

# Nouvelle approche d'indexation de bases d'images par le contenu

R. Mezhoud<sup>1</sup>, L. Cammoun<sup>1</sup>, S. Derrode<sup>2</sup>, S. Mhiri<sup>1</sup>, F. Ghorbel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Groupe de Recherche en Images et Formes de Tunisie (GRIFT), Pôle CRISTAL  
Ecole Nationale des Sciences de l'Informatique (ENSI)  
Campus universitaire 2010, la Manouba, Tunisie  
{rim.mezhoud, leila.cammoun, slim.mhiri, faouzi.ghorbel}@ensi.rnu.tn

<sup>2</sup> Equipe GSM, Lab. fresnel (UMR 6133)  
Ecole Nationale Supérieure de Physique de Marseille  
Domaine universitaire de Saint Jerome, 13013 Marseille Cedex 20, France  
Tél. : (int+33) [0]4 91 28 84 98  
stephane.derrode@enspm.u-3mrs.fr

## Résumé

*Dans cet article, nous proposons un nouveau système d'indexation de bases de données images par le contenu. Chaque image est dans un premier temps décrite par un ou plusieurs vecteurs de descripteurs de formes invariants par rapport à certaines transformations géométriques du plan.*

*Ensuite, nous proposons d'effectuer une classification bayésienne des vecteurs attributs des images. De cette manière, nous construisons un vecteur de labels pour chaque image. Ces vecteurs sont par la suite stockés sous forme arborescente à l'aide d'une technique d'indexation de bases de données. Cette approche, nous permet de scruter rapidement la base d'images tout en optimisant les résultats de recherche par rapport à une indexation classique.*

## Mots Clef

Classification bayésienne, descripteurs, techniques d'indexation, recherche arborescente.

## 1 Introduction :

La tendance actuelle est le développement d'outils de consultation et de recherche évoluée permettant d'accélérer l'accès et la gestion des bases d'images. Les travaux de recherche dans le domaine de l'indexation des bases d'images par le contenu visent souvent les formes, les couleurs, les textures des objets contenus dans une image.

Dans ce cadre, nous visons le développement d'un prototype d'indexation et de recherche d'images par le contenu. Chaque image est dans un premier temps décrite par un ou plusieurs vecteurs de descripteurs de formes invariants par rapport à certaines transformations géométriques du plan. L'utilisateur, par le biais d'une interface graphique appropriée, peut choisir parmi différentes méthodes de description : les invariants de Hu

[9], les moments géométriques complets et stables [4], les descripteurs complets et stable de Fourier-Mellin [7], et la coopération de ces derniers (Figure 1). Puis, nous effectuons une classification bayésienne multivariée des vecteurs attributs de chaque image de la base, construisant ainsi un vecteur de labels pour chacune d'elle [2]. Ensuite, nous stockons ces vecteurs sous forme arborescente en utilisant une technique d'indexation de bases de données R\*-tree, SR-tree [1, 6].

Dans la section 2, nous présentons très brièvement les quatre méthodes de description. Dans la section 3, nous introduisons la classification bayésienne. Dans la section 4, les deux techniques d'indexation que nous avons adoptées dans notre moteur de recherche, seront présentées. Dans la section 5, quelques résultats expérimentaux seront illustrés. Et enfin, nous terminerons par une conclusion et les perspectives de ce travail.

## 2 Descripteurs des formes :

Dans ce paragraphe, nous présentons brièvement quatre familles de description de formes que nous avons intégrées dans notre système d'indexation. La première famille est issue de la transformée de Fourier-Mellin [7, 5]. La seconde famille est construite à partir des moments géométriques [4]. Ces deux familles ont la particularité d'être complètes, stables et invariantes par rotation et changement d'échelle. Une autre famille est basée sur les invariants complets et stables des moments géométriques et ceux de Schimd [3]. Sur chaque point d'intérêt, est calculé un descripteur des moments géométriques. La quatrième famille est celle de Hu [9]. Ces deux dernières familles sont invariantes par rotation. On propose de classer tous les descripteurs de la base, de remplacer les différentes composantes par les étiquettes correspondantes.

### 3 Classification bayésienne des descripteurs :

L'originalité de ce travail est la classification des vecteurs descripteurs des images afin d'améliorer la recherche dans l'arbre en optimisant sa construction.

Cette classification est basée sur la combinaison de la décision bayésienne et la méthode d'estimation Maximisation [2]. Les  $i$ ème composantes de tous les vecteurs descripteurs constituent les observations à classer, celles ci seront classées indépendamment les une des autres. Les composantes de ces vecteurs seront remplacés par les étiquettes des classes. Ces vecteurs Labels constituent l'entrée de l'algorithmes de construction de l'arbre (R\*-tree, SR-tree...).

