



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes et d'Informatique
Département de Mathématiques et d'Informatique
Filière Informatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN INFORMATIQUE
OPTION : INGENIERIE DES SYSTEMES D'INFORMATION

Classification des images selon la sémantique

Etudiant(s) :

Belalia Meddah

Encadrant(e) :

Mme.Belkhir

Année Universitaire 2015/2016

RESUME

Les documents Web sont caractérisés par la complexité de leurs structures, la diversité, et la richesse du contenu, de plus en plus visuel et multimédia, donc il est nécessaire de prendre en considération en plus du contenu textuel les autres média. Dans ce contexte, nous nous intéressons au média image dont l'annotation peut être un élément essentiel pour la classification des documents multimédia « image ».

Les images numériques constituent une source d'informations très expressive qui joue un rôle très important dans des nombreuses activités humaines. Par conséquence, avoir des volumes des bases d'images est un résultat naturel. Cependant ce volume d'images n'a aucun intérêt s'il on ne pouvait pas le retrouver facilement.

Le domaine de la classification d'image sémantique a pour objectif de développer des outils qui aident les utilisateurs à localiser les images et de réduire le temps de recherche et de la complexité des calculs et d'autre part cela améliorera la qualité des résultats obtenus lors de la recherche avec une bonne précision. Ces outils sont appelés moteurs de classification d'images.

Les premiers systèmes de recherche et d'indexation d'images, sont basés sur l'indexation textuelle manuelle à l'aide des mots clés, qui engendre la répétitivité et la longue durée d'exécution, surtout avec des bases d'images volumineuses. Pour pallier à ces inconvénients, des systèmes de recherche par le contenu visuelle sont apparus ; ces derniers permettent la recherche en fonction des caractéristiques visuelles des images. Une difficulté majeure s'est décollée, c'est le fossé sémantique existant entre une image et son sens. Notre travail porte sur la classification d'images par la sémantique. Pour cela nous avons choisis comme domaine celui des animaux et comme moyen de représentation des connaissances dans ce dernier : une ontologie orientée terminologie. L'objectif de ce sujet est de proposer un mécanisme qui fait le lien entre le résultat de l'annotateur d'une part et l'ontologie d'autre part et d'implémenter un système de classification d'images par la sémantique. Une utilisation d'une ontologie appropriée s'avère nécessaire.

Mots clés : classification, annotation, sémantique, images, l'indexation et recherche des images, ontologie.

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Table des matières	
Table des matières	
Liste des Figures	
Liste des abréviations	
Introduction General.....	1

CHAPITRE I : Indexation et Recherche d'images

I.1. Introduction.....	3
I.2. Principe de l'indexation et recherche d'images.....	3
I.2.1.indexation et Recherche d'image basée sur le texte (TBIR)	3
I.2.1.1.Indexation textuelle	3
I.2.1.2.Recherche des images textuelle	3
I.2.1.3. Quelques systèmes de l'indexation et recherche d'image basée sur le texte (TBIR).....	4
I.2.1.4. Les limites de l'approche.....	5
I.2.2. Indexation et Recherche d'image basée sur le contenu (CBIR)	5
I.2.2.1. Principe.....	5
I.2.2.2. Image numérique	5
I.2.2.3. Caractéristiques de l'image numérique.....	5
I.2.2.4. Architecture générale d'un système d'indexation et de recherche d'images par le contenu.....	8
I.2.2.5. Indexation	9
I.2.2.6. Méthodologie des systèmes d'indexation et de recherche d'images.....	9
I.2.2.7. Descripteurs de l'image	11
I.2.2.8.Recherche.....	13
I.2.2.9. Quelques systèmes de l'indexation et recherche d'images basée sur le contenu (CBIR).....	14
I.2.2.10. Avantages et Limites de l'approche.....	14
I.2.3.Indexation et recherche d'images par la sémantique(SBIR).....	15
I.2.3.1.Indexation sémantique	15
I.2.3.2.Recherche sémantique	15
I.2.3.3.Approches de l'indexation et de recherche des images par la sémantique.....	16
I.2.3.4.Avantages et limites de la recherche d'image par la sémantique.....	16
I.3. Conclusion.....	17

CHAPITRE II : Annotations et Ontologie

II.1.Introduction.....	18
II.2. Annotation et métadonnées.....	18
II.2.1.Définition des annotations.....	18
II.2.2. Définition des annotations sémantiques.....	18

II.2.3. Types d'activité annotation.....	18
II.2.4. Définitions des métadonnées.....	19
II.2.5. Intérêt des annotations et métadonnées	19
II.3. Ontologie.....	20
II.3.1. Définition.....	20
II.3.2. Les composantes des Ontologies.....	20
II.3.3. Pour quelles raisons développer une ontologie.....	21
II.3.4. Comment développer une ontologie.....	21
II.3.5. Le cycle de vie des ontologies.....	21
II.3.6. Processus de conception d'une ontologie.....	22
II.3.7. Différentes ontologies.....	23
II.3.8. Les langages des ontologies.....	23
II.3.9. Environnements et outils de modélisation.....	24
II.3.10. Utilisation des Ontologies dans le domaine de la classification et la recherche d'image.. ..	25
II.3.11. Avantage d'utilisation d'une ontologie pour l'annotation.....	26
II.2.4. Conclusion	27

CHAPITRE III : Classification Des Images

III.1. Introduction	28
III.2. Apprentissage automatique/Classification.....	28
III.2.1. Définition.....	28
III.3. le processus général de l'apprentissage automatique/classification.....	28
III.4. Types d'apprentissage automatique.....	28
III.5. Apprentissage supervisé.....	29
III.5.1. Définition.....	29
III.5.2. Quelques algorithmes d'apprentissage supervisé.....	29
III.6. Apprentissage non supervisé.....	32
III.6.1. Définition.....	33
III.6.2. Quelques algorithmes d'apprentissage non supervisé.....	33
III.7. Mesure de similarité.....	36
III.7.1. Fonctions de similarité.....	36
III.8. Domaines d'application et points de vocabulaire.....	37
III.9. Conclusion.....	38

CHAPITRE IV : Conception et implémentation

IV.1. Introduction.....	37
IV.2. Système de classification d'image selon la sémantique.....	37
IV.2.1. Conception de notre ontologie « Onto_Animal».....	37
IV.2.2. Conception notre système de classification des images selon la sémantiques.....	47
IV.2.2.1. Module d'annotation sémantique.....	47
IV.2.2.2. Module de recherche et classification sémantique.....	48
IV.3. Environnement de développement.....	48
IV.3.1. L'environnement matériel.....	48
IV.3.2. L'environnement logiciel.....	48
IV.3.2.1. Le langage Java.....	48

IV.3.2.2. Environnement Netbeans 7.4.....	49
IV.3.2.3. L'API Jena.....	49
IV.3.2.4.Protégé4.3.3.....	50
IV.4. Implémentation du Système de classification et recherche d'image par la_sémantique....	51
.....	51
IIV.4.1. Implémentation notre ontologie par Protégé	51
IIV.4.2. Interface principale.....	55
IIV.4.3.Chargement d'un fichier owl.....	56
IIV.4.4.Extraction de notre ontologie	57
IIV.4.5.Affichage des Relations	58
IIV.4.6.Résultats de recherche.....	58
IIV.4.7.Insertion d'une image.....	59
IV.5. Discussion des résultats.....	59
IV.6.Conclusion.....	59
CONCLUSION GENERALE.....	60
RESUME.....	62
BIBLIOGRAPHIE	

I.2. Image numérique	3
I.3. Caractéristiques de l'image numérique.....	3
I.4. Principe de l'indexation et recherche d'images	8
I.4.1.indexation et Recherche d'image basée sur le texte (TBIR)	8
.....I.4.1.1.Indexation textuelle	8
.....I.4.1.2.Recherche textuelle	8
.....I.4.1.3. Quelques systèmes de recherche d'image basée sur le texte (TBIR).....	8
.....I.4.1.4. Les limites de l'approche.....	8
I.4.2. Indexation et Recherche d'image basée sur le contenu (CBIR)	9
I.4.2.1. Principe.....	10
I.4.2.2 .Architecture générale d'un système d'indexation et de recherche d'images par le contenu.....	11
I.5. Indexation	11
I.6.Recherche.....	11
I.7. Méthodologie des systèmes d'indexation et de recherche d'images.....	12
...I.7.1. La première classification	12
...I.7.2. La deuxième classification	12
I.8. Extraction des caractéristiques visuelles	12
...I.8.1. La description globale	12
... I.8.2. Description locale.....	12
I.9. Descripteurs de l'image	12
I.9.1. Descripteurs de couleur	13
I.9.1.1. L'histogramme.....	13
I.9.1.2.Les moments de couleur	13
I.9.2.Descripteurs texturaux	14
I.9.2.1.Les matrices de co-occurrences	14
I.9.2.2. Filtres de Gabor	14
I.9.3.Descripteurs de formes	15
I.9.3.1. Les descripteurs géométriques de région.....	15
I.7.3.2.Les moments géométriques	16
I.10. Quelques systèmes de l'indexation et recherche d'images par le contenu	16
I.11. Avantages et Limites de l'approche.....	17
I.12. Conclusion	18

INTRODUCTION GENERALE

Les images numériques constituent une source d'informations très expressive qui joue un rôle très important dans des nombreuses activités humaines. Par conséquent, avoir des volumes croissants des bases d'images est un résultat naturel. Cependant ce volume d'images n'a aucun intérêt s'il on ne pouvait pas le retrouver facilement. Le domaine de la recherche et la classification d'image a pour objectif de développer des outils qui aident les utilisateurs à localiser les images qu'il cherche dans un minimum de temps et avec une bonne précision. Ces outils sont appelés moteurs de l'indexation et de recherche d'images.

Les premiers systèmes d'indexation et de recherche d'images, sont basés sur l'indexation textuelle manuelle à l'aide des mots clés. Cette indexation présente une tâche longue et répétitive pour l'utilisateur, surtout avec les bases d'images qui deviennent de plus en plus grandes, Pour pallier ces inconvénients d'autres types de recherches ont été élaborées. Ces moteurs peuvent être classifiés en ceux qui exploitent leur contenu visuel (CBIR) et ceux qui exploitent les concepts sémantiques associés avec ces images (SBIR). Nous nous concentrerons sur la deuxième classe qui est l'indexation et recherche d'images par les concepts sémantiques.

Le deuxième aspect présent dans ce travail est la classification. La classification des images numérique consiste à attribuer une image donnée à l'une des classes existantes déjà reconnues dans la littérature. Une recherche sur l'ensemble des images dans la base de données prend beaucoup de temps, donc le but est de réduire le temps de recherche et de la complexité des calculs et d'autre part cela améliorera la qualité des résultats obtenus lors de la recherche aussi. en choisissant un sous-ensemble approprié de base de données pour la recherche.

Nous tentons dans ce travail de développer un outil capable de retrouver les images annotées avec les concepts présents explicitement dans la requête ainsi que celles annotées avec des concepts ayant une relation avec ces derniers. Parmi les outils qui ont été souvent utilisés pour représenter la sémantique, il y a les ontologies et c'est précisément cet outil que nous utiliserons pour la représentation des images. Pour la réalisation du deuxième aspect qui est la classification : la méthode du k plus proche voisin sera adoptée.

Au final notre objectif est de développer un moteur de recherche sémantique pour profiter de la richesse sémantique qu'elle présente et classifiés afin de minimiser au maximum le temps d'exécution lors du calcul effectués ainsi que d'affiner le résultat de recherche retourné par le système et cela en cherchant à l'intérieur d'une classe ciblée.

Organisation du mémoire

Notre mémoire est organisée en quatre chapitres qui nous permettront de présenter les différents aspects de notre travail. Il commence par une introduction générale et se termine par une conclusion générale. Après une introduction générale, nous présentons :

Dans **Le chapitre 1**, nous dressons un état de l'art du domaine de l'indexation et recherche d'images, Nous commençons d'abord, par la présentation des images et leurs caractéristiques et la présentation des moteurs d'indexation et de recherches d'images, leurs architectures ainsi que ses manières d'interaction avec l'utilisateur. Ensuite, nous allons présenter les deux catégories principales des moteurs d'indexation et de recherches d'images. Nous allons détailler la catégorie des moteurs d'indexation et de recherche par la sémantique à base d'ontologie qui nous intéresse.

Dans **Le chapitre 2**, Est consacré pour montrer comment utiliser les ontologies afin d'annoter et chercher des images par la sémantique. Il contient dans la première section, une définition et précision du terme d'annotation et les métadonnées en spécifiant les annotations sémantique, ainsi que les différentes approches d'annotations des images. Dans la deuxième section en donnant les différentes définitions des ontologies, les types ainsi que les outils utilisés pour leurs développements.

Dans **Le chapitre 3**, Donne un aperçu général sur la classification d'images et les différentes approches utilisées pour sa réalisation. Nous présenterons tout d'abord la classification, ses méthodes, techniques, ses grandes approches, domaines d'applications, . . . etc. et on détaillera à la fin une de ses grandes approches en étudiant et analysant deux algorithmes de cette dernière.

Dans **le chapitre 4**, Nous allons présenter notre moteur de classification et de recherche. Ce chapitre rassemble les deux étapes : conception et implémentation. Nous allons commencer par la conception de notre ontologie sur le domaine des animaux. Ensuite, Nous présentons notre modèle de recherche et classification. Enfin nous allons présenter le processus d'implémentation de notre moteur de classification et de recherche d'images.

Nous terminons notre mémoire par une conclusion générale ,nous présentons les points de ce travail et quelques perspectives qui peuvent se découler.

LISTE DES ABREVIATIONS

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique.

CBIR: Content Based Image Retrieval

DOM : Document Object Model.

EDI : Environnements de Développement Intégré

HTML : HyperTexte Markup Language.

HTTP: HyperText Transfer Protocol.

K-PPV :les K Plus Proches Voisins.

KMED: Knowledge-Based Multimédia Médical DistributedDatabase System

OWL : Web Ontology Langage.

OWL DL : OWL Description Logics.

QBIC: Query By Image Content

RGB: Red, Green, Blue

RDF : Ressource Description Framework, permet de présenter des données et des métadonnées.

RDFS : RDF Schéma, permet de définir des vocabulaires RDF.

SBIR: Semantic Based Image Retrieval

SVM : Support Vector Machine .

TBIR: Text Based Image Retrieval

UML : Unified Model Langage.

XML : eXtensible Markup Language.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Recherche D'avocat Sur Google Image.....	5
Figure 2. Lettre A représentée par une matrice de pixel.....	6
Figure 3. Dimension d'une image.....	7
Figure 4. Résolution d'une image.....	7
Figure 5. Les trois primaires: Rouge, Vert, et Bleu.....	8
Figure 6. TSL (teinte, saturation, luminosité) sous forme cône.....	8
Figure 7. L'architecture d'un système d'indexation et recherche d'images par le contenu.....	9
Figure 8. Exemple de l'histogramme.....	11
Figure 9. Des Exemples de Textures.....	12
Figure 10. Principe de recherche par contenu.....	13
Figure 11. Indexation visuelle et fossé sémantique.....	15
Figure 12. Principe de la recherche sémantique d'images.....	15
Figure 13. Cycle de vie d'une ontologie.....	22
Figure 14. Langage traditionnel d'ontologie.....	24
Figure 15. Langages d'ontologies.....	24
Figure 16 : les types d'apprentissage automatique.....	29
Figure 17 : Principe de l'algorithme kppv.....	30
Figure 18 : Principe de l'algorithme SVM.....	31
Figure 19 : exemple d'un arbre de décision.....	32
Figure 20 : Principe de classification hiérarchique.....	34
Figure 21. Classification à base de K-Means.....	35
Figure 22. Classification à base de C-Means.....	36
Figure 23 : Récapitulatif du modèle de notre ontologie « Onto_Animal ».....	41
Figure 24 : Java NetBeans.....	49
Figure 25 : Protégé 4.3.3.....	50
Figure 26 : Création d'un nouveau projet.....	51

Figure 27 : Description des Classes et leur hiérarchie.....	52
Figure 29. Création des relations.....	53
Figure 30. Saisie les instances.....	53
Figure 31. Annotation sémantique.....	54
Figure 32. Fichier owl.....	55
Figure 33. Interface principal.....	56
Figure 34 : Chargement d'un fichier owl	56
Figure 35. Extraction de notre ontologie	57
Figure 36. Affichage des Relations.....	58
Figure 37. Résultats des Recherche	58
Figure 38. Insertion d'une image	59

CHAPITRE I :

Indexation et

Recherche d'images

I.1. Introduction :

Le domaine de l'image numérique est un domaine en pleine expansion. Depuis quelques années, avec l'explosion d'Internet et aussi le développement à grande échelle de la photographie numérique, il n'est pas rare d'avoir des bases d'images numériques contenant plusieurs milliers et même plusieurs dizaines de milliers d'images, que ce soit des bases ciblées pour un domaine d'activité professionnelle (journalisme, tourisme, éducation, musées, ...) ou tout simplement pour les particuliers qui accumulent d'immenses bases de photographies numériques (souvenirs, voyages, famille, événements, ...). Pour gérer et utiliser efficacement ces bases d'images, un système d'indexation et de recherche d'images est nécessaire. C'est pourquoi le sujet de l'indexation et recherche d'images devient un sujet très actif dans la communauté internationale.

I.2. Principe de l'indexation et de recherche des images :

L'indexation et la recherche d'images est un domaine informatique pour la navigation, la recherche et l'extraction des images d'une grande base de données d'images numériques. Pour rechercher des images, un utilisateur peut fournir des termes de recherche tels que le mot-clé, cliquez sur une image...etc. le système retourne les images "similaires" à la requête. La similitude utilisée pour les critères de recherche pourrait être entre les chaînes de caractères, la distribution des couleurs dans les images, la région d'attributs de forme et des concepts sémantique...etc. La recherche d'images est extrêmement actif et connaît depuis la dernière décennie un développement majeur tant au niveau académique qu'industriel. [Alain ,07]

Pour trouver une image parmi un corpus d'images, trois approches de l'indexation et de recherches sont envisagées :

I.2.1. Indexation et recherche d'image basée sur le texte (TBIR)

I.2.1.1. Indexation textuelle : Il existe de manières différentes d'indexation textuelle

- **Indexation textuelle manuelle :** L'indexation textuelle manuelle d'images est le plus souvent réalisée par un documentaliste appelé iconographe. Son rôle est de classer et d'indexer les images en les associant à des catégories et à des groupes de mots, permettant de retrouver facilement les images. Son travail est très utile pour les agences de presse, les centres de documentation, les musées... Du fait de l'accroissement du nombre de photographies personnelles, ce travail est aussi souvent réalisé par les utilisateurs qui souhaitent décrire leurs images personnelles.
- **Indexation textuelle automatique :** L'indexation textuelle automatique d'images consiste à associer des mots à une image au moyen d'un système informatique sans aucune intervention humaine. Il existe deux approches : l'indexation textuelle automatique à partir du texte associé à l'image, et l'indexation textuelle automatique à partir du contenu visuel de l'image.

I.2.1.2. Recherche des images textuelle

Une des attentes des utilisateurs dans le domaine de recherche d'images se situe au niveau de sa sémantique c'est pour cela que la plupart des systèmes de recherche d'images développés utilisent des mots clés ou des descripteurs textuelles pour caractériser chaque image de la base (ex : recherche d'images sur Internet).

Beaucoup de travaux ont été fait sur la recherche d'image basée sur le texte :

➤ Ils ont normalisé la recherche en remplaçant les mots avec des termes mère standards à partir d'une hiérarchie de type ou un thésaurus, ils ont aussi identifié notamment les composés nominaux où l'ordre des mots change de signification. Un exemple de leur domaine : images d'avions et d'armes est "réservoir de cible», qui est un réservoir, et "cible du réservoir", qui n'est pas un réservoir, mais les techniques de mots clés simples échouent à distinguer les effets.

➤ Ils traitent également la recherche d'image basée sur texte, mais en utilisant des méthodes assez différentes. Ils soulignent certains plus de problèmes qui affecteront l'approche de la recherche d'information standard "sac de mots": **la polysémie** (des significations différentes pour le même mot), **synonymes** (mots différents avec le même sens) et **l'ambiguïté** (plusieurs interprétations de mots ou de phrases).

➤ Ils utilisent également un lexique ou répertoire toponymique séparée, mais pour identifier les entités ou des phrases de domaine significatif dans le texte. Tous trois trouvent que la détection de ces unités multi-mots est utile.

I.2.1.3. Quelques systèmes de recherche d'image basée sur le texte (TBIR)

La plupart des systèmes de recherche d'images accessibles au grand public se basent sur des informations provenant d'annotations de l'image et sont totalement indépendants du contenu de celles-ci :

- **Le système Chabot** : Au Département des Ressources en Eau de Californie, le projet Chabot a été conçu pour étudier le stockage et la recherche dans de très grandes banques d'images ; il utilise une description textuelle existante des images D'une collection donnée, et intègre d'autres informations textuelles comme la date de prise de vue, la localisation de la scène, et le plan de vue. [Alain, 05]
- **Google** : Google est un Système de Recherche d'Information qui inclut une option pour la recherche d'images sur le Web. C'est un système qui offre une large couverture sur ce dernier. Les index sont mis à jour régulièrement. Pour déterminer le contenu graphique d'une image, Google analyse le texte de la page qui entoure l'image, le titre de l'image et de nombreux autres critères. Il applique également des algorithmes pour éliminer les doublons (images identiques).[Alain, 05]

La figure suivante montre le résultat d'une recherche d'images en utilisant le mot clé Avocat « recherche d'avocat (fruit) » sur Google image.

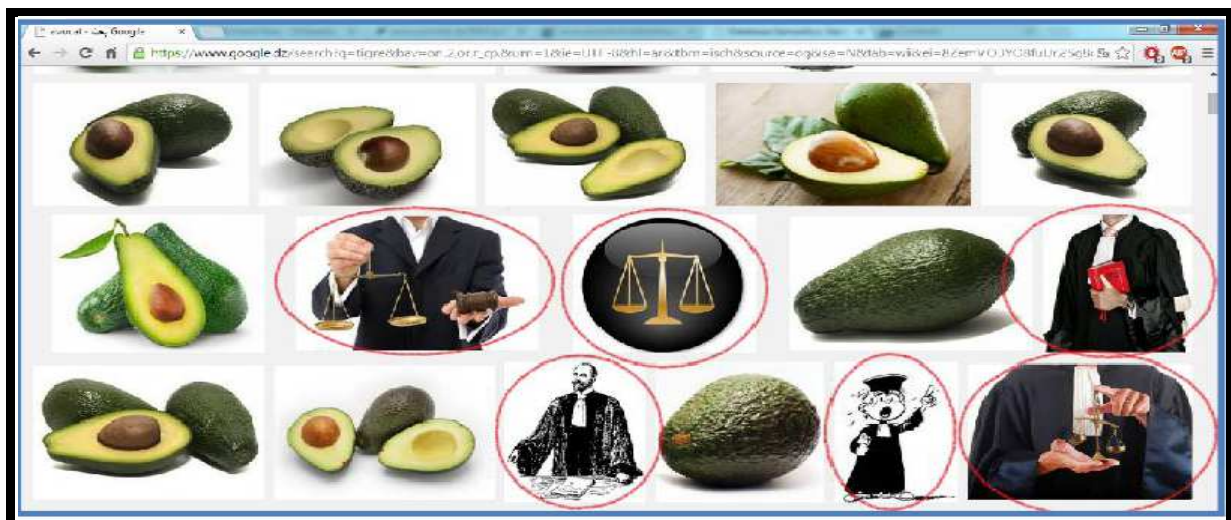


Figure 1.Recherche D'avocat Sur Google Image. [Alain, 05]

I.2.1.4. Les Limites De L'approche

On peut justifier la popularité de ce type de systèmes par leur facilité d'utilisation. En effet, si les annotations sont bien construites, la recherche devient une simple recherche textuelle. Cependant, un problème majeur se pose dans cette approche c'est la non pertinence des résultats en raison des inconvénients suivants :

- Les risques de silences et de bruits : le silence fait référence aux images pertinentes mais qui ne sont pas retrouvés par le système et le bruit fait référence aux documents non pertinents retrouvés par le système.
- L'annotation des images représente une tâche longue et répétitive pour l'humain, surtout avec les bases d'images qui deviennent aujourd'hui de plus en plus grandes.[Alain, 05]
- L'inexactitude des annotations en raison de la subjectivité de la perception humaine.[Alain, 05]
- La qualité du système est entièrement dépendante de la qualité des annotations.
- Les systèmes contextuels sont très restrictifs et inappropriés donc une meilleure description du contenu de l'image devenue une nécessité incontournable.
- La disparition de la richesse du contenu sémantique des images (rien ne garantit que les annotations des images soient sémantiquement proches du contenu de l'image).

➤ Ces limitations ont poussé les chercheurs à réfléchir à une autre solution consistant à « Laisser les images parler d'elles-mêmes ». Ceci a donné naissance à une seconde approche utilisant les caractéristiques visuelles des images, cette approche, connue sous le nom de « recherche d'image basée sur le contenu ».

I.2.2. Indexation et recherche d'images basée sur le contenu (CBIR)

I.2.2.1. Principe

Comme son nom l'indique, le principe de cette méthode est d'identifier des images à partir de leur contenu (c'est à dire à partir des données de l'image elle-même et non à partir du texte associé aux images). L'indexation des images, qui se fait automatiquement, nécessite l'extraction des paramètres de celles-ci au préalable. Ces paramètres "quantifient" la couleur, la texture, l'intensité ou bien encore les formes contenues dans l'image et fournissent une "signature" de l'image. [Bennour. H]

I.2.2.2. Image numérique

La définition du terme « image » lui-même, telle qu'elle est donnée par le Petit Robert, englobe une multitude de significations distinctes. Cela va de la « reproduction exacte ou représentation analogique d'un être, d'une chose », à la « représentation mentale d'origine sensible » ou à des concepts plus physiques comme un « ensemble des points » où vont converger des rayons lumineux (cas des images optiques). [Alain, 05]

Le terme d'image numérique désigne, dans son sens le plus général, toute image qui a été acquise, traitée et sauvegardée sous une forme codée représentable par des nombres (valeurs numériques). C'est cette forme numérique qui permet une exploitation ultérieure par des outils logiciels sur ordinateur.

