

Ejercicios 2: Sistemas de Producción

Inteligencia Artificial

Grado en Ingeniería Informática

2019/20

Departamento de Informática / Department of Computer Science

Universidad Carlos III de Madrid

Tabla de contenidos

- 1 Equiparación y ejecución
- 2 Representación
- 3 Razonamiento no monotónico

Detalles sobre notación

- Pseudocódigo: a veces usamos (SI .. ENTONCES) para las reglas
- Funciones: podemos usar funciones matemáticas
- Los hechos afirmados en el consecuente (o marcados con '+') son ASSERTS, los negados (o marcados con '-') son RETRACTS.

Detalles sobre notación

- Pseudocódigo: a veces usamos (SI .. ENTONCES) para las reglas
- Funciones: podemos usar funciones matemáticas
- Los hechos afirmados en el consecuente (o marcados con '+') son ASSERTS, los negados (o marcados con '-') son RETRACTS.
- **Notación de predicados:**
 - **Hechos:** si usamos el estilo PROLOG, las variables empiezan con mayúscula, constantes con minúsculas (ej: $a(manuel), adyacente1(X, Y)$)
 - **Reglas:** usamos \wedge o directamente separamos cláusulas por comas. El consecuente se marca con \rightarrow .
- **Notación de listas/tuplas:**
 - **Hechos:** entre paréntesis o corchetes, la posición identifica qué es cada elemento.
 - **Reglas:** usamos variables x, y, z (o $?x, ?y, ?z$).
Ej: $(?x ?y ?z) \rightarrow (?x+1 ?y ?z)$

Detalles sobre notación

- Pseudocódigo: a veces usamos (SI .. ENTONCES) para las reglas
- Funciones: podemos usar funciones matemáticas
- Los hechos afirmados en el consecuente (o marcados con '+') son ASSERTS, los negados (o marcados con '-') son RETRACTS.
- **Notación de marcos (CLIPS):**
 - **Hechos:** entre paréntesis con palabras clave para especificar cada elemento o tipo de objeto. (ej: (posicion (px 0) (py 3) (pz -1))).
 - **Reglas:** usamos variables marcadas con ?.
Ej: (posicion (px 0) (py ?y) (pz ?z)) → (posicion (px 1) (py ?y-1) (pz ?z)))
(esto añadiría un segundo objeto: (posicion (px 1) (py 2) (pz -1)))
Ej: (posicion (px 0) (py ?y) (pz ?z)) → -(posicion (px 0) (py ?y) (pz ?z)), +(posicion (px 1) (py ?y-1) (pz ?z)))
(esto sustituye el objeto "posición")

Ejercicio 1: Equiparación y ejecución con dos reglas

En un sistema de producción definimos

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

La base de hechos contiene lo siguiente:

$a(manuel)$, $b(manuel)$, $b(jose)$, $c(alberto)$

- ❶ ¿Qué INSTANCIAS de regla se activan en el primer ciclo de ejecución?
- ❷ Simular la ejecución en forma de tabla para estrategia “Más antigua” y “Más nueva” indicando el estado de la BH, la agenda, y la instancia que se ejecuta en cada ciclo

Nota: En caso de duda, suponer que se equipara según lectura (de arriba a abajo las reglas, de izquierda a derecha los hechos)

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO) (escribiendo instancias)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

Hechos	Agenda	Ejecuta
--------	--------	---------

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO) (escribiendo instancias)

Hechos

$a(manuel)$, $b(manuel)$,
 $b(jose)$, $c(alberto)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

	Hechos	Agenda	Ejecuta
1	$a(manuel)$, $b(manuel)$ $b(jose)$, $c(alberto)$	$a(manuel) \wedge b(manuel) \rightarrow c(manuel)$ $a(manuel) \wedge b(jose) \rightarrow c(jose)$	←

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO) (escribiendo instancias)

Hechos

$a(manuel)$, $b(manuel)$,
 $b(jose)$, $c(alberto)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

