Universidad Nacional de Rosario

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Practica IA

Autor:
Joaquin Arroyo

June 11, 2023

Contents

1 Búsqueda

1.1 Ejercicio 1

8-puzzle:

- Estado inicial: S = $\{A \in \mathcal{M}_{3x3}([\![0, 8]\!])\}$
- Estado objetivo: G = $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 8 & 0 & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix}$
- Sea E un estado cualquiera, y sea $\alpha_{ij} = 0$

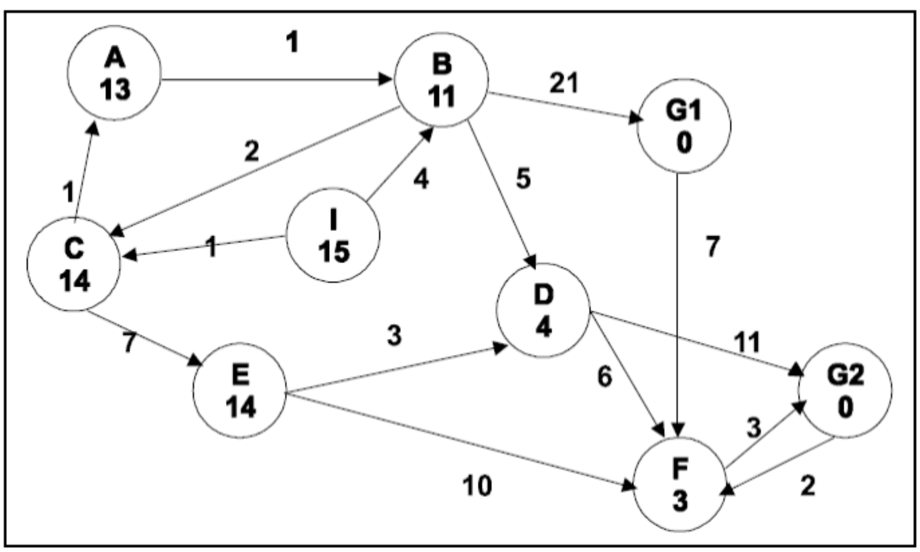
  $up(E) = \begin{cases} E, & \text{si i = 1} \\ E', & \text{otro caso} \end{cases}$

  Donde $\alpha'_{ij} = \begin{cases} \alpha_{(i'-1)j'}, & \text{si } (i', j') = (i, j) \\ 0, & \text{si } (i', j') = (i-1, j) \\ \alpha_{i'j'}, & \text{en otro caso} \end{cases}$

  Luego down(E), right(E) y left(E) son analogos.

Torre de Hanoi:
Completar
Cuadrado latino:
Completar

1.2 Ejercicio 6



Para verificar si h es una heurística admisible, debe valer que $h(x) \leq C^*(x)$ para todo estado x, donde $C^*(x)$ es el costo mínimo para llegar al objetivo partiendo desde x.

x	$h(x)$	$C^*(x)$	$h(x) \leq C^*(x)$
A	13	15	SI
B	11	14 ($ABFG_2$)	SI
C	14	19 ($CDEFG_2$)	SI
D	4	9 (DFG_2)	SI
E	14	12 (EFG_2)	NO
F	3	3 (FG_2)	SI

Luego, h no es una heurística admisible.

Hill Climbing:

Iteracion	Open nodes	Closed nodes
1	I	
2	IB	I
3	IBG_1	I, B
4		I, B, G_1

Luego, el camino elegido es IBG_1.

A Star: (Con chequeo de ancestros)

Iteracion	Open nodes	Closed nodes
1	I	
2	IB(15), IC(15)	I
3	IBD(13), IC(15), IBG_1(25)	I, B
4	IC(15), IBDF(18), IBDG_2(20), IBG_1(25)	I, B, D
5	ICA(15), IBDF(18), IBDG_2(20), ICE(22), IBG_1(25)	I, B, D, C
6	IBDF(18), IBDG_2(20), ICE(22), IBG_1(25)	I, B, D, C, A
7	IBDFG_2(18), IBDG_2(20), ICE(22), IBG_1(25)	I, B, D, C, A, F
8	IBDG_2(20), ICE(22), IBG_1(25)	I, B, D, C, A, F, G_2

Luego, el camino elegido es IBDFG_2.

Primero en profundidad: (Con chequeo de ancestros)

Iteracion	Open nodes	Closed nodes
1	I	
2	IC, IB	I
3	ICA, ICE, IB	I, C
4	ICE, IB	I, C, A
5	ICEF, ICED, IB	I, C, A, E
6	ICEFG_2, ICED, IB	I, C, A, E, F
7	ICED, IB	I, C, A, E, F, G_2

Luego, el camino elegido es ICEFG_2.
Comparando resultados,

Hill Climbing, llego rapidamente (3 iteraciones) a una solucion, pero que tiene un coste alto (25).

A Star llego en mas del doble de iteraciones (7) que Hill Climbing a la solucion, con coste (18).

Y DFS llego con las mismas iteraciones que A Star a la solucion, con coste (21).

1.3 Ejercicio 13

Problema de las n-reinas:

Variables: V = $\{r_i | i \in [\![1, n]\!]\}$
Dominios: $r_i \in [\![1, n]\!]$
Restricciones:

- $r_i \neq r_j$ (restricción por fila)
- La restricción por columnas no hace falta, ya que tenemos una reina en cada columna.
- $|r_i - r_j| \neq |i - j|$ (restricción por diagonales)

1.4 Ejercicio 15

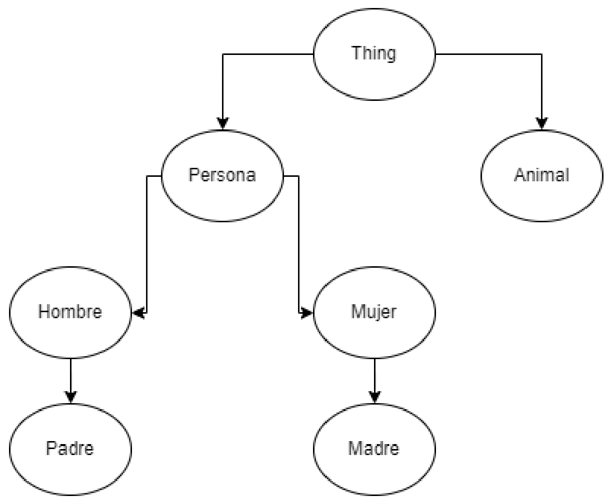
Sudoku:

Variables: V = $\{s_{ij} | i, j \in [\![0, 8]\!]\}$
Dominios: $s_{ij} \in [\![0, 8]\!]$
Restricciones:

- $s_{ij} \neq s_{ij'} \wedge j \neq j'$ (restricción por filas)
- $s_{ij} \neq s_{i'j} \wedge i \neq i'$ (restricción por columnas)
- $s_{ij} \notin \{s_{i'j'} \mid 3(i \div 3) \leq i' \leq 3(i \div 3) + 2 \wedge 3(j \div 3) \leq j' \leq 3(j \div 3) + 2 \wedge (i', j') \neq (i, j)\}$

2 Ontologias

2.1 Ejercicio Extra



Todas las flechas son *is_a*.

