Resolución

Método de resolución:

- Una sola regla de deducción
- En general, muchas maneras de seleccionar dos cláusulas para producir una resolvente.

Refinamientos o modificaciones al método para limitar la búsqueda

ESTRATEGIAS

SIMPLIFICACION

CONTROL

- Resolución Lineal
- Resolución Unitaria

Refinamientos de Resolución

ESTRATEGIAS DE SIMPLIFICACION

Si el conjunto inicial es insatisfacible (satisfacible) el simplificado también lo es y viceversa.

1) Eliminación de cláusulas tautológicas.

2) Simplificación de cláusulas por eliminación de literales repetidos.

3) Eliminación de cláusulas con literales puros. (Un literal es puro en un conjunto de cláusulas S sí y sólo sí no existe su complementario en S).

4) Eliminación de cláusulas que incorporan a otras (Una cláusula C_1 incorpora (subsume) a otra cláusula C_2 si existe la sustitución u tal que $C_2u \subseteq C_1$).

Refinamientos de Resolución

RESOLUCION LINEAL

Sea S un conjunto de cláusulas y C un elemento de ese conjunto.

Una deducción por resolución lineal de C_n a partir de S con cláusula inicial C , $S \vdash_R C_n$, es una sucesión finita de cláusulas $C_0 = C, C_1, \ldots, C_n$ tales que para cada i = 0, 1, ..., n - 1

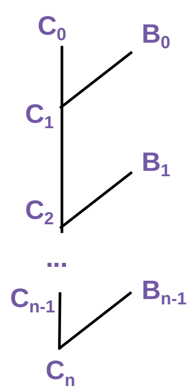
1) C_{i+1} es una resolvente de C_i (llamada cláusula central) y de otra cláusula B_i (llamada cláusula lateral)

2) Cada B_i o pertenece a S o es un antepasado de C_i
(es decir, $B_i = Res(C_j, C_k)$ para j, k < i ó B_i es factor de alguna cláusula C_j para j < i))

Si $C_n = \perp$ diremos que existe una refutación lineal de S.

Refinamientos de Resolución

Gráficamente



-C_0 es una cláusula de S

- B_i son cláusulas de S o alguna C_j con j < i

- C_{i+1}, i < n, es $Res(C_i , B_i)$

- Resolución lineal es un método correcto.

- Resolución lineal es un método completo (si un conjunto de cláusulas S es insatisfacible entonces de S se puede deducir la cláusula vacía aplicando resolución lineal).

Refinamientos de Resolución

RESOLUCION UNITARIA

Definición

Es un refinamiento del método de resolución en el cual en cada paso de resolución interviene al menos una cláusula unitaria.

Resolución unitaria es un método correcto pero en general no es completo.

Ejemplo:

S = {P(x) ∨ Q(x), ¬P(x) ∨ Q(x), P(x) ∨ ¬Q(x), ¬P(x) ∨ ¬Q(x)}

S es insatisfacible pero la cláusula vacía no puede deducirse aplicando resolución unitaria

Formalización de Lenguaje Natural

Formalizar un razonamiento en lenguaje natural

⇩

Expresar en lógica de predicados (LP) el conjunto de hipótesis y conclusión

Algunas estrategias:

✓ **Si la frase a formalizar no tiene una estructura sintáctica reconocida, intentar reescribirla manteniendo el significado.**

✓ **Definir dominio al cual pertenecen los elementos a usar.**

✓ **Determinar constantes, variables, funciones, predicados**

✓ **Identificar conectivas linguísticas y cuantificadores para sustituirlos por conectivos y cuantificadores de la LP.**

Formalización de Lenguaje Natural

__Algunas estrategias__:

✓ **Determinar constantes, variables, funciones, predicados:**

- **Constantes: elementos concretos del dominio**
- **Variables: elementos genéricos del dominio**
- **Funciones de aridad n > 0: representan cómo un elemento queda determinado por otro.**
- **Predicados de aridad n > 0: representan relaciones entre elementos.**

