

Faculté des Sciences

Département d'Informatique

Mémoire présenté par

OUAZENE Miloud et KLILICHE Safia

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Mathématique et Informatique

Filière: Informatique

Spécialité: Ingénierie des logiciels

Sujet

Indexation d'images par fusion d'informations

ENCADRE PAR

M^{elle} BENBLIDIA Nadja

M^{elle} REGUIEG F.Zohra

MA-004-219-1

Promotion : 2013-2014

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à remercier le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage de poursuivre et d'achever ce travail dans les bonnes conditions.

En second lieu Nous tenons à remercier chaleureusement et affectueusement tous ceux et toutes celles qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de notre projet.

Nos vifs remerciements accompagnés de toute notre gratitude vont tout d'abord à notre promotrice M^m BENBLIDIA Najia et promotrice M^m REGUIEG F.Zohra pour nous avoir proposé ce sujet, pour les conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer, ses encouragements et surtout pour la confiance qu'il nous a accordée pour la réalisation de ce projet, Nous prions Allah de lui rendre grâce pour avoir fait de notre travail avec elle, un réel honneur et grand plaisir.

Nous tenons également à remercier Mr ADIDOU Chaabane pour son aide précieuse, ces conseils avisés, ces idées riches et ces encouragements, Nous prions Allah de lui rendre grâce pour avoir aidé nous, un réel honneur et grand plaisir.

Par ailleurs ; nous rendons un vibrant hommage à l'ensemble du corps professoral du département d'informatique de l'université Saâd DAHLAB de Blida qui ont contribué activement et vaillamment à notre formation.

Aussi à l'ensemble du personnel de la bibliothèque centrale qui se sont montrés très professionnels et serviables et nous ont fournis des conditions de travaux optimales.

A tous ceux et à toutes celles dont les noms n'apparaissent pas sur cette page, qu'ils demeurent convaincus, que nous ne les avons point oubliés et qu'ils soient assurés de notre profonde gratitude.

Merci

Dédicace

Je dédie ce travail :

À mes parents que je ne remercierai jamais assez pour toute l'aide,

À mes frères et mes sœurs,

À tous mes amis,

A tous les membres de la promotion master informatique 2013/2014,

À toutes les personnes que je connais et que je n'ai pas citées,

Miloud

Dédicace

C'est avec un immense plaisir que je dédie ce travail

A mes très chers parents qui sont toute ma vie et tout ce que j'ai de plus cher au monde, en témoignage de ma reconnaissance infinie pour les nombreux sacrifices qu'ils n'ont cessé de déployer pour moi et dont je serais à jamais redevable.

Que dieu les garde et leur procure la santé et le bonheur.

A mes frères et bien aimés Rafike, Billel, Walid.

A mes très chères sœurs Karima, Hafida.

A tous ma grande famille

A tous mes amies et tous ceux qui me sont chers

A mon amie et binôme Milloud ainsi que toute sa famille.

A tous mes camarades de la promotion GL 2013/2014

A tous mes enseignants du primaire à l'université,

A tous ceux qui, de loin ou de près, n'ont cessé de m'apporter leur soutien tout au long de mes études,

A tous ce qui veille les nuits pour faire jaillir la lumière de savoir

Et à toi

Safia

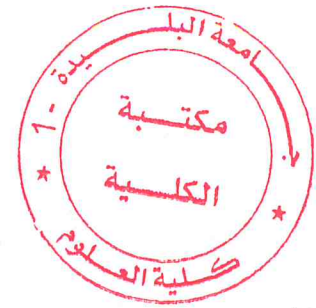
Liste des abréviations

RI	Recherche d'Information
SRI	Systèmes de Recherche d'Information.
SRIC	Systèmes de Recherche d'Image par Contenu, Content Based Image Retrieval (CBIR).
SRI_m	Systèmes de Recherche d'Image.
FCM	Fuzzy C-Means.

Liste des Figures

Figure 1.1. Processus en U de recherche d'information	9
Figure 2.1. Cube d'espace RGB.....	16
Figure 2.2. Espace XYZ/ RGB.....	17
Figure 2.3. Espace de couleur HSV	18
Figure 2.4. Architecteur d'un système de recherche d'image	26
Figure 2.5. Les types des requêtes dans le système CBIR.....	27
Figure 3.1. Principe de la classification.....	35
Figure 4.1. Architecteur du système proposé.....	41
Figure 4.2. Architecteur de système de recherche d'image.....	43
Figure 4.3. Les différentes images de base de teste.....	52
Figure 4.4. Fenêtre principale de l'application.....	53
Figure 4.5. Fenêtre Annoter les objets de cette image.....	53
Figure 4.6. Exemple de classification d'image.....	54
Figure 4.7. Exemple d'annotation d'une image non similaire avec la base d'index..	54
Figure 4.8. Exemple d'annotation d'une image.....	55

Sommaire



INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte du travail	1
2. Problématique	2
3. Objectif	2
4. Organisation du mémoire	3

PARTIE I : ETAT DE L'ART

CHAPITRE 1 : LA RECHERCHE D'INFORMATION

1. Introduction.....	4
2. La recherche d'information.....	4
2.1. Définition.....	4
2.2. Bref historique de la Recherche d'information	5
3. Système de recherche d'information	6
3.1. Définition.....	6
3.1.1. Document.....	6
3.1.2. Requête.....	6
3.1.3. Pertinence	6
4. Techniques d'indexation d'informations.....	7
4.1. Indexation manuelle.....	7
4.2. Indexation automatique.....	8
4.3. Indexation semi-automatique.....	8
5. Processus de Recherche d'Information.....	9
6. Conclusion	11

CHAPITRE 2 : LES DESCRIPTEURS VISUELS DES IMAGES ET SYSTEME CBIR

1.	Introduction.....	12
2.	Définition d'image.....	12
3.	Différents types d'images	12
4.	Extraction des caractéristiques d'image.....	13
4.1.	Descripteur de couleur.....	14
4.1.1.	Les espaces de couleur.....	15
a)	Système RGB	15
b)	Système XYZ	16
c)	Système L*u*v.....	17
d)	Système HSV.....	18
4.1.2.	L'histogramme.....	19
4.1.3.	Histogramme Scalable (Scalable Color Descriptor).....	19
4.2.	Descripteur de texture.....	20
4.2.1.	La matrice de cooccurrence.....	21
4.3.	Descripteur de la forme.....	23
4.3.1.	Les descripteurs basés région.....	23
a)	Les attributs géométriques de région	23
b)	Les moments géométriques.....	24
4.3.2.	Les descripteurs basés frontière.....	25
5.	Architecture des systèmes de recherche d'image.....	26
6.	Les types des requêtes.....	27
6.1.	Requête par mot clé.....	28
6.2.	Requête par croquis (esquisse).....	28
6.3.	Requête par exemple (image).....	29

SOMMAIRE

7.	Conclusion	30
----	------------------	----

CHAPITRE 3 : LES TECHNIQUES D'INDEXATION D'IMAGES

1.	Introduction.....	31
2.	Indexation d'images.....	31
2.1.	Indexation textuelle d'image.....	31
2.2.	Indexation d'image par le contenu visuel.....	32
3.	Apprentissage pour l'indexation.....	33
3.1.	Apprentissage supervisés.....	33
3.2.	Apprentissage non supervisés.....	33
4.	Segmentation.....	34
5.	Classification.....	35
5.1.	Classification supervisée.....	35
5.2.	Classification non supervisée.....	36
6.	Annotation d'image.....	37
6.1.	Annotation manuelle.....	37
6.2.	L'annotation automatique.....	38
6.3.	L'annotation semi- automatique.....	38
7.	Système de recherche d'image basée sur le contenu.....	38
7.1.	Symbolique.....	38
7.2.	Sémantique.....	39
8.	Conclusion.....	39

PARTIE II : LA DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT

CHAPITRE 4 : L'ARCHITECTURE DU SYSTEME PROPOSE

SOMMAIRE

1.	Introduction.....	40
2.	Architecteur de système proposé	40
3.	Description de l'architecture	42
3.1.	Démarche générale pour l'indexation des images	42
3.2.	Classification.....	44
3.3.	Construction des descripteurs	46
3.3.1.	Attributs de la couleur.....	46
3.3.2.	Attributs de la texture	47
3.3.3.	Détection de contours	48
3.4	Distance entre vecteurs.....	49
3.5.	Annotation des objets d'image.....	49
4.	Modèle de recherche.....	51
5.	Implémentation de l'application.....	52
5.1.	La base de test.....	52
5.2.	La fenêtre principale de notre application.....	53
5.3.	Quelques exemples de notre application.....	54
6.	Conclusion	56
	CONCLUSION GENERALE.....	57
	BIBLIOGRAPHIE	58

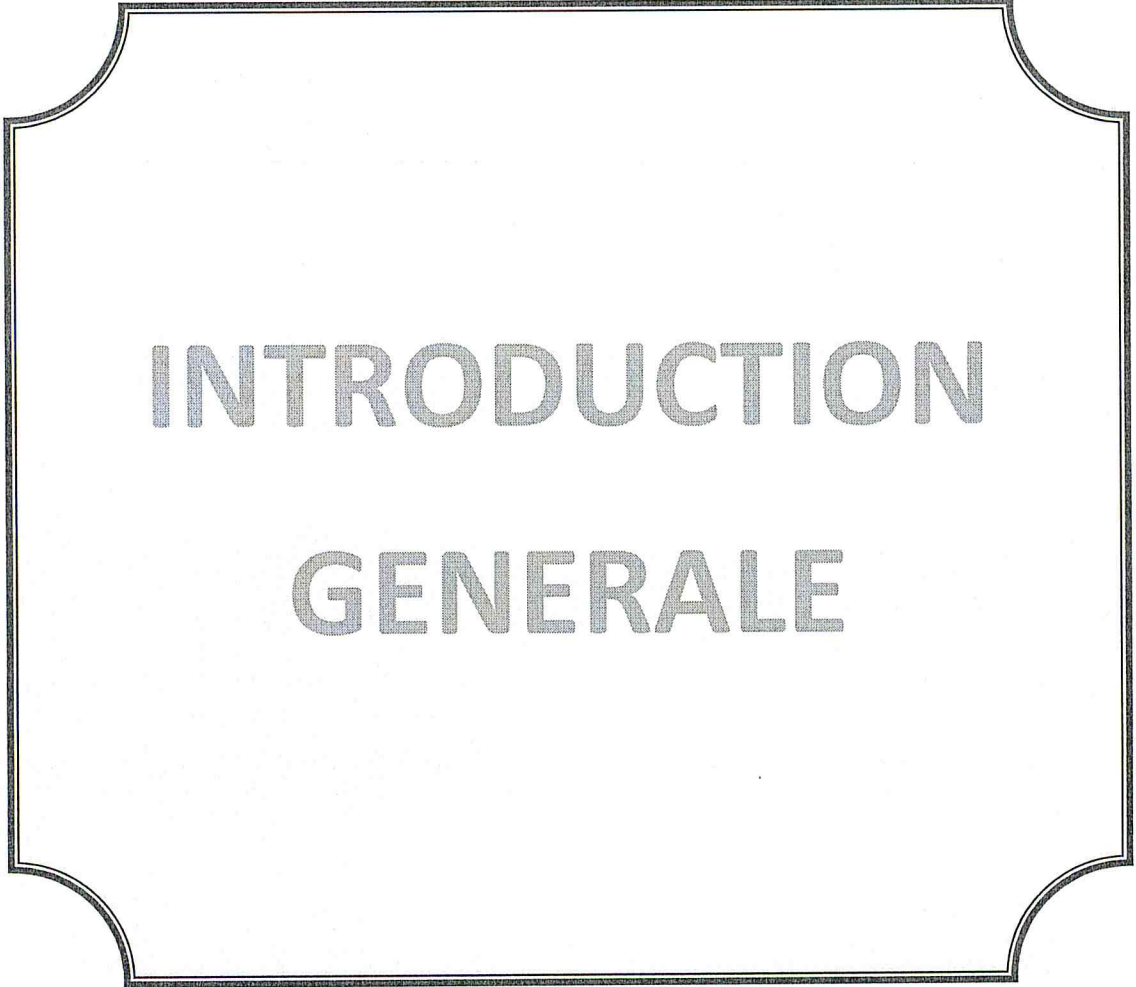
Résumé

La mise en place d'un système pertinent de recherche d'image sur le web devient une nécessité. On distingue deux approches de recherche d'image: l'approche basé sur l'annotation textuelle et l'approche basé sur le contenu.

La première approche est la plus utilisée, et consiste en l'indexation des images par l'intermédiaire de mots clés. Néanmoins, elle nécessite un effort considérable pour une bonne description de l'image.

Une deuxième approche est la recherche d'image par contenu (RIC) qui consiste en l'indexation des images par des attributs (descripteurs) de bas niveau comme la couleur, la texture et les formes. La pertinence d'un tel système dépend de ces descripteurs extraits (automatiquement) de l'image.

Mots clés : indexation d'images, recherche d'images, annotation d'image, segmentation.



INTRODUCTION

GENERALE

1. Contexte du travail

Le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication et l'essor du web ont entraîné un accroissement très important de l'information en termes de diversité et d'hétérogénéité. La recherche de cette information est devenue ainsi un domaine d'activité très important.

La Recherche d'Information (RI) est un domaine de recherche en informatique qui s'attache à définir des modèles et des systèmes dont le but est de faciliter l'accès à un ensemble de documents sous forme électronique (corpus).

La croissance rapide d'Internet et de l'information multimédia a engendré un besoin en techniques de recherche d'information multimédia, et plus particulièrement en recherche d'images. On peut distinguer deux tendances. La première, appelée recherche d'images par le texte, consiste à appliquer des techniques de recherche de texte à partir d'ensembles d'images complètement annotés. La seconde approche, appelée recherche d'images par le contenu, est un domaine plus récent et utilise une mesure de similarité (similarité de couleur, forme ou texture) entre une image requête et une image du corpus utilisée.

La majorité des systèmes de recherche d'image (SRI) utilisés par le grand public est basée sur des index textuels, dans lesquels les images sont annotées manuellement ou à travers un processus d'extraction d'annotation à partir du texte qui entoure les images dans les documents. Par contre la plupart des systèmes existants de recherche d'images par le contenu RIC, indexent les images en se basant sur des attributs de bas niveau comme la couleur, la texture et la forme.

2. Problématique

L'augmentation significative des informations au sein des organisations s'est accompagnée d'une prise de conscience de l'importance de développer des moyens informatiques pour traiter cette information, c'est à dire la modéliser, la filtrer, la rechercher, l'indexer, etc.

Le problème majeur qui se pose dans la recherche des images est comment rechercher rapidement et efficacement par le contenu d'image ?

L'indexation peut se faire d'une manière manuelle ou besoin automatique. L'indexation manuelle est facile et subjective mais elle est difficile pour un grand ensemble d'images, par contre l'indexation automatique peut annoter un grand ensemble d'images mais le passage de l'aspect visuel vers l'aspect sémantique reste difficile.

Ce pendant, plusieurs efforts doivent être fait dans différents domaines connexe.

La question transversale à tout ce travail est donc comment indexer des documents visuels, qu'est ce qui est indexable au sein d'objet d'image ?

3. Objectif

Ce travail vise à faciliter la recherche des images en faisant d'indexation des images pour recherche.

Le principal objectif de ce travail est de développer une méthodologie pour la représentation et l'extraction des connaissances à partir des images. La solution consisterait donc à décrire d'une façon automatique le contenu des images.

Nous nous concentrons sur le problème d'extraction des connaissances à partir du contenu des images sous la forme d'associations des éléments du signal.

Notre approche est basée sur l'utilisation d'une collection d'apprentissage d'image. Cette collection permet de découvrir les règles associatives utilisées pour indexer ultérieurement des nouveaux objets d'images.

