



Recherche d'images par le contenu

Rapport théorique

Rédigé par : **BIAKOTA BOMBIA Herbert Cephas**

Encadrant : **DOAN Nhat Quang (USTH, Hanoi)**

Plan de travail

Introduction

I.	Analyse du sujet.....	4
	I.1 Domaine d'étude.....	4
	I.3 Objectif.....	5
II.	État de l'art	
	II.1 Analyse de l'existant.....	9
III.	Solution Proposée.....	10
	III.1 Démarche	12

Conclusion

références

Introduction

le monde actuel dans lequel nous sommes, l'image, qui est un signal 2D (x,y) représentant souvent une réalité 3D (x,y,z), contient plusieurs informations sémantiques qu'il faudrait interpréter son contenu au-delà des valeurs numériques qui sont omniprésentes à la télévision, dans la presse en général et sur l'Internet . Cependant, Il serait à l'heure actuelle difficile de se passer d'images. Ainsi, l'accumulation d'images numériques soulève une problématique très importante dans domaine de recherche d'images car l'approche la plus ancienne (antérieure à l'apparition des images numériques) et encore majoritairement utilise aujourd'hui est l'annotation textuelle telle que les mots-clés, Pour ce fait, dans le cas des bases d'images de grandes tailles, la description textuelle pour toutes les images de la base est une opération longue, couteuse et pénible pour l'utilisateur.

Ainsi, l'un des inconvénients de cette recherche par mot clés dépend de la langue utilisée et que celle -ci peut donner des résultats complètement hors sujet comme par exemple le mot '**avocat**' qui désigne un homme de loi et en même temps un fruit. Afin d'échapper à de telles situations, une solution consiste à éviter la procédure d'utilisation des mots-clés et donc de passer à une autre technique qui prend en considération l'image et uniquement l'image pour effectuer les recherches.

Cette méthode est dite la **Recherche d'Images par le Contenu** (RIC ou CBIR, Content Based Image Retrieval). Telle est notre thématique

À l'issu de plusieurs lectures approfondies de ce thème nous avons pu déterminer les attentes théoriques et pratiques que nous devons réaliser. Pour ce fait, dans le cas ce travail qui nous a été donné, l'objectif est de pourvoir améliorer un système de recherche permettant de récupérer des images de façon interactive et optimale depuis une base d'images, tel que les images obtenues sont similaires par rapport au contenu de l'image donnée en entrée par l'utilisateur. Le contenu de l'image peut être « couleur, forme, texture » qui sont des informations riches. Ainsi nous avons comme directives de réalisation :

- Extraction de caractéristiques: Une abstraction d'une image est créée pour représenter cette image à partir des contenus visuels. Cette nouvelle représentation qui est sous la forme d'un vecteur porte dans l'espace de caractéristiques des informations les plus importantes de l'image. Toutes autres opérations sur l'image seront effectuées dans le nouvel espace de caractéristique.

- La recherche des images est similaire: une image de requête est comparée avec celles dans la base de données. Cette opération est exécutée dans le nouvel espace à l'aide des vecteurs de caractéristiques.

I. Analyse du sujet

I.1 Domaine d'étude :

Suite à quelques analyses, nous avons remarqué que notre sujet est orienté coté **traitement d'images** qui désigne une discipline des mathématiques appliquées et qui étudie les images numériques et leurs transformations, dans le but d'améliorer leur qualité ou d'en extraire de l'information. Pour ce fait, il existe 2 types de d'images (matricielles et vectorielles) mais pour notre travail nous aurions à convertir les images en vecteurs avant de les utiliser. Ainsi, notre système sera orienté coté recherche par le contenu visuel

I.2 Objectifs théoriques

- il est demandé faire un état de l'art des travaux dans le domaine de recherche d'image par le contenu;
- Nous devons proposer une méthode partant d'un existant en vue d'améliorer la performance d'une recherche d'image par le contenu

I.3 Objectif Pratique

Est d'améliorer un système la recherche d'image par le contenu en d'autre d'étudier un algorithme d'un système existant en se basant sur ses faille et limite afin amélioré en optimisant la recherche d'image par le contenu



