

TD N° 6 – TP5 Les Logiques de description
--

Exercice 1:

1- Exprimez à l'aide de la logique de description les connaissances suivantes relatives au domaine de la représentation des connaissances et du raisonnement sachant que:

- définie, compose, est-correcte, génère et est_un sont des rôles atomiques.
- LMODE, GMODE, LCLASSIC, ALPHABET, RRECRITURE, AXIOME, RINFERENCE, RVALUATION et CONTRADICTIONS sont des concepts atomiques.

Une description complexe sera définie par la construction de concepts et de rôles comme suit :

$$C \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid \forall R.C \mid \exists R.\top \mid \exists R.C \mid C \sqcup D \mid \text{au moins } n R \mid \text{au plus } n R$$

Les concepts atomiques sont dénotés par A et B et un rôle atomique est dénoté par R.

Dans la A-box, C(a) représente l'assertion d'un concept alors que R(b,c) représente l'assertion de rôle.

TBOX :

a. Le mode de représentation de connaissances est composé de mode logique et de mode graphique.

$$\text{MREPER} \equiv \text{LMODE} \sqcup \text{GMODE}$$

b. Les logiques classiques et les logiques non classiques sont des modes logiques.

$$\text{LNCLASSIC} \equiv \neg \text{LCLASSIC}$$

$$\text{LCLASSIC} \subseteq \text{LMODE}$$

$$\text{LNCLASSIC} \subseteq \text{LMODE}$$

$$\text{LMODE} \equiv \text{LCLASSIC} \sqcup \text{LNCLASSIC}$$

c. Le langage est défini par son alphabet et ses règles de réécritures.

$$\text{LANGAGE} \equiv \exists \text{definie.}(\text{ALPHABET} \sqcup \text{RRECRITURE})$$

d. Une syntaxe se compose au moins de deux règles d'inférences et de trois axiomes tels que tous les axiomes sont correctes.

$$\text{SYNTAXE} \equiv (\exists \text{compose.RINFERENCE} \sqcap \text{au moins 2 compose}) \sqcup$$

$$(\exists \text{compose.AXIOME} \sqcap \text{au moins 3 compose} \sqcap \text{au plus 3 compose})$$

$$\top \subseteq \forall \text{est-correcte.AXIOME}$$

e. La sémantique est composée que par des règles de valuation.

$$\text{SEMANTIQUE} \equiv \forall \text{compose.RINFERENCE}$$

f. Une logique est définie par son langage, sa syntaxe et sa sémantique.

$$\text{LOGIQUE} \equiv \exists \text{definie.}(\text{LANGAGE} \sqcup \text{SYNTAXE} \sqcup \text{SEMANTIQUE})$$

g. Les logiques ne génèrent pas de contradictions.
LOGIQUE $\subseteq \forall$ génère. \neg CONTRADICTIONS

ABOX :

h. La logique des propositions et la logique des prédicats sont des logiques classiques.
LCLASSIC(LP) ; LCLASSIC(LPO)

i. Les logiques de description, la logique modale et la logique des défauts sont des logiques non classiques
LNCLASSIC(LD) ; LNCLASSIC(LM) ; LNCLASSIC(LF)

j. Les réseaux Bayésiens et les réseaux sémantiques sont des modes graphiques
GMODE(RB) ; GMODE(RS)

k. La logique des prédicats contient l'axiome A4.
AXIOME (A4) ; Contient(LPO, A4)

l. le système T est une logique modale.
Est-un(Système-T, LM)

m. le système T contient l'axiome A7
AXIOME(A7) ; contient(Système-T, A7)

2- Que peut-on déduire?
LMODE(LP) ; MREPER(LP) ; ...

Exercice 2 :

Considérons la description de la carte de métro de la ville de Milan:



Sachant:

- qu'une description complexe en logique de description est définie par:

$$C \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg A \mid C \sqcap D \mid \forall R.C \mid \exists R.\top \mid \exists R.C \mid C \sqcup D \mid \textit{au moins } n R \mid \textit{au plus } n R$$

- STATION, ROUGE, JAUNE, VERTE, STATIONECHANGE sont des concepts atomiques,

- "suivant", "a-couleur" et "composé" sont des rôles atomiques.