Donc fait l'extraction d'un descripteur visuel des objets et nous nous intéressant aux descripteurs suivant :

- Edge histogramme descripteur pour la détection de contour.
- matrice de cooccurrence descripteur pour la détection de texture.
- Scalable couleur descripteur pour la détection de couleur.

4. Organisation du mémoire

Le présent mémoire est organisé en deux parties :

1. La première partie : présente un état de l'art sur le domaine de recherche

La recherche d'informations, les concepts de base utilisés dans le traitement d'images et techniques d'indexation des images.

- ✓ Chapitre 1 : définit des notions fondamentales de la recherche d'information, système de recherche d'information et processus de systèmes de recherche d'information.
- ✓ Chapitre 2 : définit les descripteurs des images et systèmes CBIR.
- ✓ Chapitre 3 : les techniques d'indexation des images.

2. La deuxième partie : consiste à présenter notre solution proposée

- ✓ Chapitre 4 : présente la spécification et conception de la méthodologie de l'architecture du système proposé, implémentation et réalisation de l'application

A la fin Conclusion générale.

PARTIE I

ETAT DE L'ART

CHAPITRE01

**SYSTEME DE
RECHERCHE
D'INFORMATION**

1. Introduction

La recherche d'information n'a pas commencé avec le Web mais plutôt avant. En réponse à différents problèmes de fourniture d'accès à l'information, le domaine de la recherche d'information a évolué pour donner de nouveaux principes et de nouvelles approches pour la recherche d'information de nature variée (l'information recherchée peut être un document texte, une image, une vidéo etc.).

La recherche d'information sur le web à l'aide d'un moteur de recherche est une technique de l'information et de la communication, désormais massivement adoptée par les usagers.

Dans ce chapitre nous introduisons la notion de recherche d'informations, en mettant l'accent sur le processus de recherche. Ensuite nous rappelons l'architecture du système de recherche d'images par le contenu, et aussi la façon que ce système utilise pour prendre la (les) requête(s).

2. La recherche d'information

S'il est important de savoir modéliser, transmettre, et stocker de l'information, il est également important de permettre aux utilisateurs d'un système d'information de localiser rapidement une information recherchée [MAR, 04].

2.1. Définition

La recherche d'information (RI) est un ensemble de techniques et d'outils informatiques dont la finalité initiale était bibliographique : il s'agissait d'aider les usagers à trouver, dans des fonds documentaires, les références concernant un thème particulier. L'amélioration des capacités de stockage des ordinateurs a changé la nature du problème, qui n'est désormais plus d'exploiter des notices bibliographiques

mais de conserver et d'accéder directement aux informations textuelles contenues dans les documents qui constituent les fonds *[DAL,04]*.

Ces dernières années ont vu une explosion du volume des données accessible par les utilisateurs d'ordinateurs surtout à cause de l'énorme croissance du web. De grandes quantités de données sont accessibles au public, mais la détection efficace des informations pertinentes reste toujours une tâche très difficile *[DIO, 05]*.

Les systèmes de recherche d'information doivent ainsi disposer d'un modèle de la représentation des informations contenues dans les documents, et d'une procédure permettant de déterminer leur pertinence comme réponses à une requête particulière.

2.2. Bref historique de la Recherche d'information

- ⊕ La RI n'est pas un domaine récent. Il date des années 1940, dès la naissance des ordinateurs. Au début, la RI se concentrait sur les applications dans des bibliothèques, d'où aussi le nom « automatisation des bibliothèques ».
- ⊕ Dans les années 1950, on commençait de petites expérimentations en utilisant des petites collections de documents (référence bibliothèques). Le modèle utilisée est le modèle booléen.
- ⊕ Dans les années 1960 et 1970, des expérimentations plus larges ont été menées, et on a développé une méthodologie d'évaluation au système qui est aussi utilisée maintenant dans d'autres domaines. Des corpus de test (e.g. CACM) ont été conçus pour évaluer des systèmes différents. Ces corpus de test ont beaucoup contribué à l'avancement de la RI, car on pouvait les utiliser pour comparer différentes techniques, et de mesurer leurs impacts en pratique. Le système qui a le plus influencé le domaine est sans aucun doute SMART, développé à la fin des années 1960 et au début des années 1970. Certaines nouvelles techniques ont été implémentées et expérimentées pour la première fois dans ce système (par exemple, le modèle vectorielle et la technique de relevance feedback). Du côté de modèle, il y a aussi beaucoup de développements sur le modèle probabiliste.

- ‡ Les années 1980 ont été influencées par le développement de l'intelligence artificielle. Ainsi, on tentait d'intégrer des techniques de l'IA en RI, par exemple, système expert pour la RI, etc.
- ‡ Les années 1990 (surtout à partir de 1995) sont des années de l'internet. Cela a pour effet de propulser la RI en avant-scène de beaucoup d'applications. C'est probablement grâce à cela que vous entendez parler de la RI. La venue de l'internet a aussi modifié la RI. La problématique est élargie. Par exemple, on traite maintenant plus souvent des documents multimédia qu'avant. cependant, les techniques de base utilisées dans les moteurs de recherche sur le web restent identiques.

3. Système de recherche d'information

3.1. Définition

Un système de recherche d'information (SRI) est un ensemble de programmes assurant l'ensemble des fonctions nécessaires à la recherche d'information qui permet de sélectionner des informations pertinentes répondant à des besoins d'utilisateurs.

3.1.1. Document

Le document, élément essentielle dans le système de recherche d'informations, on peut le définir comme un support, L'information est le contenu du ce support.

3.1.2. Requête

Une requête exprime le besoin d'information d'un utilisateur.

3.1.3. Pertinence

Il existe deux types de pertinence :

- La pertinence système est souvent traduite par un score cherchant à évaluer la pertinence des documents vis-à-vis d'une requête. Cette pertinence est mesurée par une similarité de représentation document-requête (modèle

vectorel), une probabilité de pertinence des documents étant donnée une requête (modèle probabiliste) [CLE, 70].

- La pertinence utilisateur est liée à la perception de l'utilisateur sur l'information renvoyée par le système. Elle est subjective, deux utilisateurs peuvent juger différemment un même document renvoyé pour une même requête, et évoluer dans le temps d'une recherche [HAR, 92] [MIZ, 97] [SAR, 96].

4. Techniques d'indexation d'informations

L'indexation, processus très important dans la recherche d'information, consiste à analyser chaque document de la collection afin de créer un ensemble d'éléments « clés » qui caractérisent le contenu d'un document [BAK, 10]. Il existe trois types d'indexation :

4.1. Indexation manuelle

Elle s'effectue par un spécialiste du domaine ou par un documentaliste (indexeur), qui fait le choix des mots bases sur un vocabulaire contrôlé. Cette indexation dépend du savoir-faire de l'indexeur, deux indexeurs différents pouvant donner deux termes différents pour caractériser un document.

L'indexation manuelle assure une bonne satisfaction de l'utilisateur, une meilleure pertinence dans les réponses apportées par le SRI. Elle permet aussi une recherche par concept (thème, sujet) et assure la classification des documents. Cependant, elle est difficile à maintenir et prend beaucoup de temps pour sa réalisation [BAK, 10].

4.2. Indexation automatique

Cette indexation est faite à travers plusieurs étapes : l'extraction automatique des mots des documents, l'élimination des mots vides, la lemmatisation (radication ou normalisation), le repérage de groupes de mots, la pondération des mots.

Les techniques basiques d'indexation automatique se font selon les étapes suivantes:

➤ **simplification du texte**

- suppression des mots de fortes fréquences, généralement en référence à un stop List.
- regroupement des formes morphologiquement liées par la racinisation.

➤ **sélection des meilleurs index** généralement basés sur des critères de fréquence tels que la valeur de discrimination.

➤ **pondération des termes** qui reflète l'importance des termes pour la recherche d'information.

Les termes utilisés traditionnellement en recherche d'information sont des mots simples. Toutefois l'indexation sur des syntagmes est une technique complémentaire qui augmente la précision en exploitant les termes multi-mots qui sont plus spécifiques que les termes simples.

4.3. Indexation semi-automatique

L'indexation semi-automatique est la combinaison des deux autres types d'indexation, ou le choix final revient aux indexeurs qui interviennent souvent pour choisir d'autres termes significatifs basés sur un thesaurus ou une base terminologique.

5. Processus de Recherche d'Information

Pour répondre aux besoins en information de l'utilisateur, un SRI met en œuvre un certain nombre de processus pour réaliser la mise en correspondance des informations contenues dans un fond documentaire d'une part, et des besoins en information des utilisateurs d'autre part. Ces processus supposent que la collection de documents est unique.

Un système de recherche d'information intègre trois fonctions principales représentées sémantiquement par le processus en U de recherche d'informations [GRE,92]. La **Figure 1.1** illustre l'architecture générale d'un système de recherche d'information.

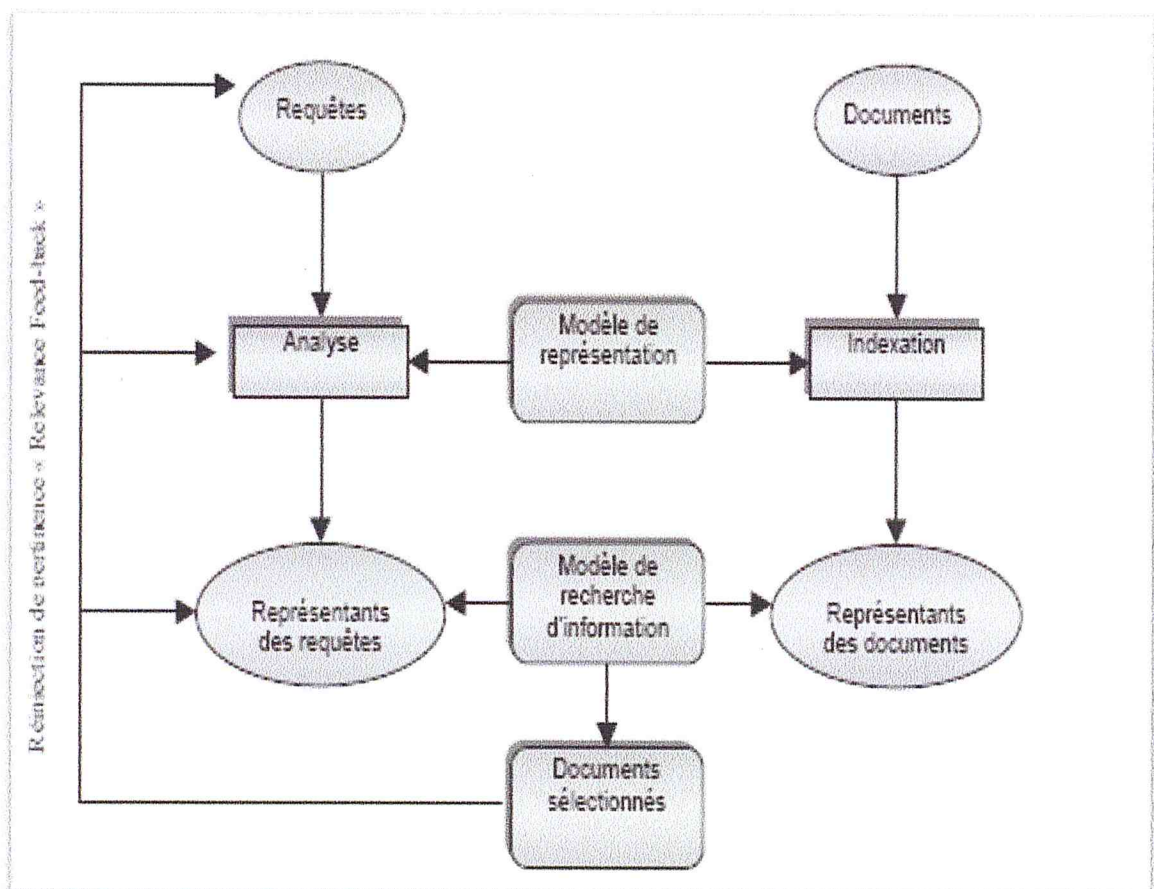


Figure 1.1 : Processus en U de recherche d'information [GRE-92]

D'un cote, on a l'information accessible dans le système. Elle est en général le résultat de collecte de documents ou de sous collections de documents traitant d'un même domaine ou de domaines proches. D'un autre cote, on au besoin en information exprime par l'utilisateur, en général sous forme de requête, une fois stabilise. Ensuite, l'information aussi bien que le besoin en information passant par des étapes de traitement pour être exploitables. Ces processus s'appuient sur un certain nombre de modèles permettant de sélectionner des informations pertinentes en réponses à une requête utilisateur. Il s'agit principalement du processus de représentation et du processus de recherche :

➤ **Processus de représentation**

Un processus de représentation a pour rôle d'extraire d'un document ou d'une requête, une représentation paramétrée qui couvre au mieux son contenu sémantique. Ce processus de conversion est appelé indexation. Le résultat de l'indexation constitue le descripteur du document ou de la requête, qui est une liste de termes significatifs pour l'unité textuelle correspondante, auxquels sont associés généralement des poids pour différencier leur degré de représentativité. L'ensemble des termes reconnus par le SRI est rangé dans une structure appelée dictionnaire constituant le langage d'indexation.

➤ **Processus de recherche**

Il représente le processus du noyau d'un SRI. Il comprend la fonction de décision fondamentale qui permet d'associer à une requête, l'ensemble des documents pertinents à restituer. Il est utilisé pour la recherche d'informations proprement dite et est étroitement lié au modèle de représentation des documents et des requêtes. Ces modèles de recherche représentent ce qui diffère le plus entre les SRI. Ils sont inspirés de concepts mathématiques afin de pouvoir évaluer certaines relations, notamment la relation d'appariement entre la requête et les documents. La problématique majeure des SRI est de retrouver les quelques dizaines ou milliers de documents pertinents parmi des millions de documents. Cet écart de cardinalité rend cette tâche encore plus difficile. En plus des étapes de représentation et de recherche,

quelques systèmes peuvent supporter une étape supplémentaire de reformulation automatique de requêtes. Cette étape a pour objectif d'améliorer les performances du SRI, donc la précision dans les réponses du système.

6. Conclusion

Nous avons commencé dans ce chapitre par positionner le contexte de la recherche d'information en donnant ses concepts fondamentaux ainsi que le fonctionnement global de tout système de recherche d'information.

Un système de recherche d'information est constitué principalement de deux outils : l'outil d'indexation et l'outil de recherche.

La Recherche d'Information (RI) est sans conteste l'un des domaines les plus concernés. Les systèmes de recherche d'images (SRIm) sont des systèmes de recherche qui permettent de retrouver les images dont l'utilisateur a besoin.

Dans le chapitre suivant nous allons étudier en détail les concepts de base utilisés dans le traitement d'images.

CHAPITRE02

LES DESCRIPTEURS VISUELS D'IMAGE ET SYSTEME CBIR

1. Introduction

La recherche d'images par le contenu est l'une des solutions possibles et prometteuses pour gérer les bases de données d'images numériques, elles visent à résoudre ce problème en se basant sur un paradigme de représentation de bas niveau du contenu de l'image, par la couleur, la texture, la forme, etc., et d'autres par une combinaison de celles-ci.

Dans ce chapitre, nous avons défini l'image et ses types et présentons l'extraction des caractéristiques des images. Une image contient beaucoup de caractéristiques. Ensuite nous rappelons l'architecture du système de recherche d'images par le contenu, et aussi la façon que ce système utilise pour prendre la (les) requête(s).

2. Définition d'image

Une image est la représentation d'une scène acquise à l'aide d'un système de production d'image, sa forme peut être analogique ou numérique (un traitement par ordinateur est possible).

