Tema 3: Lógica y pensamiento humano

Índice de la clase

1. Feedback recibido en la encuesta
2. Repaso Temas 1 y 2
3. Problema planteado en el Foro (Tema 3)
4. Lógica de Proposiciones
5. Proceso de Decisión: Tablas de Verdad
6. Lógica de Predicados
7. Otras Lógicas
8. Resumen ideas principales
9. Tarea para casa

Comentarios

Temas 1 y 2

Tema 3

Feedback recibido en la encuesta

Comentarios recibidos en la encuesta

Comentarios positivos

- Nada que mejorar (x22)

Margen de mejora

- La metodología de proponer ejercicios antes de las clases me parece bien. Aún así no me queda claro hasta que punto hay que profundizar en ellos.

Complicado (estructura asignatura)

- Que no sean tan largas (entiendo que las clases)

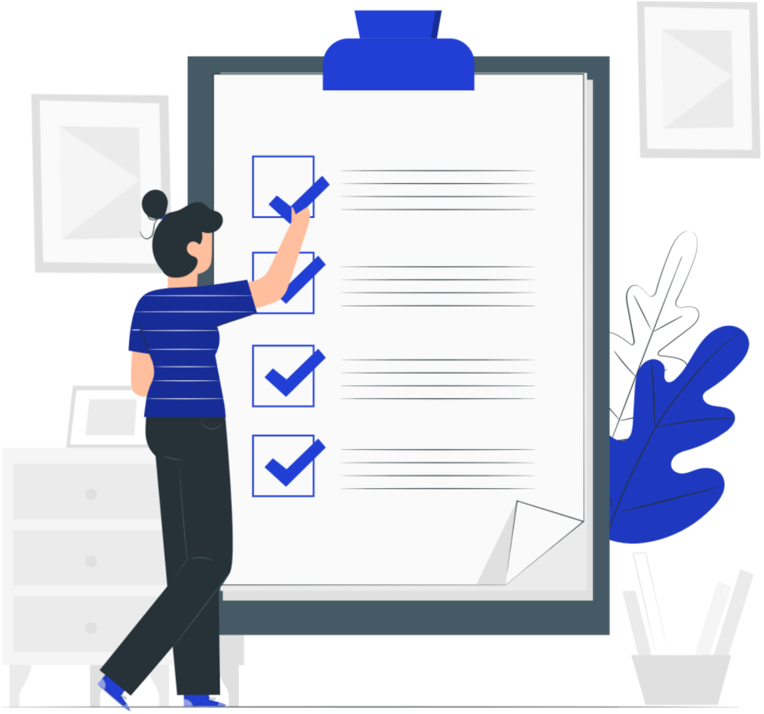
Repaso Temas 1 y 2

¡Repasemos jugando!

ENLACE QUE LES PERMITE ACCEDER A UN QUIZZ

Encuesta

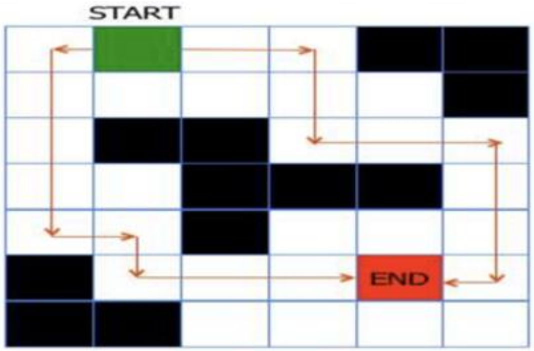
Input para el profesor, ¿han podido preparar la clase?



Fuente: https://teaminsights.io/es/blog/noticias/6-errores-frecuentes-en-las-preguntas-de-encuesta-y-como-superarlos/

Problema planteado en el Foro (Tema 3)

Ejercicio: lleve el paquete a su destino



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Recientemente los han contratado en una empresa de paquetería. Restricciones del vehículo:

