

Introduction aux logiques de descriptions

- Langage de représentation de connaissances
- Connaissances du domaine représentées par des entités qui ont une description syntaxique à laquelle est associée une « sémantique ».
- Logiques de descriptions \Leftrightarrow Logiques terminologiques \Leftrightarrow famille de langages

Très fortement inspiré du cours d'Alain Mille et du livre de D. Kayser

11/02/2013

Représentation Connaissances

1

Logique de descriptions

- Un concept permet de représenter un ensemble d'individus
- Un rôle représente une relation binaire entre individus.
- Concept \Leftrightarrow entité générique d'un domaine
- Individu \Leftrightarrow une entité singulière, une instance d'un concept.

11/02/2013

Représentation Connaissances

2

Principes des LD

- Un concept et un rôle possèdent une *description structurée* élaborée à partir de *constructeurs*
- Une sémantique est associée à chaque description de concept et de rôle par l'intermédiaire d'une *interprétation*.
- Représentation des concepts et des rôles relèvent du niveau *terminologique* \Leftrightarrow *TBox*
- Description et manipulation des individus relèvent du niveau *factuel* ou niveau des *assertions ABox*

11/02/2013

Représentation Connaissances

3

Principes des LD (suite)

- La relation de *subsumption* organise concepts et rôles par niveau de généralité. C subsume D si C est plus général que D au sens que l'ensemble d'individus représenté par C contient l'ensemble d'individus représenté par D \Leftrightarrow hiérarchie de concepts et (parfois) hiérarchie de rôles.
- Opérations de base : classification et instanciation.
 - Classification de concepts (ou rôles) et détermine la position d'un concept (d'un rôle) dans une hiérarchie. Construction et maintenance de la hiérarchie est assistée par le processus de classification.
 - L'instanciation permet de retrouver les concepts dont UN individu est susceptible d'être une instance (*sens différent dans les langages à objet*).

11/02/2013

Représentation Connaissances

4

Définitions

- Un concept dénote un ensemble d'individus (l'extension du concept)
- Un rôle dénote une relation binaire entre individus.
- La description structurée d'un concept est faite par des constructeurs introduisant les rôles associés au concept et les restrictions attachées à ces rôles:

A rapprocher de la programmation par contraintes

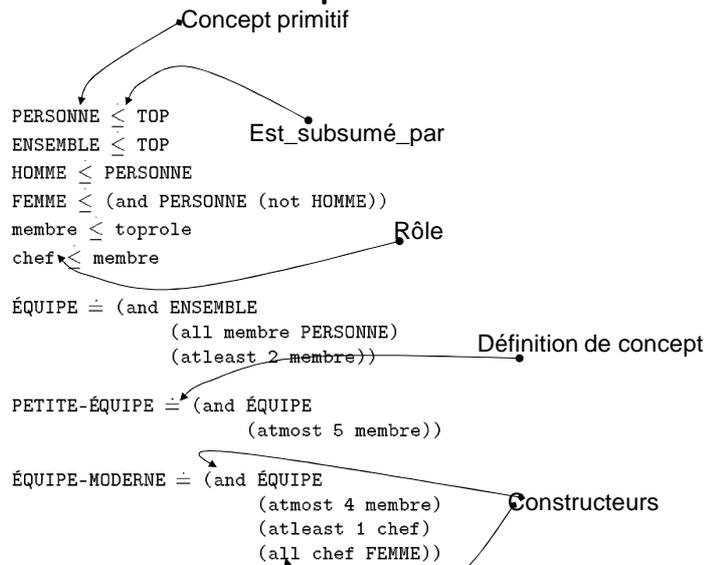
- Restrictions en général sur le co-domaine du rôle (le concept avec lequel le rôle établit une relation) et la cardinalité du rôle (nombre minimal et maximal de valeurs élémentaires que peut prendre le rôle : les valeurs élémentaires sont des instances de concept ou des types de base –entier, réel, chaînes de caractères-).
- Concepts primitifs \Leftrightarrow atomes servant de base à la construction des concepts définis.
- Concept défini, concept possédant une définition.

