

Représentation des connaissances 1 : logique

Prologue

- Exemples :

On voudrait qu'un robot aille chercher des croissants chaque matin.

Reconnaître un visage

Prologue

- IA : l'intelligence humaine peut être « réduite » à une manipulation complexe de symboles via un médium donné (pas nécessairement le cerveau) ?
- L'intelligence ne peut être reproduite sur un ordinateur. Elle requiert des « propriétés humaines » non simulables ?
- Quel est le but ?
 - Veut-on vraiment des machines se comportant comme des humains **ou** des programmes complémentant nos capacités et compensant nos limitations ...

Quelques problèmes typiques

- Planification ;
- Vision ;
- Robotique ;
- Langage naturelle ;
- Etc.
- Diagnostic médical ;
- Processus de décision financière ;
- Helpdesk ;
- Etc.

▶ Difficiles !

▶ Plus faciles !

Faire de l'IA

- **Point de vue des sciences cognitives**
 - Comprendre la cognition naturelle par des modèles informatiques ;
- **Point de vue de l'ingénieur**
 - Résoudre des problèmes difficiles par des méthodes appropriées ;
- **Point de vue du théoricien**
 - Découvrir les lois universelles de la cognition

Oscillation entre ces 3 pôles

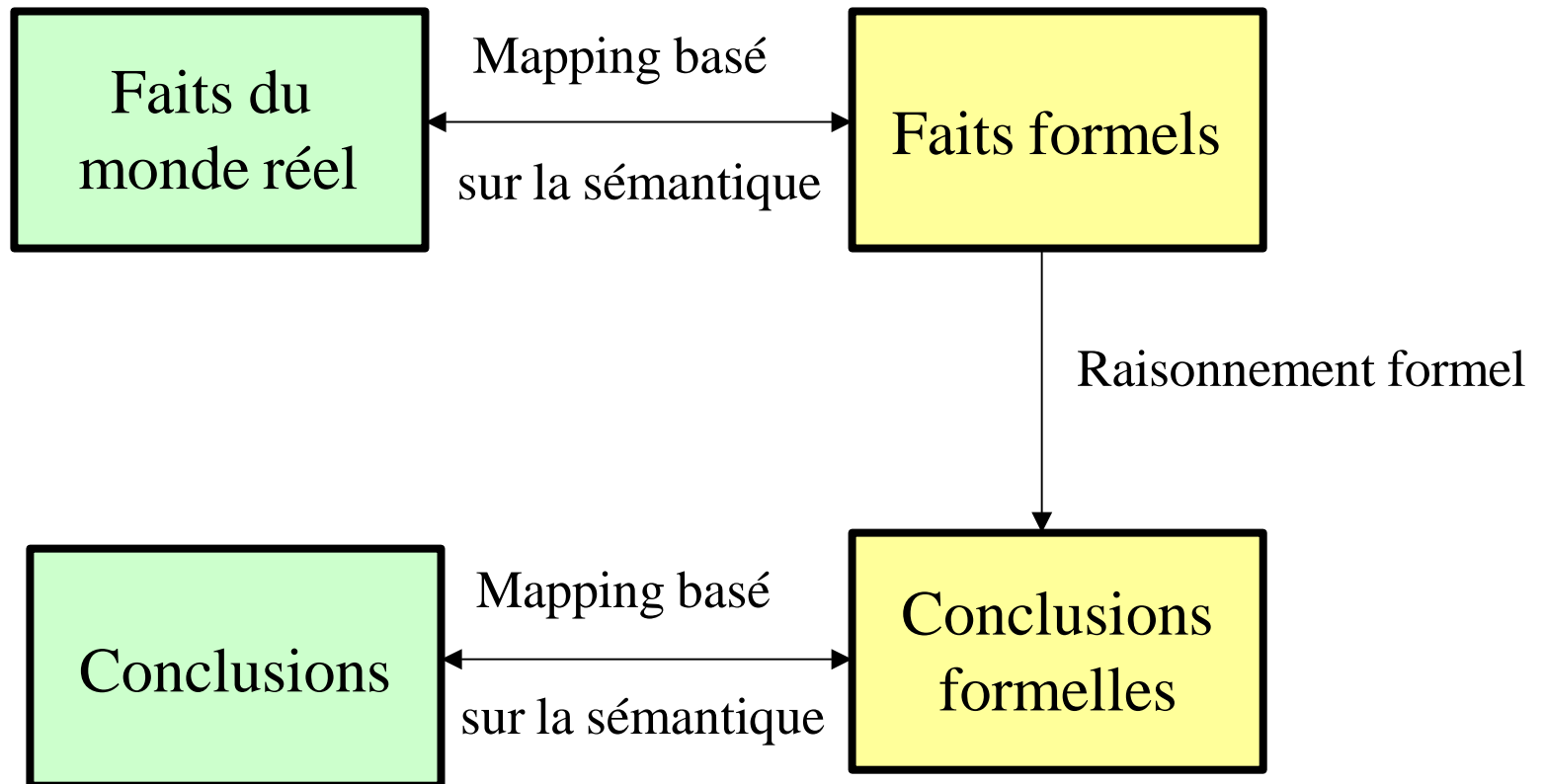
Motivations

- Questions :
 - comment représenter des faits du monde réel?
 - comment raisonner sur ces faits ?
 - quelles représentations sont appropriées pour traiter du monde réel?