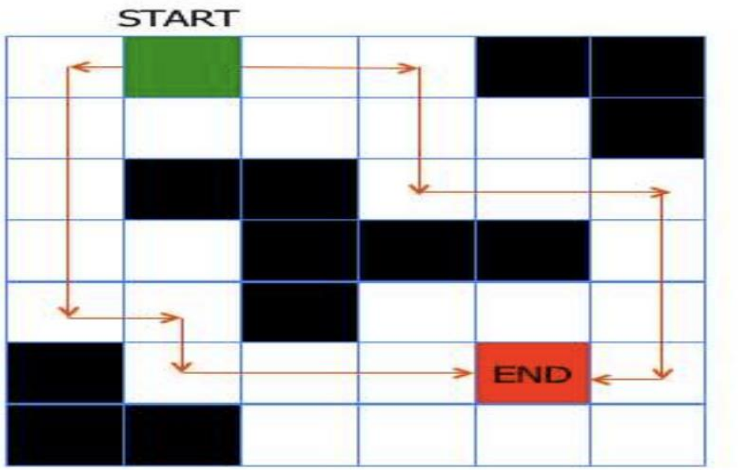
- Puede moverse: arriba, abajo, izquierda y derecha.
- Debe evitar chocar con paredes y permanecer dentro de los caminos.

Una celda puede estar libre u ocupada (Negro). (Restricción adicional)

Tarea I: modelar este problema usando lógica proposicional
Tarea II: diseñar las reglas para que el camión (celda verde) tome decisiones inteligentes y encuentre el punto de entrega (celda roja).

https://zoom.us/wb/doc/5mmuHtwGTC625GfYVVJpow

Representando el problema



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Cada estado: posición del móvil (+ mapa). Ej: (X,Y,Paredes)

La solución: lista (conjunto ordenado) de acciones (corresponde a un camino): un ejemplo sería el siguiente: E,E,S,S,E,E,S,S,S,W

Para aplicar un procedimiento automático hay más elementos relevantes:

1. La posición del agente (estado)
2. La posición objetivo (o conjunto de objetivos)
3. Los movimientos posibles (operadores o acciones): serán aquellos que muevan en horizontal y vertical una casilla
4. La posición de las paredes (restricciones al movimiento)
5. Tal vez: el coste de realizar cada acción, en cada situación

Material adicional para el problema

Ahora, usando lógica...

Con respecto a los puntos 2 y 3, si desean profundizar más, pueden empezar a practicar escribiendo reglas simples en lógica proposicional para representar el problema y sus reglas. Finalmente, le animo a experimentar con herramientas que pueden ayudarle a evaluar la validez de su razonamiento, como las tablas de verdad.

https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

Observación: ¡en el examen no se puede usar ESTA calculadora!

Lógica de proposiciones

Características de la Lógica de Proposiciones

ES UNA FORMA DE REPRESENTACIÓN FORMAL QUE PERMITE EXPRESAR CONOCIMIENTO DE FORMA NO AMBIGUA

SABEMOS CÓMO HACER INFERENCIA

VAMOS A VER UNA HERRAMIENTA PARA SABER SI UNA INFERENCIA ES CORRECTA

¿Para qué sirve la Lógica de Proposiciones?

- Razonamiento matemático
- Desambiguación del lenguaje
- Creación de especificaciones de hardware o software
- Circuitería digital
- Escribir código
- Analizar código
- Solución de puzzles lógicos

Ejemplo de uso de lógica para razonar

Putting It All Together: The Logic Behind the Forensic Scientific Method and the Inferential Test

https://www.heartlandforensic.com/writing/putting-it-all-together-the-logic-behind-the-forensic-scientific-method-and-the-inferential-test/

Lógica proposicional

Lógica matemática: Lenguaje **formal** con una gramática y sintaxis

- Proposición simple: p, q, llueve … (afirmaciones, enunciados declarativos)
- Proposición compuesta (fórmula): A, B, (mayúsculas). Combinación de simples mediante conectivas

- Condicional (Implicación):
- Si A entonces B = $A \rightarrow B$
- Solo A si B = $A \rightarrow B$

- Equivalencia: A si y solo si B $A \leftrightarrow B$

Importante: prioridad de $\rightarrow$ es menor que la de $\wedge$ y $\vee$:
$p \rightarrow q \wedge \neg r$ se agrupa $p \rightarrow (q \wedge (\neg r))$

Nota: El condicional está en la base del concepto de REGLA

	Prio-ridad	Nombre	Ejemplo
$\neg$ ~	1	NO, NOT	No tengo ganas de ir: $\neg p$
$\wedge$	2	Y, AND	Llueve y hace frío: $l \wedge f$
$\vee$	3	O, OR	Como carne o como pescado: $c \vee p$
$\rightarrow$	4	IMPLICA	Si voy, tendré problemas: $v \rightarrow p$
$\leftrightarrow$	5	EQUIVALE A	Iré si y solo si tú vienes: $y \leftrightarrow t$

