Abduction de théories clausales

Exercice 1 Qui vient à la soirée ?

Une soirée a lieu et l'on cherche à savoir qui vient ou non. On sait que quelqu'un vient s'il est libre et motivé pour venir. Quelqu'un est libre si et seulement si il n'a pas d'autre rendez-vous et qu'il ne travaille pas. On considère qu'une personne qui s'ennuie et qui n'a pas d'autre rendez-vous est motivée. De même, une personne est motivée pour venir si au moins deux de ses amis viennent. Par contre, une personne n'est pas motivée pour venir si une personne qu'elle déteste vient.

1. **Représentation.** Traduire ces phrases en une théorie clausale $\mathcal{T}$. On utilise les prédicats :

   - `vient(X)` : la personne X vient à la soirée.
   - `libre(X)` : la personne X est libre.
   - `travail(X)` : la personne X a du travail.
   - `autreRdv(X)` : la personne X un autre rendez-vous.
   - `motive(X)` : la personne X est motivée pour venir.
   - `ennui(X)` : X s'ennuie.
   - `ami(X,Y)` : X considère Y comme son ami (non forcément symétrique).
   - `deteste(X,Y)` : X déteste Y.
   - `eq(X,Y)` : X et Y désignent la même personne.

2. **Déduction.** On considère les faits suivants :
   Alban et Claire sont amis l'un avec l'autre. Alban, Claire et Didier considèrent Brian comme un ami. Didier et Elsa considère Alban comme un ami, et Elsa considère aussi Claire comme une amie. Brian est motivé pour venir et libre. Claire et Didier sont aussi libres. Alban ne travaille pas et n'a pas d'autres rendez-vous. par contre Elsa travaille. Enfin, Claire s'ennuie.

   (a) Traduire ces phrases en un ensemble de faits (clauses unitaires) $\mathcal{F}_1$. On utilise les constantes `a,b,c,d,e` pour désigner respectivement Alban, Brian, Claire, Didier et Elsa.

   (b) Indiquer le champ de production $\mathcal{P}_v$ permettant de savoir qui vient et calculer $Carc(\mathcal{T} \cup \mathcal{F}_1, \mathcal{P}_v)$. En déduire que Brian, Claire, Alban et Didier viennent. On demande de justifier ces 4 réponses par un arbre de SOL-résolution (mais il n'est pas demandé d'en prouver la minimalité).

   (c) On considère en plus la phrase *Claire déteste Didier.* et on note $\mathcal{F}_2 = \mathcal{F}_1 \cup \{$`deteste(c,d).`$\}$. Que vaut $Carc(\mathcal{T} \cup \mathcal{F}_2, \mathcal{P}_v)$? Que peut-on en conclure ?

3. **Abduction.** On considère maintenant les faits suivants :
   $\mathcal{F}_3 = \{$`vient(b). vient(c). libre(a). libre(b). libre(e). deteste(c,d).`$\}$
   On note $\Sigma_3 = \mathcal{T} \cup \mathcal{F}_3$. On observe de plus qu'Alban vient et on décide d'en abduire une explication en terme de liens d'amitié ou d'ennui.

   (a) Formaliser cela en un problème d'abduction.

   (b) Indiquer comment calculer déductivement les hypothèses abdcutives.

   (c) Prouver que H_1=`ennui(a)` et H_2=`ami(a,b)` $\wedge$ `ami(a,c)` sont des hypothèses abductives de ce problème (on demandera le détail des preuves de conséquences, mais pas des preuves de satisfiabilité).

(d) Si l'on calcule $Newcarc^*(\mathcal{T} \cup \mathcal{F}_3, \{$`¬vient(a)`$\}$,`pf([-ennui(_),-ami(a,_)])`) avec SOLAR, on obtient :

- $C_1 =$`[-ennui(a)]`
- $C_2 =$`[-ami(a,b), -ami(a,c)]`
- $C_3 =$`[-ami(a,c), -ami(a,d), -ennui(d)]`
- $C_4 =$`[-ami(a,d), -ami(a,e), -ennui(d), -ennui(e)]`
- $C_5 =$`[-ami(a,c), -ami(a,e), -ennui(e)]`
- $C_6 =$`[-ami(a,b), -ami(a,e), -ennui(e)]`
- $C_7 =$`[-ami(a,b), -ami(a,d), -ennui(d)]`

Lesquelles de ces conséquences sont véritablement des nouvelles conséquences ? En déduire l'ensemble des hypothèses abductives de ce problème.

Exercice 2 Diagnostic

On considère un problème simple de diqgnostic médical en logique des prédicats. On utilise les prédicats suivants :

- `a(`X`,`Y`)` signifie qu'une personne X a la maladie Y.
- `fievre(`X`)` signifie qu'une personne X a de la fièvre.
- `toux(`X`)` signifie qu'une personne X a de la toux.
- `antibio(`X`)` signifie qu'une personne X prend des antibiotiques.
- `mieux(`X`)` signifie qu'une personne X va mieux le lendemain.
- `diff(`X`,`Y`)` signifie que les maladies X et Y sont différentes.