	Hechos	Agenda	Ejecuta
1	$a(manuel)$, $b(manuel)$ $b(jose)$, $c(alberto)$	$a(manuel) \wedge b(manuel) \rightarrow c(manuel)$ $a(manuel) \wedge b(jose) \rightarrow c(jose)$	←
2	$+c(manuel)$	$a(manuel) \wedge (jose) \rightarrow c(jose)$ $a(manuel) \wedge c(manuel) \rightarrow d(manuel)$	←

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO) (escribiendo instancias)

Hechos

$a(manuel)$, $b(manuel)$,
 $b(jose)$, $c(alberto)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

	Hechos	Agenda	Ejecuta
1	$a(manuel)$, $b(manuel)$ $b(jose)$, $c(alberto)$	$a(manuel) \wedge b(manuel) \rightarrow c(manuel)$ $a(manuel) \wedge b(jose) \rightarrow c(jose)$	←
2	$+c(manuel)$	$a(manuel) \wedge (jose) \rightarrow c(jose)$ $a(manuel) \wedge c(manuel) \rightarrow d(manuel)$	←
3	$+c(manuel)$, $+c(jose)$	$a(manuel) \wedge c(manuel) \rightarrow d(manuel)$	←

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO) (escribiendo instancias)

Hechos

$a(manuel)$, $b(manuel)$,
 $b(jose)$, $c(alberto)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

	Hechos	Agenda	Ejecuta
1	$a(manuel)$, $b(manuel)$ $b(jose)$, $c(alberto)$	$a(manuel) \wedge b(manuel) \rightarrow c(manuel)$ $a(manuel) \wedge b(jose) \rightarrow c(jose)$	←
2	$+c(manuel)$	$a(manuel) \wedge (jose) \rightarrow c(jose)$ $a(manuel) \wedge c(manuel) \rightarrow d(manuel)$	←
3	$+c(manuel)$, $+c(jose)$	$a(manuel) \wedge c(manuel) \rightarrow d(manuel)$	←
4	$+c(manuel)$, $+c(jose)$, $+d(manuel)$		STOP

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ \text{R1}(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), \text{R1}(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \} \rightarrow CC_3 = \emptyset$

Dos reglas, estrategia “Más Antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \} \rightarrow CC_3 = \emptyset$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \} \rightarrow CC_3 = \emptyset$

Dos reglas, estrategia “Más Nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{manuel})$,
 $b(\text{jose})$, $c(\text{alberto})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $d(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{alberto}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}) \} \rightarrow CC_3 = \emptyset$

Ejercicio 2: Equiparación y ejecución con tres reglas

En un sistema de producción hemos introducido las siguientes reglas:

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

La base de hechos contiene lo siguiente:

$a(manuel)$, $b(jose)$, $c(manuel)$

- ❶ ¿Qué INSTANCIAS de regla se activan en el primer ciclo de ejecución?
- ❷ Simular la ejecución en forma de tabla indicando el estado de la BH, la agenda, y la instancia que se ejecuta en cada ciclo, primero para “Más antigua” y luego para “Más nueva”.

Nota: En caso de duda, suponer que se equipara según lectura (de arriba a abajo las reglas, de izquierda a derecha los hechos)

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(manuel)$, $b(jose)$,
 $c(manuel)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(manuel)$, $b(jose)$,
 $c(manuel)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ \text{R1}(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), \text{R2}(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), \text{R3}(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$
 $CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$
 $CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$
 $CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_4 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más antigua” (FIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$
 $CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$
 $CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}) \}$
 $CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$
 $CC_3 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

$MT_4 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{jose}) \}$
 $CC_4 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \} \rightarrow CC_4 = \emptyset$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(manuel)$, $b(jose)$,
 $c(manuel)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(manuel)$, $b(jose)$,
 $c(manuel)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(manuel), b(jose), c(manuel) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=manuel, Y=jose), R2(X=manuel, Y=manuel), R3(X=manuel) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(manuel)$, $b(jose)$,
 $c(manuel)$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ \text{R1}(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{manuel}), R3(X= \text{manuel}), R2(X= \text{manuel}, Y= \text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_4 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{jose}) \}$

Tres reglas, prioridad “Más nueva” (LIFO)