I.2.2.3. Caractéristiques d'images

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par les paramètres suivants

A. Pixel

Le pixel, abrégé px, est une unité de surface permettant de définir la base d'une image numérique. Son nom provient de la locution anglaise **Picture Element**, qui signifie, « élément d'image » ou « point élémentaire ». [site1]



Figure 2. Lettre A représentée par une matrice de pixel.[site1]

B. Dimension

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels dans une image[site2]



Figure 3. Dimension d'une image[site2]

C. Luminance

C'est le degré de luminosité des points de l'image. Elle est définie aussi comme étant le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface, pour un observateur lointain, le mot luminance est substitué au mot brillance, qui correspond à l'éclat d'un objet. [site3]

D. Résolution :

Est exprimée en nombre de pixels par unité de mesure (pouce ou centimètre), il est présenté sous forme $H*L$ tel que H présente le nombre de pixels par hauteur et L présente le nombre de pixels par largeur.[Belila et al.,06]



Figure 4. Résolution d'une image.[Belila et al.,06]

E. La couleur

La couleur est l'un des plus reconnaissables éléments du contenu visuel d'une image, c'est le plus utilisé dans la recherche image. Nous pouvons distinguer efficacement les objets basés sur seule la couleur. Il existe deux approches suivies par les chercheurs : l'une ajoute des informations spatiales à l'histogramme, l'autre utilise d'autres espaces de codage des couleurs qui se rapprochent plus de la perception humaine.

E.1. Espace de couleur : une image est composée de pixels. Chaque pixel d'une image peut être représenté comme un point dans un espace de couleur à 3 dimensions (généralement). Les plus utilisés sont: l'espace RVB, TSL (Teinte, Saturation, Luminosité)...etc. [Meskaldji.K, 2009]

- **RVB**

modèle de couleur le plus utilisé pour la représentation de la couleur. Il est composé des trois couleurs primaires : rouge, vert et bleu. Ce modèle est aussi le plus utilisé pour reproduction de la couleur sur les dispositifs d'affichage tels que la télévision et les écrans des ordinateurs. [Meskaldji. K, 2009]

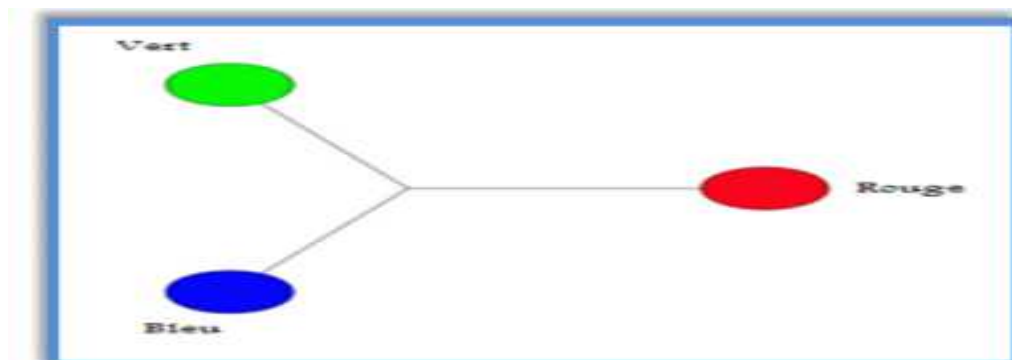


Figure 5. Les trois primaires: Rouge, Vert, et Bleu.[Meskaldji. K, 2009]

- **TSL:**

Ce modèle peut être représenté sous forme d'un cylindre, mais généralement il est représenté sous forme d'un cône. *La teinte* représente le composant chromatique. *La saturation* se rapporte à la dominance d'une teinte particulière dans une couleur. *La luminosité* d'une couleur se rapporte à l'intensité. [Meskaldji. K, 2009]

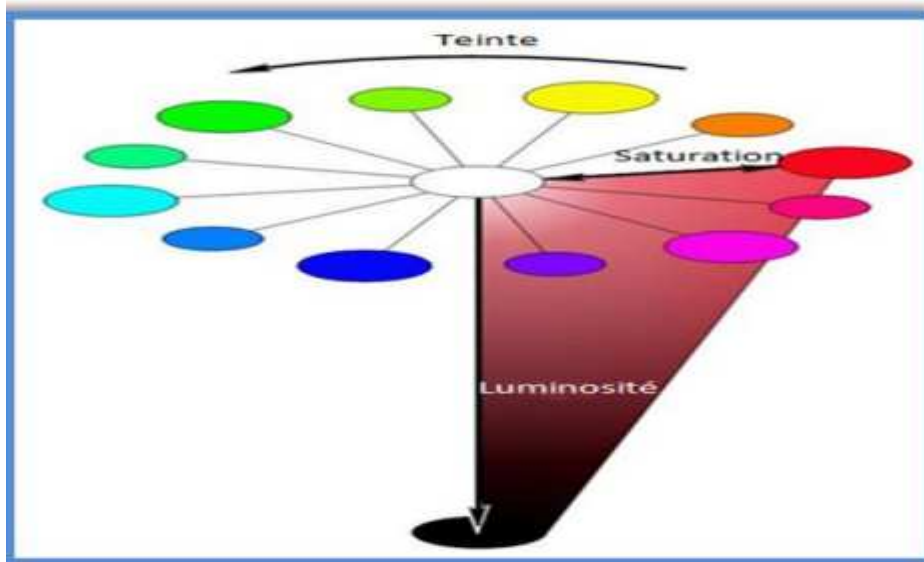


Figure 6. TSL (teinte, saturation, luminosité) sous forme cône.[Meskaldji. K, 20.09]

I.2.2.4. Architecture générale d'un système d'indexation et de recherche d'images par le contenu

Ce système s'exécute en deux étapes :

L'étape d'indexation (**hors-Ligne**) et l'étape de recherche(**On-line**).

Dans l'étape d'**Indexation (hors-Ligne)**, des caractéristiques sont automatiquement extraites à partir de l'image et stockées dans un vecteur numérique appelé descripteur visuel. Grâce aux techniques de la base de données, on peut stocker ces caractéristiques et les récupérer rapidement et efficacement.

Dans l'étape de **Recherche(On-line)**, le système prend une ou des requêtes à l'utilisateur et lui donne le résultat correspond à une liste d'images ordonnées en fonction de la similarité entre leur descripteur visuel et celui de l'image requête en utilisant une mesure de distance.

[Bennour. H]

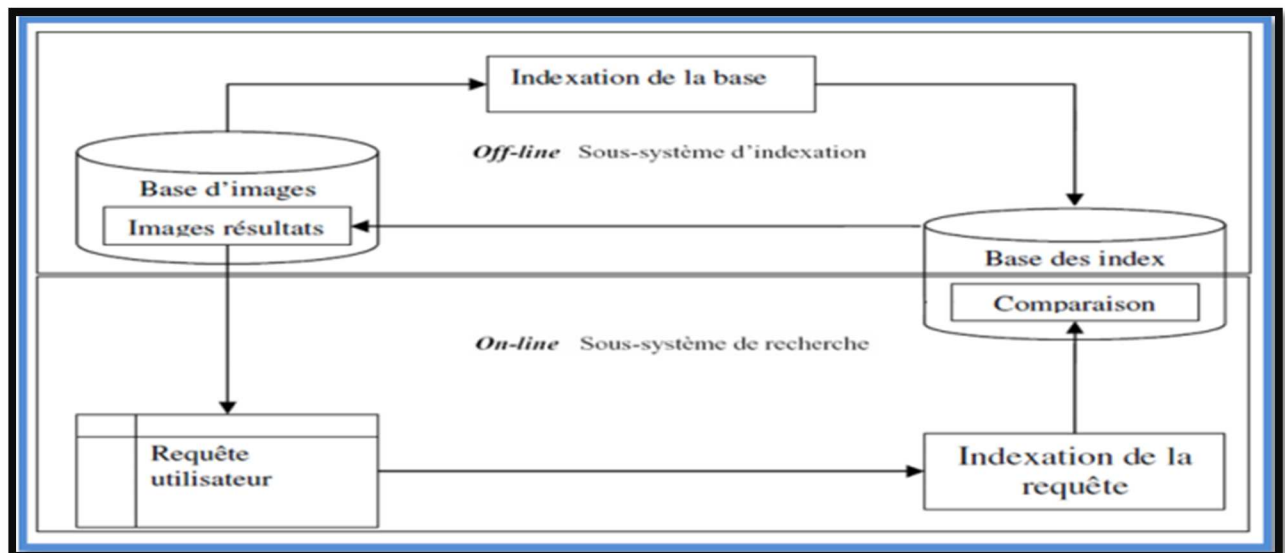


Figure 7.L'architecture d'un système d'indexation et recherche d'images par le contenu.[Bennour. H]

I.2.2.5. Indexation

Pour faire l'indexation et la recherche d'images, on extrait automatiquement des Caractéristiques d'image et les stockées dans un vecteur numérique appelé descripteur visuel. Il y a principalement deux approches pour les caractéristiques qui peuvent être extraites . La première est la construction de descripteurs globaux à toute l'image. La seconde approche est locale consiste à calculer des attributs sur des portions restreintes de l'image. Le choix des Caractéristiques extraites est souvent guidé par la volonté d'invariance ou de robustesse par rapport à des transformations de l'image[David, 08]

L'indexation a pour but de substituer à une image un représentant (ou descripteur) moins encombrant qui la caractérise le mieux possible et de ne travailler que sur ce modèle lors de la recherche. Cela permettra une meilleure organisation des données, de limiter la quantité de données examinées durant une recherche, d'y accéder rapidement et de confiner la recherche au maximum. Un système d'indexation comprend généralement deux phases de traitement

- ✓ **Indexation logique :** L'indexation logique consiste à extraire et à modéliser les caractéristiques de l'image qui sont principalement la forme, la couleur et la texture. Chacune de ces caractéristiques pouvant être considérée pour une image entière ou pour une région de l'image.
- ✓ **Indexation physique :** L'indexation physique consiste à déterminer une structure efficace d'accès aux données pour trouver rapidement une information. De nombreuses techniques basées sur des arbres (arbre-B, arbre-R, arbre quaternaire,...) ont été proposées.

Pour qu'un système de recherche d'images soit performant, il faut que l'indexation logique soit pertinente et que l'indexation physique permette un accès rapide aux documents recherchés.

I.2.2.6. Méthodologie des systèmes d'indexation et de recherche d'images

A. La première classification :

Une première classification des méthodes de recherche d'images peut être proposée en considérant le but visé par l'utilisateur. Cette classification, distingue trois grandes catégories :

- La recherche associative (search by association),
 - La recherche de cible (target search),
 - La recherche de catégorie (category search).
-
- **La recherche associative :** En premier lieu, la recherche associative est un type de recherche au but vague procédant par exploration de la base d'images. L'utilisateur ne possède pas dans ce cas d'exemple précis de ce qu'il recherche, il peut même ne pas savoir ce qu'il recherche. C'est l'exploration qui permet, au moyen d'une forte interaction système-utilisateur, de définir et d'affiner le but de la recherche.
 - **La recherche cible :** La recherche de cible à un but clairement défini, c'est de retrouver une image particulière, précise que l'utilisateur a en tête, par exemple la photographie d'un objet donné. Cette approche fait appel à un processus interactif permettant de converger vers l'image cherchée.
 - **La recherche de catégorie :** La recherche de catégorie a pour objectif de retourner une ou plusieurs ou bien toutes les images appartenant à une catégorie donnée. C'est l'utilisateur qui fixe les limites des catégories en interagissant avec le système.

B. La deuxième classification :

Une seconde classification des techniques de recherche d'images permet de distinguer deux grandes catégories :

- la recherche par similarité.
- la modélisation de la pertinence.

✓ **la recherche par similarité**

On définit la recherche par **similarité** ou recherche par l'exemple, toute recherche initiée par un exemple fourni par l'utilisateur au système.

La recherche se base sur une mesure de **similarité** ou de dis-similarité calculée entre les images cibles et la requête. En conséquence, les images résultats retournées par le système sont proches de l'exemple, autrement dit, similaires à la requête au sens de la mesure adoptée

- ✓ **La recherche par modélisation de la pertinence :** La recherche par modélisation de la pertinence n'est généralement pas initiée par un exemple. Une valeur traduisant l'adéquation à la requête, généralement une probabilité, est affectée aux images

I.2.2.7. Descripteurs de l'image :

Un descripteur est défini comme la connaissance utilisée pour caractériser l'information contenue dans les images. De nombreux descripteurs sont utilisés dans les systèmes de recherche pour décrire les images. Ceux-ci peuvent être différenciés selon deux niveaux :

- **les descripteurs bas niveau** : ils décrivent le contenu bas niveau de l'image, principalement en termes de couleurs, textures et de formes. Ce sont les descripteurs les plus utilisés dans les systèmes actuels, car ils sont plus simples à mettre en place.

- **les descripteurs haut niveau** : ils décrivent le contenu sémantique de l'image, et sont principalement des mots clés fournis par l'utilisateur lors de l'indexation. Ces attributs sémantiques peuvent être le résultat d'un processus d'analyse sémantique automatisé utilisant des approches de classification ou des ontologies spécialisées. Un descripteur visuel peut être soit local, ou global. Un descripteur global utilise les caractéristiques visuelles de toute l'image, tandis qu'un descripteur local utilise les caractéristiques des régions ou des objets pour décrire le contenu de l'image

1. Descripteurs de couleur : La couleur est l'information visuelle la plus utilisée dans les systèmes de recherche par le contenu. Ces valeurs tridimensionnelles font que son potentiel discriminatoire soit supérieur à la valeur en niveaux de gris des images. Avant de sélectionner le descripteur de couleur approprié. [Alain, 05]

✓ **Histogramme**

Un histogramme est un graphique statistique permettant de représenter la distribution des intensités des pixels d'une image, c'est-à-dire le nombre de pixels pour chaque intensité lumineuse comme l'exemple suivant :

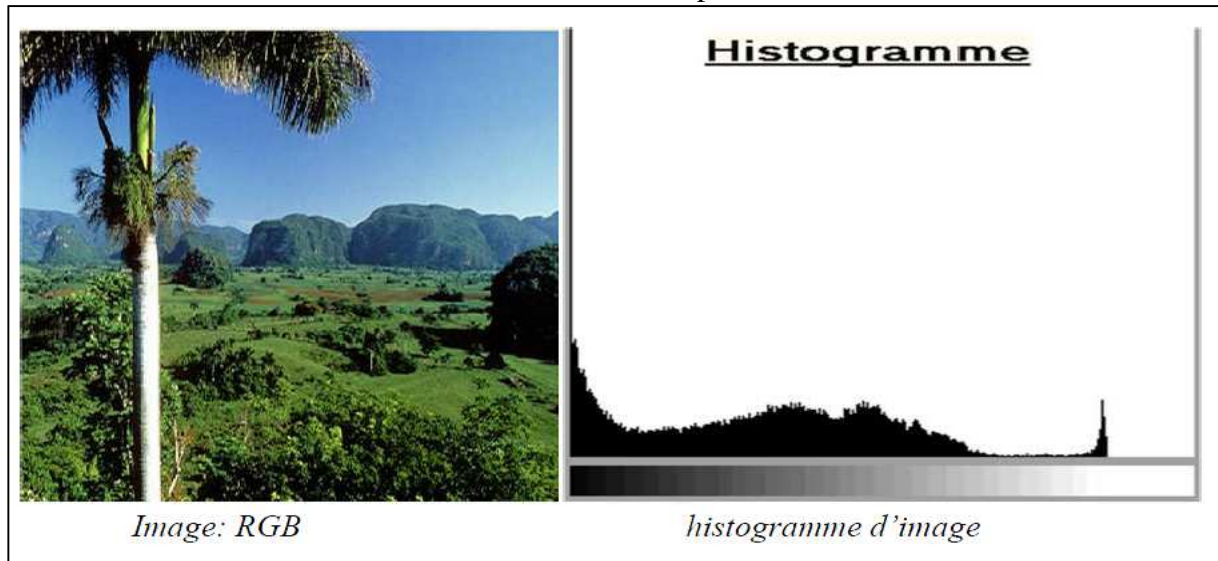


Figure 8.Exemple de l'histogramme. [Alain, 05]

✓ **Les moments de couleur** : Les moments de couleur ont été utilisés dans plusieurs systèmes de recherche d'images par le contenu tel que QBIC, mathématiquement les trois premiers moments sont définis par :

$$\begin{aligned}
 & \bullet \mu_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N f_{ij} \\
 & \bullet \sigma_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (f_{ij} - \mu_i)^2 \right)^{1/2} \\
 & \bullet s_i = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (f_{ij} - \mu_i)^3 \right)^{1/3}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Où f_{ij} est la valeur de la i ème composante chromatique du pixel j , et N le nombre de pixels de l'image. Les moments de couleur est une représentation compacte comparée aux autres descripteurs de couleur. Car seulement 9 valeurs (3 pour chaque composante chromatique) sont utilisées pour représenter le contenu d'une image. Pour cette raison ils peuvent diminuer le pouvoir de discrimination (description). [Khouloud ,09]

2. Descripteurs texturaux :

La texture, autre primitive visuelle, est étudiée depuis une vingtaine d'années et plusieurs techniques ont été développées pour l'analyser. Une méthode très connue pour analyser la texture est la matrice de co-occurrences de Haralick. Afin d'estimer la similarité entre des matrices de co-occurrences, quatre caractéristiques extraites de ces matrices sont largement utilisées : l'énergie, l'entropie, le contraste et le moment inverse de différence.

Il existe aussi d'autres méthodes pour analyser les textures dont celle basée sur les filtres de Gabor. Après avoir appliquée la transformation de Gabor sur une image, une région de texture est caractérisée par la moyenne et la variance des coefficients de transformation. Un vecteur de caractéristiques est construit en utilisant ces caractéristiques comme composants.

Une méthode n'ayant pas forcément d'avantage majeur sur l'autre, nous avons utilisé les matrices de co-occurrences pour notre système de recherche d'images.



Figure 9.Des Exemples de Textures. [Hichem]

✓ Les matrices de cooccurrences

En 1973, Haralick a proposé une méthode en se basant sur les matrices de cooccurrences de niveaux de gris. La texture d'une image peut être interprétée comme la régularité d'apparition de couples de niveaux de gris selon une distance donnée dans l'image. La matrice de cooccurrence contient les fréquences spatiales relatives d'apparition des niveaux de gris selon quatre directions. [Haralik ,73].

✓ Filtres de Gabor.

Les filtres de Gabor sont très utilisés en indexation, pour la description de la texture. Ils sont notamment utilisés par la norme MPEG-7 .Ces filtres sont généralement exploités dans l'espace de Fourier dans le but de caractériser des textures locales. [Palm et al. ,02].

3. Descripteurs de formes

La forme est un descripteur très important dans l'indexation des images. La forme désigne l'aspect général d'un objet, son contour. Nous présentons dans ce qui suit la méthode utilisée permettant de reconnaître une forme donnée dans une image. Itérée pour toutes les formes

d'une image, cette méthode permet finalement de relever toutes les formes communes à deux images. [Iannino et al. ,78]

✓ **Les descripteurs géométriques de région :**

Les descripteurs géométriques de forme permettent de distinguer les différents types de forme que peuvent prendre les objets d'une scène. Ils nécessitent une segmentation en région préalable de l'image. Ils sont ensuite calculés sur les différentes régions de l'image [Stéphane,06].

- ✓ **Les moments géométriques :** Les moments géométriques permettent de décrire une forme à l'aide de propriétés statistiques. Ils sont simples à manipuler mais leur temps de calcul est très long. [Iannino et al. ,78]

I.2.2.8. Recherche :

La deuxième étape est l'étape de recherche dit, en ligne consiste à extraire le vecteur descripteur de l'image requête proposer par l'utilisateur et le comparer avec les descripteurs de la base de données en utilisant une mesure de distance. Le système renvoi le résultat de la recherche dans une liste d'images ordonnées en fonction de la similarité entre leurs descripteurs et le descripteur de l'image requête.

L'efficacité de la recherche est évaluée en fonction du nombre d'images pertinentes et non pertinentes, pour la requête, retrouvées dans une base : une recherche permettant de retrouver, dans une base d'images, toutes les images pertinentes pour la requête, et aucune image non pertinente, est parfaitement efficace. [Bennour. H]

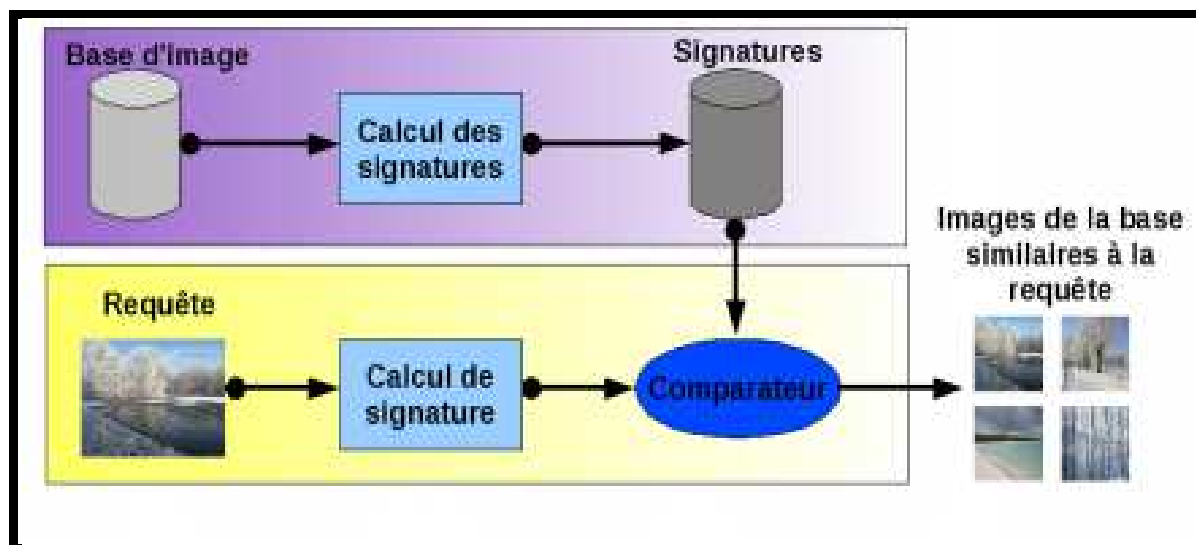


Figure 10.Principe de recherche par contenu. [Bennour. H]

I.2.2.9. Quelques systèmes de recherche d'image basée sur le contenu (CBIR)

Plusieurs systèmes de recherche d'images sont maintenant disponibles sur le marché. Certains sont commercialisée avec une démonstration sur le WEB, d'autres restent en expérimentale.

- ❖ **Le système QBIC :** (Query By Image Content) c'est le premier système de recherche conçu par IBM, Ce système permet de créer une requête avec les formes et les couleurs des objets. Les résultats sont affichés en ordre décroissant de pertinence. [Christophe, 08]

- ❖ Le système **BLOBWORLD** : est un système utilise une interface avec quelques classes d'images qui permet à l'utilisateur de choisir une image requête[**Christophe, 08**]
- ❖ **SIMPLiCity** : Développé par JAMES WANG, la recherche se fait par une requête exemple, le résultat est affiché par ordre décroissant de similarité. [**Jamal et al**]
- ❖ **KmeD** : (Knowledge-Based Multimedia Medical Distributed Database System) conçu par l'université de Californie est devenu un produit commercial. Ce système est spécialisé pour la recherche de contenu d'images médicales.
- ❖ **RETIN** : Conçu par JEROME FOURNIER. C'est un système destinée uniquement à démontrer une nouvelle approche de l'indexation et de la recherche par similarité incluant un retour de pertinence. [**Jamal et al**]

I.2.2.10. Avantages et Limites De l'approche

La recherche par le contenu visuel comporte un certain nombre d'avantages, dont :

- Le fait qu'elle peut être utilisée même si la base d'images ne comporte aucun texte.
- Elle s'applique bien aux images très complexes et celles qui contiennent une multitude d'objets qui ne peuvent être décrites avec du texte.
- Elle permet d'atteindre un niveau de raffinement que le texte ne permet pas.
- Le contenu des images est plus objectif que le texte.

Mais le problème de la recherche d'images par le contenu visuel est qu'il a beaucoup de difficulté à capter la sémantique des images (problème de Le fossé sémantique (*the semantic gap*)).

❖ Le fossé sémantique

Représente le problème de manque de lien entre le contenu visuel d'une image et les concepts sémantiques qu'on peut lui associer. [**Amourache, 08**]

Exemple :

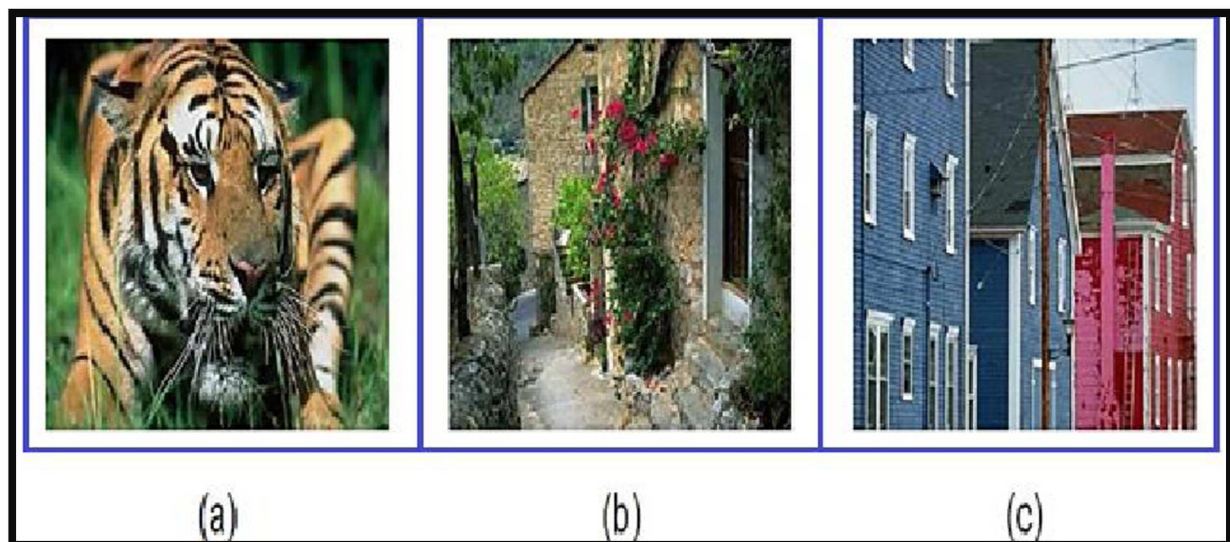


Figure 11.Indexation visuelle et fossé sémantique.[**Amourache, 08**]

Les images (a) et (b) ont des descripteurs de couleurs similaires, mais un sens différent. Les images (b) et (c) ont des descripteurs de couleurs différents, mais un sens similaire. En raison de ces limitations, les méthodes basées sur la sémantique sont apparues pour améliorer le résultat d'une recherche d'image [**Amourache, 08**]

I.2.3. Indexation et recherche d'images par la sémantique (SBIR)

L'indexation et la recherche sémantique d'images rassemble l'ensemble des techniques qui visent à donner une description plus riche des images que les simples descripteurs de bas-niveau. Ces techniques s'attachent à identifier le contenu sémantique des images (présence d'objets, de personnes, de concepts précis) plutôt que leur aspect visuel. [Boucetta, 08]

La description sémantique d'images passe par l'utilisation de mots pour décrire les images, à la place ou en complément des descripteurs bas-niveau.