L'image est un objet très riche en informatique. On distingue deux niveaux [BAK, 10]

- **Le niveau syntaxique (le contenu)** dans lequel on trouve des informations se base sur l'image (couleur, texture, forme...).
- **Le niveau sémantique** qui désigne son interprétation (donne un sens à l'image). Cette interprétation est subjective et dépend du contexte spatial et social de l'observateur.

3. Différents types d'images [GUN,12]

- **Image monochromes**

Ces images sont dites à niveaux de gris, car on ne prend pas en compte ici la couleur mais seulement l'intensité lumineuse. Parmi ces images on peut trouver les :

- ✓ **Images binaire** dans ce cas, chaque pixel est représenté par un bit (0/1) avec en générale (0 pour noire : intensité nulle et 1 pour blanc : intensité maximale).
- ✓ **Images en niveau de gris** dans ce cas, on dispose d'une échelle de teintes de gris, et la plupart du temps on dispose de 256 niveau de gris avec :

0 → noire,, 127 → gris moyen,, 255 → blanc.

- **Images couleurs**

Ces images sont en générale codée en utilisant le codage des trois couleurs fondamentale (rouge, vert, bleu), on parle alors d'images **RVB**. Chaque couleur est codée sur un octet, d'où

- ❖ Composante rouge : intensité de 0 à 255.
- ❖ Composante vert : intensité de 0 à 255.
- ❖ Composante bleu : intensité de 0 à 255.

On a donc $2^{24} = 16777216$ couleurs différents.

4. Extraction des caractéristiques d'image

Le but de l'indexation est de fournir une représentation image permettant des recherches efficaces. Il ne s'agit pas coder toute l'information portée par l'image mais de se concentrer sur l'information qui permet de traduire efficacement une similarité proche des besoins exprimés par un utilisateur. Une des clés de l'indexation efficace est l'extraction des caractéristiques primaires en accord avec le type et le but des recherches visées par le système. Ces caractéristiques sont généralement simples, intuitives et génériques.

L'analyse faite du signal se focalise généralement autour des attributs de bas niveau tel que la couleur, la texture et la forme. L'extraction de ces attributs constitue le premier pas de toutes les procédures d'analyse d'image qui visent à un traitement symbolique de leur contenu.

Il y a principalement deux approches pour les caractéristiques qui peuvent être extraites.

➤ **La construction de descripteurs globaux à toute l'image**

Dans ce cas, il s'agit de fournir des observations sur la totalité de l'image. L'avantage des descripteurs globaux est la simplicité des algorithmes mis en œuvre, et le nombre réduit d'observations que l'on obtient. Cependant, l'inconvénient majeur de ces descripteurs est la perte de l'information de localisation des éléments de l'image.

➤ **Les attributs locaux qui concernent une région (ou partie) d'une image**

Dans ce cas, consiste à calculer des attributs sur des portions restreintes de l'image. L'avantage des descripteurs locaux est de conserver une information localisée dans l'image, évitant ainsi que certains détails ne soient noyés par le reste de l'image. L'inconvénient majeur de cette technique est que la quantité d'observations produite est très grande, ce qui implique un gros volume de données à traiter.

Le choix des attributs dépend de l'image et du contexte. Il existe trois familles d'attributs : la couleur, la texture, et la forme. Dans ce travail, nous ne présentons que les attributs jugés nécessaires pour notre application.

4.1. Descripteur de couleur

La couleur est une caractéristique riche d'information et très utilisée pour la représentation des images. Elle forme une partie significative de la vision humaine. La couleur est devenue la première signature employée pour la recherche d'images par le contenu en raison de son invariance par rapport à l'échelle, la translation et la rotation [BOU,09]. Ces valeurs tridimensionnelles font que son potentiel discriminatoire soit supérieur à la valeur en niveaux de gris des images. Une indexation couleurs repose sur deux principaux choix : l'espace colorimétrique et le mode de représentation de la couleur dans cet espace [GWE,08].

4.1.1. Les espaces de couleur

Une image est composée des pixels. Chaque pixel d'une image peut être représenté comme un point dans un espace de couleur à 3 dimensions (généralement).

Il existe plusieurs espace de représentation des couleurs, mais nous citons les plus importants et connues :

a) Système RGB

Le mode colorimétrique de fondement pour les applications numériques est basé sur le fonctionnement des écrans vidéo (ordinateur, télévision...) qui restituent les teintes par l'addition en lumière (faisceaux d'électrons) de trois couleurs primaires : le rouge (R), le vert (G) et le bleu (B). Avec ce sous-système une teinte Θ est obtenu par une combinaison linéaire $\Theta = \alpha * R + \beta * G + \gamma * B$ avec $\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$ 3.

Dans le cas d'une image RGB codé sur 8 bits (cas le plus courant), chaque couleur primaire est codé sur un octet et peut donc prendre n'importe quelle valeur dans l'intervalle $[0, 255]$. Le noir et le blanc correspondent alors respectivement au triplet $(0, 0, 0)$ et $(255, 255, 255)$.

Les trois plans R, G, B sont des plans monochromes (en tons continus) dont les intensités peuvent varier du noir à la saturation (255), **figure 2.1** nous montre le cube d'espace RGB.

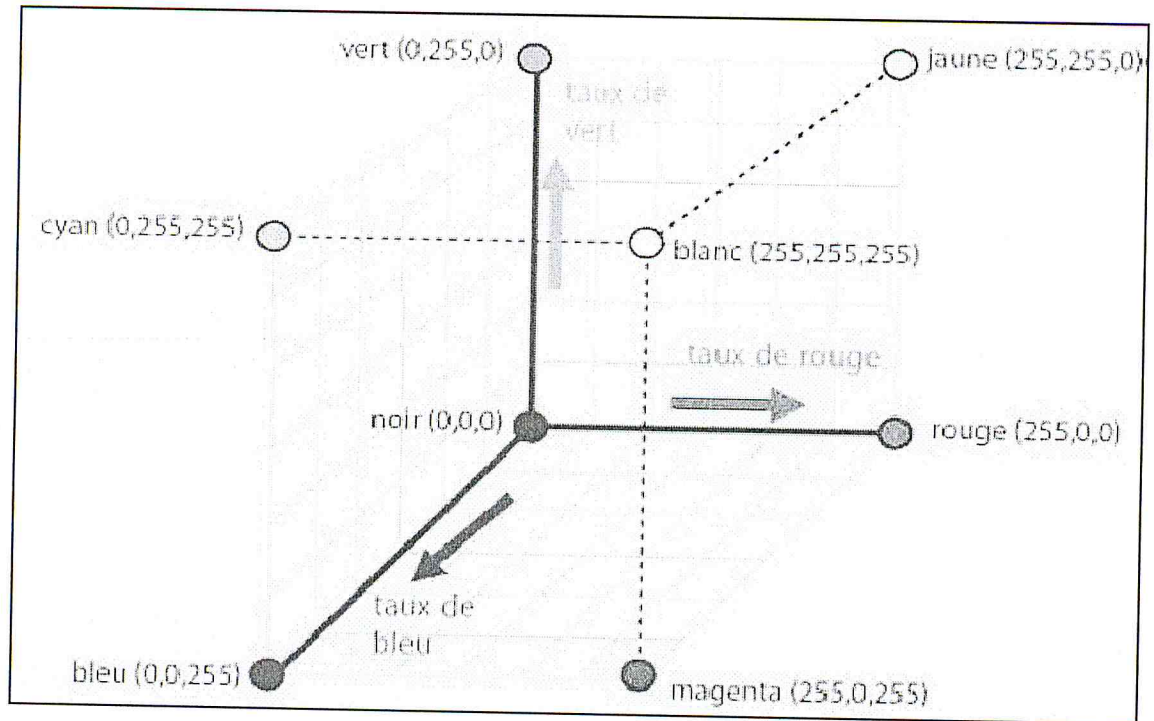


Figure 2.1. Cube d'espace RGB

b) Système XYZ

La CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) est une organisation internationale chargée d'établir des normes et des recommandations reconnues par tous les pays, afin de pouvoir quantifier la couleur : c'est la base de la colorimétrie, science de la mesure de la couleur. Le système XYZ a été établi par la CIE afin de pallier à certains inconvénients du système RGB. Ce système correspond à un changement de couleurs primaires et s'obtient simplement à partir du système RGB à l'aide d'une matrice de passage. Les coefficients de cette matrice sont déterminés par rapport à un blanc de référence que l'on appelle illuminant. Celui que nous utilisons est appelé illuminant standard D65. Il existe ainsi plusieurs codages XYZ, qui dépendent de l'illuminant choisi.

Ce système de couleurs ne nous intéresse pas particulièrement, mais il constitue une étape intermédiaire pour passer au système $L^*u^*v^*$.

Le passage du système RGB que nous utilisons (tous les canaux sont codés par des entiers entre 0 et 255) au système XYZ se fait par le calcul matriciel suivant:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.715160 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

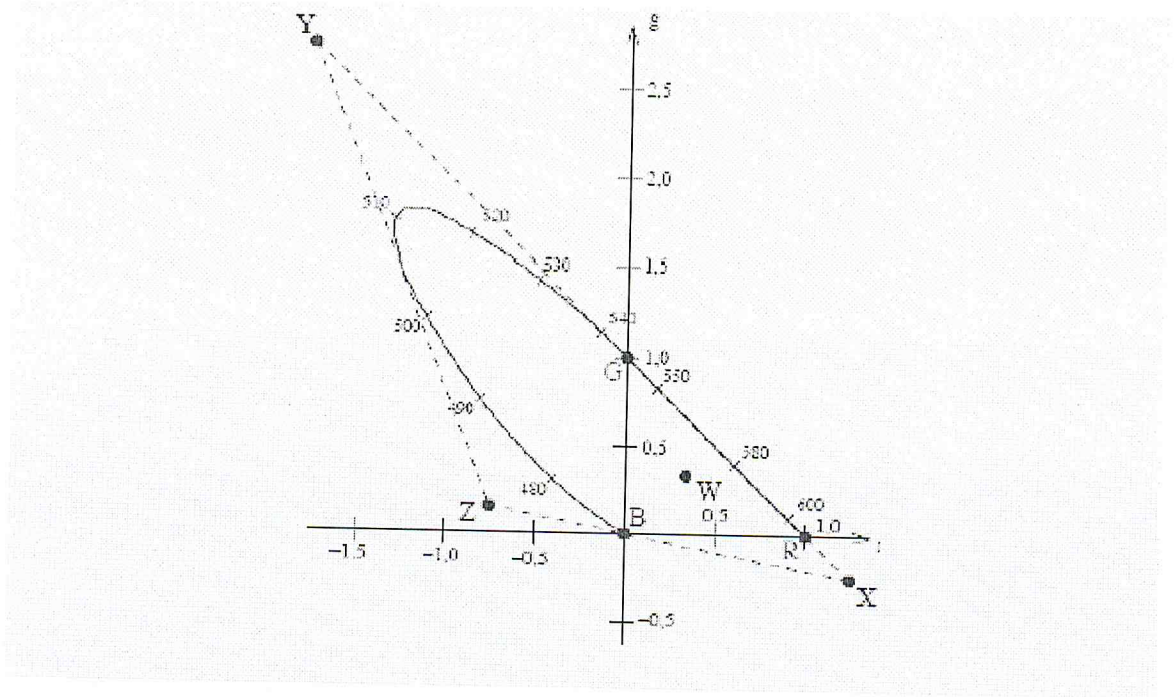


Figure 2.2.: Espace XYZ/RGB

Les coefficients de la matrice de passage sont déterminés par rapport à l'illuminant standard D65.

c) Système L*u*v

Les systèmes RGB et XYZ ne sont pas perceptuellement uniformes: une même distance euclidienne entre deux couleurs ne sera pas perçue de la même façon par l'être humain selon les couleurs. Le problème qui se pose est le problème de la quantification des écarts de couleurs: des écarts de couleurs perceptuellement proches risquent de correspondre à des écarts importants dans le système de représentation adopté, alors que des couleurs perceptuellement très différentes risquent de correspondre à des écarts trop faibles. Le système CIE-LUV, appelé aussi L*u*v, est un système perceptuellement uniforme que l'on peut obtenir à partir du

système XYZ. Il permet l'utilisation d'une distance euclidienne pour mesurer l'écart entre deux couleurs tout en évitant le problème énoncé.

On appelle luminance le degré de luminosité des points de l'image. Dans le système $L^*u^*v^*$ une couleur est définie par L^* , qui représente la réponse de l'œil à un niveau de luminance, et par u^* et v^* , qui représentent respectivement des oppositions de couleur vert-rouge et bleu-jaune.

d) Système HSV

Cet espace représente la couleur selon trois entités: la teinte (H), la saturation (S) et l'intensité ou luminosité (V). La **figure 2.3** suivante présente l'espace HSV, ce dernier simule le comportement visuel humain..

Ce Modèle de couleur (teinte, saturation, intensité), découple la composante d'intensité de la couleur de support de l'information (teinte et saturation) dans une image en couleurs. En conséquence, le modèle HSV est un outil idéal pour le développement d'algorithmes de traitement d'images basé sur les descriptions de couleurs qui sont naturelles et intuitives pour les humains [WOO, 01].

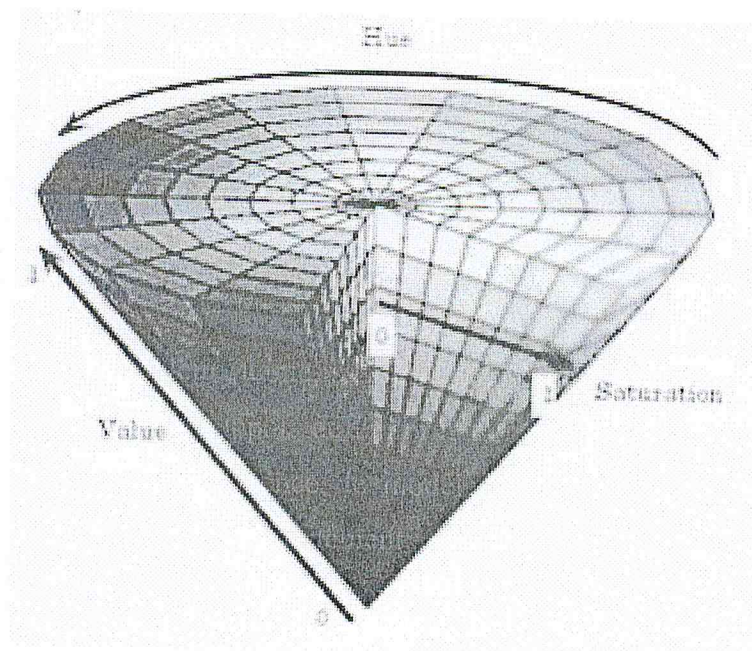


Figure.2.3. Espace de couleur HSV

4.1.2. L'histogramme

Une technique très utilisée pour la couleur est l'intersection d'histogrammes [SWA, 91]. Les histogrammes sont faciles et rapides à calculer, et robustes à la rotation et à la translation. Cependant l'utilisation d'histogrammes pour l'indexation et la recherche d'images pose quatre problèmes [GON, 98]. Premièrement, ils sont de grandes tailles, donc par conséquent il est difficile de créer une indexation rapide et efficace en les utilisant tels qu'ils sont. Deuxièmement, ils ne possèdent pas d'informations spatiales sur les positions des couleurs. Troisièmement, ils sont sensibles à de petits changements de luminosité, ce qui est problématique pour comparer des images similaires, mais acquises dans des conditions différentes. Et quatrièmement, ils sont inutilisables pour la comparaison partielle des images (objet particulier dans une image), puisque calculés globalement sur toute l'image.

