Représentation de Connaissances

Introduction à l'intelligence artificielle

BOUSSEBOUGH Imane

Faculté NTICs

Imane.Boussebough@univ-constantine2.dz

Représentation de Connaissances

– Cours 1 –

Chapitre 1 : Logique de Prédicats

BOUSSEBOUGH Imane

Faculté NTICs

Imane.boussebough@univ-constantine2.dz

Etudiants concernés

Faculté/Institut	Département	Niveau	Spécialité
Nouvelles technologies	IFA	Master I	STIC

Résumé

Prérequis

- Quelques notions de logique mathématique
- Quelques notions sur le parcours d'arbres

Objectifs du cours

- Introduire quelques concepts d'intelligence artificielle
- Présenter la notion de connaissances en intelligence artificielle
- Présenter la notion de raisonnement sur la connaissance

Introduction

- Faire raisonner une machine

- Raisonnement logique

  - Calcul des propositions

  - Calcul des prédicats

Permet de représenter des connaissances et de raisonner sur ces connaissances

Présentation du calcul propositionnel

- **Variables, connecteurs logiques et formules**
- les **variables propositionnelles** ou **formules atomiques**, notées *p*, *q*, etc.
- les **connecteurs logiques** : *et* , *ou* , *non* , *implique* , *équivaut* , etc. ;
- les **parenthèses**: (lever les ambiguïtés dans les formules)

Présentation du calcul propositionnel (Syntaxe)

Les propositions :

- a, b, c, …

Les constantes :

- V et F

Les connecteurs :

- $\wedge$ (conjonction)
- $\vee$ (disjonction)
- $\neg$ (négation)
- $\rightarrow$ (implication)
- $\leftrightarrow$ (équivalence)

- Une formule ou énoncé bien formé est définie itérativement comme suit :
  - Une proposition est une formule
  - Si a et b sont des formules, alors $\neg a$, $a \lor b$, $a \land b$, $a \rightarrow b$, $a \leftrightarrow b$

sont des formules

Présentation du calcul propositionnel (Sémantique)

- Les formules sont **interprétées** dans {V,F}

- On définit l'interprétation associée à chaque connecteur grâce aux **tables de vérité**

Tables de vérité des connecteurs

A	B	¬A	A∧B	A∨B	A⊃B
V	V	F	V	V	V
V	F	F	F	V	F
F	V	V	F	V	V
F	F	V	F	F	V

Règles de transformation (1)

- $a \vee \neg a$ (loi du tiers exclu)
- $(a \rightarrow b) \Leftrightarrow (\neg b \rightarrow \neg a)$ (contraposition)
- $\neg\neg a \Leftrightarrow a$ (double négation)
- $a \rightarrow b \Leftrightarrow \neg a \vee b$
- $a \leftrightarrow b \Leftrightarrow (a \rightarrow b) \wedge (b \rightarrow a)$
- $a \vee a \Leftrightarrow a \wedge a \Leftrightarrow a$ (idempotence)

Règles de transformation (2)

- Lois de Morgan :
  - $\neg(a \vee b) \Leftrightarrow \neg a \wedge \neg b$
  - $\neg(a \wedge b) \Leftrightarrow \neg a \vee \neg b$
- Commutativité et associativité de $\vee$ et $\wedge$
- Distributivité de $\vee$ par rapport à $\wedge$ et de $\wedge$ par rapport à $\vee$

Règles de transformation (3)

- $((a \to b) \wedge a) \to b$ (modus ponens)
- $((a \to b) \wedge \neg b) \to \neg a$ (modus tollens)

Calcul Propositionnel (exemple)

- La logique propositionnelle permet
  - de représenter des connaissances
  - de raisonner sur ces connaissances

Exemple:

- Si il fait beau et qu'on n'est pas samedi alors je fais du vélo
- Si je fais du vélo alors il y a du vent
- Donc s'il fait beau et qu'on est pas samedi alors il y a du vent

$$\boxed{(b \wedge \neg s) \rightarrow f} \quad \boxed{f \rightarrow v} \quad \Rightarrow \quad \boxed{(b \wedge \neg s) \rightarrow v}$$

Une énigme policière

- Un meurtre a été commis au laboratoire, le corps se trouve dans la salle de conférences…
- On dispose des informations suivantes :
  - La secrétaire déclare qu'elle a vu l'ingénieur dans le couloir qui donne sur la salle de conférences
  - Le coup de feu a été tiré dans la salle de conférences, on l'a donc entendu de toutes les pièces voisines
  - L'ingénieur affirme n'avoir rien entendu
- **On souhaite démontrer que si la secrétaire dit vrai, alors l'ingénieur ment**

Formalisation en calcul des propositions

- p : la secrétaire dit vrai
- q : l’ingénieur était dans le couloir au moment du crime
- r : l’ingénieur était dans une pièce voisine de la salle de conférences
- s : l’ingénieur a entendu le coup de feu
- t : l’ingénieur dit vrai

Résolution de l'énigme

- Les informations de l'énoncé se traduisent par les implications :

$p \rightarrow q, \qquad q \rightarrow r, \qquad r \rightarrow s,\ t \rightarrow \neg s$

