

# Représentation de Connaissances

Définition, problématique,  
structures, langages

Alain Mille

Référence principale : Daniel Kayser, « La représentation des connaissances », Hermes, 1997

## Qu'êtes-vous supposés savoir et savoir faire après ce cours?

- Faire clairement la différence entre Information et Connaissance
- Expliquer l'engagement « inférentiel » de la représentation de connaissance
- Maîtriser la notion de réseau sémantique
- Expliquer les principes des graphes conceptuels et des logiques de description

12/10/2004

Représentation Connaissances

2

## Plan du cours

- Connaissance ?
- Notion de représentation de connaissance
- Représentation dans un modèle
  - Langages de représentation (logique)
- Réseaux sémantiques

12/10/2004

Représentation Connaissances

3

## Connaissance ? [1]

- L'inférence est l'élément de base de toute description de la cognition
- Pour être efficace, l'inférence doit être guidée par la connaissance
- Inférence <> Raisonnement
- Inférence avec / sans représentation de la connaissance

12/10/2004

Représentation Connaissances

4

## Connaissance ? [2]

- Connaissance => capacité à mobiliser des informations pour agir
- Le passage de INFORMATION à CONNAISSANCE est lié à l'expérience de l'action => pas de frontière parfaitement définie
- Définition : Connaissance = Information (donnée) qui influence un processus.
- Pas de classement universel des différents types de connaissances (voir la tentative de Porphyre)

12/10/2004

Représentation Connaissances

5

## Représentation ? [1]

- Dire que A « représente » B
  - Ne suffit pas pour que ce soit « vrai »
  - Il convient de vérifier que si B a un certain effet sur un processus P, A démontre un effet « équivalent » sur un processus « équivalent »
- A n'est cependant pas « équivalent » à B
  - « Une carte n'est pas le territoire » (heureusement!)
  - Une carte « représente » le territoire dans le cadre d'un processus de recherche d'un itinéraire (par exemple)

12/10/2004

Représentation Connaissances

6

## Représentation ? [2]

- Représenter  $\Leftrightarrow$  **Approximer** dans le contexte d'une tâche (activité?) particulière
- Représenter  $\Leftrightarrow$  Structure de **symboles** pour « décrire » une approximation du « monde » (un **modèle** du monde) dans le contexte d'une tâche particulière.
- Interpréter une structure (une représentation)  $\Leftrightarrow$  **Composition** de l'interprétation des différents symboles la constituant

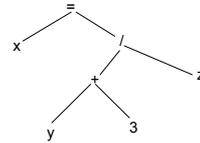
12/10/2004

Représentation Connaissances

7

## Représentation [3]

- Exemple
  - $X=(y+2)/z$



Cette **composition** nécessite  $\text{Int}(=)$ , interprétation de l'égalité entre deux termes, dont l'un est  $\text{Int}(x)$  et l'autre obtenu par l'application de  $\text{Int}(/)$  à deux autres termes, le premier résultant de l'application de  $\text{Int}(+)$  à  $\text{Int}(y)$  et à  $\text{Int}(3)$  et l'autre étant  $\text{Int}(z)$ .

12/10/2004

Représentation Connaissances

8

## Représentation ? [4]

- La propriété de compositionnalité n'est pas « naturelle » dans la langue : *tout à l'heure*, par exemple ne s'interprète pas facilement comme une composition d'interprétations de *tout*, *à* et *l'heure*
- La notion d'interprétation présuppose que le modèle (du monde) est constitué d'objets, et que parmi les symboles, il en est qui s'interprètent comme des objets du modèle.
- Les symboles ont la capacité de déclencher des inférences.

12/10/2004

Représentation Connaissances

9

## Langage de représentation

- Il s'agit naturellement de langages formels.
  - un alphabet, ensemble de symboles pas nécessairement réduit à des caractères
  - un procédé de formation des expressions, pas nécessairement la concaténation
  - un ensemble d'**axiomes**, c'est-à-dire d'expressions obéissant aux deux premiers points ci-dessus, et dont on décide arbitrairement qu'ils appartiennent au système
  - des règles de dérivation qui, à partir des axiomes, permettent de produire des **théorèmes** (c'est-à-dire des expressions appartenant au système), et peuvent ensuite s'appliquer aux théorèmes pour en produire d'autres
- Représentation de procédures ?
  - Langage formel également.
  - Le système PEU (voir les **rappels**) pourrait être considéré comme une représentation de procédure d'addition !
- Procédure peut-être l'objet d'une procédure (pas de différence essentielle)  $\Rightarrow \lambda$ -Calcul, machine de Turing, Algorithmes de Markov, fonctions récursives, logique combinatoire, production de Post = autant de méthodes pour représenter un procédé de calcul.
  - Il a été démontré qu'un procédé décrit dans une de ces méthodes X est possible à décrire à l'aide d'une autre de ces méthodes Y.

12/10/2004

Représentation Connaissances

10

## Représentation dans un modèle (approche logique)

- Langage  $\Rightarrow$  aspects « syntaxiques » de la représentation (attention langage formel!)
- Système de déduction  $\Rightarrow$  aspects « sémantiques » (attention, représente un calcul et peut être très éloigné d'un « sens » quelconque)
- Règles de valuation  $\Rightarrow$  « vrai », « faux » (attention, ne pas confondre avec le sens général vrai et faux...)