Lógica proposicional: representación

p q

“Estudio en casa o estudio en la biblioteca y no ocurre que estudie en casa o estudie en la biblioteca”

p q

Se formaliza: (p v q) ^ ¬(p v q) (NOTA)

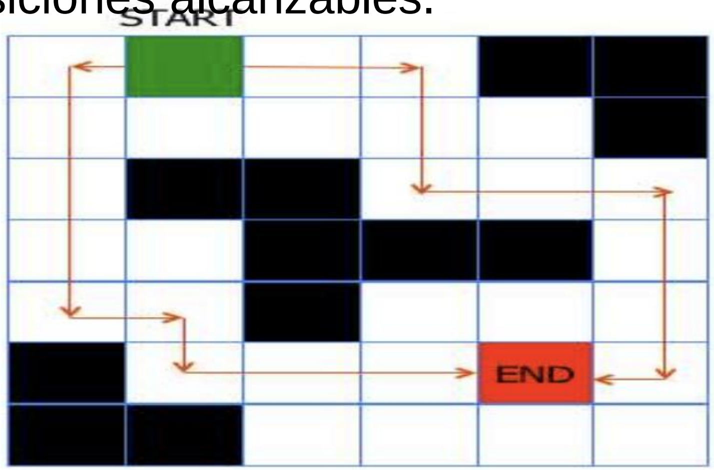
¡cuidado paréntesis!

(NOTA) Ver diferencia: "estudio en casa o en la biblioteca y no estudio en casa y en la biblioteca (ambas a la vez)", que es una frase con "sentido":

(p v q) ^ ¬(p ^ q)

Laberinto con Proposiciones

Al representar una situación, todas las proposiciones deducibles son posiciones alcanzables.



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Una solución será una *lista* (conjunto ordenado) de *acciones* (corresponde a un camino) que lleva a la posición objetivo.
MoverDerecha_1020, MoverDerecha_2030_,... etc., muchas versiones de cada regla "MoverDerecha"

CON PROPOSICIONES

Cualquier situación concreta (estados): una proposición por casilla, sólo está a True la que indica la posición:

Pos00=False
Pos10=True
Pos20=False , .. etc. (X * Y proposiciones)

Mapa (restricciones):

Pared00=False
Pared10=False … (X*Y proposiciones)

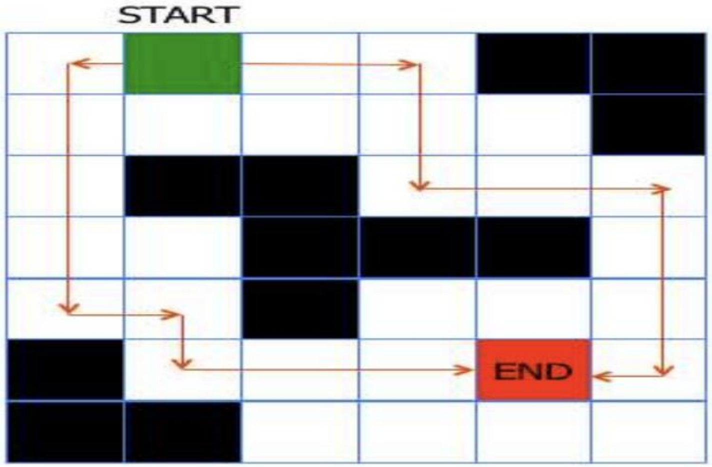
Operadores (Conocimiento de inferencia, procedimientos, acciones):
Ojo, generales para todo laberinto

MoverDerecha (¡muchas reglas!):
SI Pos00=True Y Pared10 =False HACER:
Pos10=True
(… muchas, una por cada movimiento...)

MoverIzquierda (¡muchas reglas!): …
MoverAbajo: ...
MoverArriba: ...

Lógica no monótona

En un agente, la verdad de las proposiciones irá variando



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Una solución será una *lista* (conjunto ordenado) de *acciones* (corresponde a un camino) que lleva a la posición objetivo.
MoverDerecha_1020, MoverDerecha_2030_,... etc., muchas versiones de cada regla "MoverDerecha"

CON PROPOSICIONES

Cualquier situación concreta (estados): una proposición por casilla, sólo está a True la que indica la posición:

Pos00=False
Pos10=True
Pos20=False , .. etc. (X * Y proposiciones)

Mapa (restricciones):

Pared00=False
Pared10=False … (X*Y proposiciones)

Operadores (Conocimiento de inferencia, procedimientos, acciones):
Ojo, generales para todo laberinto

MoverDerecha (¡muchas reglas!):
SI Pos00=True Y Pared10 =False HACER:
$\boxed{\text{Pos00=False}}$ Y Pos10=True
(… muchas, una por cada movimiento...)