I.4 Difficultés possibles

Dans le cas de travail il serait possible que nous puissions être confrontés à quelques difficultés comme tout travail scientifique :

- Manque de document adéquate,
- le non maitrise de langage de programmation Python

I.5 principe de recherche d'images par le contenu

Dans les systèmes de recherche d'images par le contenu, la méthode générale consiste à calculer pour chaque image un vecteur descripteur V_i de dimension n , stocké dans une base de données, qui représentera l'image I lors de la recherche. Tous les calculs sont effectués hors-ligne (offline) afin de ne pas pénaliser l'utilisateur avec des calculs souvent longs. Une image exemple est donnée au système de recherche qui calcule le vecteur descripteur associé V_r et évalue la distance du vecteur requête avec chacun des vecteurs de la base. Ensuite, les images correspondant aux vecteurs les plus proches du vecteur requête sont présentées à l'utilisateur comme étant les plus proches au sens de la distance considérée.

II. État de l'art

La recherche d'images est une technique qui consiste à identifier, parmi les images d'une base, des images désirées par un utilisateur. Elle a été proposée par Kato au début des années 90 [1] et repose sur l'idée de chercher directement dans le contenu visuel des images telle que : texture, couleur, forme, les points d'intérêts... La recherche est exécutée à l'aide d'une image exemple proposée par l'utilisateur appelée la requête et en réponse le système doit fournir la et les images similaire

Dans [2] les auteurs ont utilisé la transformée en ondelettes de Daubechies pour extraire le vecteur des caractéristiques de l'image. Dans [3], les auteurs ont proposé une technique de recherche d'images couleur basée sur la texture. Cette méthode utilise la matrice de cooccurrence de couleur pour extraire la caractéristique texture et mesure la similarité entre les deux images couleurs.

A partir de là, plusieurs auteurs ont proposés leurs méthodes servant à améliorer le domaine de la recherche d'images par le contenu. Le premier travail et le plus référencé sur l'indexation utilisant la couleur est la méthode d'intersection d'histogrammes proposée par Swain et Ballard [4].

BDLP (Berkeley Digital Library Project) a été développé à l'université de Californie, Stanford, USA. Il permet à l'utilisateur d'interroger une base d'images par le contenu visuel et certains mots clés comme : la collection, la localisation spatiale et le nom du photographe. Pour extraire le contenu visuel, les couleurs de chaque image sont quantifiées en treize couleurs. Six valeurs sont associées à chaque couleur : le pourcentage de cette couleur dans l'image et le nombre de régions qui ont

une taille « très petite », « petite », « moyenne », « grande », et « très grande » de cette couleur dans l'image. Les caractéristiques de l'image sont stockées par des chaînes. Par exemple, une photo d'un ciel nuageux peut être représentée par une grande quantité de couleur bleu et quelques grandes régions blanches. La chaîne qui décrit cette photo peut être « la plupart bleu et quelques grandes blanches ». L'appariement est fait par la recherche de sous-chaînes : par exemple, la requête qui peut retrouver la photo précédente peut être « grandes blanches ». Les photos trouvées sont affichées sans ordre, avec le numéro de l'identification, le nom du photographe, et la collection.

SIMPLIcity (Semantics -Sensitive Integrated Matching for Picture Libraries) vise à réduire le fossé sémantique dans les systèmes de recherche d'images par le contenu. Les images sont segmentées en régions, la caractérisation de chaque région est basée sur les ondelettes. Ainsi les images sont automatiquement triées suivant des critères sémantiques simples, ce qui permet ensuite d'accélérer et d'aider la recherche d'images similaires.

Un autre système de recherche d'images par le contenu a été proposé par Houria ABED et al [5]. Ce système permet de rechercher les images de la base en fonction de leurs caractéristiques du bas niveau : la couleur et la texture. Dans cette approche, chaque image de la base est représentée par un descripteur qui stocke les descripteurs visuels des quadrants de l'image, obtenus par une décomposition récursive de l'image en arbre quaternaire selon un critère particulier (homogénéité de la couleur et la texture). La similarité des images est calculée à partir d'une distance notée Δ qui tient compte de la structure et des valeurs des nœuds des arbres quaternaires.