Persona y Animal son clases disjuntas.
Persona $\sqcap$ Animal $\equiv \emptyset$

Propiedades:
hasChild : Persona $\rightarrow$ Persona
isChild $\equiv$ inversa de hasChild
isDescendant : Persona $\rightarrow$ Persona (Transitiva)
hasPet : Persona $\rightarrow$ Animal
isPet $\equiv$ inversa de hasPet
isParent $\equiv$ Padre $\sqcup$ Madre
isBioMother : Madre $\rightarrow$ Persona (Funcional)
isRelated : Persona $\rightarrow$ Persona (Simétrica)

Clases definidas:
Padre $\equiv$ Hombre $\sqcap$ hasChild.$\top$
Hombre and hasChild min 1
Madre $\equiv$ Mujer $\sqcap$ hasChild.$\top$
Mujer and hasChild min 1

DL Queries:
isPerson $\equiv$ Persona
isFather $\equiv$ Padre
isMother $\equiv$ Madre
isGrandparent $\equiv$ Persona $\sqcap$ $\exists$ hasChild.(hasChild.$\top$)

$$\text{Persona and hasChild.hasChild}$$

$$\text{likesAnimals} \equiv \text{Persona} \sqcap \exists\ \text{hasPet}.\top$$

$$\text{Persona and (hasPet min 1)}$$

$$\text{isJuliaDescendent} \equiv \text{Persona} \sqcap (\exists\ \text{isDescendant}.\{\text{Julia}\})$$

3 Redes Bayesianas

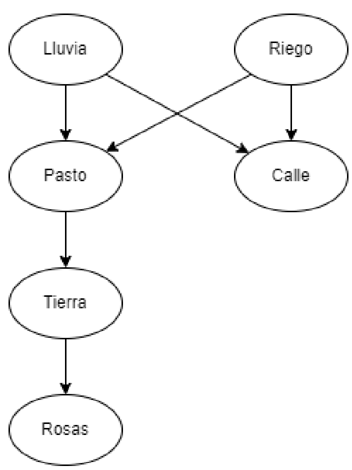
3.1 Ejercicio 3

Consideremos la siguiente historia: María sale afuera y observa que la calle y el pasto están mojados. Ella concluye que ha llovido recientemente, además decide que no regará las rosas del jardín. Supongamos que ella usa las siguientes reglas:
Lluvia o Riego $\Longrightarrow$ Calle=mojada
Lluvia o Riego $\Longrightarrow$ Pasto=mojado
Pasto=mojado $\Longrightarrow$ Tierra=húmeda
Tierra=húmeda $\Longrightarrow$ Rosas=OK

Reglas:

- se riega un 40% de los días en ese barrio
- el porcentaje de lluvia es un 25%,
- el pasto y la calle, sólo están mojados si llueve o se riega
- P(Tierra=húmeda/ Pasto=mojado) = 0.9
- P(Tierra=seca / Pasto=seco) = 0.6
- P(Rosas=OK / Tierra=húmeda) = 0.7
- P(Rosas=OK / Tierra=seca) = 0.2

a) Transforme este conjunto de reglas en un grafo causal, considerando cada variable booleana. Haga las siguientes consideraciones para asignar probabilidades a los nodos, construyendo así una red Bayesiana.



$P(Lluvia) = 0.25$, $P(Riego) = 0.4$

Lluvia	Riego	P(Pasto / Lluvia, Riego)	P(Calle / Lluvia, Riego)
V	V	1	1
V	F	1	1
F	V	1	1
F	F	0	0

Pasto	P(Tierra/Pasto)	P(¬Tierra/Pasto)
V	0.9	0.1
F	0.4	0.6

Tierra	P(Rosas/Tierra)	P(¬Rosas/Tierra)
V	0.7	0.3
F	0.2	0.8

b) La probabilidad conjunta de la situación donde las rosas están OK, la tierra está seca, el pasto mojado, la calle esta mojada, el riego está cerrado y está lloviendo:

$P(Rosas \wedge \neg Tierra \wedge Pasto \wedge Calle \wedge \neg Riego \wedge Lluvia) =$
$= P(Rosas/\neg Tierra)P(\neg Tierra/Pasto)P(Pasto/Lluvia, \neg Riego)$
$P(Calle/Lluvia, \neg Riego)P(Lluvia)P(\neg Riego) =$
$= 0.2 \times 0.1 \times 1 \times 1 \times 0.25 \times 0.6 =$
$= 0.003$

c) Realice una forma de revisión de creencias (belif revision). En este caso la red se puede utilizar para modelar tareas explicitarías o de diagnóstico. La meta es encontrar asignaciones de las variables de modo que se maximice el estado en que se presenta alguna evidencia. En este ejemplo, que las rosas están OK. (xi/ P(xi, rosas=OK) es max).

Dados $l \in \{\neg Lluvia, Lluvia\}, r \in \{\neg Riego, Riego\}, p \in \{\neg Pasto, Pasto\}, c \in \{\neg Calle, Calle\}, t \in \{\neg Tierra, Tierra\}$, debemos calcular:
$max(P(l \wedge r \wedge p \wedge c \wedge t \wedge Rosas))$ para todas las combinaciones.

Dada la configuración de esta red:
$P(Rosas/t)$ es max si $t = Tierra$
$P(Tierra/p)$ es max si $p = Pasto$

$P(Pasto/l, r)$ es max si $l = Lluvia$ y $r = Riego$ o $l = \neg Lluvia$ y $r = Riego$ o $l = Lluvia$ y $r = \neg Riego$.

A partir de esto, calculemos las probabilidades individuales de l y r, para ver como inciden en la multiplicación final.

$P(Riego)P(Lluvia) = 0.4 \times 0.25 = 0.1$
$P(\neg Riego)P(Lluvia) = 0.6 \times 0.25 = 0.15$
$P(Riego)P(\neg Lluvia) = 0.4 \times 0.75 = 0.3$

Luego, tomamos $r = Riego$ y $l = \neg Lluvia$

A partir de esto, vemos que necesariamente $c = Calle$, si no tenemos una contradicción.

