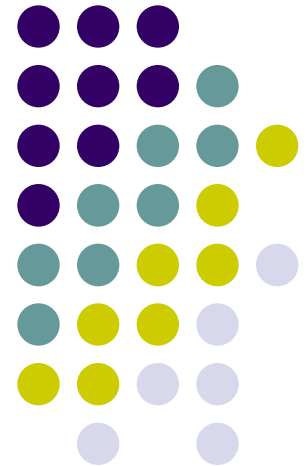
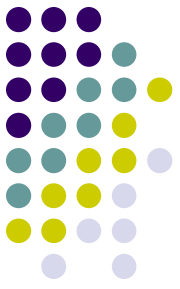


Chapitre IV: Logiques de description

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

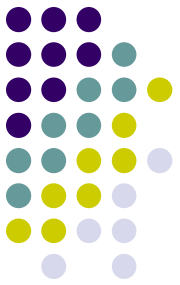


Plan du cours



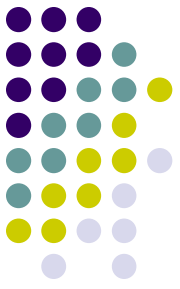
- Introduction
- Caractéristiques
- Applications
- LD et Ws
- Composants d'une base de connaissance
 - Le niveau terminologique (TBox)
 - Le niveau assertionnel (ABox)
- Interprétation
- Le langage basique AL

Introduction



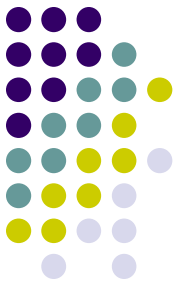
- Les logiques de description forment une famille de langages de représentation de connaissance qui peuvent être utilisées pour représenter la connaissance terminologique d'un domaine d'application d'une façon structurée et formelle
- Ces logiques sont issues de modèles graphiques de représentation de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

Caractéristiques



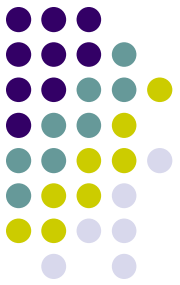
- Dotés d'une sémantique basée sur une logique formelle
- Un fragment décidables de la logique de 1^{er} ordre
- raisonnement comme un service central

LD applications



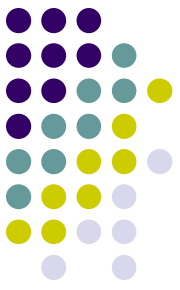
- la recherche d'information basée sur la logique
- les systèmes d'information basées web
- le traitement du langage naturel
- La gestion de bases de données.

LD et Ws

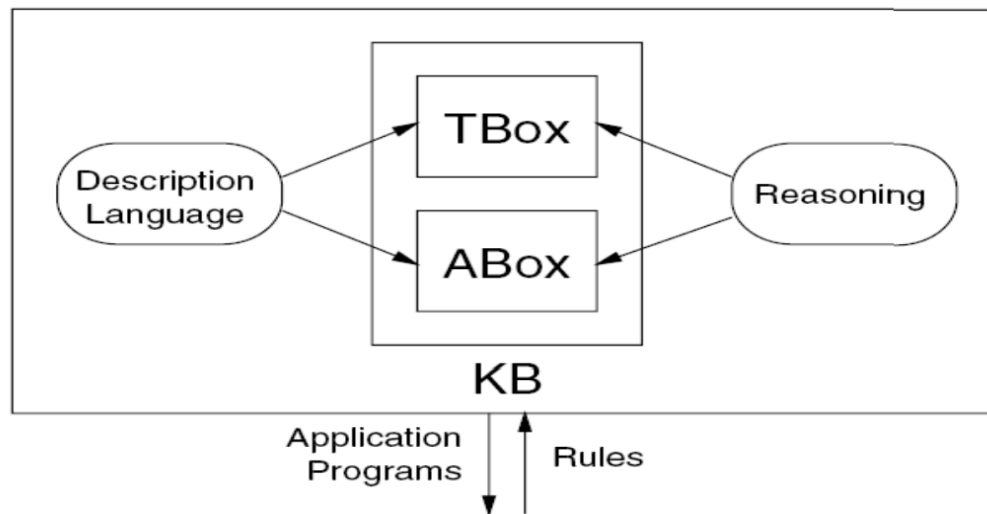


- Le web sémantique utilise les logiques de description pour:
- la construction et la maintenance de ontologies
- raisonnement automatique, pour déduire des nouvelles connaissances dans les ontologies.
- Le raisonnement permet de :
 - vérifier l'intégrité de la base de connaissance
 - inférer des connaissances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