I.2.3.1. Indexation sémantique

L'indexation sémantique est une spécialisation de l'indexation classique, elle prend en compte sémantique des mots au travers des relations entre les termes indexés. L'indexation sémantique dans une image consiste à définir les relations entre les mots qui annotent l'image en utilisant une ontologie ce qui donne plus de sens à l'image.

I.2.3.2. Recherche sémantique

Une fois les images indexées, le problème est de pouvoir les retrouver simplement.

La recherche d'images se traduit alors par la mise en correspondance des représentations sémantiques des images et d'une représentation sémantique de la requête. La mise en correspondance peut se faire grâce à des modèles de recherche d'information (RI) dans les documents textuels. On peut aussi parler de modèle de recherche de documents textuels, car ces modèles permettent de déterminer si un document répond ou ne répond pas à une question (requête). Pour adapter ces modèles à la recherche d'images, il suffit de considérer chaque image comme un document composé des concepts la décrivant et préalablement extraits. L'indexation permet de déterminer ces concepts représentatifs des images et des requêtes (leur représentation sémantique), mais c'est le modèle de recherche qui va permettre d'interpréter et reformuler les requêtes à partir des concepts les représentant, en vue de calculer le degré de similarité entre les requêtes et chaque image de la base, à partir de leur représentation sémantique. Un système de recherche sémantique d'images peut être décrit par le schéma de la figure suivante. [Amourache, 08]:

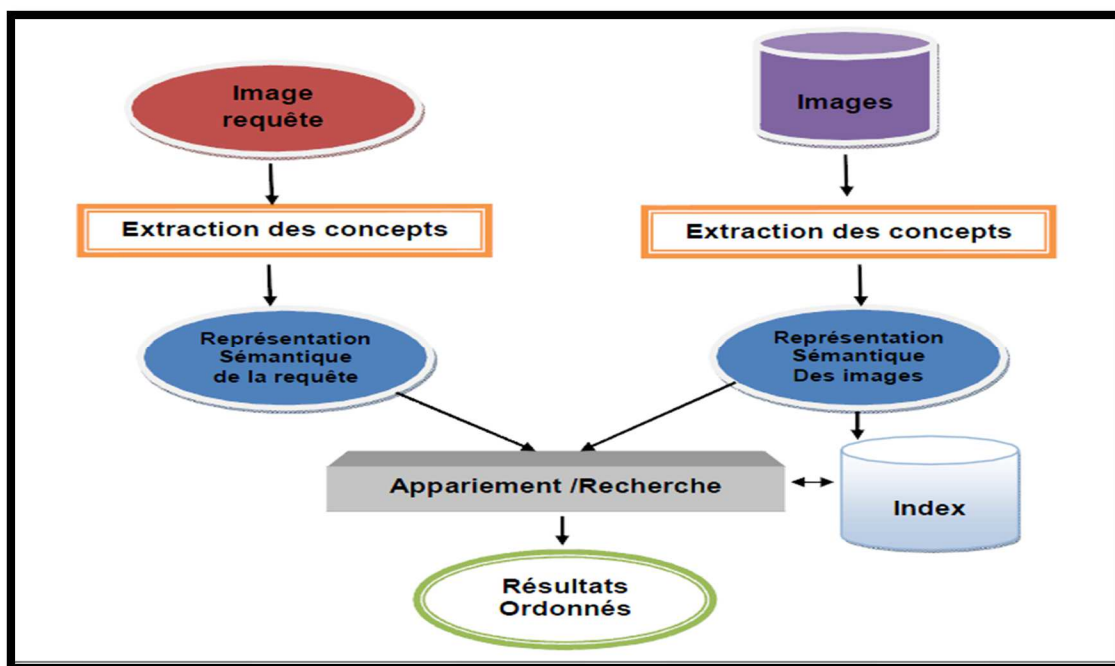


Figure 12.Principe de la recherche sémantique d'images. [Amourache, 08]

I.2.3.3.Approches de l'indexation et de recherche des images par la sémantique

Dans une image, la sémantique exprimée dépend de deux éléments:

- du niveau de connaissances et de la perception que possède l'observateur;
- de l'objectif poursuivi par l'utilisateur de cette image lorsqu'il la regarde. Donc, on a deux approches pour retrouver cette sémantique:

- Approche basée méthodes pour comprendre l'objectif de l'utilisateur, le sens de sa requête.
- Approche basée sur des moyens pour connecter (ou lier) la connaissance sémantique humaine et l'apparence de l'image.

Nous poursuivons cette présentation par l'étude de ces deux approches : l'interaction avec l'utilisateur : **le retour de pertinence** et la définition des concepts de l'image : nous nous concentrons sur **l'ontologie** et son application pour la recherche des images. **[Alain, 05]**

I.2.3.4.Avantages et limites de la recherche d'image par la sémantique

Formuler la requête en utilisant une description sémantique présente un certain nombre d'avantages :

- C'est une façon naturelle qui permet à l'usager de s'exprimer comme il le fait dans la vie de tous les jours.
- Elle permet de réutiliser tout l'arsenal de techniques de recherche de texte, qui ont été développées au fil des années.
- Il permet de capter plus facilement les concepts sémantiques associés avec des images. Imaginons par exemple un utilisateur qui est à la recherche d'images décrivant le concept « Joie ». Les techniques actuelles de recherche par le contenu visuel ont énormément de difficulté à extraire un tel concept des images de façon automatique. Si l'on utilise le texte par contre, répondre à cette requête devient tout à fait possible en autant que certaines images soient annotées avec ce concept.

Ceci étant, la recherche basée sur le contenu sémantique n'est pas sans défauts :

- ✚ Premièrement, cette technique devient inutilisable quand la collection ne contient aucun texte qui accompagne les images.
- ✚ Deuxièmement, même quand les images sont annotées avec du texte, cette annotation peut être très subjective. La même image peut être annotée avec des mots différents par des annotateurs différents. **[Amourache, 08]**

I.3. Conclusion

Les premiers systèmes de recherche et d'indexation d'images, sont basés sur l'indexation textuelle manuelle à l'aide des mots clés. Cette indexation présente une tâche longue et répétitive pour l'utilisateur, surtout avec les bases d'images qui deviennent de plus en plus grandes.

Le système de l'indexation et de recherche d'images par le contenu n'est pas nouveau domaine mais il attire de plus en plus l'attention des groupes de recherche.

L'objectif est de rechercher efficacement des images, c'est pour ça il faut prendre en compte non seulement le contenu visuel, (ne comprend pas les besoins des utilisateurs), mais également le sens qui exprime le contenu de l'image. un système de l'indexation recherche se retrouve rapidement limité. C'est pourquoi notre travail porte sur l'ajout de sémantique dans un système de l'indexation et recherche des images.

Dans le chapitre suivant, nous allons explorer dans une première partie la notion de métadonnée ainsi que les approches d'annotation des images, et la deuxième partie nous allons présenter l'ontologie

Chapitre II
**Annotations et
Ontologie**

II.1. Introduction

La multiplication des images numériques pose le problème de l'accès à ces images : à partir d'une requête en langage naturelle, comment accéder aux images souhaitées ? Ce qui implique le problème d'index.

L'annotation sémantique des images tente de résoudre ce problème, elle semble actuellement l'approche la plus prometteuse de représentation efficace des connaissances de domaine pour l'interprétation et la recherche des images. Le but de ce chapitre est de décrire les concepts nécessaires pour comprendre les différents aspects de la requête et la recherche sémantique des images. Pour cela nous commençons une première section pour présenter les définitions des annotations et métadonnées en spécifiant les annotations sémantiques ainsi que leurs intérêts puis nous abordons les différentes approches d'annotation.

Nous mettons l'accent sur les ontologies comme modèle de représentation efficace des connaissances d'un domaine. Nous commençons par des définitions de terme et la motivation d'utilisation des ontologies pour la représentation de connaissance d'un domaine. Ensuite, nous décrivons leurs composants et leurs constructions. Nous terminons par une représentation des langages et outils d'aide à l'ingénierie ontologique

II.2. Annotation et métadonnées

L'approche la plus fréquente pour la description et l'interprétation dans ressource d'information (texte, image, vidéo...etc.) consiste à utiliser les annotations et les métadonnées sémantiques, dont le but est d'assurer d'une part l'appréhension et l'interprétation de telles ressources par la machine telle qu'ils sont compris par l'être humain, et d'autre part la recherche pertinente.

II.2.1. Définition des annotations :

Une annotation est une note, une explication, ou tout sort d'information attachée à une source de connaissance (un document, phrase, un mot, image) sans toutefois être obligatoirement insérée dans cette dernière. Elle peut être réalisée en format papier qu'en format électronique.

II.2.2. Définition des annotations sémantiques:

L'annotation sémantique à génération d'information spécifique, appelés métadonnées sémantique, qui servent à la description et l'interprétation d'une ressource pour un accès et une gestion plus efficace.

II.2.3. Types d'activité annotation

L'annotation manuelle

Dans le cas de L'annotation manuelle, l'annotateur sélectionne la forme d'annotation, sélectionne ou pose l'annotation et enfin décide de la créer, le processus d'annotation sur papier est manuel. Il s'agit d'un processus fluide et sans effort. C'est le cas aussi des outils d'annotations informatiques qui essaient de reproduire simplement le processus sur papier vers l'outil informatique.

Mais, le processus d'annotation manuel devient pesant dans les trois cas suivants :

- L'annotateur doit créer un nombre important d'annotations cognitives.

- L'annotateur doit créer un nombre important d'annotations computationnelles.
- L'annotation créée est sémantique. Dans ce cas, l'annotateur doit spécifier pour chaque annotation le concept qu'elle représente dans une représentation formelle des connaissances (une ontologie ou un réseau sémantique de concepts).

✚ L'annotation automatique

L'annotation automatique signifie que la machine sélectionne elle-même ou pose l'annotation, crée les annotations, les enregistre et les affiche dans le cas où elles sont cognitives.

Elle vise à alléger la charge de l'utilisateur tandis que ce type baisse la précision de la tâche et augmente sa productivité [Azouaou.06].

✚ L'annotation semi-automatique

Afin de faire un compromis entre les deux tâches précédentes, leur combinaison est devenue nécessaire ; c'est ce qui est connu sous le nom « l'annotation semi-automatique », elle nécessite l'intervention de l'utilisateur pour valider les décisions du système [Hakim Hacid.06]

L'annotateur commence à annoter manuellement ; pendant ce temps la machine analyse textuellement ses annotations, et en génère des règles d'annotation (modèles d'annotation). Ensuite l'outil utilise ces modèles pour déduire des passages potentiellement notables et y crée des annotations candidates. L'annotateur humain peut ensuite valider ou non les annotations proposées par l'outil [Azouaou.06]

II.2.4. Définitions des métadonnées

Une métadonnée est littéralement une donnée sur une donnée ou un document. C'est un ensemble structuré d'informations décrivant une ressource quelconque. Une métadonnée peut être utilisée dans la gestion, la description, la préservation de collections de ressources de natures différentes. [Anis, 2005]

L'importance prise par les métadonnées aujourd'hui mérite quelques précisions quand à leur définition :

Pour Vellucci :

« *Les métadonnées sont les informations utilisées pour la description et la gestion des ressources* ».

Pour Ercegovic :

« *Les métadonnées sont des informations pour décrire, identifier et définir une ressource* ». [Anis, 2005]

II.2.5. Intérêt des annotations et métadonnées :

1. Identifier et décrire les ressources

- mieux interpréter et décrire le contenu des ressources.
- indiquer l'existence des données complémentaires
- décrire les relations entre les ressources

2. Faciliter la recherche d'information

- classer le contenu suivant un degré de difficulté ou un public cible,
- mieux référencer une ressource.

3. Faciliter l'interopérabilité

- partager et échanger des informations.

4. Faciliter la gestion et l'archivage

- informer sur le cycle de vie des documents,
- gérer des collections d'images - gérer des archives électroniques

5. Gérer et protéger les droits

- les droits de propriété intellectuelle.
- les droits d'accès aux ressources.

6. Authentifier un texte

- Encoder une signature électronique pour valider un texte sur Internet [site 5]

II.3.Ontologie

Depuis quelques années, une direction de recherche concentre sur : comment prendre les connaissances d'un domaine et les présenter pour un ordinateur ?, Comment connecte-t-on la connaissance haute niveau et l'apparence de l'image ? Autrement dit comment extrait la sémantique de l'image ?

II.3.1. Définition

Le terme ontologie vient du mot grec *Ontologia* qui signifie, parler (logia) au sujet de l'être (onto), l'ontologie est une discipline philosophique qui peut être décrit comme la science de l'existence, ou l'étude de l'être. [Chergui.N, 2008]

Plusieurs d'autres définitions du concept ontologie ont été proposées. Ces définitions sont souvent des raffinements de définitions déjà proposées et/ou sont complémentaires avec elles.

Neeches et ses collègues furent les premiers à proposer une définition à savoir : *«une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire»*. [Azoune et al, 2008]

Cette définition indique en quelque sorte qu'est ce qu'on fait pour construire une ontologie, elle identifie les termes de base et les relations entre termes, et les règles pour combiner les termes. [Chergui.N, 2008]

Quelques années après, vient la définition qui nous semble être la plus célèbre et la plus citée est celle de **Gruber** qui définit les ontologies comme étant la spécification explicite d'une conceptualisation d'un domaine de connaissance : *"An ontology is an explicit specification of a conceptualization"*. Cette définition a été précisée par **Borst**

II.3.2.Les composantes des Ontologies

Les connaissances décrivant un domaine on utilisant la notion d'ontologie sont représentées par les cinq éléments suivants : Les concepts, les relations, les axiomes, les fonctions et les instances

▪ Concept

Les concepts peuvent être une pensée, un principe, une notion profonde. Ils sont appelés aussi termes ou classes de l'ontologie, selon Gomez Pérez ces concepts peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions :

- 1) niveau d'abstraction (concret ou abstrait)
- 2) Atomicité (élémentaire ou composée).
- 3) Niveau de réalité (réel ou fictif).

▪ Relation

Les relations d'une ontologie désigne les différentes interactions et corrélations entre les concepts de l'ontologie ces relations englobent les associations suivantes : Sous classe de

(spécification ou généralisation), partis de (agrégation ou composition), associé a, instance de, est un ... etc.

- **Axiome**

Les axiomes sont utilisés pour décrire les assertions de l'ontologie qui seront considérés après comme vrais, cette détermination a pour but de définir les significations des composants d'ontologie, les contraintes sur les valeurs des attributs, et les arguments de relations.

- **Fonction**

Elles constituent des cas particuliers de relation, dans laquelle un élément de la relation, le nième est défini en fonction des n-1 éléments précédents.

- **Instance**

C'est une définition extensionnelle de l'ontologie, par exemple les individus « abeille1 » et « abeille2 » sont des instances du concept «insectes ».

II.3.3.Pour quelles raisons développer une ontologie ?

En voici quelques-unes :

- Partager la compréhension commune de la structure de l'information entre les personnes ou les fabricants de logiciels.
- Permettre la réutilisation du savoir sur un domaine
- Expliciter ce qui est considéré comme implicite sur un domaine
- Distinguer le savoir sur un domaine du savoir opérationnel
- Analyser le savoir sur un domaine.

II.3.4.Comment développer une ontologie ?

Pour construire et développer une ontologie, on dispose d'au moins quatre de ces notions :

- ✓ Définir les classes dans l'ontologie
- ✓ Arranger les classes en une hiérarchie taxinomique (Sous classe-Sub classe).
- ✓ Définir les attributs et décrire les valeurs autorisées pour ces attributs
- ✓ Renseigner les valeurs pour les instances et les attributs

II.3.5.Le cycle de vie des ontologies

Étant donné que les ontologies sont destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes informatiques répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel. En particulier, elles doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs et posséder un cycle de vie spécifique. [Azoune et al, 2008]

Ce cycle de vie est comprend une étape initiale d'évaluation des besoins, une étape de construction, une étape de diffusion, et une étape d'utilisation. Après chaque utilisation significative, l'ontologie et les besoins sont réévalués et l'ontologie peut être étendue et, si nécessaire, en partie reconstruite. [Chergui.N, 2008]

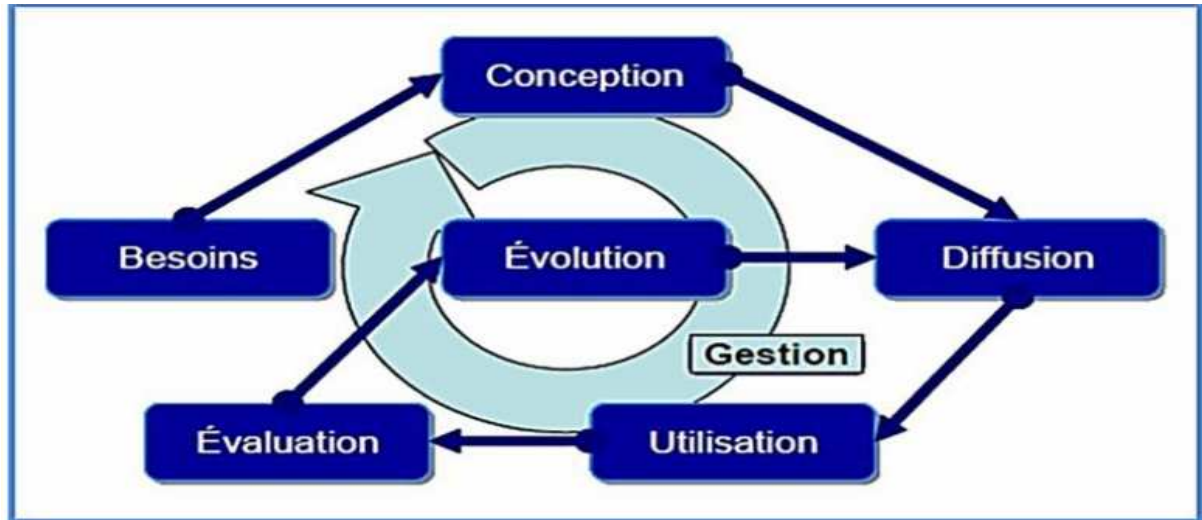


Figure 13. Cycle de vie d'une ontologie. [Chergui.N, 2008]

Le cycle de vie par évolution de prototypes permet à l'ontologiste de retourner de n'importe quel état à n'importe quel autre si une certaine définition manque ou est erronée. Ainsi, ce cycle de vie permet l'inclusion, le déplacement ou la modification de définitions n'importe quand durant le cycle de vie de l'ontologie. L'acquisition, la documentation et l'évaluation de connaissances sont des activités de support qui sont effectuées pendant la majorité de ce cycle.

II.3.6. Processus de conception d'une ontologie

Le processus de conception se réalise en sept étapes :

Étape 1 : définition du domaine et sa portée. C'est à dire en répondant à quelques questions de base tel que: - Quel est le domaine que va couvrir l'ontologie ? - Dans quel but utiliserons-nous l'ontologie ? - A quels types de questions l'ontologie devra-t-elle fournir des réponses ? - Qui va utiliser et maintenir l'ontologie ?

Étape 2 : Envisager une éventuelle réutilisation des ontologies existantes : Il est toujours utile de prendre en considération ce que d'autres personnes ont fait et d'examiner si nous pouvons élargir des sources existantes et les affiner pour répondre aux besoins de notre domaine.

Étape 3 : Enumérer les termes importants dans l'ontologie : Il est utile de noter sous forme de liste tous les termes à traiter ou à expliquer à un utilisateur. Sur quels termes souhaiterions-nous discuter ? Quels sont les propriétés de ces termes ? Que veut-on dire sur ces termes ?

Étape 4 : Définir les classes et la hiérarchie des classes :

- Un procédé de développement de haut en bas commence par une définition des concepts les plus généraux du domaine.
- Un procédé de développement de bas en haut commence par la définition des classes les plus spécifiques.
- Un procédé combiné de développement est une combinaison des deux approches, de haut en bas et de bas en haut.

Étape 5 : Définir les propriétés des classes–attributs : Après avoir défini quelques classes, il faut décrire la structure interne des concepts.

Étape 6 : Définir les facettes des attributs : Les attributs peuvent avoir plusieurs facettes décrivant la valeur du type (**Chaîne de caractères, Nombre, Booléens...**)

les valeurs autorisées, les cardinalités (le nombre de valeurs qu'un attribut peut avoir), et d'autres caractéristiques.

Étape 7 : Créer les instances : La dernière étape consiste à créer les instances des classes dans la hiérarchie. Définir une instance individuelle d'une classe exige :

(1) De choisir une classe.

(2) De créer une instance individuelle de cette classe.

(3) La renseigner avec les valeurs des attributs.

II.3.7. Différentes ontologies

- **Ontologies de domaine :** Ces ontologies peuvent être réutilisées pour plusieurs applications qui touchent un domaine, elle concerne la description et la définition des connaissances d'un domaine à la qu'elle l'application désirée appartienne.
- **Ontologies d'application :** Contrairement à l'ontologie de domaine, l'ontologie d'une application donnée ne peut pas être réutilisée pour d'autre application, elle sert à décrire des conceptualisations de domaine spécifique à l'application en question.
- **Ontologies génériques (ontologie de haut niveau):** Cette ontologie a l'objectif d'exprimer les connaissances acceptables par différents domaines, elle permet de catégoriser les choses du monde, par exemple, les relations, les actions, l'espace, le temps, etc.
- **Ontologies de représentation :** conceptualisent les primitives des langages de représentation des connaissances.

II.3.8. Les langages des ontologies

Comme nous l'avons vu précédemment, l'adaptation des langages documentaires ou ontologies à l'environnement du Web nécessite un panel de dispositifs dont SKOS. Ces dispositifs dépendent eux-aussi de protocoles établis par le W3C pour rendre les liens sémantiques possibles. Cependant, la multiplicité des « langages » qui constituent les fondations du web sémantique tend à complexifier cette infrastructure.

Différents langages de spécification d'ontologies sont apparus à partir des années 1990, tels que CycL et KIF, LOOM, F-Logie et OCML. [Chergui, 08]

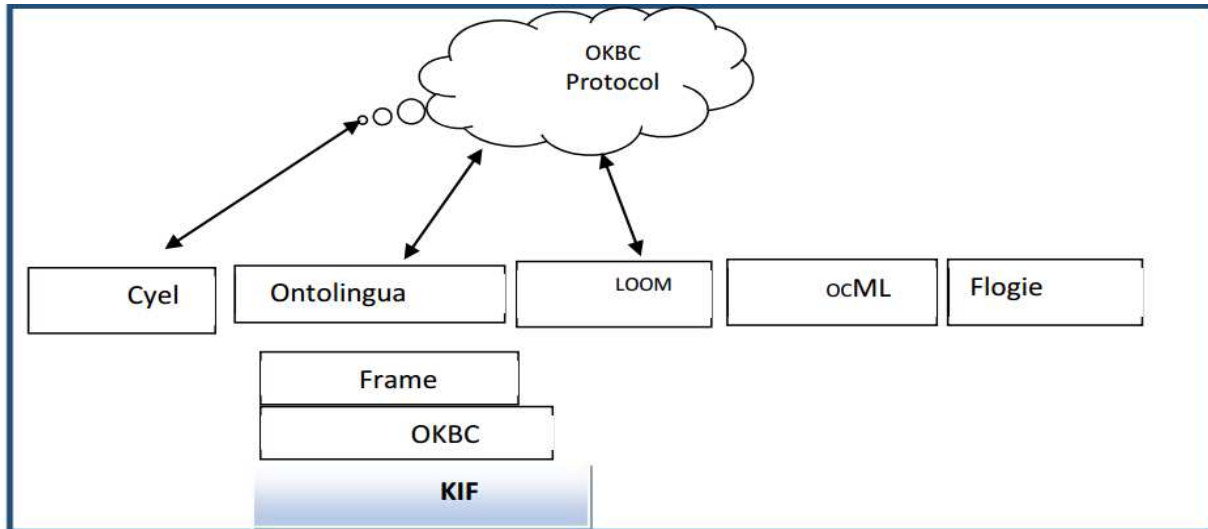


Figure 14. Langage traditionnel d'ontologie. [Chergui, 08]

L'explosion des technologies d'Internet a mené à la création des langages pour l'exploitation des caractéristiques du Web, ces langages sont appelés généralement langages basés Web ou langages d'annotation d'ontologies, leur syntaxe est basée sur l'existence d'annotation comme HTML et XML.