Rostom, dans sa thèse [6], a proposé une méthode de sélection adaptative des caractéristiques pertinentes et une méthode de classification hiérarchique multi-modèle pour la recherche d'images dans une base d'images hétérogènes

L'article de Forsyth et al. [7] présente les problèmes que soulève cette thématique. Les utilisateurs cherchent des images dans des contextes variés avec des objectifs différents. C'est cette diversité des contextes d'utilisation qui rend la tâche de recherche d'images difficile. La recherche d'information visuelle de Gupta et al. [8] répertorie toutes les difficultés que doit surmonter un système de recherche d'images.

Les méthodes basées sur les points d'intérêt ont fait l'objet de nombreuses recherches. Cordelia Schmid propose une étude de cette technique dans sa thèse [9]. Des améliorations ont été apportées par Patrick Gros [10] et Etienne Loupiau [11] propose une version multi-résolution des points d'intérêts. Une contribution importante qui permet de trouver des points d'intérêts invariants par transformation affine du plan est apportée par Krystian Mikolajczyk

L'étude d'une description invariante de contours par les transformations affines du plan est réalisée par Stanislaw Matusiak [12]. Des méthodes utilisant la logique

floue permettent d'améliorer les résultats en ajoutant la notion de flou dans la requête. Les travaux de Patrick Lambert [13] pour la société GoodShoot [14] détaillent ces méthodes. La thèse de Julien Fauqueur [15] étudie la recherche d'images par composition de catégories de régions issues de la segmentation couleur des images.

II.1 Les systèmes de recherche d'images

Une liste de systèmes de recherche d'images a été proposée par Pečenović [16]. Historiquement, le premier système de recherche est QBIC d'IBM dans lequel la recherche est basée sur l'indexation des textures des régions des images dans l'espace couleur de Munsell amélioré.

Photobook [17], du MIT Media Lab (Massachusetts Institute of Technology), propose une recherche possible sur trois critères différents : l'apparence, le contour et la texture. Les deux premiers critères utilisent une décomposition de Karhunen-Loève des régions des images de la base. À partir de cette transformée, les vecteurs propres des images sont utilisés pour la recherche et l'indexation. En ce qui concerne la recherche de texture, elle est basée sur une localisation des pics de fréquence de la transformée de Fourier des images. Ce système est très efficace pour les bases d'images spécialisées.

Cortina [18] utilise des descripteurs issus de la norme MPEG-7 et des mots issus du texte autour des images dans les pages web pour construire son index d'images. Le regroupement d'images est réalisé avec l'algorithme des k plus proches voisins. La requête est soit une requête par mot-clé, soit une requête par image exemple.

Ikona [19] est un système de recherche développé à l'INRIA. Il est basé sur une recherche par image exemple utilisant couleur, texture et forme et un système de bouclage de pertinence qui adapte la recherche suivant les modifications apportées aux résultats par l'utilisateur au cours de la recherche.

Kiwi [20] est un système développé à l'INSA de Lyon. Il est basé sur une analyse des images et l'extraction de points d'intérêts multi résolution des images.

Le système RETIN [21] a été développé à l'ENSEA de Cergy-Pontoise [22], il utilise des attributs de couleur dans l'espace Lab et des attributs de texture (filtres de Gabor). Sa principale force est son système très efficace de bouclage de pertinence

WINDSURF [23] est basé sur la décomposition en ondelettes des images, suivie par une segmentation des régions à l'aide des nuées dynamiques et par l'extraction d'attributs colorimétriques et de texture. Les régions de l'image requête sont ensuite comparées selon la distance de Mahalanobis pour donner les images les plus proches de la requête.

Google Images [24] est un service proposé depuis 2001 par le moteur de recherche Google pour permettre de trouver sur le web des images en rapport avec un sujet donné. moteur de recherche Google

Dans le système Virage [25], la localisation spatiale des couleurs associée avec la détection de texture des régions peut être pondérée pour affiner les résultats d'une recherche. Le système BlobWorld [26] de l'université de Berkeley en Californie est disponible et travaille sur des régions homogènes issues de l'image en procédant à une recherche par région.

