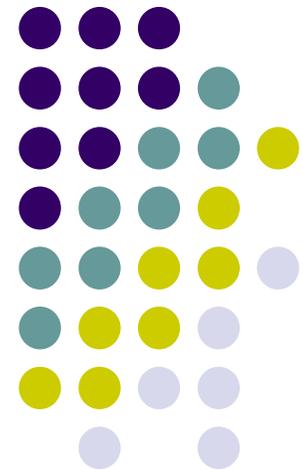


Chapitre V: Logiques de description

V.1 Les logiques de description : concepts et définitions Langage basique AL



Plan du cours

- Introduction
- Caractéristiques
- Applications
- LD et Ws
- Composants d'une base de connaissance
 - Le niveau terminologique (TBox)
 - Le niveau assertionnel (ABox)
- Interprétation
- Le langage basique AL



Introduction



- Les logiques de description forment une famille de langages de représentation de connaissance qui peuvent être utilisées pour représenter la connaissance terminologique d'un domaine d'application d'une façon structurée et formelle
- Ces logiques sont issues de modèles graphiques de représentation de connaissances notamment les réseaux sémantiques (graphes conceptuels) et les frames de Minsky

Caractéristiques



- Dotés d'une sémantique basée sur une logique formelle
- Un fragment décidables de la logique de 1^{er} ordre
- raisonnement comme un service central

LD applications



- la recherche d'information basée sur la logique
- les systèmes d'information basées web
- le traitement du langage naturel
- La gestion de bases de données.

LD et Ws

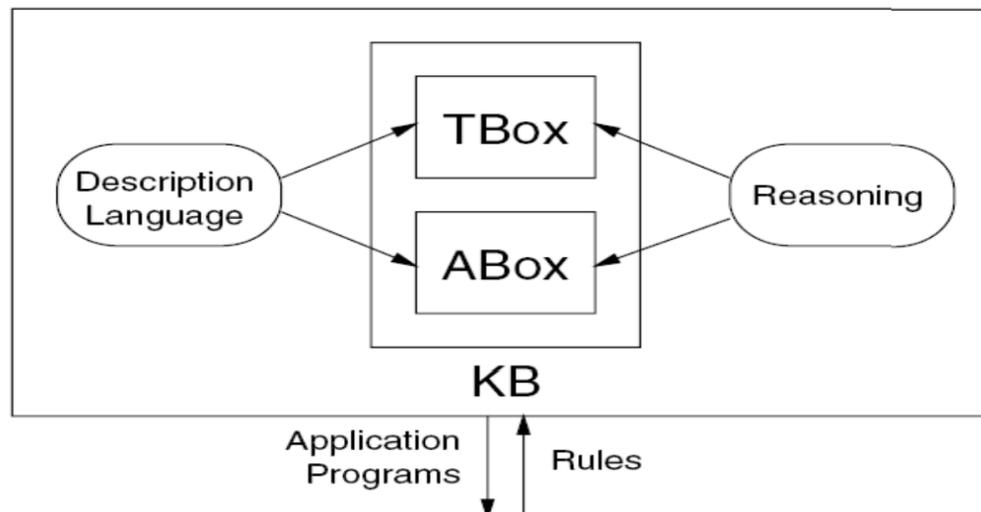


- Le web sémantique utilise les logiques de description pour:
- la construction et la maintenance de ontologies
- raisonnement automatique, pour déduire des nouvelles connaissances dans les ontologies.
- Le raisonnement permet de :
 - vérifier l'intégrité de la base de connaissance
 - inférer des connaissances implicites à partir des connaissances explicites stockées dans la base de connaissances

Composants d'une base de connaissance



- Une base de connaissances (KB pour Knowledge Représentation) basée sur la logique de description comprend deux composant:
- La Tbox: introduit la **terminologie**, i.e, le vocabulaire du domaine d'une application
- la ABox contient des **assertions** quant à des individus nommés en termes de ce vocabulaire.