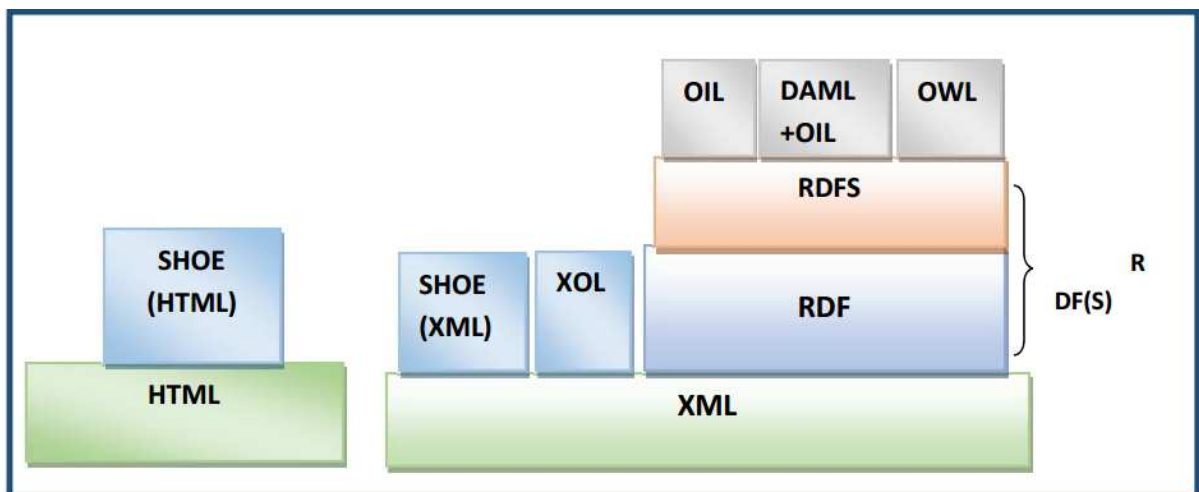


Figure 15. Langages d'ontologies. [Chergui, 08]

- **SHOE** (Simple HTML Ontology Extensions) : en 1996 est le premier langage d'annotation d'ontologies. Ce langage combine les Frames et les règles de production ce qui lui permet de représenter des concepts, des taxonomies, des relations, et aussi des règles. Ces dernières permettent d'inférer de nouvelles connaissances.

- **XML** en 1998, qui a été très vite adopté comme un standard pour les échanges d'informations sur le Web par le W3C (World Wide Web Consortium), **SHOE** a été modifié de telle sorte qu'il puisse supporter des documents structurés décrits en XML. D'autres langages ont par la suite été créés sur la base de la syntaxe de XML

- **RDF** (Ressource Description Framework) : il a été développé par W3C comme un langage basé sur les réseaux sémantiques pour décrire les ressources du Web. RDF est un langage

d'encodage de la connaissance sur les pages Web. RDF permet de décrire différentes choses d'une manière simple et sans ambiguïté. Toute chose (ressource) est décrite par des phrases minimales, composées d'un sujet, d'un verbe et d'un complément, on parle alors de déclaration *RDF*. [Ben Cheikh, 11]

- **OWL** est un langage de description d'ontologie conçu pour la publication et le partage des ontologies sur le web sémantique. Il définit un vocabulaire riche pour la description des ontologies complexes. OWL est basé sur une sémantique formelle définie par une syntaxe rigoureuse. Il peut être utilisé pour représenter explicitement le sens des termes de vocabulaire et les relations entre ces termes. Le langage OWL se compose de trois sous langages qui proposent une expressivité croissante, chacun conçu pour des communautés de développeurs et des utilisateurs spécifiques: OWLite, OWL DL et OWL Full. [Ben Cheikh , 11]

II.3.9. Environnements et outils de modélisation

Plusieurs environnements d'ingénierie ontologique ont été développés afin de systématiser l'ingénierie des ontologies. Les plus connus, selon Gomez-Pérez (2000), sont

- **ONTOLINGUA**

Développé à l'*Université de Stanford*, le serveur Ontolingua est le plus connu des environnements de construction d'ontologies, il consiste en un ensemble d'outils et de services qui supportent la construction en coopération d'ontologies, entre des groupes séparés géographiquement

- **ONTOSAURUS**

Développé à l'*Information Science Institut de l'Université de Southern California*. Ontosaurus consiste en un serveur utilisant LOOM comme langage de représentation des connaissances, et en un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML qui affichent la hiérarchie

- **ODE**

Développé au *laboratoire d'Intelligence Artificielle de l'Université de Madrid*. Les principaux avantages de ODE (*Ontology Design Environment*) sont le module de conceptualisation pour construire des ontologies et le module pour construire des modèles

- **PROTÉGÉ**

Développé au département d'*Informatique Médicale de l'Université Stanford* ; C'est un outil qui permet :

- la construction des ontologies .
- la personnalisation des formulaires d'acquisition des connaissances.
- la génération automatique de code OWL, RDFS.

II.3.10. Utilisation des Ontologies dans le domaine de la classification et la recherche d'image

L'ontologie peut être utilisée dans plusieurs applications. Mais dans notre travail, nous nous concentrons sur son application dans le domaine de la recherche d'images. Il existe plusieurs approches de recherche d'images se basant sur les ontologies. Il y a ceux qui se basent sur les annotations et l'utilisent pour la recherche d'images, ceux qui se basent sur les concepts. ...etc L'approche de [Hyvonen et al , 03] donne des bons résultats puisqu'on se base sur les annotations (recherche textuelle sans utiliser l'image). Mais cette ontologie a des inconvénients puisqu'elle demande beaucoup d'efforts pour faire l'annotation. Dans [Hyvonen et al , 03], les auteurs ont créé une ontologie pour la base d'images du Helsinki University Museum. Ils l'ont utilisée pour la phase d'annotation ainsi que pour la phase de recherche d'images et ils ont constaté quelques problèmes avec leur ontologie : Quand on fait

les annotations, cela peut provoquer des changements dans l'ontologie. Donc comment gère-t-on ces changements pour ne pas demander à l'annotateur de refaire les annotations ? L'approche de **Maillot** est basée sur une ontologie de concepts visuels pour la construction de systèmes de catégorisation d'objets. Cette approche permet à un expert d'un domaine de produire un système de catégorisation dédié aux objets d'intérêt. Elle est composée de trois phases [**Maillot et al ,05**] :

1. L'acquisition des connaissances métier de l'expert du domaine d'application (connaissances de haut niveau) permet d'obtenir la hiérarchie des classes d'objets. Ces connaissances servent à l'interprétation sémantique des images. Cette phase fournit également la description visuelle des objets d'intérêt en termes de concepts visuels.

2. L'apprentissage des liens entre les données d'image (bas niveau), extraites par la partie traitement d'images du système, et les connaissances métiers capturées dans la première phase est réalisée à partir de la description visuelle des objets et d'un ensemble d'images exemples segmentées et annotées.

3. Les résultats de l'acquisition des connaissances sont finalement utilisés pour la catégorisation des objets. L'ontologie de concepts visuels proposée dans ces travaux fournit le vocabulaire pour la description visuelle des différentes classes d'objet. Une approche propose d'utiliser une ontologie dite « object ontology » [**Mezaris ,04 ;Dasiopoulou, 07**] qui est en fait une ontologie de concepts visuels (plus réduite que l'ontologie de Maillot). Ces concepts dits descripteurs mi- niveau (entre bas et haut niveau), sont associés, par des règles définies a priori, aux descripteurs bas niveau extraits des régions obtenues par segmentation automatique non-supervisée des images de la base. La requête de l'utilisateur consiste en la description de l'objet recherché en utilisant les descripteurs mi- niveau : par exemple, une rose est décrite par une luminance moyenne, forte à très forte, une teinte jaune à rouge et de forme légèrement oblongue à modérément oblongue. La réponse à cette requête comprend les images de la base dont les régions sont étiquetées avec les mêmes descripteurs mi- niveau. Un autre type d'approche propose d'utiliser les méthodes d'apprentissage pour associer les descripteurs bas niveau aux concepts de la requête de l'utilisateur. Dans [**Town ,01 ;Town,04**], un langage basé sur une ontologie de concepts englobant à la fois des propriétés bas et haut niveaux permet d'interroger une base d'images. Elle propose des descripteurs de scène caractérisant l'image entière (p. ex. campagne, ville, intérieur), des catégories visuelles haut niveau (p. ex. eau, peau, nuage), des catégories sémantiques (p. ex. personne, véhicule, animal), des descripteurs de forme (p. ex. ligne droite, forme elliptique), des descripteurs de couleur (p. ex. rouge clair, vert foncé, couleur vive), des quantificateurs (p. ex. beaucoup de, pas de, autant que possible de) et des relations binaires (p. ex. plus grand que, proche de, en dessous). Ainsi des requêtes décrivant le contenu désiré des images peuvent être formulées : scène d'intérieur avec des personnes en premier plan, de la végétation verte ou avec des couleurs vives au centre et d'une taille similaire aux nuages ou au ciel bleu en haut. Des réseaux de neurones permettent d'attribuer les catégories visuelles, les descripteurs de scène et les catégories sémantiques aux régions des images. Des algorithmes sont également utilisés dans [**Town ,06**] pour améliorer encore cette phase d'appariement entre concepts de la requête et descripteurs de contenu bas niveau (détection de visages par exemple).

II.3.11.Avantage d'utilisation d'une ontologie pour l'annotation

L'utilisation d'une ontologie pour faire des annotations de contenu sémantique, est une solution très efficace. Car une ontologie présente une richesse sémantique décrivant un domaine spécifique sous forme des concepts et relations entre eux. Les annotations sémantiques à base d'ontologie sont développées actuellement autour du web sémantique, et

semble l'approche la plus prometteuse pour partager, chercher et exploiter efficacement les ressources d'information. [Ben Cheikh ,11] Les annotations sémantiques sont :

- **Persistantes et Implicites** : car elles font référence à une connaissance séparée de la ressource
- **Opérationnelles** : car elles sont destinées à être traitées par des machines.

II.2.4. Conclusion

Les annotations et les métadonnées sémantiques jouent un rôle très important pour l'enrichie et l'interprétation des images. Avec les annotations sémantiques le processus de recherche d'image donne des résultats plus pertinents en exploitant l'interprétation offre par les métadonnées générées.

Pour pallier aux inconvénients du fossé sémantique la naissance des systèmes de classification et recherche d'images à base d'ontologie s'est avérée nécessaire.

Les ontologies est une technologie très actif offre dans notre contexte, la possibilité de créer des métadonnées avec une sémantique extrêmement riche.

L'ontologie définit une spécification formelle et explicite des termes et des concepts et des Relations entre termes, en se basant sur le vocabulaire de domaine d'intérêt.

Les ontologies offrent une structuration et une sémantique facilitant considérablement la Formation d'un service, tel que la recherche pertinent.

Bibliographie :

- [Gomez, 99] Gomez P., « Développements récents en matière de conception, de maintenance et d'utilisation des ontologies », Article dans la revue N° 19, 1999
- [Azouaou.06] Azouaou.F, « Modèles et outils d'annotations pour une mémoire personnelle de l'enseignant », Université Joseph Fourier, Thèse de doctorat, Grenoble, 2006, p.84-85-92.
- [Hakim Hacid.06] Hakim Hacid, « Annotation Semi-automatique de Grandes BD », Université Lumière Lyon 2, France, 2006, p. 206.
- [Chergui.N, 2008] Chergui nabila : thème Tune approche de mapping pour l'intégration des ontologies 01/12/2008
- [Azoune et al, 2008] Houacine tarik Azoune slimane :construction et exploitation d'une ontologie dans le domaine de lutte antiacridienne 2007/2008
- [Ben Cheikh , 11] Ben Cheikh N, Ben Bezziane R, « la recherche d'images par la Sémantique ». Mémoire de Master, Univ Kasdi Merbah Ouargla. Soutenu en /06 /2011.
- [Town, 01]Town C.P. and Sinclair D.A. "Ontological query language for content based image retrieval". In Proceedings of the IEEE Workshop on Content-based Access of Image and Video Libraries (at CVPR'01), 2001.
- [Town, 04]Town C.P. and Sinclair D.A. Language-based querying of image collections on the basis of an extensible ontology". International Journal of Image and Vision Computing, 22(3) :251–267, 2004.
- [Town, 06]Town C.P.. "Ontological inference for image and video analysis". Mach. Vision Appl., 17(2) :94–115, 2006.
- [Mezaris ,03] Mezaris V., Kompatsiaris I., Strintzis M.G. , "An Ontology Approach to Object-Based Image Retrieval", ICIP 2003.
- [Maillot et al, 04] Maillot N., Thonnat M., Alain B , "Towards ontology-based cognitive vision", Machine Vision and Application, 2004.

[Hyvonen et al , 03] Hyvonen E., Styrman A., Saarela S., “Ontology-Based Image Retrieval”, 2003

[Dasiopoulou , 07] Dasiopoulou S., Doulaverakis C., Mezaris V., Kompatsiaris I., and Srintzis M.G. « Semantic-based Visual Information Retrieval, chapter An ontology-based framework for semantic image analysis and retrieval”. IRM Press, 2007

Sitographie :

[site5] <http://www.educnet.education.fr/dossier/metadata/metadonnees> visité le 11/03/2016

Chapitre III

La Classification d'Images

III.1.Introduction

La classification des images numérique consiste à attribuer une image donnée à l'une des classes existantes déjà reconnus dans la littérature. Une recherche sur l'ensemble des images dans la base de données prend beaucoup de temps, donc le but est de réduire le temps de recherche et de la complexité des calculs et d'autre part cela améliorera la qualité des bases d'images, pour la recherche.

Pour les systèmes informatiques, il est facile de mémoriser un grand nombre de données (textes, images, vidéos...), mais difficile de généraliser. L'apprentissage automatique (classification) est une tentative de comprendre et de reproduire cette faculté d'apprentissage. Il nous semble donc approprié d'utiliser des techniques issues pour découvrir et modéliser des connaissances liant texte et image etc., et pouvoir ainsi réduire le fossé sémantique.

Nous présenterons dans ce chapitre tout d'abord ce que c'est la classification, ses méthodes, techniques, ses grandes approches, domaines d'applications, . . .etc. et on détaillera à la fin une de ses grandes approches en étudiant et analysant deux de ses algorithmes.

III.2. Apprentissage automatique/Classification

III.2.1.Définition

La classification consiste à attribuer à chaque pixel dans l'image une classe (étiquette). Cette affectation peut être effectuée on se basant sur des régions dont on connaît les classes d'appartenance a priori, alors, on parle de classification supervisée, ou non supervisé.

En mathématique, On appelle classification, la catégorisation algorithmique d'objets. Elle consiste à attribuer une classe ou catégorie à chaque objet (ou individu) à classer, en se basant sur des données statistiques. Elle fait couramment appel aux méthodes d'apprentissage et est largement utilisée en reconnaissance de formes.

La classification peut être représentée comme une fonction π qui associe à chaque pixel \mathbf{p} l'indice \mathbf{k} de la classe \mathbf{C}_k à laquelle il appartient. De même que pour les régions \mathbf{R}_k , le contenu des classes \mathbf{C}_k doit être homogène (par exemple, les pixels qui composent une classe doivent avoir des valeurs f similaires).

III.3. le processus général de l'apprentissage automatique/classification

Le processus de l'apprentissage automatique devise en quatre étapes principales :

1. Choix des données.
2. Calcul des similarités entre les n individus à partir des données initiales.
3. Choix d'un algorithme de classification et exécution.
4. L'interprétation des résultats :
 - évaluation de la qualité de la classification,
 - description des classes obtenues.

III.4.Types d'apprentissage automatique

Les algorithmes d'apprentissage peuvent se catégoriser selon le type d'apprentissage qu'ils emploient, si les classes sont prédéterminées et les exemples étiquetés, on parle alors **d'apprentissage supervisé**. Quand le système ou l'opérateur ne disposent que d'exemples, mais non d'étiquettes, et que le nombre de classes et leur nature n'ont pas été prédéterminés, on parle **d'apprentissage non supervisé** [J.R.Quinlan.85].

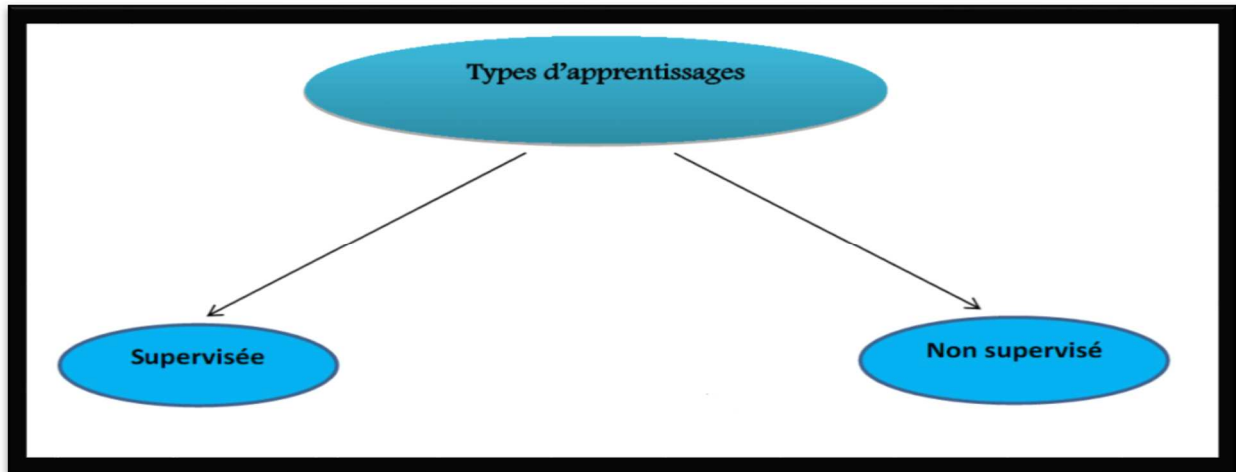


Figure 16 :les types d'apprentissage automatique[J.R.Quinlan.85]

III.5.Apprentissage supervisé

L'apprentissage supervisé est une technique d'apprentissage automatique où l'on cherche à produire automatiquement des règles à partir d'une base de données d'apprentissage contenant des « *exemples* » (en général des cas déjà traités et validés). L'apprentissage supervisé consiste à inférer un modèle de prédiction à partir d'un ensemble d'apprentissage, c'est-à-dire plusieurs couples de la forme { observation, étiquette }, où chaque étiquette dépend de l'observation à laquelle elle est associée. L'apprentissage supervisé suppose qu'un oracle fournit les étiquettes de chaque donnée d'apprentissage. On distingue en général trois types de problèmes auxquels l'apprentissage supervisé est appliqué : **la classification supervisée**, la régression, et les séries temporelles. Ces trois types de problèmes se différencient en fonction du type d'étiquettes fournit par l'oracle. Dans le cadre de cette thèse, nous ne nous intéresserons qu'à la classification. Pour ce problème, les étiquettes sont des classes.

III.5.1.Définition

Ces sont des méthodes dans lesquelles les classes sont connues a priori avant d'effectuer l'opération d'identification des éléments de l'image. Elles demandent une phase d'apprentissage sur l'échantillon représentatif dans le but d'apprendre les caractéristiques de chaque classe et une autre phase pour décider l'appartenance d'un individu à telle ou telle classe.

III.5.2.Quelques algorithmes d'apprentissage supervisé

La plupart des algorithmes d'apprentissage supervisés tentent de trouver un modèle (une fonction mathématique) qui explique le lien entre des données d'entrée et les classes de sortie. Ces jeux d'exemples sont donc utilisés par l'algorithme.

Nous pouvons donc citer des algorithmes de classification pixels supervisés comme celui d'Arbre de décision. [Cocquerez.1995], Les K plus proches voisins (K-PPV) ou Machine à vecteurs de support (SVM)

1. K plus proche voisins (K-PPV)

✚ Définition

L'algorithme des k plus proches voisins (*KPPV*) (*k-Nearest-Neighbors (kNN)* en anglais) est une méthode non paramétrique et supervisée de classification. Elle est largement utilisée en classification d'une manière générale et en segmentation d'images en particulier. Elle repose sur un principe simple et intuitif de regroupement d'individus en fonction de leur voisinage.

L'algorithme des k -plus proches voisins est un des algorithmes de classification les plus simples. Le seul outil dont on a besoin est une distance entre les éléments que l'on veut classifier. Si on représente ces éléments par des vecteurs de coordonnées, il y a en général pas mal de choix possibles pour ces distances, partant de la simple distance usuelle (euclidienne) en allant jusqu'à des mesures plus sophistiquées pour tenir compte si nécessaire de paramètres non numériques comme la couleur, la nationalité, etc. [Site 8]

✚ Principe

La méthode des k plus proches voisins repose sur le regroupement des pixels en fonction de leur voisinage : chaque point est affecté à la classe la plus représentée parmi ses k plus proches voisins. Cette méthode requiert l'établissement d'une règle de distance et la détermination du nombre de voisins à prendre en considération, ainsi qu'un ensemble d'apprentissage représentant les différentes classes.

- **Exemple**
- Dans l'exemple suivant, on a 3 classes et le but est de trouver la valeur de la classe de l'exemple inconnu x
- On prend la distance Euclidienne et $k=5$ voisins
- Des 5 plus proches voisins, 4 appartiennent à ω_1 et 1 appartient à ω_3 , donc x est affecté à ω_1 , la classe

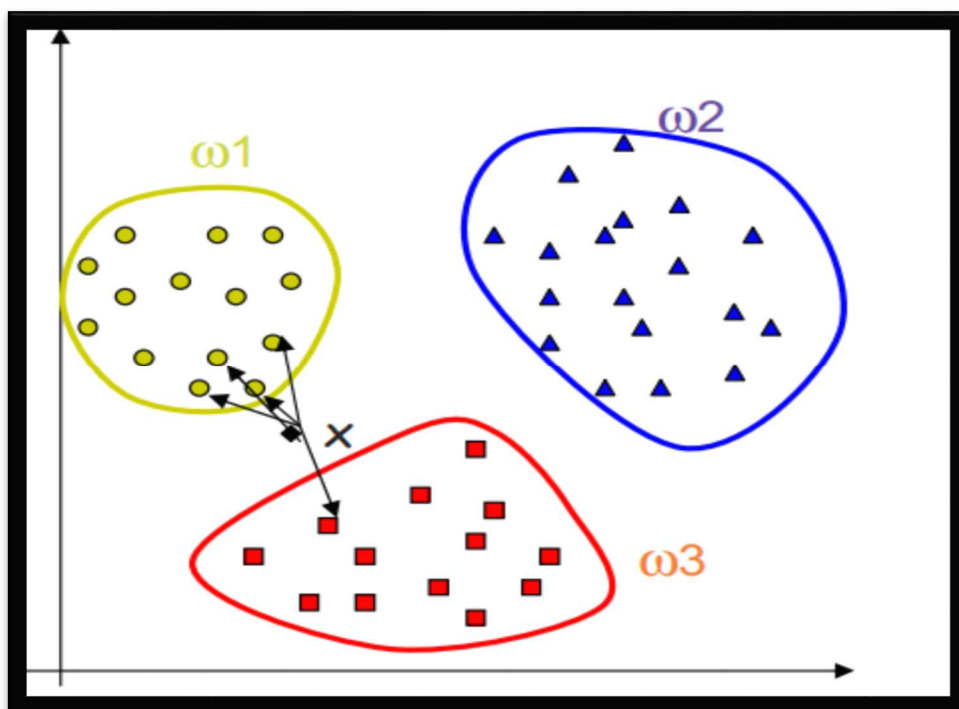


Figure 17 :Principe de l'algorithme kppv [Site 8].

2. Support Vector Machine (Svm)

+ Définition

Machines à vecteurs de supports (SVM) est une des méthodes les plus populaires dans la famille des approches supervisé, et de méthodes à base de noyau, de classification Elle fut développée par Vapnik en 1995, et demeure à ce jour un des algorithmes les plus utilisés, spécialement pour la reconnaissance de formes. [Site 7]

+ Principe

Les entrées X sont transformées en un vecteur dans un espace de Hilbert F. Dans le cas d'un classement en 2 classes, on détermine un hyperplan dans cet espace F. La solution optimale repose sur la propriété que les objets sont les plus éloignés possibles de l'hyperplan, on maximise ainsi les marges.

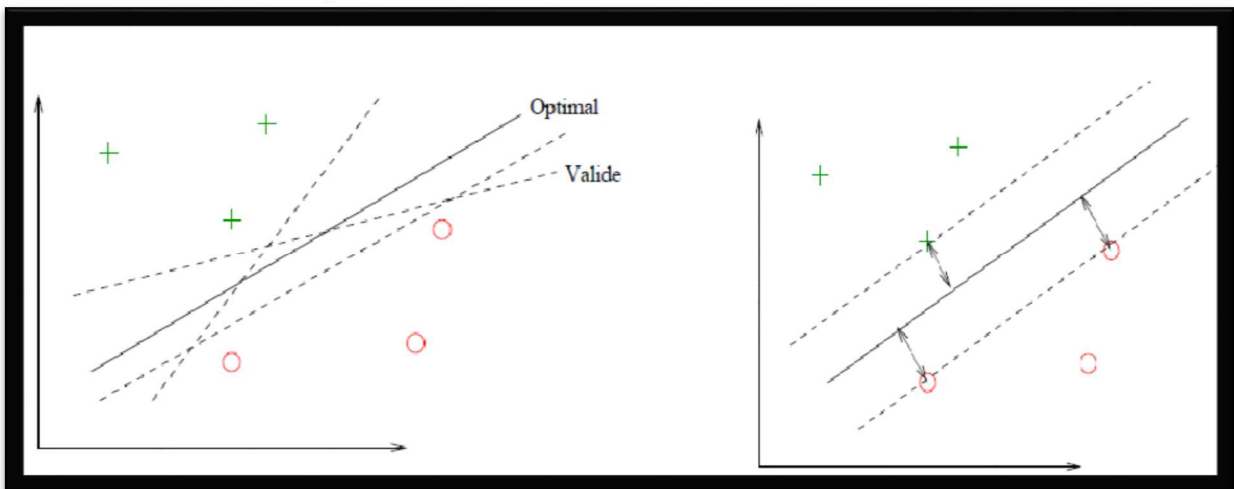


Figure 18 :Principe de l'algorithme SVM [Site 7]

Soit x le vecteur associé. On définit $f(x) = \omega x + \beta$ et l'hyperplan a pour équation $\omega x + \beta = 0$. La distance d'un point au plan est donnée par $d(x) = \frac{|\omega x + \beta|}{\|\omega\|}$ [Site 7]

3. Arbre de décision

+ Définition

Un **arbre de décision** est un outil d'aide à la décision représentant un ensemble de choix sous la forme graphique d'un arbre. Les différentes décisions possibles sont situées aux extrémités des branches (les « feuilles » de l'arbre), et sont atteints en fonction de décisions prises à chaque étape. L'arbre de décision est un outil utilisé dans des domaines variés tels que la sécurité, la fouille de données, la médecine, etc. Il a l'avantage d'être lisible et rapide à exécuter. Il s'agit de plus d'une représentation calculable automatiquement par des algorithmes d'apprentissage supervisé. [Site 9]

+ Principe

Les arbres de décision constituent une méthode récente et efficace d'exploration de données, en vue de la prédiction d'une variable qualitative à l'aide de variables de tout type (qualitatives et/ou quantitatives). Cette flexibilité constitue un avantage par rapport à certains outils de classification, prévus pour des prédicateurs d'un seul et même type.

