



Machine Learning

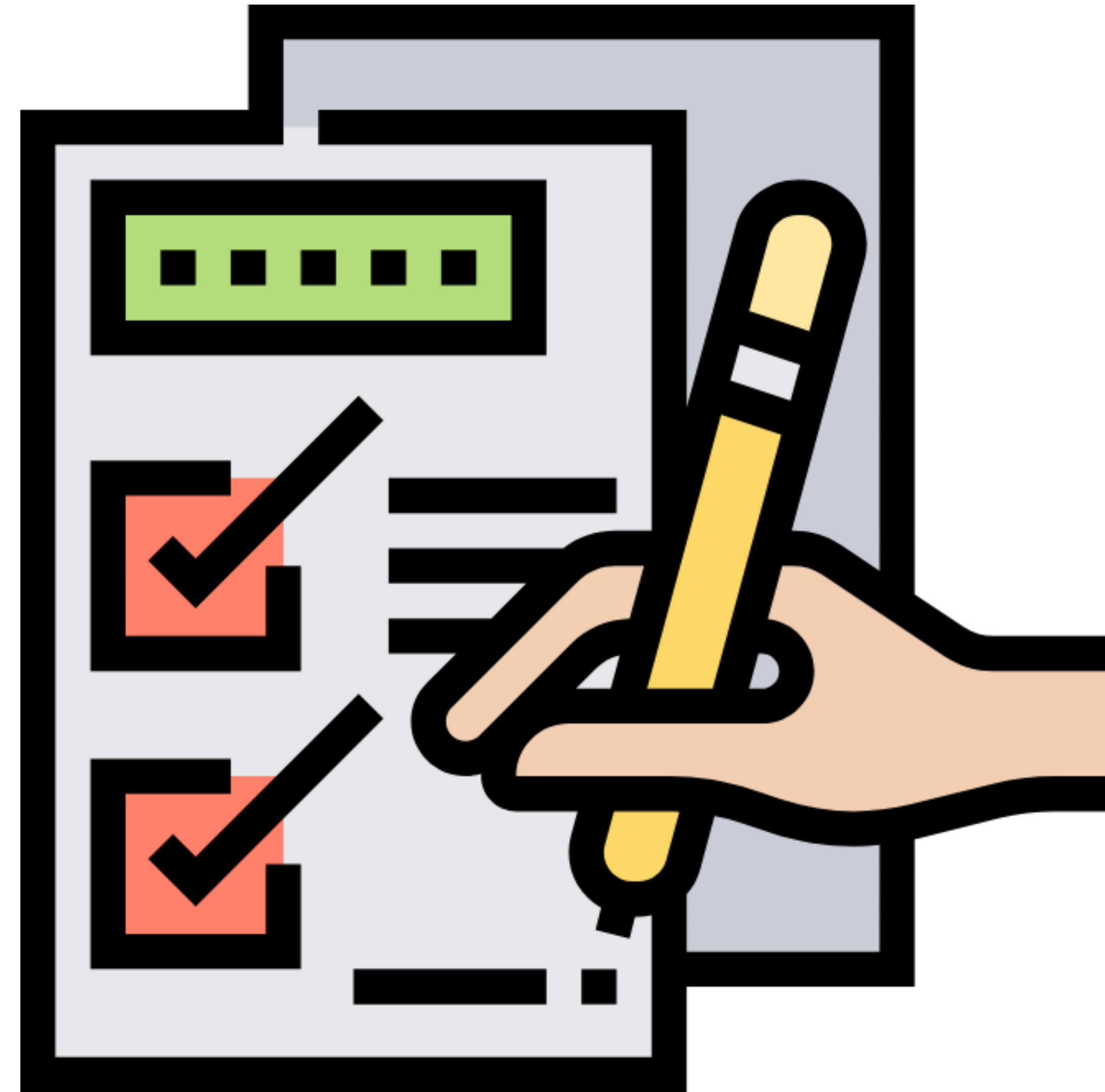
Unidad # 2 - Aprendizaje Supervisado
CC57 – 2019-1

Profesor
Andrés Melgar



Competencias a adquirir en la sesión

- Al finalizar la sesión el alumno comprenderá el funcionamiento del **aprendizaje inductivo**.
- Al finalizar la sesión el alumno implementará **modelos algoritmos de clasificación** usando conjuntos de datos.
- Al finalizar la sesión el alumno **entenderá** el funcionamiento del algoritmo **One Rule**.
- Al finalizar la sesión el alumno **aplicará** el algoritmo **One Rule** para obtener modelos algorítmicos.





