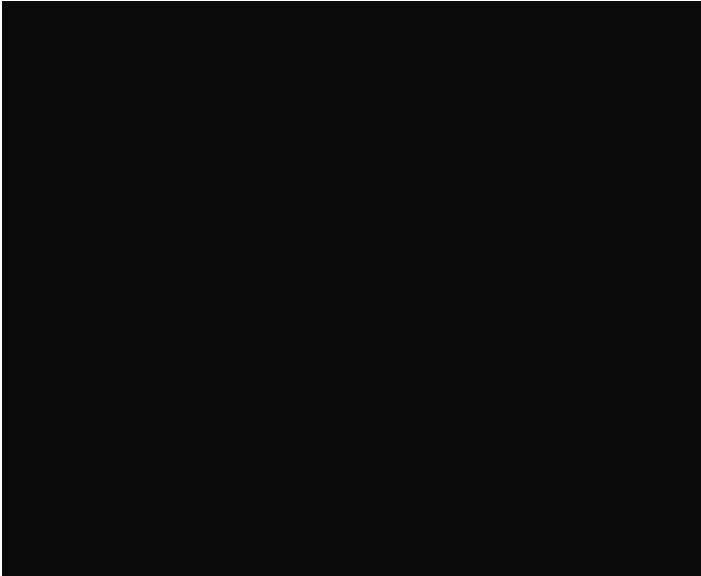
- Tornando as máquinas capazes de “entender” os sons



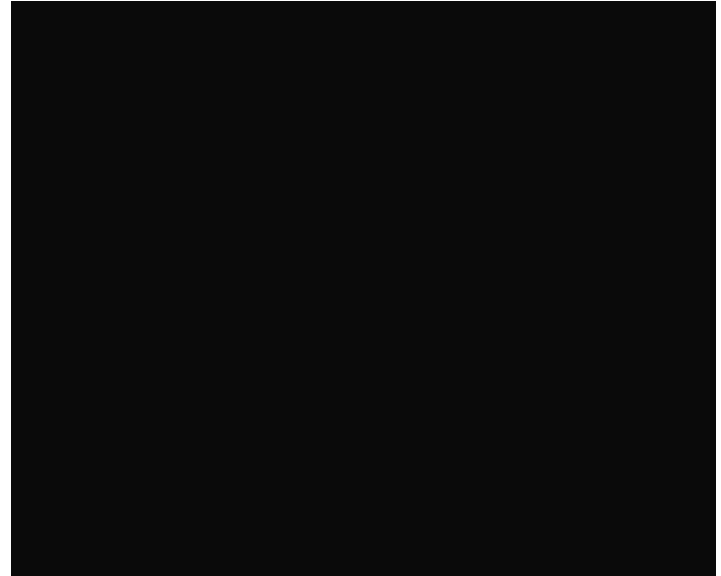
Huh?

Análise Automática de Conteúdo

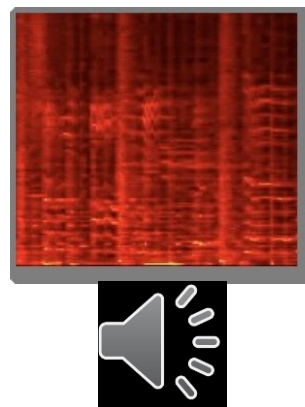
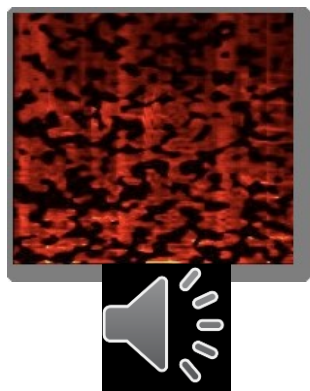
Análise de conteúdo de vídeo