Chapitre III: Classification des images

Il s'agit d'une méthode itérative, dite de partitionnement récursif des données. En effet, la méthode construit des classes d'individus, les plus homogènes possible, en posant une succession de questions binaires (de type oui/non) sur les attributs de chaque individu.

Contrairement à beaucoup d'outils de classification (régression logistique, SVM, etc.), les arbres de décision sont extrêmement intuitifs et fournissent une représentation graphique, parlante et facile à lire, d'un protocole de classification des individus. Cette représentation graphique est sous forme d'un arbre constitué de feuilles terminales (les classes d'individus) obtenues en suivant un chemin le long des nœuds, chaque nœud correspondant à une question binaire utilisant une variable du jeu de données.

Les arbres de décision permettent donc, duale ment, d'identifier très rapidement les variables les plus discriminantes d'un jeu de données, en fonction de leur présence parfois répétée le long des nœuds. [Site10]

Concrètement, chaque nœud d'un arbre de décision contient un test (un IF...THEN) et les feuilles ont les valeurs Oui ou Non. Chaque test regarde la valeur d'un attribut de chaque exemple. En effet, on suppose qu'un exemple est un ensemble d'attributs/valeurs. Pour des documents, chaque attribut peut être un mot, et la valeur sera par exemple 0 ou 1 selon que ce mot appartient ou non au document.

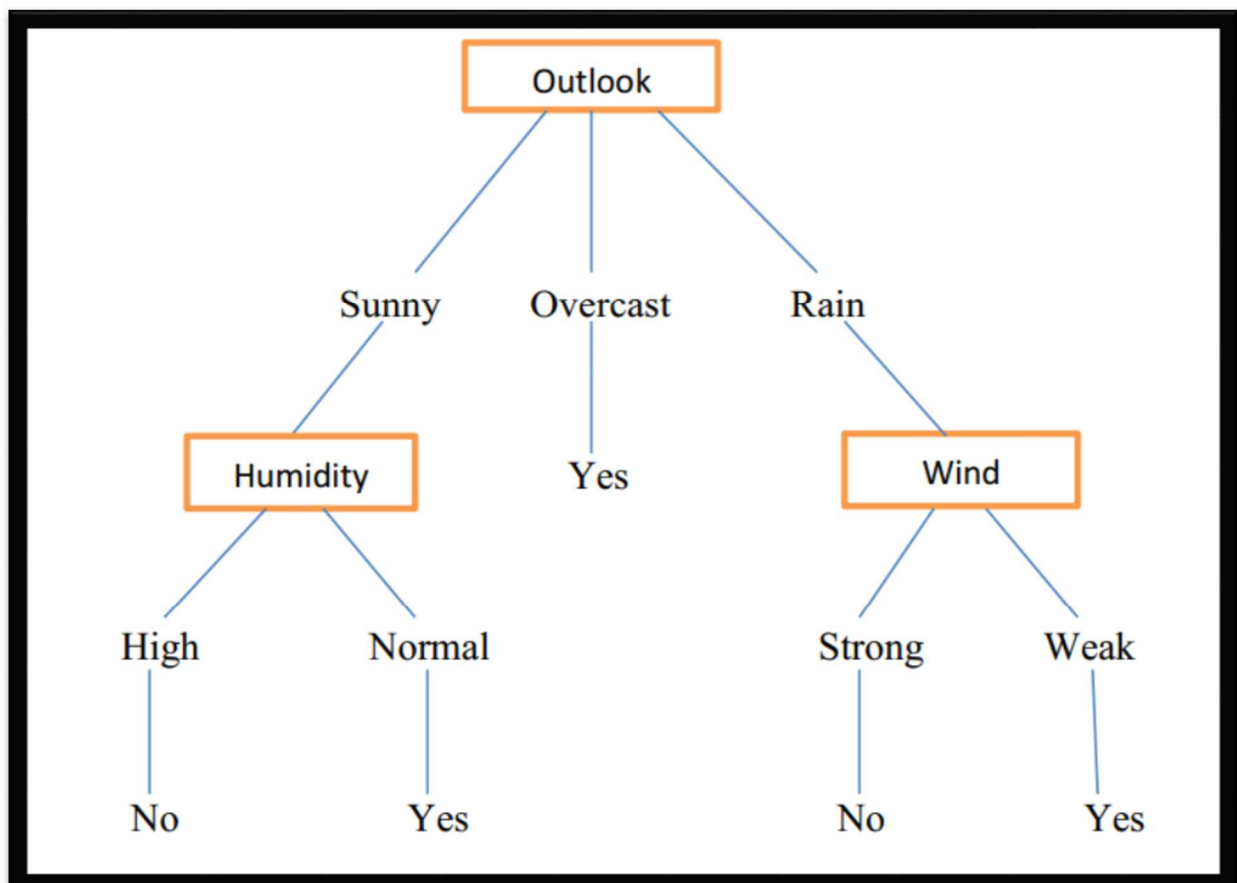


Figure 19 : exemple d'un arbre de décision. [langdon,2000]

III.6.Apprentissage non supervisé

Si seuls des exemples sans étiquette sont disponibles, et si les classes et leur nombre sont inconnus, on parle d'apprentissage non supervisé, ou clustering. Dans ce cas, l'apprentissage se ramène alors à cibler les groupes homogène d'exemples existant dans les données, c'est-à-dire à identifier des groupes, et que les exemples les plus différents soient séparés dans différents groupes, la notion de similarité étant le plus souvent ramenée à une fonction de distance entre paires d'exemples.

L'**apprentissage non supervisé** (parfois dénommé **clustering**) s'agit pour un logiciel de diviser un groupe hétérogène de données, en sous-groupes de manière à ce que les données considérées comme les plus similaires soient associées au sein d'un groupe homogène et qu'au contraire les données considérées comme différentes se retrouvent dans d'autres groupes distincts ; l'objectif étant de permettre une extraction de connaissance organisée à partir de ces données.

III.6.1.Définition

L'intérêt des méthodes non supervisées est qu'elles ne nécessitent aucun apprentissage et par là même aucune tâche préalable d'étiquetage manuel. Elles ont pour but de découper l'espace d'individus (pixels) en zones homogènes selon un critère de ressemblance (critère de proximité de leurs vecteurs d'attributs dans l'espace de représentation entre les individus).

III.6.2.Quelques algorithmes d'apprentissage non supervisé

Nous pouvons donc citer des algorithmes de classification pixels non-supervisés comme les C-moyennes proposée par Mac Queen [M.Semchedine,2007], k-means et classification hiérarchique ascendante (cha).

1. Classification ascendante hiérarchique, ou CAH

Définition

Il s'agit de regrouper itérativement les individus, en commençant par le bas(les deux plus proches) et en construisant progressivement un arbre, ou dendrogramme, regroupant finalement tous les individus en une seule classe, à la racine Ceci suppose de savoir calculer, à chaque étape ou regroupement, la distance entre un individu et un groupe ainsi que celle entre deux groupes. Ceci nécessite donc, pour l'utilisateur de cette méthode, de faire un choix supplémentaire: comment définir la distance entre deux groupes connaissant celles de tous les couples d'individus entre ces deux groupes. Différents choix, appelés saut en français et linkage en anglais, sont détaillés plus loin. Le nombre de classes est déterminé a posteriori, à la vue d'un graphique représentant la décroissance de la hauteur de chaque saut, ou écart de distance, opéré à chaque regroupement. [DidayE,1989]

Principe

Son principe est assez simple : à chaque itération, on commence par réunir, dans une même classe, les deux pixels les plus proches en distance dans l'espace radiométrique, ensuite on remplace cette classe par un pixel moyen qui la représente pendant les itérations suivantes, jusqu'à ce que la classe soit avalée par une autre classe, puis on itère ce processus, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'une seule classe.

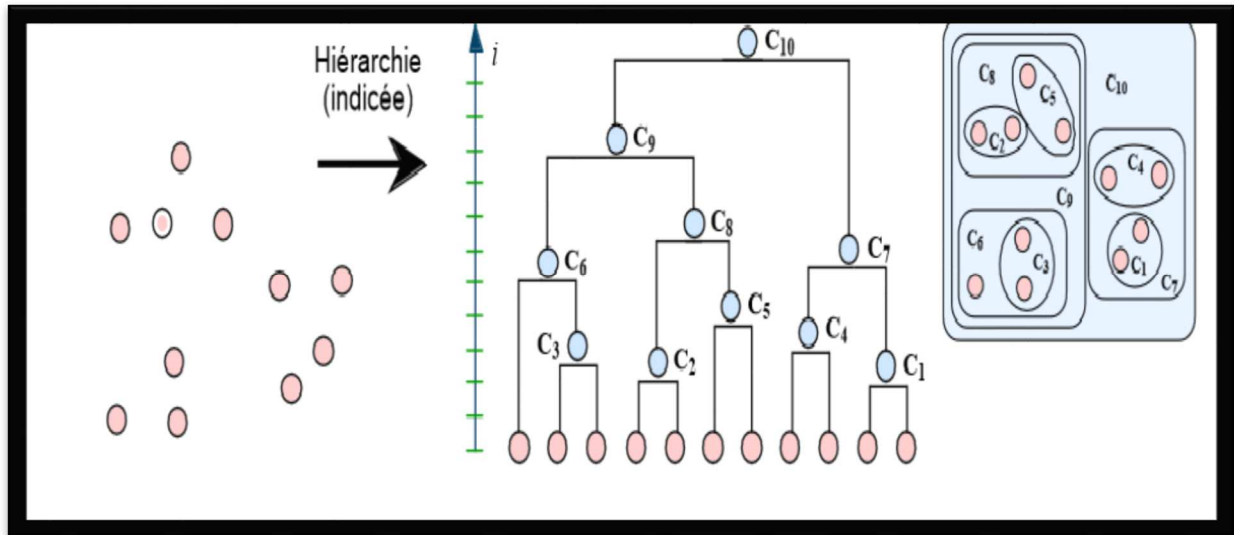


Figure 20 :Principe de classification hiérarchique. [Site 6].

Les étapes de la classification sont modélisées sur un diagramme, appelé dendrogramme : on peut y identifier les classes qui ont fusionné pour créer une classe plus importante et évaluer la distance entre les différentes classes (deux classes extrêmement éloignées tarderont à être réunies dans une classe plus importante).

L'analyse de ce diagramme peut aider à déterminer le nombre de classes le plus intéressant à obtenir, par visualisation du résultat sur l'image, notamment.

2. K-Means

🚩 Définition

K-means est un algorithme de quantification vectorielle (clustering en anglais). K-means est un algorithme de minimisation alternée qui étant donné un entier K, va chercher à séparer un ensemble de points en K clusters

🚩 Principe

K-means défini par McQueen est un des plus simples algorithmes de classification automatique des données. L'idée principale est de choisir aléatoirement un ensemble de centres fixé a priori et de chercher itérativement la partition optimale.

Chaque individu (également appelé centroïde ou centroid en anglais) est affecté au centre le plus proche, après l'affectation de toutes les données la moyenne de chaque groupe est calculée, elle constitue les nouveaux représentants des groupes, lorsqu'on abouti à un état stationnaire (aucune donnée ne change de groupe) l'algorithme est arrêté. [DidayE,1989]

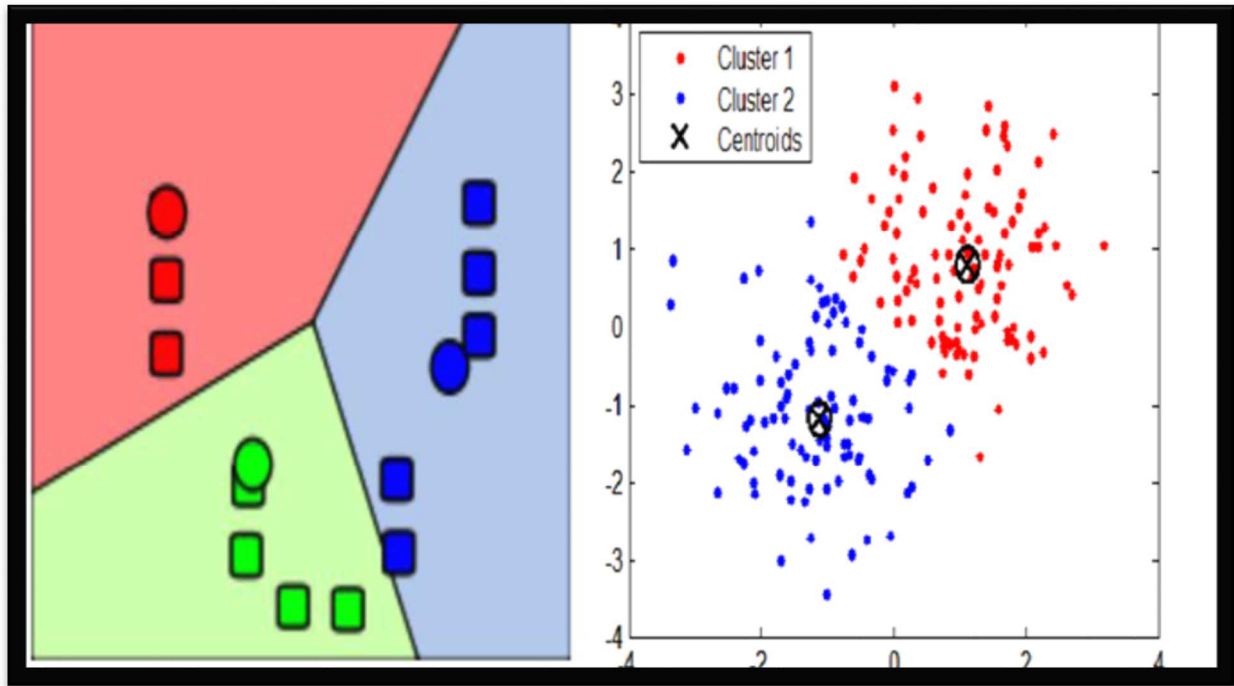


Figure 21.Classification à base de K-Means [DidayE,1989]

Les principales étapes de l'algorithme *k-means* sont :

1. Choix aléatoire de la position initiale des K clusters.
2. (Ré-)Affecter les objets à un cluster suivant un critère de minimisation des distances (généralement selon une mesure de distance euclidienne).
3. Une fois tous les objets placés, recalculer les K centroïdes.
4. Répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que plus aucune ré-affectation ne soit faite.

3. Fuzzy C-Means

+ Définition

(FCM) est un algorithme de classification non-supervisée floue. Issu de l'algorithme des C-moyennes (*C-means*), il introduit la notion d'ensemble flou dans la définition des classes : chaque point dans l'ensemble des données appartient à chaque cluster avec un certain degré, et tous les clusters sont caractérisés par leur centre de gravité. Comme les autres algorithmes de classification non supervisée, il utilise un critère de minimisation des distances intra-classe et de maximisation des distances inter-classe, mais en donnant un certain degré d'appartenance à chaque classe pour chaque pixel. Cet algorithme nécessite la connaissance préalable du nombre de clusters et génère les classes par un processus itératif en minimisant une fonction objective. Ainsi, il permet d'obtenir une partition floue de l'image en donnant à chaque pixel un degré d'appartenance (compris entre 0 et 1) à une classe donnée. Le cluster auquel est associé un pixel est celui dont le degré d'appartenance sera le plus élevé.

+ Principe

Evolution du K-Means, il fait intervenir l'appartenance floue des points à un cluster. Comme nous le verrons la complexité de l'algorithme reste plus faible mais il permet un clustering plus fin puisqu'on détermine pour chaque point un degré d'appartenance aux différents

clusters. Cette information plus nuancée que l'appartenance définitive à une classe peut se révéler utile pour des traitements ultérieurs de l'information. Cet algorithme garde, par contre, une forte sensibilité à l'initialisation tout comme le K-Means.

Les principales étapes de l'algorithme Fuzzy C-means sont :

1. La fixation arbitraire d'une matrice d'appartenance.
2. Le calcul des centroïdes des classes.
3. Le réajustement de la matrice d'appartenance suivant la position des centroïdes.
4. Calcul du critère de minimisation et retour à l'étape 2 s'il y a non convergence de critère.

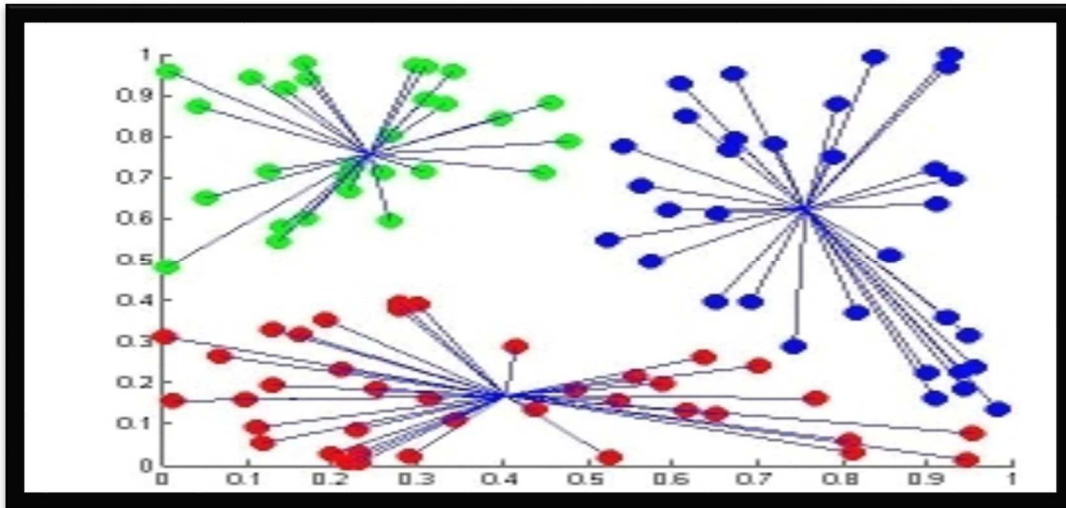


Figure 22. Classification à base de C-Means. [Diday E, 1989]

III.7. Mesure de similarité

Pour comparer l'homogénéité ou le ressemblance, la similarité entre deux objets (points, images, classes, phonème ..), il faut pouvoir mesurer la similarité (ou la dissimilarité) entre eux. Nous allons décrire maintenant des mesures de similarité pour prouver la similarité entre les objets, selon [Bisson, 2000], «**tout système ayant pour but d'analyser ou d'organiser automatiquement un ensemble de données ou de connaissances doit utiliser, sous une forme ou une autre, un opérateur de similarité dont le but est d'établir les ressemblances ou les relations qui existent entre les informations manipulées**». Donc la similarité est une partie importante de la définition d'une méthode de l'apprentissage, elle consiste en effet à définir et formaliser une mesure de similarité adaptée aux caractéristiques des données. Si les composantes des vecteurs de données d'instance sont toutes dans les mêmes unités physiques alors il est possible que la distance euclidienne est suffisante pour réussir à grouper les données similaires. Cependant, même dans ce cas, la distance euclidienne peut par fois être trompeuse. La Figure ci-dessous illustre ceci avec un exemple vu selon la largeur et la hauteur d'un objet.

III.7.1. Fonctions de similarité

Il existe un grand nombre de mesures de similarité, dans ce qui suit, nous présentons quelques unes des fonctions entre deux objets $d(x1 ; x2)$.

1. La distance euclidienne : (aussi appelée la distance à vol d'oiseau) Un rapport de clusters analysis en psychologie de la santé a conclu que la mesure de la distance la plus courante dans les études publiées dans ce domaine de recherche est la distance euclidienne ou la distance au carré euclidienne.

$$d^2(x_1, x_2) = \sum (x_{1i} - x_{2i})^2 = (x_1 - x_2)(x_1 - x_2)^t \quad (2)$$

2. La distance de Manhattan : (appelée aussi taxi-distance)

$$d^2(x_1, x_2) = \sum (x_{1i} - x_{2i})^2 = (x_1 - x_2)(x_1 - x_2)^t \quad (3)$$

3. La distance de Mahalanobis : corrige les données pour les différentes échelles et des corrélations dans les variables, L'angle entre deux vecteurs peuvent être utilisés comme mesure de distance quand le regroupement des données de haute dimension. Voir l'espace produit scalaire.

$$d(A, B) = |X_B - X_A| + |Y_B - Y_A| \quad (4)$$

(C = covariance)

4. La distance de Hamming : mesure le nombre minimum de substitutions nécessaires pour changer un membre dans un autre. Elle permet ainsi , de quantifier la différence entre deux séquences de symboles, généralement utilisée dans le cas des valeurs discrètes(vecteurs)

$$d(a, b) = \sum_{i=0}^{n-1} (a_i \oplus b_i) \quad (5)$$

III.8. Domaines d'application et points de vocabulaire :

La classification comme dit préalablement joue un rôle dans presque toutes les sciences et techniques qui font appel à la statistique multidimensionnelle. A titre d'exemple les sciences biologiques : botanique, zoologie, écologie, ... qui utilisent le terme "taxinomie" pour désigner l'art de la classification. Ainsi que les sciences de la terre et des eaux : géologie, pédologie, géographie, étude des pollutions, font grand usage de classifications. Une autre forte utilité des techniques de classification dans les sciences de l'homme : psychologie, sociologie, linguistique, archéologie, histoire, etc ... et sans oublier les techniques

dérivées comme les enquêtes d'opinion, le marketing, etc ... Ces dernières emploient parfois les mots de "typologie" et "segmentation" pour désigner la classification, Citons encore la médecine [Jamouille, 2000], l'économie, l'agronomie . . . etc ! Dans toutes ces disciplines la classification peut être employée comme un domaine particulier ; mais elle l'est souvent

utilisée à l'interprétation des graphiques d'analyse factorielle, ou bien déterminer des groupes d'objets homogènes, préalablement à une régression linéaire multiple.

Voilà les quelques exemples de ses utilités :

- **Reconnaissance de formes :**

Généralement c'est une question qui vise à reconnaître ou identifier certain motifs à partir de données brutes afin de prendre une décision dépendant de la catégorie attribuée à ce motif [Peter, 2001], ces motifs (formes) peuvent s'agir d'une image (visage, empreinte digitale, rayon X, EEG,...) ou sonore (reconnaissance de parole), et bien d'autres.

III.8.Conclusion

Nous avons vu une généralité sur les conceptions des méthodes de classification et un aperçu superficiel sur les principes de la première grande approche qui infère à partir d'un échantillon d'exemples classés une procédure (fonction de décision) de classification des nouveaux exemples non étiquetés. La Discrimination (ou les méthodes supervisées) peut être basée sur des notions de proximité (plus proches voisins) ou bien encore sur des recherches dans des espaces d'hypothèses (arbres de décision, réseaux de neurones)

Nous avons vu que la segmentation (clustering) permet de regrouper des objets (individus ou variables) en un nombre limité de groupes ou de classes (segmentes, ou cluster). La classification consiste à grouper les pixels de l'image ayant des caractéristiques assez similaires, en des sous ensembles de classes.

Parmi les méthodes proposées dans la littérature, Dans ce travail , nous nous sommes plus particulièrement intéressés par les deux type d'apprentissage automatique supervisé basée sur K plus proche voisins (K-PPV) et non supervisé basée sur Classification ascendante hiérarchique (CAH).

Chapitre III: Classification des images

[**J.R.Quinlan.85**] J.R.Quinlan. *Induction of Decision Trees*. 1985, Machine Learning, Vol. 1, pp. 81-106.

[**Jamouille, 2000**] : Marc Jamouille, Michel Roland , Jacques Humbert, Jean-François Brûlet. Traitement de l'information médicale par la Classification internationale des soins primaires, deuxième version : CISP-2. Care Edition, Bruxelles, 2000

[**Peter, 2001**] : Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Pattern classification, Wiley-interscience, 2001.

[**Cocquerez.1995**] J. P. Cocquerez,S,Philipp,Analyse d'images et segmentation. Masson, 1995.

[**M.Semchedine,2007**] M. Semchedine,L.Toumi,A.moussaoui, " Système Coopératif de Classification floue Possibiliste avec Rejet d'Ambigüité Application à la Segmentation d'Images IRM ", 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing CIP'2007. Sétif, Algérie.

[**DidayE,1989**] Diday E., Govaert G., Lechevallier Y., Ralam-Bondrainy H. Classification Automatique des Données. Bordas, Paris, 1989.

[**langdon,2000**]: W. B. Langdon "Natural Language Text Classification and Filtering with Trigrams and Evolutionary Nearest Neighbor Classifiers", 2000.

[**Site10**]https://www.google.dz/search?lr=lang_fr&biw=1366&bih=673&tbs=lr%3Alang_1fr&q=Clustering+Gilles+Gasso+-+Philippe+LERAY&oq=Clustering+Gilles+Gasso+-+Philippe+LERAY&gs_l=serp.3...2918.28637.0.29391.3.3.0.0.0.1272.1272.7-1.1.0....0...1c.1.64.serp..2.0.0.-qGZDyt6NFY

[**Site11**]<http://www.map.toulouse.archi.fr/works/panoformation/imagenum/imagen.htm>

[**Site12**]https://interstices.info/encart.jsp?id=c_41867&encart=3&size=600,500

[**Site13**] https://fr.wikipedia.org/wiki/Arbre_de_d%C3%A9cision

[**Site14**]http://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0ahUKEwi-lduuhZnMAhVMApoKHbOWA-8QFgheMAw&url=http%3A%2F%2Fwww.pacea.u-bordeaux1.fr%2FIMG%2Fpdf%2FDec_tree.pdf&usg=AFQjCNHGO9WoPGMiHqNPdAG4NZZ3akuATw&sig2=MdfyFZq_nts-jNBQ86jF8A

IV.1.Introduction

Après avoir exposé les différents axes requis pour la compréhension du contexte de notre travail, dans ce chapitre nous allons présenter toutes les étapes de conception et de réalisation de notre moteur de recherche des images. Nous allons commencer par la conception de notre ontologie **Onto_Animal** sur le domaine des Animaux.

Les sections qui suivent seront consacrées à la description de l'architecture de notre moteur de recherche.

Nous allons détailler notre modèle de recherche et classification qui va exploiter l'ontologie pour trouver les images pertinente sà l'utilisateur.

Nous allons décrire les environnements matériels et logiciel utilisés pour réaliser notre plateforme ainsi que l'application développée en termes de conception et d'implémentation.