MoverIzquierda (¡muchas reglas!): …
MoverAbajo: ...
MoverArriba: ...

Problema adicional (proposiciones)

¿Cómo crear un sistema que razona automáticamente?

Fuente: https://www.filmaffinity.com/es/film524502.html

Se ha producido un atraco y se sabe que las personas que participaron se fueron conduciendo un automóvil. Se interroga a tres conocidos delincuentes Freeman, Cain y Arkin.

La policía obtiene la siguiente información:

1. Freeman, Cain y Arkin son los únicos posibles culpables
2. Arkin nunca hace un trabajo sin que esté Freeman (no excluye otros) como cómplice.
3. Cain no sabe conducir.

¿Cómo podemos identificar las personas culpables?

Adaptado de: https://brilliant.org/problems/you-be-the-detective-1/

Representación del problema adicional (I)

Proposiciones:

F: Freeman es culpable
C: Cain es culpable
A: Arkin es culpable

(1) Freeman*,* Cain *y* Arkin *son los únicos posibles culpables*

$F \lor C \lor A$ (Premisa 1)

(2) Arkin *nunca hace un trabajo sin que esté* Freeman *(no excluye otros) como cómplice. Es decir, si estuvo* Arkin*, estuvo* Freeman*.*

$A \rightarrow F$ (Premisa 2)

(3) Cain *no sabe conducir. Es decir, si* Cain *estuvo, tuvo que estar acompañado de otra u otras personas.*

$C \rightarrow F \lor A$ (Premisa 3)

Identificar culpables: ¿se deduce F de lo anterior? ¿C? ¿A?

https://zoom.us/wb/doc/CfcErcRWRL6QksT9z6zquQ

Proceso de Decisión: Tablas de Verdad

Tablas de verdad en lógica de proposiciones

Construcción de la tabla de verdad de una fórmula F:

1. Las proposiciones simples tienen valor de verdad 0 o 1
2. Las conectivas operan con los valores de las proposiciones que conectan de cierta forma (tablas de las conectivas)
3. Las fórmulas por lo tanto tienen un valor de verdad 0 o 1 para cada combinación de valores de sus proposiciones simples (interpretación de la fórmula)
4. La tabla de verdad de una fórmula contiene una fila por posible interpretación (combinación de valores para las proposiciones simples que intervienen)

Valores de TablaVerdad (F)	F es una ...
Todos 1	Tautología
Todos 0	Contradicción
Algunos 0 y otros 1	Contingencia, falacia, inconsistencia

Tablas de verdad de las conectivas

Negación

ϕ	$\neg\phi$
F	V
V	F

Conjunción

ϕ	ψ	$\phi \wedge \psi$
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	F

Disyunción

ϕ	ψ	$\phi \vee \psi$
V	V	V
F	V	V
V	F	V
F	F	F

Condicional

ϕ	ψ	$\phi \rightarrow \psi$
V	V	V
F	V	V
V	F	F
F	F	V

Bicondicional

ϕ	ψ	$\phi \leftrightarrow \psi$
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	V

Disyunción exclusiva

ϕ	ψ	$\phi \nleftrightarrow \psi$
V	V	F
F	V	V
V	F	V
F	F	F

Esta no la usamos

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$$

p	q	¬p	p → q	¬p ^ q	(p → q) ↔ (¬p ^ q)

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$$

p	q	¬p	p → q	¬p ^ q	(p → q) ↔ (¬p ^ q)
V	V	Interpretación1			
V	F	Interpretación2			
F	V	Interpretación3			
F	F	Interpretación4			

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$$

p	q	¬p	p → q	¬p ^ q	(p → q) ↔ (¬p ^ q)
V	V	F			
V	F	F			
F	V	V			
F	F	V			

Negación

ϕ	$\neg\phi$
F	V
V	F

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$$

p	q	$\neg p$	$p \rightarrow q$	$\neg p \wedge q$	$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$
V	V	F	V		
V	F	F	F		
F	V	V	V		
F	F	V	V		

