

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

Département d'Informatique et des Technologies de l'Information



Mémoire

Master Académique

Domaine : Mathématique et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Informatique Industrielle

Présenté par :

✉ Melle BEN CHEIKH Hadjer

✉ Melle KAOU DJA Zineb

Thème

Recherche d'images sémantique

Soutenu publiquement

le: 09/06/2015

Année universitaire : 2014/2015.

Remerciements

Avant tous, nous remercions ALLAH, pour nous avoir données la capacité pour réaliser ce travail.

Un grand merci au notre encadreur Melle Meriem KORICHI qui a fourni des efforts énormes, par ces conseils, ces orientations, ces informations.

Nous tenons à remercier les membres de jury et tous les enseignants de département d'INFORMATIQUE.

Un remerciement particulier à Mr Med Lamine KHERFI, Mme Farah DEBBAGH et Bilale KHALDI.

Enfin nos plus chaleureux remerciements pour toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce Modest travail.

Je dédie ce travail

A mes chers Parents,

Pour tous vos sacrifices pour moi, nul mot ne saura exprimer mon amour envers vous. Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie, car je ne pourrais jamais oublier la tendresse et l'amour dévoué par lesquels ils m'ont toujours entouré depuis mon enfance.

A mes sœurs et mes frères

Que Dieu vous garde, Je vous aime et je vous souhaite une vie pleine de succès et de réussite.

*A mon binôme, ma sœur, et mon amie **ZINEB**.*

À tous mes chères amies

Hadjer

Je dédie ce travail

*A ceux qui sont dans mon cœur, qui ont veillés pour notre confort et sacrifié beaucoup pour notre réussite, **A mes chers Parents** que dieu les gardent.*

A mes sœurs et mes frères

Youcef, Hichem, Abdelhak, Aya, Amira et mon chère petit frère Amine

Pour tous mes oncles et tantes

*Spécialement ma copine spirituelle **KOUKA***

Mes dédicaces vont tendrement à mes chères amies

Houda, Nacira, Lamis, Amira, Samar et Messaouda

*A mon binôme, ma sœur, et mon amie **HADJER***

Zineb



Sommaire

Résumé.....	1
-------------	---

Chapitre 1: Introduction générale

.1 Contexte et problématique.....	1
2. Objectifs	Erreur ! Signet non défini.
3. Organisation du mémoire :	2

Chapitre 2: Généralités sur la recherche d'images

1. Introduction	4
2. Image :.....	4
3. Image numérique :.....	4
3.1. Caractéristiques d'image :.....	5
3.1.1. Caractéristiques de bas niveau	5
3.1.2. Caractéristiques de haut niveau	5
4. Recherche d'image :.....	6
5. Les moteurs de recherche d'images :	7
6. Interaction entre le moteur de recherche et l'utilisateur :.....	7
6.1. Formulation de la requête	7
6.1.1. Requête textuelle :.....	8
6.1.2. Requête par esquisse	8
6.1.3. Requête par image exemple :.....	8
6.2 Le retour de pertinence (<i>relevance feedback</i>) :.....	8
7. Architecture d'un moteur de recherche.....	9
7.1. Phase offline (indexation) :	9
7.2. Phase online : La recherche	9
8. Types des moteurs de recherche.....	10
8.1. Moteur de recherche d'images par le contenu visuel (CBIR) :	10
8.1.1. Avantages et limites d'un CBIR :.....	10
8.2. Moteur de recherche d'images par le contenu sémantique :	11
8.2.1. La sémantique d'image :	11
8.2.2. Extraction du sémantique d'image :	11
8.3. Moteurs de recherche d'images par le contenu textuel.....	Erreur ! Signet non défini.
8.3.1. Modèles de recherches :	Erreur ! Signet non défini.
8.3.1.1. Modèles booléens :.....	Erreur ! Signet non défini.
A. Modèle booléen standard :.....	Erreur ! Signet non défini.

B.	Modèle booléen étendu	Erreur ! Signet non défini.
8.3.1.2.	Modèle probabiliste :	Erreur ! Signet non défini.
8.3.1.3.	Modèle vectoriel standard :	Erreur ! Signet non défini.
A.	Pondération des termes dans le modèle vectoriel :	Erreur ! Signet non défini.
8.4.	Moteurs de recherche avec l'utilisation des structures sémantiques :	Erreur ! Signet non défini.
8.4.1.	Avantage d'utilisation d'une ontologie pour l'annotation :	Erreur ! Signet non défini.
9.	Les ontologies :	Erreur ! Signet non défini.
9.1.	Définition de l'ontologie :	Erreur ! Signet non défini.
9.2.	Les composants d'une ontologie :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Concept :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Les classes :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Les instances :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Les relations :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Les fonctions :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Les axiomes :	Erreur ! Signet non défini.
9.3.	Création des Ontologie :	Erreur ! Signet non défini.
9.3.1.	Pour quelles raisons développer une ontologie ? :	Erreur ! Signet non défini.
10.	Conclusion	12

Chapitre 3: Présentation de notre moteur de recherche

1.	Introduction	21
2.	Présentation de notre ontologie :	Erreur ! Signet non défini.
3.	Présentation de notre moteur :	Erreur ! Signet non défini.
✓	L'étape d'indexation (offline) :	23
✓	L'étape de recherche (online) :	23
	Formulation de la requête :	23
✓	Présentation de notre Module de raffinement :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Principe de notre travail avec les concepts sémantiques	Erreur ! Signet non défini.
✓	Pour quoi on utilise le contre-exemple? :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Présentation de nos algorithmes :	Erreur ! Signet non défini.
✓	Présentation du modèle de recherche :	24
4.	Implémentation de notre moteur de recherche.....	25
4.1.	Interface de la formulation de la requête.....	25
4.2	Affichage des résultats	26

4.3. Phase d'amélioration :	27
5. Evaluation :	28
✓ Scénario des expérimentations :	28
Scénario 1	28
Scénario 2	30
6. Conclusion	32
Conclusion générale:	33
Bibliographie	34

Table des figures

Figure 1: Types de formulation d'une requête	7
Figure 2: Architecture d'un moteur de recherche d'images	9
Figure 3: Classification des termes en classes	Erreur ! Signet non défini.
Figure 4: Relation de généralisation	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5: Notre ontologie sous forme d'une matrice	Erreur ! Signet non défini.
Figure 6: Classification des relations	Erreur ! Signet non défini.
Figure 7: Architecture de notre moteur	22
Figure 8: Structure de notre fichier d'annotation	23
Figure 9: Calcul de vecteur d'une image selon le modèle vectoriel	24
Figure 10: Chargement des images	25
Figure 11: Formulation de la requête	26
Figure 12: Affichage des résultats	26
Figure 13: Amélioration par contre exemple	27
Figure 14: Résultat après amélioration	27
Figure 15: Comparaison entre notre approche et l'approche classique	30
Figure 16: Calcul de la précision avec et sans contre exemple	32
Figure 17: Courbes $Pr = F(Re)$	Erreur ! Signet non défini.

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison entre notre approche et l'approche classique	29
Tableau 2: Calcul de la précision avec et sans contre exemple	31

Résumé

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 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 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.

Les moteurs de recherche d'images 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 la recherche d'images par les concepts sémantiques .Notre objectif est de développer un moteur de recherche sémantique à base d'ontologie pour profiter de la richesse sémantique quelle présente. Nous avons utilisé comme modèle de recherche, le modèle vectoriel qui est largement connu et utilisé dans la recherche textuelle classique.

largement connu et utilisé dans la recherche textuelle classique.

