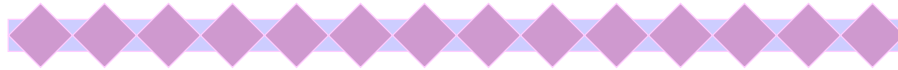


IFT-17586

Intelligence artificielle I



Professeurs :
Laurence Capus, Ph.D.
Nicole Tourigny, Ph.D.

Département d'informatique et de génie logiciel
Faculté des sciences et de génie, Université Laval
Automne 2002

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

1

IFT-17586

Intelligence artificielle I



Module 3

Représentation des connaissances

© TOUTE REPRODUCTION INTERDITE SANS L'AUTORISATION ÉCRITE
DES AUTEURS

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

2

M3. Représentation des connaissances

◆ Référence

- G.F. Luger, Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Addison Wesley, (Mass.), 4e éd., 2002, ch. 6, pp. 193-246.

M3. Représentation des connaissances

◆ Objectifs

- nommer, expliquer et utiliser les modes importants de représentation des connaissances de l'IA
- choisir les modes de représentation les plus appropriés dans un contexte donné

Introduction

◆ Connaissance

- En philosophie : question existentielle!
- En IA : question pratique!

M3. Représentation des connaissances

◆ Plan

- Logique des propositions
- Logique des prédicats et logique clausale
- Réseaux sémantiques

Logique des propositions

◆ Symboles, expressions

- Ref : (Luger 2002, pp.47-51)

– Symboles de vérité

- vrai, faux

– Connecteurs

- $\wedge \vee \neg \rightarrow \equiv$

– Expressions

- $P \wedge Q \vee \neg R \rightarrow S \equiv V \vee \text{faux}$
- etc.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

7

Logique des propositions

◆ Exemples de propositions

- P : Paul a 20 ans
- Q : Pierre prend l'avion
- R : Paul est le frère de Louis
- S : L'eau est claire
- T : Pierre est malade
- $P \wedge R$: Paul a 20 ans et est le frère de Louis
- $Q \rightarrow T$: Si Pierre prend l'avion, alors il est malade
- etc.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

8

Logique des propositions

◆ Sémantique

- Interprétation : assignation d'une valeur de vérité à chaque symbole propositionnel
- Équivalences
 - $\neg(\neg P) \equiv P$
 - $P \rightarrow Q \equiv \neg P \vee Q$
 - $\neg(P \vee Q) \equiv (\neg P \wedge \neg Q)$
 - etc.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

9

Logique des propositions

◆ Règles d'inférence

- Modus Ponens
- Modus Tollens
- Transitivité
- Simplification
- Conjonction
- etc.

$\frac{P \rightarrow Q, P}{Q}$		
$\frac{P \rightarrow Q, \neg P}{\neg Q}$		
$\frac{P \rightarrow Q, Q \rightarrow R}{P \rightarrow R}$		
<table><tr><td>$\frac{P \wedge Q}{P}$</td><td>$\frac{P \wedge Q}{Q}$</td></tr></table>	$\frac{P \wedge Q}{P}$	$\frac{P \wedge Q}{Q}$
$\frac{P \wedge Q}{P}$	$\frac{P \wedge Q}{Q}$	
$\frac{P, Q}{P \wedge Q}$		

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

10

Logique des propositions

◆ Exemples PROLOG

je_met_mon_parapluie :- il_pleut.

il_pleut.

p.

q.

% $P \wedge Q \rightarrow R$

r :- p, q.

% $(R \vee \neg S) \rightarrow T$

t :- r.

t :- not(s).

M3. Représentation des connaissances

◆ Plan

- Logique des propositions
- Logique des prédicats et logique clause
- Réseaux sémantiques

Logique des prédicats et logique clauseale

◆ Symboles, expressions

- Ref : (Luger 2002, pp.52-74)

- Symboles de vérité

- vrai, faux

- Connecteurs

- $\wedge \vee \neg \rightarrow \equiv$

- Variables

- X, Y, Z, ...