Revisión de la sesión anterior

- ¿Por qué es necesario la **reducción de la dimensionalidad**?
- ¿Cómo funciona el **Análisis de Componentes Principales (PCA)**?
- ¿Cuál es la principal diferencia entre **PCA** y la **Selección de Subconjuntos de Atributos**?
- ¿En qué situaciones es necesario realizar **transformación de datos**?



One Rule - OneR - 1R

Texto guía

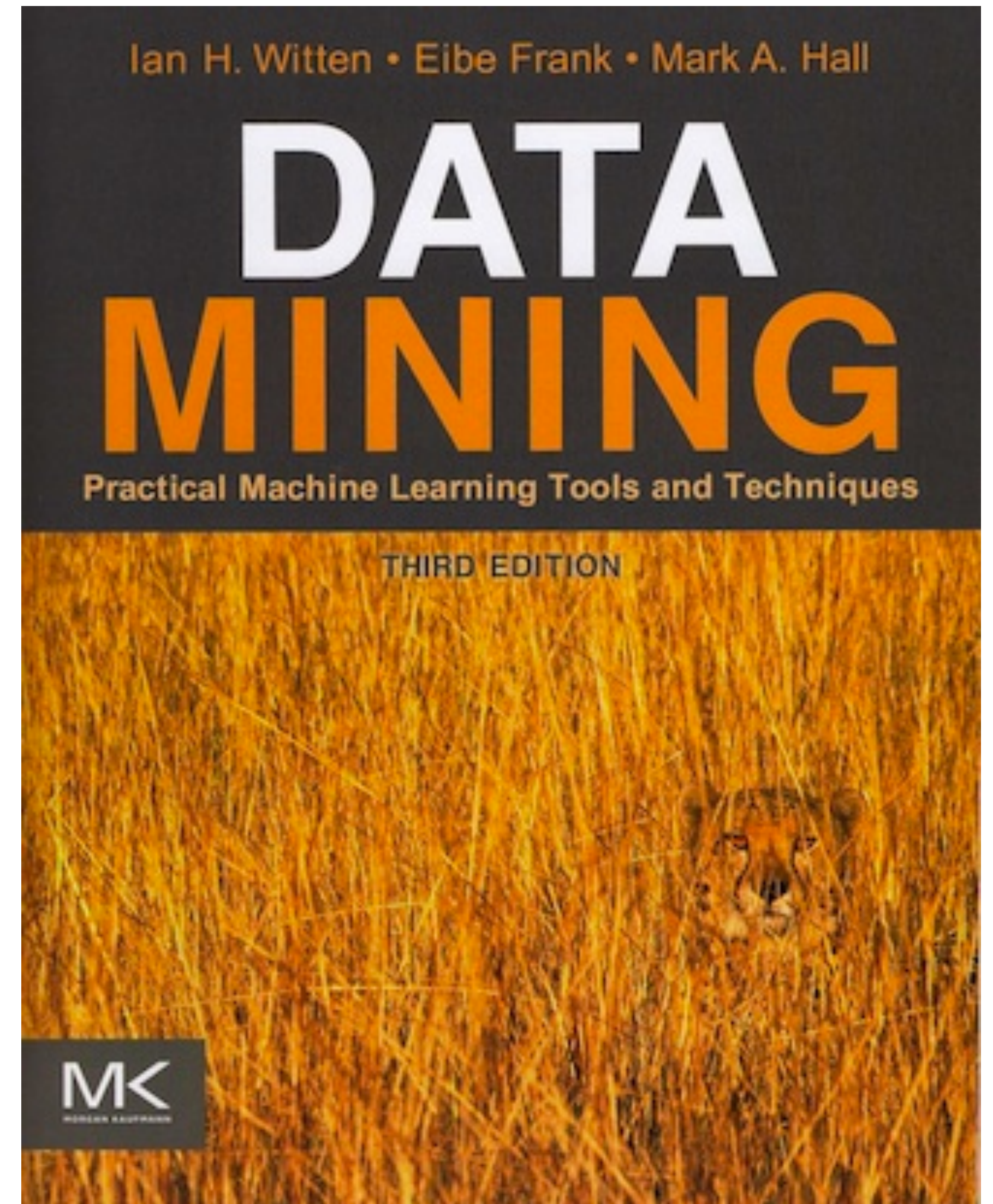
Witten, Ian H., Frank, Eibe, and Hall, Mark A.. 2011. *Data Mining : Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. San Francisco: Elsevier Science & Technology.

