

Aprendizado de Máquina

Aula 5.2 - Outras tarefas de classificação


Adriano Rivolli

rivolli@utfpr.edu.br

Especialização em Inteligência Artificial

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
Câmpus Cornélio Procópio
Departamento de Computação

Conteúdo

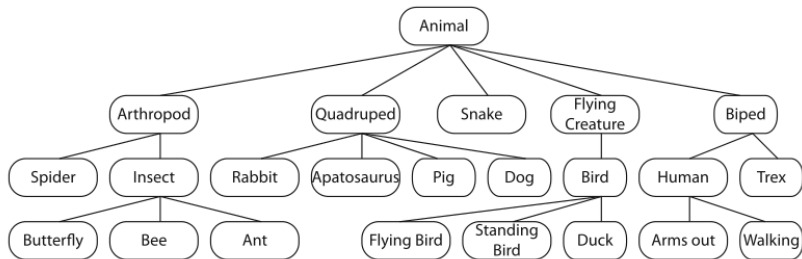
- 
- 1 Classificação Hierárquica
 - 2 Classificação Multirrótulo

Classificação Hierárquica

Classificação hierárquica


- Nesta tarefa as classes estão organizadas de modo hierárquico
 - ▶ Taxonomia
 - ▶ Ontologia
- Há uma relação **é-um** entre as classes
 - ▶ Classificação biológica dos seres vivos
 - ▶ Áreas do conhecimento (sistema CAPES)
 - ▶ Categorias e subcategorias

Exemplo de taxonomia



Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Como explorar a estrutura das classes



■ Classificadores local (*top down*)

- ▶ Usa um conjunto de modelos
- ▶ Existem diferentes abordagens para organizá-los

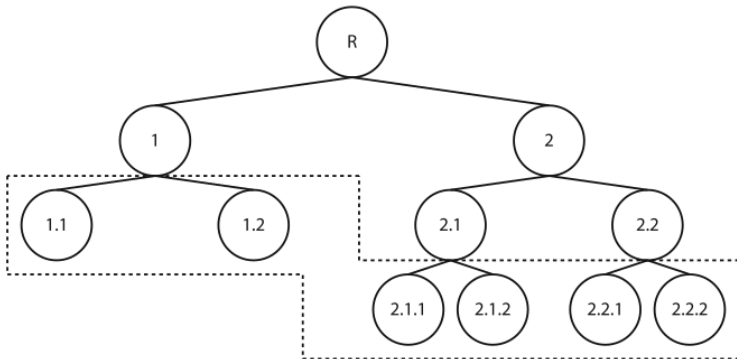
■ Global

- ▶ Um único modelo considera toda a hierarquia de classes

■ Ignorar a hierarquia (*Flat*)

- ▶ Normalmente considera apenas as folhas

Usando apenas as folhas

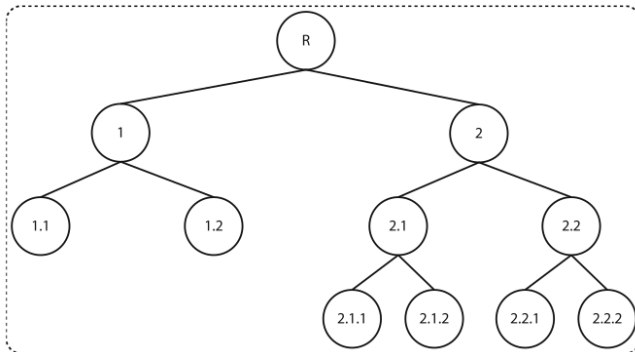


Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Classificação *Flat*

- Simples de implementar
- Pode usar um classificador multi-classe ou vários classificadores binários
- Ignora a hierarquia das classes

Global

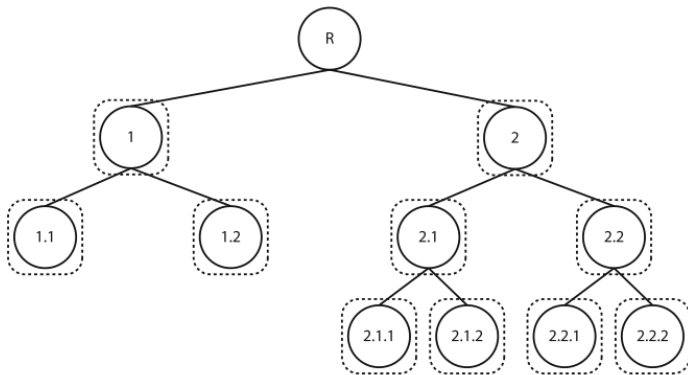


Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Classificação Global

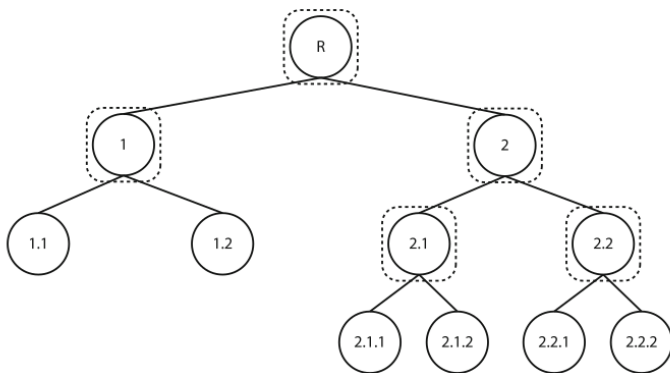
- Preserva as restrições naturais dos relacionamentos das classes
- Há um único modelo, que pode ser complexo
- Não pode ser incremental
- Completamente dependente da estrutura