- Quantificateurs

- $\forall, \exists$

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

13

Logique des prédicats et logique clauseale

◆ Exemples d'expressions en logique des prédicats

- $\forall X p(X) \rightarrow q(X)$

- $\exists X r(X) \wedge \neg s(X)$

- $\forall X \forall Y \text{pere}(X,Y) \vee \text{mere}(X,Y) \rightarrow \text{parent}(X,Y)$

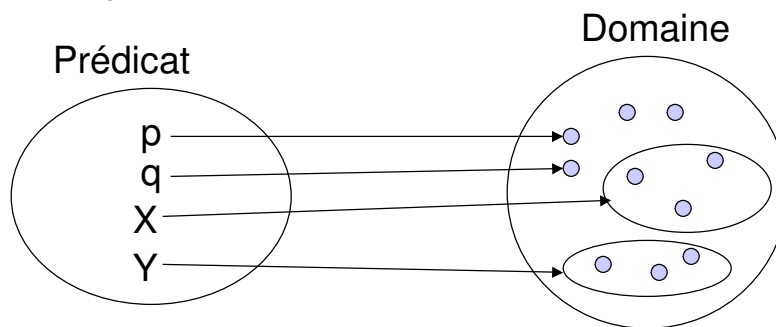
- etc.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

14

Logique des prédicats et logique clause

◆ Sémantique – Interprétation

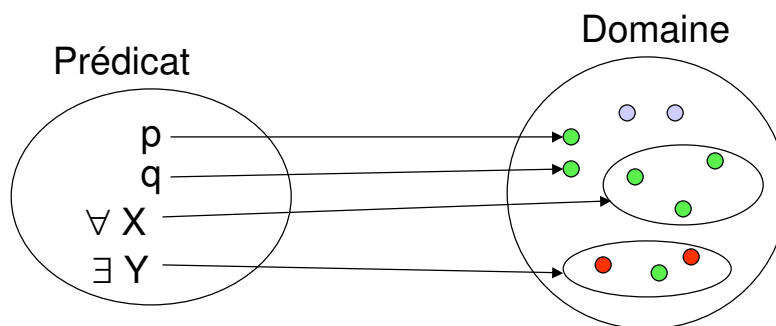


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

15

Logique des prédicats et logique clause

◆ Sémantique – Valeur de vérité



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

16

Logique des prédicats et logique clausale

◆ Sémantique

– Équivalences

- $\neg \exists X p(X) \equiv \forall X \neg p(X)$
- $\neg \forall X p(X) \equiv \exists X \neg p(X)$
- $\exists X p(X) \equiv \exists Y p(Y)$
- etc.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

17

Logique des prédicats et logique clausale

◆ Règles d'inférence

- Modus Ponens
- Modus Tollens
- Transitivité
- Simplification
- Conjonction
- etc.

$\frac{P \rightarrow Q, P}{Q}$
$\frac{P \rightarrow Q, \neg P}{\neg Q}$
$\frac{P \rightarrow Q, Q \rightarrow R}{P \rightarrow R}$
$\frac{P \wedge Q}{P} \quad \frac{P \wedge Q}{Q}$
$\frac{P, Q}{P \wedge Q}$

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

18

Logique des prédicats et logique clause

◆ Représentation de connaissances

– Exemples

- Certaines pommes sont mûres
 $\exists X \text{ pomme}(X) \wedge \text{mûre}(X)$
- Les éléphants sont carnivores ou herbivores
 $\forall X \text{ elephant}(X) \rightarrow (\text{carnivore}(X) \vee \text{herbivore}(X))$
- Pierre est malade s'il prend l'avion
 $\text{locomotion}(\text{pierre}, \text{avion}) \rightarrow \text{état}(\text{pierre}, \text{malade})$

Logique des prédicats et logique clause

◆ Représentation de connaissances

– Exemples

- $\forall X \neg \text{hésitant}(X) \rightarrow \neg \text{perdu}(X)$
 - Ceux qui ne sont pas hésitants ne sont pas perdus.
 - Si quelqu'un n'est pas hésitant alors il n'est pas perdu.
 - On est hésitant ou bien on n'est pas perdu.
 - ...