Luego, la combinación que nos da la probabilidad máxima es $P(\neg Lluvia \wedge Riego \wedge Pasto \wedge Calle \wedge Tierra \wedge Rosas)$

d) Realice un proceso de actualización de las creencias (belief updating), donde interesa solo la probabilidad de un conjunto de variables dada cierta evidencia, en este caso, sabiendo que las rosas están OK, nuestro foco es el pasto, pedimos calcular: P(pasto=mojado/rosas=OK).

$$P(Pasto/Rosas) = \frac{P(Pasto \wedge Rosas)}{P(Rosas)} = \frac{P(Pasto \wedge Rosas)}{P(Pasto \wedge Rosas) + P(\neg Pasto \wedge Rosas)} =$$

$$P(Pasto \wedge Rosas) \sum_{l \in \{\neg L, L\}, r \in \{\neg R, R\}, c \in \{\neg C, C\}, t \in \{\neg T, T\}} P(l \wedge r \wedge Pasto \wedge c \wedge t \wedge Rosas)$$

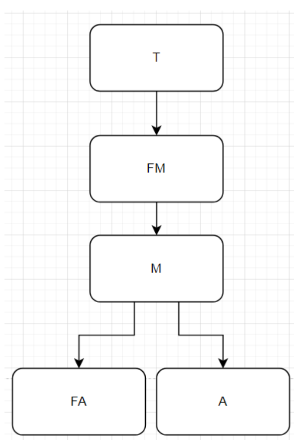
$$P(\neg Pasto \wedge Rosas) = \sum_{l \in \{\neg L, L\}, r \in \{\neg R, R\}, c \in \{\neg C, C\}, t \in \{\neg T, T\}} P(l \wedge r \wedge \neg Pasto \wedge c \wedge t \wedge Rosas)$$

Luego, debemos calcular todas las combinaciones, para obtener las probabilidades, y reemplazando, obtenemos $P(Pasto/Rosas)$.

3.2 Ejercicio 5

Una estación de energía local cuenta con una alarma que detecta cuando un medidor de temperatura pasa cierto límite. El medidor indica la temperatura interior. Considere las variables booleanas A (suena la alarma), FA (falla la alarma) y FM (medidor esta averiado); así como los nodos que tienen valor múltiple M (lectura del medidor) y T (temperatura interior real).

a) Dibuje una red Bayesiana para este dominio, considerando que el medidor de temperatura tiene más posibilidades de fallo cuando la temperatura se eleva.



b)Suponga que existen dos temperaturas posibles y reales: Normal y Alta, y que el medidor produce mediciones incorrectas de la temperatura 2% de las veces cuando está funcionando y el 40% de las veces cuando falla. Obtenga la tabla de probabilidad condicional para M.

FM	P(M / FM)	P(¬ M / FM)
V	0.6	0.4
F	0.98	0.02

c) Suponga que la alarma funciona a menos que este rota, en cuyo caso nunca suena. Obtenga la tabla de probabilidad condicional para A.

M	P(A / M)	P(¬ A / M)
V	0.6	0.4
F	0.98	0.02

d) Calcule la probabilidad de que la temperatura interior sea Alta, sabiendo que el medidor funciona y que suena la alarma.

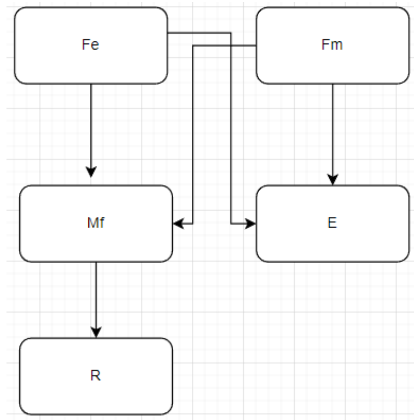
3.3 Ejercicio Parcial 2021

Un técnico de una fábrica entra a su lugar de trabajo y antes de hacer una revisión detallada del equipamiento observa si una luz que marca señales en un tablero está encendida (E). Esta luz se enciende ante desperfectos eléctricos del equipo (Fe), pero también ante otras circunstancias. Por otra parte, el equipo suele presentar fallas mecánicas (Fm). Si bien hay varias alternativas de back-ups, ambas fallas pueden provocar que el equipo entre en mal funcionamiento (Mf) lo cual hay que corregir lo antes posible para que el sector no pare la producción.

Finalmente, si el equipo no está funcionando bien, el técnico suele escuchar ciertos ruidos debido a rozamientos no deseados o al motor forzado (R) aunque a veces los confunde con otros ruidos de la fábrica.

Realizando el mantenimiento adecuado, según las especificaciones del equipo las fallas eléctricas se dan en un 5% y las mecánicas en un 10%. La luz del tablero se enciende el 60% de las veces que hay falla eléctrica y por otros motivos, el 5%. El equipo no funciona correctamente cuando hay falla eléctrica el 80% de las veces, y cuando hay falla mecánica el 90% de las veces, cuando se dan las dos un 95% y hay veces que no funciona bien sin ninguno de estos motivos (10%). Cuando el equipo no funciona correctamente el técnico suele escuchar ruidos debidos a rozamientos o motor forzado, que lo alertan el 70% de las veces y a veces, no son del equipo y se confunde con otros ruidos de la fábrica un 5

a) Represente el problema en una red bayesiana. ¿Qué tipo de revisiones o actualizaciones de creencias permite hacer esta red?



$P(Fe) = 0.05$, $P(Fm) = 0.1$

Fm	Fe	$P(E/Fm, Fe)$	$P(\neg E/Fm, Fe)$
V	V	0.65	0.35
V	F	0.05	0.95
F	V	0.6	0.4
F	F	0	1

Fm	Fe	$P(Mf/Fm, Fe)$	$P(\neg Mf/Fm, Fe)$
V	V	0.95	0.05
V	F	0.9	0.1
F	V	0.8	0.2
F	F	0.1	0.9

Mf	$P(R/Mf)$	$P(\neg R/Mf)$
V	0.7	0.3
F	0.05	0.95

Esta red permite saber por ejemplo, que probabilidad hay de que haya alguna falla (electrica o mecanica) a partir de la evidencia de ruido del tecnico (belief updating), y tambien calcular cuando es maxima la probabilidad de mal funcionamiento de la maquina (belief revision).

b) Dada esta representación qué estimación se puede dar de que se den en forma conjunta los siguientes eventos: Que no haya falla eléctrica, la luz no esté encendida, que haya falla mecánica, que el equipo no esté funcionando bien y que el técnico escuche ruidos que lo alerten.

$P(\neg Fe \wedge \neg E \wedge Fm \wedge Mf \wedge R) = P(\neg Fe)P(Fm)P(\neg E/\neg Fe, Fm)P(Mf/\neg Fe, Fm)P(R/Mf) = 0.95 \times 0.1 \times 1 \times (0.1 \times 0.9) \times 0.7 = 0,005985$

c)Si el técnico llega a la fábrica y no ve la luz encendida pero escucha ruidos anormales, ha aumentado sus creencias respecto a que haya una falla mecánica ante estas evidencias? Justificar la respuesta mediante el cómputo de probabilidades.