Mots clés: Recherche d'images, ontologies, exemple, contre exemple

Chapitre 1 :

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

1. Contexte et problématique

Avec le développement de l'Internet, et la disponibilité de capture d'image des dispositifs tels que caméras numériques, l'image scanners, la taille de la base d'images numériques est en augmentation très rapide dans des domaines variés : la médecine, l'archives (patrimoine culturel, musées, . . .), l'agences photographiques, l'éducation, l'image satellites et aériennes,...etc. Pour utiliser efficacement ces bases d'images de manière automatique, un système d'indexation et de recherche d'images est nécessaire. C'est pourquoi le sujet de la recherche d'images devient un sujet très actif dans la communauté internationale depuis plus d'une dizaine d'années. La recherche d'images consiste { établir une correspondance entre l'image disponible et celle recherchée par l'utilisateur. On distingue deux approches de recherche d'image: approche d'indexation par le contexte de l'image et approche d'indexation par le contenu. La première approche est la plus utilisée, et consiste à l'indexation des images par l'intermédiaire de mots clés. Le principe de recherche correspond à celui de la recherche d'information couramment utilisé dans les bases de données textuelles. Cette indexation représente une tâche longue et répétitive pour l'humain. De plus, les résultats des interrogations ne satisfont pas le besoin d'utilisateur car les annotations textuelles dépendent de ce que l'annotateur peut saisir lors de la création de la base d'images. Ainsi que, des utilisateurs différents peuvent décrire la même image d'une manière différente, et le même utilisateur peut décrire la même image d'une manière différente en analysant l'image une deuxième fois. En général cette tâche est très subjective à la culture, à la connaissance et aux sentiments de chaque personne, donc ils ne satisfont pas les utilisateurs. La deuxième approche a été proposée dans les années 90, consiste à la recherche d'image par le contenu visuelle comme le texture, la forme, la couleur...etc. En général, les systèmes de recherche par le contenu visuelle d'images proposent de formuler une requête soit au moyen d'une image exemple, soit par indication de descriptions textuelles, mots-clés et/ou de propriétés visuelles. Mais cette approche est loin d'être satisfaisante parce que les techniques d'indexation physique sont plus ou moins adaptées au caractère multidimensionnel des caractéristiques visuelles. Alors on confronte sur le problème de trouver les meilleurs descripteurs.

A cet effet, pour que la recherche d'images soit opérable pour communiquer des résultats fidèles aux attentes des utilisateurs, l'introduction de la sémantique est indispensable. Cela est au moyen de métadonnées sémantique attachées aux images. Avec ces dernières, les ordinateurs peuvent apprendre et exploiter le contenu sémantique pour répondre efficacement aux requêtes des utilisateurs. Notre travail consiste { contribuer dans l'amélioration des SRImages en faisant recours aux techniques de recherche { base d'ontologies. }

2. Organisation du mémoire :

Notre mémoire est organisé en trois chapitres. Il commence par cette introduction générale et se termine par une conclusion générale :

Dans **Le chapitre 2**, nous dressons un état de l'art du domaine de la recherche d'images. Nous commençons dans une première section, par la présentation de l'image et leur caractéristique, les moteurs de recherches d'images, leurs architectures ainsi que ses manières d'interaction avec l'utilisateur. Ensuite dans une deuxième section, nous allons présenter les ontologies, leurs composants, et l'utilité de l'utilisation des ontologies.

Dans **le chapitre 3**, nous allons présenter les étapes de conception et de réalisation de notre moteur de recherche. Ce chapitre rassemble les deux étapes : Nous allons commencer par la présentation de notre ontologie. Et le deuxième est consacré à la description de l'architecture de notre moteur de recherche. Nous allons détailler les modules les plus importants dans cette architecture qui montre notre contribution dans le domaine. Enfin nous allons présenter le processus d'implémentation de notre moteur de recherche.

CHAPITRE2 :

GENERALITES SUR LA RECHERCHE D'IMAGES

1. Introduction

Les images numériques possèdent une position prédominante parmi les différents types de données multimédia. Elles jouent un rôle important dans de nombreuses activités humaines, telles que : l'application de la loi, l'agriculture et la gestion forestière, E-learning, la médecine...etc. Depuis quelques années, avec l'expansion du domaine de l'image numérique, il n'est pas étonnant d'avoir des bases d'images numériques contenant plusieurs milliers de milliers d'images. Donc pour gérer et exploiter efficacement ces bases d'image, des techniques d'indexation et recherche d'image sont indispensables. Le travail en ce domaine { conduit une concentration important. Ce qui { permet d'introduire plusieurs méthodes pour l'indexation et la recherche d'image. On peut deviser l'ensemble de ces méthodes en deux approches différentes : approche d'indexation par le contexte de l'image et approche d'indexation par le contenu. Ce chapitre est divisé en deux sections. Dans la première section, un port sur l'image numérique et leurs caractéristiques. Dans la deuxième section, présente le principe de la recherche de l'image et domaine d'application. Ensuite, analyse les évolutions des approches de la recherche de l'image.

2. Image :

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).

3. Image numérique :

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de tailles fixes appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs prélevé à l'emplacement correspondant dans l'image réelle. [04]

3.1. Caractéristiques d'image :

3.1.1. Caractéristiques de bas niveau

Ce sont les caractéristiques qui décrivent le contenu visuel de l'image.

✓ *LA COULEUR :*

La couleur est l'un des plus reconnaissables éléments du contenu visuel d'une image, c'est la plus utilisée dans la recherche image [04], il existe plusieurs distributeurs de couleur tel que : histogramme, les moments couleur...etc.

✓ *LA TEXTURE :*

Une définition formelle de la texture est quasiment impossible. Mais d'une manière générale la texture se traduit par un arrangement spatial des pixels que l'intensité ou les couleurs seules ne suffisent pas à décrire.

✓ *LA FORME :*

La forme est utilisée pour caractériser les objets dans les images. On distingue deux catégories de descripteurs de formes : les descripteurs basés régions et les descripteurs basés frontières. Les premiers sont utilisés pour caractériser l'intégralité de la forme d'une région, Les seconds portent sur la caractérisation des contours de la forme. [04]

3.1.2. Caractéristiques de haut niveau

Il s'agit des caractéristiques qui décrivent le contenu sémantique des images

3.1.2.1. *Annotation :*

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. [04]

3.1.2.1.1. *Annotation sémantique :*

Décrivent le lien entre les entités qui se trouvent dans la ressource d'information et leurs descriptions sémantiques. Elles permettent ainsi de désambiguïser et d'interpréter les ressources, en faisant référence à une connaissance (habituellement une ontologie) séparée, avec une richesse sémantique considérable. Comme elles servent dans beaucoup de traitements automatiques tels que la classification et la recherche d'informations. [10]

3.1.2.1.2. Méthodes d'annotation :

Il existe trois méthodes d'annotation d'images :

A) Annotation manuelle :

L'annotation manuelle est entièrement effectuée par un annotateur humain qui place des annotations selon son point de vue.

B) Annotation automatique :

L'annotation automatique est entièrement réalisée par un outil d'extraction d'informations qui est intégré dans l'outil d'annotation. Le traitement automatique consiste à identifier automatiquement, dans la ressource à annotée, les éléments qui sont pertinents.

C) Annotation semi-automatique :

L'annotation semi-automatique, comme son nom l'indique, se divise en une première phase qui s'effectue manuellement et une deuxième qui s'effectue automatiquement. La phase manuelle, elle consiste à faire une annotation manuelle d'un échantillon d'informations seulement. Puis on procède dans la deuxième phase à une propagation de l'annotation. [10]

3.1.2.2. Métadonnée :

Les métadonnées sont généralement définies comme "données sur les données" ou "information sur les données". Les métadonnées sont une liste structurée d'information qui décrivent les données ou les services (incluant les données numériques ou non) stockés dans les systèmes d'information. Les métadonnées peuvent contenir une brève description sur le contenu, les objectifs, la qualité et la localisation de la donnée ainsi que les informations relatives à sa création. [18]

4. Recherche d'image :

La recherche d'images est un domaine informatique pour la navigation, recherche et extraction des images d'une grande base d'images numériques, c'est une recherche de données spécialisées utilisées pour trouver des images.

5. Les moteurs de recherche d'images :

Un moteur de recherche d'image est une machine spécifique (matérielle et logicielle) chargée d'indexer des images afin de permettre une recherche à l'aide d'une requête utilisateur.

