

CC-226 Introdução à Análise de Padrões

Visão Geral do Reconhecimento de Padrões

Carlos Henrique Q. Forster¹

¹Divisão de Ciência da Computação
Instituto Tecnológico de Aeronáutica

25 de fevereiro de 2008

- 1 Aplicações da Análise de Padrões
- 2 Exemplo de problema de classificação automática
- 3 Reconhecimento de padrões
 - Preprocessamento
 - Extração de feições
 - Classificação
 - Questões sobre a classificação e pós-processamento
- 4 Código-exemplo
- 5 Tarefa
- 6 Leituras Complementares

Aplicações típicas de percepção por máquina

- reconhecimento de fala
- identificação de impressão digital
- reconhecimento óptico de caracteres
- identificação de seqüências de DNA
- avaliação de risco de crédito
- busca de imagens semelhantes num base de dados
- categorização automática de documentos
- "mineração de dados" de forma geral

Exemplo do Duda e Hart

Uma fábrica de empacotamento de peixes deve selecionar automaticamente os peixes como "salmão" ou "corbina" (sea bass)



Atributos (features) dos peixes

Decidiu-se por utilizar uma câmara e medir diferenças físicas entre os tipos de peixe.

Alguns atributos:

- comprimento
- brilho
- largura
- número de barbatanas
- posição da boca
- ...

- As classes "Salmão" e "Corbina" são descritas por modelos criados a partir das observações que fizemos.
- Esses modelos são descrições matemáticas.
- O reconhecimento de padrões consiste em criar uma hipótese de qual modelo é mais adequado para um padrão observado.

Fases do reconhecimento de padrões

- Préprocessamento
- Extração de feições (atributos, propriedades ou características)
- Classificação

- Remoção de ruído (exemplo: filtragem da imagem)
- Segmentação (exemplo: limiarização da imagem para remover o fundo)
- Normalização (exemplo: ajustar automaticamente o nível da luz para aferir o brilho)

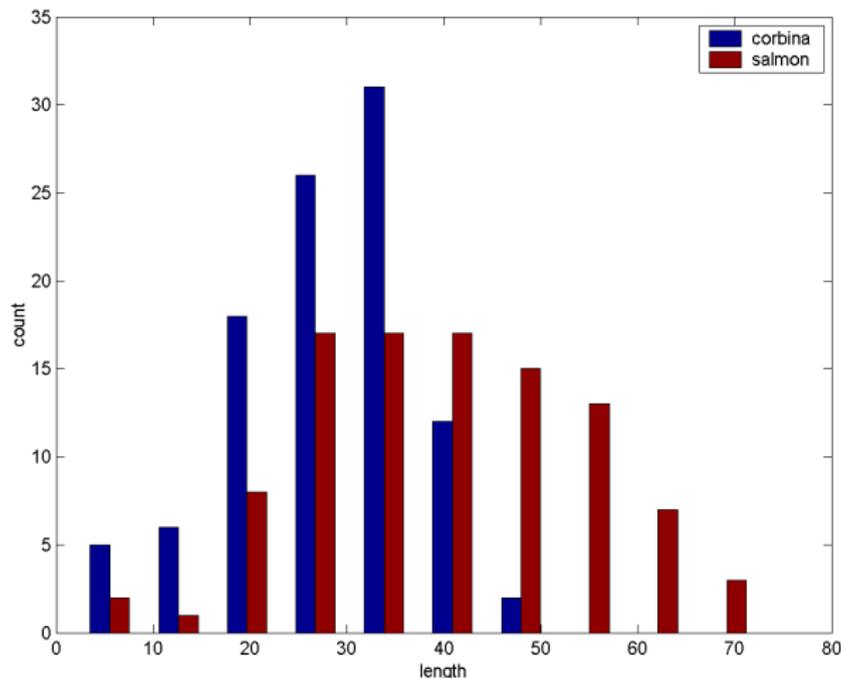
Medindo algumas feições de um conjunto de amostras para treinamento:

- Comprimento (maior extensão do segmento da imagem do peixe)
- Largura (extensão na direção ortogonal do comprimento)
- Brilho (intensidade média da imagem do peixe)

Estudar o valor dessas feições

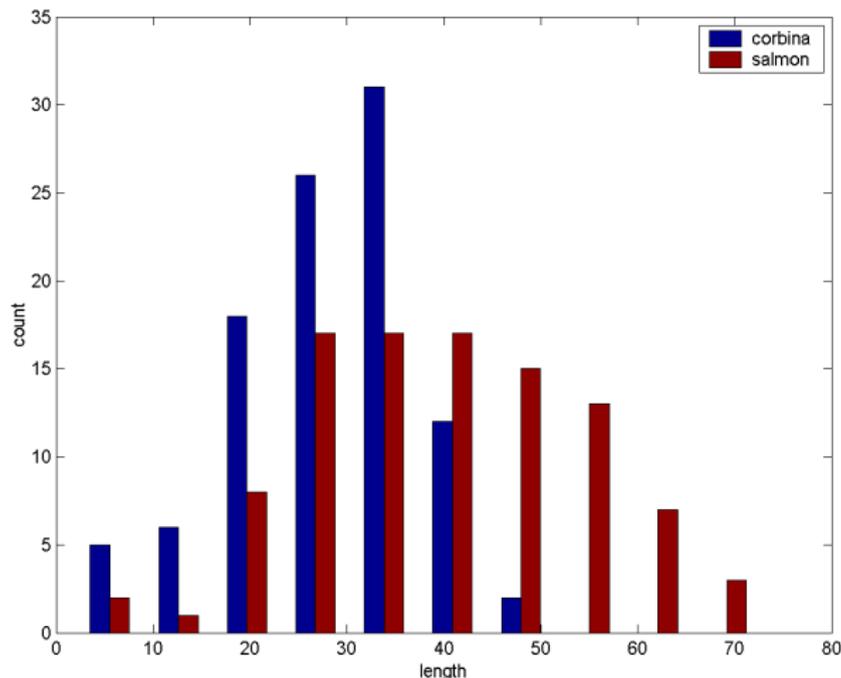
- Histograma do comprimento das amostras de peixe para cada classe

Histograma do comprimento



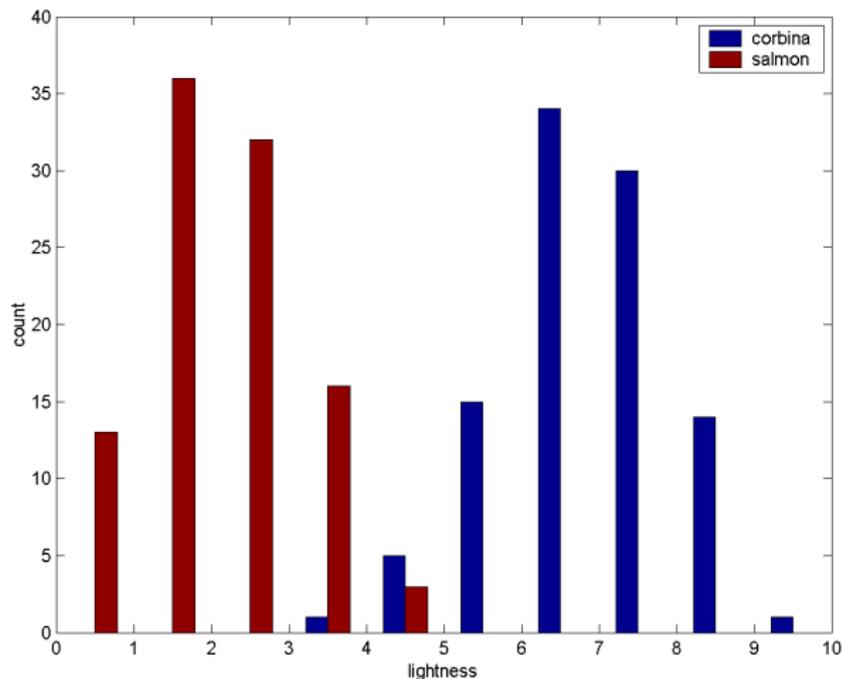
É útil essa medida de comprimento?