Logique des prédicats et logique clausale

◆ Représentation de connaissances

– Exemples

- $\neg \exists X \text{ intellectuel}(X) \wedge \text{sportif}(X)$
 - Il est faux qu'il existe un intellectuel sportif.
 - Personne n'est à la fois intellectuel et sportif.
 - ...

Logique des prédicats et logique clausale

◆ Mise sous forme clausale

- Ref : (Luger 2002, pp.518-523)
- Ref : (Tourigny et Capus 2001, pp.28-31)

M3. Représentation des connaissances

◆ Plan

- Logique des propositions
- Logique des prédicats et logique clause
- Réseaux sémantiques

Réseaux sémantiques

◆ Constituants de la connaissance

- Objets
 - ex : Napoléon, un livre, la justice, [a,b,c], etc.
- Relations
 - $\{ (x,y) \mid x \in A \text{ et } y \in B \}$, une relation de A vers B est un sous-ensemble de $A \times B$
- Fonctions
 - Une fonction de A vers B est une relation où un seul élément de B peut correspondre à un élément de A
 - ex : âge(Pierre), père(Andrée), +(2,4), etc.

Réseaux sémantiques

◆ Constituants de la connaissance

– Prédicats

- Expression d'une relation entre objets
- On peut lui associer une valeur de vérité
- Arité d'une relation : nombre d'arguments
- ex : pere/2 : pere(Pierre, Marie), pere_de(Marie, Pierre),...

– Propositions atomiques et composées

- proposition atomique : chat(Grisou)
- proposition composée : chat(Grisou) et couleur_pelage(Grisou, gris)

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

25

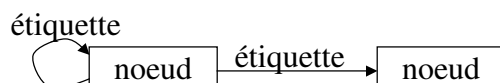
Réseaux sémantiques

◆ Définition du réseau sémantique

– niveau lexical

- graphe orienté avec arcs étiquetés

– niveau structurel



– niveau procédural

- mécanismes de construction, de lecture, d'écriture et d'effacement

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

26

Réseaux sémantiques

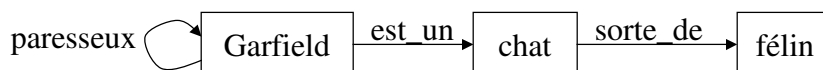
◆ Définition du réseau sémantique

– niveau sémantique

- Dépend de l'application concernée
- Deux relations particulières pour distinguer un individu d'une classe

– est_un

– sorte_de



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

27

Réseaux sémantiques

◆ Construction d'un réseau sémantique

– Représenter les connaissances de ce texte dans un réseau sémantique

Un félin est un carnivore. Un carnivore est un animal qui a les yeux dirigés vers l'avant et qui mange de la viande. Les pattes d'un félin ont des griffes à leurs extrémités. Un félin est un mammifère. Grisou et Garfield sont des chats. Grisou est un chat mâle. Léo est un lion. Les chats et les lions sont des félins. Un cheval est un équidé. Un équidé est un mammifère.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

28

Réseaux sémantiques

◆ Construction d'un réseau sémantique – Propositions atomiques

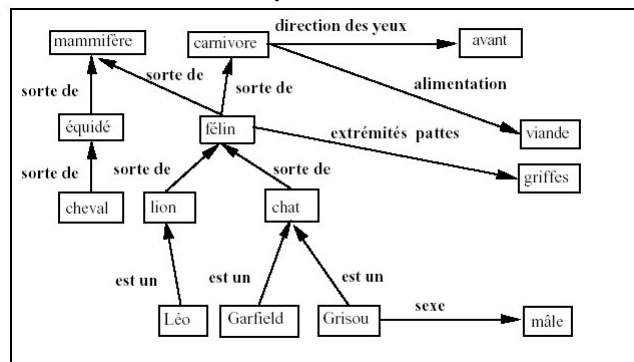
félin sorte_de carnivore	Grisou sexe mâle
carnivore direction_des_yeux avant	Léo est_un lion
carnivore alimentation viande	chat sorte_de félin
félin extrémités_pattes griffes	lion sorte_de félin
félin sorte_de mammifère	cheval sorte_de équidé
Grisou est_un chat	équidé sorte_de mammifère
Garfield est_un chat	

