



Razonamiento lógico

CURSO GRUPO BANCOLOMBIA

Universidad Nacional de Colombia
Ingrid_Durley Torres, Ph.D & Jaime Alberto Guzmán Luna, Ph.D



Introducción

- Técnicas de representación básicas en Inteligencia artificial:
 - Lógica proposicional
 - Lógica de predicados
 - Sistemas de producción



Introducción



■ Se basa en dos ideas fundamentales:

1. El “**conocimiento**” asociado con un sistema se puede expresar de forma declarativa mediante fórmulas lógicas (\equiv uso de la lógica como mecanismo de representación del conocimiento).
2. El “**razonamiento**” de un sistema se traduce entonces en la realización de una serie de operaciones lógicas (deducciones) sobre dicho conocimiento (\equiv uso de la lógica como mecanismo de resolución de problemas)

FACULTAD DE MINAS
Sede Medellín

SINTELWEB
Grupo de Investigación
Sistemas Inteligentes Web



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Lógica proposicional

- Estudia las variables proposicionales o sentencias lógicas, sus posibles implicaciones, evaluaciones de verdad y en algunos casos su nivel absoluto de verdad.
- Sintaxis
 - Usa conectores:
 - Negación: \neg
 - Disyunción: \vee
 - Conjunción: \wedge
 - Implicación: \rightarrow
 - Equivalencia: \leftrightarrow
 - Prioridad de conectores: \neg antes de \wedge , \vee antes de \rightarrow , \leftrightarrow
 - Usa un conjunto de símbolos que representamos por variables (p,q,R,S,...etc.) para representar las aserciones lógicas
 - Las aserciones y los conectores toman los valores de: verdadero, falso

"Si tu hermana no pasa el examen, estarás en graves problemas"

Identificamos las proposiciones atómicas y les asignamos una variable

P: Tu hermana pasa el examen
Q: Estarás en graves problemas

Se formaliza: $(\neg P) \rightarrow Q$

"Algunas máquinas son inteligentes"

LIMITADO

FACULTAD DE MINAS
Sede Medellín

SINTELWEB
Grupo de Investigación
Sistemas Inteligentes Web



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Lógica proposicional

■ Tablas de verdad:

Conector	Valor de verdad	Condición
\leftrightarrow	V	Si ambos tienen igual valor de verdad.
\rightarrow	F	Si el antecedente es verdadero y el consecuente es falso
\vee	F	Si ambos son falsos
\wedge	V	Si ambos son verdaderos
\neg	V	Si la proposición es falsa.

https://www.youtube.com/watch?v=qg_TKXAiuGc

■ Características especiales

- **Tautología:** se define tautología o validez a aquella fórmula que siempre es verdadera.
- **Contradicción:** es una proposición que siempre es falsa para todos los valores de verdad.

Ejemplo de Tautología

Expresión	p	q	$(p \leftrightarrow q)$	$(p \rightarrow q)$	$(q \rightarrow p)$	$[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)]$
	V	V	V	V	V	V
	V	F	F	F	V	F
	F	V	F	V	F	F
	F	F	V	V	V	V
Orden del operador			1	1	3	2

Ejercicio

$$[p \wedge (p \rightarrow q)] \rightarrow q$$

p	q	$p \rightarrow q$	$p \wedge (p \rightarrow q)$	$[p \wedge (p \rightarrow q)] \rightarrow q$
T	T			
T	F			
F	T			
F	F			
		1	2	3



La lógica de primer orden

- Conocida también como **lógica de predicados**
- Hace referencia a **objetos** y **conjuntos**
- Sintaxis
 - Conectores: como en la lógica de proposiciones
 - Variables: X, Y, Z, \dots
 - Constantes: a, b, c, \dots
 - Funciones: f, g, h, \dots
 - Relaciones/predicados: p, q, r, \dots
 - Predicados: afirmaciones sobre términos;
 - Cuantificadores: El existencial y el paratodo. Afirmaciones sobre los elementos de una colección de términos.
 - Ejemplo: $(\forall X)(\exists Y) ((p(X) \vee \neg q(f(X), Y)) \rightarrow r(X))$

https://www.youtube.com/watch?v=zQM_ICbnRuI



Componentes lógica de primer orden

■ Ejemplo



D. Vito Corleone, es el padrino de la principal mafia neoyorkina y su hijo, Michael Corleone, es su principal lugarteniente (o capo). Entre las aficiones de Michael se cuenta el tiro con colt 45. Aparte, se sabe que odia la pizza. Sony Corleone es otro de los hijos del padrino. Por su parte, D. Vito tiene cierta alergia a que la policía se meta en sus negocios por lo que viene sobornando al capitán Mc Cluskey desde hace cierto tiempo. Pero, en un momento dado, el capitán Mc Cluskey decide traicionar el padrino. Poco tiempo después Mc Cluskey aparece muerto en un restaurante de New York con dos disparos en la cabeza.