### 4 Techniques d'indexation

Cette section décrit un bref panorama de deux techniques employées en bases de données : R\*-tree et SR-tree [1, 6], pour indexer des données multimédias (généralement restreintes à des images fixes). Ces techniques sont nécessaires dès que la base d'images devient conséquente et qu'il est obligatoire de stocker les descripteurs sur disque. Elles structurent les données en index pour accélérer les recherches de similarités en limitant autant que possible les entrées sorties. Les algorithmes R\*-tree et SR-tree sont dérivés du R-tree [8], qui a été conçu à l'origine pour indexer des données bidimensionnelles. Le principe du R-tree a été généralisé pour s'appliquer à des données multidimensionnelles.

## 5 Présentation du système d'indexation

### 5.1 Méthodologie et architecture

Pour interroger la base d'images, nous avons adopté la requête par l'exemple : l'utilisateur choisit une ou plusieurs images similaires à l'image qu'il recherche.

Notre système est divisé en une phase d'indexation des données *offline* et une phase de recherche interactive *online*. L'indexation des images se divise en trois étapes :

- Choix d'un espace de représentation des images. Pour représenter le contenu d'une image en machine, nous présentons à l'utilisateur quatre représentations compactes, significatives et rapides à calculer et à comparer.
- Génération des labels. Chaque vecteur attributs subira une classification bayésienne. Ces labels remplaceront les composantes des vecteurs descripteurs.
- Construction d'index, stockage efficace des signatures en machine, dans le but de minimiser ultérieurement le coût de la requête. Nous avons

opté pour cette étape, deux algorithmes des SGBD, à savoir le R\*-tree et le SR-tree. Nous avons récupéré auprès des auteurs les implémentations du R\*-tree et SR-tree.

Après la phase d'indexation, l'objectif du système est de permettre à l'utilisateur de formuler de manière interactive ses requêtes : c'est la phase de recherche interactive. Lors de cette phase, le système cherche à être aussi flexible que possible, en proposant à l'utilisateur d'affiner sa requête.

D'un autre côté, nous avons implémenté la méthode traditionnelle, la recherche séquentielle, pour d'éventuelle comparaison avec R\*-tree et SR-tree. Elle se fait en passant en revue l'intégralité des images de la base.

### 5.2 Résultats expérimentaux

Dans cette section, nous présentons quelques résultats d'indexation sur la base de Columbia. La base est constituée de 1440 images comprenant 20 objets 3D pris dans 72 positions différentes (rotation de 5°).

La figure 1 décrit l'interface graphique de l'application, ou se fait le choix de l'image requête, de la méthode de description des données, de construction et de recherche dans l'arbre. L'utilisateur a ainsi le choix de construire l'arbre directement par une utilisation simple de l'algorithmes R-tree et ses variantes, ou en effectuant au préalable une classification des vecteurs descripteurs.



Figure 1 : Interface graphique de l'application. Choix de l'image requête et de la méthodes de recherche

Les figures 2 et 3 représentent les résultats de recherche obtenus avec les différents types d'invariants. Les 16 premières images les plus ressemblantes à l'image

requête (coin supérieur gauche) sont affichées de gauche à droite et de haut en bas.

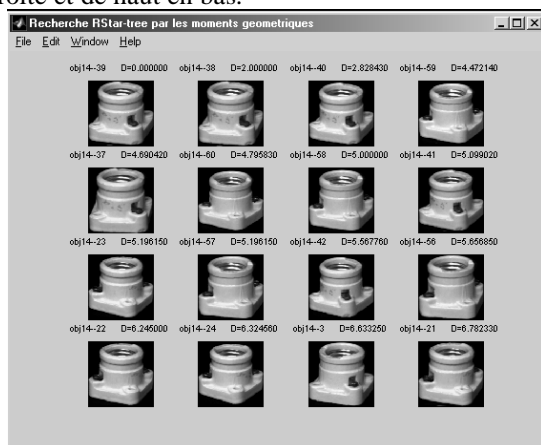


Figure 2: Résultat d'une recherche (arbre construit après classification)

objets (à partir de la troisième image la voiture n'est plus la même).

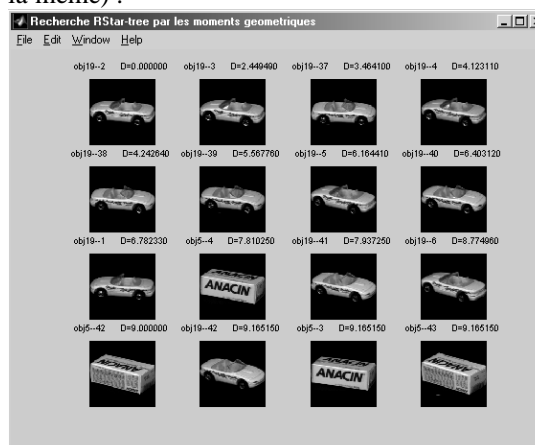


Figure 4: Résultat d'une recherche (arbre construit après classification)

