Departamento de Cs. e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur

# Inteligencia Artificial

Trabajo Práctico N$^{\underline{\circ}}$ 9

**Razonamiento**

Segundo Cuatrimestre de 2008

## Ejercicios

1. **CWA o Hipótesis de Mundo Cerrado**

   La *hipótesis de mundo cerrado* (closed world assumption) surge de la teoría de bases de datos. Esta suposición establece que todo lo que es relevante en el mundo ha sido especificado. Por lo tanto, esto permite a un agente asumir de forma “segura”que un hecho es falso si no puede inferir que es verdadero.

   En esencia, ésta asume que toda la información positiva relevante ha sido especificada; cualquier otro hecho no especificado se asume por defecto que es falso. Formalmente, si $K$ es un conjunto de cláusulas Horn, la clausura de $K$ con respecto a la hipótesis de mundo cerrado se define como sigue:

   $$\mathbf{CWA}(K) = K \cup \{\neg P \mid K \not\vdash P \text{ y } P \in \mathcal{B}_K\}$$

   donde $\mathcal{B}_K$ es la base de Herbrand del conjunto $K$.

   En base a esto, sea $K$ el siguiente conjunto de cláusulas Horn:

   ```
   vuelo(bahía, baires).                 vuelo(bahía, rosario).
   vuelo(baires, rosario).               vuelo(baires, bariloche).
   vuelo(bariloche, riogallegos).

   escala(X,Y) ← vuelo(X,Y).
   escala(X,Y) ← vuelo(X,Z), escala(Z,Y).
   ```

   *a*) Calcular $\mathbf{CWA}(K)$.

   *b*) Suponiendo que eliminamos la restricción de considerar solo cláusulas Horn. Sea $K' = K \cup \{A\}$ donde

   $$A = \texttt{vuelo(santafé,rosario)} \vee \texttt{vuelo(santafé,larioja)}$$

   Obtener $\mathbf{CWA}(K')$. En base al resultado obtenido, ¿cuál es el principal problema que surge si se incluye información disyuntiva?

   *c*) Existe una cierta relación entre la negación por falla (**NAF**) y la noción de **CWA**. La negación por falla se define para programas lógicos definidos, en términos de árboles *SLD* finitamente fallados. Un árbol *SLD* para una consulta determinada y un cierto programa se dice *finitamente fallado* si no tiene nodos exitosos ni ramas infinitas. Luego, si $K$ es un programa lógico definido la clausura de $K$ con respecto a la negación por falla se puede definir como sigue:

$$\mathbf{NF}(K) = K \cup \{\neg P \mid \text{existe un árbol finitamente fallado para } P \text{ y } P \in \mathcal{B}_K\}$$

En base a esto buscar, si es posible, conjuntos $K$ de cláusulas Horn tales que:

- $\mathbf{NF}(K) = \mathbf{CWA}(K)$
- $\mathbf{NF}(K) \subset \mathbf{CWA}(K)$
- $\mathbf{CWA}(K) \subset \mathbf{NF}(K)$

2. Lógica Default (Ray Reiter)

- Definir *default* y *teoría default*.
  ¿Cuál es el significado informal asociado a un default $\delta = \frac{\phi : \psi_1, \ldots, \psi_n}{\chi}$?
- En base a [Ant96], definir formalmente las condiciones requeridas para que:
  *a*) Un default $\delta = \frac{\phi : \psi_1, \ldots, \psi_n}{\chi}$ sea *aplicable* a un conjunto de fórmulas $E$ clausurado por consecuencia lógica (es decir, tal que $Cn(E) = E$).
  *b*) Una fórmula $\alpha$ pertenezca al conjunto $In(\Pi)$, donde $\Pi$ es una secuencia de defaults de una teoría default $T = (W, D)$.
  *c*) Una fórmula $\alpha$ pertenezca al conjunto $Out(\Pi)$, donde $\Pi$ es una secuencia de defaults de una teoría default $T = (W, D)$.
  *d*) Una secuencia de defaults $\Pi$ se considere *proceso* de una teoría default $T = (W, D)$.
  *e*) Un proceso $\Gamma$ de una teoría default $T = (W, D)$ sea *exitoso*.
  *f*) Un proceso $\Gamma$ de una teoría default $T = (W, D)$ sea *cerrado*.
  *g*) Un conjunto de fórmulas $E$ sea una *extensión* de una teoría default $T = (W, D)$.

3. Calcular todas las extensiones de las siguientes teorías default utilizando la semántica operacional. Posteriormente, verificar si estas extensiones satisfacen la ecuación de punto fijo de la semántica declarativa.

*a*)

$$W = \{a, b\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ p}{p} \quad \frac{b\ :\ \neg p}{\neg p} \right\}$$

*b*)

$$W = \{\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ p}{p} \quad \frac{b\ :\ \neg p}{\neg p} \right\}$$

*c*)

$$W = \{a, b\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ p}{p} \quad \frac{b\ :\ \neg p}{\neg p} \quad \frac{true\ :\ x}{\neg x} \right\}$$

*d*)

$$W = \{a, b, \neg p \rightarrow q\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ p}{p} \quad \frac{b\ :\ \neg p}{\neg p} \quad \frac{p \vee q\ :\ r}{r} \quad \frac{q\ :\ s}{s} \quad \frac{q\ :\ \neg s}{\neg s} \right\}$$

*e*)

$$W = \{a\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ b}{b} \quad \frac{a\ :\ \neg b}{c} \right\}$$

*f*)

$$W = \{x, y \to \neg z\} \qquad D = \left\{ \frac{x\ :\ y}{y} \quad \frac{true\ :\ z}{z} \quad \frac{y\ :\ \neg x, v}{v} \right\}$$

*g*)

$$W = \{a\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ b}{c} \quad \frac{a\ :\ d}{\neg c} \right\}$$

*h*)

$$W = \{a, a \to c\} \qquad D = \left\{ \frac{a\ :\ b}{\neg c} \quad \frac{a\ :\ c}{d} \quad \frac{\neg e\ :\ f}{\neg g} \quad \frac{\neg e\ :\ g}{\neg f} \right\}$$

4. Sea $T = (W, D)$ una teoría default con al menos una extensión y $\delta$ el default $\frac{true\,:\,p}{\neg p}$, para algún $p$ que no aparezca ni en $W$ ni en $D$.