*Architecture
d'un système
RC basé DL*

Le niveau terminologique (TBox)



- Le vocabulaire consiste en des concepts, qui dénotent des ensembles d'individus des rôles qui dénotent des relations binaires entre des individus.
- Quatre types d'élément:
 - concepts atomiques
 - rôles atomiques
 - concepts complexes (composés)
 - Rôles complexes (composés)

Le niveau terminologique (TBox)



- Exemple de TBOX (*informelle*)
- Humain
- Un homme **est** un humain
- Une femme **est** un humain
- Un père **est** un homme ayant au moins un humain comme enfant
- Une mère **est** une femme ayant au moins un humain enfant.
- Un parent **est** soit un père soit une mère
- un grand-père **est** un homme ayant au moins un enfant parent
- une grand-mère **est** une femme ayant au moins un enfant parent

Le niveau terminologique (TBox)



- Les Entités Atomiques : concepts atomiques et rôles atomiques constituant les entités élémentaires de la LD
- Exemple :
- Concepts vert : **Humain, Homme , femme , mère ,grand-mere:....** concepts atomiques

Le niveau terminologique (TBox)



- Les Entités Composées (définis): les concepts et rôles atomiques peuvent être combinés au moyen de constructeurs pour former des entités composées
- **Exemple :**
- Concepts en rouge sont des concepts non atomiques
- un homme ayant au moins un humain comme enfant
- une femme ayant a moins un humain comme enfant
- ...

Le niveau terminologique (TBox)



- **Les constructeurs** : permettent la combinaison de concepts et rôles atomiques pour former des entités composées tels que: intersection, inclusion, la négation ,union
- Exemples :
 - Homme est un humain **ET** male
 - Père est un humain **ET** enfant de **AUMOINS** un enfant
- les constructeurs applicables dépendent de la logique utilisée :AL,ALC , SH ,SHN ...

Le niveau terminologique (TBox)



Les axiomes terminologiques:

- Les axiomes terminologiques permettent de définir les concepts (représenter le domaine)
- expriment les relations existant entre concepts
Prend 2 formes :
- Equivalence ou définition (\equiv)
- Inclusion (\sqsubseteq)

Le niveau terminologique (TBox)



Les axiomes terminologiques:

- **Equivalence ou définition (\equiv)** : énonce des relations d'équivalence (de définition) entre concepts
- Une définition de concept est un axiome d'équivalence dont la partie de gauche est un concept atomique.
- Sert à associer un nom à un concept complexe
- De tels axiomes sont appelés *axiomes de définition*

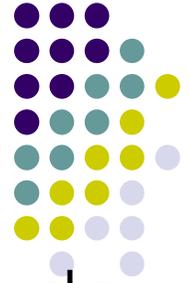
Le niveau terminologique (TBox)

Les axiomes terminologiques:

- **Equivalence ou définition (\equiv) :**
- La définition est considérée comme une condition nécessaire et suffisante
- Exemple : Siege \equiv Meuble dont l'usage principal est s'asseoir
- Dans une TBox un concept atomique ne doit pas être défini plus d'une fois.



Le niveau terminologique (TBox)



Les axiomes terminologiques:

- **Inclusion** ($C \sqsubseteq D$): déclare que toute entité de la classe C appartient aussi à la classe D,
- De tels axiomes sont appelés *axiomes de spécialisation*
- Exemple :
 - Homme \sqsubseteq Humain
 - Femme \sqsubseteq Humain
- L'inclusion présente une condition nécessaire

Le niveau terminologique (TBox)

Les axiomes terminologiques:

- concept primitif
 - Il est parfois difficile de définir un concept
 - Un concept de base ou primitif est concept atomique qui n'est pas défini dans la Tbox:
 - Exemples :
 - Humain



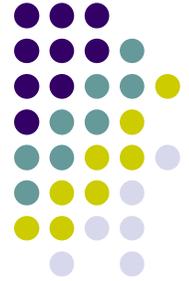
Le niveau terminologique (TBox)

Les rôles atomiques et composés



- Rôles atomique
 - mèreDe , pèreDe, amiDe ,
- Role complexes
 - Père et amiDe ,
 - MèreDe ou pèreDe
- constructeurs de rôles complexes:
 - opérateurs booléens : $\neg R$, $R \cup R$, $R \text{ et } R$ 2
 - opérateurs de l'algèbre des relations :
 - $R \circ R$ (composition)
 - $R *$ (itération)
 - R^{-1} (converse)
 - R^- (complément)

Le niveau terminologique (TBox)



- **Concepts prédéfinis**

- T : concepts plus général (tout, top)
- \perp : concept null (rien)

- **Role préfinis**

- RT : rôle plus général
- RN : rôle plus spécifique .

