Intelligence Artificielle

Dorra BEN AYED

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية

Chapitre 4

Représentation des connaissances et raisonnement

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية

Introduction

L'homme

- ***a des connaissances***
- ***a une représentation de ces connaissances***

Pour résoudre un pb

La qualité d'un système intelligent est celle de sa base de connaissance BC

Introduction

- **Exemple 1:**
- « Robert est allé à Paris »
- ⇒ Pourrait être représentée telle quelle : x1, x2, .., xn ⇒ ensemble de listes
- Inconvénient : une représentation des données mais pas des connaissances.
- On ne peut pas répondre à : qui est allé à Paris ?
- Autre représentation : Moyen formel de représentation des connaissances.
  - Action : Aller
  - Agent : Robert
  - Source : ?
  - Destination : Paris
  - Temps : Passé
  - Moyen : ?

Introduction

- **Exemple 2:**
- « Sami entra dans un restaurant. Il commanda de la viande. Il n'a pas laissé de pourboire. »
- ⇒ Sami a mangé
- ⇒ Sami s'est assis
- ⇒ Sami n'est pas végétarien
- ⇒ Sami est radin
- ⇒ Sami a passé un certain temps dans le restaurant
- ⇒ ...

Introduction

- Comment réaliser toutes ces inférences ?
  - Un programme ne peut réaliser toutes les inférences possibles : explosion combinatoire.
  - On ne peut pas réaliser des inférences à la demande.
- ⇒ Il faut contrôler le raisonnement.

Dans un système intelligent on a 3 composants

- ***Une BC***
- ***Une partie pour faire les inférences (raisonnement) appelé moteur d'inférence ou interpréteur : I***
- ***Une structure de contrôle pour orienter le raisonnement: C***

SI = BC + I + C

Définitions

- **Définition de la connaissance** :
- Faculté de connaître, manière de comprendre, de percevoir.
- Connaître : avoir une idée plus ou moins juste, savoir de façon plus ou moins précise.

- **Définition de la représentation** :
- Action de rendre sensible quelque chose au moyen d'une figure, d'un symbole, d'un signe.
- Ex : l'écriture est la représentation de la langue parlée.

Les types de connaissances

- On entend par connaissances toutes les formes de savoir de l'homme
  - des faits: des définitions (la terre est ronde)
  - des événements : aspects temporels (x a rencontré y en 1988)
  - des inférences : (s'il tousse ….)
  - des règles de savoir faire (pour sortir du parking il faut …)
  - des méta connaissances: connaissances sur les connaissances

Représentation des connaissances

- Le problème de la représentation des connaissances

  → est celui de leur transcription sous une forme symbolique qui puisse être exploitée par un système de raisonnement (moteur d'inférence).

- Un mode de représentation associe ainsi deux aspects imbriqués :
  - la structure de données pour représenter l'information
  - la méthode associée d'exploitation de cette information ou de raisonnement.

Idée de base

- Avoir la connaissance stockée par morceaux dont l'ensemble fournit la connaissance entière et permet de raisonner sur cette connaissance.

- Il y un ensemble de modes de représentation :
  - Logique (logique d'ordre 0, logique d'ordre 1, temporelle, floue, …)
  - Réseaux sémantiques
  - Règles de production
  - Objets structurés (frames)
  - Approche orientée objet

Mode de représentation logique
Logique des propositions
(d'ordre 0)

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية

Logique des propositions

Exemple :

- Toto vole

Vole (Toto)

prédicat

argument

-
- Toto est un oiseau

Oiseau (Toto)