   En base a lo observado en el ejercicio anterior, ¿qué se podría afirmar sobre la teoría default $T' = (W, D \cup \{\delta\})$?

5. Dada una teoría default $T$, ¿a qué se denomina conclusiones *cautas* y a qué se denomina conclusiones *osadas* o *atrevidas*? Dar ejemplos.

6. Dar como ejemplo una teoría $T = (W, D)$ cualquiera y calcular sus extensiones. Luego, modificar dicha teoría para: obtener nuevas extensiones, eliminar extensiones, modificar extensiones existentes.

7. Considerando lo efectuado en el ejericio 6, explicar por qué se dice que la *Lógica Default* constituye un formalismo de razonamiento no monótono.

8. Definir el concepto de teoría default *normal*. ¿Qué propiedad, no satisfecha por las teorías defaults en general, se verifica en este tipo de teorías?

9. Dada la siguiente teoría default normal $T = (W, D)$

$$W = \{\textit{ñandú(X)} \to \textit{ave(X)}, \quad \textit{ñandú(cleo)}\}$$

$$D = \left\{ \frac{\textit{ave(X)}\ :\ \textit{vuela(X)}}{\textit{vuela(X)}} \quad \frac{\textit{ñandú(X)}\ :\ \neg\textit{vuela(X)}}{\neg\textit{vuela(X)}} \right\}$$

   Calcular las extensiones de $T$. ¿Cuál de las extensiones elegiría (siguiendo su sentido común) como representación de la realidad y por qué?

10. ¿Por qué razón no se clausura deductivamente al conjunto $Out$?

11. Sean $\Pi$ y $\Gamma$ dos procesos de una teoría default $T = (W, D)$. Probar que si todos los defaults que aparecen en $\Pi$ también aparecen en $\Gamma$, entonces $In(\Pi) \subseteq In(\Gamma)$ y $Out(\Pi) \subseteq Out(\Gamma)$.

12. Demostrar los siguientes resultados:

    *a*) Si $E$ y $F$ son dos extensiones de una teoría default $T = (W, D)$ y $E \subseteq F$, entonces $E = F$

*b*) Una teoría default tiene una extensión inconsistente sssi W es inconsistente.

*c*) Si $E$ y $F$ son dos extensiones distintas de una teoría default normal, entonces $E \cup F$ es inconsistente.

13. Sea $T = (W, D)$ una teoría default donde $W = \emptyset$ y $D = \{\frac{true:a}{\neg a}\}$. Mostrar que esta teoría no tiene extensiones. Justificar, siguiendo la definición del operador $\Gamma$, que $E = Th(\{\neg a\})$ no es una extensión (o sea, no es un punto fijo del operador $\Gamma$).

14. Considere la siguiente situación general. Joaquín acostumbra almorzar los mediosdías pero en algunas ocasiones no lo hace. Por lo general si tiene hambre y tiene la comida lista suele almorzar. También es normal que no almuerce cuando tiene poco tiempo. Él suele ir al buffet pero a veces decide ir a comprar comida. Por lo general si tiene comida suele cocinar su propio almuerzo. En muchas ocasiones llega tan cansado del trabajo que si no hay nada en la heladera, directamente no almuerza. Definitivamente se sabe que si va al buffet o decide cocinar, tendrá la comida lista; pero él nunca hará las dos cosas, si va al buffet no irá a comprar comida, y vice-versa.

    Considere el siguiente conjunto de fórmulas $W$;

$$\begin{aligned}\mathrm{W} = \{& irBuffet \rightarrow comidaLista, \quad comprarComida \rightarrow comida, \\ & cocinar \rightarrow comidaLista, \quad \neg(irBuffet \land comprarComida)\}\end{aligned}$$

    y el siguiente conjunto de defaults $D = \{\delta_0, \ldots, \delta_5\}$, para modelar la situación general anterior:

$$\delta_0 = \frac{hambre \land comidaLista : almorzar}{almorzar} \qquad \delta_1 = \frac{pocoTiempo : \neg\, almorzar}{\neg\, almorzar}$$

$$\delta_2 = \frac{comida : cocinar}{cocinar} \qquad \delta_3 = \frac{true : irBuffet}{irBuffet}$$

$$\delta_4 = \frac{true : comprarComida}{comprarComida} \qquad \delta_5 = \frac{cansado \land heladeraVacia : \neg\, almorzar}{\neg\, almorzar}$$

    *a*) La teoría default $T_1 = \langle W \cup \{hambre, heladeraVacia\}, D\rangle$, representaría una situación particular en la cual Joaquín tiene hambre y su heladera está vacía. Calcule las extensiones de esta teoría. ¿Se puede concluir que Joaquín almuerza? Justifique.

    *b*) Enuncie una teoría default que modele la situación particular en la cual Joaquín tiene hambre, su heladera está vacía y además está cansado. ¿Se puede concluir que Joaquín almuerza? Justifique.

    *c*) Enuncie una teoría default que modele la situación particular en la cual Joaquín tiene poco tiempo. ¿Se puede concluir que Joaquín almuerza? Justifique.

# Referencias


[Ant96] ANTONIOU, G. *Nonmonotonic Reasoning.* MIT Press, 1996.