Chapitre 1: La representation des connaissances

Tasnime Hamdeni

Introduction

<u>Exemple 1 :</u> « Sami est allé à Tunis »

Comment représenter cette phrase dans la machine ?

1/ sous forme de liste de mots (x_1, x_2, …, x_n)

```
sentence = ["Sami", "est", "allé", "à", "Tunis"]
```

Peut–on avec cette représentation répondre à la question : qui est allé à Tunis ?

Introduction

<u>Exemple 1 :</u> « Sami est allé à Tunis »

Comment représenter cette phrase dans la machine ?

2/ Autre représentation formelle

Action	Aller
Agent	Sami
Source	?
Destination	Tunis
Temps	Passé
Moyen	?

Peut–on avec cette représentation répondre à la question :
« Qui est allé à Tunis ? »

Introduction

<u>Exemple 2 :</u> « Sami est entré dans un restaurant. Il a commandé de la viande. Il n'a pas laissé de pourboire »

Que peut-on déduire ?

Une méthode de représentation doit me permettre de déduire de nouvelles connaissances (**Inférences**)

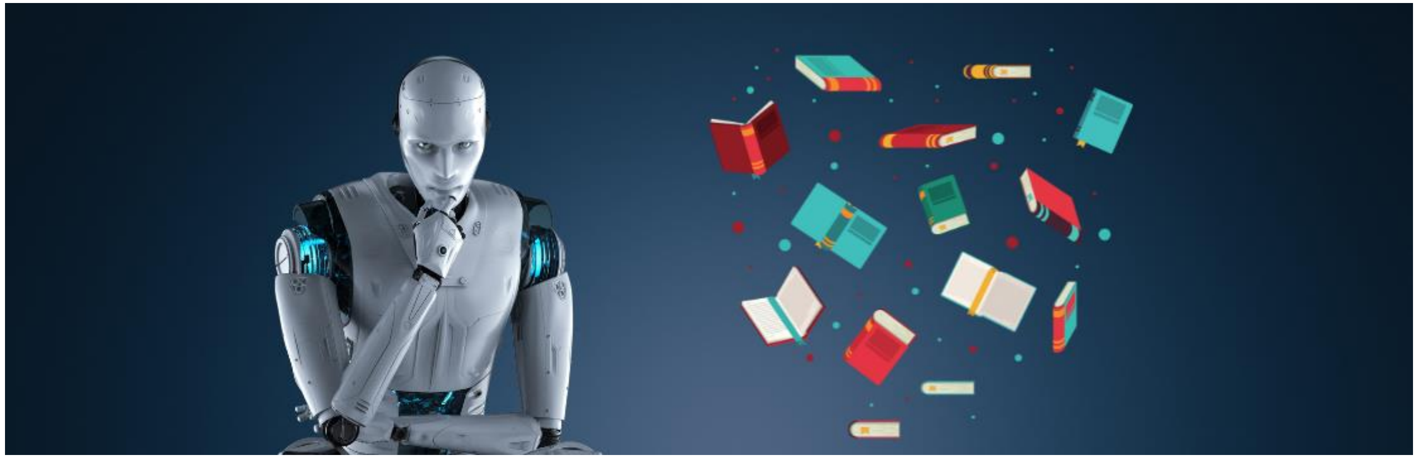
Introduction

- **La connaissance :**

Faculté de connaître, manière de comprendre, de percevoir.

- **La représentation :**

Action de rendre compréhensible quelque chose au moyen d'une figure, d'un symbole, d'un signe.



I- Types de connaissances

I- Types de connaissance

Connaissance Déclarative	Elle englobe les concepts, les faits et les objets, et est exprimée dans des phrases déclaratives. **Exemple:** Paris est la capitale de la France.
Connaissance Structurelle	Cela se réfère à la connaissance fondamentale de résolution de problèmes qui éclaire les relations entre les concepts et les objets. **Exemple:** Une voiture est un type de véhicule, et elle est composée de composants tels que les roues, un moteur et des sièges.
Connaissance Procédurale	Elle guide comment effectuer des tâches et comprend des règles, des stratégies, des procédures, etc. **Exemple:** Pour faire un gâteau, il faut d'abord mélanger les ingrédients, puis les verser dans un moule et enfin, cuire à une température spécifique.