11/02/2013

Représentation Connaissances

5

Exemple



11/02/2013

Représentation Connaissances

6

La famille de langage \mathcal{AL}

$C, D \rightarrow A$		
Top		\top
Bottom		\perp
(and C D)		$C \sqcap D$
(not A)		$\neg A$
(all r C)		$\forall r.C$
(some r)		$\exists r$
syntaxe lispienne		syntaxe allemande

Éléments syntaxiques

11/02/2013

Représentation Connaissances

7

Notion d'interprétation

Définition 1 (*Interprétation*)

Une interprétation $\mathcal{I} = (\Delta_{\mathcal{I}}, \cdot^{\mathcal{I}})$ est la donnée d'un ensemble $\Delta_{\mathcal{I}}$ appelé domaine de l'interprétation et d'une fonction d'interprétation $\cdot^{\mathcal{I}}$ qui fait correspondre à un concept un sous-ensemble de $\Delta_{\mathcal{I}}$ et à un rôle un sous-ensemble de $\Delta_{\mathcal{I}} \times \Delta_{\mathcal{I}}$, de telle sorte que les équations suivantes soient satisfaites :

$$\begin{aligned}
 \top^{\mathcal{I}} &= \Delta_{\mathcal{I}} \\
 \perp^{\mathcal{I}} &= \emptyset \\
 (C \sqcap D)^{\mathcal{I}} &= C^{\mathcal{I}} \cap D^{\mathcal{I}} \\
 (C \sqcup D)^{\mathcal{I}} &= C^{\mathcal{I}} \cup D^{\mathcal{I}} \\
 (\neg C)^{\mathcal{I}} &= \Delta_{\mathcal{I}} - C^{\mathcal{I}} \\
 (\forall r.C)^{\mathcal{I}} &= \{x \in \Delta_{\mathcal{I}} / \forall y : (x, y) \in r^{\mathcal{I}} \rightarrow y \in C^{\mathcal{I}}\} \\
 (\exists r.C)^{\mathcal{I}} &= \{x \in \Delta_{\mathcal{I}} / \exists y : (x, y) \in r^{\mathcal{I}} \wedge y \in C^{\mathcal{I}}\} \\
 (\geq n r)^{\mathcal{I}} &= \{x \in \Delta_{\mathcal{I}} / |\{y \in \Delta_{\mathcal{I}} / (x, y) \in r^{\mathcal{I}}\}| \geq n\} \\
 (\leq n r)^{\mathcal{I}} &= \{x \in \Delta_{\mathcal{I}} / |\{y \in \Delta_{\mathcal{I}} / (x, y) \in r^{\mathcal{I}}\}| \leq n\} \\
 (r_1 \sqcap \dots \sqcap r_n)^{\mathcal{I}} &= r_1^{\mathcal{I}} \cap \dots \cap r_n^{\mathcal{I}}
 \end{aligned}$$

11/02/2013

Représentation Connaissances

8

Satisfiabilité, équivalence, incompatibilité de concepts

- Un concept C est satisfiable ou cohérent si et seulement s'il existe une interprétation \mathcal{I} telle que $C^{\mathcal{I}} \neq \emptyset$; C est non satisfiable ou incohérent sinon.
- Deux concepts C et D sont dits équivalents, ce qui se note $C \equiv D$, si et seulement si $C^{\mathcal{I}} = D^{\mathcal{I}}$ pour toute interprétation \mathcal{I} .
- Deux concepts C et D sont incompatibles ou disjoints si et seulement si $C^{\mathcal{I}} \cap D^{\mathcal{I}} = \emptyset$ pour toute interprétation \mathcal{I} .

Exercice : satisfiabilité des exemples de concepts suivant ?

- (1) (and HOMME (some enfant MUSICIEN))
- (2) (and FEMME (all enfant HOMME))
- (3) (and FEMME (all enfant (and MUSICIEN HOMME)))
- (4) (and (atmost 0 r) (atleast 1 r))
- (5) (some r (and A (not A)))

Relation de subsumption

Définition 3 (*Subsumption*)

Un concept D est subsumé par un concept C (respectivement C subsume D), ce qui se note $D \sqsubseteq C$ (respectivement $C \sqsupseteq D$) si et seulement si $D^{\mathcal{I}} \subseteq C^{\mathcal{I}}$ pour toute interprétation \mathcal{I} . Le concept C est appelé le subsumant et D le subsumé.