- Il s'agit de prouver la validité de la formule :

$$((p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow s) \wedge (t \rightarrow \neg s)) \rightarrow (p \rightarrow \neg t)$$

Démonstration

$$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow s) \wedge (t \rightarrow \neg s) \rightarrow (p \rightarrow \neg t)$$

- La formule ne peut être fausse que si
  - $(p \rightarrow \neg t)$ est faux, soit p et t vrais
  - la prémisse est vraie, soit toutes les implications vraies

- Comme t doit être vrai, s doit être faux, donc r faux, donc q faux, donc p faux, et il y a contradiction

Limites du calcul propositionnel

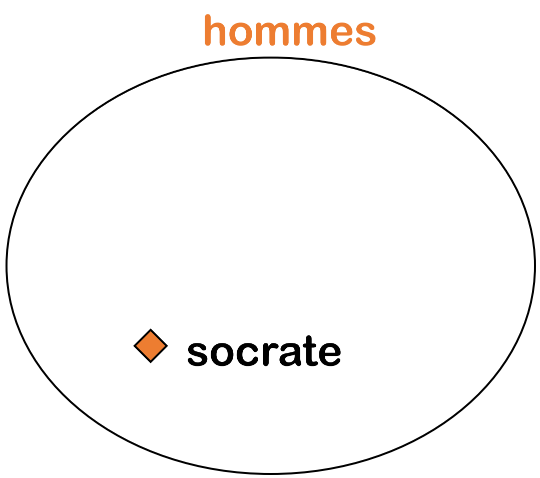
- Ahmed est étudiant
- P: Ahmed est étudiant
- Mohamed est étudiant
- Q: Mohamed est étudiant
- Lina est étudiante
- R: Lina est étudiante

- Etc…!!!

Calcul des prédicats

- Extension du Calcul Propositionnel
  - Socrate est un homme
  - Tout homme est mortel
  - Donc Socrate est mortel

  - homme(socrate)
  - $\forall X$ homme(X) $\rightarrow$ mortel(X)



homme(socrate)

$\downarrow$ **Unification** $\xrightarrow{\text{Principe de résolution}}$ **mortel(socrate)**

$\neg$homme(X) $\vee$ mortel(X)

- Syntaxe

  On définit :

  - Les constantes : V et F
  - Les connecteurs : $\wedge$, $\vee$, $\neg$, $\rightarrow$
  - Les variables : x, y, z, …
  - Les fonctions : f, g, h, …
  - Les prédicats : p, q, r, … dont ceux d'arité 0 : a, b, c, …
  - Les quantificateurs : $\forall$, $\exists$

Définitions

- Terme :
  - Une variable est un terme
  - Une constante est un terme
  - Si t1, t2, …, tn sont des termes, alors f(t1,t2,…,tn) est un terme
- Atome :
  - Si t1, t2, …, tn sont des termes, alors p(t1,t2,…,tn) est un atome

Construction d'une formule

- V, F sont des formules
- Un atome est une formule
- Si F1 et F2 sont les formules, alors $\neg F1$, $F1 \wedge F2$, $F1 \vee F2$, $F1 \rightarrow F2$ sont des formules
- Si F est une formule, $\forall x\, F$ et $\exists x\, F$ sont des formules

- Remarque : la logique des propositions est un cas particulier de la logique des prédicats

Exemples de formules valides

- $\forall x \neg A \quad \Leftrightarrow \quad \neg \exists x\, A$
- $\forall x\, A \quad \Leftrightarrow \quad \neg \exists x \neg A$

Exemple

- Quand on veut traduire la phrase **"La maison est verte"**,
- on a plusieurs possibilités quant au choix du prédicat et de son arité :

- **EST_VERTE(maison)**

- ou **COULEUR(maison, verte)**

- ou **VALEUR(couleur, maison, verte)**

Exemple

- **"Le frère de Ali travaille avec le frère de Omar"** peut se traduire par le:

- prédicat **TRAVAILLER** avec deux arguments et par le symbole de fonction **frere**:

TRAVAILLER (frere(ali) , frere(omar))

Exemple (3)

- 1-/ Traduire des axiomes en logique de prédicats :
  - a-/ Tous les dragons verts peuvent voler
  - b-/ Joe est un dragon vert
- 2-/ Montrer par l'absurde que Joe peut voler.

Exemple (4)

- Soit une base de connaissance est décrite par les axiomes suivants :

A1 : $\forall X$ étoile (X) $\Rightarrow$ brille(X)

A2 : $\exists X$ brille(X) Λ $\neg$ étoile(X)

A3 : étoile (Soleil)

A4 : planète (Venus)

A5 : plusbrillante (X,Y) Λ étoile (X) Λ planète (Y)

1. Traduire les axiomes en français.
2. Que peut-on conclure comme nouveau fait?

Conclusion

- Les limitations des raisonnements logiques du 1er ordre:
  - Nécessité de formaliser complètement le pb.
  - Pas d'appréciations nuancées

- Existence d'autres logiques:
  - Multivaluées (Valeur de vérité > 2)
  - Modales (modalités d'implication (possible, peut être...))
  - Floue
  - Non monotones (une assertion vraie à un instant, ne le sera plus à l'instant suivant)
  - De description (description de concepts)
  - Etc...