Histograma do comprimento



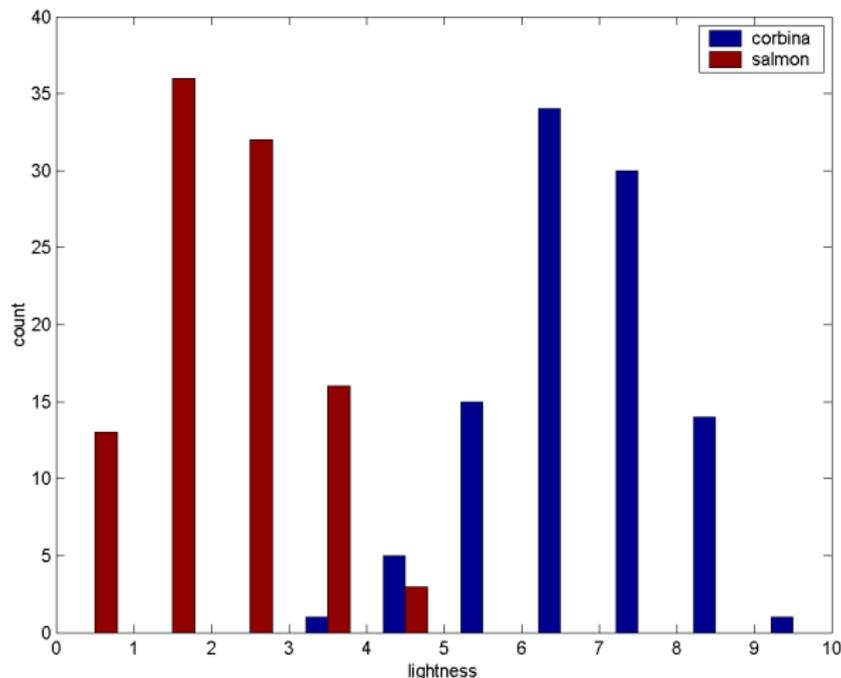
É útil essa medida de comprimento?

Histograma do brilho



E essa medida do brilho?

Histograma do brilho

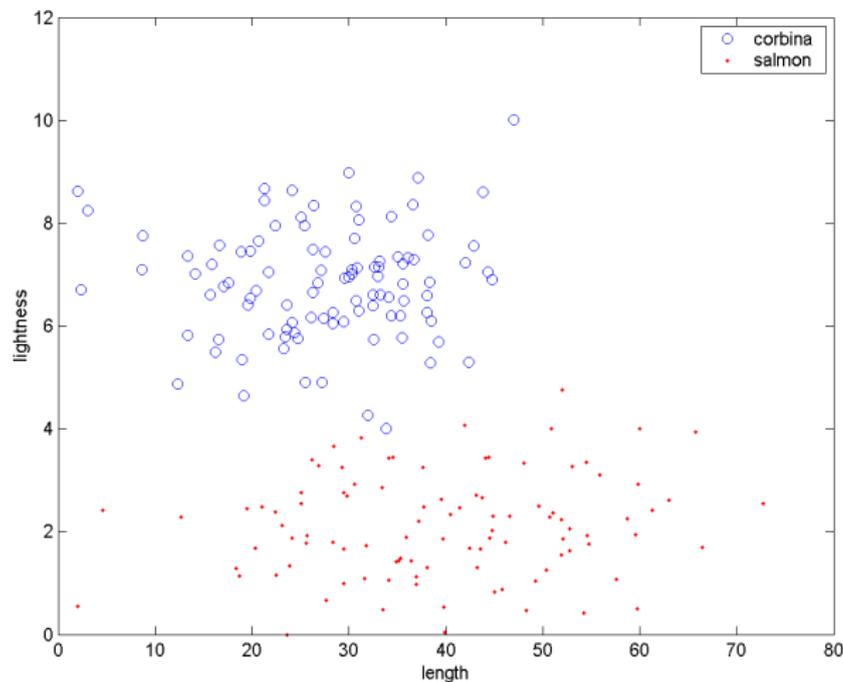


E essa medida do brilho?

