Classificação

Eduardo Raul Hruschka

Agenda:

- Conceitos de Classificação
- Técnicas de Classificação
  - *One Rule* (1R)
  - Naive Bayes (com seleção de atributos)
- Super-ajuste e validação cruzada
- Combinação de Modelos

Baseado nos slides de Gregory Piatetsky-Shapiro, disponíveis no sítio http://www.kdnuggets.com

Classificação

- Tarefa: dado um conjunto de exemplos pré-classificados, induzir um modelo/classificador para novos casos.
- Aprendizado Supervisionado: classes são conhecidas para os exemplos usados para construir o modelo/classificador
- Um classificador pode ser um conjunto de regras lógicas, uma árvore de decisão, um modelo Bayesiano, uma rede neural, etc.
- Aplicações típicas: aprovação de crédito, marketing direto, detecção de fraude, ...

Abordagem prática:

- Algoritmos simples frequentemente funcionam muito bem na prática. Além disso:
  - Menor tempo de construção do modelo;
  - Combinação (*ensembles*) de algoritmos simples;
  - *Baselines*.
- Sugestão:
  - Usar um único atributo (melhor discriminador – 1R);
  - Usar todos os atributos, assumindo independência condicional (*Naive Bayes*);
  - Árvores de Decisão (interpretabilidade)
  - Regressão Logística;
  - Modelos/Algoritmos mais sofisticados.
- Sucesso de cada algoritmo é dependente do domínio de aplicação (*No Free Lunch Theorems*)

Exemplo Pedagógico:

Outlook	Temperature	Humidity	Windy	**Play**
sunny	85	85	false	**no**
sunny	80	90	true	**no**
overcast	83	86	false	**yes**
rainy	70	96	false	**yes**
rainy	68	80	false	**yes**
rainy	65	70	true	**no**
overcast	64	65	true	**yes**
sunny	72	95	false	**no**
sunny	69	70	false	**yes**
rainy	75	80	false	**yes**
sunny	75	70	true	**yes**
overcast	72	90	true	**yes**
overcast	81	75	false	**yes**
rainy	71	91	true	**no**
rainy	63	84	true	**?**

*Weather Data** :
Considerando-se dados históricos, construir um modelo para os valores do atributo meta *play*.

* Witten & Frank, 2000

Alternativas:

- Encontrar uma função discriminadora, f(**x**), que mapeia cada **x** em um rótulo de classe. Ex: f(**x**)=0 para C_1 e f(**x**)=1 para C_2.
- Modelar a distribuição de probabilidades *a posteriori* de classes, P(C_k/**x**) , diretamente, usando modelos discriminativos.
- Inicialmente encontrar as densidades condicionais de classe, P(**x**/C_k), bem como P(C_k), individualmente para cada classe, e depois usar o Teorema de Bayes:

$$P(C_k \mid \mathbf{x}) = \frac{P(\mathbf{x} \mid C_k)P(C_k)}{P(\mathbf{x})}$$

- Equivalente a encontrar P(**x**,C_k) – modelos geradores.

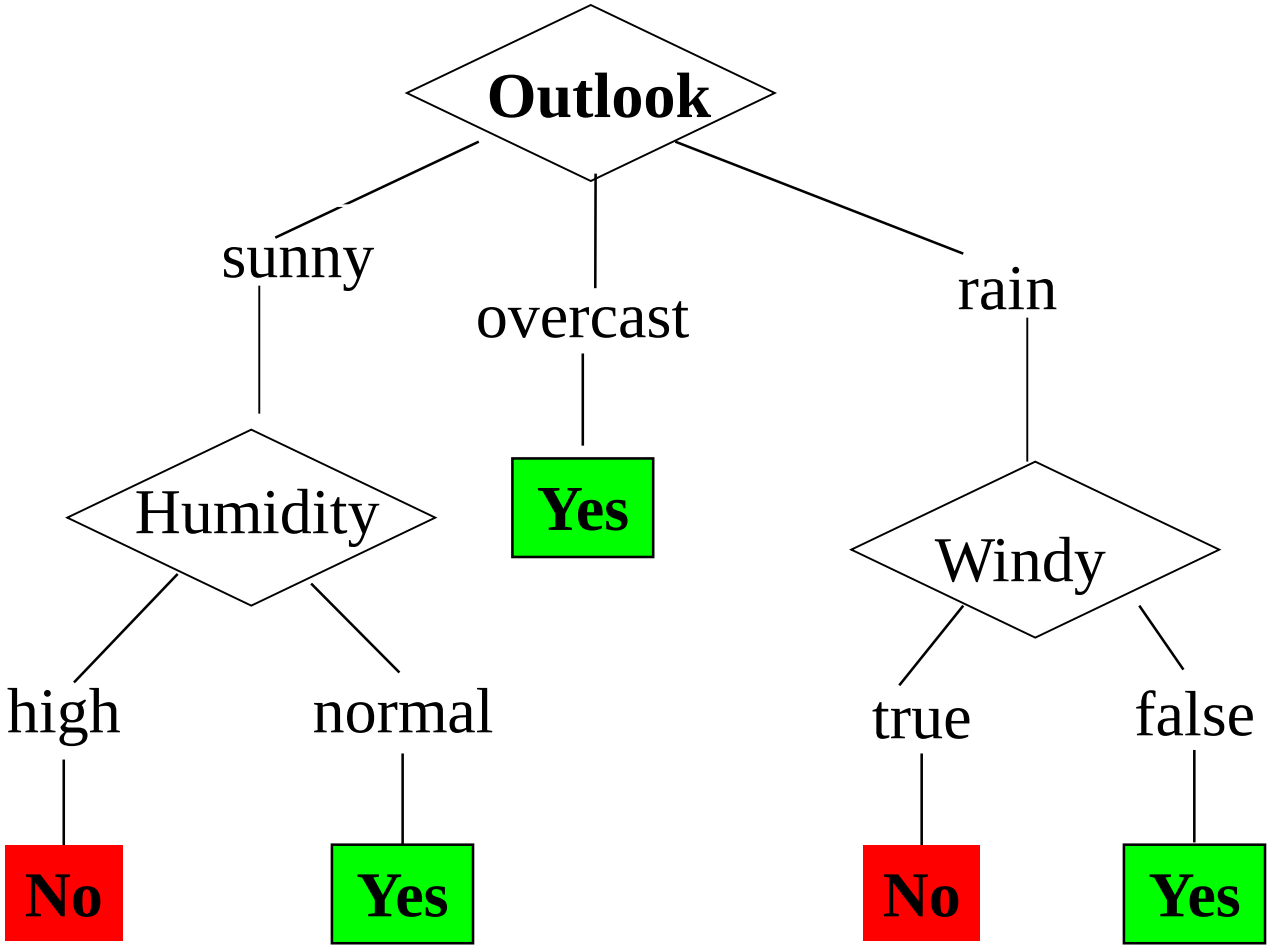
Méritos relativos:

- Modelos geradores:
  - Computacionalmente pesada e, se **x** possui alta dimensionalidade, precisaremos de grandes amostras;
  - Permite estimar a densidade marginal dos dados, P(**x**), que é útil para detectar novos dados que possuem baixa probabilidade dado o modelo (*outlier detection, novelty detection*).
- Modelos discriminativos:
  - Particularmente interessante se somente estamos interessados em $P(C_k/\mathbf{x})$, e não em $P(\mathbf{x},C_k)$.
- Função discriminadora:
  - Alternativa mais simples, mas que causa perda considerável de informação (*e.g.*, *reject option*, combinação de modelos, etc.)

Classificador 1R:

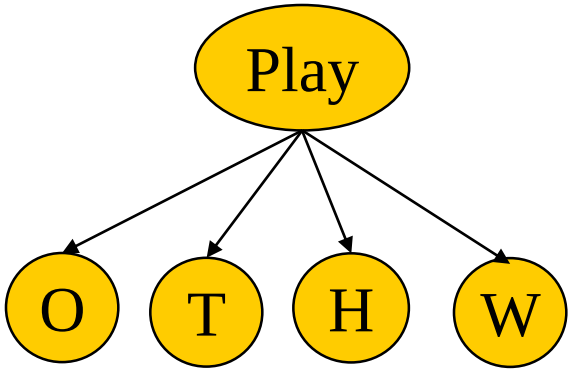
Atributo	Regra	Erro Específico	Erro Total
Outlook	Sunny → No	2/5	4/14
	Overcast → Yes	0/4	
	Rainy → Yes	2/5	
Temperature	≤ 77.5 → Yes	3/10	5/14
	> 77.5 → No	2/4	
Humidity	≤ 82.5 → Yes	1/7	3/14
	> 82.5 and ≤ 95.5 → No	2/6	
	> 95.5 → Yes	0/1	
Windy	False → Yes	2/8	5/14
	True → No	3/6	

Árvore de Decisão:



- Algoritmo baseado em *Teoria da Informação*;
- Classificador resultante usualmente fornece boa interpretabilidade.

Naïve Bayes:



- Modelo Gráfico Probabilístico (Rede Bayesiana):
  - Grafo acíclico direcionado:
    - Nós representam variáveis aleatórias;
    - Arestas representam “influências”
- Interpretável?

Qual classificador escolher?

- Existem centenas de algoritmos disponíveis em softwares livres e proprietários;
- Escolha do melhor classificador para um novo problema é, usualmente, uma questão empírica e extremamente dependente do problema em si;
- Experimentar com classificadores variados;
- Por onde começar?
  - Análise exploratória de dados (*Estatística Descritiva*);
  - Algoritmos mais simples antes e, se necessário, aplicar algoritmos mais complexos (e mais caros computacionalmente).
  - Problemas difíceis normalmente requerem soluções sofisticadas: adaptação e/ou desenvolvimento de novos algoritmos particularmente adaptados ao problema que se tem em mãos.
  - Princípio *KISS* (*Keep it stupid simple*) fornece *baselines* como efeito colateral positivo e, não raramente, economiza tempo de modelagem.

Voltando à nossa agenda...

- Conceitos de Classificação
- Técnicas de Classificação
  - *One Rule* (1R)
  - Naive Bayes (com seleção de atributos)
- Super-ajuste e validação cruzada
- Combinação de Modelos