Condicional

ϕ	ψ	$\phi \rightarrow \psi$
V	V	V
F	V	V
V	F	F
F	F	V

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$$

p	q	¬p	p → q	¬p ^ q	(p → q) ↔ (¬p ^ q)
V	V	F	V	F	
V	F	F	F	F	
F	V	V	V	V	
F	F	V	V	F	

Conjunción

ϕ	ψ	$\phi \wedge \psi$
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	F

Lógica proposicional: ejemplo 2 variables

$(p \rightarrow q) \leftrightarrow (\neg p \wedge q)$

p	q	¬p	p → q	¬p ^ q	(p → q) ↔ (¬p ^ q)
V	V	F	V	F	F
V	F	F	F	F	V
F	V	V	V	V	V
F	F	V	V	F	F

Bicondicional

ϕ	ψ	$\phi \leftrightarrow \psi$
V	V	V
F	V	F
V	F	F
F	F	V

La fórmula es una contingencia (o falacia o inconsistencia)

Método automático

La construcción de la tabla de verdad de una fórmula (F) de lógica de proposiciones se puede resolver con un programa muy sencillo.

https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

https://calculator-online.net/truth-table-calculator/

Problema de clase, razonamientos válidos

¿Es Freeman culpable?

$F \vee C \vee A, A \rightarrow F, C \rightarrow F \vee A \Rightarrow F$

Fórmula Culpable(Freeman):

$$(F \vee C \vee A) \wedge (A \rightarrow F) \wedge (C \rightarrow F \vee A) \rightarrow F$$

Prueba en: https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

F	C	A	Culpable(Freeman)
F	F	F	T
F	F	T	T
F	T	F	T
F	T	T	T
T	F	F	T
T	F	T	T
T	T	F	T
T	T	T	T

Tautología

Problema de clase, razonamientos válidos

¿Es Cain culpable? ¿Es Arklin culpable?

Fórmula Culpable(C): $(\mathbf{F} \lor \mathbf{C} \lor \mathbf{A}) \land (\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{F}) \land (\mathbf{C} \rightarrow \mathbf{F} \lor \mathbf{A}) \rightarrow \mathbf{C}$
Fórmula Culpable(A): $(\mathbf{F} \lor \mathbf{C} \lor \mathbf{A}) \land (\mathbf{A} \rightarrow \mathbf{F}) \land (\mathbf{C} \rightarrow \mathbf{F} \lor \mathbf{A}) \rightarrow \mathbf{A}$

Prueba en: https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

F	C	A	Culpable(Cain)
F	F	F	T
F	F	T	T
F	T	F	T
F	T	T	T
T	F	F	F
T	F	T	F
T	T	F	T
T	T	T	T

Contingencia

F	C	A	Culpable(Arklin)
F	F	F	T
F	F	T	T
F	T	F	T
F	T	T	T
T	F	F	F
T	F	T	T
T	T	F	F
T	T	T	T

Contingencia

Por tanto, no podemos asegurar la culpabilidad de C ni de A

Lógica de predicados

Decidibilidad

Un sistema lógico es decidible si existe un procedimiento algorítmico finito para determinar si unas fórmulas son verdaderas a partir de otras (es decir, si un razonamiento es correcto)

Para nosotros:[1]

Premisas — **¿existe este camino?** → Fórmula

- La lógica proposicional es decidible mediante el **método de las tablas de verdad**
- La lógica de predicados monádicos (un sólo término) también
- La lógica de predicados en general no lo es (ni la aritmética)

[1] En un enfoque axiomático de la lógica: las fórmulas válidas se pueden derivar de los axiomas

Lógica de predicados

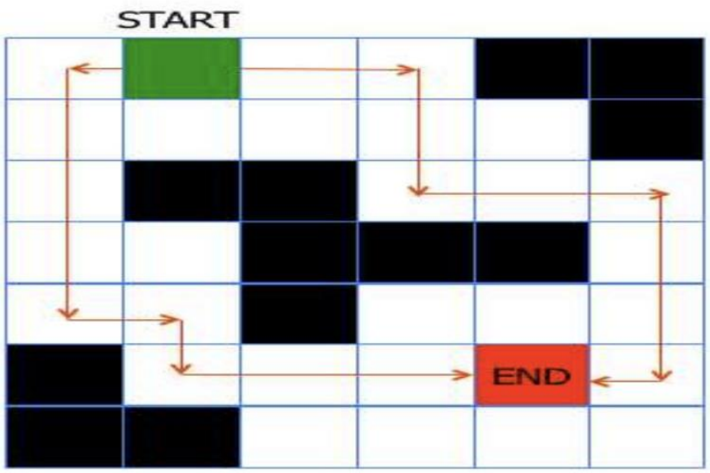
Extiende la lógica de proposiciones. No es decidible en general.