1. Décrivez à l'aide de la logique de description les concepts suivants:

TBOX :

a. Les stations qui sont sur la ligne rouge

$$\text{STR} \equiv \text{STATION} \sqcap \forall a\text{-couleur.ROUGE}$$

b. Les stations qui sont sur la ligne jaune

$$\text{STJ} \equiv \text{STATION} \quad \square \quad \forall a\text{-couleur.JAUNE}$$

c. Les stations qui sont sur la ligne verte

$$\text{STV} \equiv \text{STATION} \sqcap \forall a\text{-couleur. VERTE}$$

d. Les stations d'échange

$$\text{STVR} \equiv \text{STATION} \cap (\exists a\text{-couleur.VERT} \sqcup \exists a\text{-couleur.ROUGE})$$

$STJR \equiv STATION \sqcap (\exists a\text{-couleur.JAUNE} \sqcup \exists a\text{-couleur.ROUGE})$
 $STJV \equiv STATION \sqcap (\exists a\text{-couleur.JAUNE} \sqcup \exists a\text{-couleur.VERT})$
 $STEXCHANGE \equiv STVR \sqcup STJR \sqcup STJV$

- e. Les stations ayant la prochaine station sur la ligne rouge
 $STSR \equiv STATION \sqcap \exists \text{suivant.STR}$
- f. les stations terminus
 $TERMINUS \equiv STATION \sqcap \forall \text{suivant.} \perp$
- g. Une ligne de métro est constituée entre 12 et 30 stations
 $LIGNE \equiv \exists \text{composé.STATION} \sqcap \text{au moins 12 composé} \sqcap \text{au plus 30 composé}$
- h. Un réseau est composé de plusieurs lignes
 $RESEAU \equiv \exists \text{composé.LIGNE}$
- i. Un réseau dense est composé d'au moins 20 lignes
 $RESEAUDENSE \equiv RESEAU \sqcap \text{au moins 20 composé}$
- j. Un petit réseau est composé d'au plus 6 de lignes
 $PETITRESEAU \equiv RESEAU \sqcap \text{au plus 6 composé}$
- k. Une station de la ligne rouge est une station
 $STR \subseteq STATION$
- l. Toute chose qui suit une station est une station
 $\exists \text{suivant.} \top \subseteq STATION$
- m. Toute chose qui a quelque chose à coté est une station
 $\top \subseteq \forall \text{suivant.STATION}$

2- Dans la A-box, C(a) représente l'assertion d'un concept alors que R(b,c) représente l'assertion de rôle. Donnez des exemples d'assertions relatives aux concepts définis précédemment.

ABOX :

$STR(\text{BONOLA}) ; STJ(\text{CROCETTA}) ; STJR(\text{DUOMO}) ; TERMINUS(\text{S.DONATO})$
 $a\text{-couleur}(\text{ZARA,ROUGE}) ; \text{suivant}(\text{PASTEUR,ROVERETO}) ; RESEAU(\text{MILANO})$

3- Que peut-on déduire

Déductions :

$STEXCHANGE(\text{DUOMO})$
 $PETITRESEAU(\text{MILANO})$

...

Exercice 3:

Exprimez à l'aide de la logique de description les connaissances du monde relatives au domaine de l'architecture sachant que:

Une description complexe sera définie par la construction de concepts et de rôles comme suit :

$$C \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid \forall R.C \mid \exists R.C \mid C \sqcup D \mid \text{au moins } n R \mid \text{au plus } n R$$

Les concepts atomiques sont dénotés par A et B et un rôle atomique est dénoté par R.

Dans la A-box, C(a) représente l'assertion d'un concept alors que R(b,c) représente l'assertion de rôle.

Ces descriptions nécessitent de définir les rôles atomiques : contient, a-coté, définie, fait-partie et délimité-est.

Et les concepts atomiques : STRUCTURE, ARCHITECTURE, DATE-CONSTRUCTION, SURFACE, POSITION-DEBUT, POSITION-FIN, ORIENTATION, ADRESSE, BATIMENT, STUDIO, CHAMBRE, MUR, MAISON-COLLECTIVE, MAISON-PRIVEE, LONGUEUR, LOCALISATION et ADRESSE.

TBOX :

1. Les maisons privées et les maisons collectives sont des bâtiments
 $\text{MAISON-PRIVEE} \sqcup \text{MAISON-COLLECTIVE} \subseteq \text{BATIMENT}$
2. Une adresse peut être considérée comme une localisation
 $\text{ADRESSE} \subseteq \text{LOCALISATION}$
3. Un appartement est une maison collective ayant au moins trois pièces.
 $\text{APPARTEMENT} \equiv \text{MAISON-COLLECTIVE} \sqcap (\exists \text{contient. PIECE} \sqcap \text{au moins } 3 \text{ contient})$
4. Un studio a au moins une chambre
 $\exists a\text{-pièce} \subseteq \text{STUDIO} \quad (\text{restriction de domaines})$
5. Toute chose à coté de quelque chose est un bâtiment
 $\top \subseteq \forall a\text{-coté. BATIMENT} \quad (\text{plage de restriction ou image})$
6. Toute chose qui a quelque chose à coté doit être un bâtiment
 $\exists a\text{-coté. } \top \subseteq \text{BATIMENT}$
7. Une maison est une structure définie par son architecture, sa date de construction et sa surface.
 $\text{MAISON} \equiv \text{STRUCTURE} \sqcap \exists \text{définie.}(\text{ARCHITECTURE} \sqcup \text{DATE-CONSTRUCTION} \sqcup \text{SURFACE})$
8. Toutes les maisons sont des bâtiments
 $\text{MAISON} \subseteq \text{BATIMENT}$
9. Un mur fait partie d'une chambre.
 $\text{MUR} \subseteq \exists \text{fait-partie. CHAMBRE}$
10. Une maison est toujours délimitée par un mur à l'est.