Composants d'une base de connaissance

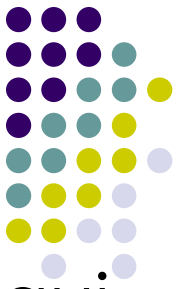


- Une base de connaissances (KB pour Knowledge Représentation) basée sur la logique de description comprend deux composant:
- La Tbox: introduit la **terminologie**, i.e, le vocabulaire du domaine d'une application
- la ABox contient des **assertions** quant à des individus nommés en termes de ce vocabulaire.



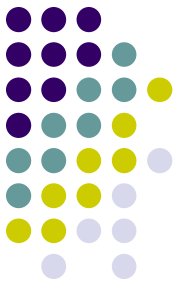
*Architecture
d'un système
RC basé DL*

Le niveau terminologique (TBox)



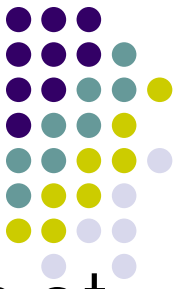
- Le vocabulaire consiste en des concepts, qui dénotent des ensembles d'individus des rôles qui dénotent des relations binaires entre des individus.
- Quatre types d'élément:
 - concepts atomiques
 - rôles atomiques
 - concepts complexes (composés)
 - Rôles complexes (composés)

Le niveau terminologique (TBox)



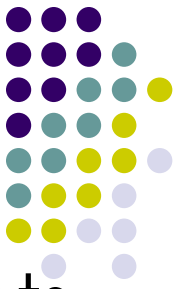
- Exemple de TBOX (*informelle*)
 - Humain
 - Un homme **est** un humain
 - Une femme **est** un humain
 - Un père **est** un homme ayant au moins un humain comme enfant
 - Une mère **est** une femme ayant au moins un humain enfant.
 - Un parent **est** soit un père soit une mère
 - un grand-père **est**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

Le niveau terminologique (TBox)



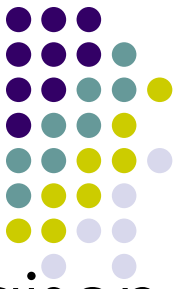
- Les Entités Atomiques : concepts atomiques et rôles atomiques constituant les entités élémentaires de la LD
- Exemple :
- Concepts vert : Humain, Homme , femme , mère , grand-mère:.... concepts atomiques

Le niveau terminologique (TBox)



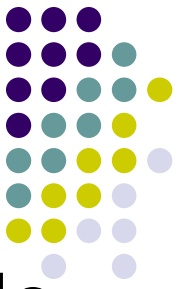
- Les Entités Composées (définis): les concepts et rôles atomiques peuvent être combinés au moyen de constructeurs pour former des entités composées
- **Exemple :**
 - Concepts en rouge sont des concepts non atomiques
 - un homme ayant au moins un humain comme enfant
 - une femme ayant a moins un humain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

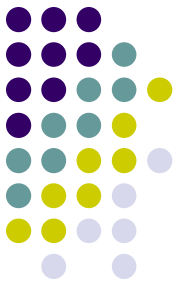
Le niveau terminologique (TBox)



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 ($\sqsubseteq$)

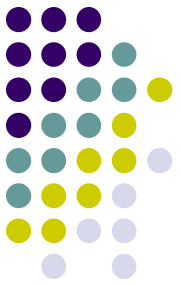
Le niveau terminologique (TBox)



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*

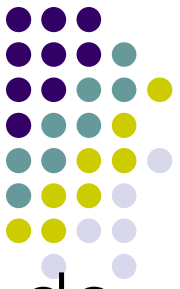
Le niveau terminologique (TBox)



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.