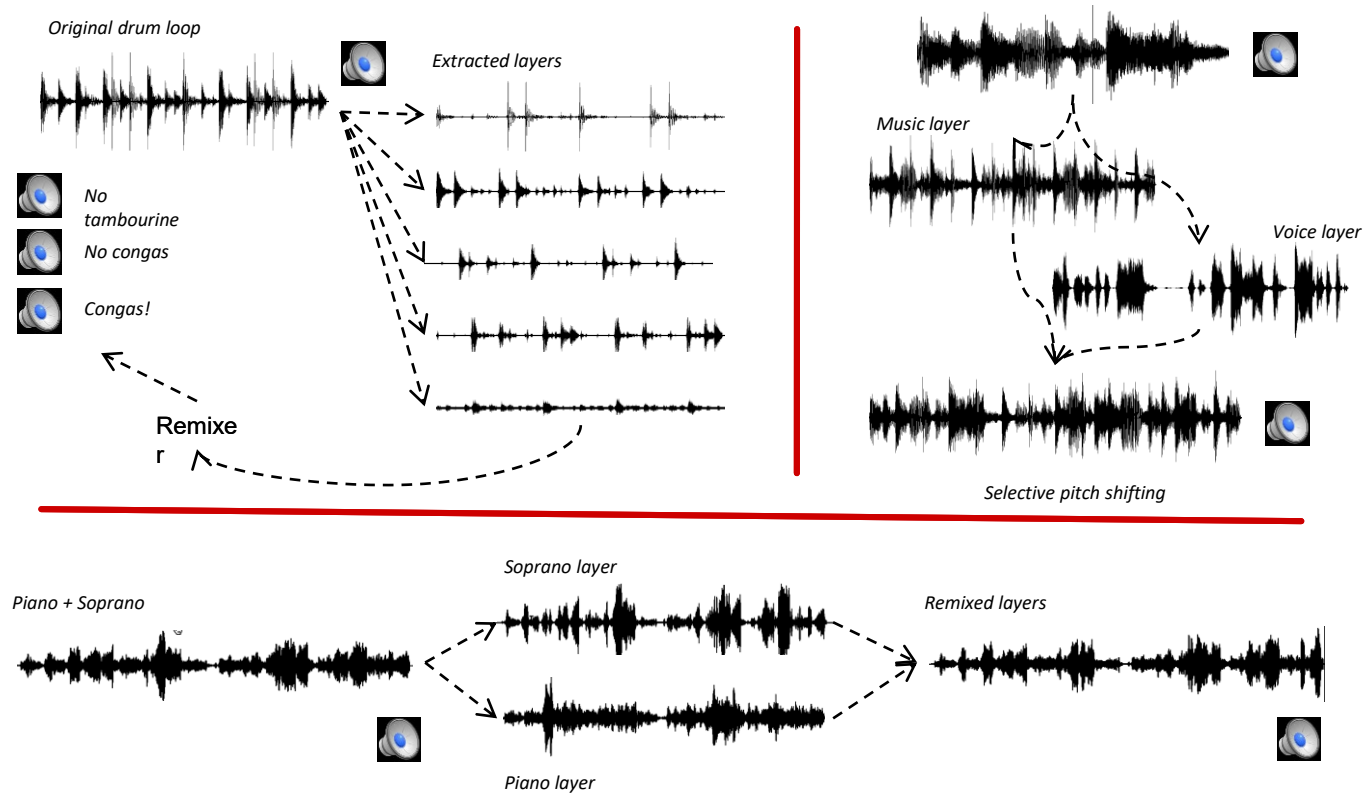
Monitoramento



Reconstrução de Dados Corrompidos



Intelligent audio editing



O que é necessário para contruir um Sistema Inteligente?

Um pouco de matemática

- Álgebra Linear
- Probabilidade
- Otimização

Um pouco de inteligência artificial

- Métodos de Classificação
- Métodos de Regressão
- Algoritmos de Agrupamento de Dados
- Algoritmos de Seleção de Atributos
- Algoritmos de Pré-processamento dos Dados
- Algoritmos de Otimização
- Métodos de Avaliação

Programação

- Python
- Scikit-Learn, PyGMO, DEAP, pyFuzzy, e outros

Avaliação

A avaliação consistirá de

- Relatórios Individuais
- Projeto

- **Conceito Final:**

Média (M)	Conceito
$M \geq 8,5$	A
$7,0 \leq M < 8,5$	B
$5,0 \leq M < 7,0$	C
$4,0 \leq M < 5,0$	D
$M < 4,0$	F

$$M = \frac{M_{EC} + M_{PF}}{2}$$

OU

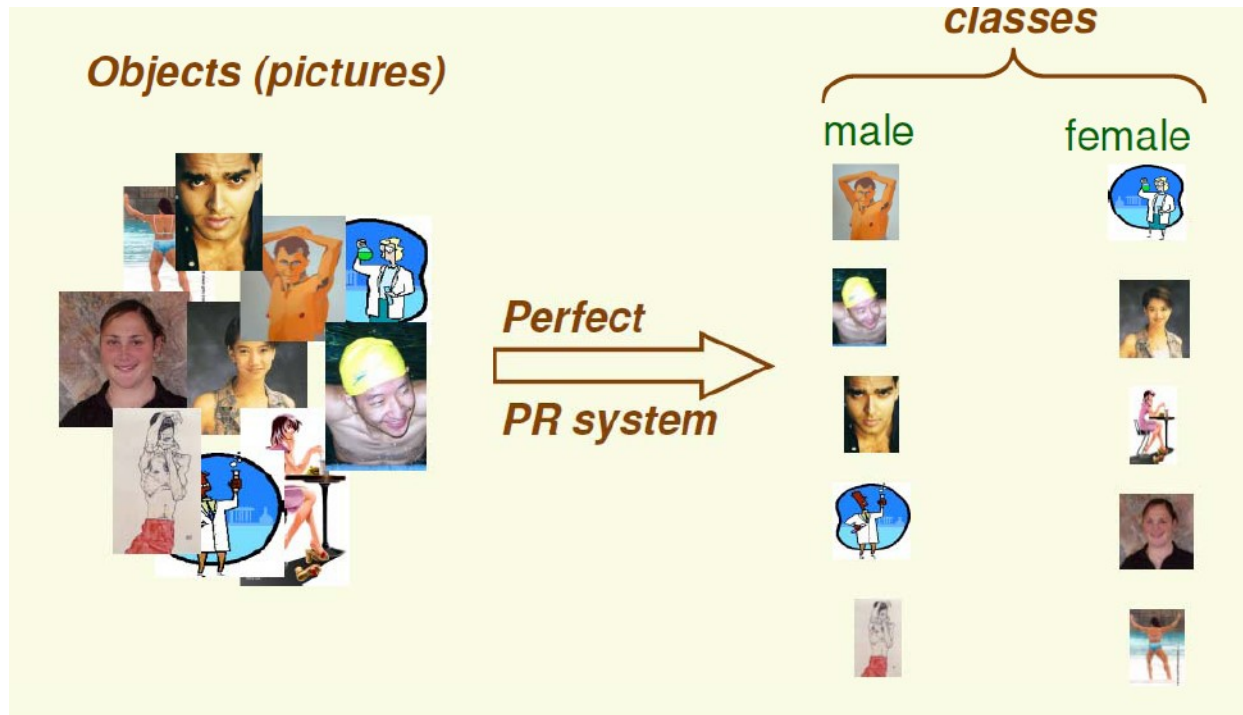
$$M = \frac{M_{EC} + M_{PF} + P_{rec}}{3}$$