6. Interaction entre le moteur de recherche et l'utilisateur :

L'objectif de tout moteur de recherche est de répondre aux besoins des utilisateurs. Une bonne communication entre l'utilisateur et le moteur est la clé de réussite de n'importe quel moteur de recherche.

Cette communication est matérialisée en deux points : soit au début au niveau de la formulation de la requête, soit à la fin pour évaluer les résultats de la recherche (relevance feedback).

6.1. Formulation de la requête

Le premier contact entre l'utilisateur et le moteur est effectué quand l'utilisateur formule sa requête. Il existe trois façons de faire une requête dans un système d'indexation et recherche des images : soit une requête par texte, soit une requête par esquisse, soit une requête par image exemple.

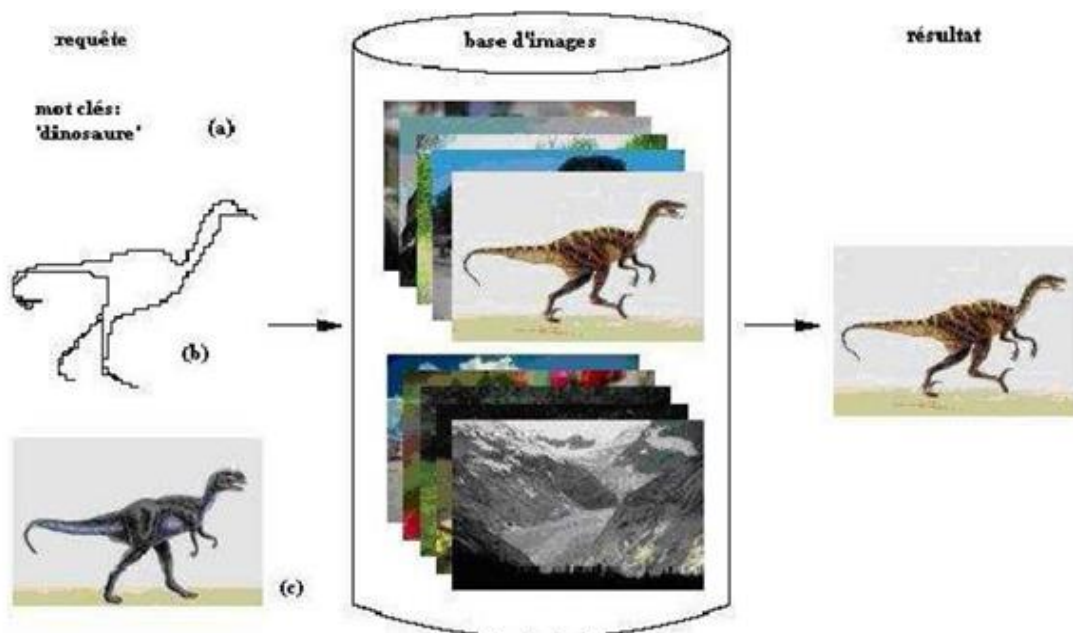


Figure 1: Types de formulation d'une requête [9]

6.1.1. Requête textuelle :

L'utilisateur exprime ses besoins en fournissant un ou plusieurs mots-clés.

6.1.2. Requête par esquisse

Dans ce cas le système donne des outils à l'utilisateur qui lui permet de dessiner des images requêtes.

6.1.3. Requête par image exemple :

L'utilisateur exprime ses besoins à travers une image exemple. Dans ce cas, il existe plusieurs façons de formuler la requête :

- Le système choisit quelques images au hasard dans la base d'images et les montre à l'utilisateur,
- l'utilisateur parcourt la base d'images et choisit une requête,
- l'utilisateur donne son image requête.

6.2. Le retour de pertinence (*relevance feedback*) :

Le retour de pertinence a pour but de prendre en compte le point de vue des utilisateurs sur les résultats présentés.

Le principe est simple. Il repose sur le fait que l'utilisateur est le seul à savoir exactement ce qu'il cherche et donc le seul qui peut juger la pertinence des images retournées par un système de recherche. Partant de cette idée, les systèmes exploitant le retour de pertinence permettent de récupérer ces « jugements » utilisateurs et les exploitent pour améliorer les résultats de recherche [20].

Le processus de retour de pertinence peut se décrire comme suit : quand une requête est faite et qu'une réponse est donnée par le système, l'utilisateur donne plus d'indications au système comme des images positives et des images négatives à partir des premiers résultats. Le système recalcule et donne de nouveaux les deuxièmes résultats. L'utilisateur peut répéter ce processus plusieurs fois jusqu'à ce qu'il soit satisfait. Les images positives sont les images que l'utilisateur considère comme les images qui sont semblables à la requête et inversement pour les images négatives.

7. Architecture d'un moteur de recherche

Un moteur de recherche d'images est décomposé en deux phases : phase d'indexation (offline) et phase de recherche (online).

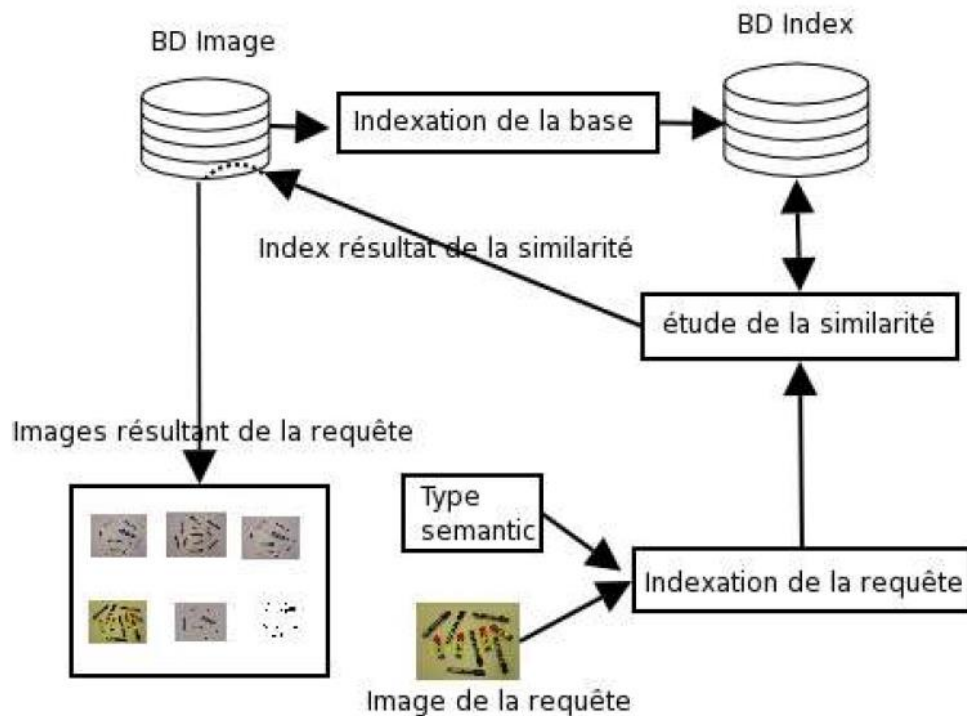


Figure 2: Architecture d'un moteur de recherche d'images [20]

7.1. Phase offline (indexation) :

Dans cette étape des caractéristiques sont automatiquement extraites à partir des images et stockées dans un vecteur numérique appelé descripteur.

7.2. Phase online : La recherche

Cette étape consiste à extraire le vecteur descripteur de la requête proposée par l'utilisateur et le comparer avec les descripteurs de la base d'images en utilisant une mesure de similarité. Ensuite le système affiche les images en fonction de leur similarité avec l'image requête.

8. Types des moteurs de recherche

Selon le type de requête, nous pouvons classer les moteurs de recherche d'images en deux catégories principaux :

8.1. Moteur de recherche d'images par le contenu visuel (CBIR) :

Ces moteurs permettent de rechercher les images en fonction de leurs caractéristiques visuelles.