12/10/2004

Représentation Connaissances

11

## Notions de correction et de complétude

- Un système est « correct » si toutes les formules qui sont des théorèmes sont des tautologies (valuées « vrai »)
  - Preuve par récurrence : on montre que la première formule de la preuve d'un théorème est une tautologie et que si les  $n-1$  premières formules d'une preuves sont des tautologies, alors la formule  $n$  est également une tautologie.
- Un système est « complet » si toutes les formules qui sont des tautologies sont des théorèmes.
  - Preuve un peu plus compliquée, mais fonctionnant également sur la récurrence.

12/10/2004

Représentation Connaissances

12

## Logiques modales

- Comment exprimer :
    - « Lionel affirme que la constitution européenne est une bonne chose »
    - « Il y a peu de chances que la vie existe ailleurs que sur Terre »
    - « Généralement, les mollusques ont une coquille »
- => Session de Pierre Lescanne, MO de Salima Benbernou

12/10/2004

Représentation Connaissances

13

## Les réseaux sémantiques (Argumentation Intelligence Artificielle)

- Difficultés de la représentation à base de modèle logique
  - Système décidable  $\Leftrightarrow$  logique des propositions, mais ... temps de décision exponentiels !
  - Autres logiques  $\Leftrightarrow$  plus expressives, mais semi-décidable, voire indécidables !
- Comment rendre les inférences efficaces ?
  - Restreindre la logique
  - Abandonner l'exigence de complétude !
- Rendre + facile la « lecture » de la représentation ?

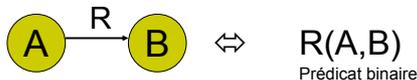
12/10/2004

Représentation Connaissances

14

## Définition IA

- Un réseau sémantique est un graphe orienté et étiqueté (un multi-graphe en fait car rien n'empêche deux nœuds d'être reliés par plusieurs arcs).
- Une « sémantique » (au sens de la logique) est associée par le biais des relations.
- Réseau = conjonction de formules logiques associées à chacun des arcs



12/10/2004

Représentation Connaissances

15

## Sémantique de quelques relations « privilégiées »

- Appartenance d'individus à une classe d'individus AKO (A kind of)  $\Leftrightarrow$  appartenance
  - $B(A) / * A$  appartient à la classe  $B *$  /
- Relation de spécialisation (IsA).  $\Leftrightarrow$  sorte\_de
  - $B(A) / * A$  est une classe sorte\_de classe  $B *$  /

Nécessité de différencier les concepts individus (appartenance) des concepts classe (sorte\_de) !

12/10/2004

Représentation Connaissances

16

## Réseau sémantique (Argumentation Sciences Cognitives)

- Les représentations (humaines) de la connaissance formelle sur des informations factuelles, « dénotées » peuvent se modéliser avec 4 types d'entités
  - Des **concepts** (noms ou propositions nominales)
  - Des **relations** étiquetées entre concepts (verbes ou propositions verbales)
  - Des « modificateurs » (ou marqueurs) qui sont attachés aux concepts ou aux relations (pour restreindre ou clarifier leur portée)
  - Des combinaisons de Concept -> Relation -> Concept avec des modificateurs optionnels sont des **instances** de mise en relation
- L'ensemble forme de « larges réseaux d'idées » appelés « réseaux sémantiques »

12/10/2004

Représentation Connaissances

17

## Réseau sémantique / phrases ?

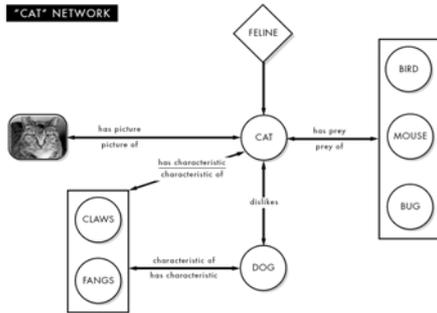
- Le chat est un félin
- Le chat a pour proies la souris, l'oiseau, l'insecte
- Le chat n'aime pas le chien
- Le chat est représenté par son image par « id\_photo »
- Le chat a des griffes

12/10/2004

Représentation Connaissances

18

## Exemple de réseau sémantique (dénotationnel)



12/10/2004

Représentation Connaissances

19

## Exercice

- Décrivez un réseau sémantique représentant un étudiant/enseignant du master recherche
  1. Pour une tâche d'évaluation au sein du Master (évaluation de l'étudiant)
  2. Pour une tâche d'évaluation au sein du Master (évaluation de l'enseignant)
- Tentez de donner une sémantique aux relations proposées

12/10/2004

Représentation Connaissances

20

## Réseau sémantique - exploitation

- Si on considère un réseau sémantique comme une conjonction de formules logiques, alors mêmes méthodes que pour un modèle logique
- Si on considère un réseau sémantique comme un graphe, alors on peut utiliser les techniques de propagation de marqueurs

12/10/2004

Représentation Connaissances

21

## Réseau Sémantique Propagation de marqueurs

- L'idée est que toutes les unités d'un réseau (arcs et nœuds) possèdent un processeur et une mémoire locales.
- Pour répondre à une question du genre « A est-elle nécessairement une instance de B? »
  - On place un marqueur M1 sur A
    - Tant que (le réseau continue évolue)
      - Tout lien AKO ayant un marqueur M1 à son origine propage ce marqueur à son extrémité
      - Si le nœud B est marqué par M1, répondre « toute instance de A est nécessairement une instance de B »
    - Très bonne adéquation au parallélisme ; bonne expressivité en ajoutant des liens « rôles » ; ajout de liens « de négation » ; ajout de liens « exception »
    - Si on propage des valeurs à la place des marqueurs, on se rapproche sensiblement des réseaux connexionnistes ! Mécanismes d'inhibition ; activation sélective de nœuds...

12/10/2004

Représentation Connaissances

22