CHAPTER

Algorithms: The Basic
Methods

4

4.1 INFERRING RUDIMENTARY RULES





One Rule - OneR - 1R

Lecturas recomendadas

Machine Learning, 11, 63–91 (1993)

© 1993 Kluwer Academic Publishers, Boston. Manufactured in The Netherlands.

Very Simple Classification Rules Perform Well on Most Commonly Used Datasets

ROBERT C. HOLTE

Computer Science Department, University of Ottawa, Ottawa, Canada K1N 6N5

HOLTE@CSI.UOTTAWA.CA

Editor: Bruce Porter

Abstract. This article reports an empirical investigation of the accuracy of rules that classify examples on the basis of a single attribute. On most datasets studied, the best of these very simple rules is as accurate as the rules induced by the majority of machine learning systems. The article explores the implications of this finding for machine learning research and applications.

Keywords: empirical learning, accuracy–complexity tradeoff, pruning, ID3

Holte, R.C. *Very Simple Classification Rules Perform Well on Most Commonly Used Datasets*. Machine Learning (1993) 11: 63. <https://doi.org/10.1023/A:1022631118932>

Nevill-Manning, C. G., Holmes, G., & Witten, I. H. (1995, November). *The development of Holte's 1R classifier*. In Proceedings 1995 Second New Zealand International Two-Stream Conference on Artificial Neural Networks and Expert Systems (pp. 239-242). IEEE.

The Development of Holte's 1R Classifier

Craig G. Nevill-Manning, Geoffrey Holmes and Ian H. Witten

Department of Computer Science,
University of Waikato,
Hamilton, New Zealand.
cgn,geoff,iHW@cs.waikato.ac.nz

Abstract

The 1R machine learning scheme is a very simple one that proves surprisingly effective on the standard datasets commonly used for evaluation. This paper describes the method and discusses two aspects of the algorithm that bear further analysis: the way that intervals are formed when discretizing continuously-valued attributes, and the treatment of missing values are treated. We then show how the algorithm can be extended to avoid a problem endemic to most practical machine learning algorithms—their frequent dismissal of an attribute as irrelevant when in fact it is highly relevant when combined with other attributes.

sections that follow describe the original implementation, the enhancements we have made to it, our extension to avoid greedy attribute selection, and some preliminary experimental results that show that the changes are indeed beneficial.

2 The 1R Algorithm

Like other empirical learning methods, 1R takes as input a set of examples, each with several attributes and a class. Its goal is to infer a rule that predicts the class given the values of the attributes. The 1R algorithm chooses the most informative single attribute and bases the rule on this attribute alone. Full details can be found in Holte's paper, but the basic idea is shown in Figure 1.



One Rule - OneR - 1R

- El algoritmo OneR genera un **árbol de decisión** de **un nivel** expresado en forma de un conjunto de reglas que ponen a prueba **un atributo** en particular.
- OneR es un método **simple** y **barato computacionalmente** hablando:
 - A menudo presenta **reglas muy buenas** y **simples** para caracterizar la estructura de los conjuntos de datos.
 - Resulta que las reglas simples con frecuencia logran una **precisión sorprendentemente alta**.
 - Quizás esto se deba a que las **estructuras subyacentes** de los conjuntos de datos en el mundo real son bastante **rudimentarias**, y solo un atributo es suficiente para determinar la clase de una instancia con bastante precisión.



One Rule - OneR - 1R

- Este algoritmo es muy utilizado para generar una **línea de base** de rendimiento.
- La idea básica del algoritmo es la **generación de reglas** que evalúan **un único atributo**.
 - La regla tiene una serie de **ramificaciones** de un solo nivel.
 - Cada ramificación corresponde a un **valor diferente del atributo**. Se asume que el conjunto de datos solo posee atributos nominales.
 - La **predicción** se realizará en la clase para la cual los **datos** de entrenamiento aparecen con **mayor frecuencia**.
 - La **tasa de error** corresponde con la cantidad de datos que **no se pueden predecir**.
 - Cada atributo genera **reglas diferentes**, con una ramificación para cada valor del atributo.
 - Se evalúa la tasa de error de cada regla generada por cada atributo y **se escoge el mejor** atributo. El que tiene la menor tasa de error.



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:

Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.

Encuentre la clase más frecuente.

Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada reglas.

Elija la regla con la tasa de error más pequeña.



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.**
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
- Elija la regla con la tasa de error más pequeña.