✓ **Determinar cuantificadores (para representar cuántos individuos cumplen cierta información – todas las variables deben estar cuantificadas)**

✓ **Determinar conectivos (para representar cómo se combina la información)**

Formalización de Lenguaje Natural

__Patrones más habituales__:

- **Universal afirmativo** $\forall x(A(x) \rightarrow B(x))$ (usamos condicional)

  Todo A es B - Sólo los B son A – No hay ningún A que no sea B

- **Universal negativo** $\forall x(A(x) \rightarrow \neg B(x))$

  Ningún A es B

- **Existencial afirmativo** $\exists x(A(x) \wedge B(x))$ (usamos conjunción)

  Algún A es B – Alguien es a la vez A y B

- **Existencial negativo** $\exists x(A(x) \wedge \neg B(x))$

  Algún A no es B – No todos los A son B

Formalización de Lenguaje Natural

Algunas estrategias:

✓ La formalización depende del dominio elegido

"Todos los alumnos van a la biblioteca"

a) Dominio D_1 = conjunto de los alumnos

Predicado necesario va_biblio(x) = $\{x \in D_1$ / x va a la biblioteca $\}$

$\forall x$ va_biblio(x)

b) Dominio D_2 = conjunto de las personas

Predicados necesarios alumno(x) = $\{x \in D_2$ / x es alumno $\}$

va_biblio(x) = $\{x \in D_2$ / x va a la biblioteca $\}$

$\forall x$ (alumno(x) $\rightarrow$ va_biblio(x))

c) Dominio D_3 = conjunto de las personas unión conjunto de lugares

Predicados necesarios alumno(x) = $\{x \in D_3$ / x es alumno $\}$

va(x, y) = $\{(x, y) \in D_3^2$ / x va al lugar y$\}$

$\forall x$ (alumno(x) $\rightarrow$ va(x, b)) b = biblioteca

Formalización de Lenguaje Natural

Algunas estrategias:

✓ Toda función se puede representar con un predicado con un argumento más que la función (pero las funciones simplifican la estructura de la fórmula)

"Todo padre quiere mucho a sus hijos"

a) Formalización con predicados D = conjunto de personas

padre(x, y) = $\{ (x, y) \in D^2$ / x es el padre de y $\}$

quiere(x, y) = $\{ (x, y) \in D^2$ / x quiere mucho a y $\}$

$\forall x \forall y$ (padre(x, y) $\rightarrow$ quiere(x, y))

b) Formalización con funciones D = conjunto de personas

p(x) = el padre de x

quiere(x, y) = $\{ (x, y) \in D^2$ / x quiere mucho a y $\}$

$\forall x$ quiere(padre(x), x)

Formalización de Lenguaje Natural

Algunas estrategias:

✓ **¿Cómo determinar si un predicado es unario, binario, etc.?**

1) En general, predicados unarios para verbo "ser" y usos intransitivos de verbos.

Juan es estudiante **estudiante(x) = {x ∈ D: x es estudiante}**

estudiante(Juan)

Juan pasea **pasea(x) = {x ∈ D: x pasea}**

pasea(Juan)

Formalización de Lenguaje Natural

✓ **¿Cómo determinar si un predicado es unario, binario, etc.?**

2) En general, predicados binarios para usos transitivos de verbos.

Juan respeta a los estudiantes **respeta(x, y) = {(x, y) ∈ D^2: x respeta a y}**

∀x(estudiante(x) → respeta(Juan, x))

También algunos usos intransitivos de verbos

Juan pasea con Luis **pasea(x, y) = {(x, y) ∈ D^2: x pasea con y}**

pasea(Juan, Luis)

Además algunos usos del verbo ser que establecen relaciones entre dos elementos

Juan es mayor que Luis **mayor(x, y) = {(x, y) ∈ D^2: x es mayor que y}**

mayor(Juan, Luis)

Formalización de Lenguaje Natural

✓ ¿Cuánto se debe traducir de cada oración?