Hechos

$a(\text{manuel})$, $b(\text{jose})$,
 $c(\text{manuel})$

Reglas

- R1: SI $a(X)$ y $b(Y)$ ENTONCES $c(Y)$
- R2: SI $a(X)$ y $c(Y)$ ENTONCES $d(Y)$
- R3: SI $a(X)$ y $c(X)$ ENTONCES $e(X)$

$MT_0 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}) \}$

$CC_0 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_1 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}) \}$

$CC_1 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_2 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}) \}$

$CC_2 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}) \}$

$MT_3 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}) \}$

$CC_3 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \}$

$MT_4 = \{ a(\text{manuel}), b(\text{jose}), c(\text{manuel}), e(\text{manuel}), d(\text{manuel}), c(\text{jose}), d(\text{jose}) \}$

$CC_4 = \{ R1(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{manuel}), R3(X=\text{manuel}), R2(X=\text{manuel}, Y=\text{jose}) \} \rightarrow CS_4 = \emptyset$

Ejercicio 3: Encadenamiento

En un sistema de producción tenemos las siguientes reglas:

- R1: $A \wedge B \rightarrow C$
- R2: $A \rightarrow D$
- R3: $C \wedge D \rightarrow E$
- R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$
- R5: $A \wedge E \rightarrow H$
- R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

La base de hechos contiene los siguientes: A, B, F

Se pide: ¿Cómo probaríamos si H es deducible según con un sistema de producción? Hacerlo usando encadenamiento hacia delante y encadenamiento hacia atrás.

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$$MT_0 = \{ A, B, F \}$$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$
R2: $A \rightarrow D$
R3: $C \wedge D \rightarrow E$
R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$
R5: $A \wedge E \rightarrow H$
R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

$CC_3 = \{ R4, R5 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$MT_4 = \{ A, B, F, C, D, E, G \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

$CC_3 = \{ R4, R5 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$MT_4 = \{ A, B, F, C, D, E, G \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

$CC_3 = \{ R4, R5 \}$

$CC_4 = \{ R5 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$
R2: $A \rightarrow D$
R3: $C \wedge D \rightarrow E$
R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$
R5: $A \wedge E \rightarrow H$
R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$MT_4 = \{ A, B, F, C, D, E, G \}$

$MT_5 = \{ A, B, F, C, D, E, G, H \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

$CC_3 = \{ R4, R5 \}$

$CC_4 = \{ R5 \}$

Encadenamiento, hacia adelante

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$
R2: $A \rightarrow D$
R3: $C \wedge D \rightarrow E$
R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$
R5: $A \wedge E \rightarrow H$
R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia adelante

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F, C \}$

$MT_2 = \{ A, B, F, C, D \}$

$MT_3 = \{ A, B, F, C, D, E \}$

$MT_4 = \{ A, B, F, C, D, E, G \}$

$MT_5 = \{ A, B, F, C, D, E, G, H \}$

$CC_0 = \{ R1, R2 \}$

$CC_1 = \{ R2 \}$

$CC_2 = \{ R3 \}$

$CC_3 = \{ R4, R5 \}$

$CC_4 = \{ R5 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$ Subgoals = $\{ H \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$ Subgoals = $\{ H \}$ $CC_0 = \{ R5 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