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor			Total
sunny			5



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor			Total
sunny			5
overcast			4



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor			Total
sunny			5
overcast			4
rainy			5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny		3	5
overcast			4
rainy			5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast			4
rainy			5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4		4
rainy			5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuenta con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4	0	4
rainy			5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4	0	4
rainy	3		5
			14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

**Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.**

Encuentre la clase más
frecuente.

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4	0	4
rainy	3	2	5
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.

**Encuentre la clase más
frecuente.**

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4	0	4
rainy	3	2	5
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
 - Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
sunny	2	3	5
overcast	4	0	4
rainy	3	2	5
	9	5	14

sunny → no
overcast → yes
rainy → yes



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
 - Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
hot	2	2	4
mild	4	2	6
cool	3	1	4
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.**
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
 - Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
hot	2	2	4
mild	4	2	6
cool	3	1	4
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.

Encuentre la clase más
frecuente.

**Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.**

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
hot	2	2	4
mild	4	2	6
cool	3	1	4
	9	5	14

hot → *yes*
mild → *yes*
cool → *yes*



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente manera:

Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.

Encuentre la clase más frecuente.

Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada reglas.

Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
high	3	4	7
normal	6	1	7
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.

**Encuentre la clase más
frecuente.**

Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
high	3	4	7
normal	6	1	7
	9	5	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.

Encuentre la clase más
frecuente.

**Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.**

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
high	3	4	7
normal	6	1	7
	9	5	14

high → no
normal → yes



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
- Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente manera:
- Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
- Encuentre la clase más frecuente.
- Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
- Calcule la tasa de error de cada reglas.
- Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
FALSE	2	6	8
TRUE	3	3	6
	5	9	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.**
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
 - Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

Valor	yes	no	Total
FALSE	2	6	8
TRUE	3	3	6
	5	9	14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

outlook	temperature	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Para cada atributo,

Para cada valor del atributo,
genere una regla de la siguiente
manera:

Cuente con qué frecuencia
aparece cada clase.

Encuentre la clase más
frecuente.

**Asigne a la regla la clase para
el atributo más frecuente.**

Calcule la tasa de error de cada
reglas.

Elija la regla con la tasa de error más
pequeña.

Valor	yes	no	Total
FALSE	6	2	8
TRUE	3	3	6
	5	9	14

FALSE → *yes*

TRUE → *yes*



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
- Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

outlook	temperatura	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Valor	yes	no	Error
sunny	2	3	2/5
overcast	4	0	0/4
rainy	3	2	2/5
			4/14

Valor	yes	no	Error
hot	2	2	2/4
mild	4	2	2/6
cool	3	1	1/4
	9	5	5/14

Valor	yes	no	Error
high	3	4	3/7
normal	6	1	1/7
			4/14

Valor	yes	no	Error
FALSE	6	2	2/8
TRUE	3	3	3/6
			5/14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
- Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

outlook	temperatura	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Valor	yes	no	Error
sunny	2	3	2/5
overcast	4	0	0/4
rainy	3	2	2/5
			4/14

Valor	yes	no	Error
hot	2	2	2/4
mild	4	2	2/6
cool	3	1	1/4
	9	5	5/14

Valor	yes	no	Error
high	3	4	3/7
normal	6	1	1/7
			4/14

Valor	yes	no	Error
FALSE	6	2	2/8
TRUE	3	3	3/6
			5/14



One Rule - OneR - 1R

Algoritmo

- Para cada atributo,
 - Para cada valor del atributo, genere una regla de la siguiente manera:
 - Cuente con qué frecuencia aparece cada clase.
 - Encuentre la clase más frecuente.
 - Asigne a la regla la clase para el atributo más frecuente.
 - Calcule la tasa de error de cada reglas.
- Elija la regla con la tasa de error más pequeña.

outlook	temperatura	humidity	windy	play
sunny	hot	high	FALSE	no
sunny	hot	high	TRUE	no
overcast	hot	high	FALSE	yes
rainy	mild	high	FALSE	yes
rainy	cool	normal	FALSE	yes
rainy	cool	normal	TRUE	no
overcast	cool	normal	TRUE	yes
sunny	mild	high	FALSE	no
sunny	cool	normal	FALSE	yes
rainy	mild	normal	FALSE	yes
sunny	mild	normal	TRUE	yes
overcast	mild	high	TRUE	yes
overcast	hot	normal	FALSE	yes
rainy	mild	high	TRUE	no

Valor	yes	no	Error
sunny	2	3	2/5
overcast	4	0	0/4
rainy	3	2	2/5
			4/14

outlook :
sunny → no
overcast → yes
rainy → yes



One Rule - OneR - 1R

Actividad en Weka

- Ejecutar el algoritmo **OneR** usando el conjunto de datos **weather.nominal.arff** y discuta el modelo algoritmo resultante.