prédicat

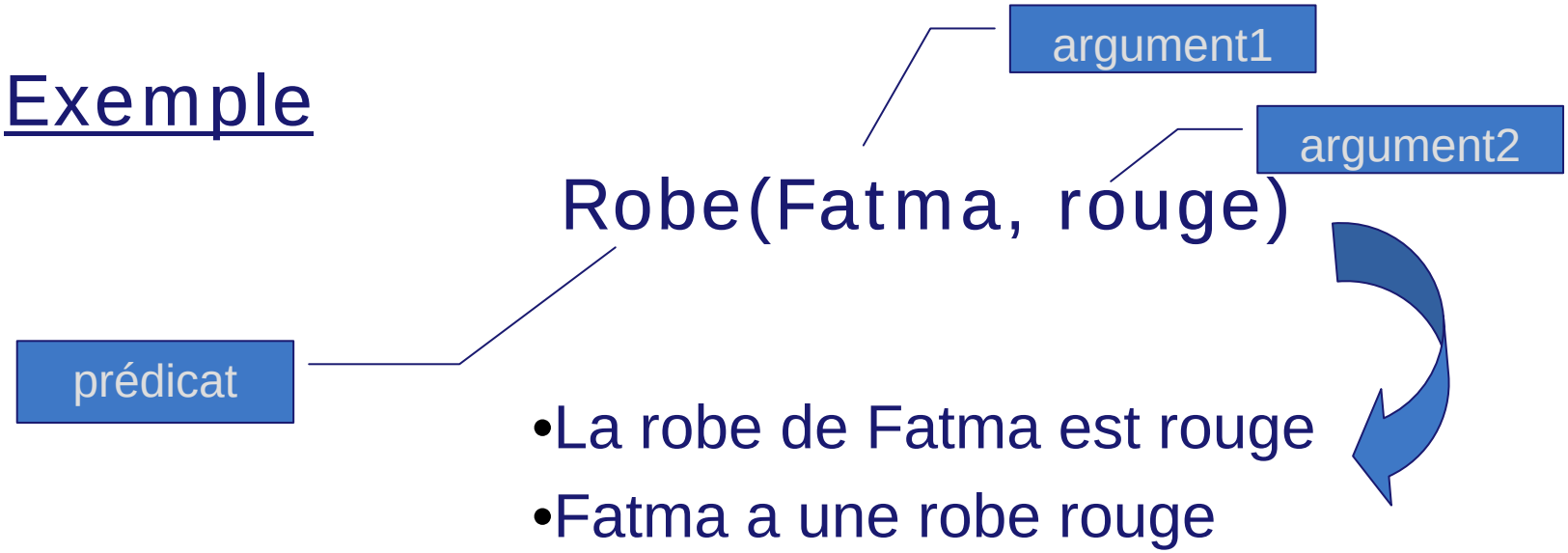
argument

Proposition vraie

Logique des propositions

- Un prédicat peut avoir plusieurs arguments

Exemple



Logique des propositions

- Déduction mathématique : déduire de nouvelles connaissances des anciennes.

- Le calcul des propositions se définit :
  - d'une part par sa syntaxe régissant l'ensemble des assertions exprimables dans le langage
  - et d'autre part par ses règles d'inférence décrivant comment on peut créer de nouvelles assertions à partir des anciennes.

Logique des propositions

Syntaxe

- Une **proposition** : vrai, faux
- **Variables propositionnelles** ou **atome** (affirmation) : P, Q, R, A1, A2, etc.
- Connecteurs (pour représenter des propositions plus complexes) :
  - ET : $\wedge$
  - OU : $\vee$
  - NON : $\neg$
  - Implique : $\rightarrow$
  - Equivalent : $\leftrightarrow$

Exemples :

$(P \rightarrow Q) \quad \leftrightarrow \quad (\neg P \vee Q)$

$(\neg P \vee (Q \wedge R)) \quad \rightarrow \quad S$

Logique des propositions

- P : tous les grecs sont mortels
- Q : Socrate est grec
- donc Socrate est mortel :R

$(P \wedge Q) \rightarrow R$ FBF(Forme Bien Formée)

Alphabet du langage :

- Ensemble des atomes {A, …, An } + ensemble les connecteurs {$\wedge$,…, $\rightarrow$} + {(,)}

Définition récursive d'une **FBF**

- FBF
  - 1. Un atome est une FBF
  - 2. Si G est une FBF alors $\neg$G est une FBF
  - 3. Si G et H sont des FBF alors (G$\vee$H), (G$\wedge$H), (G$\rightarrow$H) et (G$\leftrightarrow$H) sont des FBF
  - Toutes les FBF sont construites à partir de 1, 2 et 3.