4.1.3. Histogramme Scalable (ScalableColorDescriptor)

La propriété de scalabilité de l'histogramme de couleur dans l'espace HSV [ADI, 12] est exprimée à partir de la transformée de Haar qui permet de déduire des variantes de l'histogramme initial à différentes résolutions.

Le caractère hiérarchique de la transformée de Haar permet donc de comparer des histogrammes à différentes résolutions.

En outre, les coefficients sont quantifiés de manière non-linéaire en un nombre de bit planes, et de manière optimisée pour l'espace HSV, ce qui conduit à un deuxième type de scalabilité, allant des représentations binaires des coefficients jusqu'aux représentations en pleine résolution.

Les descripteurs à base d'histogrammes de couleur offrent des représentations caractérisant globalement la couleur d'une image, et présentent un comportement d'invariance satisfaisant par rapport aux transformations de similarité. Toutefois, leur inconvénient majeur est lié à la perte de toute information de localisation spatiale.

Remarque

L'information relative aux couleurs est particulièrement importante dans la caractérisation d'une image. Plusieurs études ont été menées pour trouver un critère de choix des descripteurs de couleurs pour l'indexation des images, mais aucune n'a abouti. Ceci peut s'expliquer par le manque de subjectivité de cette information, les descripteurs couleur ne suffisent pas à indexer efficacement une image, ni à la chercher.

4.2. Descripteur de texture

Il n'existe pas de définition précise de la texture. On peut dire que la texture est la répétition d'éléments de base construits à partir de pixels qui respectent un certain ordre. On distingue deux types de texture *[BOL, 98]*.

- La première est déterministe (ou régulière) et fait référence à une répétition spatiale d'un motif de base dans différentes directions. Cette approche structurelle correspond à une vision macroscopique des textures.
- La seconde est probabiliste (ou aléatoire) et cherche à caractériser l'aspect chaotique qui ne comprend ni motif localisable, ni fréquence de répétition principale. Cette approche est microscopique.

L'analyse de texture, qui se fait la matrice de cooccurrence ou la matrice de longueur de plage *[BOL, 98]*. Permet d'obtenir des informations sur la texture macroscopique (calculs statistique au niveau de gris). Le calcul des attributs de texture mixte s'effectue par l'analyse de Fourier et l'analyse en ondelettes.

La texture peut nous aide dans l'aspect sémantique, car elle différencie les parties de l'image dont les descripteurs de couleurs sont identiques.

4.2.1. La matrice de cooccurrence

En 1973, Haralick [HAR, 73] a proposé une méthode en se basant sur les matrices de cooccurrences de niveaux de gris. l'élément $P_{d,\theta}(i, j)$ de la matrice de cooccurrence définit la fréquence d'apparition des couples de niveaux de gris i et j pour les couples de pixels séparés par une distance d selon la direction θ . cette matrice décrit les régularités observables dans les niveaux de gris des pixels d'une région. Le calcul de la matrice de cooccurrence nécessite le choix d'une distance et d'un angle de déplacement.

Il a été noté par plusieurs chercheurs [SHA, 01][ZHA,01] que la distance d'un pixel combinée avec des angles respectifs de 0° , 45° , 90° et 135° donne de bons résultats. C'est la solution que nous avons adoptée, ce qui nous a donné à la fin quatre matrices de cooccurrence pour chaque image.

Les matrices sont ensuite normalisées par la formule suivante :

$$P_{d,\theta}(i, j) = \frac{P_{d,\theta}(i, j)}{M \times N}$$

Pour une image de taille $M \times N$.

Afin d'estimer la similarité entre les matrices de cooccurrences, Haralick a proposé 14 caractéristiques statistiques extraites à partir de cette matrice. Actuellement, seulement les quatre caractéristiques les plus appropriées sont largement utilisées : l'énergie, l'entropie, le contraste et le moment inverse de différence.

- **L'énergie**

$$ENE = \sum_i \sum_j (p_{d,\theta}(i, j))^2$$

Ce paramètre mesure l'uniformité de la texture. Il atteint de fortes valeurs lorsque la distribution des niveaux de gris est constante ou de forme périodique. Dans ce

dernier cas, les valeurs élevées d'énergie sont obtenues pour les matrices $P_{d,\theta}(i,j)$ lorsque d,θ correspond à la période.

- **l'entropie**

$$ENT = - \sum_i \sum_j (\log p_{d,\theta}(i,j) p_{d,\theta}(i,j))$$

Ce paramètre mesure le désordre dans l'image. Contrairement à l'énergie, l'entropie atteint de fortes valeurs lorsque la texture est complètement aléatoire (sans structure apparente). Elle est fortement corrélée (par l'inverse) à l'énergie.

- **le contraste**

$$CONT = \sum_i \sum_j ((i-j)^2 p_{d,\theta}(i,j))$$

Il mesure les variations locales des niveaux de gris. Il permet de caractériser la dispersion des valeurs de la matrice par rapport à sa diagonale principale.

Ce paramètre est fortement non corrèle à l'énergie.

- **le moment inverse de différence**

$$MID = \sum_i \sum_j \left(\frac{p_{d,\theta}(i,j)}{1 + (i-j)^2} \right)$$

Ce paramètre mesure l'homogénéité de l'image. Il est corrèle à une combinaison linéaire des variables énergie et contraste.

Remarque

Les attributs texturaux sont des attributs très importants pour la description de l'image et la reconnaissance des objets, cependant elles ne suffisent pas pour une bonne représentation du contenu de l'image, un autre attribut essentiel est la forme.

Dans la suite nous allons introduire cet attribut et les différentes approches utilisées pour l'extraire.

4.3. Descripteur de la forme

Au même titre que pour la texture, l'information de forme est complémentaire de celle de la couleur. La forme est généralement une description très riche d'un objet. L'extraction d'attribut géométrique a été le fer de lance de la recherche d'image par le contenu ces dernières années. De nombreuses solutions ont été proposées pour représenter une forme, nous distinguons deux catégories de descripteurs de formes : les descripteurs basés région et les descripteurs basés frontière.

4.3.1. Les descripteurs basés région

Le but de cette catégorie est de caractériser l'intégralité de la forme d'une région à traverses les moments invariants.

a) Les attributs géométriques de région

Les attributs 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 [LAN, 05].

La surface relative (ou normalisée) d'une région \mathfrak{R}_k de l'image I est le nombre des pixels contenus dans cette région par rapport au nombre total de pixels de l'image.

$$S_k = \frac{\text{card}(R_k)}{\text{hauteur}(i) * \text{largeur}(i)}$$

Le centre de masse des pixels de la région est définie par :

$$P = (P_i, P_j) = \left(\frac{\sum_{i \in R_k} i / \text{card}(R_k)}{\text{largeur}(i)}, \frac{\sum_{j \in R_k} j / \text{card}(R_k)}{\text{hauteur}(i)} \right)$$

La longueur du contour de la région est le nombre de pixels en bordure de la région:

$$l_k = \text{card}(\text{contour}(R_k))$$

La compacité traduit le regroupement des pixels de la région en zones homogènes et non trouées:

$$C_k = \frac{l_k^2}{S_k}$$

Ces attributs très simples permettent d'obtenir des informations sur la géométrie des régions de l'image. Il existe d'autres attributs de forme, basés sur des statistiques sur les pixels des régions de l'image.

b) Les moments géométriques

Les moments géométriques [SHA, 78] permettent de décrire une forme à l'aide de propriétés statistiques. Ils représentent les propriétés spatiales de la distribution des pixels dans l'image. Ils sont facilement calculés et implémentés. Par contre, cette approche est très sensible au bruit et aux déformations et le temps de calcul de ces moments est très long.

La formule générale des moments géométriques est donnée par la relation suivante:

$$m_{p,q} = \sum_{p=0}^m \sum_{q=0}^n x^p y^q f(x,y)$$

$p + q$ est l'ordre de moment, le moment d'ordre 0 $m_{0,0}$ représente l'aire de la forme de l'objet.

Les deux moments d'ordre 1 $m_{0,1}$ et $m_{1,0}$ associés au moment d'ordre 0 $m_{0,0}$, permettent de calculer le centre de gravité de l'objet. Les coordonnées de ce centre sont ;

$$x_c = \frac{m_{1,0}}{m_{0,0}} \text{ Et } y_c = \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}}$$

Il est possible de calculer à partir de ces moments l'ellipse équivalente à l'objet. Afin de calculer les axes de l'ellipse, il faut ramener les moments d'ordre 2 au centre de gravité :

$$m_{2,0}^g = m_{2,0} - m_{0,0}x_c^2$$

$$m_{1,1}^g = m_{1,1} - m_{0,0}x_c y_c$$

$$m_{0,2}^g = m_{0,2} - m_{0,0}y_c^2$$

Puis on détermine l'angle d'inclinaison de l'ellipse α comme suite :

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctan \frac{2m_{1,1}^g}{m_{2,0}^g - m_{0,2}^g}$$

4.3.2. Les descripteurs basés frontière

Les Descripteurs de Fourier DFs font partie des descripteurs les plus populaires pour les applications de reconnaissance de formes et de recherche d'images. Ils ont souvent été utilisés par leur simplicité et leurs bonnes performances en terme de reconnaissance [ZHA ,05] et facilitent l'étape d'appariement. De plus, ils permettent de décrire la forme de l'objet à différents niveaux de

détails. Les descripteurs de Fourier sont calculés à partir du contour des objets. Leur principe est de représenter le contour de l'objet par un signal 1D, puis de le décomposer en séries de Fourier. Les DFs sont généralement connus comme une famille de descripteurs car ils dépendent de la façon dont sont représentés les objets sous forme de signaux.

5. Architecture des systèmes de recherche d'image

On distingue généralement une architecture commune pour les systèmes de recherche d'image par contenu. Comme [BEN, 09] le montre la **Figure 2.4**, ces systèmes nécessitent souvent deux étapes : une première pour l'indexation des images et une deuxième pour la recherche d'image.

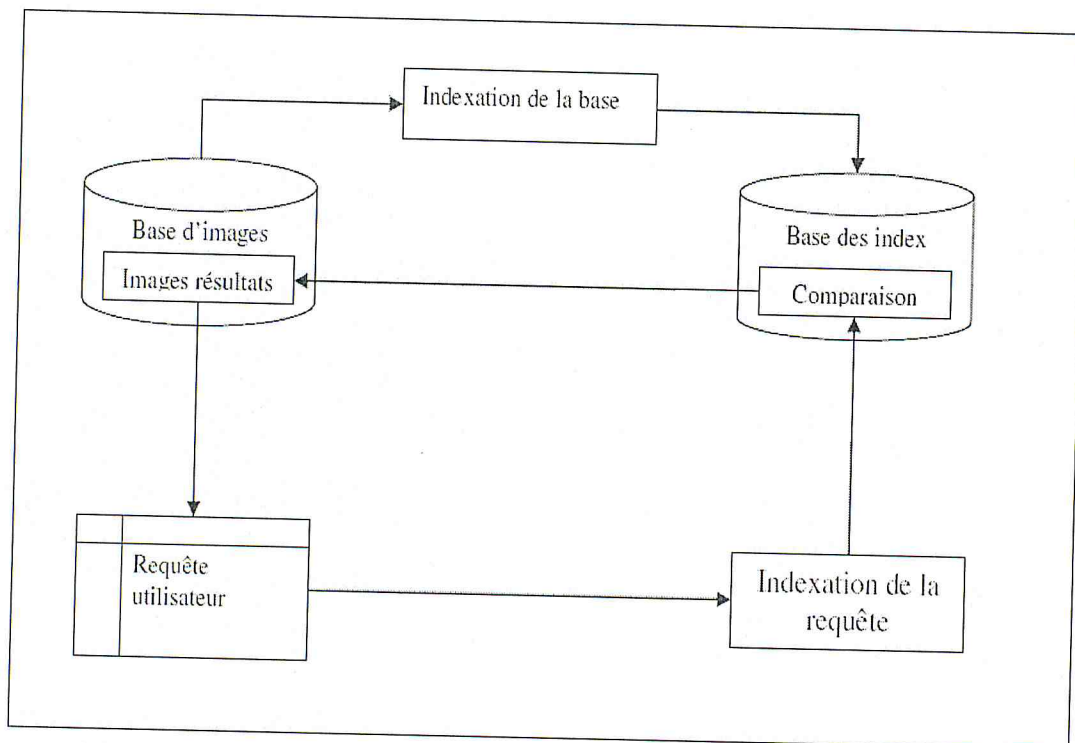


Figure 2-4: Architecture d'un système de recherche d'image

- **Dans l'étape d'indexation**, des caractéristiques sont automatiquement extraites à partir de l'image et stockées dans un vecteur numérique appelé descripteur visuel. Grâce aux techniques des BDD, on peut stocker ces caractéristiques et les récupérer rapidement et efficacement.

- **Dans l'étape de recherche**, le système reçoit une requête utilisateur et renvoi comme résultat correspondant, une liste d'images ordonnées en fonction de la similarité entre leurs descripteurs visuels et la requête en utilisant une mesure de proximité. Néanmoins, ces deux étapes dépendent fortement du système en question. Des exemples seront fournis par la suite.

6. Les types des requêtes

La première étape de la recherche d'images est la constitution de la requête. Elle doit permettre au système de retrouver les images désirées par l'utilisateur. Suivant les besoins de l'utilisateur et le type de base de données images. Il existe 3 façons de faire une requête dans un système d'indexation et recherche des images : soit une requête par mots clés, soit une requête par croquis, soit une requête par exemple (image). La **figure2.5** donne une démonstration pour les trois façons.

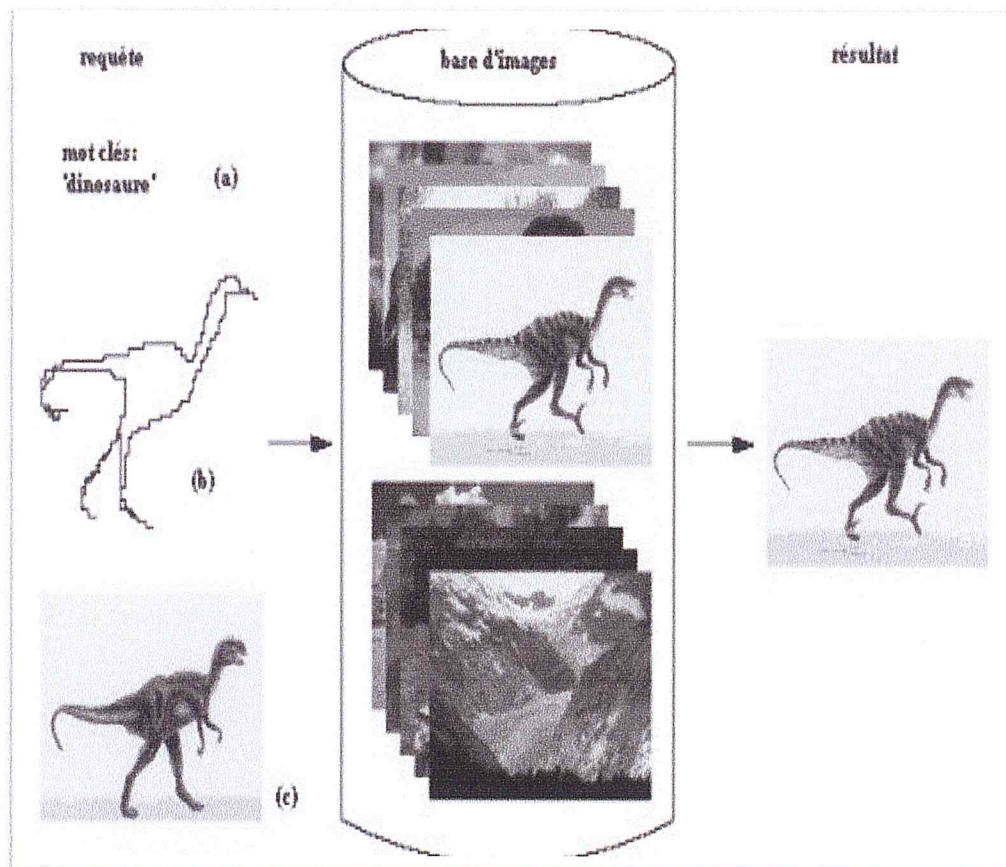


Figure2.5. Les types des requêtes dans le Système CBIR[DES, 03]

6.1. Requête par mot clé

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). Ce type de caractérisation comporte un certain nombre d'inconvénients, en effet : La description textuelle est une opération longue, coûteuse et difficile à élaborer car l'information externe est manuellement attachée par l'utilisateur ce qui conditionne la qualité de recherche future, et puis elle ne décrit pas fidèlement le contenu de l'image car elle se fait de manière automatique à partir du nom, de la légende ou du texte qui l'entoure [ABE, 07].