Queremos ver la probabilidad $P(Fm/\neg E, R) = \frac{P(Fm \wedge \neg E \wedge R)}{P(\neg E \wedge R)} =$

$= \frac{P(Fm \wedge R)}{P(Fm \wedge \neg E \wedge R) + P(\neg Fm \wedge \neg E \wedge R)}$

Luego,
$P(Fm \wedge \neg E \wedge R) = \sum_{fe \in \{\neg Fe, Fe\}, mf \in \{\neg Mf, Mf\}} P(Fm \wedge R \wedge fe \wedge mf \wedge \neg E)$

$P(Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge Fe \wedge Mf) = P(Fe)P(Fm)P(\neg E/Fm, Fe)P(Mf/Fm, Fe)P(R/Mf) =$
$0.05 \times 0.1 \times 0.35 \times 0.95 \times 0.7 = 0.00116375$

$P(Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge \neg Fe \wedge Mf) = P(\neg Fe)P(Fm)P(\neg E/Fm, \neg Fe)P(Mf/Fm, \neg Fe)P(R/Mf) =$
$0.95 \times 0.1 \times 0.95 \times 0.9 \times 0.7 = 0.0568575$

$P(Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge Fe \wedge \neg Mf) = P(Fe)P(Fm)P(\neg E/Fm, Fe)P(\neg Mf/Fm, Fe)P(R/\neg Mf) =$
$0.05 \times 0.1 \times 0.35 \times 0.1 \times 0.05 = 0.00000875$

$P(Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge \neg Fe \wedge \neg Mf) = P(\neg Fe)P(Fm)P(\neg E/Fm, \neg Fe)P(\neg Mf/Fm, \neg Fe)P(R/\neg Mf) =$
$0.95 \times 0.1 \times 0.95 \times 0.1 \times 0.05 = 0.00045125$

Realizando las sumas: $P(Fm \wedge \neg E \wedge R) = 0.05848125$
Luego,
$P(\neg Fm \wedge \neg E \wedge R) = \sum_{fe \in \{\neg Fe, Fe\}, mf \in \{\neg Mf, Mf\}} P(\neg Fm \wedge R \wedge fe \wedge mf \wedge \neg E)$

$P(\neg Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge Fe \wedge Mf) = P(Fe)P(\neg Fm)P(\neg E/\neg Fm, Fe)P(Mf/\neg Fm, Fe)P(R/Mf) =$
$0.05 \times 0.9 \times 0.4 \times 0.8 \times 0.7 = 0.01008$

$P(\neg Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge \neg Fe \wedge Mf) = P(\neg Fe)P(\neg Fm)P(\neg E/\neg Fm, \neg Fe)P(Mf/\neg Fm, \neg Fe)P(R/Mf) =$
$0.95 \times 0.9 \times 1 \times 0.1 \times 0.7 = 0.05985$

$P(\neg Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge Fe \wedge \neg Mf) = P(Fe)P(\neg Fm)P(\neg E/\neg Fm, Fe)P(\neg Mf/\neg Fm, Fe)P(R/\neg Mf) =$
$0.05 \times 0.9 \times 0.4 \times 0.2 \times 0.05 = 0.00018$

$P(\neg Fm \wedge R \wedge \neg E \wedge \neg Fe \wedge \neg Mf) = P(\neg Fe)P(\neg Fm)P(\neg E/\neg Fm, \neg Fe)P(\neg Mf/\neg Fm, \neg Fe)P(R/\neg Mf) =$
$0.95 \times 0.9 \times 1 \times 0.9 \times 0.05 = 0.038475$

Realizando las sumas: $P(\neg Fm \wedge \neg E \wedge R) = 0.108585$

Reemplazando:
$P(Fm/\neg E, R) = \frac{P(Fm \wedge \neg E \wedge R)}{P(\neg E \wedge R)} =$
$= \frac{0.05848125}{0.05848125 + 0.108585} = \frac{0.05848125}{0.16706625} \approx 0.35$
Comparando con la probabilidad de Fm, vemos que esta ha aumentado dadas las evidencias.

4 Fuzzy Systems

4.1 Ejercicio 1

Supongamos que un médico pediatra realiza un primer diagnóstico observando si hay Fiebre, Dolor de garganta, Sarpullido.

1. Si hay sólo fiebre media o alta, se puede pensar en una virosis de origen dudoso y se observa al paciente durante las siguientes 24 hs. Medicar con antitérmico.

2. Si hay fiebre alta y dolor de garganta intenso, se puede pensar en una laringitis. Medicar con antitérmico/analgésico.

3. Si hay fiebre alta y dolor de garganta y sarpullido rojo de textura áspera como la del papel de lija, se debe pensar en escarlatina (Streptococcus grupo A, escarlatina). Medicar con antibiótico.

Los valores normales de fiebre son desde 36 grados por debajo (alrededor) de 37 grados, entre 37 y 38 se puede pensar en fiebre media, a partir de los 39 grados, fiebre francamente alta.

Los niveles de dolor de garganta son evaluados por el paciente con una escala de 0 a 1: Bajo-Medio-Alto conjuntos separados en forma regular según las formas semi-trapezoidal inferior, triangular, semi-trapezoidal superior, respectivamente.

El aspecto del sarpullido se puede medir entre color y textura del 1 al 10 por un experto según las formas semi-trapezoidal inferior (poco color/textura), triangular (color o textura visible), semi-trapezoidal superior (color y textura importante).

Identificar:

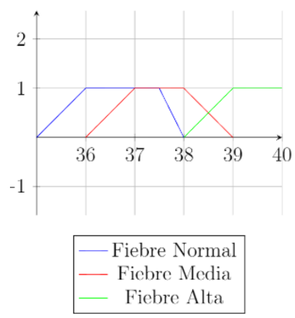
a) Las variables lingüísticas.

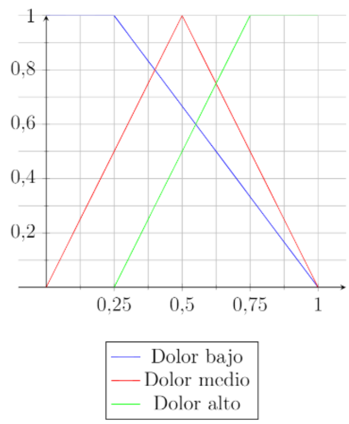
b) Los conjuntos borrosos. Dibujarlos.

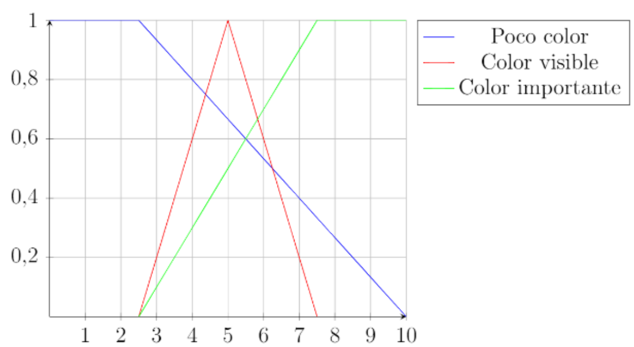
c) Las reglas borrosas.

Las variables lingüísticas son: Fiebre, Dolor de garganta, Sarpullido.

Los conjuntos borrosos son los siguientes:







Las reglas borrosas son las siguientes:

1. Si $FIEBRE = M \vee FIEBRE = A$ then $VIROSIS \wedge ANTITERMICO$
2. Si $FIEBRE = A \wedge DOLOR = A$ then $LARINGITIS \wedge ANTITERMICO/ANALGESICO$
3. Si $FIEBRE = A \wedge DOLOR = M \wedge SARPULLIDO = CI$ then $ESCARLATINA \wedge ANTIBIOTICO$

Predecir la acción del pediatra según observe las siguientes entradas:

1. Fiebre de 38 grados, dolor de garganta agudo (del 1 al 10 el paciente dice 7 durante el día y 9 al atardecer), no hay sarpullido. Qué operaciones borrosas utiliza?