- Términos: constantes (Pepe, a, 2), variables (X,T) (mayúsculas)
- Dominio: conjunto al que pertenecen los términos (personas, cosas..)
- Predicado: nombre, seguido de 1 a N términos
- Funciones: nombre, seguido de 1 a N términos, aplica sobre otro término

nombrePredicado(términos)	verde(semáforo1) padre(Juan,María)
nombreFunción(términos) = término	suma(1,2) = 3

	Prioridad	Nombre	Ejemplos
∀	1	Cuantificador universal, "para todo"	Todos los estudiantes sacan buena nota: **∀X (estudiantes(X) → buenaNota(X))** Algunos estudiantes destacan: **∃T (estudiante(T) ∧ destaca(T))** Toda persona tiene algún progenitor: **∀X (persona(X) → ∃Y progenitor(X,Y))**
∃	1	Cuantificador existencial "existe"	

Laberinto con lógica de predicados



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Solución: lista (conjunto ordenado) de operadores (corresponde a un camino)

MoverDerecha, MoverDerecha, MoverAbajo, MoverAbajo, MoverDerecha,MoverDerecha,MoverAbajo, MoverAbajo,MoverAbajo,MoverIzquierda

CON PREDICADOS

Estado (Conocimiento del problema, situación):

pos(X,Y,Z) con Z={pared,libre,agente} es True o False según el valor de X e Y

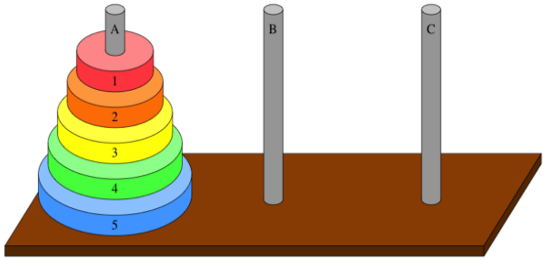
- (X*Y predicados) (incluye mapa)
- límites del mapa (maxX, minY, etc.)

Operadores (Conocimiento de inferencia, procedimientos, acciones):

Predicado 2

MoverDerecha (¡una regla!):
SI **pos**(X,Y,agente)=True Y (X **<** maxX)
pos(X+1,Y,libre)=True
HACER:
pos(X+1,Y,agente)=True Y
pos(X,Y,libre)=True Y **pos**(X,Y,agente)=False
Y **pos**(X+1,Y,libre)=False
MoverIzquierda (una regla): ...
MoverAbajo (una regla): ...
MoverArriba (una regla): ...

Otro ejemplo en lógica de predicados



Objetos:
términos constantes

d1,d2,d3,d4,d5 (discos)
ejeA, ejeB, ejeC (ejes)
mesa

Predicados:
propiedades y relaciones

en (Eje,Disco),
tam (Disco,Número)
sobre (X,Disco)
(X: Disco o mesa)