Tous ces systèmes sont malheureusement difficilement comparables car ils travaillent tous avec une base d'images différente. Ils offrent tous une interface conviviale à l'utilisateur qui doit néanmoins entrer quelques paramètres avant de lancer la recherche.

Quelques réalisations similaires :

Nom de l'auteur	Réalisation et année	Descripteur utilisé	Algorithme Utilisé	Base de données Utilisée	Résultat de performance
Thi Phuong Nghiem et Nhat Quang Doan	Dynamique indexing for content-based image retrieval system using hierachical and topological network (2016)[25]	Couleur et texture	DyGSOT et buildTree	Wang 1000	88% de precision
LAI Hien Phuong	Vers un système interactif de structuration des index pour une recherche par le contenu dans des grandes bases d'images(2013)	Sift et color sift (CSIFT, rgSIFT, RGBSIFT, OpponentSIFT)	clustering methods (global k-means, AHC, R-tree, SR-tree and BIRCH)	Wang1000	52% de precision
Wengang Zhou, Houqiang Li, and Qi Tian Fellow,	Recent Advance in Content-based Image Retrieval: A Literature Survey (2017)	Sift, HoG, BoW	K-means et KD- tree	UKBench dataset	70% de precision
Liang Zheng1, Shengjin Wang1, Ziqiong Liu1, and Qi Tian2	Packing and Padding: Coupled Multi-index for Accurate Image Retrieval (2014)	Couple(sift et l'attribut couleur)	Coupled MultiIndex	Ukbench	88,45% de precision
Zhen Liu, Houqiang Li, Liyan Zhang, Wengang Zhou, and Qi Tian	Cross-Indexing of Binary SIFT Codes for Large-Scale Image Search (2014)	SIFT binarization	Cross Indexing Algorithm	UKBench	52% de precision

II.2. Les limites

Les résultats présentés dans les articles de recherche sont difficiles à interpréter pour deux raisons. Pour ce fait, ni les bases de données utilisées pour tester les techniques de recherche, ni les critères de mesure de similarité ne sont les mêmes ainsi que les méthodes à une autre. Par conséquent, le résultat final d'une méthode est difficile à comparer à celui donné par d'autres méthodes dans certains articles.

II.3. Domaines d'applications

Les applications des systèmes de recherche d'images par le contenu sont variées. Citons les plus importantes :

- Des applications judiciaires : les services de police possèdent de grandes collections d'indices visuels (visages, empreintes) exploitables par des systèmes de recherche d'images.
- Les applications militaires, bien que peu connues du grand public, sont sans doute les plus développées: reconnaissance d'engins ennemis via images radars, systèmes de guidage, identification de cibles via images satellites.

Le journalisme et la publicité ont également d'excellentes applications. Les agences de journalisme ou de publicité maintiennent en effet de grosses bases d'images afin d'illustrer leurs articles ou supports publicitaires. Cette communauté rassemble le plus grand nombre d'utilisateurs de recherche par le contenu (davantage pour les vidéos) mais l'aide apportée par ces systèmes n'est absolument pas à la hauteur des espoirs initiaux. D'autres applications incluent : le diagnostic médical, les systèmes d'information géographique, la gestion d'œuvres d'art pour explorer et rechercher des peintures similaires. Architecture pour retrouver des bâtiments ou des aménagements intérieurs etc.

II.4. Analyse de l'existant choisi :

Dynamic indexing for content-based image retrieval system using hierarchical and topological network[25]

Pour cette réalisation nous avons comme algorithme de Dynamic Growing Self-organizing Tree (DyGSoT)

L'idée clé de DyGSoT est d'étendre le modèle stochastique GSoT en développant le réseau neuronal non seulement avec les arbres mais aussi avec les nouvelles données

d'arrivée. L'approche utilisée est capable d'apprendre de nouvelles données d'arrivée en utilisant des règles auto-organisées et en développant la mise à jour du réseau sans ré-formation des anciennes données. La structure DyGSoT est un réseau neuronal évolutif de manière à ce que la topologie et la hiérarchie des arbres augmentent dynamiquement avec le temps. Dans cette structure, chaque noeud de l'arbre représente un point de données. Cela permet une comparaison immédiate entre les données qui peuvent être utiles pour l'indexation et la récupération. Il peut être utilisé en recherchant du niveau topologique (réseau) au dernier niveau d'arbres, ce qui fournit des informations utiles sur la similarité des données.