Niveau terminologique

- Deux déclarations terminologiques :
 - introduction de concepts primitifs
 - Introduction de définitions
- Déclaration = équation terminologique
 - Nom de concept utilisé une seule fois en partie gauche (pas de circuit terminologique).
 - \Leftrightarrow possibilité de substituer tout nom de concept par sa définition dans n'importe quelle expression conceptuelle (développement des définitions).

Test de subsumption

- Méthodes de type « normalisation-comparaison » (algorithmes NC)
- Méthode dérivée de la méthode des tableaux sémantiques

Normalisation-Comparaison

- Développement et factorisation des définitions
- Production des « formes normales » de description.
- Comparaison

Méthodes des tableaux sémantiques

- La question « Est-ce que C subsume D » est remplacée par « Est-ce que $D \sqcap \neg C$ est non satisfiable ? ».
- La méthode est la réfutation.
- Il est possible de donner à la démonstration une forme d'arbre fini étiqueté qui est appelé « tableau sémantique » où chaque branche mémorise une série d'évaluations possibles pour les énoncés testés.

11/02/2013

Représentation Connaissances

15

Base de connaissances terminologique

```
(1) (not BACHELIER)  $\sqsubseteq$  (not DOCTEUR)
(2) (all enfant DOCTEUR)  $\sqsubseteq$  (all fils BACHELIER)
(3) (all ami (not BACHELIER))  $\sqsubseteq$  (all ami (not DOCTEUR))
(4) (atleast 2 fille)  $\sqsubseteq$  (atleast 1 enfant)
(5) (atmost 1 enfant)  $\sqsubseteq$  (atmost 2 fille)
```

TBox

```
ÉQUIPE-MODERNE(Trio-54)
HOMME(Antoine)
PERSONNE(Colette)
membre(Trio-54,Antoine)
membre(Trio-54,Patrick)
chef(Trio-54,Colette)
(atmost 3 membre)(Trio-54)
```

ABox

11/02/2013

Représentation Connaissances

16

Exemple

- (t1) $\mathcal{T} = \{(\text{some enseignant COURS}) \sqsubseteq$
 (or PROFESSEUR (and ÉTUDIANT (some diplôme DEA))),
- (t2) PROFESSEUR \sqsubseteq (some diplôme DOCTORAT),
- (t3) (some diplôme DOCTORAT) \sqsubseteq (some diplôme DEA),
- (t4) (and DOCTORAT DEA) $\sqsubseteq \perp$
- (a1) $\mathcal{A} = \{\text{enseignant}(\text{Jean}, \text{Cours-ia}),$
- (a2) (≤ 1 diplôme)(Jean),
- (a3) COURS(Cours-ia)}

11/02/2013

Représentation Connaissances

17

Exemple (explication)

- (t1) quelqu'un enseignant un cours est soit un professeur soit un étudiant ayant comme diplôme un DEA,
- (t2) un professeur est quelqu'un ayant comme diplôme un doctorat,
- (t3) quelqu'un ayant comme diplôme un doctorat a forcément comme diplôme un DEA,
- (t4) les diplômes de doctorat et de DEA sont différents ; s'il existe une personne P ayant comme diplôme un doctorat, alors il doit exister une instance de DEA qui est associée à P *via* le rôle diplôme.

11/02/2013

Représentation Connaissances

18

Exemple - Interprétation

$\Delta_I = \{\text{Jean}, \text{Cours-ia}, \text{Dea-de-Jean}\},$
 $\text{Jean}^I = \text{Jean},$
 $\text{Cours-ia}^I = \text{Cours-ia},$
 $\text{ÉTUDIANT}^I = \{\text{Jean}\},$
 $\text{PROFESSEUR}^I = \emptyset,$
 $\text{COURS}^I = \{\text{Cours-ia}\},$
 $\text{DEA}^I = \{\text{Dea-de-Jean}\},$
 $\text{DOCTORAT}^I = \emptyset,$
 $\text{enseignant}^I = \{(\text{Jean}, \text{Cours-ia})\},$
 $\text{diplôme}^I = \{(\text{Jean}, \text{Dea-de-Jean})\}$

Complexité de la subsomption?

- Si le langage est pauvre (pas de and ni restrict par exemple) alors Complet et Polynomial
- Si le langage est expressif, alors NP-Complet, voire Incomplet et exponentiel...