Sistemas Inteligentes

SISTEMAS DE RECONHECIMENTO DE PADRÃO

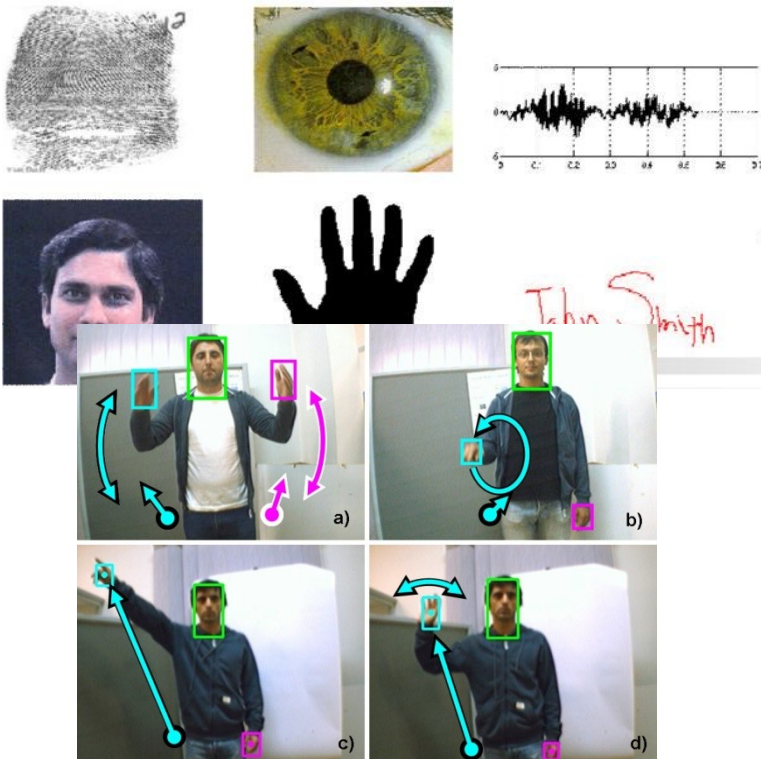
O que é Reconhecimento de Padrões?

Atribuir um padrão desconhecido a uma categoria (ou classe)



O que é um Padrão?

biometric patterns



hand gesture patterns

Análise de Crédito

- Salário, # de dependentes, gastos fixos mensais → classificação de risco

Netflix

- Filmes que gostei → proposta de novos filmes “parecidos” com os que já assisti e gostei

Detecção de anomalia

- Valores dos sensores → detecção de que algo está fora do normal

O que é uma Classe?

Define um conjunto de padrões “semelhantes”

Female



Male

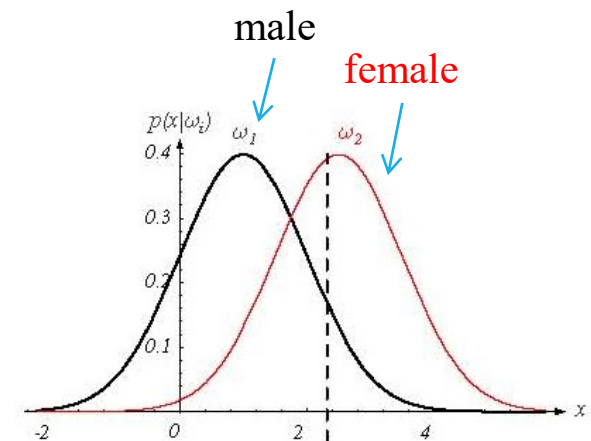
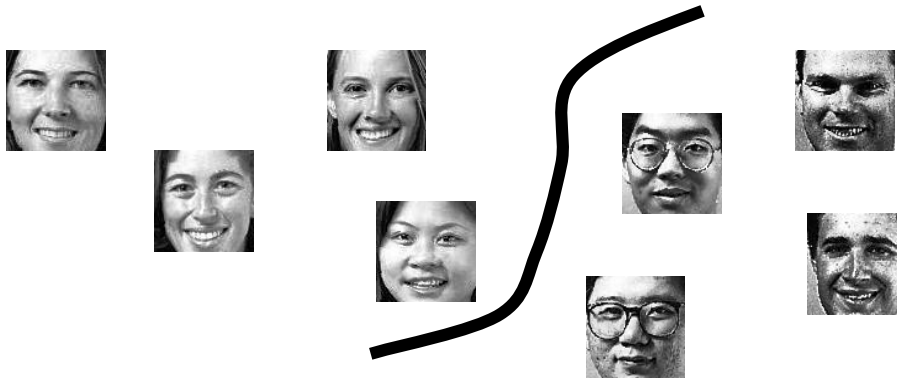


Como modelar uma Classe de Padrões?