IV.2.Système de classification d'image selon la sémantique

IV.2.1.Conception de notre ontologie « Onto_Animal»

Nous avons choisi le domaine des animaux comme domaine pour notre ontologie .La première étape consiste à choisi une collection d'images représentative de domaine des animaux. L'ontologie sera ensuite utilisée pour annoter les images de cette collection. Le but de l'utilisation de l'ontologie est d'améliorer la qualité de la recherche toute en retournant à l'utilisateur non seulement les images annotées explicitement avec les concepts de la requête initiale mais aussi toutes les images annotés avec les concepts qui ont une relation avec ces concepts.

Dans ce travail nous nous sommes concentrée sur plusieurs type de relations : « est un, Taille, Mange », ce qui nous permettra de modéliser la relation entre une sous-classe et sa classe mère. Ceci nous donne une ontologie hiérarchique.

Comme nous l'avons présenté précédemment, le processus de construction d'une ontologie s'articule principalement sur les phases suivantes :

➤ **Phase 1:**

Spécification des besoins

La construction d'une ontologie commence par la définition d'un domaine et de sa portée. Pour cela : Nous avons choisi les animaux comme domaine pour notre ontologie. Les buts de l'utilisation de l'ontologie sont :

- Faire l'annotation sémantique d'une base d'image sur ce domaine
- Enrichir le résultat de l'annotation par d'autres concepts de niveaux d'abstraction plus élevé par l'exploitation des relations sémantiques dans l'ontologie.
- Servir d'autres travaux tels que la recherche d'images. L'ontologie sert principalement à fournir des concepts avec lesquels on va faire l'annotation. De plus, ses relations vont servir pour avoir plusieurs niveaux d'abstraction dans les annotations des images.

Les utilisateurs potentiels de l'ontologie sont : les personnes chargées de processus d'annotation. Ainsi que ceux responsables de développer un mécanisme pour la classification et la recherche sémantique des images

Chapitre IV: Conception et implémentation

- **Domaine:** Description des photos d'animaux selon leurs caractéristiques physiques, environnementaux, ...
- **Objectif opérationnel (But)** : l'ontologie est utilisée comme un référentiel commun entre l'annotateur et le chercheur du document. Elle regroupe les descriptions nécessaires utilisées lors de la recherche d'une ressource (image).
- **Utilisateurs** : annotateurs et chercheurs des images
- **Porté (liste des termes importants)** : taxonomie des animaux (animal, mammifère, amphibiens ...)
- **Granularité (niveau de détail)** : fine
- **Source de connaissances** : Classification simplifiée du règne animal
- **Scénarios d'usage** : recherche d'une image selon le contenu cognitif de son annotation

➤ **Phase 2 : Conceptualisation**

-Etape 1 : énumérer et identifier les termes importants de l'ontologie (dictionnaire glossaire). Il contient tous les termes importants du domaine, indifféremment de leurs types (Concept, Relation, ou Propriété).

Exemple : (Animal, Mammifères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Animal_Marin, Insects, Corps, Description, possède, avec taille, Nom, image...)

-Etape 2 : la classification hiérarchie (définir les classes et la hiérarchie des classe)

La classification hiérarchie des animaux

Le schéma suivant représente graphiquement notre Ontologie (classes et hiérarchie de classe de l'ontologie).

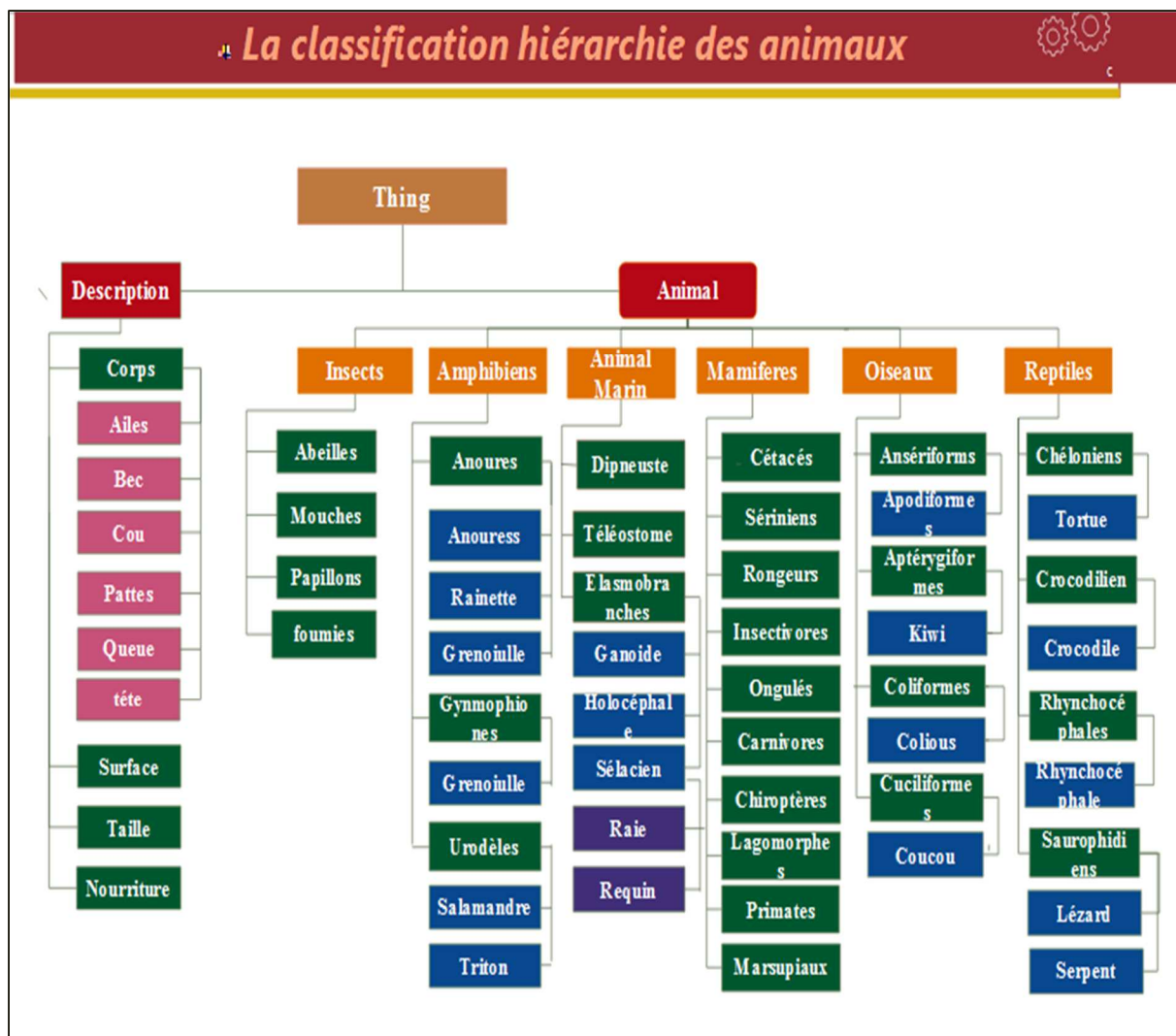


Figure 23 :Récapitulatif du modèle de notre ontologie « Onto_Animal »

Concept	Domaine	Description	Attribut
Animaux	Thing	Animaux, pluriel d'animal est, selon la classification classique, un être vivant hétérotrophe, c'est-à-dire qu'il se nourrit de substances organiques (animaux ou plante).	Nom Image
Insectes	Animal	Les insectes sont des arthropodes dont le corps est divisé en trois segments (tête avec une seule paire d'antennes, thorax et abdomen de 11 segments au maximum)	
Reptile	Animal	Les Reptiles, au sens courant, regroupent des animaux terrestres à température variable	
Oiseau	Animal	Les oiseaux (ou classe des Aves) sont des vertébrés tétrapodes ailés appartenant au clade des dinosaures.	

Chapitre IV: Conception et implémentation

		S'il existe près de 10 000 espèces d'oiseaux	
Amphibien	Animal	Les Amphibiens forment une classe, dont font partie l'espèce humaine.	
Mammifères	Animal	Vertébré tétrapode caractérisé notamment par la présence de poils et de mamelles, Les mammifères forment une classe, dont font partie l'espèce humaine et la plupart des gros animaux.)	
Animal Marin	Animal	Les animaux marins sont des animaux vertébrés aquatiques à branchies, pourvus de nageoires et dont le corps est le plus souvent couvert d'écailles. On les trouve abondamment aussi bien dans les eaux douces que dans les mers	
Carnivores	Mammifères	Animaux à quatre membres recouverts de poils, se nourrissant essentiellement de chair animale, pourvus de dents carnassières servant à découper.	
Canidés	Carnivores	Les Canidés forment une famille de mammifères carnassiers aux molaires nombreuses et aux griffes non rétractiles.	
Félidés	Carnivores	Les Félicins ou Félidés constituent une famille de mammifères carnivores. Parmi leurs traits caractéristiques figurent leur tête ronde au crâne raccourci, leur mâchoire dotée d'environ trente dents, et leurs griffes rétractiles	
Ursidés	Carnivores	Les ursidés sont des mammifères carnivores, ils partagent avec les canidés un ancêtre commun.	
lion	Félidés	Mammifère carnivore, de la famille des Félidés, de forte taille, caractérisé par sa face large, sa crinière touffue, son tronc et ses membres trapus, son pelage fauve, et vivant à l'état sauvage surtout en Afrique	
...			
Dipneuste	Animal Marin	Le terme dipneuste désigne un groupe de poissons d'eau douce possédant un poumon fonctionnel, en plus des branchies (d'où le nom, qui évoque deux systèmes respiratoires).	

Chapitre IV: Conception et implémentation

Elasmobranches	Animal Marin	Les élasobranches correspondent à une sous-classe des chondrichthyens (les poissons cartilagineux). Ce taxon comprend en effet les Sélaciens, mais pas les chimères.	
...			
Sélacien	Elasmobranches	sous classe des Elasmobranches qui regroupe les requins et raies	
Requin	Sélacien	Grand poisson de mer, vorace et redoutable, appartenant à l'ordre des squales, au corps allongé, au museau pointu, dont la bouche, largement fendue en arc, est située sur la face ventrale et comporte des mâchoires puissantes	
...			
Ansériformes	Oiseau	Les Anseriformes (ansériformes en français) est un ordre qui comprend trois familles d'oiseaux, regroupe 169 espèces et 51 genres (selon le Congrès ornithologique international) de canards, d'oies, kamichis, canaries et de cygnes. La plupart des espèces sont aquatiques	
Colliformes	Oiseau		
Apodiformes	Oiseau	Traditionnellement, l'ordre des Apodiformes était divisé en 4 familles d'oiseaux, réparties en 2 sous-ordres, les <i>Apodi</i> et les <i>Trochili</i> . Leurs pattes sont courtes et elles ne permettent pas à ces oiseaux de marcher au sol, mais uniquement de se poser sur une paroi rocheuse ou de se percher (pour les Hemiprocnidae).	
Canard	Ansériformes	« Canard » est un terme générique qui désigne des oiseaux aquatiques, aux pattes palmées (palmipèdes) et au bec caractéristique, domestiqués ou non. Ils font pour la plupart partie de la famille des anatidés. Ce mot désigne des espèces qui ne portent pas nécessairement un nom vernaculaire contenant le terme canard	
....			
Chéloniens	Reptile	<i>Chéloniens</i> . (Ordre de) reptiles dont le type est la tortue que caractérisent un tronc ramassé enfermé dans une carapace d'où émergent une petite tête, une queue et des membres courts à doigts (tortue terrestre) ou palmés	

Chapitre IV: Conception et implémentation

		(tortue aquatique).	
Crocodylien	Reptile	Crocodyliens des trois familles vivantes (dans le sens des aiguilles d'une montre) : un Crocodile marin, un Alligator d'Amérique et un Gavial du Gange	
Sauropidiens	Reptile	(Sauropidien) Les squamates, reptiles à écailles, ou sauropidiens est un vaste ordre de reptiles qui comprend tous les lézards, serpents et amphibènes. En fait cet ordre regroupe les reptiles qui changent régulièrement de peau	
...			
Serpent	Sauropidiens	Ce sont des reptiles au corps cylindrique et allongé, dépourvus de membres apparents	
Anoures	Amphibien	Les anoures, Anura, sont un ordre d'amphibiens. C'est un groupe, diversifié et principalement carnivore, d'amphibiens sans queue comportant notamment des grenouilles et des crapauds	
Gymnophiones	Amphibien	Les Gymnophiona sont un ordre d'amphibiens vermiformes. Ils sont appelés en français apodes, cécilies ou gymnophiones	
Urodèles	Amphibien	Les Urodèles forment un ordre d'amphibiens qui gardent une queue à l'état adulte, à la différence des anoures et des gymnophiones. Il regroupe les salamandres, les tritons et d'autres espèces apparentées.	
Grenouille	Anoures	Le terme grenouille est un nom vernaculaire attribué à certains amphibiens, principalement dans le genre Rana. À un de ses stades de développement, la larve de la grenouille est appelée un têtard. ...	
...			
coccinelle	Insectes	Les coccinelles figurent parmi les insectes utilisés par l'homme : beaucoup d'espèces se nourrissent	

Chapitre IV: Conception et implémentation

abeille	Insectes	Les abeilles sont des insectes pollinisateurs utiles à l'agriculture et aux écosystèmes, mais elles connaissent souvent des pertes en hiver	
...			
Description	Thing	Les concepts de description physique ou environnementale de l'animal	
Nourriture	Description	De manière générale, la nourriture est un élément d'origine animale, végétale, (parfois bactérienne ou minérale), consommé par des êtres vivants	
Corps	Description	Le corps de l'animal	
Taille	Corps	Taille de l'animal	

Tableau.1.Dictionnaire des concepts

-Etapas 3 & 4 : définir les propriétés des classes, les relations

- **Description Propriétés des classes**

Propriétés	Description	Concept	Type
Nom	Nom de l'animal	Animal	Chaîne de caractère(String)
Image	Image de l'animal	Animal	Chaîne de caractère(String)

Tableau.2. Les propriétés des concepts

- **Description des relations**

Relation	Concept source	Concept cible	Description
Est_un	Animal	Animal Marin Amphibien Oiseau Reptile Mammifère Amphibien Insectes	Décrire la catégorie de l'animal
Mange	Animal	Nourriture	Décrire la nourriture que mange l'animal
Avec_taille	Animal	Taille	Décrire la taille du corps de l'animal

Tableau.3. Les relations entre classes de hiérarchie.

Chapitre IV: Conception et implémentation

-Etape 5. Construction de glossaire d'axiomes

Concept	Axiome	Description
Félidés	Possède some taille Possède some pattes	Les Félines ou Félidés constituent une famille de mammifères carnivores. Les félins possèdent une taille grande et pattes courtes
Chiroptères	Possède some taille	Les Chiroptères possèdent des tailles
Oiseaux	Possède only bec	Les oiseaux possèdent un bec
Chéloniens	Mange somme Nourriture Possède some taille	forment un ordre de reptiles dont la caractéristique est d'avoir une carapace les Chéloniens mange nourriture (fleurs,poils,insect de mer...) et recouvert de surface (carapace,poils...)
Crocodilian	Possède some taille ...	Ils possèdent un corps oblong et plat muni de deux paires de pattes placées latéralement qui leur permettent de se mouvoir en faisant traîner l'abdomen au sol, et d'une longue queue possèdent une taille grande. La peau est couverte d'écailles cornées épaisses et le dos est protégé par une cuirasse de plaques osseuses dermiques... Lorsqu'ils se laissent flotter à la surface seuls leurs yeux et leurs narines émergent à la surface de l'eau pour observer et respirer.
...		

Tableau.4. Extrait de table des axiomes

-Etape 6 : créer les instances des classes dans la hiérarchie.

L'instanciation des concepts est réalisée par annotation sémantique.

Concepts	Individus
Taille	Grande, petite, moyenne, très_petite...
Bec	Applati, crochu, large, court, long.
Nourriture	Calamard, crabe, fruits, graines, homards, reptiles, Mammifère, oiseaux, insecte, insecte_de_mer, poisson, petit_poisson, viande, poleine, coquillage, friandise.

Tableau 5. Extrait des instances

IV.2.2. Conception de notre système d'annotation et de recherche et classification sémantique d'image

Le système que nous allons construire se compose de deux modules qui sont : le module d'annotation et le module de recherche et de classification.

IV.2.2.1. Module d'annotation sémantique

Après avoir montré la démarche de représentation des connaissances et la classification hiérarchie du domaine des animaux dans une ontologie dans le but d'une manipulation sémantique par la machine, Nous consacrons cette section pour faire une conception de l'annotation des images de ce domaine par les concepts de l'ontologie afin de servir par la suite à répondre aux requêtes des utilisateurs via une classification par la sémantique.

Notre travail entre dans un domaine de recherche très actif et qui présente plusieurs axes à évoluer, parmi ces axes, on trouve l'annotation.

Nous avons choisi de procéder d'une façon manuelle. Pour cela nous avons partagé le travail en deux étapes comme suivant :

- **Choix de la collection d'images** : La première étape consiste à choisir une collection d'images représentatives du règne animal.
- **L'annotation sémantique à base d'ontologie** : Après le choix de la collection d'images, l'annotation sémantique consiste à : pour chaque image, on doit extraire à partir de l'ontologie l'ensemble des concepts convenables permettant sa description ou interprétation. Par conséquent une annotation sémantique attachée à cette image, et qui contient l'ensemble des concepts sélectionnés. Chaque image est représentée par un vecteur de n dimensions. Notons que les concepts de la requête peuvent appartenir aux différents niveaux d'abstraction mais dans le vecteur, nous représentons seulement les concepts feuilles de l'ontologie. Par conséquent, et afin de pouvoir les comparer, nous commençons par remplacer chaque concept de la requête par tous ses descendants de niveau feuille.

IV.2.2.2. Module de recherche et classification sémantique

1. Formulation de la requête

L'utilisateur sélectionne un ou plusieurs concepts sémantiques. Ces concepts appartiennent aux différents niveaux d'abstraction.

2. Présentation du modèle de recherche et classification

Chaque image est représentée par un vecteur de n dimensions où n représente le nombre des concepts feuilles d'ontologie. Chaque concept est associé avec un poids selon la formule qui dénote son intérêt dans l'image. Notons que les concepts de la requête peuvent appartenir aux différents niveaux d'abstraction mais dans le vecteur, nous représentons seulement les concepts feuilles de l'ontologie. Par conséquent, et afin de pouvoir les comparer, nous commençons par remplacer chaque concept de la requête par tous ses descendants de niveau feuille.

Exemple : supposons que l'utilisateur a choisi dans sa requête le concept : Insectes. Nous retournons à l'ontologie, nous trouvons que ce concept a pour descendants de niveau feuille les concepts suivants : abeilles, papillons, coccinelle, mouches, fourmis.

Pour comparer entre le vecteur de la requête et les vecteurs des images, On a utilisé dans ce module l'algorithme des K plus proche voisins (K-PPV) qui permet de calculer les vecteurs des images les plus proches voisins. nous avons choisi d'utiliser la mesure euclidienne car elle est la mesure la plus simple et la plus utilisée.

3. Affichage des résultats : Elle permet d'afficher sous forme d'une liste toutes les images retrouvées par le module classification et de recherche.

IV.3. Environnement de développement :

IV.3.1. L'environnement matériel :

Notre plateforme a été développée sur une machine Pentium 2, sous le système d'exploitation Microsoft Windows 8.

IV.3.2. L'environnement logiciel :

L'implémentation de l'application a été réalisée avec le langage de programmation Java sous la plateforme NetBeans IDE7.4, à l'aide des APIs Java que nous décrirons ultérieurement.

IV.3.2.1. Le langage Java :

Nous avons utilisé comme langage de programmation le langage objet « java ». Le choix de java se justifie par les avantages suivants :

- C'est un langage bien connu et largement répandu. Il existe de nombreuses bibliothèques qui facilitent le développement des applications notamment des parseurs pour XML et OWL.
- Les applications java s'exécutent en utilisant une machine virtuelle, ce qui les rend indépendantes du système d'exploitation.
- Des machines virtuelles java ont été développées pour la plupart des systèmes actuels, ce

Chapitre IV: Conception et implémentation

qui facilite la portabilité des applications java.

- Les compilateurs java sont gratuits.
- Il est compatible avec L'API JENA, ce qui nous permet la manipulation, e parcours et la modélisation des documents OWL.
- Java permet de définir facilement des interfaces graphiques agréables à utiliser. Nous avons réalisé notre application java en utilisant JDK 1.6.0. Ses caractéristiques ainsi que la richesse de sa communauté lui ont permis d'être le choix préféré pour le développement de mon application. [Site11]

IV.3.2.2. Environnement Netbeans 7.4 :

NetBeans est un environnement de développement intégré (EDI), placé en *open source* par Sun en juin 2000 sous licence CDDL et GPLv2 (Common Développement and Distribution License). En plus de Java, NetBeans permet également de supporter différents autres langages, comme Python, C, C++, JavaScript, XML, Ruby, PHP et HTML. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages Web). Conçu en Java, NetBeans est disponible sous Windows, Linux, Solaris (sur x86et SPARC), Mac OS X ou sous une version indépendante des systèmes d'exploitation (requérant une machine virtuelle Java). Un environnement Java Développement Kit JDK est requis pour les développements en Java.

NetBeans aussi est un projet open source ayant un succès et une base d'utilisateurs très large, une communauté en croissance constante, et près 100 partenaires mondiaux des centaines de milliers d'utilisateurs à travers le monde. Est un environnement de développement et un outil pour les programmeurs pour écrire, compiler déboguer et déployer des programmes. Il écrit en Java mais peut supporter n'importe quel langage de programmation.

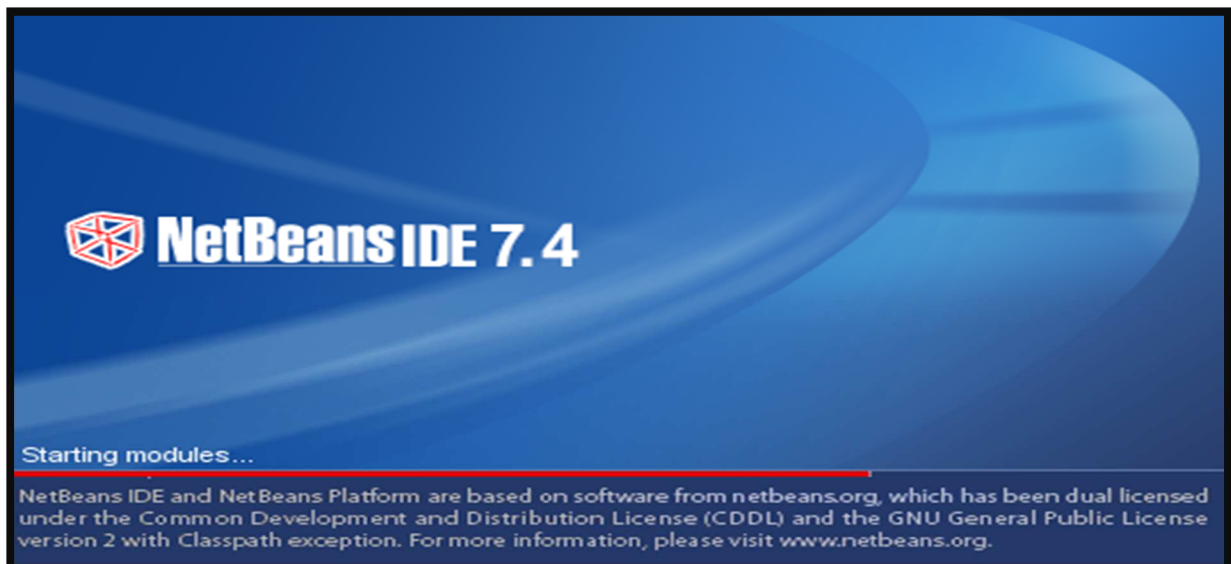


Figure 24 : Java NetBeans.

IV.3.2.3 L'API Jena :

Jena est une bibliothèque de classes Java qui facilite le développement d'applications pour le web sémantique.

- Manipulation de déclarations RDF.
- Lecture et écriture RDF/XML, Notation 3.
- Stockage en mémoire ou sur disque de connaissances RDF.
- Interpréteur SPARQL.
- Gestion d'ontologies : RDF-Schema, DAML+OIL, OWL.
- Logiciel libre (licence Apache) développé (principalement) par HP. Jena 2.7 peut être téléchargé à partir du site <http://www.apache.org/dist/jena/binaries/>. Tous les fichiers jar nécessaires à la compilation et à l'utilisation de Jena sont dans lib. Ils doivent tous être présents dans le CLASSPATH pour la compilation ou l'exécution de programmes utilisant Jena. [Site12]

IV.3.2.4.Protégé4.3.3:

L'outil Protégé est un éditeur d'ontologies distribué en open source développé par l'institut d'informatique médicale de l'université de Stanford. Protégé contient un éditeur hautement extensible, capable de manipuler des formats très variés. Les applications développées avec Protégé sont employées pour la résolution des problèmes et la prise de décision dans un domaine particulier. Protégé est une plate-forme extensible, grâce au système de plug-ins, qui permet de gérer des contenus multimédias, interroger, évaluer et fusionner des ontologies, etc. L'outil Protégé possède une interface utilisateur graphique (GUI) lui permettant de manipuler aisément tous les éléments d'une ontologie : classe, méta-classe, propriété, instance ... etc. Il peut être utilisé dans n'importe quel domaine où les concepts peuvent être modélisés en une hiérarchie des classes. Protégé permet aussi de créer ou d'importer des ontologies écrites dans les différents langages d'ontologies tel que : RDF-Schéma, OWL, DAML, OIL, etc. Cela est rendu possible grâce à l'utilisation de plug-ins qui sont disponibles en téléchargement pour la plupart de ces langages.