- Une interprétation I est une certaine combinaison des atomes A1, A2, ..., An d'une formule G .

  Une formule est vraie ou fausse dans une interprétation I.

- Une formule est **valide** : si pour toute I, une FBF est vraie (sinon, elle est invalide)

Insuffisance de la logique (d'ordre 0)

- Si on veut déduire des propositions pour des ensembles d'éléments ???

- Exemple :

? exprimer que tous les oiseaux volent

- Vole(oiseau 1), Vole(oiseau 2), …, Vole(oiseau n)

? exprimer que certains oiseaux ne volent pas

…. (on ne peut pas)

Mode de représentation logique
Logique des prédicats
(d'ordre 1)

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية

la logique (d'ordre 1)

- C'est la logique des propositions d'ordre 0 à laquelle on ajoute:
  - Le quantificateur universel ($\forall$)
  - Le quantificateur existentiel ($\exists$)

Exemple :

? exprimer que tous les oiseaux volent

- $\forall$ x oiseau (x) $\rightarrow$ Vole(x)

? exprimer que certains oiseaux ne volent pas

- $\exists$ x oiseau (x) $\wedge \neg$ Vole(x)

Syntaxe

- Pour écrire des formules de logique des prédicats, on commence par se donner un vocabulaire:

- variables (x, y, z, x1, y1, z1, ...)
- constantes (a, b, c, a1, b1, c1, ...)
- fonctions (f, g, h, f1, g1, h1, ...)
- prédicats (P, Q, R, P1, Q1, R1, ...)
- parenthèses
- connecteurs logiques: ¬ , ^, v, →, ↔
- quantificateurs: ∀, ∃

Exercice

Mettre sous forme de formules les propositions suivantes :

S1. Pour tout crime, il ya quelqu'un qui l'a commis

S2. Seul les gens malhonnêtes commettent des crimes

S3. Ne sont arrêtés que les gens malhonnêtes

S4. Les gens malhonnêtes arrêtés ne commettent pas de crime

S5. Il y a que des crimes

S6. Il y a des gens malhonnêtes non arrêtés

Correction

Mettre sous forme de formules les propositions suivantes :

- *S1. Pour tout crime, il ya quelqu'un qui l'a commis*

C(X) : X est un crime
Commettre(Y, X) : Y a Commis X
(∀X), C(X) --> (∃Y) Commettre(Y,X)

- *S2. Seul les gens malhonnêtes commettent des crimes*

M(Y) : Y est malhonnête
(∀X) (∀Y) C(X) ^ Commettre(Y,X) --> M(Y)

- *S3. Ne sont arrêtés que les gens malhonnêtes*

(tout objet/ si l'objet est arrêté alors cet objet est malhonnête)

A(X) : X est arrêté
(∀X) A(X) --> M(X)

Correction suite

- *S4. Les gens malhonnêtes arrêtés ne commettent pas de crime*

(pour toute personne malhonnête et arrêté, il n'existe pas de crime commis par elle)

C(X) : X est un crime
Commettre(Y, X) : Y a Commis X
M(Y) : Y est malhonnête
A(X) : X est arrêté

$$(\forall X)\ M(X) \wedge A(X) \rightarrow \neg (\exists Y)\ (\ C(Y) \wedge\ Commettre(X,Y)\ )$$

- *S5. Il y a que des crimes*

$$(\forall X)\ \ C(X)$$

- *S6. Il y a des gens malhonnêtes non arrêtés*

$$(\exists X)\ \ M(X)\ \ \wedge \neg A(X)$$

Raisonnement en logique des prédicats

- Raisonner en logique → démontrer des nouvelles formules à partir d'un ensemble de formules existantes.

- Règles ??