Pode-se utilizar uma tupla com várias medidas de feições para caracterizar um padrão. Esse vetor pode ser chamado vetor de atributos.

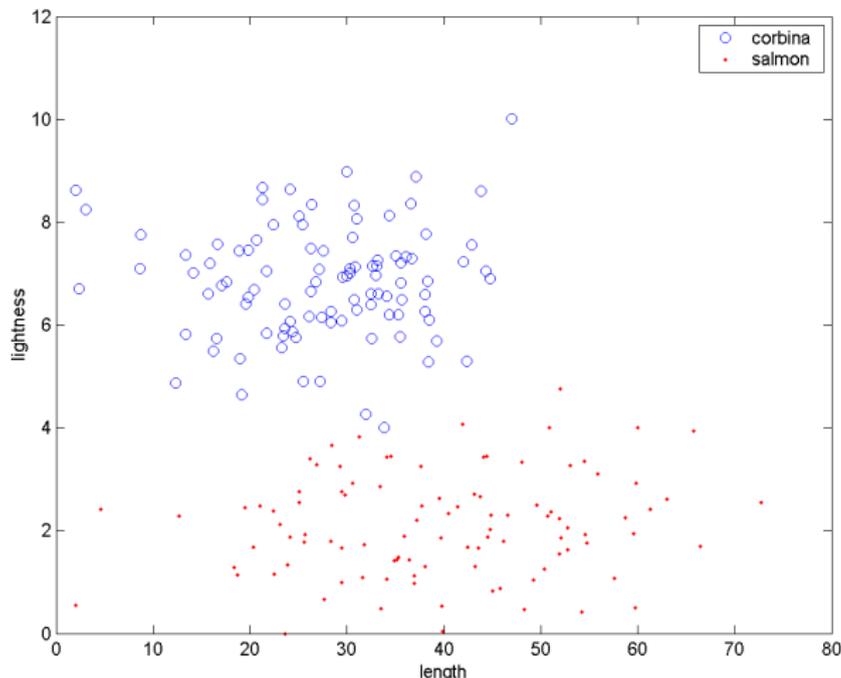
$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_l \end{pmatrix}$$

Scatterplot para dois atributos



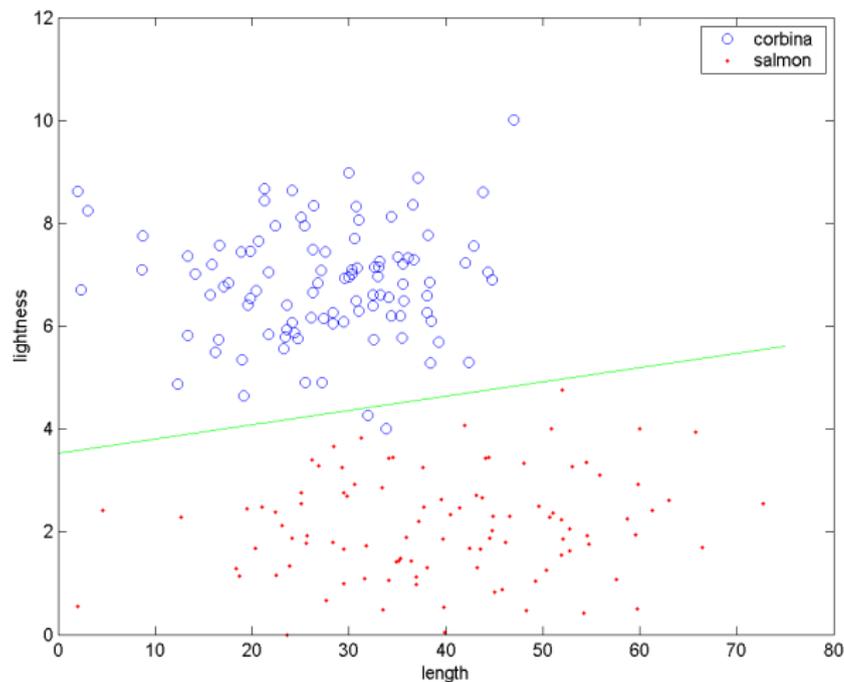
Como eu posso definir um mecanismo para classificar peixes dadas medidas desses dois atributos?