II.4.1. Limites et failles

- Le temps de recherche dépend fortement de la structure dynamique pour l'indexation c'est-à-dire la profondeur de l'arbre (ou le niveau de l'arbre) et la taille de l'arbre (ou le nombre de données attribuées à un arbre)
- Il n'existe pas une procédure de pré traitement s'il y'a ajout des nouvelles images non étiqueté ce qui peut entrainer de d'une utilisation de la mémoire.
- La mauvaise prise en compte des nouvelles images non étiquetés

III- Proposition de solution :

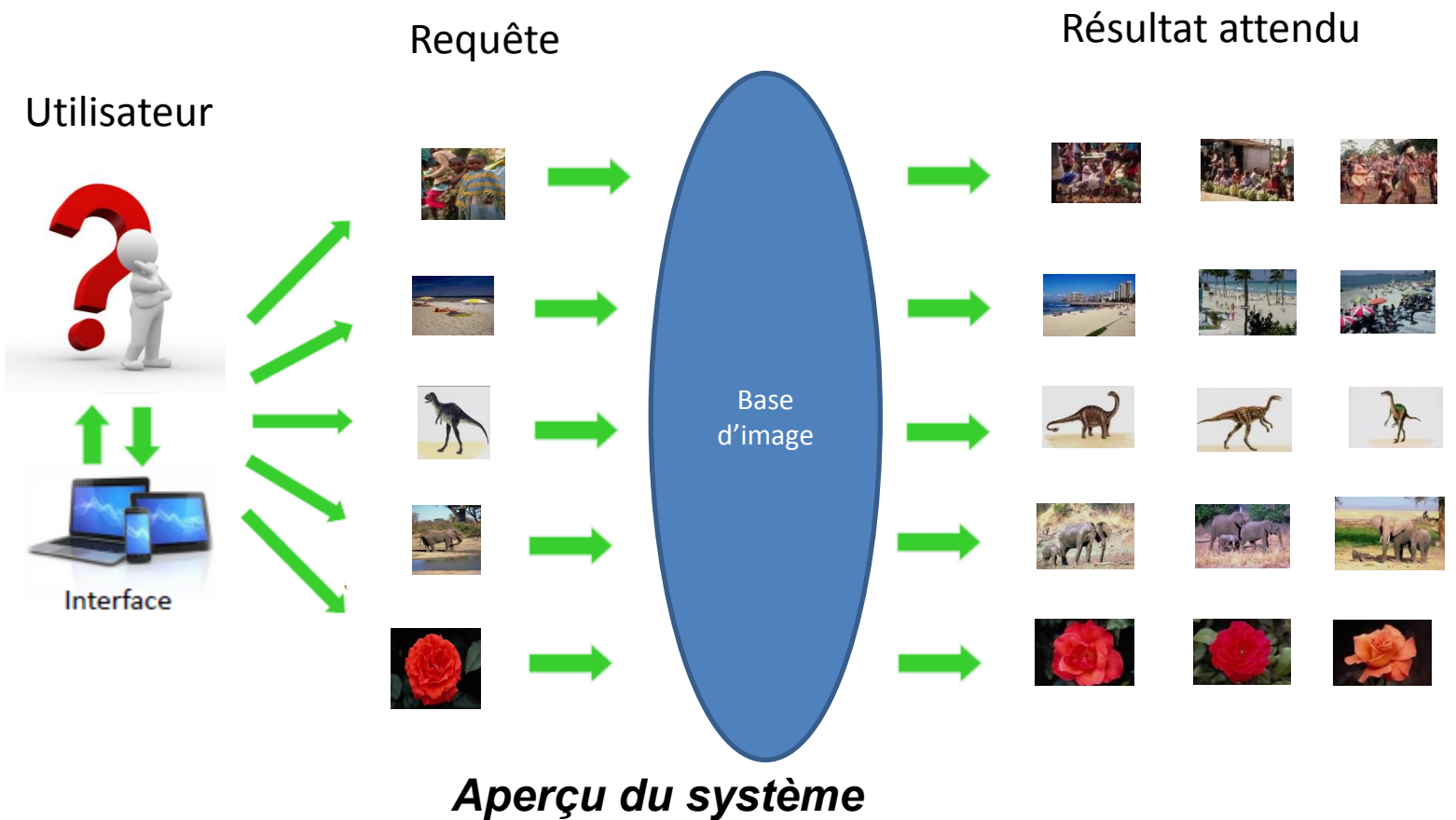
Comme nous l' allons fais mention des attentes, des enjeux et les orientations dans l'analyse de notre sujet, l'objectif théorique de ce travail est de proposer une démarche d'amélioration d'un système de recherche d'image par le contenu choisi en se basant sur les failles et limites de l'algorithme qui a été utilisé.