I- Types de connaissance

Connaissance Méta

La Connaissance Méta décrit la connaissance sur d'autres types de connaissances.

Exemple: Savoir que la connaissance déclarative concerne les faits et les objets, tandis que la connaissance procédurale concerne l'exécution des tâches.

Connaissance Heuristique

Cela transmet une connaissance spécialisée dans un domaine ou un sujet.

Exemple: Aux échecs, contrôler le centre de l'échiquier au début de la partie est souvent un avantage stratégique.

II- Types de représentations

1- Systèmes Experts

- **Un système expert** est un programme informatique qui imite l'expert humain dans un domaine particulier de spécialisation.

- Les systèmes experts utilisent la **représentation des connaissances** pour simuler le jugement et le comportement d'un expert humain dans un domaine particulier.

2- Représentations symbolique et non symbolique

1- Représentation Symbolique:

Utilise des symboles, des règles et des concepts pour modéliser un domaine particulier.

<u>Exemple:</u> Au jeu d'échecs, la représentation symbolique utilise des coordonnées pour symboliser les cases et des symboles spécifiques pour les types de pièces.

2- Représentation Non Symbolique:

Représentation des connaissances à travers des modèles continus et quantitatifs, comme les **réseaux neuronaux.**

<u>Exemple:</u> Modélisation du goût d'un consommateur en musique à travers des caractéristiques extraites des chansons écoutées.

3- Prolog vs Python

Supposons que vous vouliez représenter la relation "parent" entre quelques individus.

```prolog
% Définition des faits
parent(john, jim).
parent(jane, jim).
parent(jim, ann).

% Règle pour déterminer si quelqu'un est un grandparent
grandparent(X, Y) :- parent(X, Z), parent(Z, Y).

% Requête pour tester si John est le grand-parent d'Ann
?- grandparent(john, ann).
% Output: true.
```

```python
# Définition des faits
parents = {
    'jim': ['john', 'jane'],
    'ann': ['jim']
}

# Fonction pour déterminer si quelqu'un est un grandparent
def grandparent(x, y):
    for parent in parents.get(y, []):
        if x in parents.get(parent, []):
            return True
    return False

# Tester si John est le grand-parent d'Ann
print(grandparent('john', 'ann')) # Output: True
```

4- Système de raisonnement

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**.

Un mode de représentation intègre deux aspects étroitement liés :

1) **La structure de données**, qui sert à formaliser l'information.
2) **La méthode associée,** qui permet d'exploiter cette information ou d'effectuer un raisonnement sur celle-ci.

- **Logique**
- **Règles de production**
- **Réseaux sémantiques**
- **…**

5- Représentation logique

Logique

Classique

1- Logique des propositions (L.P.) (ordre 0): $\{V, F\}$, $\{\wedge, \vee, \rightarrow, \neg, \leftrightarrow\}$, $\{P, Q, \ldots\}$

2 - Logique des prédicats (ordre 1): L.P. + variables + $\{\forall, \exists\}$

- Logique des prédicats (ordre 2): L.1er Ordre + P, Q, f (ex :$\forall P$ ou $\forall f$)

- Logique des prédicats (ordre 3): L.2èmeOrdre + $P(Q(x))$

- …

Non classique

- Logique modale
- Logique floue
- Logique temporelle
- Logique des défauts
- …

III- Logique des propositions

5-1- Calcul des propositions

Le calcul des propositions est caractérisé par deux composantes principales:

- **La syntaxe:** qui définit les règles structurales gouvernant l'ensemble des propositions ou assertions exprimables dans le langage.

- **Les règles d'inférence:** qui décrivent les méthodes et les procédures permettant de dériver ou de créer de nouvelles assertions à partir des existantes.

