

# Técnicas de Inteligencia Artificial

Claudia Villalonga

## Tema 3. Aprendizaje de reglas de clasificación Algoritmo de recubrimiento secuencial PRISM

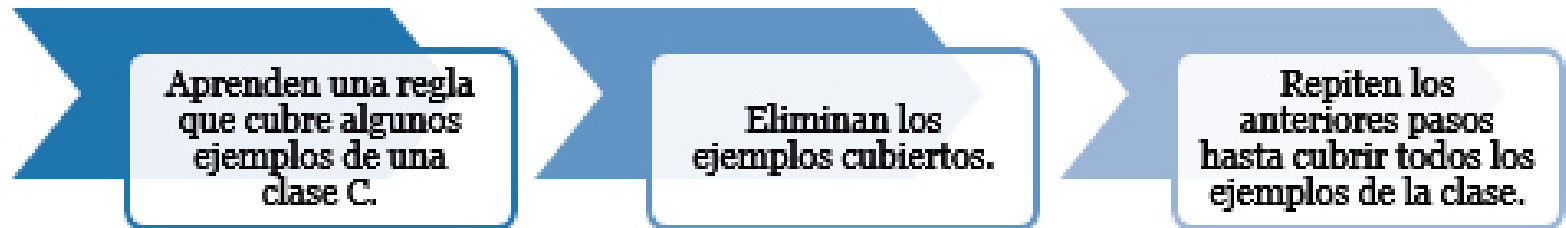


# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ▶ Algoritmos de recubrimiento secuencial

- Aprendizaje directo de conjuntos de reglas de clasificación

Estos algoritmos en cada iteración:



- Uso iterativo de un procedimiento que seleccione una única regla de buena precisión pero sin necesidad de que cubra todos los ejemplos positivos



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Algoritmo básico de recubrimiento secuencial

```
PROCEDIMIENTO Recubrimiento_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)
COMIENZO
  Reglas  $\leftarrow \{\}$ 
  Para cada clase C de Clases
    COMIENZO
      E  $\leftarrow$  Ejemplos
      Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)
        COMIENZO
          Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)
          Reglas  $\leftarrow$  Reglas + {Regla}
          E  $\leftarrow$  E - {Ejemplos de E clasificados correctamente por Regla}
        FIN
      FIN
    Devolver Reglas
  FIN
```

- Se podría incluir una condición adicional que evalúe la calidad de la regla aprendida para considerar o descartar esta regla



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Algoritmo básico de aprendizaje de una regla

```
PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)
COMIENZO
    Regla ← regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase
    MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos ≠ ∅)
    COMIENZO
        Restricciones ← {}
        Para cada atributo A no utilizado en la regla
        COMIENZO
            Para cada valor v de A
            COMIENZO
                Restricciones ← Restricciones + {A=v}
            FIN
        FIN
        Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)
        Regla ← añadir restricción al antecedente
        Atributos ← atributos - {atributo de Restriccion}
    FIN
    Devolver Regla
FIN
```

— Búsqueda codiciosa (sin retroceso) de lo general a lo específico



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

- ▶ **Algoritmo PRISM** (Cendrowska, 1987)
  - Algoritmo de recubrimiento secuencial
  - Aprendizaje de las reglas basado en la medida de **confianza** (utilizada en el procedimiento *mejorRestriccion*)
  - Lógica del algoritmo:
    - Se escoge la regla más general (sin restricciones en el antecedente)
    - Se selecciona la mejor restricción en base a la confianza
    - En caso de empate se escoge la restricción de mayor cobertura (o mayor soporte)



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM



PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)  
COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases  $C = No$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos  $E = \{E1, E2, \dots E14\}$

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C) **VERDADERO**

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

No    {E1, E2, ... E14}    {Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento}

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla ← regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

SI --- ENTONCES jugar = No

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos ≠ ∅) VERDADERO

COMIENZO

Restricciones ← {}

Para cada atributo A no utilizado en la regla    A = Ambiente

COMIENZO

Para cada valor v de A    v = soleado

COMIENZO

Restricciones ← Restricciones + {A=v}

Restricciones = {Ambiente = soleado}

FIN

FIN

...