$MT_2 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

$MT_2 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

$CC_2 = \{ R2 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

$MT_2 = \{ A, B, F \}$

$MT_3 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$

SGs = $\{ (D), C, (E), (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

$CC_2 = \{ R2 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

$MT_2 = \{ A, B, F \}$

$MT_3 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$

SGs = $\{ (D), C, (E), (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

$CC_2 = \{ R2 \}$

$CC_3 = \{ R1 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$

R2: $A \rightarrow D$

R3: $C \wedge D \rightarrow E$

R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$

R5: $A \wedge E \rightarrow H$

R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

$MT_0 = \{ A, B, F \}$

$MT_1 = \{ A, B, F \}$

$MT_2 = \{ A, B, F \}$

$MT_3 = \{ A, B, F \}$

$MT_4 = \{ A, B, F \}$

Subgoals = $\{ H \}$

SGs = $\{ E, (H) \}$

SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$

SGs = $\{ (D), C, (E), (H) \}$

SGs = $\{ (D), (C), (E), (H) \}$

$CC_0 = \{ R5 \}$

$CC_1 = \{ R3 \}$

$CC_2 = \{ R2 \}$

$CC_3 = \{ R1 \}$

Encadenamiento, hacia atrás

Hechos

A, B, F

Reglas

R1: $A \wedge B \rightarrow C$
 R2: $A \rightarrow D$
 R3: $C \wedge D \rightarrow E$
 R4: $B \wedge E \wedge F \rightarrow G$
 R5: $A \wedge E \rightarrow H$
 R6: $D \wedge E \wedge H \rightarrow I$

Encadenamiento hacia atrás

MT_0	$= \{ A, B, F \}$	Subgoals = $\{ H \}$	$CC_0 = \{ R5 \}$
MT_1	$= \{ A, B, F \}$	SGs = $\{ E, (H) \}$	$CC_1 = \{ R3 \}$
MT_2	$= \{ A, B, F \}$	SGs = $\{ D, C, (E), (H) \}$	$CC_2 = \{ R2 \}$
MT_3	$= \{ A, B, F \}$	SGs = $\{ (D), C, (E), (H) \}$	$CC_3 = \{ R1 \}$
MT_4	$= \{ A, B, F \}$	SGs = $\{ (D), (C), (E), (H) \}$	
MT_5	$= \{ A, B, F, D, C, E, H \}$		

Ejercicio 4: Representación de los estados

Suponga que queremos describir la posición y el movimiento de los vehículos que mostramos.

- ¿Qué elementos definen lo esencial del problema?
- ¿Cómo se calcularía el tamaño del espacio de estados?
- ¿Cómo varía ese tamaño si hay dos de estos vehículos en un mismo problema?

Ejercicio 4: Representación de los estados

Suponga que queremos describir la posición y el movimiento de los vehículos que mostramos.

- ¿Qué elementos definen lo esencial del problema?
- ¿Cómo se calcularía el tamaño del espacio de estados?
- ¿Cómo varía ese tamaño si hay dos de estos vehículos en un mismo problema?



Ejercicio 4: Representación de los estados

Suponga que queremos describir la posición y el movimiento de los vehículos que mostramos.

- ¿Qué elementos definen lo esencial del problema?
- ¿Cómo se calcularía el tamaño del espacio de estados?
- ¿Cómo varía ese tamaño si hay dos de estos vehículos en un mismo problema?



Ejercicio 4: Representación de los estados

Suponga que queremos describir la posición y el movimiento de los vehículos que mostramos.

- ¿Qué elementos definen lo esencial del problema?
- ¿Cómo se calcularía el tamaño del espacio de estados?
- ¿Cómo varía ese tamaño si hay dos de estos vehículos en un mismo problema?



Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).
- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad.
- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).

- Supongamos que un estado concreto es *“patín en la posición (x0,y0) moviéndose a velocidad 5 con el volante girado 45 grados a la derecha”*.

Predicados $\text{posicion}(x0,y0) \wedge \text{velocidad}(5) \wedge \text{angulo}(45)$

CLIPS $(\text{patin } (\text{posicion } (x0 \ y0)) (\text{velocidad } 5) (\text{angulo } 45))$

Lenguaje OO $p = \text{new Patin}(); p.\text{pos}=(x0,y0); p.\text{vel}=5; p.\text{angulo}=45$

- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad.
- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).
- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad. Ejemplo de estados:

Predicados (1) $\text{posicion}(x0,y0) \wedge \text{ruedalzq}(5) \wedge \text{ruedaDer}(5)$

Predicados (2) $\text{posicion}(x0,y0) \wedge \text{velocidad}(1,5) \wedge \text{velocidad}(2,5)$

Predicados (3) $\text{posicion}(x0,y0) \wedge \text{velocidades}(5,0)$

Lista/Tupla $(x0\ y0\ 5\ 0)$

Marcos/Objetos $(\text{roomba} (\text{posicion} (x0\ y0)) (\text{velocidad} (5\ 0)))$

- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).
- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad.
- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Predicados1 $\text{posicion}(x0, y0, z0) \wedge \text{vel1}(5) \wedge \text{vel2}(-5) \wedge \text{vel3}(5) \wedge \text{vel4}(-5)$

Predicados2 $\text{posicion}(x0, y0, z0) \wedge \text{motor}(1,5) \wedge \text{motor}(2,-5) \wedge \text{motor}(3,5) \wedge \text{motor}(4,-5)$

Predicados3 $\text{posicion}(x0, y0, z0) \wedge \text{motores}(5, -5, 5, -5)$

Lista/Tupla $(x0\ y0\ z0\ 5\ -5\ 5\ -5)$

Marcos/Objetos $(\text{dron} (\text{posicion} (x0\ y0\ z0) (\text{motores} (5\ -5\ 5\ -5)))$

Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).
- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad.
- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Tamaño de un espacio de estados discreto: La representación como tupla es muy útil. Hay tantos estados posibles como el producto del número de posibilidades independientes para cada posición de la tupla. Tenemos que discretizar todas las cantidades (es decir, 'x', 'y', velocidades, ángulos) para calcularlo. Para un estado cualquiera (x, y, v_1, v_2) , si cada variable puede tomar 10 valores diferentes *independientemente*, el tamaño del espacio de estados es $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^4$.

Representación de un espacio de estados, solución

Queremos representar la posición y movimiento de estos vehículos.

- **Patín.** Se describe por su posición, velocidad del motor y ángulo del volante, positivo (derecha) o negativo (izquierda).
- **Roomba.** Supongamos que mueve mediante dos ruedas que pueden girar hacia delante a diferente velocidad.
- **Dron.** Un dron de tipo quadróptero se mueve variando la velocidad angular de cada uno de los cuatro motores de forma independiente. La velocidad puede ser positiva o negativa. Además, la posición debe incluir la altura.

Dos vehículos: Para cada vehículo tenemos 10^4 posibilidades. Por lo tanto tendremos en total:

$$10^4 \times 10^4 = 10^8$$

posibles estados para el sistema completo (¡NO 2×10^4 !).

Ejercicio 5: Asignación de tareas

- Una compañía tiene N trabajadores y N tareas que realizar
- El objetivo es asignar un trabajador a cada tarea, de modo que no haya dos trabajadores asignados a una misma tarea ni un trabajador asignado a más de una tarea
- Asignar un trabajador w a una tarea t tiene un coste $c(w, t)$.
- La tarea termina cuando no hay ningún trabajador o tarea sin asignar.

Represente este problema usando un Sistema de Producción.

Ejercicio sin solución

La solución a este ejercicio se deja para el alumno.

Ejercicio 6: Juego de tablero, Hechos

Tenemos un juego de tablero 4x4 en el que, en la situación inicial, el primer contrincante (blanco) tiene una ficha situada en la esquina inferior izquierda y otra ficha en la esquina superior derecha, y el otro contrincante (negro) tiene sus dos fichas en las otras dos esquinas.

En el tablero una casilla es k -adyacente de otra si se requieren k movimientos (horizontales, verticales, diagonales o combinación de ellos) para pasar de la primera a la segunda.

Se pide: ¿Como se puede formalizar el mundo de este tablero (las casillas, posición de los contrincantes, etc.) en un sistema de producción?

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes $c11$, $c12$, ..., $c44$
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla $CELL$ tiene un token de color $COLOR$
No representamos las casillas vacías!
 $state(c11, white)$, $state(c44, white)$, $state(c41, black)$, $state(c14, black)$

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla $CELL$ tiene un token de color $COLOR$
No representamos las casillas vacías!
 $state(c_{11}, white)$, $state(c_{44}, white)$, $state(c_{41}, black)$, $state(c_{14}, black)$
- **opponent(COLOR1, COLOR2)**: el color $COLOR2$ es oponente del color $COLOR1$
 $opponent(white, black)$, $opponent(black, white)$

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla $CELL$ tiene un token de color $COLOR$
No representamos las casillas vacías!
 $state(c_{11}, white)$, $state(c_{44}, white)$, $state(c_{41}, black)$, $state(c_{14}, black)$
- **opponent(COLOR1, COLOR2)**: el color $COLOR2$ es oponente del color $COLOR1$
 $opponent(white, black)$, $opponent(black, white)$
- **adj(k, CELL1, CELL2)**: la casilla $CELL2$ es k -adyacente a la casilla $CELL1$
 $adj(1, c_{11}, c_{21})$, $adj(1, c_{21}, c_{11})$, ..., $adj(2, c_{11}, c_{13})$, $adj(2, c_{13}, c_{11})$, ...