Uma abordagem usual é obter um modelo estatístico

- Por exemplo, por meio de uma função de densidade de probabilidade

Gender Classification



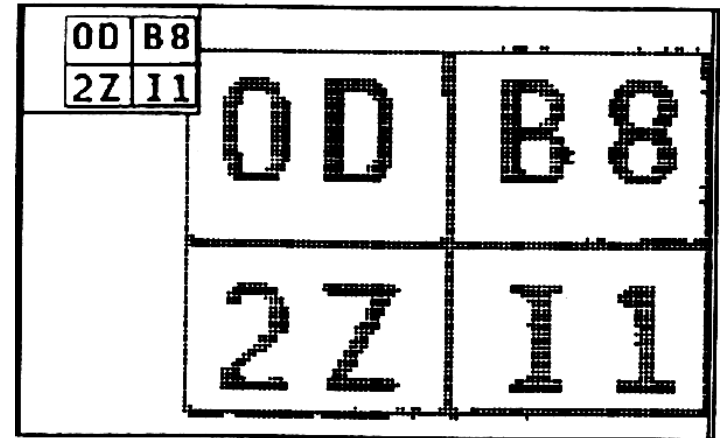
Desafios para encontrar um modelo

Variabilidade de padrões dentro de uma mesma classe



The letter "T" in different typefaces

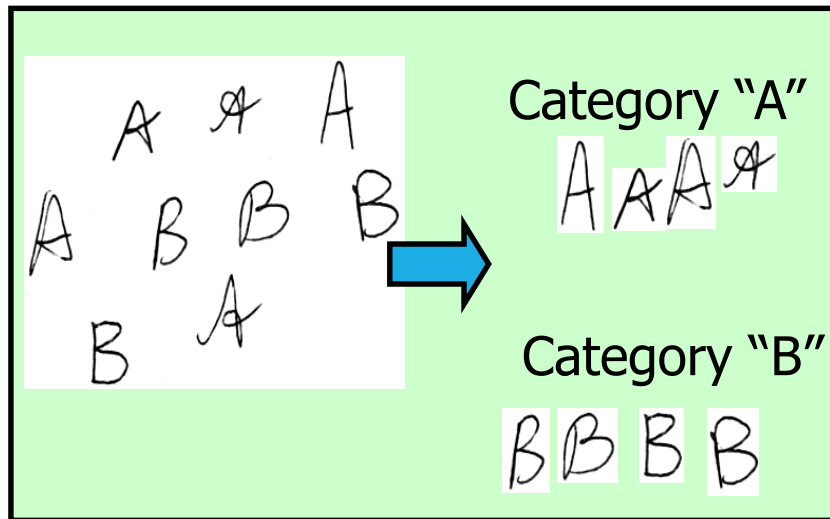
Variabilidade de Padrões entre Classes Distintas



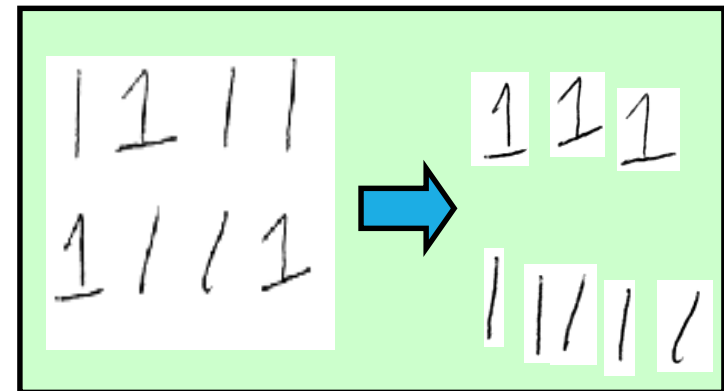
Letters/Numbers that look similar

Classificação vs Clusterização

- Classificação – conhecemos as categorias (rótulos) a serem atribuídos aos padrões – Processo SUPERVISIONADO
- Clusterização – não conhecemos as categorias – Processo NÃO SUPERVISIONADO