Représentation des connaissances

- Comportement intelligent : lien avec les connaissances ;
- Connaissances : structures symboliques
 - Vert
 - Mon-stylo
 - Vert (mon-stylo)
- Ordinateurs et la manipulation de symboles ;
- Langage de représentation des connaissances ;

Représentations et monde réel



Qu'attendre d'un langage de représentation des connaissances ?

- Bonne capacité de représentation du domaine ciblé ;
- Offre des possibilités d'inférence ;
- Être efficace lors des inférences ;
- Syntaxe et sémantique claires ;
- Naturel.

Pourquoi la logique ?

- C'est une représentation de connaissance de type « langage », applicable dans de nombreux domaines et qui permet de représenter des connaissances à l'aide de symboles et de formaliser la notion d'inférence ;
- 2 concepts fondamentaux :
 - Syntaxe : une suite de mots et de symboles formant une phrase
 - Sémantique : la signification d'une phrase (sa valeur de vérité)
- Offre un mécanisme de manipulation et de raisonnement sur l'information sémantique contenue dans une phrase en ne manipulant que les symboles qui la constituent
- Système informatique de raisonnement par manipulation de symboles

Types de logique

- Logique propositionnelle : une suite de symboles séparés par des conjonctions (et), des disjonctions (ou) ou des négations (non) ;
- Exemples :
 - "Socrate est un homme" \rightarrow Homme Socrate
 - "Platon est un homme" \rightarrow Homme Platon
 - "Platon et Socrate sont des hommes "
 \rightarrow Homme Socrate \wedge Homme Platon
- Logique des prédicats du 1er ordre : une suite de symboles, de variables et de relations avec des quantificateurs universels et existentiels ;
- Exemples :
 - Homme(Socrate) $\forall x \text{ Homme}(x) \Rightarrow \text{Mortel}(x)$

Types de logiques

- Logique temporelle
 - permet de raisonner à propos du temps
- Logique non-monotone
 - permet aux valeurs de vérité associées aux faits de changer
- Logique floue
 - accompagne les faits de valeurs de vraisemblance

Types de logiques

Langages

Logique propositionnelle	Faits	vrai/faux/inconnu
Logique des prédicats	Faits, objets, relations	vrai/faux/ inconnu
Logique temporelle	Faits, objets, relations, temps	vrai/faux/inconnu
Théorie des probabilités	Faits	Degré de croyance 0 .. 1
Logique floue	Degrés de vérité	Degré de croyance 0 .. 1

Logique des propositions

- La logique des propositions permet d'exprimer
 - des faits sur le monde : «Jean réussira son examen »
 - des négations : «Jean n'est pas fort en logique »
 - des conjonctions et des disjonctions
 - des phrases avec raisonnement logique : " Si Jean n'est pas fort en logique, alors il ne réussit pas son examen."
- Une proposition est une expression (phrase) à propos du monde qui est soit vraie soit fausse.
- Ingrédients de base :
 - symboles de propositions : P, Q, ... (phrases)
 - phrases spéciales : Vrai, Faux
 - opérateurs: \wedge (et), \vee (ou), \neg (non), \Rightarrow (implique), \Leftrightarrow (équivalent)

Logique des propositions : syntaxe

- Formation de phrases complexes:
 - négation: $\neg P$
 - conjonction: $P \wedge Q$
 - disjonction: $P \vee Q$
 - implication: $P \Rightarrow Q$ (si P alors Q)
 - équivalence: $P \Leftrightarrow Q$ (P et seulement si Q)

- Exemples :

$$\neg (P \wedge Q) \vee (P \Rightarrow (Q \Rightarrow R))$$

$$P \wedge Q \wedge (Q \Rightarrow R)$$

Logique des propositions : syntaxe

- La structure de toutes les phrases en logique propositionnelle peut être décrite par la grammaire suivante :

Phrase \rightarrow *PhraseAtomique* / *PhraseComplexe*

PhraseAtomique \rightarrow *True* / *False* / *P* / *Q* / ...