Scatterplot para dois atributos



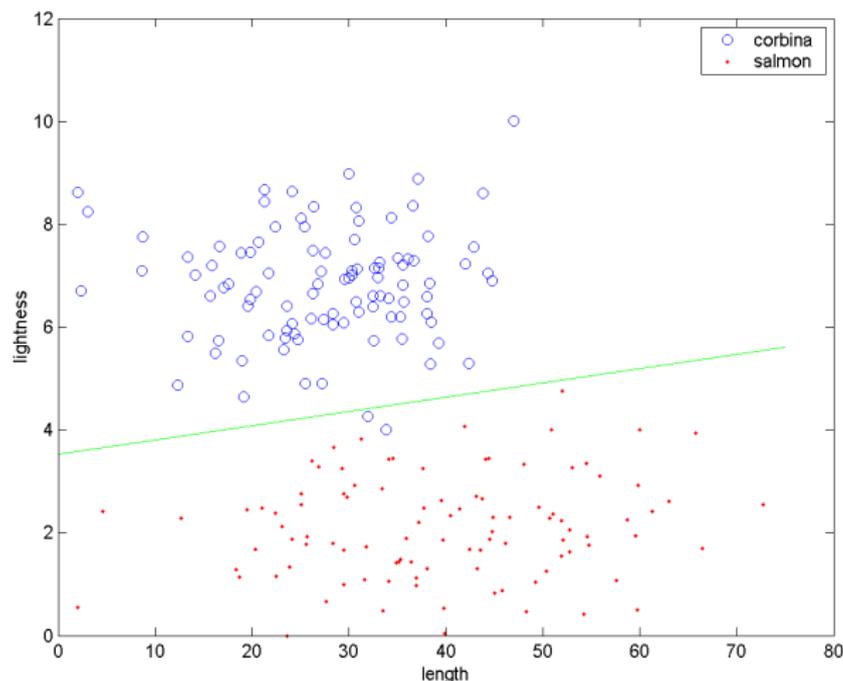
Como eu posso definir um mecanismo para classificar peixes dadas medidas desses dois atributos?

Classificador linear



Utilizar a equação de uma reta para separar.

Classificador linear



Utilizar a equação de uma reta para separar.

A equação da superfície de separação no caso bidimensional:

$$w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 = 0$$

Na forma matricial (utilizando multiplicação de matrizes):

$$\begin{pmatrix} w_1 & w_2 & w_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ 1 \end{pmatrix} = 0$$

ou simplesmente, (produto interno de vetores)

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} = 0$$

A equação da superfície de separação no caso bidimensional:

$$w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 = 0$$

Na forma matricial (utilizando multiplicação de matrizes):

$$\begin{pmatrix} w_1 & w_2 & w_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ 1 \end{pmatrix} = 0$$

ou simplesmente, (produto interno de vetores)

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} = 0$$

A equação da superfície de separação no caso bidimensional:

$$w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2 + w_3 = 0$$

Na forma matricial (utilizando multiplicação de matrizes):

$$\begin{pmatrix} w_1 & w_2 & w_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ 1 \end{pmatrix} = 0$$

ou simplesmente, (produto interno de vetores)