Le principe de cette technologie respecte les deux phases de l'architecture d'un moteur de recherche d'image décrit précédemment. L'étape d'indexation consiste à extraire les caractéristiques visuelles significatives de l'image. La phase de recherche est la mise en adéquation entre les attributs choisis pour décrire les images des bases et les requêtes visuelles des usagers afin d'obtenir un appariement satisfaisant. L'appariement se fait grâce à des mesures de distances entre les caractéristiques ou des mesures de similarité globales entre deux images.

Une fois que la similarité entre une image requête et chaque image de la base d'images est calculée, on peut ordonner les images de la base de la plus pertinente à la moins pertinente, et présenter le résultat à l'utilisateur. L'image la plus pertinente est celle qui a le plus grand degré de similarité avec l'image requête.

8.1.1. Avantages et limites d'un CBIR :

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

- Le fait qu'elle peut être utilisée même si la base d'image ne comporte aucune annotation.
- 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.

Cependant la recherche par le contenu fait face à un certain nombre de défis tel que :

- L'extraction de caractéristiques visuelles : comment trouver les bonnes caractéristiques qui décrit mieux le contenu visuel d'une collection d'image ?

- Le fossé sémantique (*the semantic gap*) : Représente le problème de manque de lien entre le contenu visuel d'une image et les concepts sémantiques qu'on peut lui associer. [10]

8.2. Moteur de recherche d'images par le contenu sémantique :

8.2.1. La sémantique d'image :

La sémantique elle-même n'est pas inscrite dans l'image, mais se trouve ailleurs. Il faut donc rechercher ces sources extérieures nous donnant accès aux clés de décodage sémantique de l'image.

La sémantique exprimée dans une image dépend de deux éléments :

- Du niveau de connaissances et de la perception qu'a l'observateur de cette image ;
- De l'objectif poursuivi par l'utilisateur de cette image lorsqu'il la regarde.

Et c'est pourquoi cette sémantique doit être retrouvée selon deux approches complémentaires et indissociables :

1. L'une recherche des moyens pour « connecter » (ou lier) la connaissance sémantique humaine et l'apparence de l'image (les caractéristiques extraites de celle-ci),
2. L'autre recherche des méthodes pour comprendre l'objectif de l'utilisateur, le sens de sa requête.

8.2.2. Extraction de la sémantique d'image :

Le contenu de l'image est flou, complexe, abstrait. Tout simplement l'utilisation des fonctions de bas niveau pour décrire l'image est loin d'être suffisante, la sémantique de l'image nécessite des fonctions haut niveau pour décrire les caractéristiques abstraites de l'image [14]

Il existe trois méthodes classiques d'extraction des caractéristiques sémantiques de l'image :

- Tout d'abord, le traitement sémantique peut être basé sur le traitement de l'image et la connaissance du domaine. Il y a trois processus fondamentaux : la segmentation d'images, la reconnaissance d'objets, et l'analyse de la relation spatiale des objets
- À partir d'étiquettes manuelles ou l'interaction humaine. Mais dans ce dur travail l'humain est nécessaire.

- Troisièmement, nous pouvons extraire la sémantique à partir des informations externes, telles que le nom de fichier, URL, les métadonnées, le texte près de l'image.

9. Conclusion

Les moteurs de recherches d'images sont classés en deux catégories principales : la recherche par le contenu visuel et la recherche par le contenu sémantique. Chacune de ces catégories présente des avantages et des limites. Certains moteurs incluent les deux techniques pour améliorer la qualité de la recherche.

Dans notre travail, nous nous intéressons à la deuxième catégorie qui est la recherche d'image par le contenu sémantique. Notre objectif est de comprendre l'utilisateur afin de lui répondre avec précision. Dans le chapitre suivant nous allons présenter notre moteur de recherche et notre algorithme d'analyse de la requête.

CHAPITRE 3 :

**PRESENTATION DE
NOTRE MOTEUR DE
RECHERCHE**

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 présentation de notre ontologie. Les sections qui suivent seront consacrées à la description de l'architecture de notre moteur de recherche. Nous allons détailler les modules les plus importants dans cette architecture qui montre notre contribution dans le domaine enfin nous allons présenter les expérimentations que nous avons effectué pour comparer les résultats obtenus avec notre approche et celles de l'approche classique.

Présentation de notre moteur de recherche

Comme tout moteur de recherche d'images, notre moteur est composé de deux étapes : étape d'indexation et étape de recherche. Notre contribution est située au niveau sous système de recherche et plus précisément au niveau indexation de la requête où nous avons ajouté un nouveau module que nous l'appelons « Module raffinement »

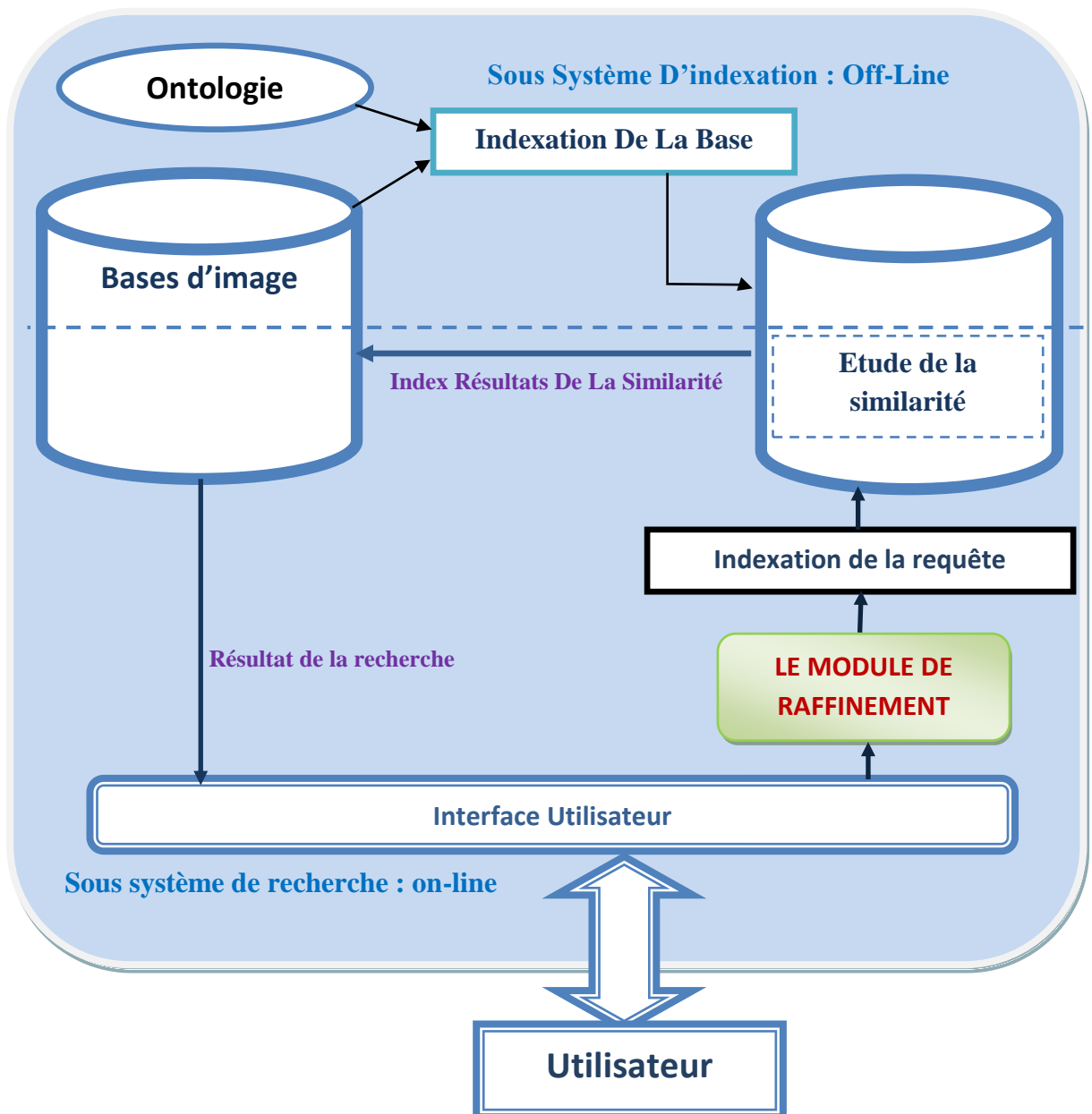
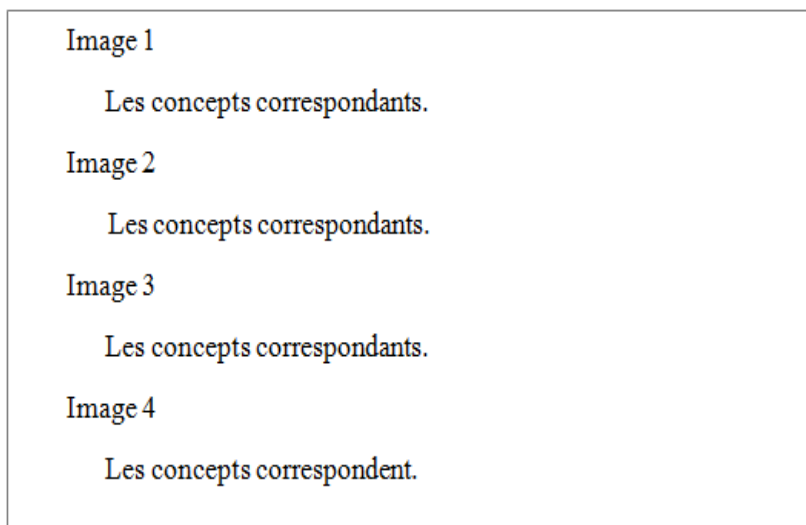