One Rule - OneR - 1R

Actividad en Weka

Weka Explorer

Preprocess Classify Cluster Associate Select attributes Visualize

Open file... Open URL... Open DB... Generate... Undo Edit... Save...

Filter: Choose None Apply Stop

Current relation: Relation: weather.symbolic Instances: 14 Attributes: 5 Sum of weights: 14

Attributes: All None Invert Pattern

No.	Name
1	<input checked="" type="checkbox"/> outlook
2	<input type="checkbox"/> temperature
3	<input type="checkbox"/> humidity
4	<input type="checkbox"/> windy
5	<input type="checkbox"/> play

Remove

Selected attribute: Name: outlook Missing: 0 (0%) Distinct: 3 Type: Nominal Unique: 0 (0%)

No.	Label	Count	Weight
1	sunny	5	5.0
2	overcast	4	4.0
3	rainy	5	5.0

Class: play (Nom) Visualize All

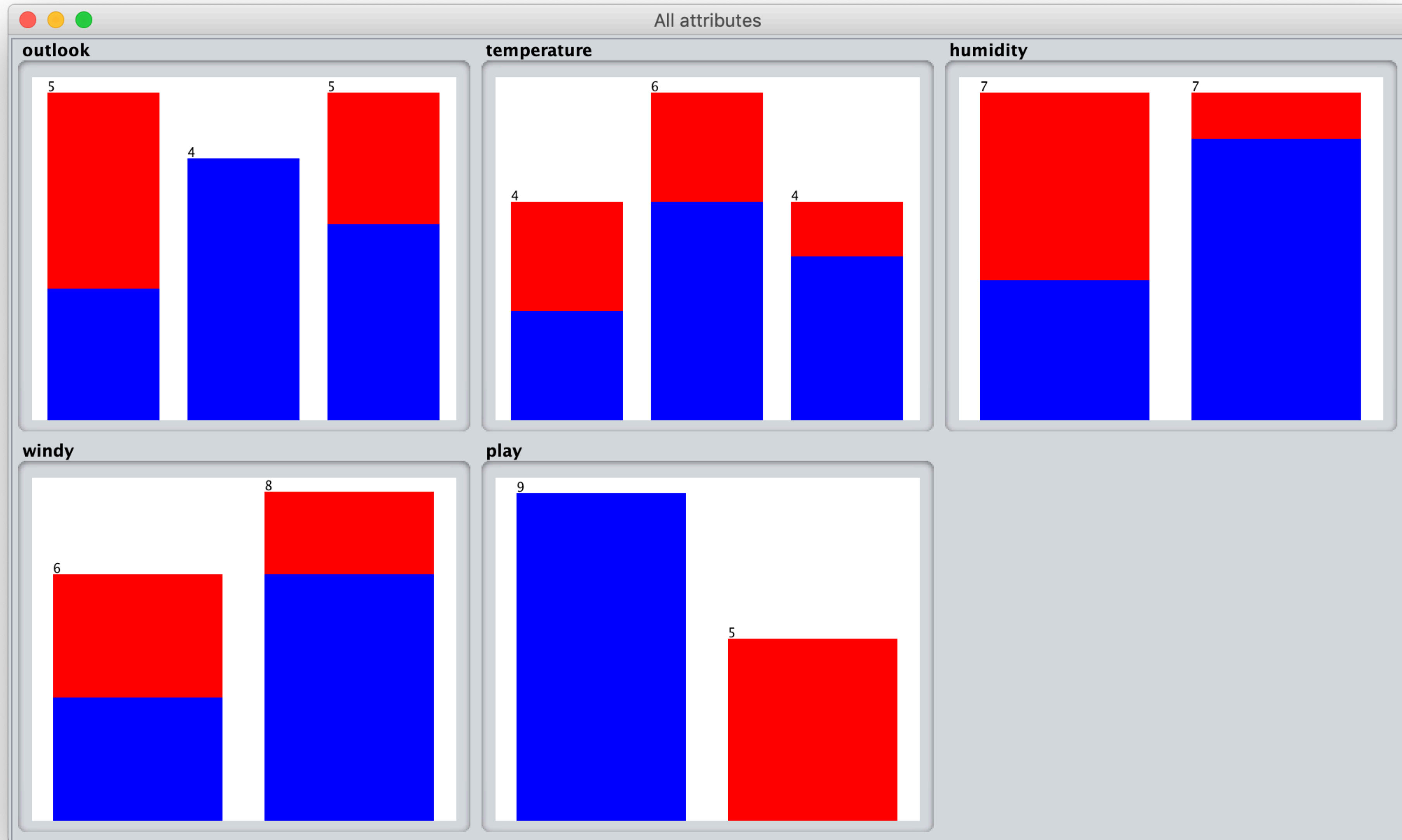
Outlook	Class	Count
sunny	play = no (red)	5
	play = yes (blue)	0
overcast	play = no (red)	0
	play = yes (blue)	4
rainy	play = no (red)	2
	play = yes (blue)	3