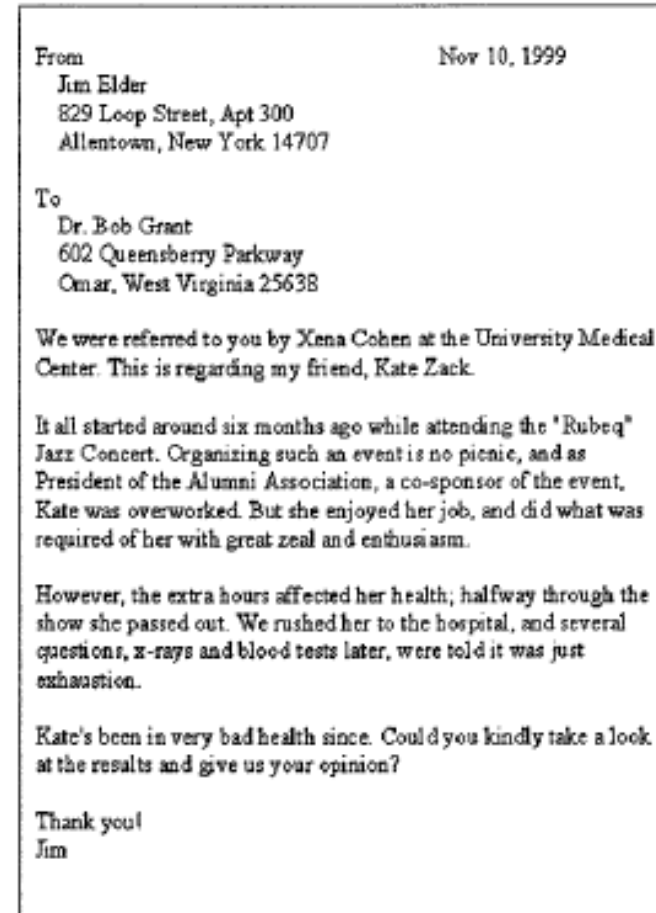
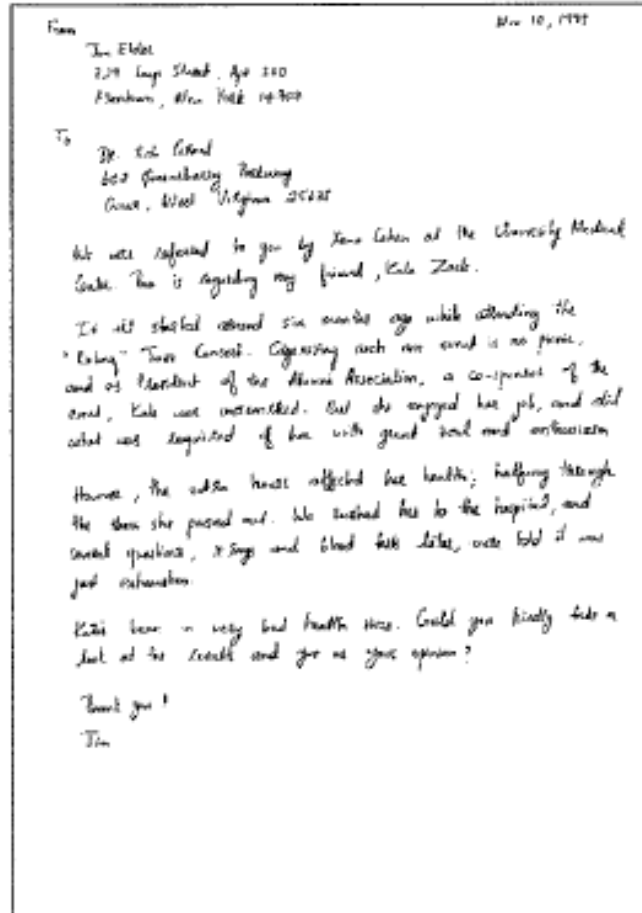


Classificação (Reconhecimento)
Processo Supervisionado

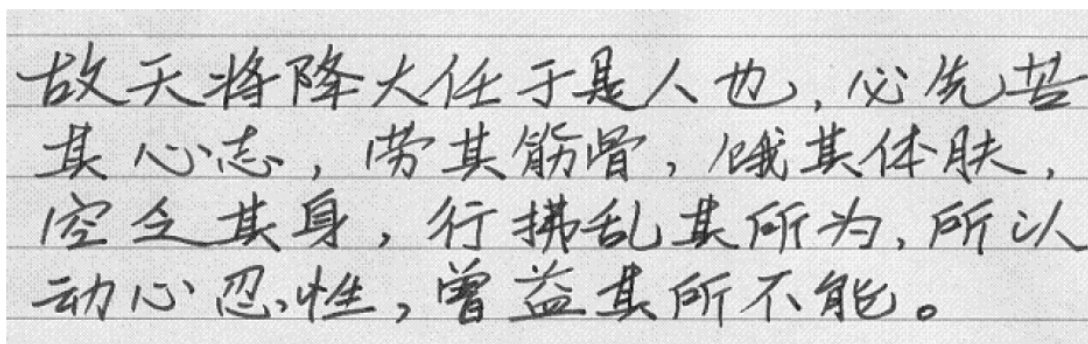


Clusterização
Processo não supervisionado

Aplicação: reconhecimento de escrita (OCR)



Aplicação: reconhecimento de escrita (OCR) – Nível “HARD”

A photograph of a piece of paper with horizontal lines, showing a sample of handwritten Chinese text in black ink. The characters are fluid and connected, typical of cursive script. The text is a quote from the Analects of Confucius.