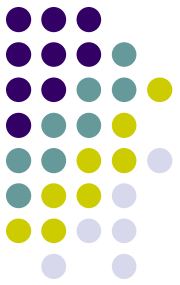
Le niveau terminologique (TBox)



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

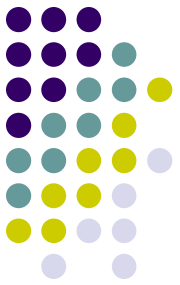
Le niveau terminologique (TBox)



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

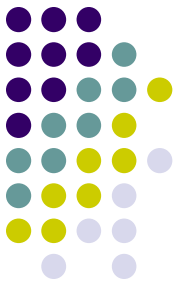
Le niveau terminologique (TBox)



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)

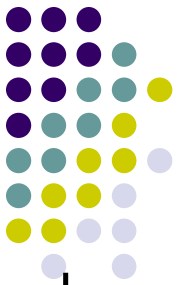
- **Role préfinis**

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

- **Exemple :**

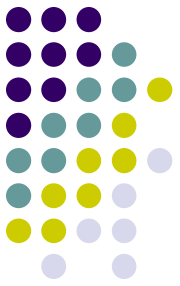
- La classe de tous les individus :T
- La classe des individus homme et femme en même temps : $\perp$

Le niveau assertionnel (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)

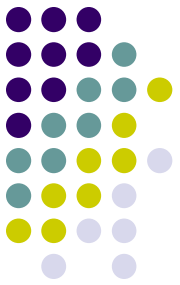
Interprétation



une interprétation I définie par

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

Interprétation



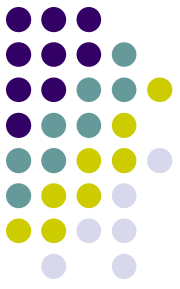
Exemple :

- 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 :

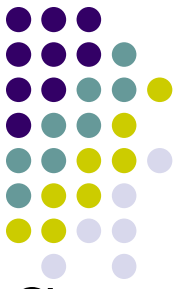
- $\Delta = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Tarek, Djamila, Fadila, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{Homme}) = \{\text{Ahmed, Bilel, Nadir, Said}\}$
- $\mathcal{I}(\text{aEnfant}) = \{(\text{Ahmed, Nadir}), (\text{Bilel, Tarek}), (\text{Bilel, Djamila}), (\text{Nadir, Said})\}$
- $\mathcal{I}(\text{mariéAvec})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

Le langage basique AL



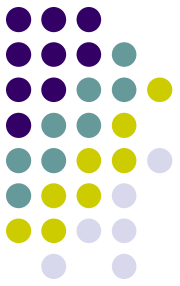
- Il existe plusieurs langage LD :AL,ALC,ALE |....
- Les LD se distinguent par les constructeurs qu'elles proposent :
- plus elles ont de constructeurs, plus elles sont expressives, et ont des chances d'être non décidables ou de complexité très élevée
- les LD trop peu expressives ne permettent pas de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

Le langage basique AL



- Le langage AL (pour Attributive Language) 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



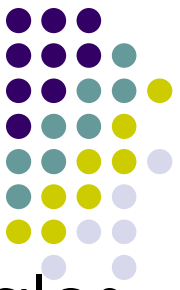
- **Conventions**
 - A, B :dénotent des concepts atomiques
 - C,D : dénotent des concepts définis

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



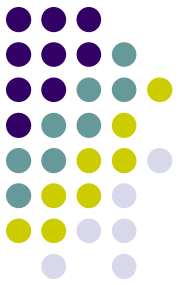
Constructeurs d' $\mathcal{AL}$:

$\neg A$	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

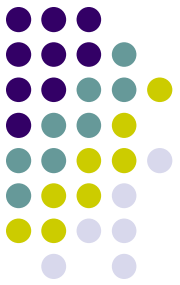


Signification des constructeurs avec quantification

- **$\exists R.T$** : 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 .
 - $\text{cit Moderne} = \exists \text{ contientEcole}.T$
 - $\text{cit Compacte} = \forall \text{ contient}. \text{Logement}$
 - $\quad \quad \quad \forall \text{ contient}. \neg \text{Ecole},$
 - $\quad \quad \quad \exists \text{ voisin}.T,$
 - $\quad \quad \quad \exists \text{ voisin} (\exists \text{ contientEcole } T)$