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	Alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

SI --- ENTONCES jugar = No

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = No

Confianza =  $3/5 = 0,6$

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Sí
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Sí
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Sí
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Sí
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No





# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado,  
Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media,  
Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal,  
Viento=verdadero, Viento = falso}

SI --- ENTONCES jugar = No

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

**SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = No**

SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = No

SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = No

SI Temperatura=alta ENTONCES jugar = No

SI Temperatura=media ENTONCES jugar = No

SI Temperatura=baja ENTONCES jugar = No

SI Humedad=alta ENTONCES jugar = No

SI Humedad=normal ENTONCES jugar = No

SI Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

SI Viento = falso ENTONCES jugar = No

**Confianza = 0,6**

Confianza = 0

Confianza = 0,4

Confianza = 0,5

Confianza = 0,33

Confianza = 0,25

Confianza = 0,57

Confianza = 0,14

Confianza = 0,5

Confianza = 0,25

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

Restriccion = Ambiente=soleado



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Ambiente=soleado

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = No

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

Atributos = {Temperatura, Humedad, Viento}

FIN



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

Regla: SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = No

Atributos = {Temperatura, Humedad, Viento}

=> VERDADERO

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restricciones = {Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Temperatura=alta, Temperatura=media,  
Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal,  
Viento=verdadero, Viento = falso}

SI Ambiente=soleado  
ENTONCES jugar = No

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

**SI Ambiente=soleado AND Temperatura=alta ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Temperatura=media ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Temperatura=baja ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Humedad=normal ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Viento = falso ENTONCES jugar = No**

**Confianza = 1**

**Confianza = 0,5**

**Confianza = 0**

**Confianza = 1**

**Confianza = 0**

**Confianza = 0,5**

**Confianza = 0,67**

**SI Ambiente=soleado AND Temperatura=alta ENTONCES jugar = No**

**SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No**

**Cobertura = 2**

**Cobertura = 3**

Restriccion = Humedad=alta



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Humedad=alta

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

Atributos = {Temperatura, Viento}

FIN



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )  $\Rightarrow$  FALSO

Regla: SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No

Atributos = {Temperatura, Viento}

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

FIN

Devolver Regla

FIN

SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	Lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases    C= No

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos    E = {E1, E2, ... E14}

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No

Reglas  $\leftarrow$  Reglas + {Regla}

Reglas = {SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No}

E  $\leftarrow$  E - {Ejemplos de E clasificados correctamente por Regla}

E = {E3, ... E7, E9, ... E14}

FIN

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases     $C = \text{No}$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

$E = \{E3, \dots E7, E9, \dots E14\} \Rightarrow \text{Verdadero}$

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (No,  $\{E3, \dots E7, E9, \dots E14\}$ , {Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento})

...

Reglas  $\leftarrow$  Reglas + {Regla}

E  $\leftarrow$  E - {Ejemplos de E clasificados correctamente por Regla}

FIN

FIN

Devolver Reglas

Reglas = {SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No,  
SI ...}

FIN

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Continuación...



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases     $C = \text{No}$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

$E = \{E3, \dots E7, E9, \dots E14\} \Rightarrow \text{Verdadero}$

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (No,  $\{E3, \dots E7, E9, \dots E14\}$ ,  $\{\text{Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento}\}$ )



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

$\{E3, \dots E7, E9, \dots E14\}$   
 No  
 $\{Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento\}$   
 PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)  
 COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

SI --- ENTONCES jugar = No

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ ) VERDADERO

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones +  $\{A=v\}$

FIN

FIN

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	Lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

SI --- ENTONCES jugar = No

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = No

SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = No

**SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = No**

SI Temperatura=alta ENTONCES jugar = No

SI Temperatura=media ENTONCES jugar = No

SI Temperatura=baja ENTONCES jugar = No

SI Humedad=alta ENTONCES jugar = No

SI Humedad=normal ENTONCES jugar = No

**SI Viento=verdadero ENTONCES jugar = No**

SI Viento = falso ENTONCES jugar = No

Confianza = 0

Confianza = 0

**Confianza = 2/5 = 0,4**

Confianza = 0

Confianza = 0

Confianza = 1/4 = 0,25

Confianza = 1/4 = 0,25

Confianza = 1/7 = 0,14

**Confianza = 2/5 = 0,4**

Confianza = 0

SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = No

SI Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

**Cobertura = 2**

**Confianza = 2**

=> **Selección aleatoria**

Restriccion = Ambiente=lluvioso



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Ambiente=lluvioso

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = No

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

Atributos = {Temperatura, Humedad, Viento}

FIN



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

Regla: SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = No

Atributos = {Temperatura, Humedad, Viento}

=> VERDADERO

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restricciones = {Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Temperatura=alta, Temperatura=media,  
Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal,  
Viento=verdadero, Viento = falso}