Figure 3: Architecture de notre moteur

✓ **L'étape d'indexation (offline) :**

L'indexation consiste à extraire les caractéristiques des images (annotations) et les stocker dans un structure spécial appelé index.

Il existe trois approches d'annotation : manuelle, semi-automatique et automatique et comme notre objectif principal n'était pas de choisir une méthode d'annotation et pour ne pas tarder dans cette étape, nous allons choisir de la procéder d'une façon manuelle. Nous avons annoté chaque image de notre collection par les concepts de notre ontologie. Ces annotations sont stockées dans un fichier ayant la structure suivante :



```
Image 1
  Les concepts correspondants.
Image 2
  Les concepts correspondants.
Image 3
  Les concepts correspondants.
Image 4
  Les concepts correspondent.
```

Figure 4: Structure de notre fichier d'annotation

✓ **L'étape de recherche (online) :**

Formulation de la requête :

L'utilisateur sélectionne un ou plusieurs images. Ces images sont annotées avec des concepts de l'ontologie. Ces concepts forment la requête initiale.

✓ **Présentation du modèle de recherche :**

Notre choix est porté sur le modèle vectoriel. Chaque image est représentée par un vecteur de n dimensions où n représente le nombre des concepts d'ontologie.

Chaque concept est associé avec un poids selon la formule (tf*idf) qui dénote son intérêt dans l'image.

Rappelons que la formule (tf*idf) est donnée par la formule suivante :

$$tf_{i,j} = \frac{n_{j,i}}{\sum_{k=1}^n n_{k,i}} \qquad idf_j = \log \frac{|D|}{|\{d_i : t_j \in d_i\}|}$$

Exemple : l'image suivante -qui est annotée avec les concepts ci-dessous, est présentée par le vecteur suivant :

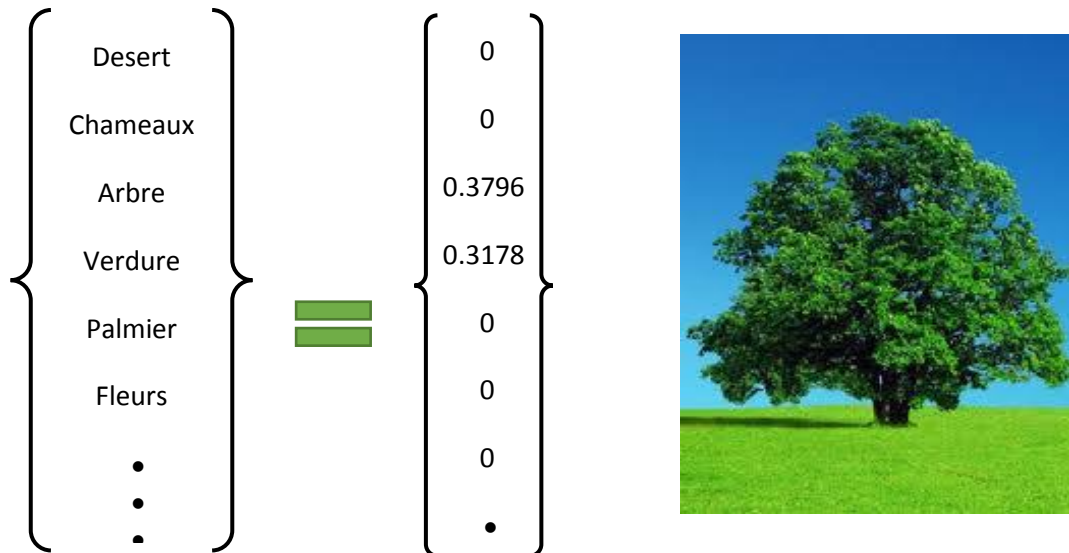


Figure 5: Calcul de vecteur d'une image selon le modèle vectoriel

Ces étapes sont effectuées dans la phase d'indexation. Dans la phase de recherche la requête est représentée par le même vecteur que les vecteurs des images.

Pour comparer entre le vecteur de la requête et les vecteurs des images, nous avons choisi d'utiliser la mesure cosinus donnée par la formule suivant.

$$\cos \theta = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|}$$

une fois la mesure est calculée, les images sont affichées à l'utilisateur dans un ordre croissant selon leur degré de similarité avec la requête.

2. Implémentation de notre moteur de recherche

Nous avons implémenté notre moteur de recherche avec langage C# dans l'environnement Visual studio. Les figures ci-dessous illustrent quelques interfaces de notre moteur de recherche.

4.1. Interface de la formulation de la requête

On demande à l'utilisateur d'introduire sa requête, il sélectionne les images qu'il veut chercher puis il clique sur le bouton « résultat ».