Le langage basique AL

•Sémantique ALC



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

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

Tel que

$$\top^I = \Delta^I$$

$$\perp^I = \emptyset$$

$$(\neg A)^I = \Delta^I \setminus A^I$$

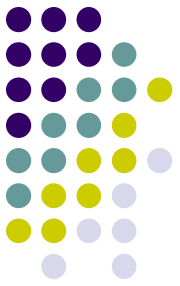
$$(C \sqcap D)^I = C^I \cap D^I$$

$$(\forall R.C)^I = \{a \in \Delta^I \mid \forall b. (a, b) \in R^I \rightarrow b \in C^I\}$$

$$(\exists R.\top)^I = \{a \in \Delta^I \mid \exists b. (a, b) \in R^I\}$$

Le langage basique AL

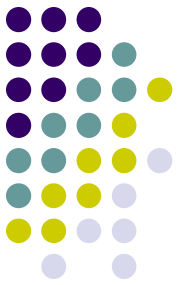
•Description des roles



- **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 :*
- $\exists aEnfant.T \sqsubseteq Personne$
- $\exists estConjointDe.T \sqsubseteq Personne$
- $\exists nom.T \sqsubseteq Personne$
- $\exists age.T \sqsubseteq Personne$

Le langage basique AL

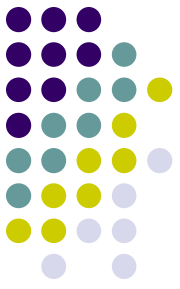
•Description des roles



- **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* :
- $T \sqsubseteq \forall aEnfant.Personne$
- $T \sqsubseteq \forall estConjointDe.Personne$
- $T \sqsubseteq \forall nom.xsd:string$
- $T \sqsubseteq \forall age.xsd:int$

Le langage basique AL

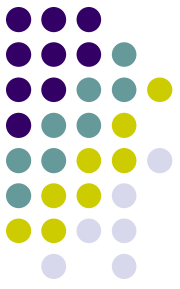
•Description des roles



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

Le langage basique AL

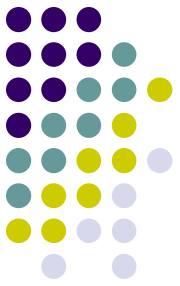
▪Description du monde(ABOX)



- 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)



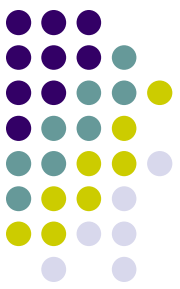
❖ Description des individus

□ 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 entres indevidus

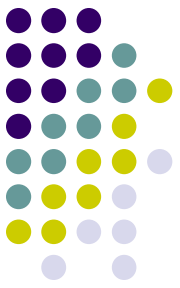
- On écrit $R(a, b)$ pour indiquer que a et b sont liés par la relation R ou: l'individu b remplit le rôle R pour l'individu a
- *Exemple :*
 - $aEnfant(Ahmed, Samir)$
 - $filDe(Said, Farid)$
 - $Habite(Amine, Alger)$

Le langage basique AL

▪ Description du monde (ABOX)

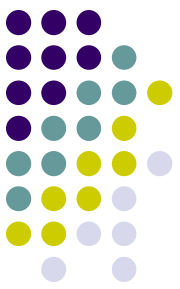
❖ Description des individus

- entités différentes
- FRANCISCO $\neq$ CHICO
- Entités identiques
- FRANCISCO = CHICO



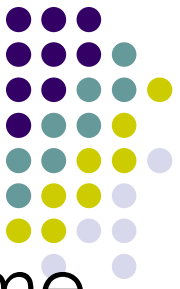
Le langage basique AL

- 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**
- **CitoyenAlgerien** $\equiv$ **lieuNaissance : Algerie** $\sqcup$ **naturaliséPar : 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.