- **Exemple :**

- La classe de tous les individus : T
- La classe des individus homme et femme en même temps : \perp

Le niveau assertiennel (ABox)



- Une ABox contient 2 types d'assertions sur des individus :
 1. des assertions d'appartenance : spécifiant leur classe et leurs attributs :
 - Ex :
 - Femme(Marie) :Marie est une femme
 - homme(Jhon) :Jhon est un homme;
 2. des assertions de rôle : spécifiant les relations existantes entre individus :
 - Ex :Marie et la mère de Anne:
mereDe(Marie ,Anne)

Interprétation



une interprétation \mathcal{I} définie par

- un ensemble non vide $\Delta^{\mathcal{I}}$ (le domaine d'interprétation)
- d'une fonction d'interprétation I , qui assigne :
 - à chaque concept atomique A un ensemble $A^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}}$: l'ensemble des individus du concepts A
 - et à chaque rôle atomique R une relation binaire $R^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$: ensemble de couples $(x,y) \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$

Interprétation



Exemple :

- Soit la tbox suivante (informelle)
- Parent \equiv qui a au moins un enfant
- ParentDeFemme \equiv un parent ayant au moins une fille
- Célibataire \equiv qui n'est pas marié
- HommeMarié \equiv un homme n'est pas marié
- GrandParentChoye: tous ses fils sont des parents .

et l'interprétation \mathcal{I} suivante :

- $\Delta = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Tarek, Djamila, Fadila, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{Homme}) = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{aEnfant}) = \{(\text{Ahmed, Nadir}), (\text{Bilel, Tarek}), (\text{Bilel, Djamila}), (\text{Nadir, Said})\}$
- $\mathcal{I}(\text{mariéAvec}) = \{(\text{Bilel, Fadila}), (\text{Fadila, Bilel})\}$

Le langage basique AL



- Il existe plusieurs langage LD :AL,ALC,ALE....
- Les LD se distinguent par les constructeurs qu'elles proposent :
- plus elles ont de constructeurs, plus elles sont expressives, et ont des chances d'être non décidables ou de complexité très élevée
- les LD trop peu expressives ne permettent pas de représenter des domaines complexes.

Le langage basique AL



- Le langage AL (pour Attributive Langage) a été introduit comme un langage minimal ayant un intérêt pratique.
- Les autres langages de la famille AL en sont une extension

Le langage basique AL



- **Conventions**
- A, B : dénotent des concepts atomiques
- C, D : dénotent des concepts définis

Le langage basique AL

Syntaxe

- Les descriptions sont générées selon les règles syntaxiques suivantes

$C, D \rightarrow$	A		(concept atomique)
	\top		(concept universel)
	\perp		(concept bottom)
	$\neg A$		(negation atomique)
	$C \sqcap D$		(intersection)
	$\forall R.C$		(restriction de valeur)
	$\exists R.\top$		(quantificateur existentiel limité)



Le langage basique AL



Constructeurs d' \mathcal{AL} :

$\neg A$	la négation atomique
$C \sqcap D$	l'intersection de concepts
$\forall R.C$	la restriction de valeur (quantification universelle complète)
$\exists R.T$	la quantification existentielle limitée *

- Remarques
 - la négation n'est appliquée qu'aux concepts atomiques
 - Seulement le concept universel est permis à la portée du quantificateur existentiel
 - ne permet pas la spécification de rôles composés²⁷

Le langage basique AL

Signification des constructeurs avec quantification



- $\exists R.T$: les individus qui ont au moins une relation de type R avec un individu de n'importe quel type.
- $\forall R.C$: les individus dont toutes les relations de type R se font avec des individus de type C.
- Exemples: sur les cités .
- $\text{citéModerne} = \exists \text{ contientEcole.T}$
- $\text{citéCompacte} = \forall \text{ contient.Logement}$
- $\forall \text{ contient.}\neg\text{Ecole,}$
- $\exists \text{ voisin.T,}$
- $\neg \text{voisin} (\exists \text{ contientEcole T})$