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} = 0$$

Decido que pertence a uma das classes se

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} < 0$$

ou que pertence à outra classe se

$$\mathbf{w}^T \mathbf{x} > 0$$

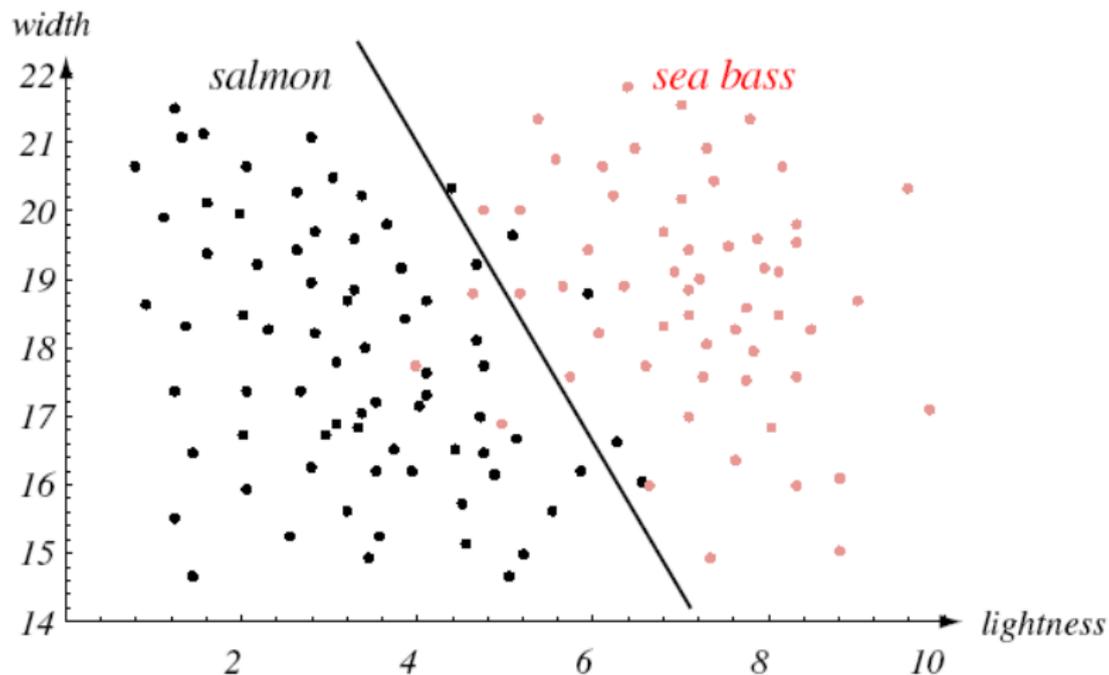
Dado um conjunto de N vetores \mathbf{x}_j para treinamento, encontramos o vetor de parâmetros \mathbf{w} que define a regra de decisão do classificador.

Questões adicionais

- O que eu faço se a corbina for muito mais cara que o salmão?
- O que eu faço com atributos correlatos (e redundantes) como largura e comprimento?
- De forma geral, como sei se um novo atributo é bom ou não dados os outros atributos que já tenho?
- Quantos atributos devo utilizar? E se utilizar muitos?
- Como devo treinar e avaliar o classificador?