On utiliser de plus les constantes `grippe`, `bronchite`, `angine`, `simplerhume` pour les maladies, ainsi que la constante `p` pour représenter le patient considéré.

1. Traduire chacune des phrases suivantes en une règle ou un fait.
   (a) Quand une personne a une grippe, elle a de la fièvre.
   (b) Quand une personne a une angine, elle a de la fièvre.
   (c) Quand une personne a une bronchite, elle a de la fièvre.
   (d) Quand une personne a une simple rhume, elle va mieux le lendemain.
   (e) Quand une personne a une angine et prend des antibiotiques, elle va mieux le lendemain.
   (f) Quand une personne a une bronchite et prend des antibiotiques, elle va mieux le lendemain.
   (g) Quand une personne a une bronchite, elle a de la toux.
   (h) La grippe, l'angine et la bronchite ne sont pas de simples rhumes.
   (i) Quand une personne a un simple rhume, c'est qu'elle n'a pas d'autres maladies. (note : utiliser `diff(`Y`,simplerhume)`).
   (j) Le patient `p` ne tousse pas.
   (k) Le patient `p` prend des antibiotiques.
2. Traduire ces règles et faits en une théorie clausale Σ en nommant chaque clause.
3. Utiliser la méthode de résolution inversée pour donner toutes les hypothèses expliquant l'observation O_1 : `fievre(p)`. Détailler les étapes en précisant les conséquences que vous calculez (et lesquelles sont éliminés et pourquoi).
4. Faire de même pour l'observation O_2 : `mieux(p)`.
5. Donner la ou les hypothèses permettant d'expliquer $O_1 \wedge O_2$ en justifiant formellement votre raisonnement. On peut utiliser les résultats précédent en notant que si D_1 est une conséquence de $\Sigma \cup \{C_1\}$ et que D_2 est une conséquence de $\Sigma \cup \{C_2\}$, alors $D_1 \vee D_1$ est une conséquence de $\Sigma \cup \{C_1 \vee C_2\}$.

Abduction en ASP

Exercice 3 Mari jaloux

La femme d ?un mari jaloux rentre tard. Il s ?interroge sur les raisons de son retard.

On modélise ses a-priori par la théorie suivante :

On considère le programme abductif $\langle P, \mathcal{A}\rangle$ où $\mathcal{A} = \{a, t\}$ et

$$P_1 = \begin{cases} r & \leftarrow a,\ not\ t. \\ r & \leftarrow t,\ not\ a. \end{cases} \tag{1}$$

où :

- r signifie *sa femme est **r**entrée tard.*
- a signifie *sa femme a un **a**mant avec qui elle a passé la soirée.*
- t signifie *sa femme a du rester tard au **t**ravail.*

1. Chercher toutes les explications crédules de $G_1 = \{r\}$ selon $\langle P_1, \mathcal{A}\rangle$ en détaillant la démarche.
2. Lesquelles de ces explications sont aussi des explications sceptiques ? Justifier la réponse.

Suspicieux, il demande à une collègue de sa femme qui confirme qu ?elle travaillait.

On modélise maintenant ses croyances par :

$$P_2 = \begin{cases} r & \leftarrow a,\ not\ t. \\ r & \leftarrow t,\ not\ a. \\ c & \leftarrow t,\ not\ m. \\ c & \leftarrow m. \\ \neg m & \leftarrow\ not\ m. \\ m & \leftarrow\ not\ \neg m. \end{cases} \tag{2}$$

où :

- c signifie *la collègue de sa femme **c**onfirme que celle-ci travaillait.*
- m signifie *cette collègue est prête à **m**entir pour couvrir l'affaire de sa femme.*

3. Chercher toutes les explications crédules de $G_1 = \{r, c\}$ selon $\langle P_2, \mathcal{A}\rangle$ en détaillant la démarche.
4. Lesquelles de ces explications sont aussi des explications sceptiques ? Justifier la réponse.
5. Que faudrait-il faire pour que $\{a\}$ soit inclus dans une explication sceptique ?

Exercice 4 Exemple abstrait avec variables

On considère le programme abductif $\langle P, \mathcal{A}\rangle$ où $\mathcal{A} = \{A(b), A(c), A(d)\}$ et

$$P = \begin{cases} P(X) & \leftarrow A(X),\ not\ \neg P(X). \\ \neg P(X) & \leftarrow Q(Y), R(X, Y). \\ Q(X) & \leftarrow not\ A(X). \\ R(c, d). \\ R(d, b). \end{cases} \tag{3}$$

Soient deux observations $G_1 = P(c)$ et $G_2 = P(d)$.

1. Soit une observation $G_1 = P(c)$.
   (a) Donner le programme $P^{\mathcal{A}}_{G_1}$ traduisant la recherche d'explication de G.
   (b) Donner les ensembles de réponses de $P^{\mathcal{A}}_{G_1}$.
   (c) En déduire les explications crédules de G selon $\langle P, \mathcal{A}\rangle$.
   (d) Trouver les explications sceptiques de G selon $\langle P, \mathcal{A}\rangle$ (en justifiant).
2. Faire de même pour $G_2 = P(d)$.
3. Faire de même pour $G_3 = G_1 \wedge G_2$.