故天將降大任于是人也，必先苦
其心志，勞其筋骨，餓其體膚，
空乏其身，行拂亂其所為，所以
動心忍性，曾益其所不能。

(a) Handwriting

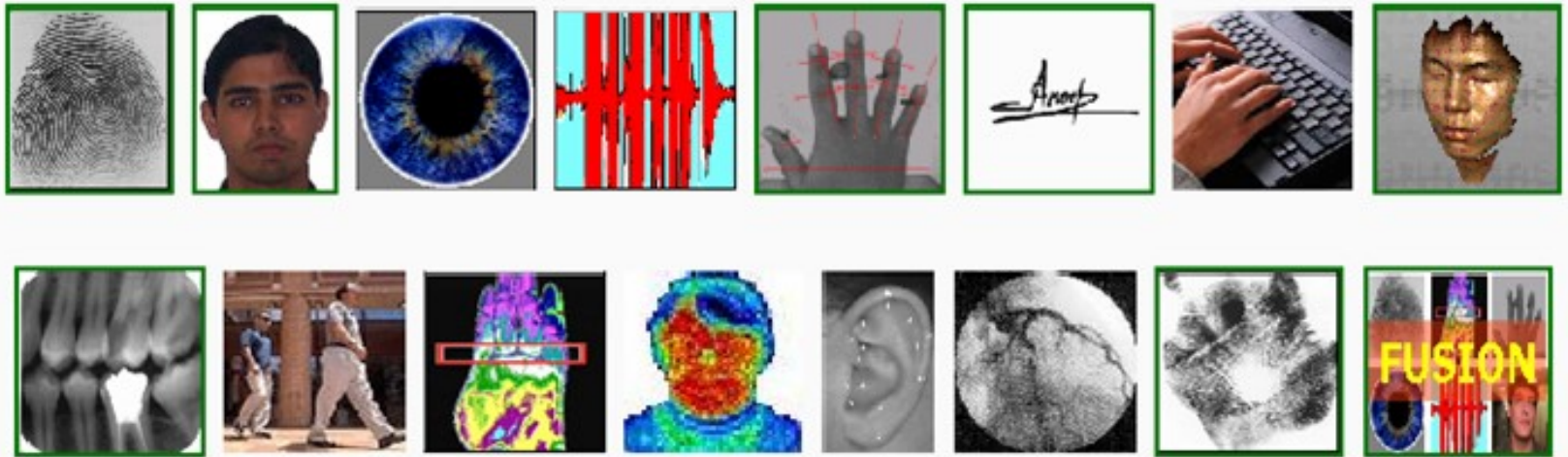
故天將降大任于是人也，必先苦
其心志，勞其筋骨，餓其體膚，
空乏其身，行拂亂其所為，所以
動心忍性，曾益其所不能。

(b) Corresponding Machine Print

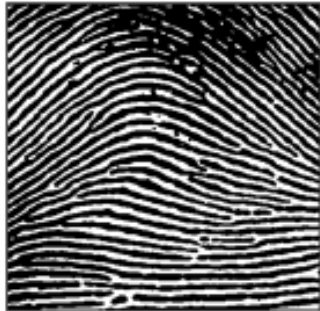
Reconhecimento de Placas de Carros



Autenticação Biométrica



Classificação de Digitais



Plain Arch



Tented Arch



Right Loop



Left Loop



Accidental



Pocket Whorl



Plain Whorl



Double Loop

Detecção de Faces

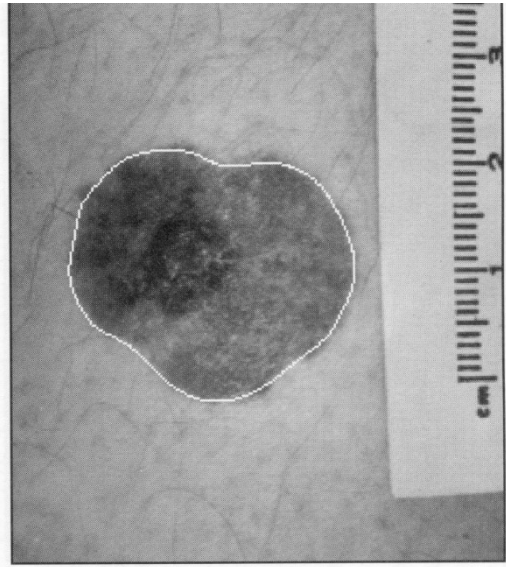


Sistemas Autônomos



Aplicações Médicas

Skin Cancer Detection



Breast Cancer Detection



Classificação de Terrenos

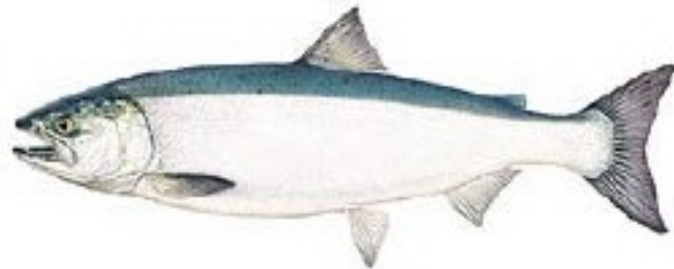


Exemplo: Separação Automática de Peixes

Problema: Separar automaticamente peixes que são transportados em uma esteira. Considera-se que há apenas dois tipos de peixes: Badejo (Sea Bass) e Salmão. A decisão será feita com base nas imagens dos peixes (coletada por uma câmera posicionada acima da esteira)

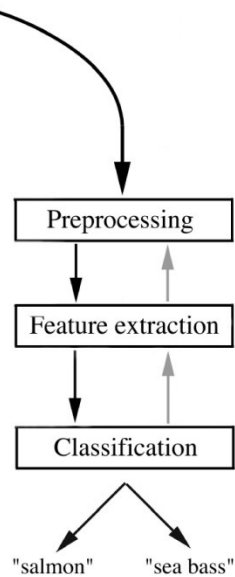


(a)



(b)

Pré-Processamento das Imagens



Exemplo

- (1) Melhorar contraste
- (2) Separar peixes que estejam amontoados
- (3) Segmentar a imagem para recortar apenas o peixe

Features para classificação

Com base em qual informação da imagem podemos construir nosso sistema?