2. Fiebre de 39 grados, dolor de garganta medio (del 1 al 10 el paciente dice 6 durante el día y 7 al atardecer), hay sarpullido rojo tipo lija (del 1 al 10 el médico observa un 7). Qué operaciones borrosas utiliza?

1.
$\mu_{F-B}(38) = 0$, $\mu_{F-M}(38) = 1$, $\mu_{F-A}(38) = 0$
La primer regla no se dispara ya que pide SOLO $FIEBRE = A$ o $FIEBRE = M$, y ademas tenemos dolor.
La segunda y tercer regla no se disparan, ya que tenemos $\mu_{F-A}(38) = 0$.

2.
FIEBRE: $\mu_{F-B}(39) = 0$, $\mu_{F-M}(39) = 0$, $\mu_{F-A}(39) = 1$

DOLOR: $\mu_{D-B}(6) = 0.55$, $\mu_{D-M}(6) = 0.8$, $\mu_{D-A}(6) = 0.7$
$\mu_{D-B}(7) = 0.4$, $\mu_{D-M}(7) = 0.6$, $\mu_{D-A}(7) = 0.9$

SARPULLIDO: $\mu_{S-PC}(7) = 0.4$, $\mu_{S-CV}(7) = 0.2$, $\mu_{S-CI}(7) = 0.9$

La primer regla no se dispara ya que pide SOLO $FIEBRE = A$ o $FIEBRE = M$, y ademas tenemos dolor y sarpullido.
La primer regla no se dispara ya que pide SOLO $FIEBRE = A$ y $DOLOR = A$, y ademas tenemos sarpullido.
La tercer regla se dispara, ya que tenemos $\mu_{F-A}(39) = 1$, por el dia $\mu_{D-M}(6) = 0.8$, por la noche $\mu_{D-M}(7) = 0.6$ y tenemos $\mu_{S-CI}(7) = 0.9$.
Luego, el grado de veracidad de la regla por el dia es:
$\mu_{premisa-D-R3} = min(1, 0.8, 0.9) = 0.8$, y por la noche:
$\mu_{premisa-N-R3} = min(1, 0.6, 0.9) = 0.6$

4.2 Ejercicio 2

$ICM = 55 \implies Alto \approx 0.7\ MedioAlto \approx 0.3$
$Presion = 25 \implies Alta \approx 2/3\ Media \approx 1/3$
•Si ICM es $Alto$ y $Presion$ es NO $Media$ entonces:
$Min(0.7, 1 - 1/3) = Min(0.7, 2/3) = 2/3$
$Prod(0.7, 1 - 1/3) = 0.7 \times 2/3 = 7/15$
$W(0.7, 1 - 1/3) = max(0, 0.7 + 2/3 - 1) = 11/30$
$Z(0.7, 1 - 1/3) = 0$
•Si ICM es $MedioAlto$ y $Presion$ es $Alta$ entonces:
$Min(0.3, 2/3) = 0.3$
$Prod(0.3, 2/3) = 0.3 \times 2/3 = 0.2$

$W(0.3, 2/3) = max(0, 0.3 + 2/3 - 1) = 0$
$Z(0.3, 2/3) = 0$

$Presion = 15 \implies Media \approx 1 \; Alta \approx 0$
•Si ICM es $Alto$ y $Presion$ es NO $Media$ entonces:

$Min(0.7, 1 - 1) = Min(0.7, 0) = 0$
$Prod(0.7, 1 - 1) = 0.7 \times 0 = 0$
$W(0.7, 1 - 1) = max(0, 0.7 + 0 - 1) = 0$
$Z(0.7, 1 - 1) = 0$
•Si ICM es $MedioAlto$ y $Presion$ es $Alta$ entonces:

$Min(0.7, 0) = Min(0.7, 0) = 0$
$Prod(0.7, 0) = 0.7 \times 0 = 0$
$W(0.7, 0) = max(0, 0.7 + 0 - 1) = 0$
$Z(0.7, 0) = 0$

4.3 Ejercicio 3

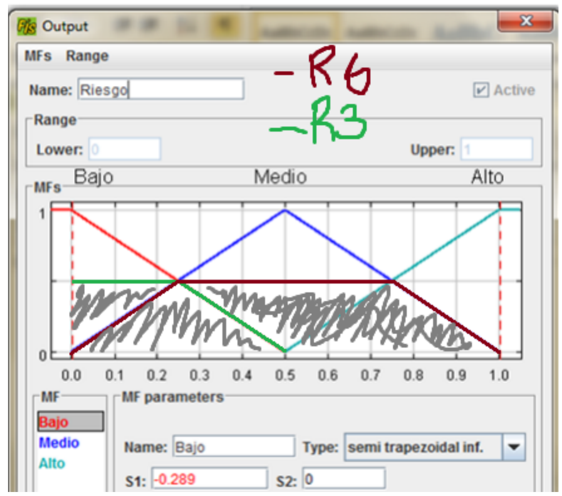
Rules Display

Rule	Active	IF IMC	AND Presion	THEN Riesgo
1	✔	Bajo		Alto
2	✔	Medio_bajo	Baja	Bajo
3	✔	Medio_bajo	Media	Bajo
4	✔	Medio_bajo	Alta	Medio
5	✔	Medio_alto	Baja	Medio
6	✔	Medio_alto	Media	Medio
7	✔	Medio_alto	Alta	Alto
8	✔	Alto		Alto

Dados $ICM = 35$ y $Presion = 15$
a) Determine el grado de veracidad o disparo de cada una de las reglas.
Solo se activan las reglas 3 y 6.
$\mu_{Imc-mb}(35) = \mu_{Imc-ma}(35) = 0.5$
$\mu_{P-M}(15) = 1$
$R_3 : \mu_{Premisa-R_3} = 0.5$ y $R_6 : \mu_{Premisa-R_6} = 0.5$

b) Estime el Riesgo según el método de inferencia MaxMin y defuzificación según el valor medio del máximo.

A partir de las premisas del punto **a)** graficamos los respectivos conjuntos difusos y aplicamos la inferencia MaxMin



Luego, el valor defusificado va a ser el valor medio del intervalo $[0, 0.75]$ que es 0.375, luego, ese es el valor del riesgo.

c) Analice si se puede reescribir el modelo en un número de reglas menor admitiendo el uso de más operadores lógicos.

Se pueden juntar las siguientes reglas:

$R_2 + R_3 =$ IF $IMC = MB$ and $P = (B \vee M)$ THEN B

$R_5 + R_6 =$ IF $IMC = MA$ and $P = (B \vee M)$ THEN M

4.4 Ejercicio 5

Considere las siguientes reglas como parte de la base de conocimiento de un robot autónomo. En ellas se muestra la relación entre las variables sensadas: distancia a un objeto (Dist); Fuerza de Rozamiento (Fr) y acciones consecuentes que realiza el objeto: aplicación de fuerza de frenado (Ffrena).