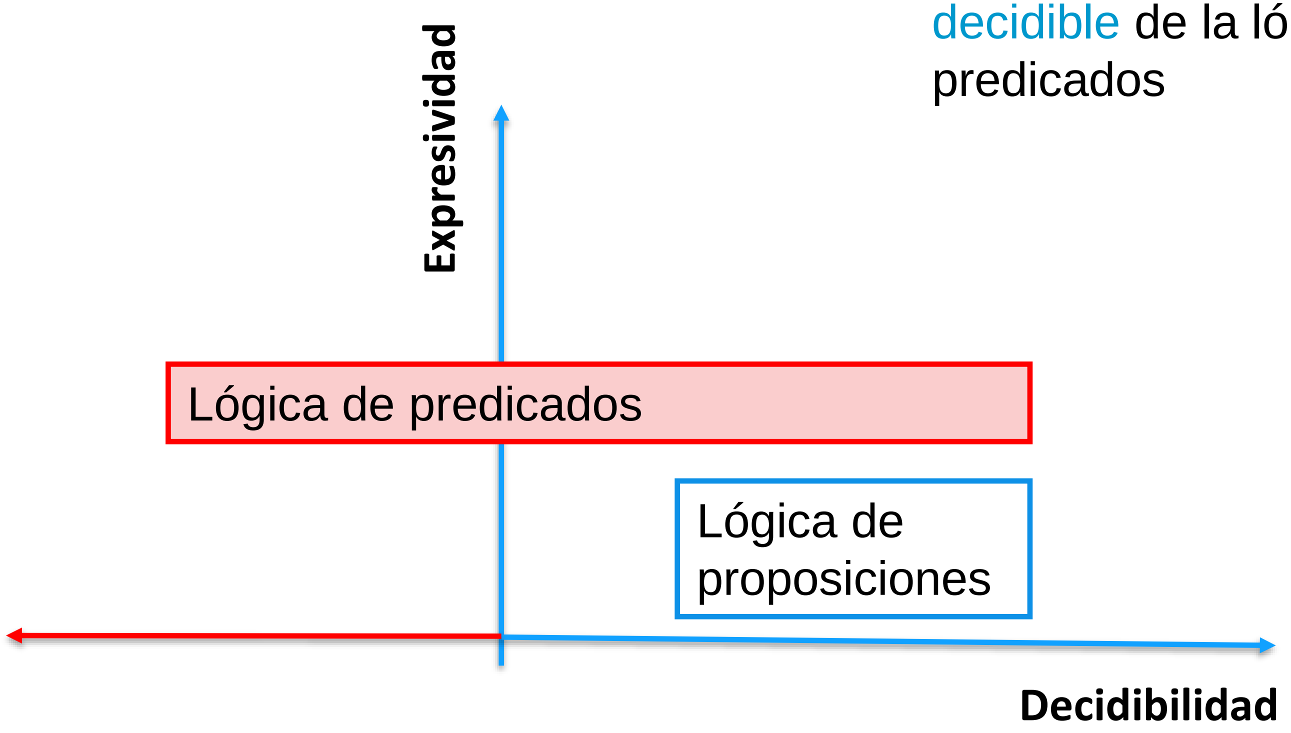
Si consideramos la representación de un estado (no de las reglas de movimiento):

¿Completa?	¿Falta algo?
¿Precisa?	¿Hay ambigüedad?
¿Correcta?	¿Hay errores o permite inconsistencias?
¿Relevante?	¿Sobra algo?

Situación de la figura:
en(ejeA,d1), en(ejeA,d2),
en(ejeA,d3),en(ejeA,d4),
en(ejeA,d5),
tam(d1,1),tam(d2,2),
tam(d3,3),tam(d4,4),
tam(d5,5),
sobre(d2,d1),sobre(d3,d2),
sobre(d4,d3),sobre(d5,d4),
sobre(mesa,d5)

Expresividad vs decidibilidad

Los sistemas que usan lógica como representación limitan las expresiones a un conjunto decidible de la lógica de predicados



Otras lógicas

Lógica multivaluada y difusa

La lógica multivaluada

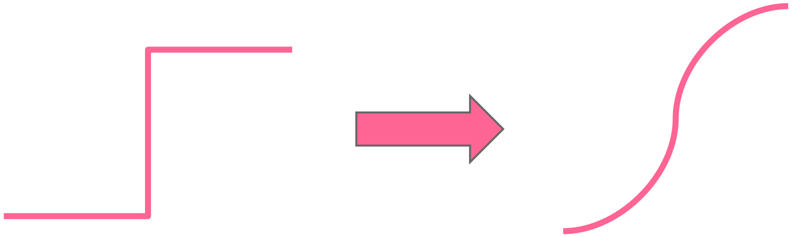
- permite valores intermedios (grande, tibio, lejos, pocos, muchos, etc.)
- se emplean más de dos valores de verdad para describir conceptos que van más allá de lo verdadero y lo falso
- ofrecen herramientas conceptuales que hacen posible describir formalmente la información difusa, vaga o incierta.

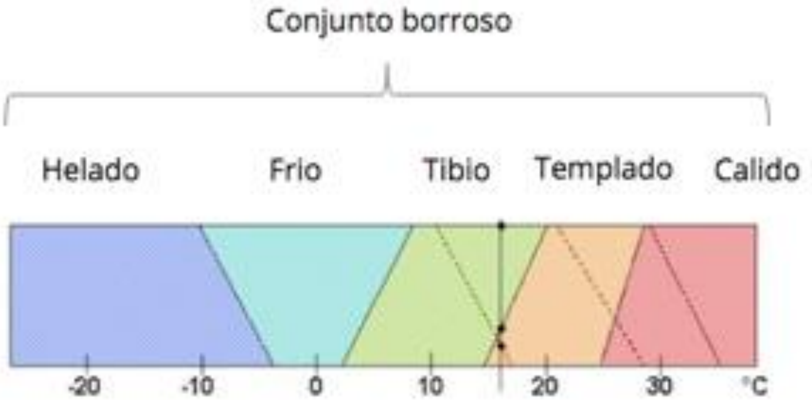
La lógica difusa (también llamada lógica borrosa) es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento. El término «lógica difusa» aparece por primera vez en 1974.