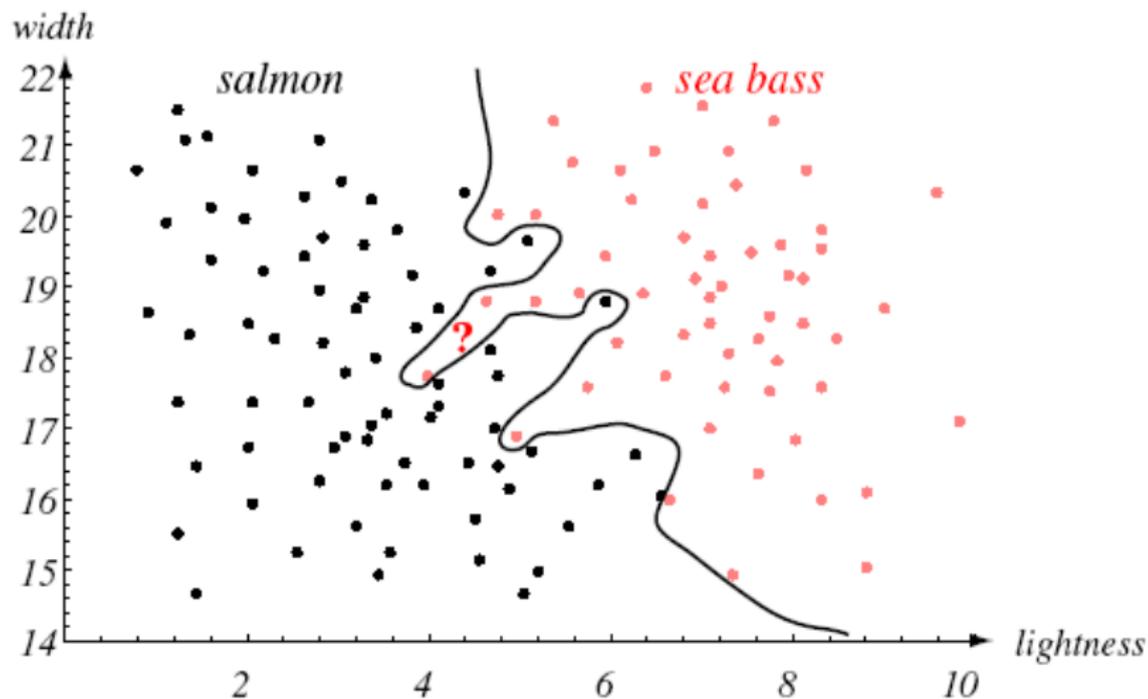
Generalização

Qual classificador é melhor? Este?



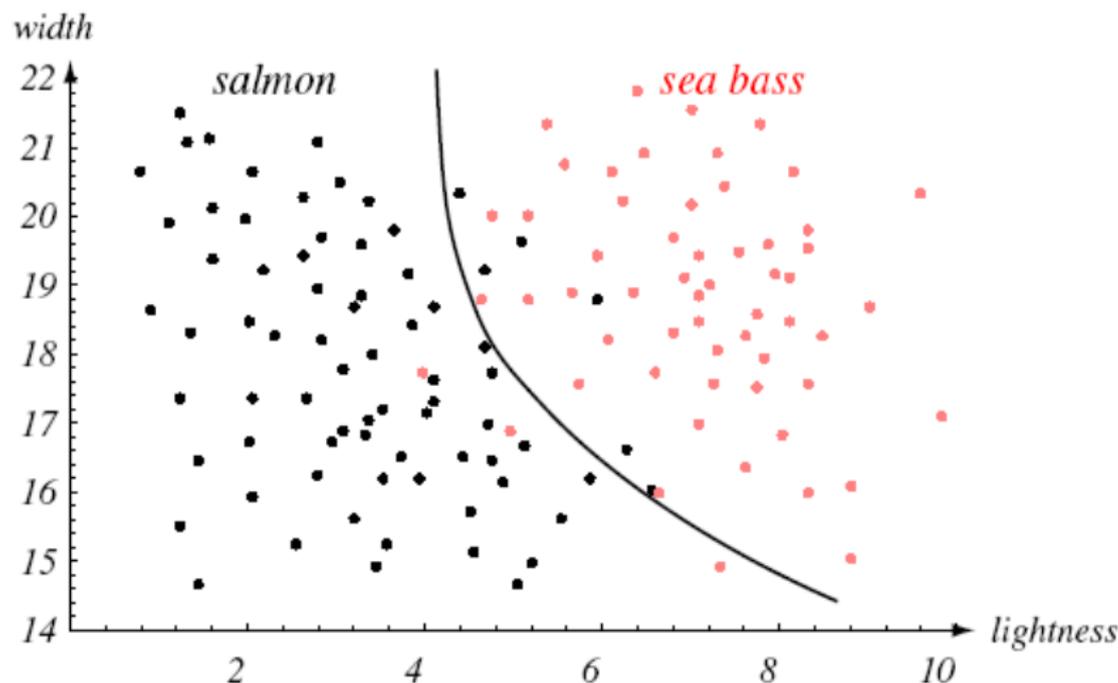
Generalização

Ou este?