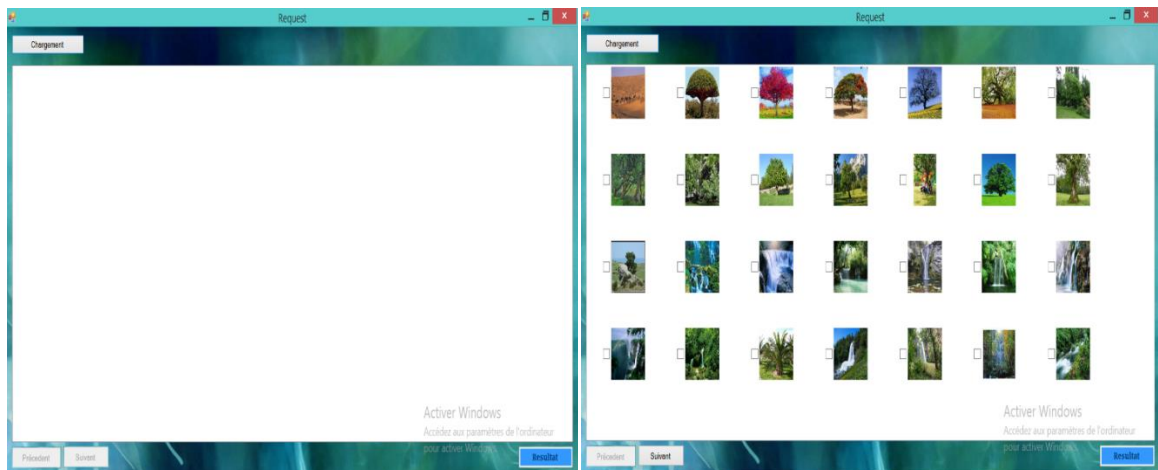


Figure 6: Chargement des images

Présentation de notre moteur de recherche

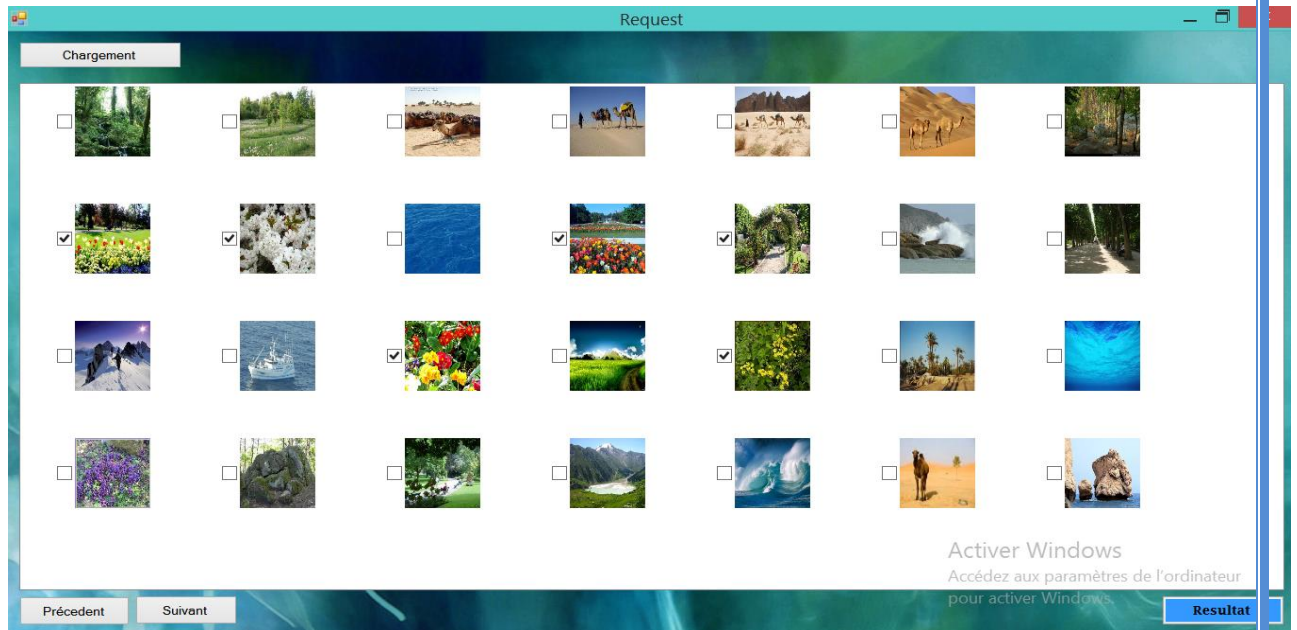


Figure 7: Formulation de la requête

4.2 Affichage des résultats

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.

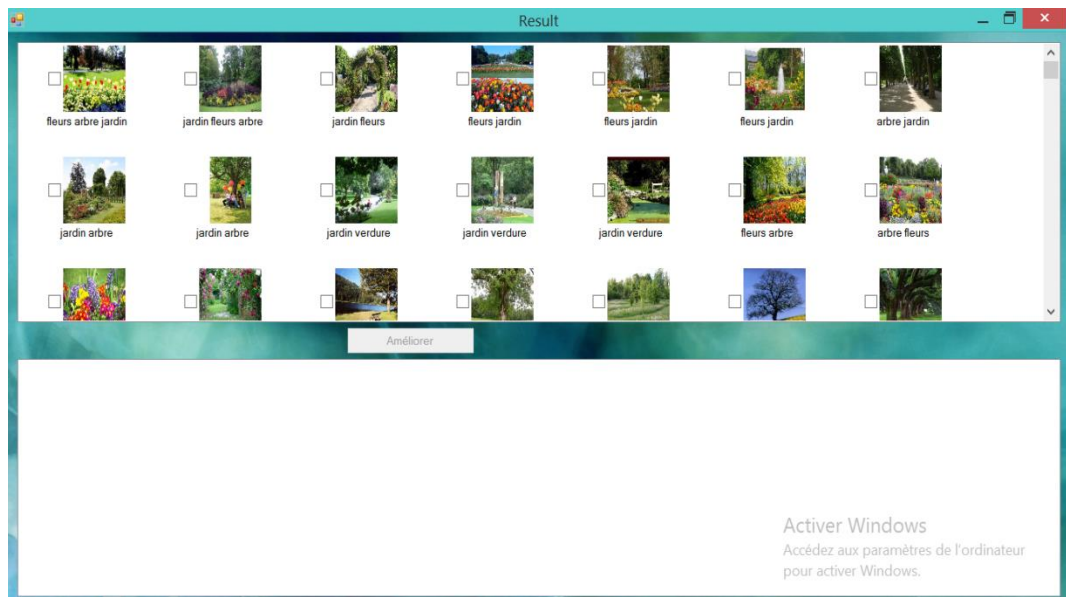


Figure 8: Affichage des résultats

4.3. Phase d'amélioration :

Si l'utilisateur ne se satisfait pas par les résultats obtenus, il peut les améliorer en choisissant les images qu'il ne les veut pas comme des contre exemples.