5-1- Calcul des propositions

- **Séparateurs**: Ces symboles, tels que ";", ",", "(", et ")", aident à délimiter et à structurer les expressions.
- **Constantes logiques**: Il y a deux valeurs de vérité constantes, "vrai" et "faux".
- **Variables propositionnelles ou atomes**: Ces symboles, comme P, Q, R, représentent des affirmations de base qui peuvent être vraies ou fausses.
- **Connecteurs logiques**: Ces symboles représentent des opérations logiques.
  - $\neg$: Négation ou "non"
  - $\wedge$: Conjonction ou "et"
  - $\vee$: Disjonction ou "ou"
  - $\rightarrow$: Implication
  - $\leftrightarrow$: Équivalence ou "implication mutuelle"
- **Ordre de précédence**: L'ordre dans lequel les opérations sont effectuées est $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$.

Remarque: L'expression $\neg P \vee Q \rightarrow R$ est équivalente à $((\neg P) \vee Q) \rightarrow R$, en respectant l'ordre de précédence des connecteurs logiques

Exercice:

Identifiez si les déclarations suivantes sont des propositions:

1-"Quelle heure est-il ?"

2- "L'eau bout à 100°C."

5-2- Exemples

- **<u>Exemple 1:</u>**

Considérons les propositions suivantes:

- P: « Il pleut. »
- Q: « Le sol est mouillé. »

5-2- Exemples

- **<u>Exemple 2:</u>**

- P : Tous les Grecs sont mortels
- Q : Socrate est grec
- R : Socrate est mortel

5-2- Tables de Vérité

Utilisées pour représenter toutes les valeurs de vérité possibles.

Exercice: Écrivez la table de vérité pour $\neg(P \wedge Q) \vee (P \vee Q)$.

5-2- Tables de Vérité

Utilisées pour représenter toutes les valeurs de vérité possibles.

Exercice: Écrivez la table de vérité pour $P \rightarrow Q$.

5-2- Tables de Vérité

Utilisées pour représenter toutes les valeurs de vérité possibles.

Homework:
Écrivez la table de vérité pour $(P \wedge Q) \rightarrow R$.

5-2- Tables de Vérité

Solution: Écrivez la table de vérité pour $(P \wedge Q) \rightarrow R$.

P	Q	R	P ∧ Q	(P ∧ Q) → R
Vrai	Vrai	Vrai	Vrai	Vrai
Vrai	Vrai	Faux	Vrai	Faux
Vrai	Faux	Vrai	Faux	Vrai
Vrai	Faux	Faux	Faux	Vrai
Faux	Vrai	Vrai	Faux	Vrai
Faux	Vrai	Faux	Faux	Vrai
Faux	Faux	Vrai	Faux	Vrai
Faux	Faux	Faux	Faux	Vrai

6-1-2- Une formule bien formée (FBF)

Une expression qui est structurée correctement selon les règles de la grammaire et de la logique propositionnelle. Elle peut être évaluée comme vraie ou fausse.

Exemples:

- $(P \wedge Q) \rightarrow R$ est une FBF, mais $P \wedge \vee Q$ n'est pas une FBF.
- Si G est une FBF alors $\neg G$ est une FBF
- Si G et H sont des FBF alors $G \wedge H$, $G \vee H$, $G \rightarrow H$, $G \leftrightarrow H$ sont des FBF

6-1-3 Limitations de la logique propositionnelle

Avantages :

- Syntaxe claire et facile à comprendre
- Sémantique directe

Limitations :

- Incapable de représenter des affirmations universelles ou existentielles

Exemples:

1. "Tous les éléphants sont gris"
2. "Au moins une personne a inventé le téléphone"

Solution :

Pour combler ces lacunes, il est nécessaire d'introduire le quantificateur universel ($\forall$) et le quantificateur existentiel ($\exists$).