Malgré tous les travaux de recherche menés pour trouver les meilleurs descripteurs de bas niveau pour les images (couleur, texture, forme), la performance des systèmes de recherche d'images par similarité est loin d'être satisfaisante à cause de ce que l'on appelle le fossé sémantique. Ce fossé sémantique représente la différence qui existe entre les descripteurs de bas niveau d'une image – tels que les pixels, la couleur ou la texture – et la sémantique contenue dans l'image. En effet, des images représentant des concepts sémantiques (de haut niveau) différents peuvent avoir des descripteurs de bas niveau présentant de nombreux points communs alors que des images représentant un même objet peuvent être dispersées dans l'espace des descripteurs de bas niveau [CHR, 08].

Une deuxième approche a été proposée : la recherche par le contenu.

6.2. Requête par croquis (esquisse)

Dans ce cas, le système fournit à l'utilisateur des outils lui permettant de constituer une esquisse (dessin) correspondant à ses besoins. L'esquisse fournie sera utilisée comme exemple pour la recherche. L'esquisse peut être une ébauche de forme ou contour d'une image entière ou une ébauche des couleurs ou textures des régions d'une image. L'utilisateur choisira, en fonction de la base d'images utilisée,

de ses besoins et préférences, l'une ou l'autre de ces représentations. Cette technique présente l'inconvénient majeur qu'il est parfois difficile pour l'utilisateur de fournir une esquisse, malgré les outils qui lui sont fournis.

6.3. Requête par exemple (image)

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 [NAS, 97].

Pour les systèmes de recherche d'images à base d'exemples, l'utilisateur, pour représenter ses besoins utilise une image (ou une partie d'image) qu'il considère similaire aux images qu'il recherche. Cette image est appelée image exemple ou requête. L'image exemple peut soit être fournie par l'utilisateur, soit être choisie ce dernier dans la base d'images utilisée.

Mais cette approche a un inconvénient. Les systèmes supposent que plus il y a d'exemples de questions disponibles, meilleurs sont les résultats. Par conséquent, les utilisateurs pensent qu'ils peuvent avoir plus de résultats pertinents s'ils ajoutent de nouveaux exemples au résultat de la requête précédente. Cependant, cette supposition n'est pas toujours vraie. Les exemples additionnels peuvent contenir des caractéristiques inappropriées et faire baisser la performance du système.

7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'extraction des caractéristiques des images et ainsi présenté le principe général des systèmes de recherche des images et les différents types de requête.

Les caractéristiques d'image ont le rôle très important dans les systèmes de recherche d'image symbolique et ceux de recherche d'image sémantique.

L'interprétation d'image se fait selon deux aspects : visuel (syntaxique) et textuel (sémantique). L'aspect visuel concerne la couleur, la texture, la forme, le textuel véhicule, quant à lui, le sens de l'image.

Dans le chapitre suivant nous présentons les techniques d'indexation et ainsi les techniques d'apprentissage d'images.

CHAPITRE03

**LES TECHNIQUES
D'INDEXATION
D'IMAGES**

1. Introduction

La performance du système de recherche d'images dépend notamment de l'indexation des images qui doit permettre de retrouver la sémantique associée à l'image, du modèle de représentation qui doit être efficace et de la mesure de similarité qui doit permettre de retrouver les documents pertinents.

Dans le domaine de l'image, il n'existe pas de sémantique directement accessible. Les images s'avèrent n'être que des sources de «signal». Or, dans la majorité des cas, il n'est pas possible d'explicitier des règles capables de transformer ce signal en symboles (fossé sémantique)[*BEN, 09*].

Nous allons maintenant définir les techniques d'indexation et la notion d'apprentissage, son utilisation dans les systèmes de recherche d'image par contenu, et définir les méthodes de classification des images.

2. Indexation d'images

L'étape la plus délicate de la recherche d'image est l'indexation des images à partir d'une collection d'images (qui peut être spécifique, hétérogène..). L'indexation est un processus qui sert à extraire des informations à partir du document image et à représenter ces informations dans une structure appelée index.

2.1. Indexation textuelle d'image [*BAK, 10*]

Dans cette approche, l'indexation des images est basée sur les mots clés, qui peuvent être des mots clés globaux ou locaux.

- Les mots clés globaux peuvent être associés aux images entières.
- Les mots clés locaux peuvent être associés aux régions des images.

➤ Indexation textuelle manuelle

L'indexation textuelle manuelle d'image est un processus manuel, qui s'effectue par un iconographe, et est une méthode robuste, qui permet d'associer le sens aux images. Mais devant un grand volume d'images, l'indexation devient difficile, presque impossible.

➤ Indexation textuelle automatique

L'indexation textuelle automatique s'effectue sans intervention humaine. Elle consiste à associer des mots clés à une image. Deux approches existent : 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, qu'on appelle aussi annotation automatique ou auto-annotation.

2.2. Indexation d'image par le contenu visuel

Afin d'exploiter les informations contenues dans une image, une extraction des descripteurs visuels (attributs ou caractéristiques de bas niveau c'est-à-dire la couleur, la texture et la forme) est nécessaire. Ces descripteurs visuels sont extraits automatiquement [SME, 00] ou :

- La couleur est représentée par des histogrammes dans des espaces de représentation de couleur (RGB, XYZ, LUV....).
- La texture est extraite par de nombreuses, parmi lesquelles les méthodes statistiques (la matrice de cooccurrence) [CHE,98].

L'ensemble des informations extraites d'une image est représenté par un vecteur descripteur (signature) dont les descriptions peuvent être globales (image entière) ou locales (région). Les régions sont des parties cohérentes de l'image selon une ou plusieurs caractéristiques de bas niveau (niveau signal) [MAR,04].

L'index décrit la caractéristique globale de l'image entière. Les descripteurs de chaque région sont intégrés dans l'index de l'image.

La pondération dans les SRIm dans les SRI, permet de monter l'importance des attributs par rapport aux décrire l'image ou région.

3. Apprentissage pour l'indexation

L'apprentissage est un processus de compression des observations et de l'expérience en une forme avantageuse pour le futur. Une hypothèse, ou une description générale est capable d'expliquer un grand nombre d'observations succinctement, et dans la mesure où elle utilise les régularités perçues dans le passé, elle est également capable de prévoir avec succès les événements futurs.

Les algorithmes d'apprentissage peuvent être classés en deux catégories selon qu'ils soient supervisés ou non.

3.1.Apprentissage supervisés

L'algorithme d'apprentissage utilise comme entrée un ensemble d'apprentissage où chaque élément est étiqueté. Le but de l'apprentissage est alors de construire (ou adapter) une fonction capable, non seulement de classer correctement les exemples d'apprentissage, c'est-à-dire de leur attribuer leur étiquettes originales, mais également d'être capable de classer des observations inconnues. Le but de l'apprentissage supervisé est donc très clair, ainsi que l'évaluation du résultat [BEN, 09].

3.2.Apprentissage non supervises

Les données ne sont pas étiquetées, ou si elles le sont, ne sont pas utilisées. Le but de l'apprentissage non supervisé est donc nécessairement différent. En fait, il peut y avoir plusieurs buts différents [HIN, 99] : un des buts les plus populaires en vision par ordinateur est de réduire les redondances existantes dans les données. Cette tâche ne nécessite pas de supervision car la notion abstraite de redondance est indépendante de tout contexte particulier. En supprimant les redondances, il devient possible de compresser l'information. Un autre but, lié précédent d'une certaine manière, est d'utiliser l'apprentissage non supervisé pour regrouper les observations similaires. Cette

application, sans doute la plus courante de l'apprentissage non supervisé, est appelée Clustering. Les classes, que nous appellerons clusters, sont formées par regroupement des documents qui ont certaines caractéristiques en commun.

Dans le domaine de l'indexation et la recherche d'images, l'apprentissage peut jouer les rôles suivants :

- sélectionner les descripteurs visuels les plus pertinents,
- associer des descripteurs de bas niveaux à des concepts,
- regrouper les images de manière hiérarchique ou non par similarité visuelle et/ou conceptuelle,
- apprendre au fur et à mesure des interactions avec les utilisateurs,
- ...etc.

D'une manière générale, on utilise l'apprentissage automatique lorsque la modélisation d'un problème de classification est trop ardue pour être faite «à la main».

Une grande partie de l'apprentissage automatique s'intéresse à cette notion de reconnaissance de formes.

4. Segmentation

La segmentation d'image est l'étape la plus importante pour les systèmes de recherche d'image par contenu, est un processus qui découpe l'image en partie homogènes selon un critère détermine : couleur, texture, niveau de gris, indice....

La segmentation d'image est une opération de traitement d'image qui a pour but de rassembler des pixels entre eux suivant des critères prédéfinis. Les pixels sont ainsi regroupés en régions, qui constituent un pavage ou une partition de l'image. Il peut s'agir par exemple de séparer les objets du fond. Si le nombre de classes est égal à deux, elle est appelée aussi bancarisation.

L'objectif de la segmentation d'image est de diviser l'image originale en plusieurs régions distinctes qui correspondent aux objets dans une scène. Après avoir des régions distinctes, on peut considérer le vecteur de caractéristiques extrait à partir d'unerégion comme la représentation d'un objet dans l'image entière.

En effet une bonne segmentation permet une meilleure classification des objets contenus dans l'image et par conséquent exprimer une meilleure sémantique de l'image.

5. Classification

La classification permet de grouper (classifier) les individus en exploitant leur similarité. Les individus peuvent être : les pixels, une sous images de taille fixe ou une région [BOL, 98].

La **Figure 3.1** illustre le principe de la classification. Les données sont représentées par des points (vecteurs) dans un espace à n dimensions (dans notre exemple $n=2$). En sortie de la classification, on obtient c classes (ou familles) de points selon les critères donnés et le classifieur choisi (dans notre exemple, $c=3$).

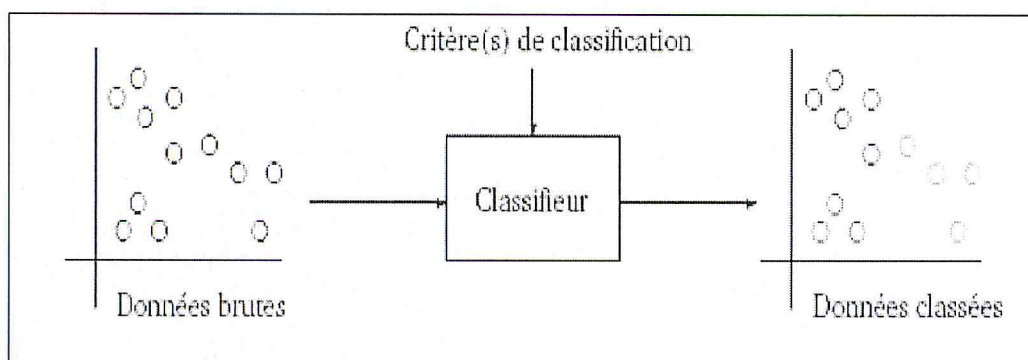


Figure 3.1 : Principe de la classification.

Nous présentons deux types de méthode de classification multidimensionnelle la classification supervisée et la classification non supervisée [BOL, 98].

5.1. Classification supervisée

Classification supervisée (appelle classement ou classification inductive) a pour objectif « d'apprendre » par l'exemple. Elle cherche à expliquer et à prédire l'appartenance des individus a des classes connues a priori [GOV,03].

A partir d'une classification connue a priori d'un certain nombre d'individus, la classification supervisée permet de construire une fonction d'indentification ou de discrimination pour les autres individus afin de découper l'espace de représentation en zones. A chaque zone est affectée une classe de la classification a priori. Les autres individus sont ensuite classifiés en fonction de leur position dans l'espace de représentation [BOL, 98].

Parmi les méthodes classiques de classification supervisée, nous citons les k plus proche voisins, la classification bayésienne, les séparateurs à vaste margesEtc.

5.2. Classification non supervisée

Elle consiste à découper l'espace de représentation en zones homogènes et distinctes selon un critère de ressemblance entre les individus, c'est-à-dire selon un critère de proximité dans l'espace des attributs [BOL, 98]. Ces zones sont des classes (clusters).

Parmi les méthodes classiques de classification non supervisée, nous citons la classification ascendante hiérarchique, les cartes d'auto-organisatrices, K-moyennes, FCMEtc.

Dans le cadre de ce travail, nous utilisons la méthode classique FCM.

La classification FCM (c-moyenne floue)

Le modèle *Fuzzy c-Means*, (FCM) [BEZ, 81] est l'un des modèles de classification floue les plus utilisés. Pour une image X constituée de N pixels de niveaux de gris $\{x_1 \dots x_N\}$ et contenant C classes, l'algorithme de c-moyenne floue permet de segmenter l'image en calculant les centres des classes (c_i) et les degrés d'appartenance (u_{ij}) de chaque pixel de niveau de gris x_j aux différentes classes c_i en minimisant la distance $d(x_j, c_i)$ entre le pixel j et le centre de classe i .

$$J = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^C U_{ij}^m d^2(x_j, c_i) \text{ Avec } \begin{cases} \forall j \in [1, N]: \sum_{i=1}^C u_{ij} = 1 \\ \forall j \in [1, N], \forall i \in [1, C]: u_{ij} \in [0, 1] \end{cases}$$

Le principe général de FCM est de classer dans une première étape les points d'une façon aléatoire dans les différentes classes, puis en calculant à chaque fois la moyenne des points appartenant à la même classe, ajuste les centres (prototypes) de ces classes, et classe les points de nouveau dans les classes approprié jusqu'à la stabilisation, c'est-à-dire jusqu'à ce que tous les points seront classés correctement.

6. Annotation d'image

L'annotation est un moyen d'exprimer la sémantique d'une image. Elle permet d'associer à l'image un mot ou un ensemble de mots, qui dénote son contenu sémantique. Elle peut être annotation manuelle, annotation automatique et semi-automatique.

6.1.Annotation manuelle

L'annotation manuelle est un processus qui consiste à attribuer manuellement à chaque image un ensemble de mots clé. Ce processus est généralement réalisé par un expert humain.

L'inconvénient principal de ce type d'annotation est la subjectivité, plusieurs annotations sont donc possibles. Malgré sa subjectivité, l'annotation manuelle reste une méthode efficace pour associer un sens à des images. Cependant, lorsque l'on a un grand volume d'images à annoter, ce travail devient vite fastidieux, voire impossible, ce qui n'est pas le cas pour l'annotation automatique.

6.2.L'annotation automatique

L'annotation automatique, ou auto-annotation, s'effectue à travers un système informatique (machine) sans intervention humaine. C'est une indexation textuelle automatique à partir du contenu visuel de l'image.