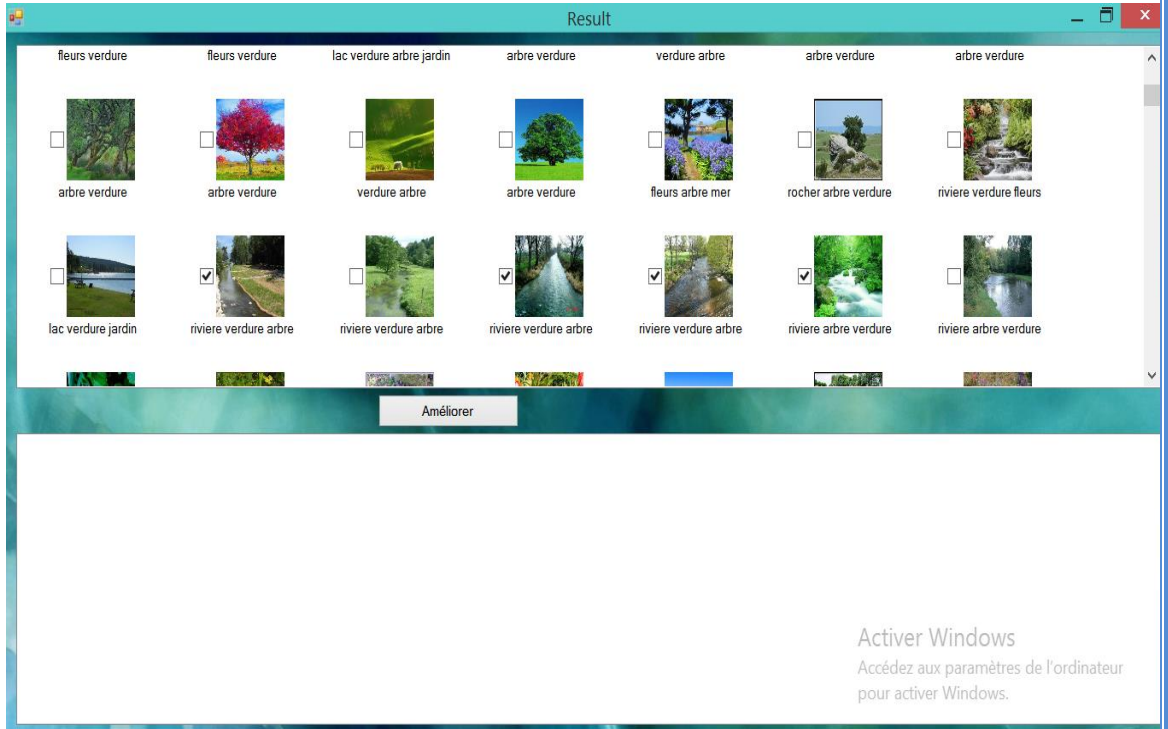


Figure 9: Amélioration par contre exemple

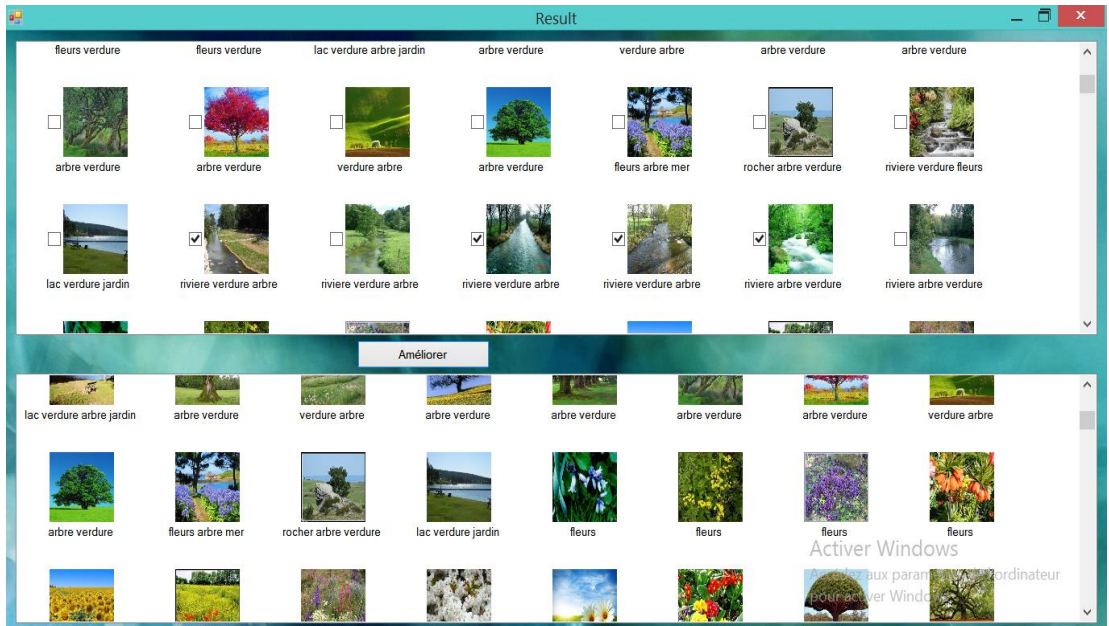


Figure 10: Résultat après amélioration

3. Evaluation :

Le scénario d'évaluation le plus courant est le suivant [07]:

Un certain nombre d'utilisateurs effectuent plusieurs sessions de recherche en changeant de requête à chaque fois.

o Une fois les résultats obtenus, les utilisateurs les évaluent en leur attribuant des scores selon leur pertinence par rapport à la requête.

o Les scores des différentes sessions sont ensuite combinés, dans une sorte de moyenne pondérée par exemple, ce qui permet d'obtenir différents indicateurs dont la précision et le rappel.

La Précision (Pr) mesure la proportion de bonnes images par rapport au nombre total d'images retournées à l'utilisateur.

Le Rappel (Re) mesure la proportion de bonnes images retournées à l'utilisateur parmi toutes les bonnes images dans la base d'images.

Une fois calculés, la précision et le rappel peuvent être représentés avec des courbes $Pr = f(Re)$. Un bon système devrait donner une bonne précision quelle que soit la valeur du rappel.

Pour évaluer notre moteur, nous avons suivi le scénario décrit ci-dessous. Nous avons effectué plusieurs expérimentations. Nous avons comparé nos résultats avec les résultats obtenus en utilisant une approche classique (sans raffinement de la requête). nous avons comparé aussi les résultats obtenus avec l'amélioration par le contre exemple et les résultats sans amélioration.

✓ Scénario des expérimentations :

Scénario 1

L'objectif de cette expérimentation est de comparer notre approche qui raffine la requête utilisateur avec l'approche classique sans raffinement.

Nous avons demandé aux utilisateur de formuler des requêtes (chaque utilisateur formule une requête) puis nous avons calculé le rappel avec notre méthode et avec la méthode classique. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau suivant:

Tableau 1: Comparaison entre notre approche et l'approche classique

Requêtes	Approche Classique	Notre Approche
1	70,58%	94,11%
2	47,26%	89,72%
3	76,56%	100%
4	81%	100%
5	44,44%	96,66%
6	89,23%	98,46%
7	62%	100%
8	78,82%	88,23%
9	45,78%	89%
10	75,67%	100%
11	55,76%	60%
12	67,3%	100%
13	80%	89,33%
14	97,43%	100%
15	82,70%	89,47%
16	38,36%	72,65%

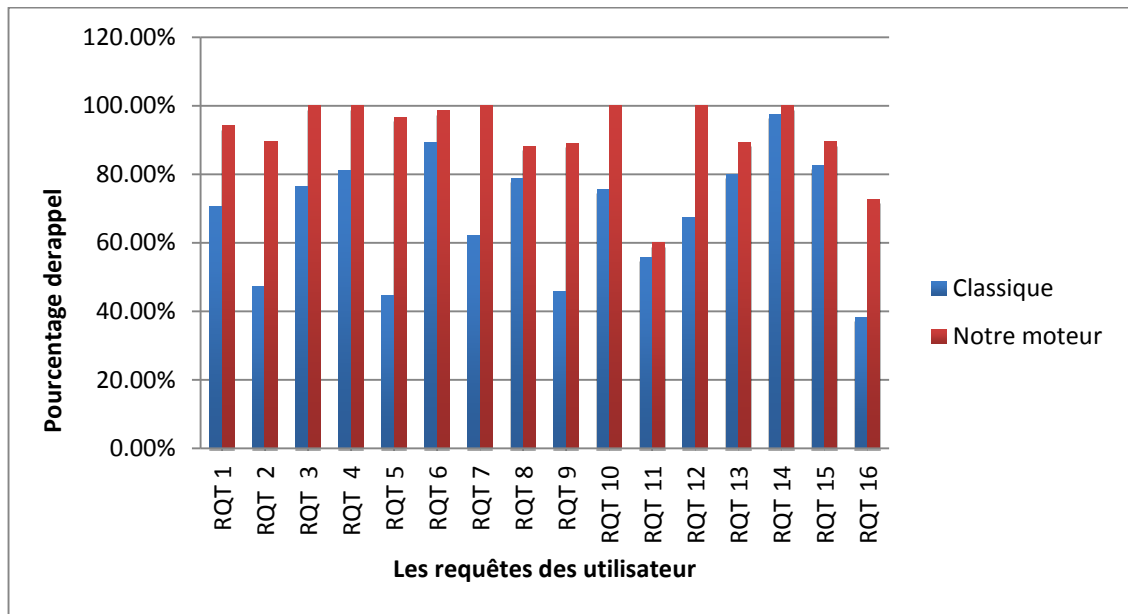


Figure 11: Comparaison entre notre approche et l'approche classique

Nous remarquons que le rappel est augmenté d'une façon considérable avec notre approche. Nous justifions ces résultats par le fait que l'utilisation de l'ontologie permet de déduire des nouveaux concepts cachés au plus des concepts explicites.