MAISON $\subseteq \forall \text{delimité-est.MUR}$

9. Une rue est définie par sa position début, sa position fin, son orientation et sa longueur.

RUE $\subseteq \exists \text{définie.}(\text{POSITION-DEBUT} \sqcup \text{POSITION-FIN} \sqcup \text{ORIENTATION} \sqcup \text{LONGUEUR})$

ABOX :

10. Le bâtiment B001 est à côté du Bâtiment B002.

BATIMENT(B001) \sqcap BATIMENT(B002) \sqcap a-coté(B001,B002)

12. Le mur WH2019 fait partie de la chambre R200.

MUR(WH2019) \sqcap CHAMBRE(R200) \sqcap fait-partie(WH2019, R200)

12. La maison H004 est délimitée à l'est par le mur WH2019. Elle date du 19^{ème} siècle et sa surface est de 400m². Sa position est de (36.320782, 5.736546).

MAISON(H004) \sqcap MUR(WH2019) \sqcap est-délimité (H004, WH2019) \sqcap (DATE-CONSTRUCTION(19) \sqcap SURFACE(400) \sqcap POSITION-DEBUT(36.320782) \sqcap POSITION-FIN(5.736546)).

Exercice 4:

Représentez les connaissances suivantes en utilisant la logique de description dans laquelle un concept complexe est défini par :

$C \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid \forall R.C \mid \exists R.C \mid C \sqcup D \mid \text{au moins } n R \mid \text{au plus } n R$

Les concepts atomiques sont dénotés par A et B et un rôle atomique est dénoté par R. Dans la A-box, C(a) représente l'assertion d'un concept alors que R(b,c) représente l'assertion de rôle. Les concepts atomiques et les rôles doivent être prédéfinis au préalable.

TBOX :

a- Une ville intelligente est une ville qui utilise les TIC pour améliorer la qualité des services urbains ou encore réduire les coûts.

VILLEINT \equiv VILLE $\sqcap \exists \text{utilise.TIC} \sqcap (\exists \text{améliore. SERVICE} \sqcup \exists \text{réduire.COUTS})$

b- Une ville intelligente doit développer des environnements durables, une mobilité intelligente et une urbanisation responsable.

c- Une cyberville est une ville intelligente

CYBERVILLE \subseteq VILLEINT

d- Les villes intelligentes se sont développées pour répondre à des changements technologiques, économiques et environnementaux majeurs, notamment le changement climatique, la restructuration économique.

e- Toutes les villes intelligentes doivent intégrer la technologie des capteurs sans fil.

VILLEINT $\subseteq \forall \text{integre.TECHCAPTSF}$

f- Une urbanisation non responsable ne développe pas de villes intelligentes.

URBANRESP $\subseteq \neg (\exists \text{developpe.VILLEINT})$

g- Le marché de la ville intelligente atteindra 1400 milliard de dollars.

ABOX :

h- Amsterdam est une ville intelligente.

VILLEINT(Amsterdam) Abox

Exercice 5 :

Représentez les connaissances en utilisant la logique de description dans laquelle un concept complexe est défini par :

$$C \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid \forall R.C \mid \exists R.C \mid C \sqcup D \mid \text{au moins } n R \mid \text{au plus } n R$$

Les concepts atomiques sont dénotés par A et B et un rôle atomique est dénoté par R. Dans la A-box, C(a) représente l'assertion d'un concept alors que R(b,c) représente l'assertion de rôle.

Les concepts atomiques et les rôles doivent être prédéfinis au préalable
Soient les concepts atomiques EVENEMENT, DOMMAGE-NATURE, ATTEINTE-ECOSYS, CHIMIE-EAUX
Et le rôle atomique : provoque

TBOX :

- a- Les catastrophes écologiques sont des événements qui provoquent toujours des dommages à la nature et des atteintes à l'écosystème.

$$\text{CATASTROPHES-ECOLOGIQUE} \equiv \text{EVENEMENT} \sqcap \forall \text{provoque} . (\text{DOMMAGE-NATURE} \sqcap \text{ATTEINTE-ECOSYS})$$

- b- Les phénomènes géophysiques sont des événements qui provoquent des catastrophes écologiques.