La précision est faible dans ce type d'annotation (beaucoup d'erreurs), mais la productivité augmente (possibilité d'annoter un volume important d'image).

6.3.L'annotation semi- automatique

L'annotation semi- automatique est la combinaison des deux types d'annotation précédents. Généralement un processus d'annotation automatique est initié, suivi par une validation d'un expert humain.

7. Système de recherche d'image basée sur le contenu

Il y a deux directions, ce sont le système de recherche d'image basée sur le contenu symbolique et sémantique.

7.1.Symbolique

Le système de recherche d'image base seulement les caractéristiques symboliques d'image telle que l'histogramme, les textures.

Les moteurs de recherche calculent les distances entre descripteurs pour trouver les images de la base les plus similaires de l'image requête. Le faible niveau sémantique des descripteurs utilisés rend cette approche peu efficace.

7.2.Sémantique

Les systèmes de recherche en symbolique ont des limitations parce que ces systèmes comparent seulement la similarité des caractéristiques globales de l'image.

Dans les systèmes de recherche en sémantique, on analyse l'image en termes d'objets et de contenu, et non pas seulement en termes de statistiques sur les couleurs, les textures ou autres caractéristiques bas niveau de l'image. La sémantique elle-même n'est pas inscrite dans l'image, mais se trouve ailleurs. Il faut donc rechercher les sources extérieures nous donnant accès aux clés de décodage sémantique de l'image.

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

- ⊕ du niveau de connaissances et de la perception que possède l'observateur;
- ⊕ -de l'objectif pour suivi par l'utilisateur de cette image lorsqu'il la regarde.

Donc, on a deux approches pour retrouver cette sémantique:

- Rechercher des moyens pour connecter (ou lier) la connaissance sémantique humaine et l'apparence de l'image (les caractéristiques extraites de celle ci).
- Rechercher des méthodes pour comprendre l'objectif de l'utilisateur, le sens de sa requête.

Avec la combinaison des deux approches, ci dessus on pourra faire émerger la sémantique de l'image.

8. Conclusion

Nous avons essayé à travers ce chapitre de montrer la nécessité de l'apprentissage pour une indexation automatique des images. Nous avons exposé aussi, les différentes techniques d'apprentissage que nous avons utilisé pour réaliser notre modèle.

Dans le chapitre suivant nous présentons l'architecteur du système proposé, et les différentes étapes de notre modèle.

PARTIE II

LA DEMARCHE DE DEVELOPPEMET

CHAPITRE 4

SYSTEME PROPOSE

ET

IMPLIMENTATION

1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est d'étudier, de définir et de mettre en place un système d'indexation et de recherche d'images par leur contenu. Ce chapitre donne une vue plus détaillée sur les techniques utilisées dans notre travail. Tout d'abord, nous verrons la technique utilisée pour l'extraction des objets de l'image et leur représentation dans un vecteur de descripteur des caractéristiques visuelles.

Dans ce contexte, nous allons présenter les méthodes d'analyse d'images permettant de décrire le contenu visuel que nous avons retenues pour cette application. Ce contenu est généralement représenté par des descripteurs de bas niveau. Enfin, nous appliquons l'ensemble de ces techniques à des bases de données d'images numériques afin de pouvoir évaluer notre système de recherche d'images.

Ce travail est placé dans le contexte spécifique de description et d'indexation des images Web. Nous nous sommes imposés de développer un système générique indépendant d'un domaine d'application, ce qui explique le choix des images Web comme images de validation.

2. Architecture du système proposé

Cette dernière décennie témoigne un accroissement exponentiel des données multimédia (texte, image, son et vidéo). Cet accroissement oblige à aller au-delà d'une indexation manuelle et à prendre en compte ces données au cours du processus d'interprétation et d'indexation.

Les images sont des données très riches en informations, sont facilement interprétables par les humains. Il convient donc d'utiliser une représentation de dimension réduite pour caractériser une image. Ainsi, on va extraire des attributs caractéristiques de l'image à l'aide de notions mathématiques et on va les regrouper sous la forme d'un représentant de l'image : le vecteur descripteur de l'image.

Nous proposons un modèle d'indexation des images. Notre modèle se base sur les caractéristiques visuelles d'une image telle que la forme, la couleur et la texture pour fournir une description signal représente les objets contenus dedans.

Dans le cadre de ce travail de recherche, seuls des attributs locaux calculés sur les objets de l'image seront utilisés.

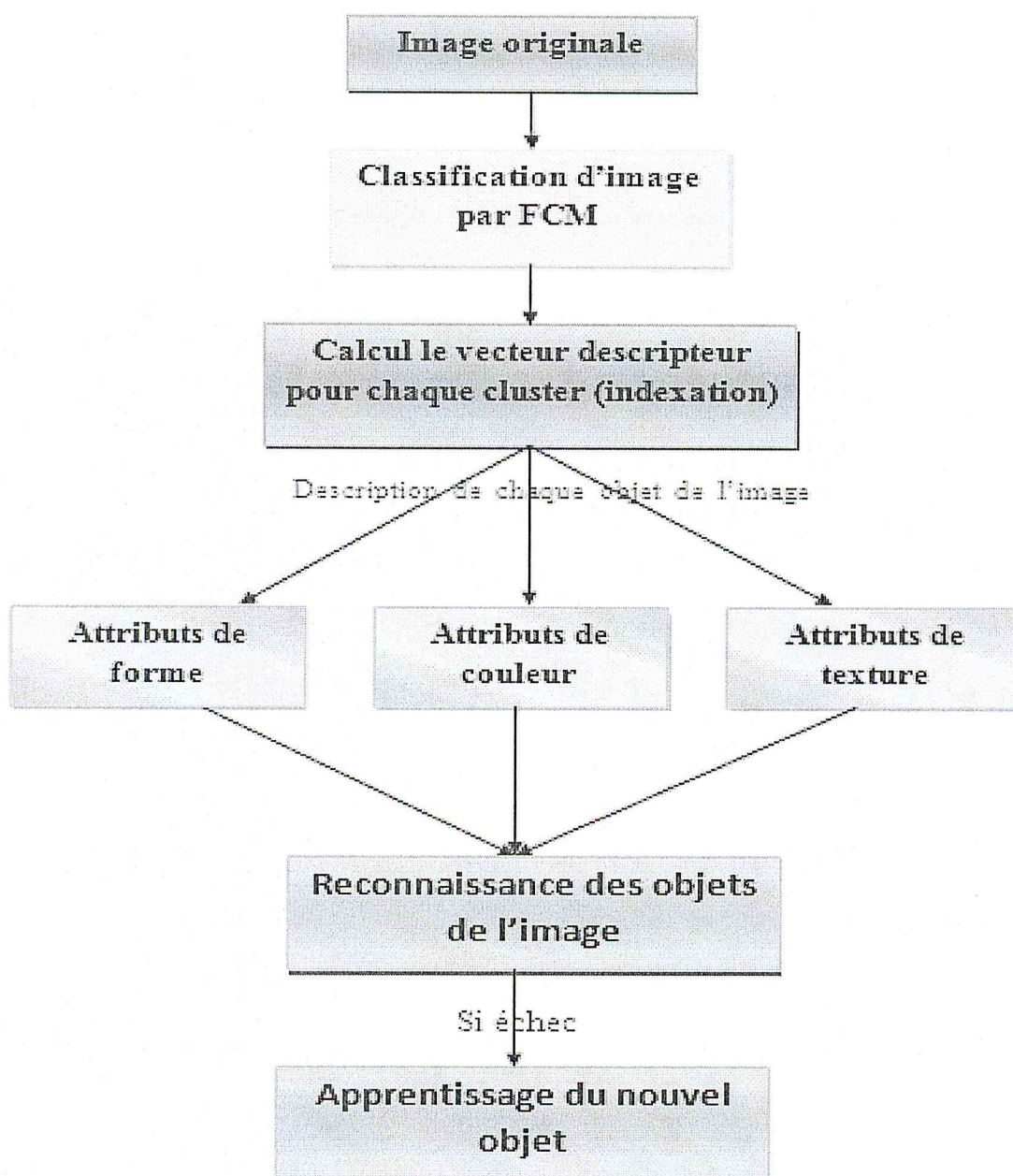


Figure 4.1 : Architecture de système proposé

Comme le montre la **figure 4.1**, le modèle que nous proposons utilise les descripteurs pour l'indexation des objets d'image : et un descripteur de bas niveau qui servira comme fonction d'appariement pour ordonner le résultat de la recherche.

Le principe de notre approche repose sur la description des objets contenus dans l'image. Pour aboutir au résultat souhaité plusieurs étapes sont nécessaires :

- La première étape consiste à séparer les objets de l'image. Pour cela il est nécessaire d'utiliser un algorithme de segmentation d'image. L'algorithme de classification des pixels FCM peut suffire pour obtenir un résultat satisfaisant.
- Ensuite, pour chaque objet de l'image une étape d'analyse est nécessaire pour la description numérique de ces objets: analyse des attributs texturaux et des attributs couleurs, détecter le contour. Ce descripteur servira à établir un ordre de similarité pour le résultat de la recherche ou encore à faire une recherche d'image se basant sur la similarité visuelle.
- Pour chaque objet d'image compare le vecteur descripteur avec la base d'indexe.
- Si on n'obtient aucun résultat on fait l'apprentissage de la nouvelle forme.

3. Description de l'architecture

3.1. Démarche générale pour l'indexation des images

Après avoir exposé les principes de base de notre modèle, nous nous intéressons dans la suite de ce chapitre aux différentes étapes d'indexation de notre système de description de visuelle des images et nous présentons par la suite le type de requête traitée par notre modèle.

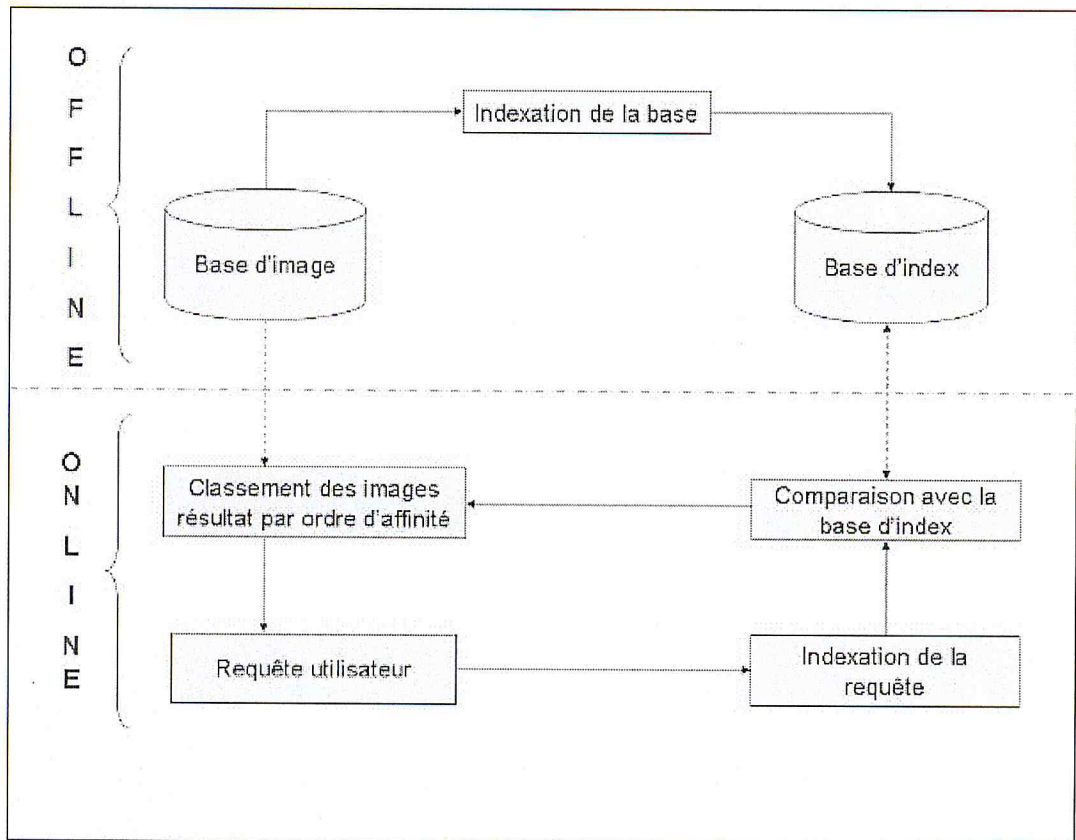


Figure 4.2 : Architecture de système de recherche d'image [BEN, 09]

Ce schéma montre l'architecture d'un système de recherche des images par le contenu. Notre système pour l'indexation des images, construit une base d'index (**figure 4-2**). Cette base d'index associe les objets pour chaque image de la base des vecteurs descripteurs (chaque objet un vecteur). Le vecteur descripteur contient caractéristiques visuel de chaque objet reconnu dans l'image.

L'indexation de la base aura pour but de performer l'étape de recherche.

3.2. Classification des images par FCM

La première étape de notre modèle d'indexation d'images est la classification des pixels des images. Cette étape a pour but de classer les pixels formant l'image dans différentes classes selon une mesure d'homogénéité pour former les objets. La classification est faite par l'algorithme Fuzzy C-means.

L'algorithme de classification non supervisé des FCM est une méthode de partitionnement d'ensemble basé sur l'itération de Picard à travers les conditions nécessaires pour optimiser une somme d'erreurs au carré d'une fonction objective (J_m) qui est construite à base de la somme des distances entre le vecteur et le centre des classes pondérée par les fonctions d'appartenances :

$$J_m(U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \mu_{ik}^m d^2(x_k, V_i)$$

Si U est flou, u_{ik} est le degré d'appartenance de X_k à l' $i^{\text{ème}}$ partition du sous ensemble flou (cluster) de X .

Le principe général de FCM est de classer dans une première étape les points d'une façon aléatoire dans les différentes classes, puis en calculant à chaque fois la moyenne des points appartenant à la même classe, ajuste les centres (prototypes) de ces classes, et classifie les points de nouveau dans les classes approprié jusqu'à la stabilisation, c'est-à-dire jusqu'à ce que tous les points seront classés correctement .

Algorithme de classification FCM**Entrée :** Données brutes**Sortie :** Données classées**Début**

- Initialiser aléatoirement l es prototypes $\{v_i, i=1, 2, \dots, C\}$
- Initialiser aléatoirement l a matrice d'appartenance : $U = [u_{ij}]$

Répéter

//Calcul des degrés d'appartenance

$$u_{ik} = \left(\sum_{j=1}^c \left(\frac{D_{ikA}}{D_{jkA}} \right)^{2/(m-1)} \right)^{-1} \quad 1 \leq i \leq c; 1 \leq k \leq n$$

// Mise à jour des prototypes

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n u_{ik}^m x_k}{\sum_{k=1}^n u_{ik}^m}, \quad 1 \leq i \leq c$$

- Mise à jour du critère de convergence

$$\text{Jusqu'à} \left(\begin{array}{l} \lim_{m \rightarrow l^+} \left\{ \min_{(U,V)} \left\{ J_m(U, V, X) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c (u_{ik})^m \|x_k - v_i\|_A^2 \right\} \right\} \\ = \min_{(U,V)} \left\{ J_1(U, V, X) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c u_{ki} \|x_k - v_i\|_A^2 \right\} \end{array} \right)$$

Algorithme 1 : Classification FCM [BEN, 09]

Le choix d'un modèle de classification est crucial, la performance du système d'indexation d'images en dépend. En effet, une bonne classification des pixels, intervient dans l'extraction des objets contenu dans l'image, d'où une meilleur description des objets.