$R1$: Si Dist es media y Fr es baja entonces Ffrena es alta

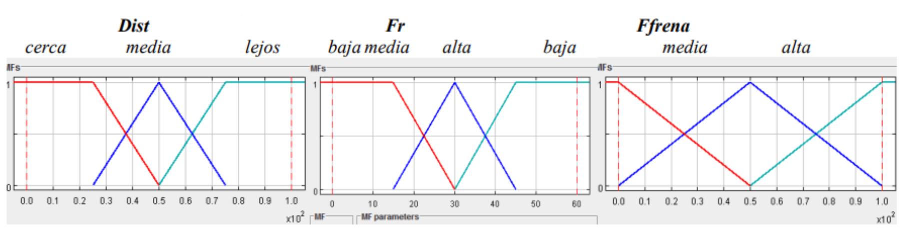
$R2$: Si Dist es cerca y Fr es baja entonces Ffrena es media

$R3$: Si Dist es lejos y Fr es baja entonces Ffrena es media

$R4$: Si Dist es cerca y Fr es alta entonces Ffrena es media

$R5$: Si Dist es cerca y Fr es media entonces Ffrena es alta

Con las siguientes variables lingüísticas y conjuntos borrosos:



(El gráfico de Fr debe ser: baja - media - alta)

a) Determinar cuántas y qué reglas se disparan si ocurre un hecho donde un robot tiene un objeto a una distancia Dist = 70 metros siendo la Fuerza de Rozamiento Fr = 23 N. Indique el grado de veracidad (disparo) de cada regla usando la T-norma mínimo.

$Dist = 70 \implies \mu_{Media}(70) = 0.2$ y $\mu_{Lejos}(70) = 0.8$

$Fr = 23 \implies \mu_{Baja}(23) = 0.5$ y $\mu_{Alta}(23) = 0.5$

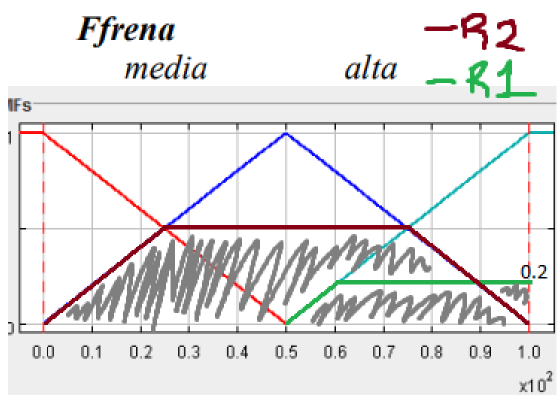
Luego, se disparan las reglas $R1$ y $R2$.

Grado de activación $R1$: $min(0.2, 0.8) = 0.2$

Grado de activación $R3$: $min(0.5, 0.5) = 0.5$

b) Estimar la fuerza de frenado Ffrena para dicho hecho (Dist = 70; Fr = 23 N) según el modelo de inferencia de MaxMin. OBS: para defuzzificar, usar la técnica del valor medio del valor máximo del área.

A partir de las premisas del punto **a)** pasamos a graficar los respectivos conjuntos difusos y a aplicar la inferencia MaxMin.



Para calcular el valor defusificado de $Ffrena$ usando la técnica del valor medio del valor máximo del área, tomamos el punto medio del intervalo $[0.25, 0.75]$ que es 0.5, luego, ese es nuestro valor defusificado.

c) Nuevamente, determinar cuántas y qué reglas se disparan si ocurre otro hecho donde el robot tiene un objeto a una distancia Dist = 50 metros siendo la Fuerza de Rozamiento Fr = 30 N.

$Dist = 50 \implies \mu_{Media}(50) = 1$

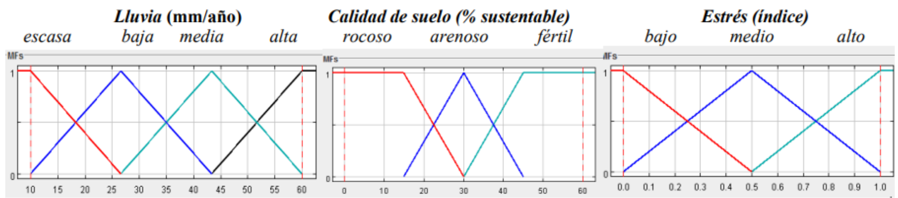
$Fr = 30 \implies \mu_{Media}(30) = 1$

Luego, no se dispara ninguna regla.

4.5 Ejercicio 6

Un experto agricultor vitivinícola conoce las reglas que relaciona el estrés de la uva (e): cantidad de lluvia (ll) y calidad de suelo (s) vs. el grado de concentración aromático (a), y el grado de concentración vs. tiempo de añejado (t) para obtener un buen vino.

Las reglas son las siguientes:
REGLA1: Si ll es escasa y s es rocoso entonces e es elevado
REGLA2: Si ll es baja y s es arenoso entonces e es medio
REGLA3: Si ll es media y s es fértil entonces e es bajo
REGLA4: Si e es elevado entonces t es corto
REGLA5: Si e es medio entonces t es medio
REGLA6: Si e es bajo entonces t es alto



a) Identifique las variables lingüísticas de entrada y salida en cada una de las etapas. Indique los conjuntos en cada caso.

Las variables lingüísticas son:

Etapa 1: Estrés de la uva(salida), cantidad de lluvia y calidad de suelo.

Etapa 2: Tiempo de añejado.

b) Etapa 1: Determinar el estrés e para una cantidad de lluvia ll = 15 mm/año y para un suelo s = 23% sustentable según el modelo de inferencia de Mamdani (Max-Min). Indique qué reglas se disparan en este caso. OBS: para defuzzificar, usar la técnica del primer valor máximo del área.

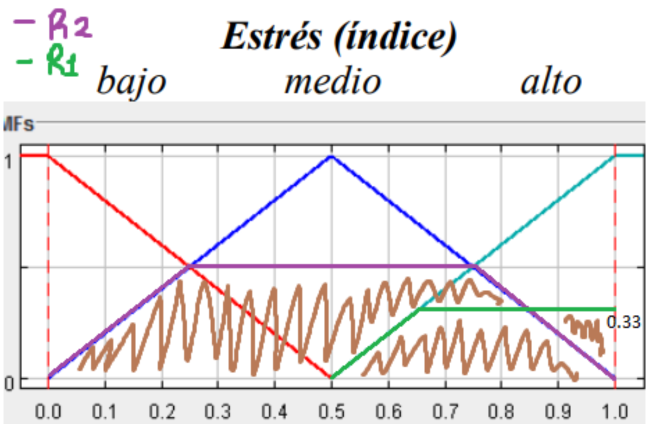
$\mu_{ll-e}(15) = 0.33$, $\mu_{ll-b}(15) = 0.66$, $\mu_{ll-m}(15) = 0$ y $\mu_{ll-a}(15) = 0$