- Imagem completa?
- Imagem recortada da cabeça do peixe?
- Imagem recortada da cauda do peixe?
- Cor predominante /Luminosidade da imagem?
- Tamanho dos peixes?
- Posição da boca, etc...

As opções acima define as “*features*” (características) que serão utilizadas no processo de classificação.

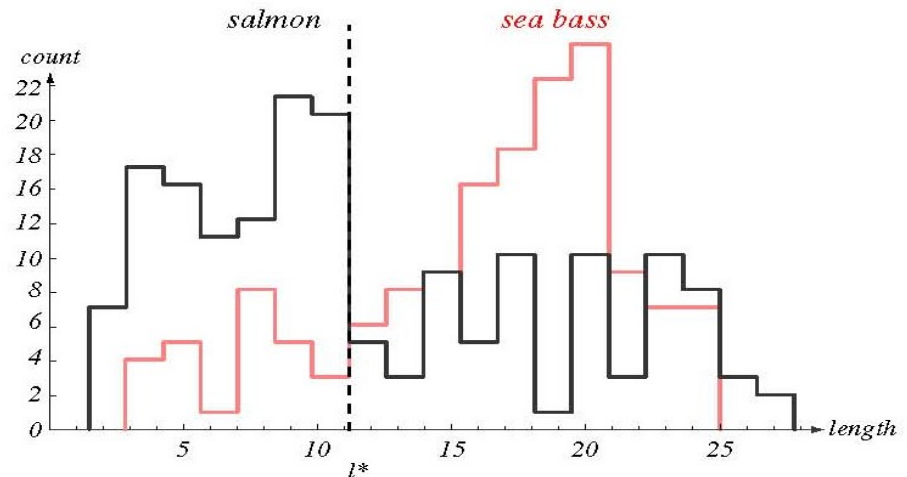
Extração de *Features*

Suponha que você tenha recebido a informação de um pescador de que um badejo é geralmente mais comprido do que um salmão

- Podemos tentar classificar os peixes de acordo com o seu comprimento

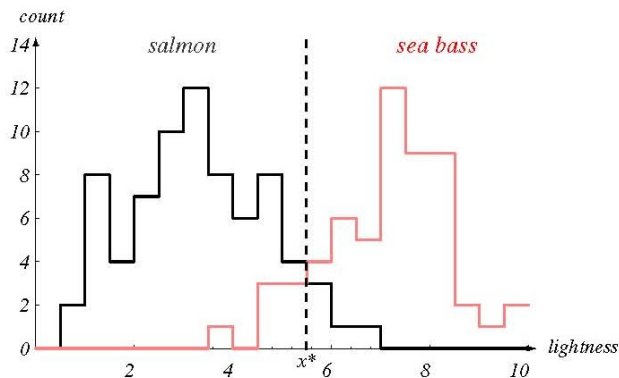
Pergunta: como determinar o limiar de decisão entre o badejo e o salmão?

Comprimento médio é diferente, mas basear a decisão apenas no comprimento levará a erros de decisão...



Múltiplas Features

Se considerarmos a luminosidade da imagem como outra *feature*, ainda não é possível obter uma classificação 100% correta.



A fim de melhorar o desempenho do sistema, podemos utilizar mais de uma característica ao mesmo tempo.

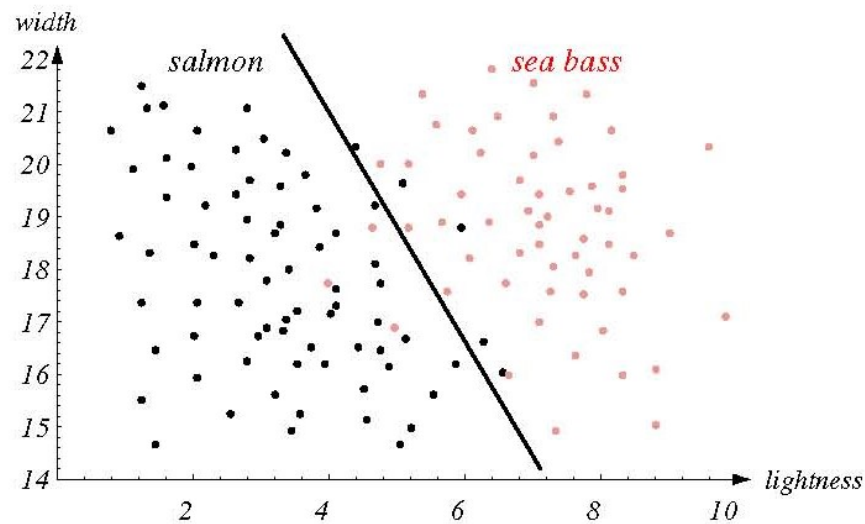
- Comprimento (x_1)
- Luminosidade (x_2)

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Mas quantas *features* são necessárias?