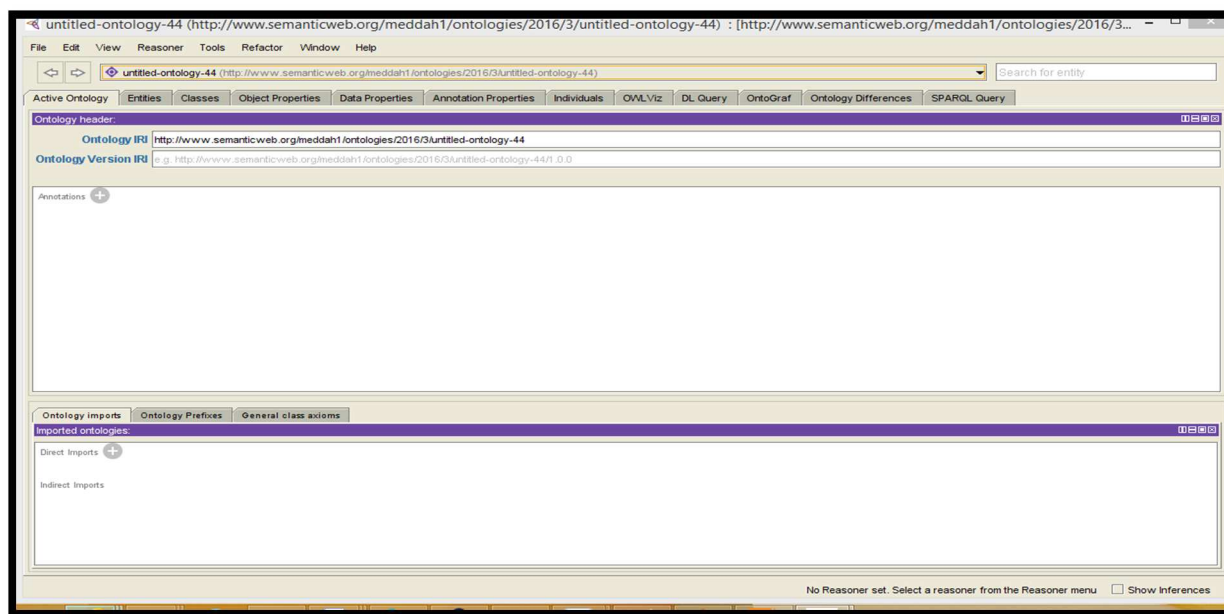


Figure 25 : Protégé 4.3.3.

IV.4. Implémentation du Système de classification et recherche d'image par la sémantique

IIV.4.1. Implémentation notre ontologie par Protégé

➤ Création d'un projet

Pour créer une ontologie, il faut tout d'abord créer un projet en choisissant le langage (ou format) désiré

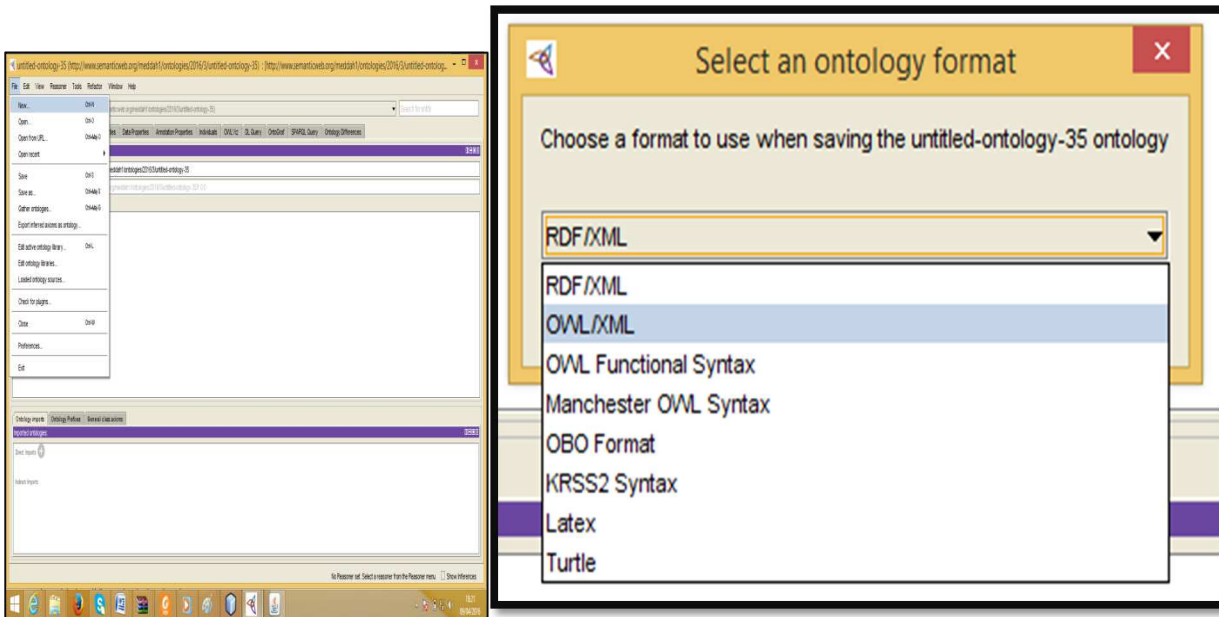


Figure 26 :Création d'un nouveau projet.

➤ Création des classes

Une fois le projet créé et nommé, on pourrait procéder à la création des classes. Pour ce faire, il faudrait activer l'onglet "Classes". Dans le volet gauche, cliquer sur la racine nommée « **THING** » avec le bouton droit de la souris. Ce qui aura pour effet d'afficher un menu contextuel. L'utilisateur devrait alors cliquer sur la commande "**Creat Subclass**", qui affichera une zone de texte dans laquelle, il saisira le nom de la classe. Celle-ci se place directement sous la racine.

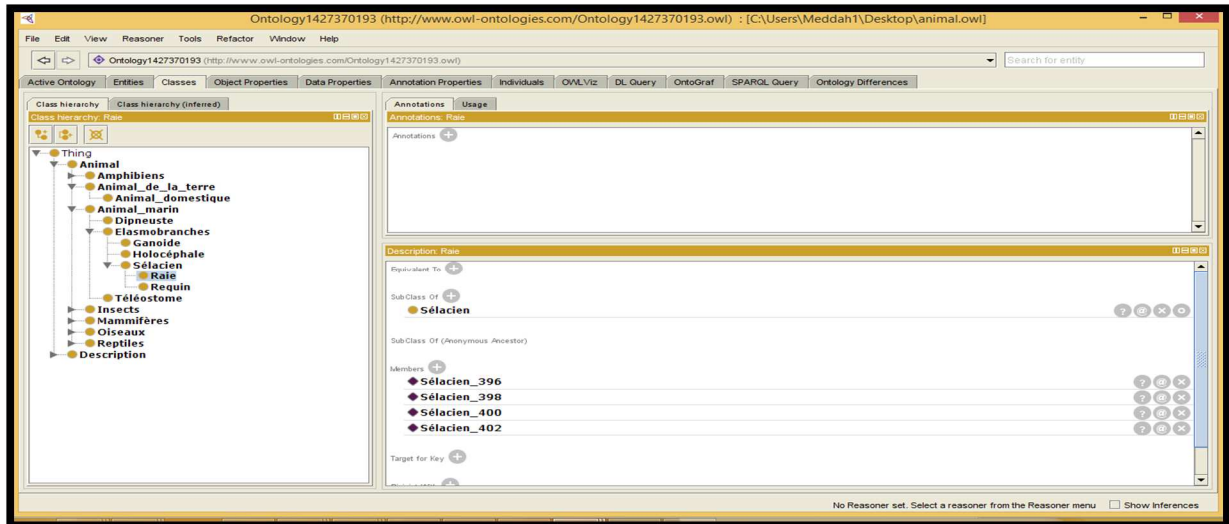


Figure 27 : Description des Classes et leur hiérarchie.

- **Création des attributs :** La création d'attributs ou de relation se fait en sélectionnant la classe dans le volet gauche de l'arborescence, puis en cliquant sur l'icône situé dans la zone "DatatypeProperty", dans le volet droit.

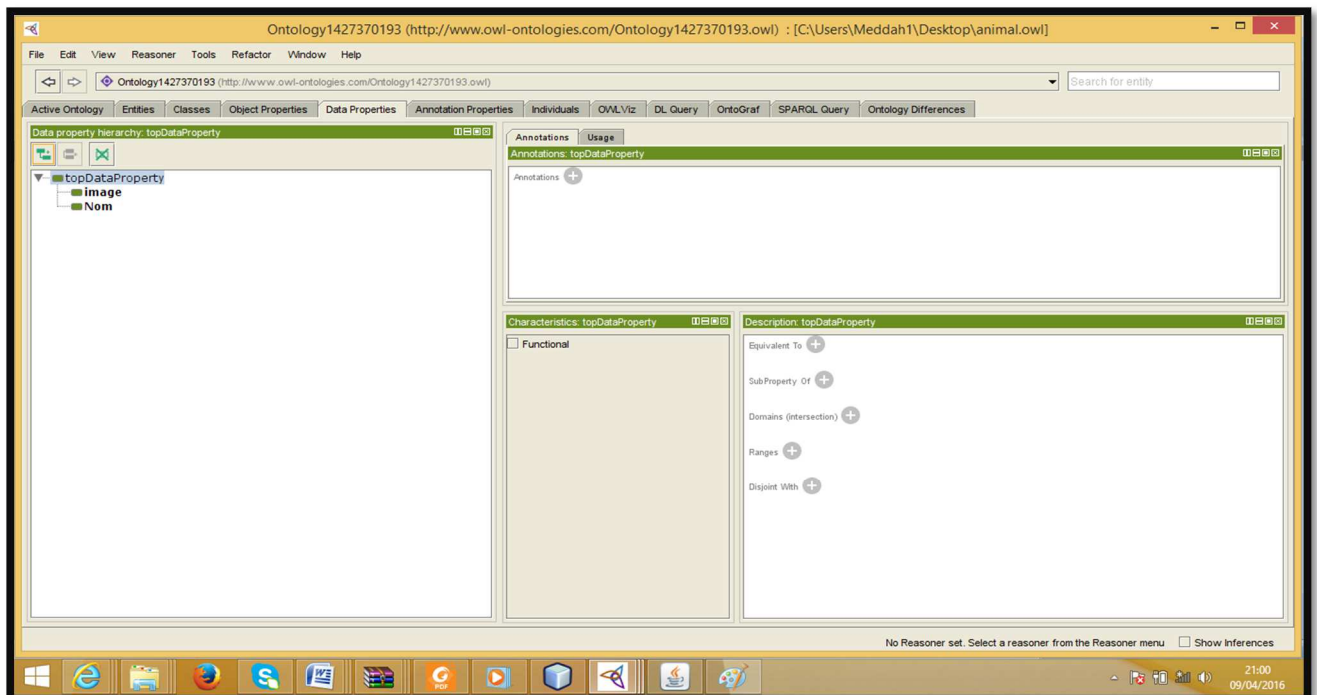


Figure 28. Création des attributs.

- **Création des relations :** De la même façon on crée les relations mais dans ce cas on utilise la zone « ObjectProperties »

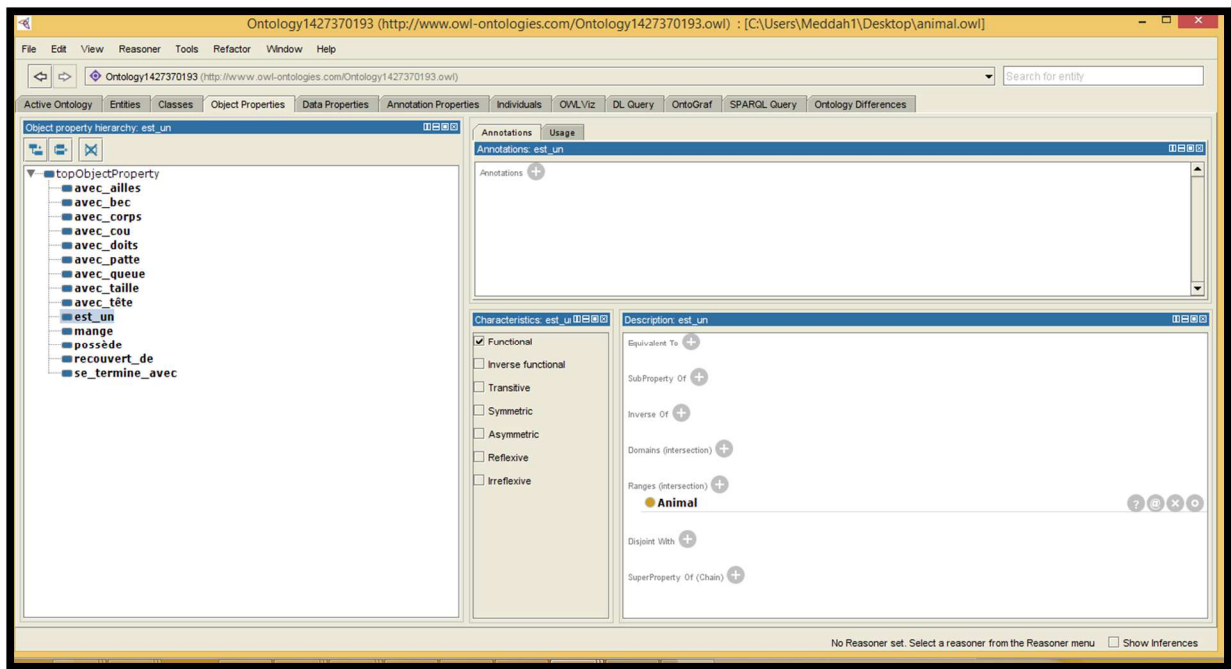


Figure 29. Création des relations.

- **Saisie les instances:** La saisie des instances se fait en activant d'abord l'onglet "Individuals". Ceci fait, il faut sélectionner la classe dans le volet gauche du projet, puis saisir les valeurs des attributs.

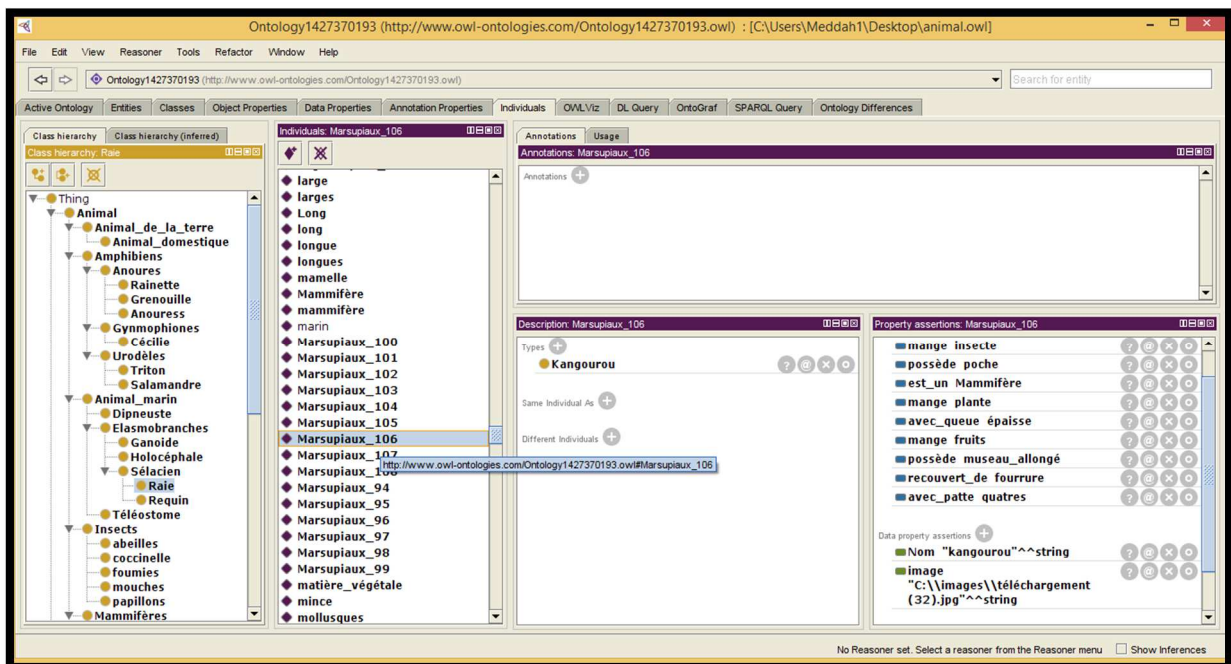


Figure 30. Saisie les instances.

- **Visualisation de l'ontologie**

Protégé offre la possibilité de visualiser graphiquement une ontologie.

➤ Réalisation de l'annotation sémantique

La réalisation d'annotation d'ensemble des images de notre domaine ce fait comme suit :

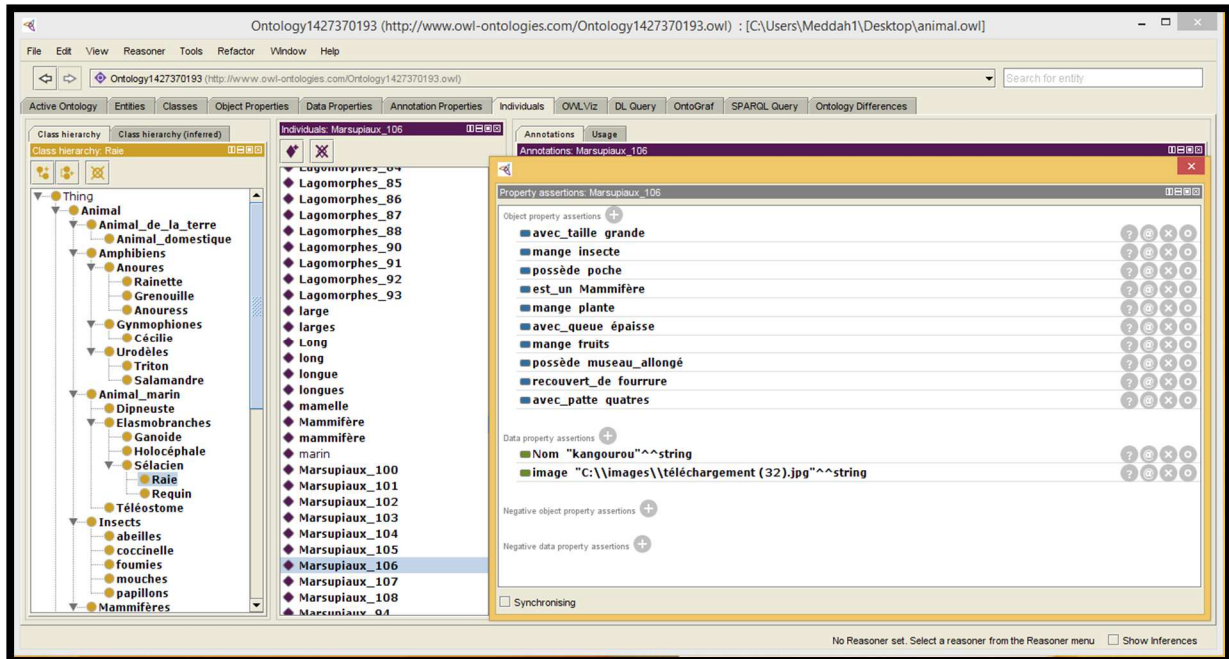
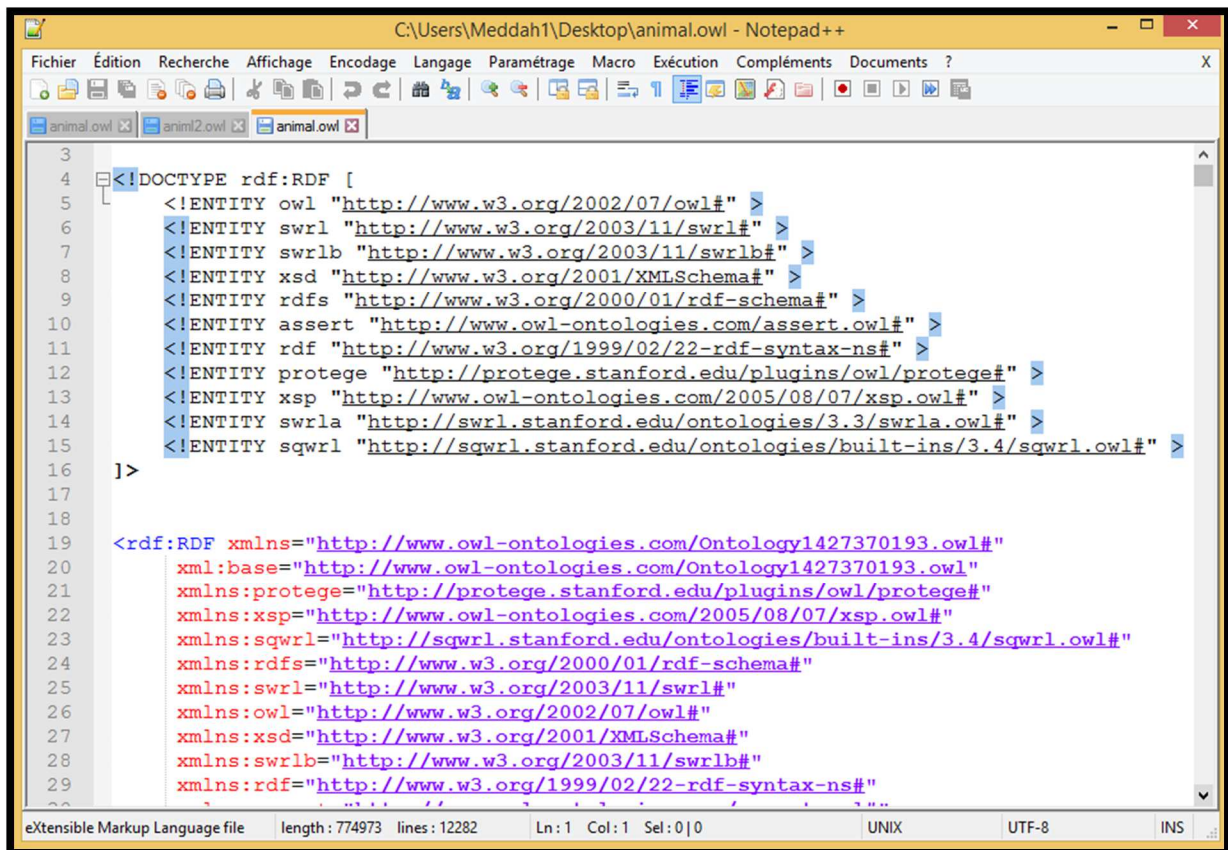


Figure 31. Annotation sémantique.

Nous allons à l'onglet individuels et sélectionnez une classe dans l'arborescence de la classe. Sélectionnez individuel dans la liste des individus. Ensuite, vous pouvez ajouter autant de la valeur des propriétés de l'image le chemin vers un fichier image.

A la fin de la création de notre ontologie un fichier OWL va se générer. Et voici un extrait de ce fichier.



```
3
4 <!DOCTYPE rdf:RDF [
5   <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
6   <!ENTITY swrl "http://www.w3.org/2003/11/swrl#" >
7   <!ENTITY swrlb "http://www.w3.org/2003/11/swrlb#" >
8   <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
9   <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
10  <!ENTITY assert "http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#" >
11  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
12  <!ENTITY protege "http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#" >
13  <!ENTITY xsp "http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#" >
14  <!ENTITY swrla "http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#" >
15  <!ENTITY sqwrl "http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#" >
16 ]>
17
18
19 <rdf:RDF xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427370193.owl#"
20   xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1427370193.owl"
21   xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
22   xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
23   xmlns:sqwrl="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#"
24   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
25   xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
26   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
27   xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
28   xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
29   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
30
```

Figure 32. Fichier owl.

IIV.4.2. Interface principale

L'interface illustrée par la figure ci-dessous représente l'interface principale de notre application. Lorsque l'utilisateur lance l'application la fenêtre principale s'affiche « **Figure 28** ».

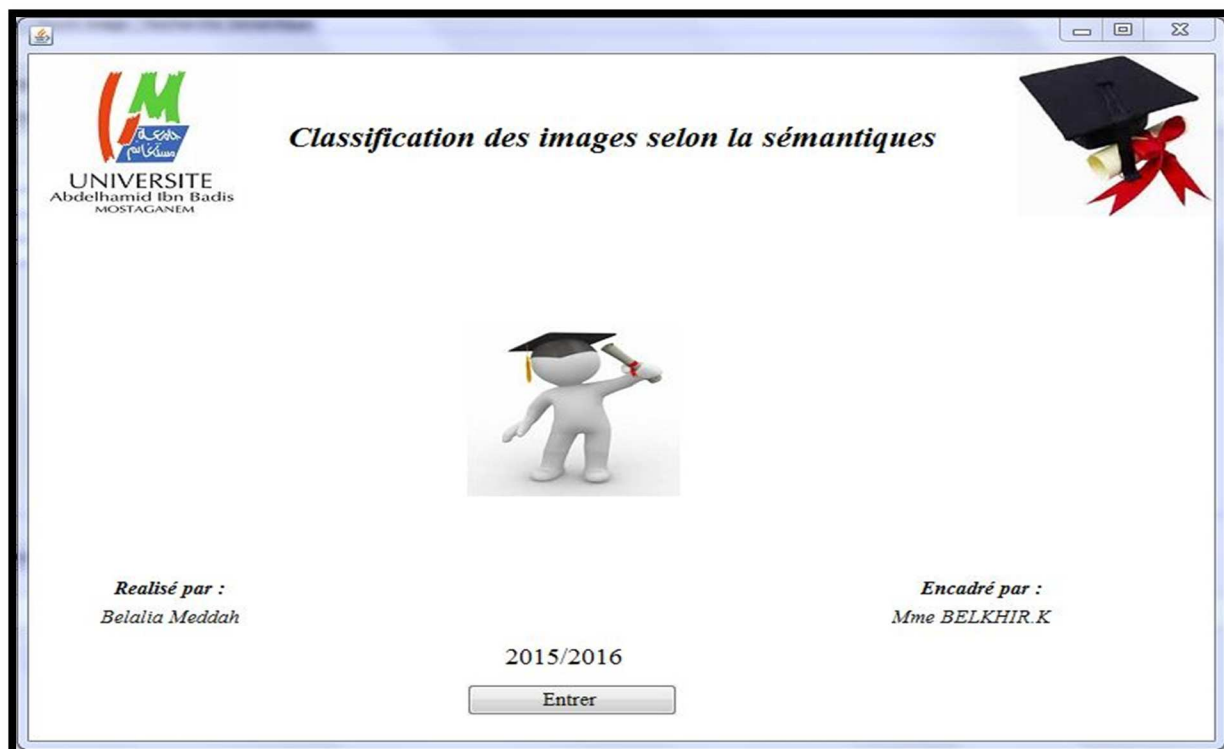


Figure 33. Interface principal.

IIV.4.3.Chargement d'un fichier owl :on charge le fichier « animal.owl »on clique sur le button 'charger'après on ouvre notre fichier et afficher .