SI Ambiente=lluvioso  
ENTONCES jugar = No

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

SI Ambiente=lluvioso AND Temperatura=alta ENTONCES jugar = No

Confianza = 0

SI Ambiente=lluvioso AND Temperatura=media ENTONCES jugar = No

Confianza = 1/3

SI Ambiente=lluvioso AND Temperatura=baja ENTONCES jugar = No

Confianza = 1/2

SI Ambiente=lluvioso AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No

Confianza = 1/2

SI Ambiente=lluvioso AND Humedad=normal ENTONCES jugar = No

Confianza = 1/3

**SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No**

**Confianza = 2/2 = 1**

SI Ambiente=lluvioso AND Viento = falso ENTONCES jugar = No

Confianza = 0

Restriccion = Viento=verdadero



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Viento=verdadero

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

Atributos = {Temperatura, Humedad}

FIN





# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )  $\Rightarrow$  FALSO

Regla: SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

Atributos = {Temperatura, Humedad}

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

FIN

Devolver Regla

FIN

SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases    C= No

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos    E = {E3, ... E7, E9, ... E14}

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No

Reglas  $\leftarrow$  Reglas + {Regla}

Reglas = {SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No,

SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No }

E  $\leftarrow$  E - {Ejemplos de E clasificados correctamente por Regla}

E = {E3, E4, E5, E7, E9, ... E13}

FIN

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases  $C = \text{No}$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)  $\Rightarrow$  FALSO

E = {E3, E4, E5, E7, E9, ... E13}

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	Lluvioso	Media	Alta	Verdadero	No

COMIENZO

...

FIN

FIN

Devolver Reglas

FIN



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases     $C = \text{Sí}$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos     $E = \{E1, E2, \dots E14\}$

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)  $\Rightarrow$  VERDADERO

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Sí
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Sí
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Sí
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Sí
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (Sí,  $\{E1, E2, \dots E14\}$ ,  $\{\text{Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento}\}$ )



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

SI --- ENTONCES jugar = Sí

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ ) VERDADERO

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Si
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Si
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Si
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Si
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Si
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Si
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Si
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Si
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Si
E14	Lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Restricciones = {Ambiente=soleado, Ambiente=nublado, Ambiente=lluvioso, Temperatura=alta, Temperatura=media, Temperatura=baja, Humedad=alta, Humedad=normal, Viento=verdadero, Viento = falso}

SI --- ENTONCES jugar = Sí

Restriccion ← mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Sí
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Sí
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Sí
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Sí
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

SI Ambiente=soleado ENTONCES jugar = Sí

**SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí**

SI Ambiente=lluvioso ENTONCES jugar = Sí

SI Temperatura=alta ENTONCES jugar = Sí

SI Temperatura=media ENTONCES jugar = Sí

SI Temperatura=baja ENTONCES jugar = Sí

SI Humedad=alta ENTONCES jugar = Sí

SI Humedad=normal ENTONCES jugar = Sí

SI Viento=verdadero ENTONCES jugar = Sí

SI Viento = falso ENTONCES jugar = Sí

Confianza =  $2/5 = 0,4$

**Confianza =  $4/4 = 1$**

Confianza =  $3/5 = 0,6$

Confianza =  $2/4 = 0,5$

Confianza =  $4/6 = 0,67$

Confianza =  $3/4 = 0,75$

Confianza =  $3/7 = 0,43$

Confianza =  $6/7 = 0,86$

Confianza =  $3/6 = 0,5$

Confianza =  $6/8 = 0,75$

Restriccion = Ambiente=nublado



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Ambiente=nublado

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

Atributos = {Temperatura, Humedad, Viento}

FIN



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase

MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ )  $\Rightarrow$  FALSO

Regla: SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí

Atributos = {Temperatura, Humedad}

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow \{\}$

Para cada atributo A no utilizado en la regla

COMIENZO

Para cada valor v de A

COMIENZO

Restricciones  $\leftarrow$  Restricciones + {A=v}

FIN

FIN

Restriccion  $\leftarrow$  mejorRestriccion (Restricciones, regla)