Pour ce fait, nous nous allons utiliser quelques existants du système tels que le descripteur couleur et texture sont considérés dans la littérature parmi les attributs visuels comme faciles et rapides à calculer pour la recherche d'images dans des bases d'images Ainsi que quelques concepts qui ont été implémenté.



Aperçu:



III.1. Démarches

II.1.1 collecte des données

Nous utiliserons toujours la base de données « wang 1000 » pour la mise en œuvre de notre système. Cette base est constituée de 1000 images répartie en 10 catégories [27] **amazonie, plage, patrimoine, autobus, dinosaure, elephant, chevaux, montagne, nourriture, fleur**



III.1.2. Le prétraitement

Afin de pouvoir faire bon usage de la base d'image ou encore l'ajout des nouvelles images de différentes sources nous devons redimensionner la résolution spatiale pour éviter un usage considérable de la mémoire

II.1.3. Extraction de caractéristiques globales et locales de l'image

Comme nous l'avons fait mention ci-haut afin d'éviter de recréer ce qui existe déjà, nous allons fusionner ou encore faire une hybridation des 2 descripteurs c'est-à-dire la mise en relation des descripteurs globaux déjà utilisé dans ce système avec un descripteur local

Global : l'attribut couleur et la texture.

Local: le descripteur XCS-LBP

III.1.3.1. Aperçu du descripteur local XCS-LBP

Le XCS-LBP proposé par (Xue et al en 2011) [2] est une variante de SIFT, il produit un histogramme plus court que sont ses precesseur LBP et CS-LBP, mais il extrait plus de détails d'image que CS-LBP car il prend en compte la valeur grise du pixel central, et il S'appuie sur une nouvelle stratégie pour la comparaison des pixels voisins. Comme il est également plus robuste pour les images bruyantes que LBP et CS-LBP, le descripteur proposé semble plus efficace pour la modélisation et la soustraction d'arrière-plan

III.1.4. L'algorithme

Afin d'améliorer et de faciliter la recherche nous allons appliquer un clustering à priori grâce à l'algorithme de K-means Afin de catégoriser les images, et en suite appliquer une méthode d'apprentissage semi-supervisé telle que méthode de static labeling (SL) afin de prendre en compte les nouvelles images non

III.1.4.1. Principe de la méthode semi-supervisée

Soit X un ensemble de n objets $x_j \in X$. Nous nous plaçons dans un cas de classification à q classes avec m exemples étiquetés et l objets non-étiquetés. Nous faisons l'hypothèse que m est très faible et $l \gg m$.

Soit L l'ensemble des objets étiquetés de X : $L = \{(x_1; y_1), (x_m; y_m)\}$ avec $y_i \in \{1, \dots, q\}$ les étiquettes des classes des exemples.

Soit U l'ensemble des objets non-étiquetés de X : $U = \{(x_{m+1}; 0), \dots, (x_{m+l}; 0)\}$ avec 0 signifiant qu'aucune étiquette n'est associée à cet objet.