- Todo lo que sea posible

Juan respeta a los estudiantes de vez en cuando

Juan respeta a los estudiantes cuando está de buen humor

- Dos posibles alternativas:

1) respeta(x, y)

2) respeta_vez_en_cuando(x, y) respeta_buen_humor(x, y)

Formalización de Lenguaje Natural

✓ Siempre es posible traducir como unario cualquier predicado binario.

Predicado binario: respeta(x, y)

Predicados unarios:

Juan respeta a los estudiantes

respeta_estud(x) = {x ∈ D: x respeta a los estudiantes }

Juan respeta a los profesores

respeta_prof(x) = {x ∈ D: x respeta a los profesores }

- Problema de esta estrategia: hace desaparecer elementos clave para demostrar que ciertos argumentos son válidos.

Formalización de Lenguaje Natural

Ejemplo:

Juan respeta a los estudiantes. Todos los músicos son estudiantes. Entonces Juan respeta a los músicos.

-*Formalización binaria*

$\forall x(\text{estudiante}(x) \rightarrow \text{respeta}(\text{Juan}, x)), \forall y(\text{musico}(y) \rightarrow \text{estudiante}(y)) \models$

$\forall z(\text{musico}(z) \rightarrow \text{respeta}(\text{Juan}, z))$

Es posible demostrar que este razonamiento es válido

-*Formalización unaria*

$\text{respeta\_estud}(\text{Juan}), \forall y(\text{musico}(y) \rightarrow \text{estudiante}(y)) \models$

$\text{respeta\_musico}(\text{Juan})$

No hay manera de demostrar que la conclusión se deduce de las premisas.

Formalización de Lenguaje Natural

¿Cómo determinar qué variable va con qué predicado?

a) Predicados unarios

Si los predicados están relacionados dentro del mismo enunciado, la variable es la misma

Todas las materias cuatrimestrales son promocionables.

$\forall x\ (\text{materia}(x) \land \text{cuatrimestral}(x) \rightarrow \text{promocionable}(x))$

Si los predicados no están en esa relación, podemos usar variables distintas (aunque se puede usar la misma)

Si todas las materias son cuatrimestrales, todas las materias son promocionables.

$\forall x\ (\text{materia}(x) \land \text{cuatrimestral}(x)) \rightarrow \forall y(\text{materia}(y) \land \text{promocionable}(y))$

Formalización de Lenguaje Natural

b) Predicados binarios (relacionan dos grupos; una variable para cada grupo)

- Los niños quieren a las mascotas

$\forall x\ \forall y(\text{niño}(x) \wedge \text{mascota}(y) \rightarrow \text{quiere}(x, y)) \equiv$

$\forall x\ \forall y(\text{niño}(x) \rightarrow (\text{mascota}(y) \rightarrow \text{quiere}(x, y))) \equiv$

$\forall x\ (\text{niño}(x) \rightarrow \forall y(\text{mascota}(y) \rightarrow \text{quiere}(x, y))) \equiv$

- Algunos niños quieren a los mascotas

$\exists x\ \forall y(\text{niño}(x) \wedge (\text{mascota}(y) \rightarrow \text{quiere}(x, y))) \equiv$

$\exists x\ (\text{niño}(x) \wedge \forall y(\text{mascota}(y) \rightarrow \text{quiere}(x, y)))$

- Algunos niños quieren a algunas mascotas

$\exists x\ \exists y(\text{niño}(x) \wedge \text{mascota}(y) \wedge \text{quiere}(x, y))$

- Los niños quieren a algunas mascotas

$\forall x\ \exists y(\text{niño}(x) \rightarrow \text{mascota}(y) \wedge \text{quiere}(x, y))$

$\forall x(\text{niño}(x) \rightarrow \exists y(\text{mascota}(y) \wedge \text{quiere}(x, y)))$