

Aprendizado de Máquina

Aula 3.2 - Medidas de avaliação (problemas binários)

Adriano Rivolli

rivolli@utfpr.edu.br


Especialização em Inteligência Artificial

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Câmpus Cornélio Procopio


Departamento de Computação

Conteúdo

- 
- 1 Introdução
 - 2 Métricas de avaliação
 - 3 Curvas ROC e AUC

Introdução

Avaliação de modelos

- 
- Etapa importante para mensurar o aprendizado
 - Não existe um algoritmo perfeito
 - Dados de treinamento, validação e teste
 - As métricas enfatizam uma característica específica

Matriz de confusão

■ Dada uma classe de interesse, a matriz de confusão identifica o seguinte:

- ▶ **Verdadeiro Positivo** (TP)
- ▶ **Falso Positivo** (FP)
- ▶ **Verdadeiro Negativo** (TN)
- ▶ **Falso Negativo** (FN)

Individual Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actual Classification	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Predicted Classification	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Result	FN	FN	TP	TP	TP	TP	TP	TP	FP	TN	TN	TN

Valores da matriz de confusão

		Predicted condition	
Total population = P + N		Positive (PP)	Negative (PN)
Actual condition	Positive (P)	True positive (TP)	False negative (FN)
	Negative (N)	False positive (FP)	True negative (TN)

Exemplo de matriz de confusão

Individual Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actual Classification	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Predicted Classification	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Result	FN	FN	TP	TP	TP	TP	TP	TP	FP	TN	TN	TN

		Predicted condition	
Total		Cancer	Non-cancer
8 + 4 = 12		7	5
Actual condition	Cancer	6	2
	Non-cancer	1	3
		8	4

Métricas de avaliação

Acurácia

- Calcula a taxa de acerto
- Não se preocupa com o tipo do erro
- Não é apropriado para dados desbalanceados

$$Acc = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Exemplo de acurácia

		Predicted condition	
		Cancer	Non-cancer
Actual condition	Total 8 + 4 = 12	7	5
	Cancer 8	6	2
	Non-cancer 4	1	3

$$Acc = \frac{6 + 3}{12}$$

$$= 0.75$$

Precisão

- Fração das instâncias preditas como positivas que estão corretas
- Também chamado de *Positive Predicted value*
- Usado em cenários onde FP são prejudiciais:
 - ▶ Modelos cautelosos
 - ▶ Limiar da classificação é alto

$$Prec = \frac{TP}{TP + FP}$$

Exemplo de precisão

		Predicted condition	
		Cancer	Non-cancer
Actual condition	Total 8 + 4 = 12	7	5
	Cancer 8	6	2
	Non-cancer 4	1	3

$$Prec = \frac{6}{6 + 1}$$

$$\approx 0.86$$

Revocação (*recall*)

- Fração das instâncias positivas que foram predicas corretamente
- Também chamado de *sensitivity* e *true positive rate*
- Usado em cenários onde FN são prejudiciais:
 - ▶ Modelos audaciosos (aceita errar para não perder algo)
 - ▶ Limiar da classificação é baixo

$$Rec = \frac{TP}{TP + FN}$$

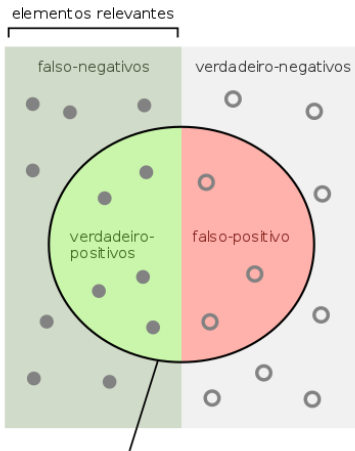
Exemplo de revocação

		Predicted condition	
		Cancer	Non-cancer
Actual condition	Total 8 + 4 = 12	7	5
	Cancer 8	6	2
	Non-cancer 4	1	3

$$Rec = \frac{6}{6 + 2}$$

$$= 0.75$$

Precisão x Revocação



Quanto elementos selecionados são relevantes?

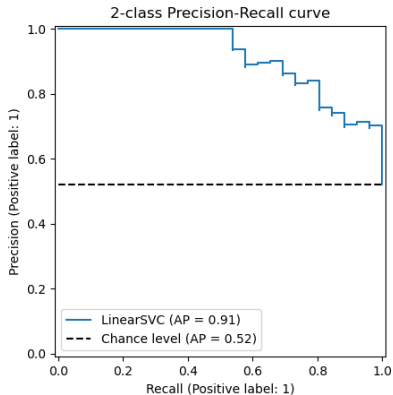
$$\text{Precisão} = \frac{\text{verdadeiro-positivos}}{\text{verdadeiro-positivos} + \text{falso-positivo}}$$

Quanto elementos relevantes foram selecionados?

$$\text{Revocação} = \frac{\text{verdadeiro-positivos}}{\text{verdadeiro-positivos} + \text{falso-negativos}}$$

Elementos selecionados pela busca

Curva Precisão x Revocação



Medida F1

- Média Harmônica entre precisão e revocação
- Busca um equilíbrio entre as 2 medidas

$$F1 = 2 \frac{\textit{precision} \cdot \textit{recall}}{\textit{precision} + \textit{recall}}$$

$$= \frac{2TP}{2TP + FP + FN}$$

Exemplo de F1

		Predicted condition	
		Cancer	Non-cancer
Actual condition	Total 8 + 4 = 12	7	5
	Cancer 8	6	2
	Non-cancer 4	1	3

$$F1 = \frac{12}{12 + 1 + 2}$$

$$= 0.8$$

Curvas ROC e AUC

Receiver Operating Characteristic (ROC)

- Mostra o desempenho de um modelo de classificação considerando todos os diferentes limiares de classificação
- O ROC possui 2 parâmetros:
 - ▶ Taxa de verdadeiro positivo: $TPR = \frac{TP}{TP+FN}$
 - ▶ Taxa de falso positivo: $FPR = \frac{FP}{FP+TN}$
- Uma curva ROC traça um gráfico de TPR e FPR para os diferentes limiares de classificação

Curva ROC

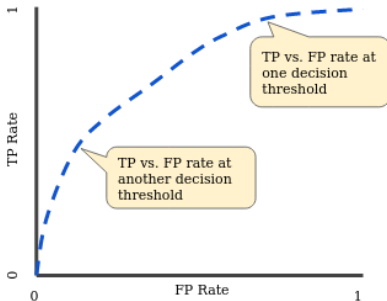

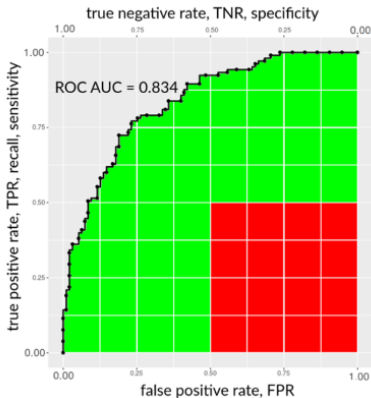


Figura: Exemplo da curva ROC

Area Under the ROC Curve (AUC)

- 
- Uma simplificação da análise ROC
 - Requer a predição de probabilidades
 - O valor 1 indica uma classificação perfeita
 - Probabilidade de o modelo classificar um exemplo positivo aleatório com uma classificação mais elevada do que um exemplo negativo aleatório

AUC



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Receiver_operating_characteristic