Règles d'inférence

Règles d'inférence (règles de dérivation) : **opérateur d'inférence** $\models$

alors

- ***Modus ponens*** *(implication - élimination)*
  - Si A et $(A \Rightarrow B)$ alors on déduit B
  - On note $\{A, A \Rightarrow B\} \models B$
- ***Modus tollens***
  - Si $\neg B$ et $(A \Rightarrow B)$ alors on déduit $\neg A$
  - On note $\{\neg B, A \Rightarrow B\} \models \neg A$
- ***Enchaînement***
  - Si $A \Rightarrow B$ et $B \Rightarrow C$ alors on déduit $A \Rightarrow C$
  - On note $\{A \Rightarrow B, B \Rightarrow C\} \models A \Rightarrow C$

Règles d'inférence

- ***Unification et filtrage***

Exemple

- Si Français(jean) et Français(y) → Région(y, Europe)

d'après

Modus Ponens

– ***Modus ponens*** *(implication - élimination)*
- Si A et $(A \Rightarrow B)$ alors on déduit B
- On note $\{A, A \Rightarrow B\} \models B$

Région(jean, Europe)

Avec substitution de jean à la variable y

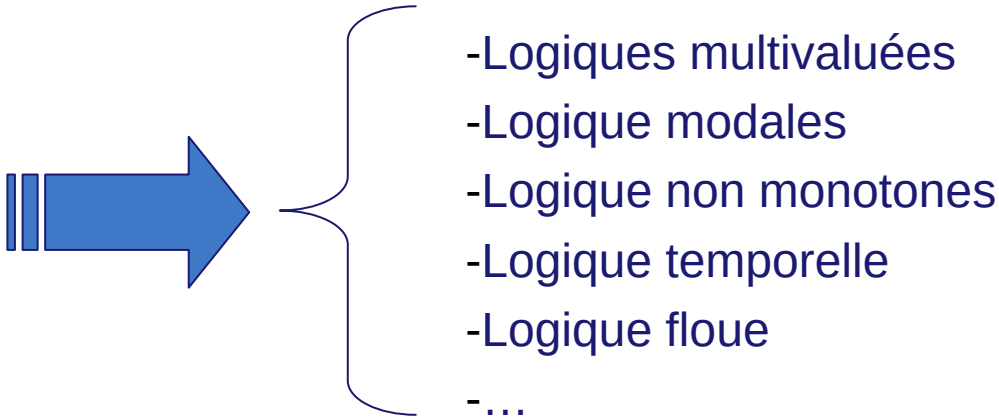
- ***Spécification universelle***

- $\forall(x)\ P(x)$ alors $P(a)$

Inconvénients

- Logique des prédicats du 1er ordre (V ou F)
  - Ne permet pas d'exprimer des nuances
  - Ne permet pas de décider avec des informations manquantes

  → Contrairement à l'homme qui fait des raisonnements par défauts



Mode de représentation
Réseaux Sémantiques

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية

Les Réseaux sémantiques

- Les réseaux sémantiques sont une manière de représenter des relations entre des objets (nœuds). C'est un graphe étiqueté

- Les nœuds (objets) sont reliés entre eux et les liens ont une signification.
- Les liens sont orientés car la relation n'est pas symétrique.

Exemple :

- la pomme a une couleur rouge
- un canari est une sorte d'oiseau
- une pompe centrifuge est une sorte de pompe
- la pompe P1 est une pompe
- la pompe a un moteur

NB: Certains liens reviennent très souvent dans les réseaux

Représentation

- Type de lien :
  - est un (IS a)

    (est un exemple de, est une instance, est un élément de)
  - est une sorte de (kind of)

    (est une sous-classe de, est un sous-ensemble de)
  - a un (attribut)
- Symbolique :

Exercice

Représenter par un réseau sémantique les connaissances suivantes:

- Karim est secrétaire et travaille pour Ahmed;
- karim et Ahmed sont des humains;
- karim et Ahmed travaillent au département RH;
- karim a 30 ans et a les yeux bleus;
- Ahmed est directeur;
- Les directeurs ont des voitures de service;
- Les employés ont un permis de stationnement

Exercice

Représenter par un réseau sémantique chaque connaissance indépendamment

(vous pouvez enrichir les connaissances)

1. Ali a frappé salah
2. Ali a frappé salah et mohamed a frappé ramy
3. Ali a frappé salah avec un bâton dans le parc la nuit dernière
4. Sonia a donné à alia un livre

Question?

INSTITUT SUPERIEUR INFORMATIQUE ISI
المعهد العالي للاعلامية