6-2- Logique des prédicats

Les éléments Ajoutés à la logique propositionnelle sont:

1.Quantificateurs :

- Universel ($\forall$) : Pour les généralisations.
- Existentiel ($\exists$) : Pour les conditions spécifiques.

2.Variables :

- Permettent de généraliser et d'individualiser les propositions.

Résumé :
Logique des Prédicats = Logique des Propositions + Quantificateurs + Variables

6-2- Logique des prédicats

1. **Séparateurs**: ; , ( )
2. **Constantes**: a, b
3. **Variables**: X, Y
4. **Connecteurs**: $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$, $\leftrightarrow$.
5. **Quantificateurs**: $\forall$, $\exists$
6. **Prédicats**: P, Q, R, etc.
7. **Fonctions**: f, g, etc.

6-2- Logique des prédicats

quantificateur universel

quantificateur existentiel

$$\forall x, \exists y \ amis(x, y) \wedge amis(x, \text{mère}(y))$$

symbole de prédicat

symbole de fonction

6-2- Logique des prédicats

Exemples:

1.Universel - Implication:

- **Formule**: $\forall X$: Plume$(X) \rightarrow$Oiseau(X)
- **Signification**: Si X a des plumes, alors X est un oiseau.

2.Universel - Existentiel:

- **Formule**: $\forall X$: Humain$(X) \rightarrow \exists\, Y$: Père$(X, Y)$
- **Signification**: Pour tout humain X, il existe un Y qui est le père de X.

Exercice

Mettre sous forme de formules les propositions suivantes :

- S1. Pour tout crime, il y a quelqu'un qui l'a commis
- S2. Seuls 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

Solution

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

- S2. Seuls les gens malhonnêtes commettent des crimes

- S3. Ne sont arrêtés que les gens malhonnêtes

Solution

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

6-2-1- Définitions

4- Formules Bien Formées (FBF) en Logique des Prédicats

1. **Opérations Logiques**: Si G et H sont des FBF, alors $\neg G$, $G \wedge H$, $G \vee H$, $G \rightarrow H$, $G \Leftrightarrow H$ sont également des FBF.

2. **Quantificateurs**: Si G est une FBF et X une variable, alors $\forall X\ G$ et $\exists X\ G$ sont aussi des FBF.

Exercice

Identifiez si les expressions suivantes sont des FBF

1. $\exists X \, \forall Y (P(X,Y) \lor Q(X,Y)) \rightarrow R(X)$

2. $(\neg P(a) \rightarrow P(b)) \rightarrow \neg P(b)$

3. $\neg f(a)$

4. $f(P(a))$

6-2-2- Points à Noter

1. **Littéraux** : En logique des prédicats, un atome est spécifiquement appelé un "littéral". Par exemple, $P(X)$ est un littéral, tandis que $\neg P(X)$ est un "littéral négatif".

2. **Quantification** : Dans la logique des prédicats du premier ordre, seule la quantification des variables est permise. Il est donc inapproprié de quantifier des prédicats ou des fonctions.

6-2-3- Formules équivalentes

Formules équivalentes	**Appellation**
$\neg(\neg A) \equiv A$	Double négation
$A \wedge A \equiv A$	Idempotence
$A \vee A \equiv A$	Idempotence
$A \wedge (B \wedge C) \equiv (A \wedge B) \wedge C$	Associativité
$A \vee (B \vee C) \equiv (A \vee B) \vee C$	Associativité
$A \wedge B \equiv B \wedge A$	Commutativité
$A \vee B \equiv B \vee A$	Commutativité
$(A \wedge B) \vee C \equiv (A \vee C) \wedge (B \vee C)$	Distributivité
$(A \vee B) \wedge C \equiv (A \wedge C) \vee (B \wedge C)$	Distributivité

6-2-3- Formules équivalentes

Formules équivalentes	Appellation
$\neg(A \wedge B) \equiv \neg A \vee \neg B$	Lois de De Morgan
$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B$	Lois de De Morgan
$A \rightarrow B \equiv \neg A \vee B$	Implication
$A \leftrightarrow B \equiv (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$	Double Implication
$A \rightarrow B \equiv \neg B \rightarrow \neg A$	Contrapposition
$\forall x\ A \equiv \neg \exists x \neg A$, $\exists x\ A \equiv \neg \forall x \neg A$	
$\neg((\forall x) A) \equiv (\exists x) \neg A$	

tasnim.hamdeni@essai.ucar.tn

6-2-4 Définition

Clauses

Une clause est une disjonction de littéraux.