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla $CELL$ tiene un token de color $COLOR$
No representamos las casillas vacías!
 $state(c_{11}, white)$, $state(c_{44}, white)$, $state(c_{41}, black)$, $state(c_{14}, black)$
- **opponent(COLOR1, COLOR2)**: el color $COLOR2$ es oponente del color $COLOR1$
 $opponent(white, black)$, $opponent(black, white)$
- **adj(k, CELL1, CELL2)**: la casilla $CELL2$ es k -adyacente a la casilla $CELL1$
 $adj(1, c_{11}, c_{21})$, $adj(1, c_{21}, c_{11})$, ..., $adj(2, c_{11}, c_{13})$, $adj(2, c_{13}, c_{11})$, ...
- **turn(COLOR)**: el siguiente turno es para $COLOR$
 $turn(white)$

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla *CELL* tiene un token de color *COLOR*
No representamos las casillas vacías!
state(c₁₁, white), state(c₄₄, white), state(c₄₁, black), state(c₁₄, black)
- **opponent(COLOR1, COLOR2)**: el color *COLOR2* es oponente del color *COLOR1*
opponent(white, black), opponent(black, white)
- **adj(k, CELL1, CELL2)**: la casilla *CELL2* es *k*-adyacente a la casilla *CELL1*
adj(1, c₁₁, c₂₁), adj(1, c₂₁, c₁₁), ..., adj(2, c₁₁, c₁₃), adj(2, c₁₃, c₁₁), ...
- **turn(COLOR)**: el siguiente turno es para *COLOR*
turn(white)
- **tokens(COLOR, N)**: *COLOR* tiene *N* tokens
tokens(white, 2), tokens(black, 2)

Juego de tablero. Representación

- Casillas: constantes c_{11} , c_{12} , ..., c_{44}
- **state(CELL, COLOR)**: la casilla *CELL* tiene un token de color *COLOR*
No representamos las casillas vacías!
state(c₁₁, white), state(c₄₄, white), state(c₄₁, black), state(c₁₄, black)
- **opponent(COLOR1, COLOR2)**: el color *COLOR2* es oponente del color *COLOR1*
opponent(white, black), opponent(black, white)
- **adj(k, CELL1, CELL2)**: la casilla *CELL2* es *k*-adyacente a la casilla *CELL1*
adj(1, c₁₁, c₂₁), adj(1, c₂₁, c₁₁), ..., adj(2, c₁₁, c₁₃), adj(2, c₁₃, c₁₁), ...
- **turn(COLOR)**: el siguiente turno es para *COLOR*
turn(white)
- **tokens(COLOR, N)**: *COLOR* tiene *N* tokens
tokens(white, 2), tokens(black, 2)
- **winner(COLOR)**: *COLOR* gana
- **dead_heat**: el juego termina en empate

Ejercicio 6: Juego de tablero, Reglas

En el juego, en cada turno un contrincante puede realizar una jugada de uno se los tipos siguientes:

- ① **copiar** una ficha a una casilla 1-adyacente o
 - ② **mover** una ficha a una casilla 2-adyacente
- El juego empieza por el blanco.
 - El juego termina cuando ningún jugador pueda hacer ningún movimiento y gana aquel jugador que tenga más casillas suyas sobre el tablero.

Se pide: Describir todas las reglas del sistema de producción para poder jugar, incluyendo la detección de final de juego y ganador de la partida.