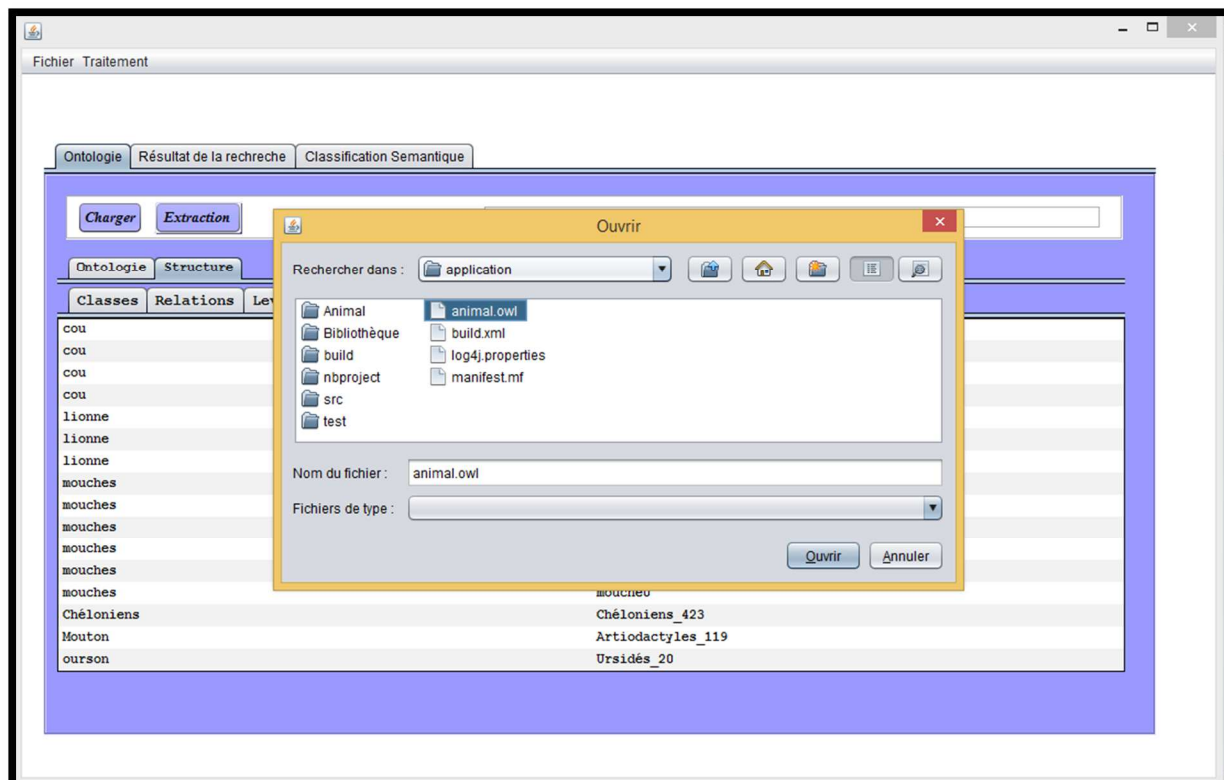


Figure 34 : Chargement d'un fichier owl .

IIV.4.4.Extraction de notre ontologie : le butons Extraction permet d'afficher la structure de notre ontologie ce dernier comporte toutes les fonctions dont l'utilisateur a besoin, parmi elles :

- Classes
- Individus
- Relations
- Propriétés

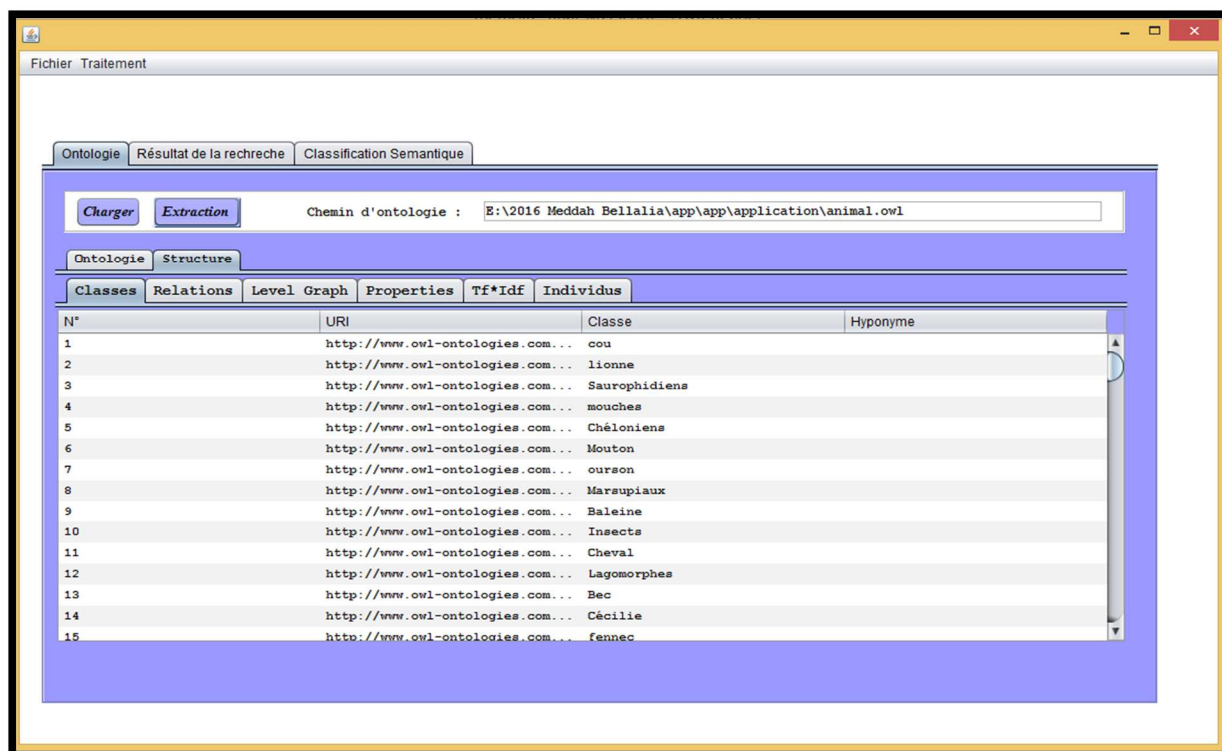


Figure 35. Extraction de notre ontologie .

IIV.4.5.Affichage des Relations :

On peut distinguer dans la figure 31 l'interface d'affichage qui nous donne les Relations de notre ontologie.

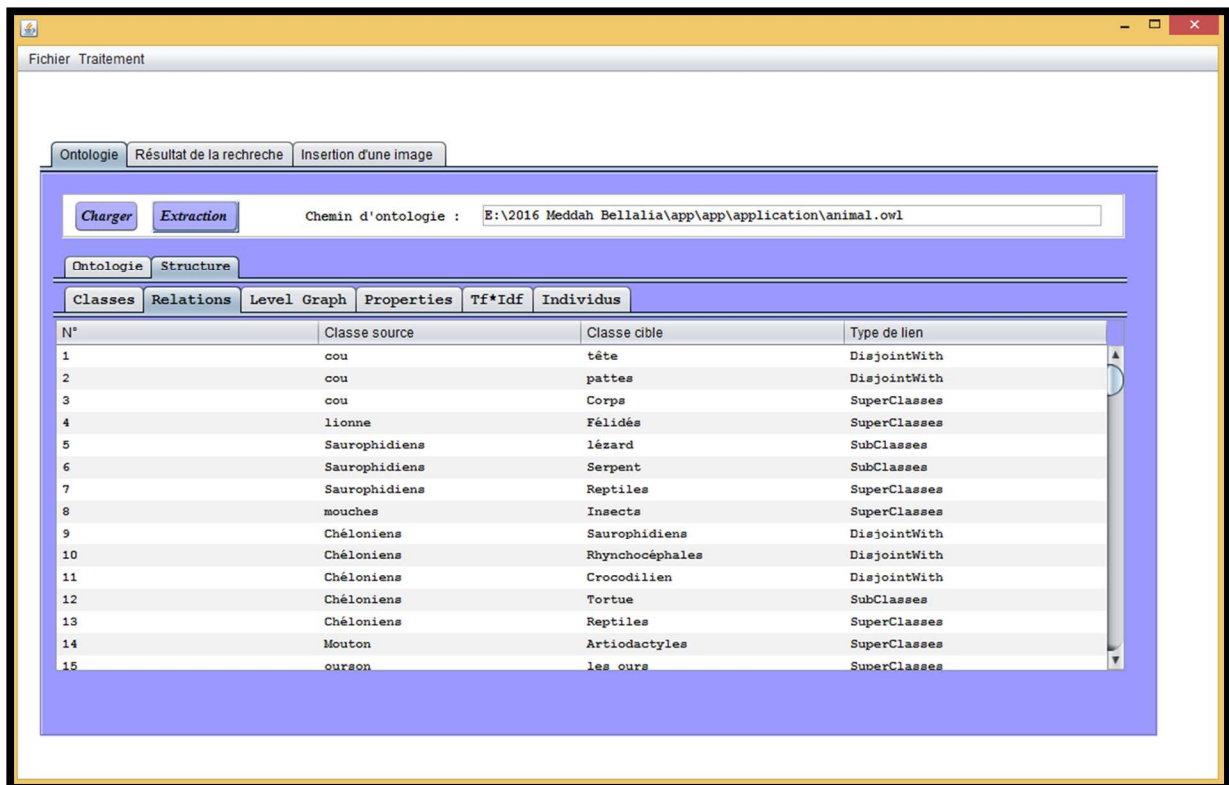


Figure 36. Affichage des Relations

IV.4.6. Résultats de recherche : Après avoir générer le fichier OWL la création d'une interface est devenue nécessaire pour y accéder à nos images

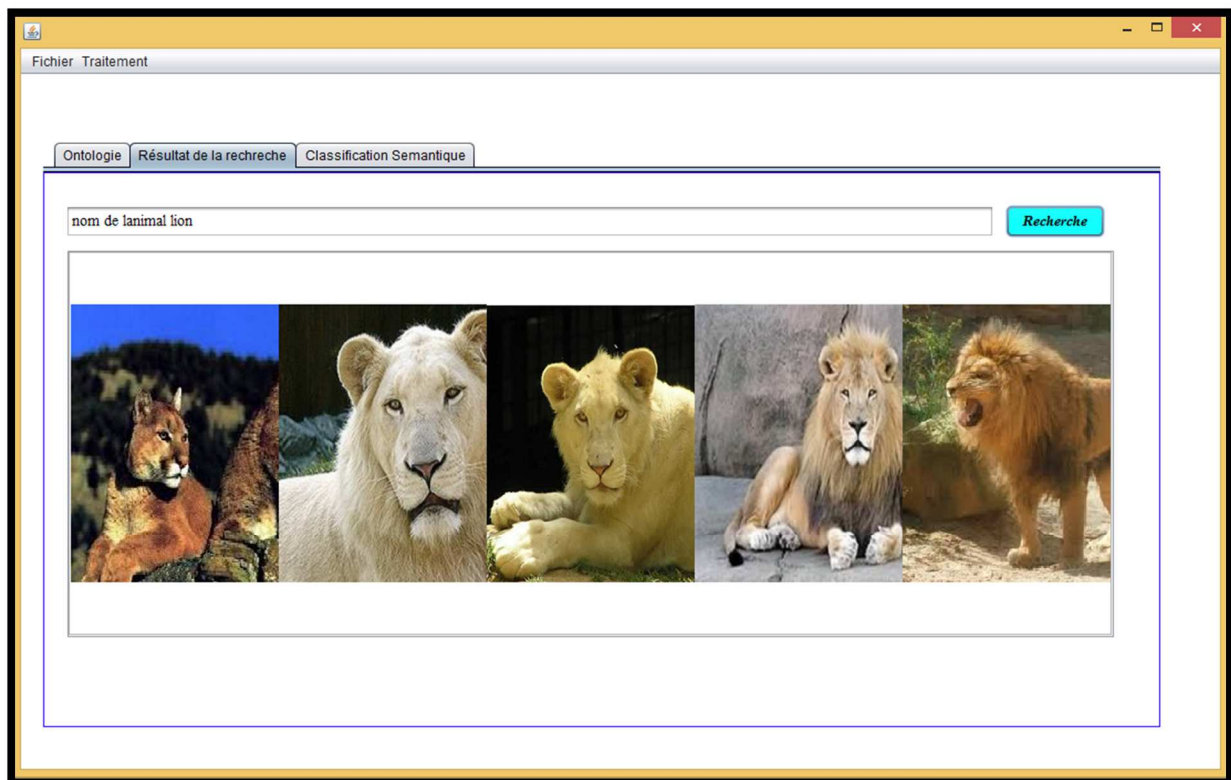


Figure 37. Résultats des Recherche

L'interface de recherche figure 32 nous permet d'effectuer une recherche à partir d'un nom, une catégorie, taille et Norriture. Une fois l'utilisateur a formulé sa requête, le moteur lance la recherche des images pertinentes puis il les affiche selon leur degré de similarité

IIV.4.7.Insertion d'une image

L'interface d'ajout figure33 nous permet de charger et d'ajouter une image

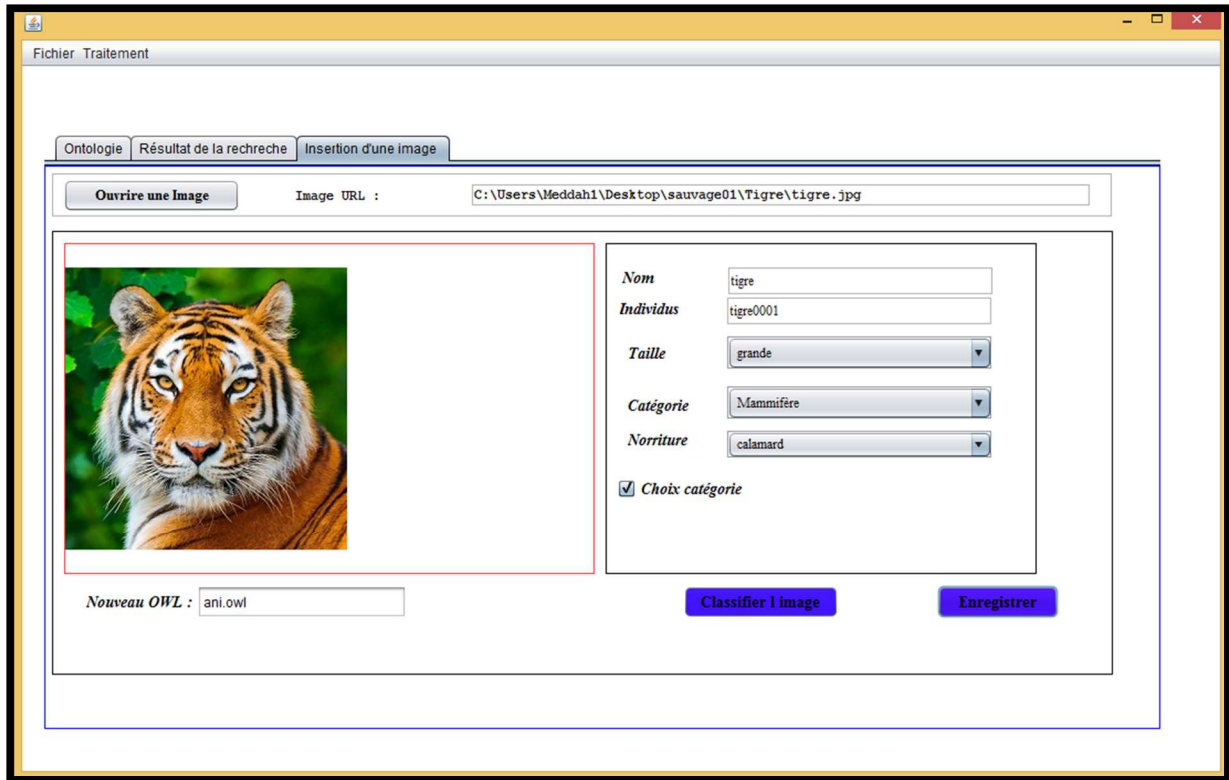


Figure 38. Insertion d'une image

IV.5. Discussion des résultats

Le système de classification des images selon la sémantiques donne des bons résultats dans un temps minimal donc il est très efficace tant que l'ontologie est riche en annotations.

L'objectif principal des moteurs de classification d'images est de localiser les images pertinentes à l'utilisateur avec une bonne précision et avec un minimum de temps.

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre, Nous avons présenté à travers ce chapitre la conception et l'implémentation de notre ontologie « Onto_Animal nous avons présenté le volet technique de notre application. Nous avons défini les outils utilisés lors de l'implémentation de notre application tels que Protégé et API JENA pour l'ontologie. Nous avons illustré par quelques pages écran de la plateforme et le déroulement de deux scénario d'exécution afin d'illustrer le déploiement de l'application avec un exemple très simple.

CONCLUSION GENERALE

Depuis quelques années, les bases d'images numériques connaissent un essor considérable. Leur facilité d'acquisition et de stockage les rendent très attractives pour des applications diverses.

Il en résulte une production permanente et considérable d'images numériques dans différents domaines.

L'accumulation d'images numériques pose rapidement le problème de l'indexation et la recherche d'images.

L'indexation et la recherche d'images est devenue un domaine de recherche actif qui se développe très rapidement. L'explosion du nombre de collections d'images personnelles et professionnelles ainsi que sur le Web a rendu le développement des outils qui organisent ces données une nécessité. L'objectif principal des moteurs de recherche d'images est de localiser les images pertinentes à l'utilisateur avec une bonne précision et avec un minimum de temps. Les moteurs de recherches d'images sont classés en deux grandes catégories : ceux qui exploitent leur contenu visuel (CBIR) et ceux qui exploitent les concepts sémantiques associés avec ces images.

Dans le cadre de notre travail nous sommes intéressé par la deuxième catégorie. Dans ce mémoire, nous avons abordé le problème d'indexation et de recherche d'images. Plus précisément, nous nous sommes focalisés sur l'indexation et la recherche d'images basée sur la sémantique.

Le deuxième aspect présent dans ce mémoire est la classification. La classification permet d'une part d'améliorer les performances du système en réduisant considérablement le temps d'accès lors de la recherche et d'autre part cela améliora la qualité des résultats obtenus lors de la recherche aussi. Le travail réalisé dans ce rapport s'inscrit dans ce contexte particulier, son objectif est d'implémenter un système de classification d'images par la sémantique.

Nous avons réalisé comme application un système de recherche et classification d'images l'un se basant sur la sémantique. On a pris en considération les phases suivantes :

1. D'abord, nous avons étudié les différentes étapes de création de nos systèmes ainsi que leurs architectures.
2. Puis, nous avons construit une ontologie de domaine Onto-Animal. C'est une ontologie orientée terminologie sur le domaine des animaux. Elle est exploitée dans la phase d'annotation et dans la phase de recherche.
3. Enfin, nous avons implémenté nos systèmes de recherche et classification à base de l'ontologie Onto-Animal et à base de descripteurs bas niveaux qui utilisent le modèle vectoriel après son adaptation à nos besoins.

Les perspectives de notre travail sont :

- Enrichir notre ontologie par d'autres concepts et relations sémantiques pour couvrir une variété d'images avec une sémantique plus riche.
- utiliser une annotation automatique on se basant sur des règles SWRL.

- améliorer les interfaces afin d'intégrer plus facilement et rapidement les différents composants, comme celui de relation ou de concepts existants dans notre ontologie.
- Valider notre moteur sur une grande collection des images.

BIBLIOGRAPHIE

[**Alain, 05**] Alain B, « Indexation et recherche d'image par le contenu », Mémoire de Master, Institut polytechnique de Hanoi. 2005

[**Anis, 05**] Anis J, « Modélisation générique de documents multimédia par des métadonnées : Mécanismes d'annotation et d'interrogation », Thèse Doctorat, Univ Toulouse, Soutenu le 06/07/2005. Guglielmo E.J. and Rowe N. C, « Natural-language retrieval of images based on descriptive captions », ACM Transactions on Information Systems", 1996.

[**Alain, 07**] Alain B, « Outil d'aide l'annotation d'images », Rapport de TIPE, Institut de la Francophonie pour l'Informatique, 22/01/2007

[**Azoune et al, 2008**] Houacine tarik Azoune slimane :construction et exploitation d'une ontologie dans le domaine de lutte antiacridienne 2007/2008.

[**Azouaou.06**] Azouaou.F, « Modèles et outils d'annotations pour une mémoire personnelle de l'enseignant», Université Joseph Fourier, Thèse de doctorat, Grenoble, 2006, p.84-85-92.

[**Amourache, 08**] Amourache F, Boufaïda Z, Yahiaoui L., « Construction d'une ontologie pour l'annotation des CVS/ Offre d'emploi », 10th Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence Oran, Algérie, 2008

[**Belila et al, 06**] Belila.K et Guia. S,« Appariement entre deux images en niveau de gris », Diplôme ingénieur d'état en informatique. UNIV kasdi merbah ouargla, Soutenu en 2006

[**Ben Cheikh , 11**] Ben Cheikh N, Ben Bezziane R, « la recherche d'images par la Sémantique ». Mémoire de Master, Univ Kasdi Merbah Ouargla. Soutenu en /06 /2011.

[**Bennour. H**] Hichem Bennour , « Indexation automatique des images : Une approche sémantique basée sur l'apprentissage supervisé des régularités ».

[**Bernard, 04**] Bernard R, « Recherche dans les bases de données images : une approche de description et une mesure de similarité combinant les aspects physiques et sémantiques de l'image ». Mémoire d'ingénieur, Centre d'enseignement de Dijon, Soutenu le 22/11/2004

[**Christophe, 08**] Christophe M, « Annotation automatique d'images : Annotation cohérente et création automatique d'une base d'apprentissage », Thèse de Doctorat, Paris, Soutenu le 14/01/2008

[**Chergui.N, 2008**] Chergui nabila : thème Tune approche de mapping pour l'intégration des ontologies 01/12/2008

[**Cocquerez.1995**] J. P. Cocquerez,S,Philipp,Analyse d'images et segmentation. Masson, 1995.

[**David, 08**] David P, « Recherche d'image sur un réseau à l'aide d'un réseau à l'aide d'un système multi-agents », Thèse de Doctorat, Univ de Cergy-Pontoise, Soutenu le 5/12/2008

[Dasiopoulou , 07] Dasiopoulou S., Doulaverakis C., Mezaris V., Kompatsiaris I., and Strintzis M.G. « Semantic-based Visual Information Retrieval, chapter An ontology-based framework for semantic image analysis and retrieval”. IRM Press, 2007

[DidayE,1989] Diday E., Govaert G., Lechevallier Y., Ralam-Bondrainy H. Classification Automatique des Données. Bordas, Paris, 1989.

[Jamal et al] Jamal A, Céline H, Isabelle B, « Adaptation de connaissances génériques pour l’interprétation d’images médicales », Ecole Supérieure des Télécommunications Paris.

[Jamouille, 2000] : Marc Jamouille, Michel Roland , Jacques Humbert, Jean-François Brûlet. Traitement de l’information médicale par la Classification internationale des soins primaires, deuxième version : CISP-2. Care Edition, Bruxelles, 2000

[J.R.Quinlan.85] J.R.Quinlan. *Induction of Decision Trees*. 1985, Machine Learning, Vol. 1, pp. 81-106

[Hichem] Hichem B, « Indexation automatique des images : une approche sémantique basée sur l’apprentissage supervisé des régularités ». Mémoire de Master, Univ de Monastir

[Haralik ,73] Haralik, R.M., Shanmugam, K., et Dinstein, I., «Textural features for images Classification ». IEEE Transaction on Systeme, Man, Cybernetics, 3,610-621, 1973

[Hakim Hacid.06] Hakim Hacid, «Annotation Semi-automatique de Grandes BD », Université Lumière Lyon 2, France, 2006, p. 206.

[Hyvonen et al , 03] Hyvonen E., Styrman A., Saarela S.,“Ontology-Based Image Retrieval”,2003.

[Gomez, 99] Gomez P., « Développements récents en matière de conception, de maintenance et d’utilisation des ontologies », Article dans la revue N° 19, 1999

[Khouloud, 09] Khouloud M, « Extraction et traitement de l’information : Un prototype d’un système de recherche d’images couleurs par le contenu », 2009.

[Iannino et al, 78] Iannino A. et Shapiro S. D. « A survey of the Hough transform and its extension for curve detection ». Proc. IEEE PRIP’78, Chicago, mai juin, p. 32-38. 1978.

[langdon,2000]: W. B. Langdon “Natural Language Text Classification and Filtering with Trigrams and Evolutionary Nearest Neighbor Classifiers”, 2000.

[Meskaldji. K, 2009] Khouloud Meskaldji,Extraction et traitement de l’information: un prototype d’un système de recherche d’images par le contenu

[Mezaris ,03] Mezaris V., Kompatsiaris I., Strintzis M.G. , “An Ontology Approach to Object-Based Image Retrieval”, ICIP 2003.

[Maillot et al, 04] Maillot N., Thonnat M., Alain B , “Towards ontology-based cognitive vision”, Machine Vision and Application, 2004.

[M.Semchedine,2007] M. Semchedine,L.Toumi,A.moussaoui, " Système Coopératif de Classification floue Possibiliste avec Rejet d'Ambigüité Application à la Segmentation d'Images IRM ", 4th International Conference on Computer Integrated Manufacturing CIP'2007. Sétif, Algérie.

[Palm et al, 02] Palm C et Lehmann. T.M. , « Classification of color textures by gabor filtering ». Machine Graphics and Vision International Journal, 11(2) :195–219, 2002

[Peter, 2001] : Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork, Pattern classification, Wiley-interscience, 2001.

[Stéphane , 06] Stéphane L, Yosi K and Ronald R.C, « Data Fusion and MultiCue Data Matching by Diffusion Maps ». In IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2006.

[Town, 01]Town C.P. and Sinclair D.A. “Ontological query language for content based image retrieval”. In Proceedings of the IEEE Workshop on Content-based Access of Image and Video Libraries (at CVPR'01), 2001.

[Town, 04]Town C.P. and Sinclair D.A. Language-based querying of image collections on the basis of an extensible ontology”. International Journal of Image and Vision Computing, 22(3) :251–267, 2004.

[Town, 06]Town C.P.. “Ontological inference for image and video analysis”. Mach. Vision Appl., 17(2) :94–115, 2006.

.

.

.