$$\text{PHENOMENES-GEOPHYSIQUES} \equiv \text{EVENEMENT} \sqcap \exists \text{provoque} . \text{CATASTROPHE-ECOLO}$$

- c- Les séismes, les cyclones et les éruptions volcaniques sont des phénomènes géophysiques.

$$\text{SEISME} \sqcup \text{CYCLONE} \sqcup \text{ERUPTRION-VOLCANIQUE} \subseteq \text{PHENOMENES-GEOPHYSIQUES}$$

- d- Les risques naturels, les feux de forêts sont des catastrophes écologiques.

$$\text{RISQUE-NATUREL} \sqcup \text{FEUX-FORETS} \subseteq \text{CATASTROPHES-ECOLOGIQUE}$$

- e- Les accidents nucléaires sont des catastrophes technologiques.

$$\text{ACCIDENT-NUCLEAIRE} \subseteq \text{CATASTROPHES-TECHNOLOGIQUES}$$

- f- Les catastrophes écologiques et les catastrophes technologiques sont distinctes.

$$\text{CATASTROPHES-ECOLOGIQUE} \sqcap \text{CATASTROPHES-TECHNOLOGIQUES} \equiv \perp$$

- g- Les catastrophes technologiques n'induisent pas des dommages à la nature.

$$\text{CATASTROPHES-TECHNOLOGIQUES} \subseteq \neg (\exists \text{provoque} . \text{DOMMAGE-NATURE})$$

- h. Les inondations sont des risques naturels qui provoquent un déséquilibre sur la chimie des eaux.

$$\text{INONDATIONS} = \text{RISQUE-NATUREL} \sqcap \exists \text{provoque} . \text{CHIMIE-EAUX}$$

ABOX :

- h- Tchernobyl est un accident nucléaire.

$$\text{ACCIDENT-NUCLEAIRE}(\text{TCHERNOBYL})$$

- i- Les feux en Amazonie sont des catastrophes écologiques.

$$\text{CATASTROPHES-ECOLOGIQUE}(\text{feux-Amazonie})$$

TP5 :

Plusieurs raisonneurs ont été développés pour simuler l'inférence avec une base de connaissances exprimée en Logique de Description.

A partir du lien du site web officiel des logiques de description est <http://dl.kr.org/>, une liste de raisonneurs est offerte.

Les raisonneurs suivants figurent parmi les outils les plus utilisés :

RACER : <https://github.com/ha-mo-we/Racer>
<http://www.racer-systems.com/>

FaCT : <http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/FaCT>

FACT++ : <https://code.google.com/archive/p/factplusplus/>

Hermit : <http://hermit-reasoner.com/>

Pellet : <http://clarkparsia.com/pellet/>

La partie pratique consiste à utiliser un des outils pour simuler le raisonnement en exploitant les TBOX et les Abox des exercices précédents.

A titre d'exemple, pour l'outil RACER, une base de connaissances relative aux relations familiales est présentée comme suit :


```

(in-knowledge-base family smith-family)
(signature :atomic-concepts (human person female male woman man
                             parent mother father
                             grandmother aunt uncle
                             sister brother)
:roles ((has-descendant :transitive t)
        (has-child :parent has-descendant)
        has-sibling
        (has-sister :parent has-sibling)
        (has-brother :parent has-sibling)
        (has-gender :feature t))
:individuals (alice betty charles doris eve))
(implies *top* (all has-child person))
(implies (some has-child *top*) parent)
(implies (some has-sibling *top*) (or sister brother))
(implies *top* (all has-sibling (or sister brother)))
(implies *top* (all has-sister (some has-gender female)))
(implies *top* (all has-brother (some has-gender male)))
(implies person (and human (some has-gender (or female male))))
(disjoint female male)
(implies woman (and person (some has-gender female)))
(implies man (and person (some has-gender male)))

(equivalent parent (and person (some has-child person)))
(equivalent mother (and woman parent))
(equivalent father (and man parent))
(equivalent grandmother
  (and mother
    (some has-child
      (some has-child person))))
(equivalent aunt (and woman (some has-sibling parent)))
(equivalent uncle (and man (some has-sibling parent)))

(equivalent brother (and man (some has-sibling person)))
(equivalent sister (and woman (some has-sibling person)))
(instance alice mother)
(related alice betty has-child)
(related alice charles has-child)
(instance betty mother)
(related betty doris has-child)
(related betty eve has-child)
(instance charles brother)
(related charles betty has-sibling)
(instance charles (at-most 1 has-sibling))
(related doris eve has-sister)
(related eve doris has-sister)
#|
(concept-subsumes? brother uncle)
(concept-ancestors mother)
(concept-descendants man)
(all-transitive-roles)
(individual-instance? doris woman)
(individual-types eve)
(individual-fillers alice has-descendant)
(individual-direct-types eve)
(concept-instances sister)
|#

```