Lógica difusa

Sistema matemático de valores continuos

Se reduce la cantidad de conocimiento previo





Nota: ¡Mostrar código de Clase 1!

Resumen ideas principales

Resumen de la Ideas Principales del Tema 3

Resumen de las Características Clave

- **Lógica de Proposiciones**
  - Poco expresiva (necesidad de muchas reglas)
  - Permite expresar razonamientos mediante fórmulas
  - **Tablas de Verdad** (Permite extraer conclusiones de los razonamientos)
- **Lógica de Predicados**
  - Es más expresiva que la lógica de predicados (acciones y varibles)
  - No siempre es decible
  - En RyP utilizaremos la lógica de predicados

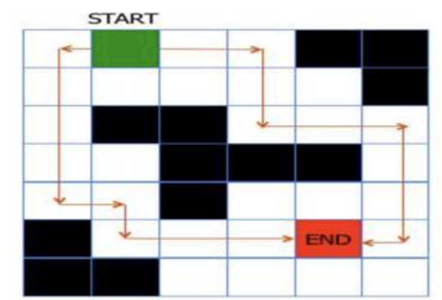
Nota: ¡No olviden leer las notas para afianzar los conceptos!

Materia adicional en “Documentación Fermín Rodríguez Lalanne -> Otros Materiales -> Tema_03 -> Artículo_Chain….pdf”

Construyendo el castillo de RyP

Resumen de las Características Clave

Problema bien definido (Tema 1)



Fuente: An example grid that shows multiple solutions to a path planning problem. Source: C.J. Taylor, University of Pennsylvania

Discreto
- Mundo en Estados
- Conjunto Acciones finito

Accesible
- Percepción Estado Actual
- Conocimiento Estado Futuro

Determinista
- Sin presión temporal
- Resultado definido y previsible

Tipo de razonamiento empleado (Tema 2)

En RyP los algoritmos emplearán razonamientos deductivos para llegar a la solución

Tipo de lógica empleada (Tema 3)

En RyP utilizaremos la **lógica de predicados** que cumple las características de **Formal, Expresiva, Natural y Tratable**

Tareas para casa (resolver a mano)

Problemas para casa (proposiciones)

¿Es válido el razonamiento siguiente?

Si X es un cuervo, entonces X vuela
Si X es un pájaro, entonces X vuela
Por tanto, Si X es un cuervo, entonces X es un pájaro

Prueba en: https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

¿Es válido el razonamiento siguiente?

Si X es un cuervo, entonces X es un ave
Si X es un ave, entonces X vuela
Por tanto, Si X es un cuervo, entonces X es un ave

Prueba en: https://web.stanford.edu/class/cs103/tools/truth-table-tool/

Problemas para casa (Tabla de Verdad)

p q

“Estudio en casa o estudio en la biblioteca y no ocurre que estudie en casa o estudie en la biblioteca”

p q

Se formaliza: (p v q) ^ ¬(p v q)

p	q
V	V
V	F
F	V
F	F

Problemas para casa (Tabla de Verdad)

$\neg(p \vee q) \rightarrow (p \rightarrow r)$

p	q	r
V	V	V
V	V	F
V	F	V
V	F	F
F	V	V
F	V	F
F	F	V
F	F	F

Encuesta

Input para el profesor, ¿cómo ha ido la clase?

Enlace encuesta:
https://grupoproeduca.zoom.us/survey/mIHE87ldawIk6Ir5EtW0X_-0TrXaHo1iUvTEBHJnSH1bQFngc30.dwzWz_xasTAnA6r7/view?id=xqpb2S7MToKw8wMrm2NXKg#/sharePreview

QR para acceder a la encuesta

Fuente:
https://www.emtusahuelva.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1848:encuesta-de-satisfaccion-de-clientes-2023&catid=17&Itemid=160

unir

LA UNIVERSIDAD
EN INTERNET

www.unir.net