L'objectif de la classification semi-supervisée est de construire un classifieur basé sur tout l'ensemble d'apprentissage X . Ce classifieur peut être vu comme une fonction associant une des q classes à chaque objet de x . Il peut être défini formellement de la manière suivante :

$$y = CX(x) : y \in \{1, \dots, q\}$$

III.1.4.2. Algorithme de static labeling

Dans la méthode de static labeling (SL) , les données non étiquetées sont toutes étiquetées en une étape en appliquant simplement première classification CL à U . Un nouvel ensemble de données W est alors construit : $W = \{(x_j; y_j) : y_j = CL(x_j); x_j \in U\}$

Ensuite, lors d'une seconde étape, la classification finale est calculée comme :

$$y = CL \cup w(x)$$

III.1.5 Calcul de distance

- Les images plus proches (moins distants) ont probablement le même label de classe
- Deux Images qui sont connectés par un chemin traversant des régions de fortes densités doivent avoir le même label

Ainsi nous utiliserons comme mesure de distance: la distance euclidienne

$$d(\vec{u}, \vec{v}) = \|\vec{u} - \vec{v}\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2}$$

Après avoir appliqué l'algorithme semi-supervisé pour apprendre les images de notre base d'images et les classifier, chaque classe d'image sera représentée par un vecteur. Ce vecteur sera calculé par la moyenne de tous les vecteurs caractéristiques des images de chaque groupe et ensuite la similarité entre l'image requête (query image) et les images de la base d'image se fera par la similarité entre les vecteurs caractéristiques de chaque groupe et celui de l'image de requête. Pour ce fait au lieu de comparer l'image requête avec toutes les images de la base nous allons comparer seulement les vecteurs caractéristiques de chaque groupe afin voir le groupe plus proche de notre image et qui contient des images similaires à notre image requête

III.1.6 Évaluation

Afin de pouvoir évaluer la performance de notre moteur de recherche, nous avons deux informations largement utilisées qui sont le rappel et la précision. Ces paramètres mesurent la pertinence d'un système Recherche Information. Autrement dit, ils mesurent la concordance des informations retournées relatives à la requête. Ainsi nous évaluerons les résultats obtenus à l'aide de précision qui est le rapport entre le nombre d'images (documents) pertinentes sélectionnée et le nombre total d'images (documents) désiré

$$\text{Précision} = \frac{\text{Nbre d'images pertinentes sélectionnées}}{\text{Nbre d'images sélectionnées}}$$

$$\text{Rappel} = \frac{\text{Nbre d'images pertinentes sélectionné}}{\text{Nbre pertinentes d'image de la base}}$$

III.1.7. Phase d'implémentation

Le travail que nous allons réaliser sera implémenté en python avec les modules suivants : matplotlib, numpy, argparse, glob, cv2 et prendra en argument : le nom de l'image requête



PLANNING

Travaux	Description	Durées estimées
Conception	-Correction de la conception	2 semaines
Implémentation	- Utilisation de librairie spécifique en python -Extraction des caracteristiques -K-means, Static labeling	7 semaines
Rédaction	-Assemblage des différents sous rapports -Soumission d'une première version du rapport final aux encadreurs -Corrections -Soumission du rapport final et de la présentation	3 semaines

Conclusion

A l'issu de ce travail nous nous avons pu acquérir beaucoup de connaissances dans ce domaine et nous familiariser avec quelques concepts et algorithmes possible à appliquer à l'exemple de distance euclidienne et static labeling, k-mean

Références

- [1] T. Kato, K. Hirata. Query by visual exemple in content-based image retrieval, Proc.EDB192. Lecture Notes in computer Science, 1992, p. 56-71.
- [2] Ela Yildizer, Ali Metin Balci, Mohammad Hassan, Reda Alhadj, Efficient content-based image retrieval using Multiple Support Vector Machines Ensemble, Expert Systems with Applications, Volume 39, Issue 3, 15 February 2012, Pages 2385-2396.
- [3] WangXing-yuan, ChenZhi-feng, YunJiao-jiao, An effective method for color image retrieval based on texture, Computer Standards & Interfaces Volume 34 (2012) Pages 31–35
- [4] M. J. Swain et D. H. Ballard. Color indexing. International journal of computer vision, 7(1):11–32, 1991.
- [5] H. ABED, L. ZAOUI, Z. GUEZZEN. Fusion Couleur Texture dans l'Indexation et la Recherche des Images. JIG'2007-3èmesJournées Internationales sur l'Informatique Graphique.
- [6] R. KACHOURI. Classification multi-modèles des images dans les bases hétérogènes. Université d'Evry-Val d'Essonne. Thèse de doctorat, 2010
- [7] D. Forsyth, J. Malik, and R. Wilensky. La recherche d'images numériques. Pour la science, (238) :86–92, Août 1997.
- [8] A. Gupta and R. Jain. Visual information retrieval. Communications of the ACM, 40(5) :71–79, May 1997.
- [9] C. Schmid. Appariement d'images par invariants locaux de niveaux de gris. Application à l'indexation d'une base d'objets. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1996.
- [10] P. Gros. De l'appariement à l'indexation des couleurs. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Grenoble, 1998.