Local por nó (LCN)



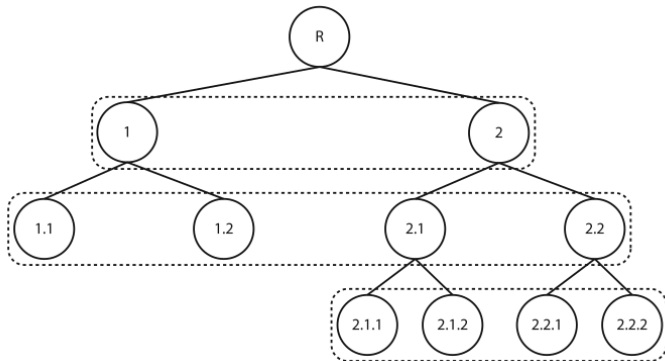
Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Local por nó pai (LCPN)



Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Local por nível (level) (LCL)

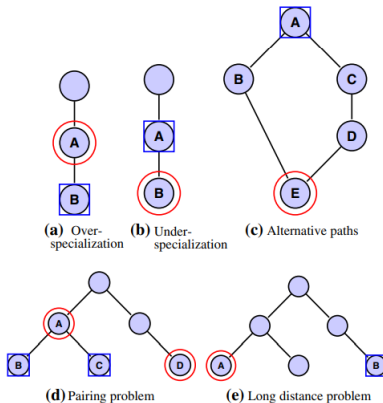


Fonte: Silla, C. N., Freitas, A. A., 2011. A survey of hierarchical classification across different application domains. Data Mining and Knowledge Discovery

Classificação Local

- Simples e naturalmente multirrótulo
- Utiliza um classificador binário para cada modelo
- Grande número de classificadores
- Está sujeito a inconsistências


Tipos de erros



Fonte: Kosmopoulos, A. et. al., 2015. Evaluation measures for hierarchical classification: a unified view and novel approaches. Data Mining and Knowledge Discovery.

Classificação Multirrótulo

Classificação Multirrótulo (*multi-label*)

- 
- A predição não é restrita a uma única classe
 - ▶ Neste contexto a classe é chamado rótulo (label)
 - É possível explorar a relação/dependência dos rótulos
 - Neste contexto os rótulos possuem a mesma importância (estão no mesmo nível)

Características dos dados

■ Cardinalidade

- ▶ O número médio de rótulos por instância

■ Densidade

- ▶ A cardinalidade dividido pelo número de rótulos

■ Diversidade

- ▶ A proporção de combinações distintas dos rótulos em relação ao número de instâncias

Exemplo

Instance	Label Set
1	$\{\lambda_2, \lambda_3\}$
2	$\{\lambda_1\}$
3	$\{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\}$
4	$\{\lambda_2, \lambda_4\}$

- Cardinalidade: 2
- Densidade: 0.5
- Diversidade: 1

Tarefas Multirrótulos

■ Classificação

- ▶ Define quais rótulos pertencem a uma instância

■ Ranqueamento

- ▶ Define qual a ordem os rótulos devem ser organizados

■ Ranqueamento da classificação

- ▶ Define quais rótulos pertencem a uma instância e qual a ordem de relevância destes rótulos

Abordagens


■ Transformação do problema

- ▶ Ajusta os dados para usar os algoritmos tradicionais

■ Adaptação do algoritmo

- ▶ Ajusta os algoritmos para se adaptar aos dados com múltiplos rótulos

Métodos de transformação

- 
- Binary Relevance
 - Classifier Chains / Ensemble of Classifier Chains
 - Stacking (BR+, DBR, Meta-BR)
 - HOMER (hierárquico)
 - Random k-Label-set (multi-classe)

Fonte: Rivolli, A. et. al., 2020. An empirical analysis of binary transformation strategies and base algorithms for multi-label learning. Machine Learning.

Binary Relevance

Multirrótulo

Attr	Rótulos
X ₁	A, B, C
X ₂	A
X ₃	B, C
X ₄	B, C
X ₅	A, B
X ₆	A, C
X ₇	C

Rótulo A

Attr	Classe
X ₁	1
X ₂	1
X ₃	0
X ₄	0
X ₅	1
X ₆	1
X ₇	0

Rótulo B

Attr	Classe
X ₁	1
X ₂	0
X ₃	1
X ₄	1
X ₅	1
X ₆	0
X ₇	0

Rótulo C

Attr	Classe
X ₁	1
X ₂	0
X ₃	1
X ₄	1
X ₅	0
X ₆	1
X ₇	1

Medidas de avaliação

- Baseados em exemplos
 - ▶ Acerto parcial / acerto completo / top-k
- Baseados em rótulos
 - ▶ Macro / micro
- Para a tarefa de classificação
 - ▶ Medidas tradicionais
- Para a tarefa de ranqueamento
 - ▶ Medidas de qualidade do ranqueamento