$\mu_{s-r}(23) = 0.5$, $\mu_{s-a}(23) = 0.5$ y $\mu_{s-f}(23) = 0$

Las reglas que se disparan son las siguientes: R1 y R2

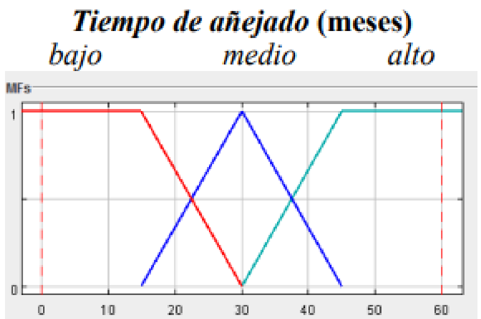
$\mu_{Premisa-R1}(0.33, 0.5) = 0.33$

$\mu_{Premisa-R2}(0.66, 0.5) = 0.5$



Luego, el valor defusificado tomando el valor primer valor máximo del área es 0.25.

c) Etapa 2: Considerando el valor crisp (defuzzificado) de estrés e del punto anterior, obtener el tiempo de añejado t del vino; sabiendo que:



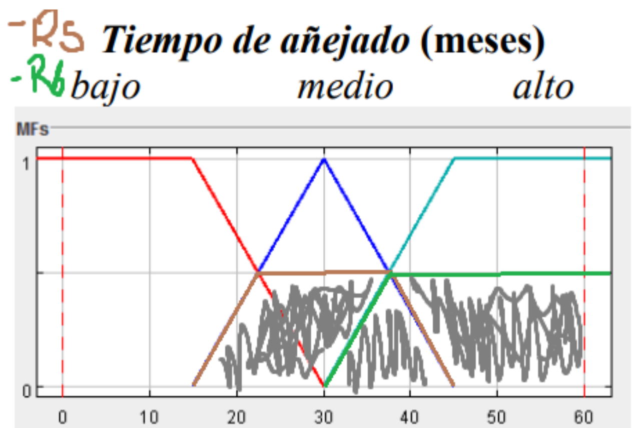
Indique qué reglas se disparan en este caso. OBS: para defuzzificar, usar la técnica del valor medio del máximo.

El valor defusificado de e es 0.25, i.e. $\mu_{e-b}(0.25) = 0.5$, $\mu_{e-m}(0.25) = 0.5$ y $\mu_{e-a}(0.25) = 0$

Luego, se disparan las reglas: R5 y R6

$\mu_{Premisa-R5}(0.25) = 0.5$

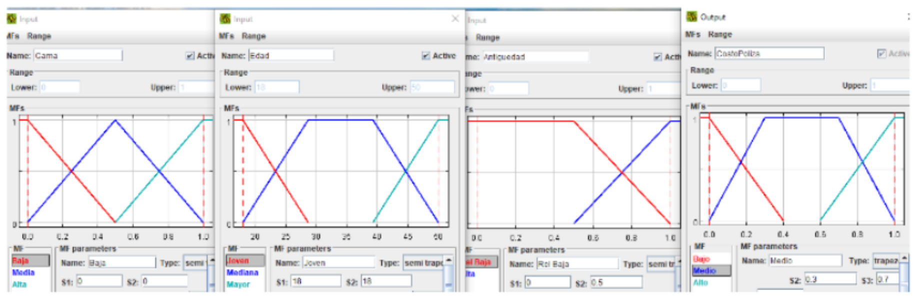
$\mu_{Premisa-R6}(0.25) = 0.5$



El valor defusificado utilizando valor medio del máximo es el valor medio del intervalo $[22.5, 60]$ que es $41, 25$. Luego, el tiempo de añejado a partir de la información obtenida en la etapa 1, es de 41 meses y 7 dias aproximadamente.

4.6 Ejercicio Parcial 2021

Una Compañía Aseguradora realiza la proyección de costos de pólizas de seguros de autos según un modelo borroso que considera el tipo de auto (gama), la antigüedad del vehículo, y la edad del conductor. Como regla general, las pólizas tienen más costo para las personas jóvenes y para las mayores. En el caso de las más jóvenes por su escasa experiencia y además, una lesión permanente implica un pago de por vida. Por otra parte, una persona mayor suele perder habilidades y tiene accidentes con más frecuencia que una de edad mediana. Asimismo, los autos de alta gama, si son relativamente nuevos, suelen usarsea mayor velocidad sin importar la edad del conductor.La antigüedad está asociada a la pérdida de valor del auto, pero tb puede perder funcionalidades. Las entradas y salida consideradas inicialmente son las siguientes:



El conjunto de reglas usadoes el siguiente:

R1: Si la Gama es Baja y la Edad del conductor es Joven y la Antigüedad del auto es Alta luego el Costo de la Póliza es Bajo.

R2: Si la Gama es Media y la Edad del conductor es Mediana y la Antigüedad del auto es Alta luego el Costo de la Póliza es Medio.

R3: Si la Gama es Media y la Edad del conductor es Mayor y la Antigüedad del auto es Baja luego el Costo de la Póliza es Alto.

R4: Si la Gama es Alta y la Edad del conductor es Mediana y la Antigüedad del auto es Baja luego el Costo de la Póliza es Alto.

a) Describa cuáles son las variables lingüísticas del modelo y los nombres de los conjuntos borrosos asociados:

Las variables lingüísticas del modelo son: Gama, Edad del conductor, Antigüedad del auto y Costo de la Póliza.

Los nombres de los conjuntos borrosos asociados a cada variable son: Gama, Edad, Antiguedad y CostoPoliza

b) Determine el Costo de la Póliza para un auto de Gama 0.2(el tope de Gama es 1), un conductor de 21 años, y una antigüedad de 0.75(la máxima antigüedad para pasar la VTV es Realice la defuzzificación según el valor medio del máximo. Explique el proceso de inferencia paso a paso. De una interpretación según su criterio profesional del resultado obtenido.

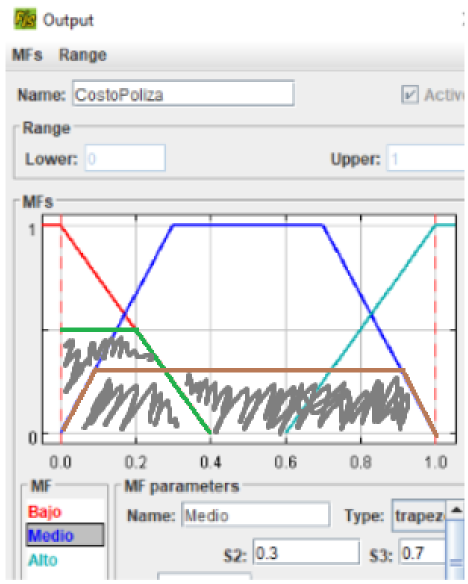
$\mu_{Gama-B}(0.2) = 0.6$, $\mu_{Gama-M}(0.2) = 0.4$ y $\mu_{Gama-A}(0.2) = 0$

$\mu_{Edad-J}(21) = 0.7$, $\mu_{Edad-Me}(21) = 0.3$ y $\mu_{Edad-Ma}(21) = 0$

$\mu_{Ant-B}(0.75) = 0.5$ y $\mu_{Ant-A}(0.75) = 0.5$

Se utiliza la inferencia max-min. A partir de las consecuencias de las reglas activadas, graficamos los conjuntos difusos.