[11] E. Loupias. Indexation d'images : aide au télé-enseignement et similarités préattentives. PhD thesis, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2000.

[12] S. Matusiak. Description invariante et locale des formes planes, application à l'indexation d'une base d'images. PhD thesis, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambresis, 1999.

[13] P. Lambert and H. Grecu. Indexation par descripteurs flous : Application à la recherche d'images. 18ème colloque sur le traitement du signal et des images (GRETSI01), II :372–379, 2001.

[14] Base d'images GoodShoot. <http://www.goodshoot.com> .

[15] J. Fauqueur. Contributions pour la recherche d'images par composantes visuelles. PhD thesis, Université de Versailles - Saint-Quentin, 2003.

[16] Z. Pečenović, M. Do, S. Ayer, and M. Vetterli. New methods for image retrieval. In Proceedings of the International Congress on Imaging Science, volume 2, pages 242–246, University of Antwerp, Belgium, September 1998.

[25] J. R. Bach, C. Fuller, and A. Gupta. Virage image search engine : an open framework for image management. Symposium on Electronic Imaging : Science and Technology, Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV :76–87, 1996. <http://www.virage.com>.

[26] C. Carson, M. Thomas, S. Belongie, J. Hellerstein, and J. Malik. Blobworld : A system for region-based image indexing and retrieval. In Third International Conference on Visual Information Systems. Springer, 1999.

[25]: Nhat Quang Doan^{1,2}, Thi Phuong Nghiem^{1,3}, Giang Son Tran¹Dynamic Indexing for Content-Based Image Retrieval Systems using Hierarchical and Topological Network 2016

[26] Caroline Silva, Thierry Bouwmans, Carl Frelicot: An eXtended Center-Symmetric Local Binary Pattern for Background Modeling and Subtraction in Videos. P.21. 2015

[27] <http://wang.ist.psu.edu/docs/related/>

[28] wemmert,forestier: Apprentissage semi-supervisé enrichi par de multiples clusterings 2012.

Références Webographiques

- [17] R. W. Piccard, A. Pentland, and S. Sclaroff. Photobook : Content-based manipulation of image databases. *International Journal of Computer Vision*, 18(3) 1996. <http://www.white.media.mit.edu/vismod/demos/photobook/>.
- [18] T. Quack, U. Monich, L. Thiele, and B. Manjunath. Cortina : A system for large-scale, content based web image retrieval. In *ACM Multimedia 2004*, <http://vision.ece.ucsb.edu> , Oct 2004
- [19] Système Ikona du projet iMEDIA de l'INRIA. <http://www-rocq.inria.fr/imedia/ikona.html> .
- [20] KIWI, le système de recherche de l'INSA de Lyon. <http://telesun.insa-lyon.fr/kiwi> .
- [21] J. Fournier. Indexation d'images par le contenu et recherche interactive dans les bases généralistes. PhD thesis, Université de Cergy-Pontoise, 2002.
- [22] RETIN de l'ENSEA de Cergy-Pontoise. <http://www-etis.ensea.fr/~image> .
- [23] S. Ardizzoni, I. Bartolini, and M. Patella. Windsurf : Region-based image retrieval using wavelets. In *DEXA Workshop*, pages 167–173, 1999.
- [24] https://fr.wikipedia.org/wiki/Google_Images