Componentes lógica de primer orden

D. Vito Corleone, es el padrino de la principal mafia neoyorkina y su hijo, Michael Corleone, es su principal lugarteniente (o capo). Entre las aficiones de Michael se cuenta el tiro con colt 45. Aparte, se sabe que odia la pizza. Sony Corleone es otro de los hijos del padrino. Por su parte, D. Vito tiene cierta alergia a que la policía se meta en sus negocios por lo que viene sobornando al capitán Mc Cluskey desde hace cierto tiempo. Pero, en un momento dado, el capitán Mc Cluskey decide traicionar al padrino. Poco tiempo después Mc Cluskey aparece muerto en un restaurante de New York con dos disparos en la cabeza.

- Para modelar el conocimiento con lógica de primer orden
 1. Es_padrino (vito_corleone) AND
 2. Es_Padre (vito_corleone, michael_corleone) AND
 3. Es_Capo (michael_corleone) AND
 4. Usa_Arma (michael_corleone, colt_45) AND
 5. Es_Pistola (colt 45) AND
 6. Es_Policía (mc_cluskey) AND
 7. Paga_a (vito_corleone , mc cluskey) AND
 8. Traiciona (mc_cluskey , vito corleone)
- Son **términos (constantes)**: (vito_corleone , mc cluskey, colt45)
- Son **predicados**: Es_padrino, Paga_a, Es_Padre.....
- Son **conectores**: AND , OR
- Son cuantificadores: \exists X Asesina (X, Mc_Cluskey, pistola)



Componentes lógica de primer orden

- **La negación:**
 - Michael odia la pizza: gusta(Michael_Corleone, pizza)
 - NOT Gusta(Michael_Corleone, pizza)
 - odia (Michael_Corleone, pizza)
- **La Implicación:** La conectiva lógica \rightarrow corresponde al SI...ENTONCES:
 - Si a Michael Corleone NO le gusta la pizza entonces NO es italiano
 - NOT Gusta(Michael_Corleone, pizza) \rightarrow NOT Italiano (Michael_Corleone)
- **Variables:**
 - Alguien ha asesinado a Mc_Cluskey usando una pistola
 - Asesina (X, Mc_Cluskey, pistola)
 - Para referirse a un individuo que se desconoce se introducen la variable X (Mayúscula, o inicia por _)
 - Un argumento de un predicado puede ser una variable o una constante (como Mc_Cluskey)



Componentes lógica de primer orden

■ Los Cuantificadores

■ El existencial: \exists (existe)

- Expresa que existe al menos un valor de la variable que hace que la formula que le sigue sea cierta

■ $\exists X$ Asesina (X , Mc_Cluskey, pistola)

■ El universal: \forall (todos)

- Expresa que todos los valores de la variable hacen que la formula sea cierta

■ $\forall X$ NOT Gusta (X , pizza) \rightarrow NOT Italiano (X)



Inferencia en lógica de primer orden

- La **deducción** es el método de inferencia más propio de la lógica de primer orden. Basado en el método "**Modus ponens**".

Proposiciones de partida:
1. Si a alguien no le gusta la pizza entonces no es italiano
2. A schwarzenegger no le gusta la pizza
3. Deducción: schwarzenegger no es italiano

- En general el método sigue la regla:

- Significado: Siempre que se tenga una implicación entre dos proposiciones (fórmula1_ F1) y un hecho (fórmula 2_ F2) semejante al antecedente de la implicación (P), podemos deducir el consecuente de la implicación (Q)

- En lógica de predicados la deducción previa es:

Cláusulas de partida:
1. $\forall X$ NOT Gusta (X , pizza) \rightarrow NOT Italiano (X)
2. NOT gusta(schwarzenegger, pizza)
3. Cláusula deductiva: NOT italiano(Schwarzenegger)



Inferencia en lógica de primer orden

- El proceso “modus ponens” consiste de 2 pasos:

A. Unificación y sustitución

- Se necesita que:
 - NOT Gusta (X, pizza) (F1) y
 - NOT Gusta (schwarzenegger, pizza) (F2) sean idénticas para aplicar “modus ponens”.
- Se aplica la **unificación**:
 - Hacer X=schwarzenegger
- Se aplica la **sustitución**:
 - Sustituir X por schwarzenegger donde X aparezca