3.3. Construction des descripteurs

Tout d'abord, nous verrons la technique utilisée pour mesurer la similarité entre les objets d'image à partir des vecteurs descripteurs résultants de l'étape d'extraction des caractéristiques visuelle pour chaque objet, le but de donner une description globale de l'objet images et apporte des résultats intéressants dans la quête du sens

Le descripteur bas niveau fourni une description visuel des objets de l'image. Il peut servir pour la reconnaissance d'un objet à travers les attributs texturaux, couleurs, forme. Dans le cadre de ce travaille, nous nous sommes limité à l'utiliser pour enrichir la description des objets de l'image.

- ✓ Pour la couleur, nous calculons l'histogramme scalable de couleur (SCD).
- ✓ Pour la texture, nous calculons matrice de cooccurrence et nous créons un vecteur descripteur en extrayant les quatre paramètres les plus appropriées des matrices : l'énergie, le contraste, l'entropie et l'homogénéité.
- ✓ Pour la forme, nous calculons Histogramme d'Orientations des Contours (EHD) pour l'extraction des formes des objets contenus dans les images.

3.3.1. Attributs de la couleur

La couleur est un attribut important dans description de bas niveau. Nous avons travail pour extraction de la couleur des caractéristiques d'images histogramme de scalable de couleur(SDC).

La propriété de scalabilité de l'histogramme de couleur dans l'espace HSV est exprimée à partir de la transformée de Haar qui permet de déduire des variantes de l'histogramme initial à différentes résolution. Le caractère hiérarchique de la transformée de Haar permet donc de comparer des histogrammes à différentes résolutions.

En outre, les coefficients sont quantifiés de manière non-linéaire en un nombre de bit planes, et de manière optimisée pour l'espace HSV, ce qui conduit à

un deuxième type de scalabilité, allant des représentations binaires des coefficients jusqu'aux représentations en pleine résolution.

Les descripteurs à base d'histogrammes de couleur offrent des représentations caractérisant globalement la couleur d'une image, et présentent un comportement d'invariance satisfaisant par rapport aux transformations de similarité. Toutefois, leur inconvénient majeur est lié à la perte de toute information de localisation spatiale.

3.3.2. Attributs de la texture

L'étude de la texture des objets d'une image peut avoir des objectifs très divers : obtenir des informations sur la nature d'un l'objet, segmenter l'image en régions homogènes, identifier la texture afin de la réduire à un ensemble de paramètres (compression d'images), recherche d'image par contenu, etc.

Dans tous les cas, ces objectifs nécessitent l'extraction d'un ou de plusieurs paramètres caractéristiques de cette texture.

Les attributs de texture que nous avons utilisés sont l'homogénéité, l'entropie, le contraste, et l'énergie. Tous ces attributs sont calculés à partir de la matrice de cooccurrences.

3.3.3. Détection de contours

Cependant, nous avons utilisé Histogramme d'Orientations des Contours (EHD) pour l'extraction des formes des objets contenus dans les images.

Cette étape a pour but de préparer à l'apprentissage ou la reconnaissance des objets en se basant sur leurs formes.

La détection de contours au sein d'une image est une caractéristique importante du processus de recherche d'images selon le contenu. Face à un nombre important de techniques de détection de contours, il peut être difficile de choisir l'approche la plus adaptée à une collection spécifique d'images d'autant plus qu'il n'existe pas de technique optimale pour tous les cas de figures. Par ailleurs, les techniques de détection de contours analysent souvent une image dans sa globalité sans tenir compte des spécificités des composantes de l'image.

Ce descripteur représente l'histogramme des orientations des contours (gradient) de l'image. Les orientations sont grossièrement classées en cinq catégories : horizontale, verticale, diagonale à 45° , diagonale à 135° et non-directionnelle.

Pour leur détection, on utilise un banc de cinq filtres linéaires adaptés à chacune de ces classes. En ce qui concerne ces descripteurs de texture, leurs performances sont nettement inférieures à celles de descripteur couleur. Le descripteur d'orientations des contours n'est pas invariant aux rotations.

Les histogrammes d'orientation des contours sont dédiés à des applications génériques de requêtes par similarité d'images naturelles. Toutefois, lorsqu'il s'agit de textures homogènes bien spécifiques, la description fournie se révèle trop élémentaire.

Nous rappelons que l'histogramme d'orientation des contours de détecter dans des images.

3.4. Distance entre vecteurs (distance δ_k)

Nous avons choisi la distance minimale entre les vecteurs descripteurs visuels d'image.

Un système de recherche d'images par le contenu visuel, calcule la similarité visuelle entre le descripteur des objet d'image requête et les descripteurs de la base d'index. Il y a différents types de mesure de similarité présentée dans la littérature. Notre choix est porté sur la distance Euclidienne.

3.5. Annotation des objets d'image

✓ Module d'annotation des objets

On affecte à chaque segment de base d'indexe un label manuellement, ce dernier contiens les informations suivante :id, l'indexe, identifiant.

Après le calcul réussie de caractéristiques visuels des multiples segments labellisés, les caractéristiques calculées pour chaque segment sont ensuite enregistrées dans un vecteur qu'on appel **vecteur descripteur**.

- les vecteurs descripteurs qui portent le même lebel sont regroupés afin de calculer le segment moyen(Le segment moyen est calculé en prenant la valeur moyenne des caractéristiques des segments avec la même étiquette) l'idée de cette approche est de réduire le nombre de comparaisons.

✓ Annotation d'un nouvel objet

Le processus d'annotation d'une nouvelle image est comme suit :

- la segmentation de l'image en utilisant FCM(extraction des objets)
- le calculer des caractéristiques (texture, couleur et la forme)de chacun des objets.
- l'enregistrement de ces caractéristiques dans un vecteur descripteur pour chaque objet dans la base d'indexe.

- Annotation manuel de cette image

Maintenant que nous avons présenté les différentes étapes de notre modèle pour l'indexation les objets d'image, nous présentons ci-dessous l'algorithme qui permet l'indexation de la base d'index.

Algorithme : Indexation de la base

Entrée: objet non indexés

Sortie : objet indexés

Début

Pour chaque image de la base faire

- Classification des pixels de l'image en utilisant FCM

Pour chaque classe de l'image faire

//Construction des descripteurs visuelle.

// Extraction des attributs couleur

- Calculer l'histogramme scalable de couleur (SCD).
- Ajouter l'attribut couleur au vecteur descripteur de l'image

// Extraction des attributs de texture.

- Calculer la matrice de cooccurrences
- Calculer l'homogénéité
- Calculer l'entropie
- Calculer le contraste
- Calculer l'énergie
- Ajouter les attributs de texture au vecteur descripteur de l'image

//Extraire les formes ou défauts les contours

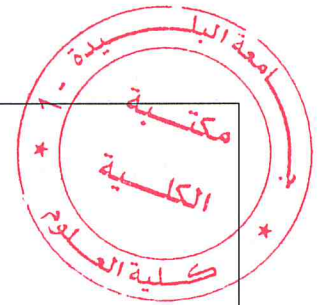
- Calculer Histogramme d'Orientations des Contours
- Reconnaissance de l'objet en utilisant apprentissage

// Annotation les objets d'image

- regrouper tout l'extraction les attributs chaque objet dans un vecteur

Si (vecteur existe) alors

Ajouter une étiquette contenant le label de l'objet reconnu au vecteur



Descripteur de l'objet

Fin Si

Fin Pour

Ajouter le vecteur descripteur de l'objet de l'image à la base d'index

Fin Pour

FIN

Algorithme 2: Indexation de la base

4. Modèle de recherche

Notre problématique étant l'indexation des objets de l'image, l'étape de recherche nous intéresse peu, cependant, pour valider notre modèle.

Nous avons choisi un système de recherche par exemple, l'image exemple suivra les mêmes étapes que pour l'indexation (indexation de la requête), des connaissances seront extraites sous forme d'étiquettes contenant les labels de chaque objet reconnu dans l'image.

5. Implémentation de l'application

Nous avons programmé notre application avec le langage C# (Microsoft Visual Studio 2012 Express), et Microsoft Office Access 2007 pour créer une base d'indexation.

C# est un langage orienté objet de type sécurisé et élégant qui permet aux développeurs de générer diverses applications sécurisées et fiables qui s'exécutent sur le .NET Framework. Vous pouvez utiliser le langage C# pour créer entre autres des applications clientes Windows, des services Web XML, des composants distribués, des applications client-serveur et des applications de base de données. Visual C# fournit un éditeur de code avancé, des concepteurs d'interfaces utilisateur pratiques, un débogueur intégré et de nombreux autres outils pour faciliter le développement d'applications basées sur le langage C# et .NET Framework. [1]

5.1. La base de test

Nous avons construit à partir de base d'images de Wang [2] 150 images de taille 256x256 pixels en couleurs.

L'image suivante montre les différentes images de base de teste.

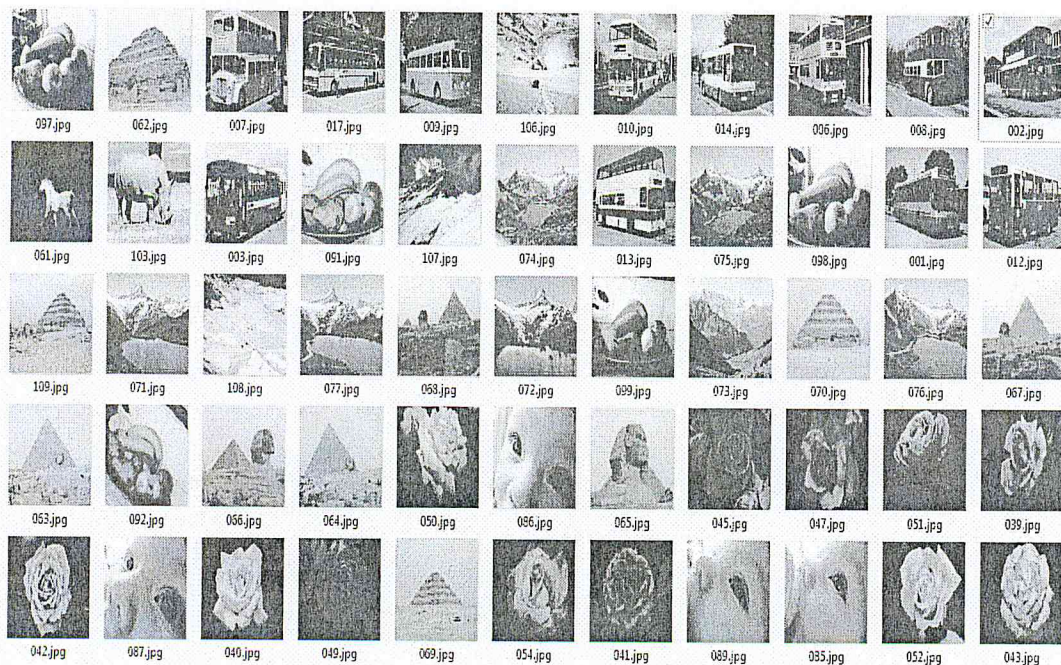


Figure 4. 3 : Les différentes images de base de teste

On a annoté manuellement des échantillons d'images pour chaque ensemble, et stocké les descripteurs et les identifient des objets dans la base des données.

5.2. La fenêtre principale de notre application

La fenêtre principale de notre application est représentée dans l'image ci-dessous. Cette dernière, contient une interface facile à comprendre. On choisit une image et les paramètres de classification (nombre de cluster, le maximum d'itération et le prissions), après classifier l'image par FCM ensuite détecter les objets d'images.

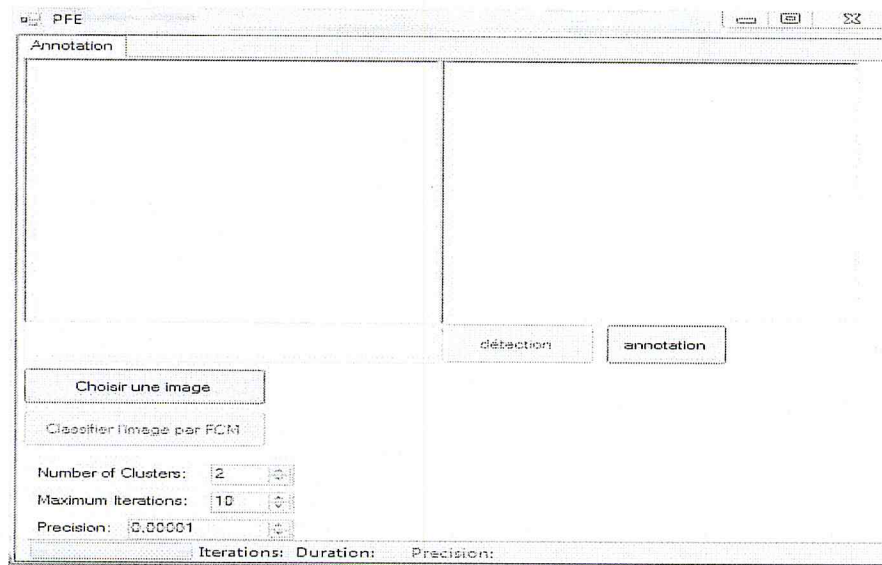


Figure 4. 4 : Fenêtre principale de l'application

Si le système n'affiche aucun résultat on peut annoter les objets de cette image à partir de la fenêtre suivante :