Scénario 2

Nous avons demandé aux mêmes utilisateurs de formuler des requêtes en utilisant notre approche et nous avons calculé la précision ensuite nous lui avons demandé de sélectionner des images négatives et relancer la recherche. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau et la figure suivants:

Tableau 2: Calcul de la précision avec et sans contre exemple

Requêtes	Exemple	Exemple+contre exemple
Requête 1	88%	94%
Requête 2	90%	98%
Requête 3	90%	96%
Requête 4	90%	94%
Requête 5	90%	96%
Requête 6	100%	100%
Requête 7	94%	100%
Requête 8	98%	100%
Requête 9	94%	96%
Requête 10	88%	98%
Requête 11	100%	100%
Requête 12	92%	100%
Requête 13	96%	100%
Requête 14	98%	98%
Requête 15	96%	96%
Requête 16	84%	94%

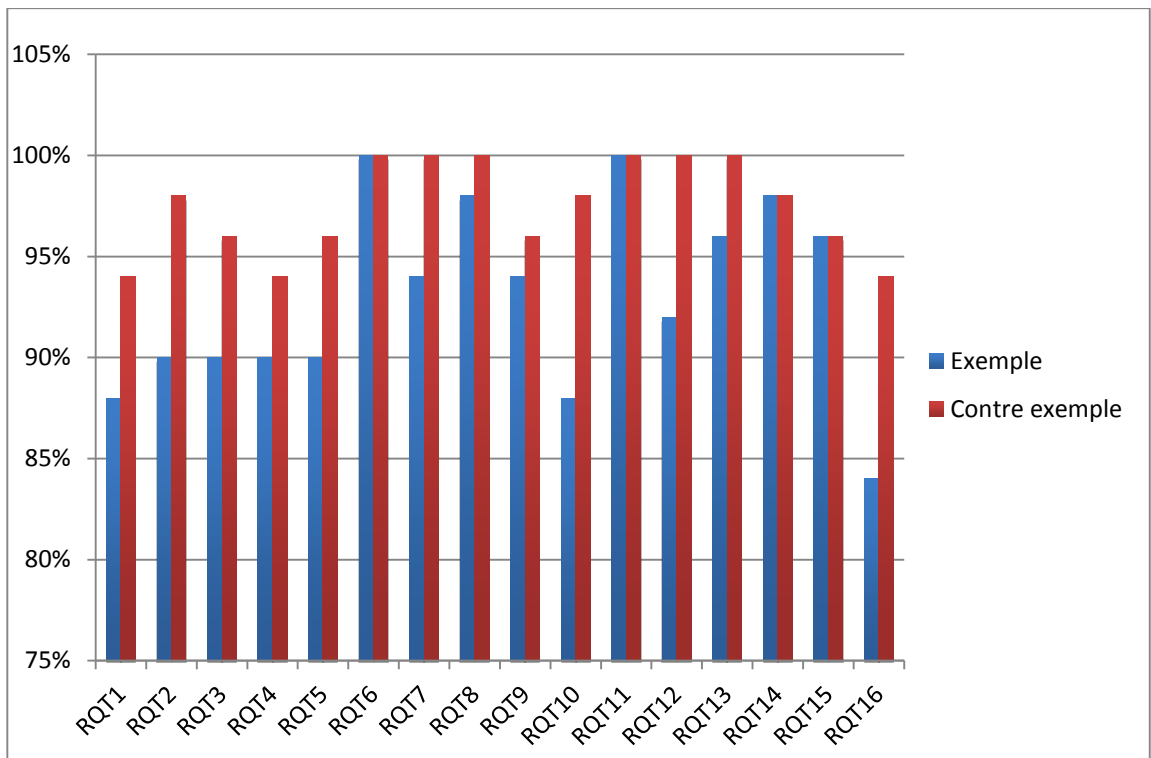


Figure 12: Calcul de la précision avec et sans contre exemple

4. Conclusion

Nous avons présenté à travers ce chapitre notre ontologie ainsi que l'architecture de notre moteur de recherche, spécialement le module de raffinement qui nous proposons pour améliorer la recherche d'image.

les expérimentations que nous avons effectués ont bien montré l'efficacité de notre approche.

Conclusion générale:

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. Dans ce mémoire, nous avons abordé le problème d'indexation et de recherche d'images. Plus précisément, nous nous sommes focalisés sur la recherche d'images basée sur le contenu sémantique. Pour rendre le contenu sémantique des images compréhensible et exploitable par les ordinateurs nous avons utilisé comme solution les techniques de recherche à base d'ontologies.

L'objectif de notre travail était d'essayer d'améliorer la qualité de la recherche tout en essayant de comprendre de ce que veut l'utilisateur dans les deux points de communication entre lui et le moteur de recherche qui sont : la formulation de la requête et l'évaluation des résultats.

Nous avons défini deux algorithmes. Le premier algorithme analyse la requête initiale de l'utilisateur en utilisant une ontologie afin de profiter de sa richesse sémantique.

Le deuxième est basé sur l'évaluation de l'utilisateur. Elle permet d'améliorer la précision des résultats.

Nous avons implémenté un moteur de recherche d'images basé sur les deux algorithmes proposés. Les expérimentations que nous avons effectuées ont bien montré l'utilité de notre approche.

Nous avons comparé les résultats obtenus avec notre approche et celles qui sont obtenues avec une méthode classique (sans raffinement). Nous avons trouvé que notre approche a augmenté le rappel.

Bibliographie

- [1] «Introduction aux métadonnées GeoNetwork 2.11.0-SNAPSHOT documentation,» 14 juin 2013. [En ligne]. Available: <http://geonetwork-opensource.org/manuals/trunk/fra/users/introduction/introduction.html>.
- [2] R. A. Dar, «A Review of Block Truncation Coding Using Digital Halftoning,» *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, p. 6, 2014.
- [3] C. E. Anne Condamines, «Terminologie et intelligence artificielle,» 11-12 mai 1999. [En ligne]. Available: <http://www.termisti.org/rifal/PDF/tn19/rint19.pdf>.
- [4] T. R. Gruber, «A Translation Approach to Portable Ontology Specifications,» Stanford University, Stanford, California , 1993.
- [5] C. NABILA, Une approche de mapping pour l'intégration des ontologies, Université Mentouri de Constantine, 2008.
- [6] O. M. J. B. Valéry PSYCHÉ, «Apport de l'ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance,» *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation* , p. 32, 2003.
- [7] N. F. N. e. D. L. McGuinness, «Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie,» Université de Stanford, Stanford, CA, 94305.
- [8] M.L.KHERFI, «Indexation et recherche d'images,» chez *Human-Computer Interaction Issues in Image Retrieval*, 2008.
- [9] S. BARRAT, Modèles graphiques probabilistes pour la reconnaissance de formes, université Nancy 2, 2009.
- [10] L. T. LAN, «INDEXATION ET RECHERCHE D'IMAGES PAR LE CONTENU,» INSTITUT POLYTECHNIQUE DE HANOI, HANOI, 2005.
- [11] D. D. Taibaoui Mohamed, La découverte des concepts sémantiques cachés avec plusieurs niveaux d'abstraction pour la recherche d'images, université d'Ouargla, 2013.
- [12] Z. B. ALLIOUA Sofiane, «Recherche sémantique d'images annotées,» Laboratoire LIRE-Université Mentouri- Constantine, Université de Tébessa, Algérie, 2010.

- [13] R. B. N.BEN CHEIKH, «bu.univ-ouargla.dz/master/pdf,» 2010-2011. [En ligne]. Available: <http://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/recherche-images.pdf?idmemoire=2388>. [Accès le juin 2011].
- [14] D. M.L.KHERFI, «Combining positive and negative examples in relevance feedback for CBIR,» *Journal of Visual Communication and Image Representation*, p. 30, 6 juin 2003.
- [15] M. M.KORICHI, «Vers une meilleure prise en charge de l'utilisateur en recherche d'images,» *International Journal of Computer Applications in Technology*, p. 5.
- [16] A. LAAOUBI, «<http://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/>,» 2013-2014. [En ligne]. Available: <http://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/Amira-LAOUBI.pdf?idmemoire=4546>. [Accès le 19 juin 2014].
- [17] M. F.DEBBAGH, «Une solution au problème de l'oubli en recherche d'images par les concepts et les relations sémantiques,» *La Conférence Internationale sur l'Intelligence Artificielle et les Technologies de l'Information ICA2IT*, p. 7, 10-12 mars 2014.
- [18] F.DEBBAGH, «La recherche d'images Sélection des concepts et relations sémantiques».
- [19] T.-L. L. Alain Boucher, «Comment extraire la sémantique d'une image ?,» *3rd International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecommunications*, p. 12, 27-31 Mars 2005.
- [20] N. H. L. Tu, «Recherche d'image basée sur le contenu sémantique,» Hanoï, 2005.