Inferencia en lógica de primer orden

- Tras la unificación y la sustitución las formulas de partida serán:

- | |
|---|
| 1. NOT gusta(schwarzenegger, pizza).
→ NOT italiano(schwarzenegger). |
| 2. NOT gusta(schwarzenegger, pizza). |

B. Modus Ponens

- Ya se puede aplicar el “modus ponens”:

- | |
|--|
| 1. NOT gusta(schwarzenegger, pizza) → NOT italiano(Schwarzenegger) |
| 2. NOT gusta(Schwarzenegger, pizza) |
| 3. NOT italiano(schwarzenegger) |



Inferencia en lógica de primer orden

- En general no basta con aplicar una vez el **modus ponens** para alcanzar una conclusión, sino que hay que aplicar una cadena de razonamientos.

Ejemplo:

1. Si alguien traiciona a D. Vito y está a sueldo suyo Entonces se le aplicará el abrazo Siciliano.
2. Si alguien traiciona a D. Vito pero no está a sueldo suyo Entonces se le aplicará un castigo menor, el Beso Calabrés.
3. El Abrazo Siciliano solo puede ser aplicado por un hijo de D. Vito que además sea capo. Si se cumplen esas condiciones y además el susodicho hijo sabe manejar un arma determinada, entonces se producirá un asesinato del traidor con esa arma a manos del capo.
4. El Beso Calabrés puede ser aplicado por cualquier sicario a sueldo de D. Vito. Siempre que tengamos un sicario tal que sepa manejar un arma determinada, se producirá un asesinato del traidor con esa arma a manos del sicario.
5. Puesto que una Colt 45 es una pistola, siempre que se produzca un asesinato con una Colt 45, también se podrá decir que se ha producido un asesinato con una pistola.



Ejemplo de un Sistema de Producción

Base de Hechos

padrino(vito,mafia).
padre(vito,michael).
padre(vito,sony).
gusta(michael,tiro).
es_pistola(colt45).
no_gusta(michael,pizza).
odia(vito,policia).
policia(mcCluskey).
traiciona(mcCluskey,vito).
asesinado(mcCluskey,colt45).
hijo(michael,vito).
hijo(sony,vito).
muerto(vito).



Motor de inferencia



Base de Reglas

lugarteniente(X,mafia):-hijo(X,vito),no_gusta(X,pizza).
soborna(X,Y):-odia(X,Y).
asesino(X,Y):-traiciona(Y,Z),gusta(X,tiro),asesinado(Y,colt45),odia(Z,policia).
nuevo_padrino(X,mafia):-hijo(X,vito), X\==michael,not(X\==sonny);hijo(X,vito),X\==sonny,
not(X\==michael).
nuevo_padrino1(X,mafia):-muerto(Y),padrino(Y,mafia),hijo(X,mafia),asesino(X,Z),traiciona(Z,Y).
nuevo_padrino2(X,mafia):-muerto(Y),padrino(Y,mafia),hijo(X,mafia),not(asesino(X,Z)),traiciona(Z,Y)





El motor de inferencia

- Este consta de los siguientes pasos:
 1. Obtener un conjunto de posibles reglas que se puede combinar con algún hecho de la base de hechos.
 - Esta fase se denomina **equiparación (emparejamiento)** de reglas con hechos.
 - A las reglas emparejadas se les llama **reglas activas**.
 2. Seleccionar alguno (o algunos) de los emparejamientos obtenidos en el paso anterior.
 - Este paso se denomina **resolución de conflictos**
 3. Disparar los emparejamientos seleccionados en la fase dos y modificar la base de hechos según dictan los consecuentes de las reglas activas disparadas.
 - Añadir o borrar hechos
- El ciclo termina cuando en la base de hechos aparece el hecho que resuelve el problema
 - En el ejemplo cuando en la base de hechos aparece: **Asesina** (MichaelCorleone, Mc Cluskey, Pistola)



Sistemas de producción

VENTAJAS

- Cada regla es independiente de las demás.
- Parecen un buen modelo de como los seres humanos representan y resuelven problemas.
- Es bastante natural.
- Es bastante sencillo incrementar el conocimiento.
- Obliga a una forma uniforme
- Son mucho más flexibles que in programa de computador.
- Funcionan bien en entornos reales,

DESVENTAJAS

- Reaccionan en todo momento al contenido de la base de hechos, es muy difícil imponer que las reglas se disparen en determinadas secuencia
- Resulta difícil seguir el comportamiento de un sistema de producción.