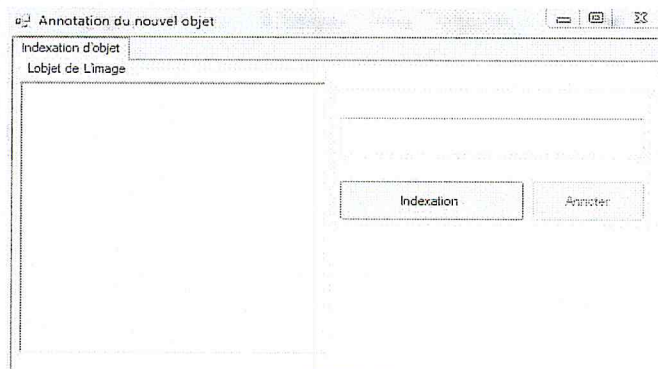


Figure 4. 5 : Fenêtre annoter les objets de cette image

5.3. Quelques exemples de notre application

1. Exemple de classification d'une image :

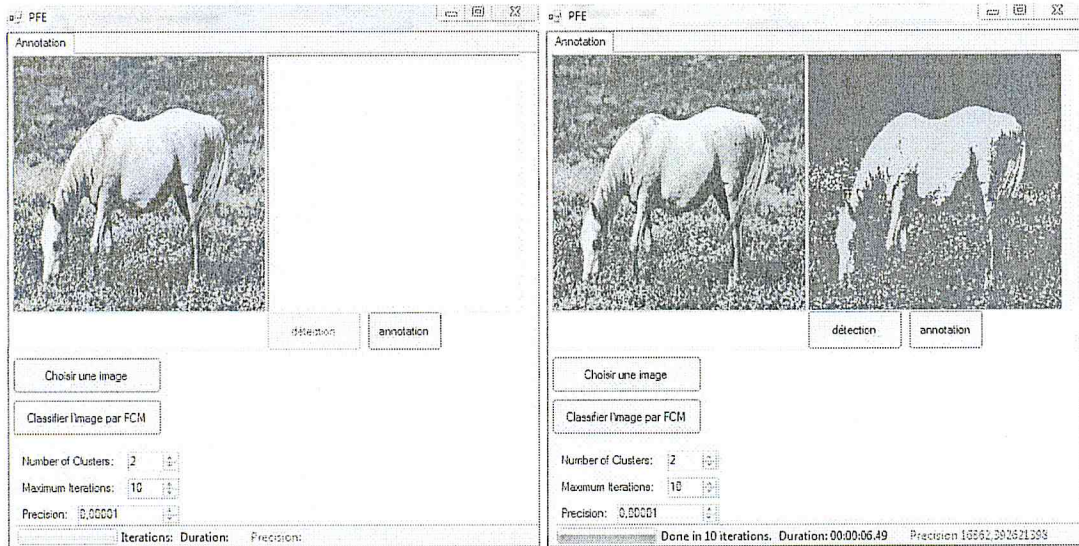


Figure 4. 6 : Exemple de classification d'image

2. Exemple d'annotation d'une image non similaire avec la base d'indexe

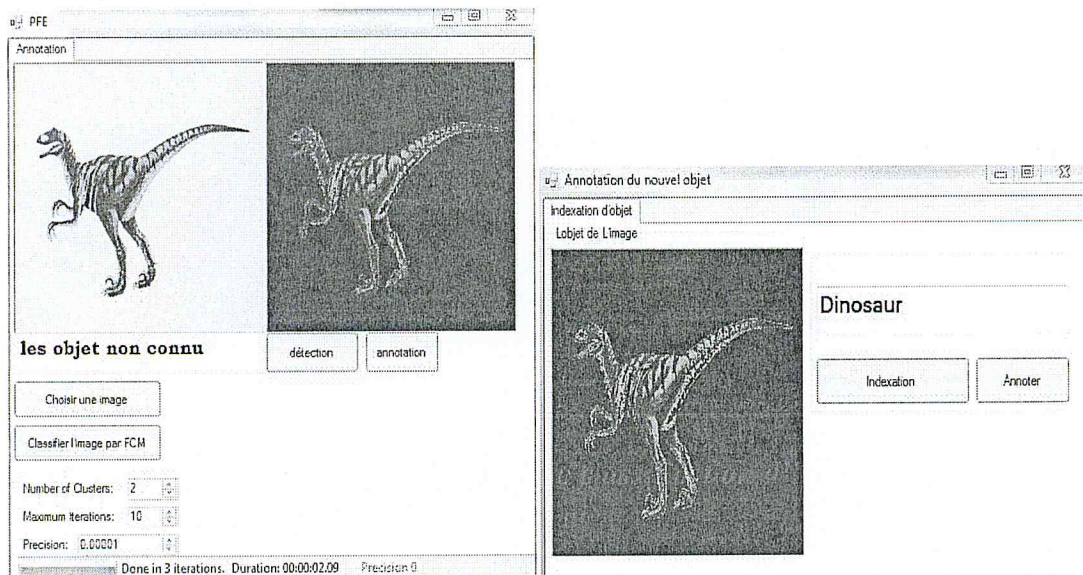


Figure 4. 7 : Exemple d'annotation d'une image non similaire avec la base d'indexe

3. Exemple d'annotation d'une image

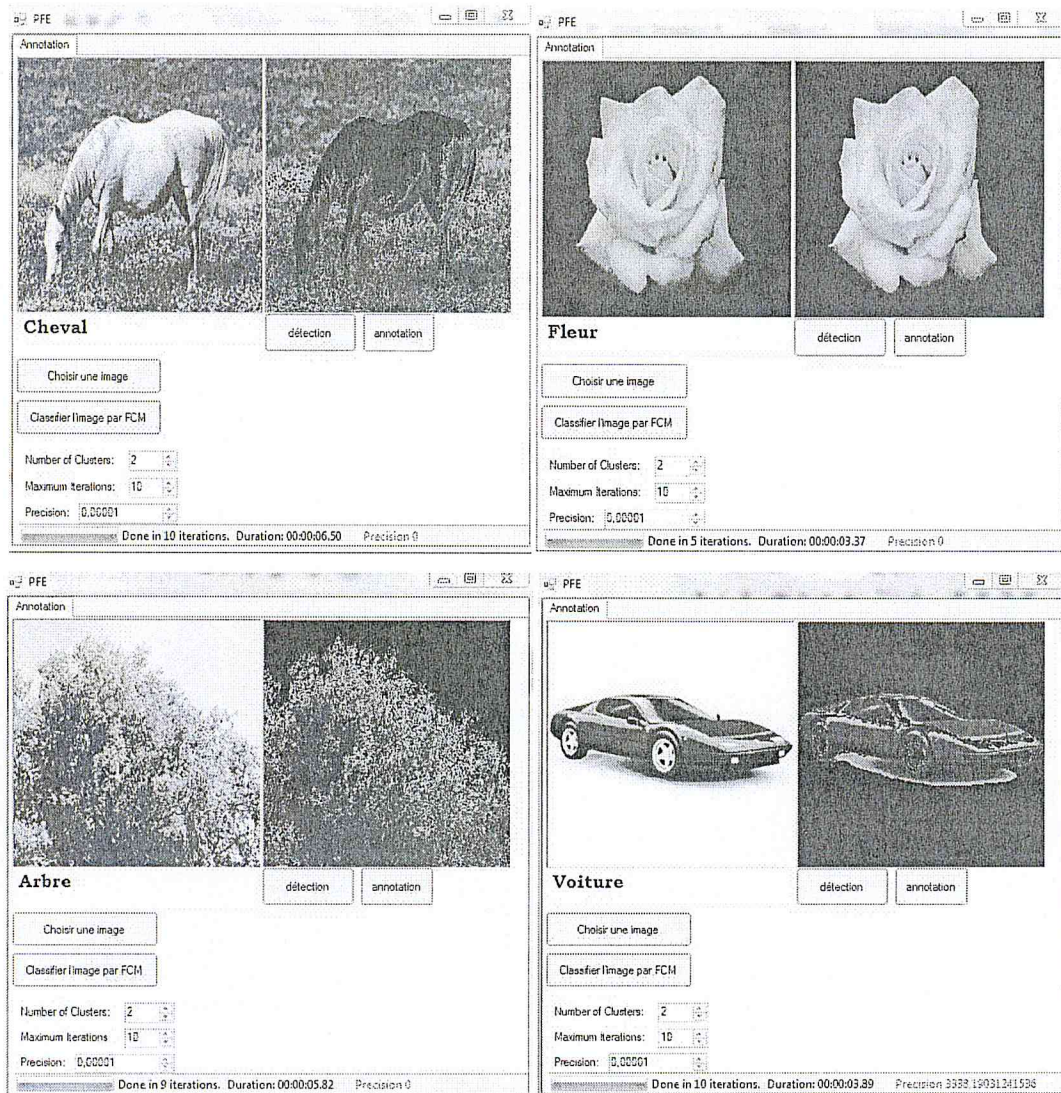


Figure 4. 8 : Exemple d'annotation d'une image

6. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre notre contribution en essayant de répondre aux besoins des utilisateurs liés au domaine de la recherche d'images par le contenu. Nous y avons développé les principales étapes d'un processus de recherche d'images, à savoir, la représentation ou l'indexation et la comparaison des objets d'image. Nous avons proposé une adaptation du contexte de couleur, de texture et de forme. Pour la couleur on a utilisé l'histogramme scalable, pour la texture matrice de cooccurrence, et finalement les forme par la détection des contours en utilisant l'histogramme d'orientation des contours.

Nous présentons les résultats obtenus afin d'évaluer la qualité d'annotation d'image par notre système.

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion générale

L'indexation d'images est un domaine qui attire beaucoup de l'attention des groupes de recherche avec plusieurs ses applications comme la recherche d'images, faire l'annotation d'images, le groupement des images par les concepts,...Leurs résultats seront de plus en plus améliorés et leurs fonctions concordent plus avec les applications actuelles. Cependant, il y a encore beaucoup de limites. Parfois, la demande de l'utilisateur a changée mais le système n'a pas compris ou la situation actuelle a changé mais le système n'a pas été mis à jour.

Dans ce mémoire nous avons présenté dans le premier chapitre le domaine de la recherche d'informations en insistant sur le processus de la recherche. En deuxième chapitre nous avons présenté l'image et sa description visuelle et les technique de recherche d'images et troisièmes les différentes techniques d'indexation. Nous avons effectué un survol es travaux de recherche dans le domaine d'annotation d'images.

Notre travail consiste à développer un système d'auto-annotation d'images qui utilise un apprentissage en exploitant une base des objets d'image annotées. Nous proposons l'extraction des caractéristiques visuelles de chaque objet d'image et annotation de la base d'index. A la fin l'image est affichée et les objets sont identifiés. L'image est annotée en cas de non apprentissage.

Afin d'améliorer ce travail, nous proposons

- D'ajouter d'autres descripteurs visuels (forme par exemple) des images.
- De proposes une nouvelle méthode pour la construction automatique sémantique adaptée à la classification et à l'annotation d'images.



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- [**ABE, 07**] **ABED, Lynda**, *Système D'Indexation et de Recherche d'Images par le contenu* Houaria ZAOUI, *laboratoire : Systèmes, Signaux, Données* Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed Boudiaf 2007.
- [**ADI, 12**] **ADIDOUChaabane ,SALMI Mohamed Yacine**, *Combinaison des descripteurs visuels pour la recherche par contenu d'image en utilisant l'arbre quaternaire*, mémoire de master, université de Blida , année 2012 page 38.
- [**BAK, 10**] **BAKALEM Mahdia**, *Indexation textuelle sémantique pour un moteur de recherche d'images sur le web*, mémoire de magister, Universitaire de Blida, 2010, page 23 -26.
- [**BED ,10**] **BEDOUHENE Saïda**. *Recherche d'images par le contenu*, MEMOIRE DE MAGISTER,ingénieur U.M.M.T.O 2010.
- [**BEN, 09**] **BENNOUR, Hichem**, *Indexation automatique des images : une approche sémantique basée sur l'apprentissage supervisé des régularités*, mémoire de mastère, université de Monastir, 2009.
- [**BEZ, 81**] **J.C.Bezdek**. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*.New York: Plenum, 1981.
- [**BOL, 98**] **pH,Bolon J.M.Chassery,J.P.Cocuquerz,D.Dermigury,C.Graffigue,A.Montaurvert, S.philipp,R.Zebougj and J.Zerubia**. *analyse d'image : filltrage et segmentation*, pris 1998.
- [**BOU, 09**] **BOURENANE.M.A.**. *Un outil pour l'indexation des videos personnelles par le contenu*. Université se Québec à trois-rivieres. These de doctorat, 2009.
- [**CHE,98**] **C.H. CHEN, L.F. PAU, and P.S.P. WANG**. *The Hand book of Pattern Recognition And Computer Vision (2nd Edition)*.World Scientific Publishing, 1998.
- [**CHR, 08**] **CHRISTOPHE. Millet**,*Annotation automatique d'images : annotation cohérente et création automatique d'une base d'apprentissage*,These de doctorat, l'École Nationale Supérieure des T'télécommunicationsSpécialité Signal et Images, année 2008, page 14.
- [**CLE ,70**] **C. CLEVERDON**. *Evaluation tests of information retrieval systems*. Journal of Documentation, 26 :55-67, 1970.
- [**DAL ,04**] **DAL (Georgette),HATHOUT (Nabil), NAMER (Fiammetta)**, 2004. *Morphologie Construction elle et Traitement Automatique des Langues*, Volume 16, Presses Universitaire de Lille, 2004.

- [DES, 03] **T. DESELAERS.** *Features for Image Retrieval.* Diploma Thesis, RWTHAachenUniversity. Aachen, Germany, December 2003.
- [DIO, 05] **I. DIOLETI.** *Modélisation et expérience pour l'indexation symbolique d'images sur le web.* Université Joseph Fourier – Grenoble I, 21 juin 2005.
- [GRE,92] **G.GREFENSTETTE.** *Use of syntactic context to produce term association lists for text retrieval.* In Proceedings of the 15th Annual International ACM SIGIR Conference on RESEARCH and Denmark *Development in Information Retrieval.* Copenhagen, editors, Nicholas **J.BELKIN** and Peter **INGWERSEN** and **ANNELISEMark PEJTERSEN**, pages89–97. ACM, 1992.
- [GUN ,12] **GUNTOUR RACHID,** *annotation sémantique d'image médicale,* mémoire de master, université de Blida, 2012, page 09.
- [GON,98] **GONG Y., PROIETTI G., FALOUTSOSC.***Image Indexing and Retrieval Based onHuman Perceptual Color Clustering.* Proc. Of International Conference on ComputerVision and Pattern Recognition (CVPR), June 1998.
- [GOV, 03] **G.GOVAERT.***Analyse de données.* IC2,Hermès /Lavoisier, Paris, p 151-168, 2003.
- [GWE,08]] **GWENELEQuellec.** *Indexation et fusion multimodale pour la recherche d'information par le contenu.* Application aux bases de données d'images médicales. Université européenne Bretagne.Thèse de doctorat, Septembre 2008.
- [HAR, 73] **HARALIK, R.M., SHANMUGAM, K,et DINSTEIN, I.***Textural features for images Classification.IEEE Transaction onSystem, Man, Cybernetics, 3,610-621, 1973.*
- [HAR ,92] **S.P HARTER.** *Psychological relevance and information science.* American Society for Information Science (JASIS), 43(9):602–615, 1992.
- [HIN, 99] **G. HINTON, T. J. SEJNOWSKI,** *Unsupervised Learning and Map Formation:Foundations of Neural Computation.* MIT Press, 1999.
- [HU ,62] **M.K. HU.** *Visual Pattern Recognition by moment invariants.* IRE Transaction on Information Theory, Volume 8, n°2 :179–187, 1962.
- [LAN,05] **Jérôme LANDRE.** *Analyse multi résolution pour la recherche et l'indexationd'images par le contenu dans les bases de données images -application à la base d'imagespaléontologique.Transtyfipal.* thèse de Doctorat de l'université deBourgogne, École Doctorale Buffon, 2005.
- [MAR, 04] **J.MARTINET.** *Un Modèle Vectoriel Relationnel de Recherche d'information Adapté*

aux Images. Phd Décembre 2004.

- [MIZ ,97] S. MIZZARO. Relevance: the whole history. Journal of the American Society for Information Science (JASIS), 48(9) :810–832, 1997.
- [NAS, 97] « Indexation d'Images par le Contenu : un Etat de l'Art », *Compression et Représentation des Signaux Audiovisuels (CORESA '97)*, Issy Les Moulineaux - France (1997) Journées CNET, <http://www-rocq.inria.fr/imedia/>.
- [RIS, 79] J. RISSANEN, G. G LANGDON. *Arithmetic coding*. IBM Journal of Research and Development, 23, 149-162. 1979.
- [SAR, 96] T. SARACEVIC. *Relevance reconsidered. In information science: Integration in perspectives. In Conference on Conceptions of Library and Information Science*, pages 201–218, 1996.
- [SHA, 01] M.SARMA, S.SINGH. *Evaluation of texture methods for image analysis*. Proceedings of the 7th Australian and new Zealand intelligent information Systems Conference 2001.
- [SHA, 78] A. IANNINOET S. D. SHAPIRO. *A survey of the Hough transform and its extension for curve detection*. Proc. IEEE PRIP '78, p. 32-38. 1978.
- [SME, 00] A.W. SMEULDERS, M. WORRING, S. SANTINI, A. Gupta and R. Jain. *Content-based image retrieval at the end of the early years*. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22 (12): 1349-1380, December 2000.
- [SWA, 91] M. J. SWAIN, D. H. BALLARD. *Color indexing. International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-22, 1991.
- [WOO ,01] *Digital Image Processing, Second Edition*, Rafael C. Gonzalez University of Tennessee Richard E. WOOD MedData Interactive.2001.
- [ZHA, 01] J. ZHANG, T.TAN. *Brief review of invariant texture analysis methods. Pattern Recognition*. Vol.35,iss.3,March, pp.735-74,2001.
- [1] le langage C# : <http://msdn.microsoft.com/fr-fr/library/z1zx9t92.aspx>
- [2] Base d'image de Wang: <http://wang.ist.psu.edu/>