Regla  $\leftarrow$  añadir restricción al antecedente

Atributos  $\leftarrow$  atributos - {atributo de Restriccion}

FIN

Devolver Regla

FIN

SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Sí
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Sí
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Sí
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Sí
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No





# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases  $C = \text{Sí}$

COMIENZO

E  $\leftarrow$  Ejemplos

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

COMIENZO

Regla  $\leftarrow$  AprenderUnaRegla (C, E, Atributos)

SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí

Reglas  $\leftarrow$  Reglas + {Regla}

Reglas = {SI Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No,  
SI Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No  
SI Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí }

E  $\leftarrow$  E - {Ejemplos de E clasificados correctamente por Regla}

E = {E1, E2, E4, E5, E6, E8, ... E11, E14}

FIN

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
E3	nublado	Alta	Alta	Falso	Sí
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
E7	Nublado	Baja	Normal	Verdadero	Sí
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
E12	Nublado	Media	Alta	Verdadero	Sí
E13	Nublado	Alta	Normal	Falso	Sí
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

PROCEDIMIENTO Recubrimiento\_secuencial (Clases, atributos, ejemplos)

COMIENZO

Reglas  $\leftarrow \{\}$

Para cada clase C de Clases  $C = \text{Sí}$

COMIENZO

$E \leftarrow \text{Ejemplos}$

Mientras (E contenga ejemplos de la clase C)

$E = \{E1, E2, E4, E5, E6, E8, \dots E11, E14\}$

Id	Ambiente	Temperatura	Humedad	Viento	Jugar
E1	soleado	Alta	Alta	Falso	No
E2	soleado	Alta	Alta	Verdadero	No
<del>E3</del>	<del>nublado</del>	<del>Alta</del>	<del>Alta</del>	<del>Falso</del>	<del>Sí</del>
E4	Lluvioso	Media	Alta	Falso	Sí
E5	Lluvioso	Baja	Normal	Falso	Sí
E6	Lluvioso	Baja	Normal	Verdadero	No
<del>E7</del>	<del>Nublado</del>	<del>Baja</del>	<del>Normal</del>	<del>Verdadero</del>	<del>Sí</del>
E8	Soleado	Media	Alta	Falso	No
E9	Soleado	Baja	Normal	Falso	Sí
E10	Lluvioso	Media	Normal	Falso	Sí
E11	Soleado	Media	Normal	Verdadero	Sí
<del>E12</del>	<del>Nublado</del>	<del>Media</del>	<del>Alta</del>	<del>Verdadero</del>	<del>Sí</del>
<del>E13</del>	<del>Nublado</del>	<del>Alta</del>	<del>Normal</del>	<del>Falso</del>	<del>Sí</del>
E14	lluvioso	Media	alta	Verdadero	No

COMIENZO

Regla  $\leftarrow \text{AprenderUnaRegla} (C, E, \text{Atributos})$

Regla  $\leftarrow \text{AprenderUnaRegla} (\text{No}, E = \{E1, E2, E4, E5, E6, E8, \dots E11, E14\}, \{\text{Ambiente}, \text{Temperatura}, \text{Humedad}, \text{Viento}\})$



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

$\{E1, E2, E4, E5, E6, E8, \dots E11, E14\}$   
 Sí  
 $\{Ambiente, Temperatura, Humedad, Viento\}$   
 PROCEDIMIENTO AprenderUnaRegla (Clase, Ejemplos, Atributos)  
 COMIENZO  
 Regla  $\leftarrow$  regla con antecedente A vacío y con consecuente Clase  
 SI --- ENTONCES jugar = Sí  
 MIENTRAS (regla cubre algún ejemplo negativo AND Atributos  $\neq \emptyset$ ) VERDADERO  
 ...



# Algoritmos de aprendizaje de reglas de clasificación

## ► Aplicación del algoritmo PRISM

Continuando con el algoritmo se aprenden tres reglas más para la clase Sí.

Al final se obtienen las siguientes reglas:

Si Ambiente=soleado AND Humedad=alta ENTONCES jugar = No  
Si Ambiente=lluvioso AND Viento=verdadero ENTONCES jugar = No  
Si Ambiente=nublado ENTONCES jugar = Sí  
Si Humedad=normal AND Viento=falso ENTONCES jugar = Sí  
Si Temperatura=media AND Humedad=normal ENTONCES jugar = Sí  
Si Ambiente=lluvioso AND Viento=falso ENTONCES jugar = Sí

UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

**unir**

[www.unir.net](http://www.unir.net)