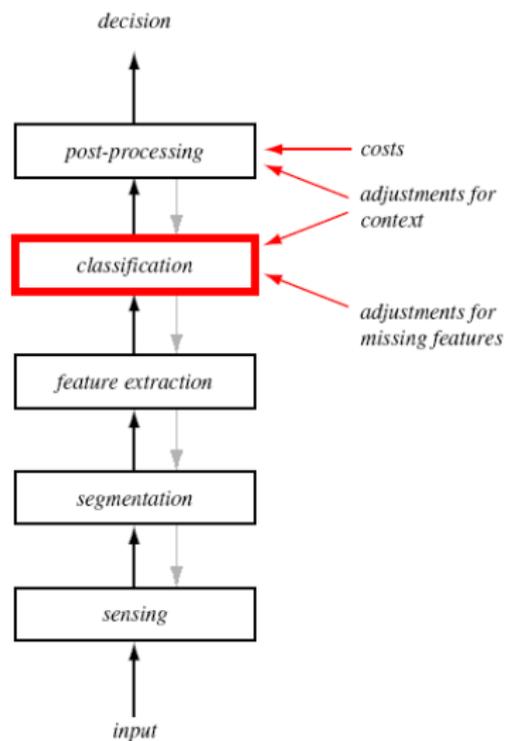


Classificador ótimo

Esse classificador pondera simplicidade do classificador (princípio da parcimônia, Occam's Razor) e taxa de acerto no conjunto de treinamento.



Sistema de reconhecimento de padrões



Código MATLAB do nosso classificador linear

```
% "leitura" dos dados
% no caso são dados artificiais
% obtidos de distribuicoes normais
randn('seed',0);
corb_len=(randn(100,1)*10+18);
salmon_len=(randn(100,1)*13+15);
corb_len=corb_len-min(corb_len)+2;
salmon_len=salmon_len-min(salmon_len)+2;
corb_lig=(randn(100,1));
salmon_lig=(randn(100,1));
corb_lig=corb_lig-min(corb_lig)+4;
salmon_lig=salmon_lig-min(salmon_lig);
```

```
figure;  
%% histograma da distribuicao do comprimento  
hist([corb_len, salmon_len]);  
xlabel('length');  
ylabel('count');  
legend('corbina', 'salmon');
```

```
figure;  
%% histograma da distribuicao do brilho  
hist([corb_lig,salmon_lig]);  
xlabel('lightness');  
ylabel('count');  
legend('corbina','salmon');
```

```
figure; %% scatter
plot(corb_len, corb_lig, 'bo',
     salmon_len, salmon_lig, 'r. ');
xlabel('length');
ylabel('lightness');
legend('corbina', 'salmon');
```

```

figure; %% classificador linear
plot(corb_len,corb_lig,'bo',
      salmon_len,salmon_lig,'r. '); hold;
xlabel('length');
ylabel('lightness');
legend('corbina','salmon');
a=[corb_len,corb_lig,ones(100,1);
   salmon_len,salmon_lig,ones(100,1)];
b=[ones(100,1);-ones(100,1)];
x=pinv(a)*b;
plot([0, 75],
      [-x(3)/x(2), -x(3)/x(2)-x(1)*75/x(2)],
      'g-');

```

EX001

Entender o código dos slides anteriores e explicar como foi encontrada a reta de decisão (ou separação) para o modelo das classes.

- Duda, Hart e Stork. Primeiro capítulo.
- Jain et al., Statistical Pattern Recognition: A Review