Le langage basique AL

•Sémantique ALC

Un interprétation I est une paire (Δ^I, \cdot^I) où

- Δ^I est un ensemble (le domaine) et
- \cdot^I est une fonction d'interprétation :

Tel que

$$\begin{aligned}\top^I &= \Delta^I \\ \perp^I &= \emptyset \\ (\neg A)^I &= \Delta^I \setminus A^I \\ (C \sqcap D)^I &= C^I \cap D^I \\ (\forall R.C)^I &= \{a \in \Delta^I \mid \forall b. (a, b) \in R^I \rightarrow b \in C^I\} \\ (\exists R.\top)^I &= \{a \in \Delta^I \mid \exists b. (a, b) \in R^I\}\end{aligned}$$



Le langage basique AL

•Description des roles



- **Domaine** :pour exprimer qu'un rôle R ne peut s'appliquer qu'à des individus de la classe C, on écrira l'axiome suivant : $\exists R.T \sqsubseteq C$.
- *Exemple* :
- $\exists a\text{Enfant}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{estConjointDe}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{nom}.T \sqsubseteq \text{Personne}$
- $\exists \text{age}.T \sqsubseteq \text{Personne}$

Le langage basique AL

•Description des roles



- **Image** : Pour représenter que tous les individus du rang (image) d'un rôle R appartiennent à la classe C, on écrira l'axiome $T \sqsubseteq \forall R.C$
- *Exemple* :
- $T \sqsubseteq \forall a \text{Enfant}. \text{Personne}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{estConjointDe}. \text{Personne}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{nom}. \text{xsd:string}$
- $T \sqsubseteq \forall \text{age}. \text{xsd:int}$

Le langage basique AL

•Description des roles



- **Role rôle fonctionnel** : $T \sqsubseteq \leq 1$ conjointDe
- **Role injectif** $T \sqsubseteq \leq 1$ conjointDe -
- **rôle symétrique** $amiDe = amiDe$ -
- **Sous role** $pereDe \sqsubseteq parentDe$

Le langage basique AL

▪ Description du monde (ABox)



- ABox, fournit une *description du monde*.
- La ABox introduit des individus en spécifiant leurs noms, les concepts auxquels ils appartiennent, et leurs relations avec d'autres individus

Le langage basique AL

- Description du monde (ABox)



❖ Description des individus

□ Déclarer des individus

- On écrit $C(a)$ pour indiquer que a un individu appartenant à l'ensemble dénoté par le concept C
- *Exemple :*
 - *Homme(Ahmed)*
 - *Medecin(Farid)*

Le langage basique AL

▪ Description du monde (ABox)



❖ Description des individus

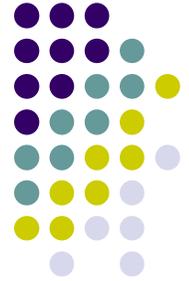
□ Déclarer des relations entre individus

- On écrit $R(a, b)$ pour indiquer que a et b sont liés par la relation R ou: l'individu b remplit le rôle R pour l'individu a
- *Exemple :*
 - $aEnfant(Ahmed, Samir)$
 - $filDe(Said, Farid)$
 - $Habite(Amine, Alger)$

Le langage basique AL

▪ Description du monde (ABOX)

❖ Description des individus



- entités différentes
- FRANCISCO \neq CHICO

- Entités identiques
- FRANCISCO = CHICO

Le langage basique AL

- Description du monde (ABox)
- Référencier un individu dans une TBOX



- Pour référence explicitement à l'entité **a** dans la définition d'un concept **C**
- on écrira $C:a$
- Exemple :
- CitoyenAlgerien est une personne née En Algerie ou naturalisée par l' Algerie
- $\text{CitoyenAlgerien} \equiv \text{lieuNaissance} : \text{Algerie} \sqcup \text{naturaliséPar} : \text{Algerie}$

Conclusion



- Les logiques de description sont un formalisme riche doté d'une sémantique formelle .
- ces logiques permettent de représenter des concepts (aussi appelés *classes*) d'un domaine et les relations (aussi appelées *rôles*) qui peuvent être établies entre les instances de ces classes.