Status: OK Log x 0



One Rule - OneR - 1R

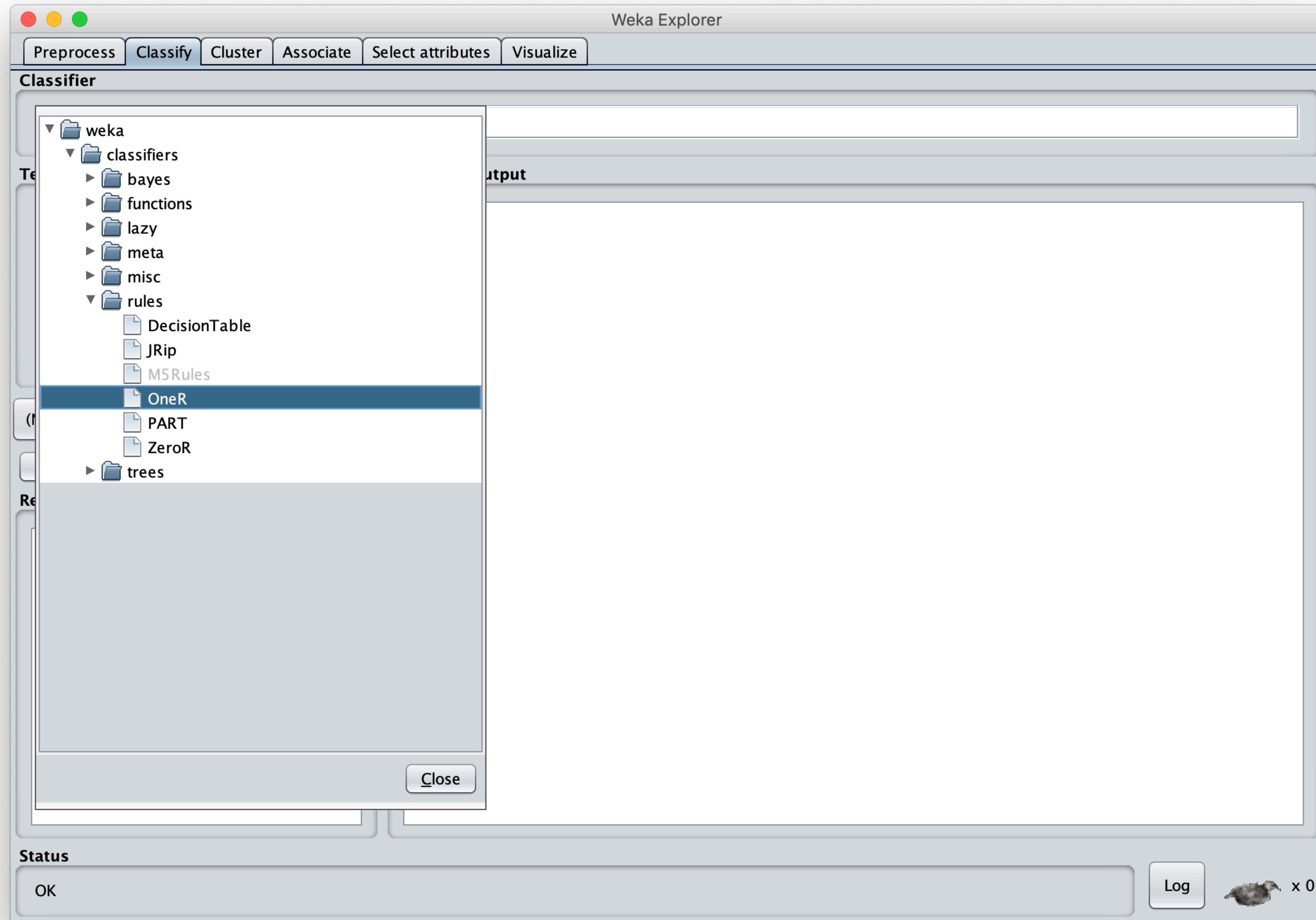
Actividad en Weka





One Rule - OneR - 1R

Actividad en Weka





One Rule - OneR - 1R

Actividad en Weka

Weka Explorer

Preprocess Classify Cluster Associate Select attributes Visualize

Classifier

Choose OneR -B 6

Test options

☐ Use training set
☐ Supplied test set Set...
☒ Cross-validation Folds 10
☐ Percentage split % 66
More options...