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

29

Réseaux sémantiques

◆ Construction d'un réseau sémantique – Réseau sémantique associé

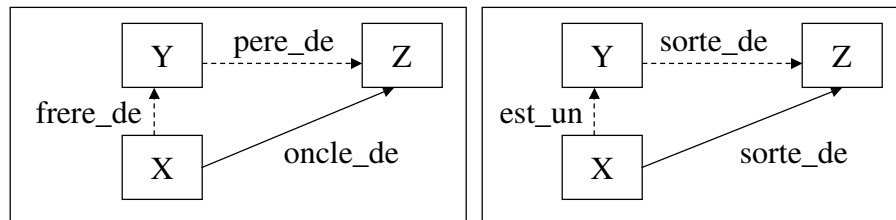


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

30

Réseaux sémantiques

◆ Énoncé conditionnel : réseau auxiliaire



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

31

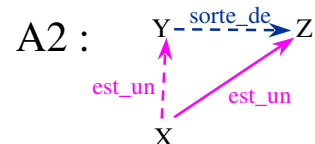
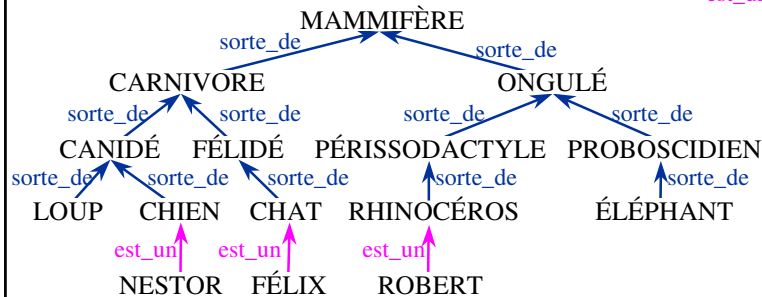
Réseaux sémantiques

Prouver que l'on peut établir graphiquement la relation

NESTOR $\xrightarrow{\text{est_un}}$ CARNIVORE

sachant qu'on dispose du réseau sémantique **RS1** et du réseau auxiliaire **A2**.

RS1 :

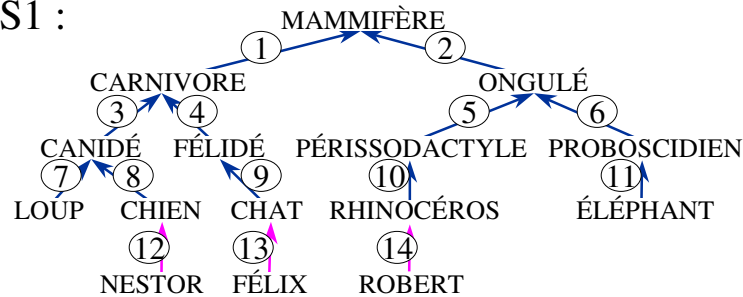


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

32

Réseaux sémantiques

RS1 :



Relations ① à ⑪ : sorte_de

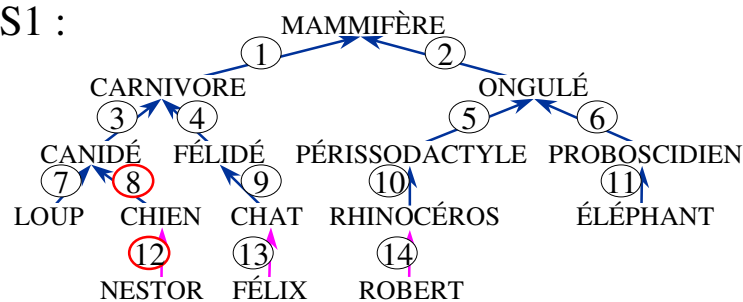
Relations ⑫ à ⑭ : est_un

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

33

Réseaux sémantiques

RS1 :