Juego de tablero. Reglas

R1(copy):	turn(Color1), state(Cell1, Color1), adj(1,Cell1,Cell2), \neg state(Cell2,Color), tokens(Color1,N), opponent(Color1,Color2)	→	state(Cell2,Color1), \neg turn(Color1), turn(Color2), \neg tokens(Color1,N), tokens(Color1, N+1)
R2(move):	turn(Color1), state(Cell1, Color1), adj(2,Cell1,Cell2), \neg state(Cell2,Color), opponent(Color1,Color2)	→	state(Cell2,Color1), \neg state(Cell1, Color1), \neg turn(Color1), turn(Color2)
R3(end1):	tokens(Color1,N), tokens(Color2,M), $N > M$	→	winner(Color1)
R3(end2):	tokens(Color1,N), tokens(Color2,M), $N = M$	→	dead_heat

Las reglas R1 y R2 tienen más prioridad que R3. Así, R3 sólo se dispara cuando no hay instancias de R1 ni de R2

Ejercicio 7: Biblioteca, representación

Tenemos un sistema simplificado de biblioteca con estas normas: si una persona pide un libro, lo prestará si el libro está disponible. Si el libro se ha prestado a otra, entonces la persona lo reserva y espera hasta que esté disponible. Cada persona posee el libro prestado hasta que otra persona lo reserva, y en este caso lo devuelve. Sólo se puede tener una reserva por libro en cada momento.

Se pide: Utilizando los siguientes predicados escribir las reglas para el sistema de producción de la biblioteca:

- $pide(P, B)$: la persona P pide el libro B
- $disponible(B)$: el libro B está disponible
- $prestado(P, B)$: la persona P toma prestado el libro B
- $reservaEspera(P, B)$: la persona P reserva el libro B y espera
- $reservado(B)$: se ha reservado el libro B

Biblioteca, Reglas

R1(pide): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)

R2(reserva): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)

R3(devuelve): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Ejercicio 7: Biblioteca, ejecución

Suponga ahora que se parte de la siguiente situación:

*pide(alumno1, libro1), pide(alumno2, libro1), pide(alumno3, libro1),
disponible(libro1)*

Se pide: Ejecutar el sistema con la estrategia de resolución de conflictos en profundidad, hasta 5 ciclos. Mostrar en cada ciclo el contenido de la base de hechos, el contenido de la agenda, y la regla que se ejecuta.

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): $\text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
R2(reservar): $\text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
R3(devolver): $\text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)
R2(reservar): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)
R3(devolver): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Nota: s1=alumno1, s2=alumno2, s3=alumno3, b1=libro1

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)
R2(reservar): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)
R3(devolver): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Nota: s1=alumno1, s2=alumno2, s3=alumno3, b1=libro1

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)
R2(reservar): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)
R3(devolver): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Nota: s1=alumno1, s2=alumno2, s3=alumno3, b1=libro1

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)
R2(reservar): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)
R3(devolver): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Nota: s1=alumno1, s2=alumno2, s3=alumno3, b1=libro1

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

Biblioteca, ejecución

R1(prestar): pide(P,B), disponible(B) \rightarrow prestado(P,B), \neg disponible(B), \neg pide(P,B)
 R2(reservar): pide(P1,B), prestado(P2,B), \neg reservado(B) \rightarrow reservaEspera(P1,B), reservado(B), \neg pide(P1,B)
 R3(devolver): reservaEspera(P1,B), prestado(P2,B) \rightarrow \neg prestado(P2,B), disponible(B), pide(P1,B), \neg reservado(B)

Nota: s1=alumno1, s2=alumno2, s3=alumno3, b1=libro1

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_3 = MT_2 \cup \{ \text{pide}(s2,b1), \text{disponible}(b1) \} - \{ \text{prestado}(s1,b1), \text{reservado}(b1) \}$

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_3 = MT_2 \cup \{ \text{pide}(s2,b1), \text{disponible}(b1) \} - \{ \text{prestado}(s1,b1), \text{reservado}(b1) \}$

$CC_3 = \{ R1(P=s3,B=b1), R1(P=s2,B=b1) \}$

¡Nuestro sistema no fuerza a que los libros sean prestados a la persona con reservas!