(Nom) play

Start Stop

Result list (right-click for options)

14:01:25 - rules.OneR

Classifier output

```
=== Run information ===  
  
Scheme:      weka.classifiers.rules.OneR -B 6  
Relation:    weather.symbolic  
Instances:   14  
Attributes:  5  
              outlook  
              temperature  
              humidity  
              windy  
              play  
Test mode:   10-fold cross-validation  
  
=== Classifier model (full training set) ===  
  
outlook:  
    sunny   -> no  
    overcast -> yes  
    rainy   -> yes  
(10/14 instances correct)  
  
Time taken to build model: 0 seconds  
  
=== Stratified cross-validation ===  
=== Summary ===  
  
Correctly Classified Instances      6      42.8571 %  
Incorrectly Classified Instances    8      57.1429 %  
Kappa statistic                    -0.1429  
Mean absolute error                 0.5714
```

Status

OK Log x 0



One Rule - OneR - 1R

Valores ausente y atributos numéricos

- Aunque es un esquema de aprendizaje muy rudimentario, OneR tiene en cuenta tanto los **valores perdidos** como los **atributos numéricos**.
 - Los trata de manera **simple** pero **efectiva**.
 - Los **valores perdidos** se tratan simplemente como otro valor de **atributo**.
 - Si el atributo *outlook* hubieran contenido valores ausentes, el conjunto de reglas formado contendría 4 ramificaciones: *sunny*, *overcast*, *rainy* y *ausente*.
- Los **atributos numéricos** se convierten en nominales a través del método de **discretización**.



One Rule - OneR - 1R

Actividad en Weka

- Ejecutar el algoritmo **OneR** usando el conjunto de datos **weather.numeric.arff** y discuta el modelo algoritmo resultante.
- Ejecutar el algoritmo **OneR** usando el conjunto de datos **iris.arff** y discuta el modelo algoritmo resultante.



One Rule - OneR - 1R

Actividad en Python

- Ejecutar el algoritmo **OneR** usando el conjunto de datos **weather.nominal.csv** y discuta el modelo algoritmo resultante.



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

Cargamos el conjunto de datos

import pandas

archivo="weather.nominal.csv"

conjunto_de_datos = pandas.read_csv(archivo, header=0)

X = conjunto_de_datos.iloc[:,0:4].values

y = conjunto_de_datos.iloc[:,4].values

num_instancias, num_caracteristicas = X.shape

print(num_instancias, num_caracteristicas)

print(X, '\n', y)

14 4

```
[['sunny' 'hot' 'high' False]
 ['sunny' 'hot' 'high' True]
 ['overcast' 'hot' 'high' False]
 ['rainy' 'mild' 'high' False]
 ['rainy' 'cool' 'normal' False]
 ['rainy' 'cool' 'normal' True]
 ['overcast' 'cool' 'normal' True]
 ['sunny' 'mild' 'high' False]
 ['sunny' 'cool' 'normal' False]
 ['rainy' 'mild' 'normal' False]
 ['sunny' 'mild' 'normal' True]
 ['overcast' 'mild' 'high' True]
 ['overcast' 'hot' 'normal' False]
 ['rainy' 'mild' 'high' True]]
```

```
[ 'no' 'no' 'yes' 'yes' 'yes' 'no' 'yes' 'no' 'yes' 'yes' 'yes' 'yes' 'yes'
 'no' ]
```



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

#se divide el conjunto de datos en datos de entrenamiento y en datos de prueba

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

#Semilla para generar números aleatorios. Se pone igual a todos para poder comparar los resultados.

```
semilla = 14
```

```
X_entrenamiento, X_prueba, y_entrenamiento, y_prueba = train_test_split(X, y,  
test_size=0.25, random_state=semilla)
```

```
print("Hay {} instancias para el entrenamiento".format(y_entrenamiento.shape))
```

```
print("Hay {} instancias para las pruebas".format(y_prueba.shape))
```

```
Hay (10,) instancias para el entrenamiento  
Hay (4,) instancias para las pruebas
```