PhraseComplexe \rightarrow (*Phrase*) / *Phrase Connecteur*
Phrase / \neg *Phrase*

Connecteur \rightarrow \wedge / \vee / \Rightarrow / \Leftrightarrow

- Exemple : $\neg (P \wedge Q) \vee (P \Rightarrow (Q \Rightarrow R))$

Logique des propositions : sémantique

- Un symbole propositionnel peut représenter n'importe quelle assertion vraie ou fausse
 - $P = \text{“Jean est pas fort en logique”}$ P est Faux
- En logique propositionnelle, les tables de vérité établissent la connexion entre la syntaxe (i.e. les phrases) et la sémantique (i.e. leur signification) :

P	$\neg P$	Q	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \Rightarrow Q$	$P \Leftrightarrow Q$
V	F	V	V	V	V	V
V	F	F	F	V	F	F
F	V	V	F	V	V	F
F	V	F	F	F	V	V

Logique des propositions : sémantique

- Les tables de vérité sont le moyen de calculer la valeur de n'importe quelle phrase étant données les interprétations (valeurs de vérité) de ses symboles propositionnels.

P	Q	$(P \wedge Q) \vee (\neg Q)$
V	V	V
V	F	V
F	V	F
F	F	V

Logiques des propositions : modèles

- N'importe quel monde dans lequel une phrase est vraie sous une interprétation particulière est appelé un modèle de cette phrase ;
- on dira donc que m est un modèle pour la phrase p , si p est vraie dans m ;
- A-t-on besoin de construire une table de vérité chaque fois que l'on veut déterminer la valeur de vérité d'une phrase ?

NON, on peut procéder par inférence

Logique des propositions : inférence

- C'est le mécanisme qui établit la sémantique d'une phrase en lui faisant subir une suite de transformations syntaxiques ;
- Ces transformations établissent la valeur de vérité d'une phrase en réduisant le problème original en un problème ne dépendant que de faits connus ;
- Prémisses :
 1. "Si Jean n'est pas fort en logique, alors il ne réussit pas son examen "
 2. " Jean réussit son examen "
- Conclusion :

alors " Jean est fort en logique " est vrai

Modéliser l'inférence

- Correspondance en logique propositionnelle :
soit $P \equiv$ " Jean réussit son examen " et soit $Q \equiv$ " Jean est fort en
logique "

Inférence

prémisses en logique propositionnelle

$$1. \neg P \Rightarrow \neg Q$$

$$2. Q$$

conclusion

alors P

- Composantes de base de l'inférence :
 - axiomes : faits connus du monde
 - règles : transformations syntaxiques qui propagent la signification sémantique

Exemple d'inférence

1. $\neg P \Rightarrow \neg Q$ donné

2. $\neg\neg P \vee \neg Q$

3. $P \vee \neg Q$

4. $\neg Q \vee P$

5. $Q \Rightarrow P$

6. Q donné

7. P

Quelques règles d'inférence

Modus ponens

$$\frac{a \Rightarrow b, a}{b}$$

b

Élimination de la
double négation

$$\frac{\neg\neg a}{a}$$

a

Base de connaissances

- Base de connaissances = ensemble de phrases exprimées dans un langage formel (logique par ex.)
- Pour une approche déclarative de la construction d'un système « intelligent », il faut :
 - a) lui dire explicitement ce qu'il doit connaître
 - b) le système se demande que faire dans une situation donnée
 - c) la réponse doit découler du contenu de sa base de connaissance

Exemple

- Soit l'énoncé suivant :
 - Les seuls animaux qui m'appartiennent se trouvent dans ce pré
 - Aucun animal ne peut résoudre une devinette s'il n'a reçu une formation convenable dans une école
 - Aucun des animaux qui se trouvent dans ce pré n'est un raton-laveur
 - Je ne fais jamais attention à un animal qui ne m'appartient pas
 - Aucun animal qui a reçu dans une école une formation convenable ne se met à courir en tout sens et à hurler

Exemple

- On peut coder les propositions précédentes par des règles ne faisant intervenir que des faits booléens. On définit les abréviations :
 - a : je fais attention à lui
 - ap : il m'appartient
 - p : il est dans ce pré
 - d : il peut résoudre une devinette
 - f : il a reçu une formation convenable dans une école
 - r : c'est un raton-laveur
 - c : il se met à courir en tout sens et à hurler

Exemple

- ▶ 1- Considérant le texte et la codification précédente écrivez la base de règles
- ▶ Un utilisateur demande ce que l'on peut déduire des propositions précédemment proposées si l'on énonce #cet animal est un raton-laveur# (c a d $BF=\{r\}$)
- ▶ Pour cela :
- ▶ 2- Rappelez brièvement les principes du chaînage avant.
- ▶ 3- Utilisez le chaînage avant pour répondre à la question utilisateur.
- ▶ une règle si A alors B signifie qu'à chaque fois que A est vrai cela veut dire que B l'est aussi ($A \Rightarrow B$) cette implication est logiquement équivalente à son contraposée naturelle, si B est faux alors A l'est aussi (i.e $\neg B \Rightarrow \neg A$).