Exemple : $Q(X) \vee \neg P(X) \vee R(X)$ est une clause

TD1

Exercice 1 : Représenter en FBF les expressions suivantes :

a) « Tous les italiens sont gentils »
b) « Tous dans la classe sont intelligents »
c) « Quelqu'un dans la classe est intelligent »
d) « Tous les hommes sont intelligents »
e) « Toutes les femmes sont intelligentes mais pas les hommes »

TD1

Exercice 2 :

Donner la signification des formules suivantes :

a) $(\exists X)$ (Mange (fifi, X) $\wedge$ Biscuit(X))

b) $(\forall X)$ Aime(X, riz)

c) $\neg(\exists X)$ $\neg$Aime(X, riz)

d) $(\exists X)$ Aime(X, orange)

e) $\neg(\forall X)$ $\neg$Aime(X, orange)

6-2-4- Les formes des FBF

1- Forme Normale:

Une Forme Normale (FN) est une transformation d'une FBF obtenue en suivant quatre étapes spécifiques.

1. **Élimination des Connecteurs $\rightarrow$ et $\leftrightarrow$:** Utilisez les lois d'équivalence pour les remplacer.
   - $A \leftrightarrow B$ devient $(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$
   - $A \rightarrow B$ devient $(\neg A) \vee B$
2. **Accolement des Négations aux Atomes:** Utilisez les lois de De Morgan et les équivalences.
   - $\neg(\neg A)$ devient A
   - $\neg(A \vee B)$ devient $\neg A \wedge \neg B$
   - $\neg(A \wedge B)$ devient $\neg A \vee \neg B$
   - $\neg(\exists X) A(X)$ devient $\forall X(\neg A(X))$
   - $\neg(\forall X) A(X)$ devient $\exists X(\neg A(X))$
3. **Distinguer les Variables**: Assurez-vous que chaque variable est unique pour éviter les ambiguïtés.
4. **Déplacement des Quantificateurs**: Placez tous les quantificateurs à gauche de la formule.

6-2-4- Les formes des FBF

2- Forme Clausale:

C'est une transformation d'une Forme Normale en suivant cinq étapes.

1.Éliminer les Quantificateurs Existenciels (∃)

<u>Exemples:</u>

- $\exists X P(X)$ devient $P(a)$
- $\forall X \, \exists Y \, SUIT(Y,X)$ devient $\forall X \, SUIT(f(X),X)$

2.Éliminer les Quantificateurs Universels (∀)

3.Forme Normale Conjonctive Transformez en une conjonction de clauses, utilisant les lois d'associativité et de distributivité.

<u>Exemple:</u>

$\neg P(X) \vee Q(X,a) \wedge \neg R(Y,f(X),b)$ devient $(\neg P(X) \vee Q(X,a)) \wedge (\neg P(X) \vee \neg R(Y,f(X),b))$

6-2-4- Les formes des FBF

5. Élimination des Connecteurs AND (∧):

Exemple:

((C1∧C2∧C3) devient C1,C2,C3

6. Distinguer les Variables dans les Clauses Distinctes:

Renommer les variables afin qu'elles soient uniques à chaque clause.

Exemple: C1(x) et C2(x) deviennent C1(x1) et C2(x2)

Application

Exercice 3

Donner la forme clausale de la formule suivante : $((P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \wedge S) \rightarrow R))$


FINALLY WERE DONE
HOPE YOU LIKE THE PRESENTATION
makeameme.org