R1+R2:



Para defusificar

(Centroide):

$$\frac{0\times0.5+0.2\times0.5+0.4\times0.3+0.6\times0.3+0.8\times0.3+1\times0}{0.5+0.5+0.3+0.3+0} = \frac{0.64}{1.6} = 0.4$$

(Valor medio max):

Tomamos el intervalo $[0, 0.2]$ que es donde el valor es maximo (0.5), luego, tomamos el punto medio, i.e 0.1, y ese es nuestro valor defusificado.

c) Para el caso de estudio, indique cuales son las reglas que se han disparado y su grado de veracidad, indique el operador utilizado.

Se disparan las reglas: R1 y R2. Calculemos el grado de activación con la T-Norma intersección estándar:

$\mu_{Premisa-R1}(0.6, 0.7, 0.5) = 0.5$

$\mu_{Premisa-R2}(0.4, 0.3, 0.5) = 0.3$

5 AA

5.1 Ejercicio 1

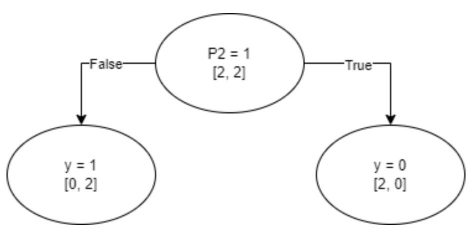
Dado el siguiente conjunto de datos (entradas p_1 y p_2, salida y):

p_1	p_2	y
1	0	1
0	1	0
0	0	1
1	1	0

a) Cuál es la entropía del conjunto de datos dado?
$E(S) = -(\frac{2}{4})log_2(\frac{2}{4}) - (\frac{2}{4})log_2(\frac{2}{4}) = 1$

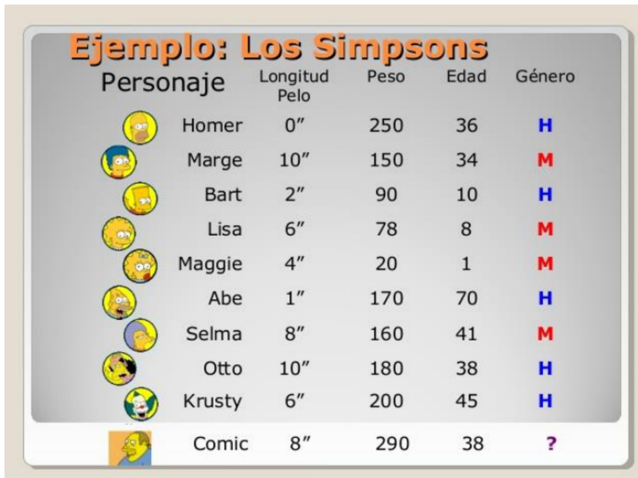
b) Calcule la ganancia sobre ambos atributos.
$Gain(S, p_1) = E(S) - (\frac{|S_1|}{|S|}E(S_1) + \frac{|S_0|}{|S|}E(S_0)) = 1 - (\frac{2}{4}1 + \frac{2}{4}1) = 1 - (\frac{1}{2} + \frac{1}{2}) = 1 - 1 = 0$
$Gain(S, p_2) = E(S) - (\frac{|S_1|}{|S|}E(S_1) + \frac{|S_0|}{|S|}E(S_0)) = 1 - (\frac{2}{4}0 + \frac{2}{4}0) = 1 - (0 + 0) = 1 - 0 = 1$

c) Grafique el árbol que resuelve el problema mediante el algoritmo ID3, puede resolverlo intuitivamente.



5.2 Ejercicio 2

Considerando el siguiente ejemplo de los Simpsons:

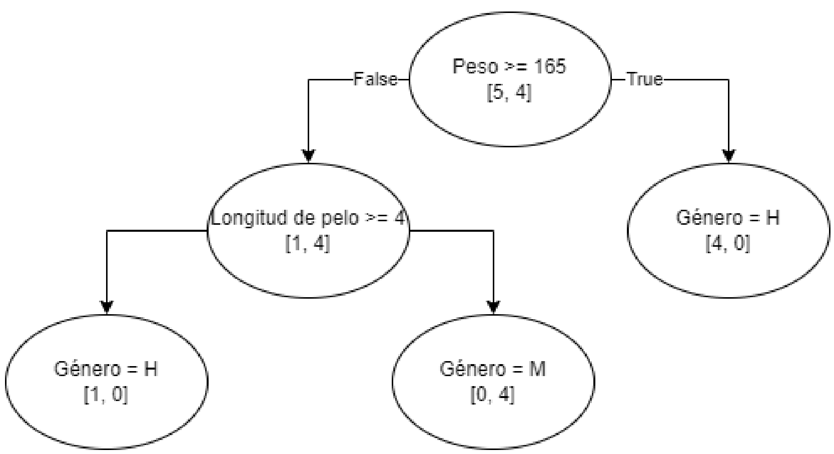


Ejemplo: Los Simpsons

Personaje	Longitud Pelo	Peso	Edad	Género
Homer	0″	250	36	H
Marge	10″	150	34	M
Bart	2″	90	10	H
Lisa	6″	78	8	M
Maggie	4″	20	1	M
Abe	1″	170	70	H
Selma	8″	160	41	M
Otto	10″	180	38	H
Krusty	6″	200	45	H
Comic	8″	290	38	?

a) Puede desarrollar un árbol de decisión que utilice sólo dos variables para determinar el género de un personaje en ese contexto? Qué valores de corte propondría para esas dos variables?

Intuitivamente, podemos tomar las variables *peso* y *longitud pelo* como las principales que nos van a permitir clasificar de buena manera. En la variable *peso* el valor de corte que se puede tomar es 165 y en la variable *longitud pelo* podemos tomar 4.



b) Fundamentar el árbol con ganancia de información. $E(S) = -\frac{5}{9}log_2(\frac{5}{9}) - \frac{4}{9}log_2(\frac{4}{9}) \approx 0.99$

$Gain(S, Peso) = E(S) - (\frac{|S_{\geq 165}|}{|S|}E(S_{\geq 165}) + \frac{|S_{\leq 165}|}{|S|}E(S_{\leq 165})) = 0.99 - (0 + 0.4) \approx 0.59$

$E(S_{\geq 165}) = 0$
$E(S_{\leq 165}) = -\frac{1}{5}log_2(\frac{1}{5}) - \frac{4}{5}log_2(\frac{4}{5}) = 0.72$
$Gain(S, Pelo) = E(S) - (\frac{|S_{\geq 4}|}{|S|}E(S_{\geq 4}) + \frac{|S_{\leq 4}|}{|S|}E(S_{\leq 4})) = 0.99 - (0.918 + 0) \approx 0.072$
$E(S_{\geq 4}) = -\frac{2}{6}log_2(\frac{2}{6}) - \frac{4}{6}log_2(\frac{4}{6}) = 0.918$
$E(S_{\leq 4}) = 0$
Luego, vemos que efectivamente el nodo raiz correcto es el del atributo *peso*.