Classificação

Uma vez definidas as características (*features*) a serem utilizadas, a classificação é feita particionando o espaço de características, de maneira que os padrões de uma mesma classe permaneçam agrupados

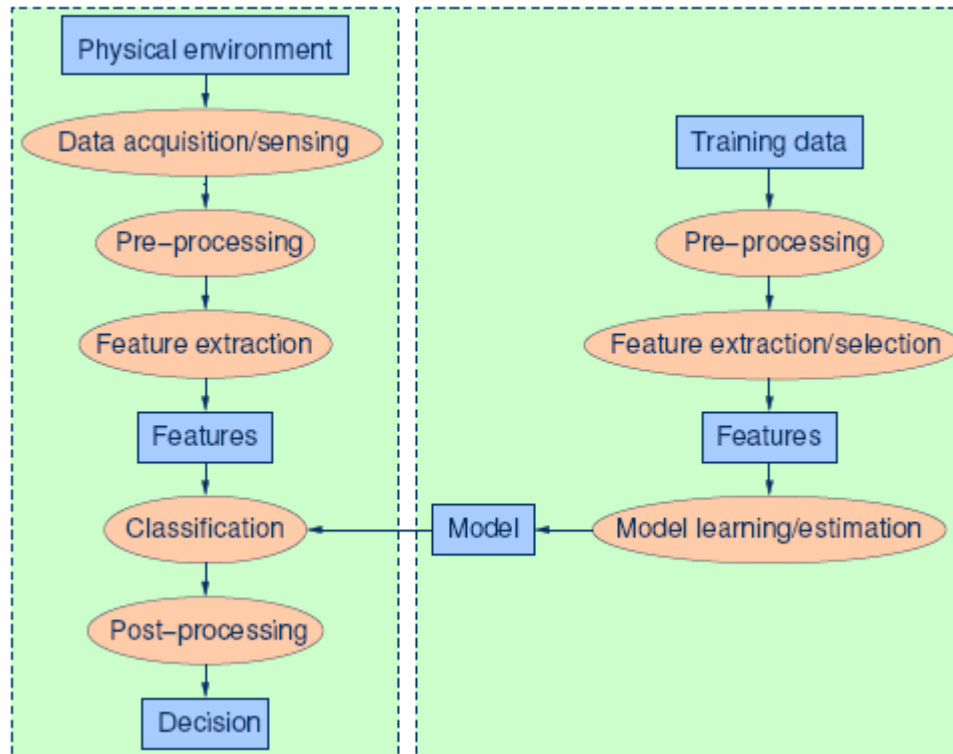


Como obter a fronteira de decisão que classifica corretamente os padrões?

Treinamento e Teste

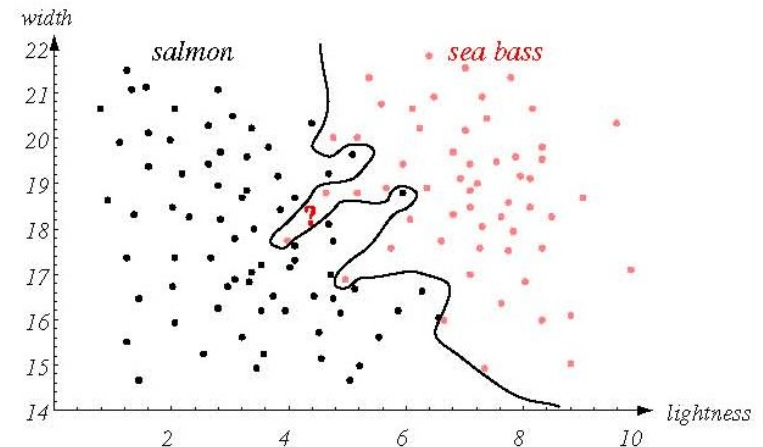
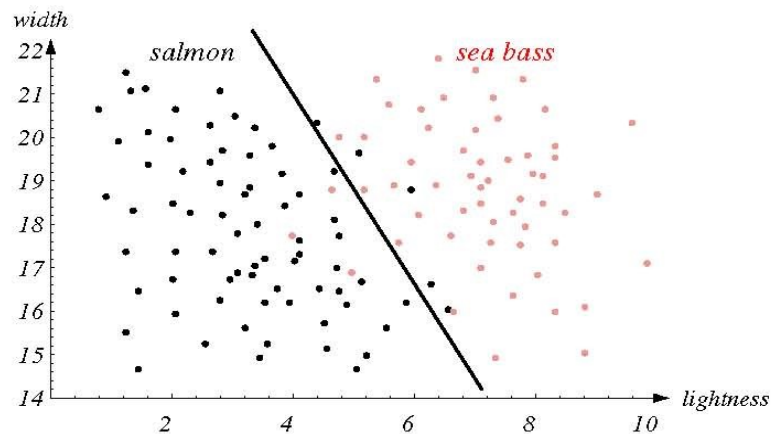
Teste

Treinamento



Desempenho com dados de treinamento e teste

É possível aumentar a complexidade do classificador de maneira que ele consiga obter alto desempenho com os dados utilizados para o treinamento.



Entretanto, esse modelo se sairia bem quando for classificar novos dados? →

Generalização

Habilidade do classificador produzir resultados corretos para novos padrões

Em geral, podemos melhorar a performance de generalização

- Aumentando a quantidade de dados para treinamento, o que leva a modelos mais precisos
- Modelos mais simples tendem a levar a melhores desempenhos de generalização