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

```
from collections import defaultdict
from operator import itemgetter
```

```
def entrenar(X, y_supervisado, caracteristica):
    #Verificamos que la variable contenga un número válido
    num_instancias, num_caracteristicas = X.shape
    assert 0 <= caracteristica < num_caracteristicas
    #Obtenemos todos los valores de dicha característica
    valores = set(X[:,caracteristica])
    #Inicializamos el arreglo de predictores que será retornado
    predictores = dict()
    #Inicializamos el arreglo de errores que será retornado
    errores = []
    for valor_actual in valores:
        clase_mas_frecuente, error = entrenar_con_valor_de_caracteristica(X, y_supervisado, caracteristica, valor_actual)
        predictores[valor_actual] = clase_mas_frecuente
        errores.append(error)
    #Calculamos el error total de usar esta característica para clasificar con OneR
    error_total = sum(errores)
    return predictores, error_total
```




One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

```
#Calculamos los predictores basados el el valor de cada carecterística
#y_predicted = np.array([predictors[sample[feature]] for sample in X])
def entrenar_con_valor_de_caracteristica(X, y_supervisado, característica, valor):
    #Creamos un diccionario para contar la frecuencia de cierta característica
    contadores_por_clase = defaultdict(int)

    #Recorremos todas las instancias y contamos la frecuencia de cada par clase/valor
    for instancia, y in zip(X, y_supervisado):
        if instancia[característica] == valor:
            contadores_por_clase[y] += 1

    #Obtenemos la mejor clase, ordenando de forma descendente y escogiendo el primer item
    contadores_por_clase_ordenado = sorted(contadores_por_clase.items(), key=itemgetter(1), reverse=True)
    clase_mas_frecuente = contadores_por_clase_ordenado[0][0]

    #El error es el número de instancias para la cual no se clasifica bien la instancia
    error = sum([contador_por_clase for valor_de_la_clase, contador_por_clase in
    contadores_por_clase.items() if valor_de_la_clase != clase_mas_frecuente])
    return clase_mas_frecuente, error
```




One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

#Calculamos todos los predictores

```
todos_los_predictores = {variable: entrenar(X_entrenamiento, y_entrenamiento, variable) for  
variable in range(X_entrenamiento.shape[1])}  
errores = {variable: error for variable, (mapping, error) in todos_los_predictores.items()}
```

```
mejor_variable, mejor_error = sorted(errores.items(), key=itemgetter(1))[0]  
print("El mejor model está basado en la variable {0} y tiene como error  
{1:.2f}".format(mejor_variable, mejor_error))
```

Choose the bset model

```
modelo = {'variable': mejor_variable,  
         'predictor': todos_los_predictores[mejor_variable][0]}  
print(modelo)
```

```
El mejor model está basado en la variable 2 y tiene como error 2.00  
{ 'variable': 2, 'predictor': { 'normal': 'yes', 'high': 'no' }}
```



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

```
import numpy as np
```

```
def predecir(X_prueba, modelo):  
    variable = modelo['variable']  
    predictor = modelo['predictor']  
    y_predecida = np.array([predictor[instancia[variable]] for instancia in X_prueba])  
    return y_predecida
```



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

```
y_predecida = predecir(X_prueba, modelo)
print(y_predecida)
```

```
[ 'yes'  'no'  'yes'  'no' ]
```

```
exactitud = np.mean(y_predecida == y_prueba) * 100
print("La exactitud es {:.1f}%".format(exactitud))
```

```
La exactitud es 50.0%
```



One Rule - OneR - 1R

Implementación en Python

```
from sklearn.metrics import classification_report  
print(classification_report(y_prueba, y_predecida))
```

	precision	recall	f1-score	support
no	0.50	0.50	0.50	2
yes	0.50	0.50	0.50	2
micro avg	0.50	0.50	0.50	4
macro avg	0.50	0.50	0.50	4
weighted avg	0.50	0.50	0.50	4



One Rule - OneR - 1R

Asignación

- Ejecutar el algoritmo **OneR** usando el conjunto de datos **weather.numeric.csv** y discuta el modelo algoritmo resultante.



Competencias a adquirir en la sesión

- Al finalizar la sesión el alumno comprenderá el funcionamiento del **aprendizaje inductivo**.
- Al finalizar la sesión el alumno implementará **modelos algoritmos de clasificación** usando conjuntos de datos.
- Al finalizar la sesión el alumno **entenderá** el funcionamiento del algoritmo **One Rule**.
- Al finalizar la sesión el alumno **aplicará** el algoritmo **One Rule** para obtener modelos algorítmicos.