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_3 = MT_2 \cup \{ \text{pide}(s2,b1), \text{disponible}(b1) \} - \{ \text{prestado}(s1,b1), \text{reservado}(b1) \}$

$CC_3 = \{ R1(P=s3,B=b1), R1(P=s2,B=b1) \}$

¡Nuestro sistema no fuerza a que los libros sean prestados a la persona con reservas!

$MT_4 = MT_3 \cup \{ \text{prestado}(s3,b1) \} - \{ \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_3 = MT_2 \cup \{ \text{pide}(s2,b1), \text{disponible}(b1) \} - \{ \text{prestado}(s1,b1), \text{reservado}(b1) \}$

$CC_3 = \{ R1(P=s3,B=b1), R1(P=s2,B=b1) \}$

¡Nuestro sistema no fuerza a que los libros sean prestados a la persona con reservas!

$MT_4 = MT_3 \cup \{ \text{prestado}(s3,b1) \} - \{ \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_4 = \{ R2(P1=s2,P2=s3,B=b1) \}$

Biblioteca, ejecución

$R1(\text{prestar}): \text{pide}(P,B), \text{disponible}(B) \rightarrow \text{prestado}(P,B), \neg \text{disponible}(B), \neg \text{pide}(P,B)$
 $R2(\text{reservar}): \text{pide}(P1,B), \text{prestado}(P2,B), \neg \text{reservado}(B) \rightarrow \text{reservaEspera}(P1,B), \text{reservado}(B), \neg \text{pide}(P1,B)$
 $R3(\text{devolver}): \text{reservaEspera}(P1,B), \text{prestado}(P2,B) \rightarrow \neg \text{prestado}(P2,B), \text{disponible}(B), \text{pide}(P1,B), \neg \text{reservado}(B)$

Nota: $s1=\text{alumno1}$, $s2=\text{alumno2}$, $s3=\text{alumno3}$, $b1=\text{libro1}$

$MT_0 = \{ \text{pide}(s1,b1), \text{pide}(s2,b1), \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_0 = \{ R1(P=s1,B=b1), R1(P=s2,B=b1), R1(P=s3,B=b1) \}$ **regla seleccionada: la primera que aparece en el CC**

$MT_1 = MT_0 \cup \{ \text{prestado}(s1,b1) \} - \{ \text{pide}(s1,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_1 = \{ R2(P1=s2,P2=s1,B=b1), R2(P1=s3,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_2 = MT_1 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

$CC_2 = \{ R3(P1=s2,P2=s1,B=b1) \}$

$MT_3 = MT_2 \cup \{ \text{pide}(s2,b1), \text{disponible}(b1) \} - \{ \text{prestado}(s1,b1), \text{reservado}(b1) \}$

$CC_3 = \{ R1(P=s3,B=b1), R1(P=s2,B=b1) \}$

¡Nuestro sistema no fuerza a que los libros sean prestados a la persona con reservas!

$MT_4 = MT_3 \cup \{ \text{prestado}(s3,b1) \} - \{ \text{pide}(s3,b1), \text{disponible}(b1) \}$

$CC_4 = \{ R2(P1=s2,P2=s3,B=b1) \}$

$MT_5 = MT_4 \cup \{ \text{reservaEspera}(s2,b1), \text{reservado}(b1) \} - \{ \text{pide}(s2,b1) \}$

Ejercicio 8: Dron de reparto

Represente con un sistema de producción un dron que vuela desde un almacén hacia un punto dado, para entregar o recoger un paquete, y regresa después al almacén.

El dron puede llevar a cabo dos operaciones:

- **Entregar paquete:** el dron cargará el paquete en el almacén, volcará directamente al destino, descargará el paquete, y volará de vuelta.
- **Devolución paquete:** el dron volará desde el almacén a la ubicación del paquete, lo cargará, volará de vuelta y descargará el paquete.

En cada vuelo el dron solo puede cargar un paquete. Además, sólo vuela entre dos puntos si conoce una ruta entre ellos. Por último, el dron está preparado para volar sólo después de cargar o descargar un paquete (de este modo se evita que esté volando sin objetivo).

Ejercicio sin solución

La solución a este ejercicio se deja para el alumno.