Affirmation

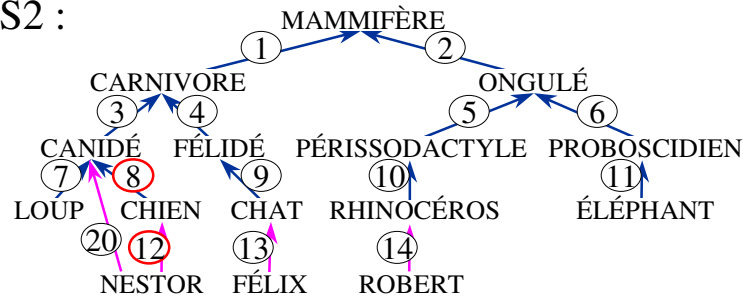
Justification

- On considère les relations :
NESTOR est_un CHIEN ⑫
CHIEN sorte_de CANIDE ⑧

Faits donnés inscrits
explicitement dans le réseau
RS1

Réseaux sémantiques

RS2 :

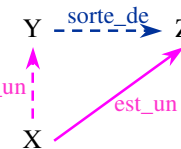


Affirmation

Justification

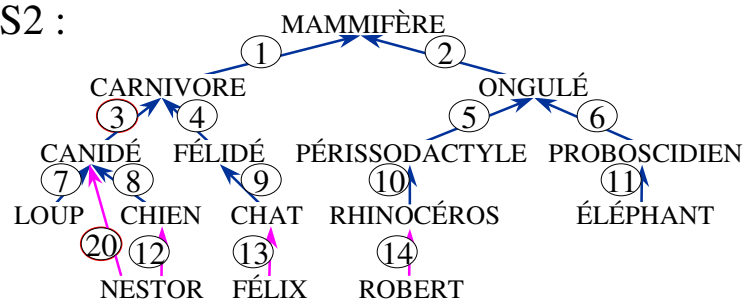
2. On déduit la relation suivante:
NESTOR est_un CANIDE ②⑩
que l'on ajoute au réseau RS1
pour former le réseau RS2.

Par application
du réseau
auxiliaire A2 :



Réseaux sémantiques

RS2 :



Affirmation

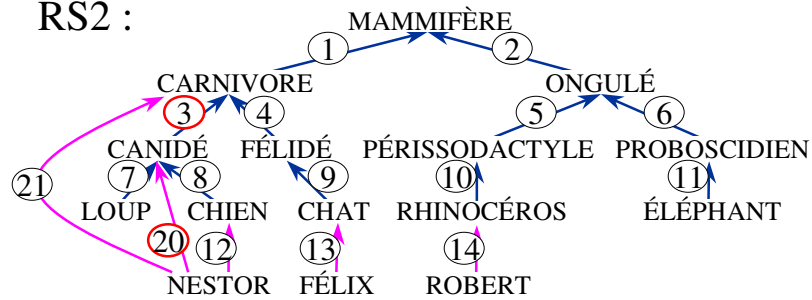
Justification

3. On considère les relations
NESTOR est_un CANIDE ②⑩
CANIDE sorte_de CARNIVORE ③

Faits donnés inscrits
explicitement dans le réseau
RS2

Réseaux sémantiques

RS2 :

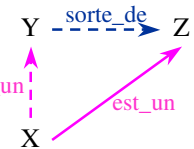


Affirmation

Justification

4. On déduit la relation suivante :
NESTOR est_un CARNIVORE (21)

Par application
du réseau
auxiliaire A2 :



C.Q.F.D.