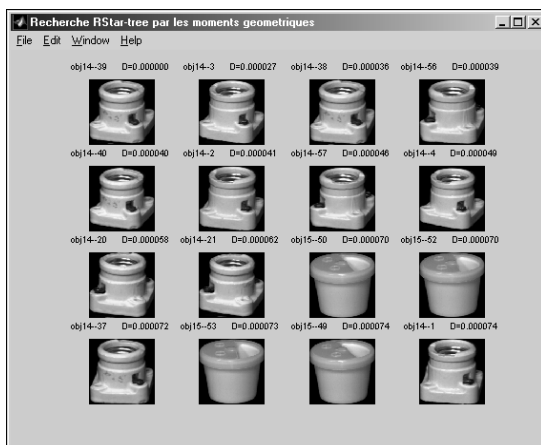


Figure 3: Résultat d'une recherche (arbre construit sans classification)

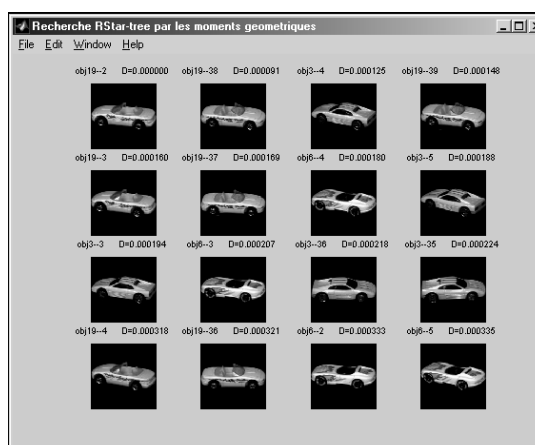


Figure 5: Résultat d'une recherche (arbre construit sans classification)

Les résultats de la figure 2 sont meilleurs que ceux de la figure 3. En effet, l'arbre étant construit par le biais d'une classification bayésienne, les images correspondants aux mêmes objets pris sous différents angles de vues, ont une forte probabilité d'être sous un même nœud de l'arbre. Ce résultat est vérifié pratiquement sur la majorité des images de la base. Néanmoins, comme l'illustre les figures 4 et 5, pour certaines images, la classification préalable des vecteurs semble ne pas apporter un plus pour la reconnaissance. En essayant d'analyser de près la figures 4, nous remarquons que l'erreur de reconnaissance se produit à partir du dixième objets (les neuf premières images présentent la même voiture) alors que sur la figure 5, bien que nous ne retrouvons que des objets représentant des voitures, l'erreur se produit à partir du troisième

## 6 Conclusion et perspectives :

Dans cette communication, nous présentons un nouveau système d'indexation par le contenu. Ce système a la particularité de permettre à l'utilisateur de lancer une ou plusieurs requêtes, de choisir une méthode de description d'images, de sélectionner la technique de recherche (arbre ou séquentielle), d'affiner le résultat de la recherche en changeant la méthode de description. L'utilisateur a en plus le choix entre méthode directe ou par classification pour une optimisation de la recherche dans l'arbre.

Comme perspectives de ce système, la classification des vecteurs descripteurs peut être améliorée en tenant compte de la corrélation éventuelle des différentes composantes d'un même vecteur. Nous envisageons d'utiliser d'autres bases pour des applications professionnelles (médicales, visages,...). Nous

comptons, aussi, intégrer d'autres descripteurs comme par exemple les descripteurs couleur. Une autre perspective consiste à tester d'autres techniques d'indexation (X-tree, VA-file, Pyramid-technique,...).

## Bibliographie

- [1] N. Beckmann, H. Kriegel, R. Schneider et B. Seeger. *The R\*-tree : an efficient and robust access method for points and rectangles*. In Proc. of the 1990 ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data, pp. 322-331, Atlantic City, NJ, 23-25 May 1990.
- [2] L. Cammoun, S. Mhiri, F. Ghorbel. *Fast unsupervised contextual segmentation with Bootstrap resampling*. Inter. Conf. On Artificial and Computational Intelligent for Decision Control and Automation in engineering and industrial Applications, Monastir, Tunisie, Mars 2000.
- [3] M. Chakchouk, S. Derrode, F. Ghorbel. Comparaison de descripteurs locaux-globaux pour l'indexation d'images à niveaux de gris, *6èmes journées d'étude et d'échange CORESA'00*, Futuroscope de Poitiers (Fr.), 19-20 Octobre 2000.
- [4] S. Derrode, R. Mezhoud et F. Ghorbel. *Comparaison de deux familles complètes de descripteurs de formes pour l'indexation de bases d'objets 2D à niveaux de gris*, Annals of Telecommunications, Vol. 55, n°3-4, pp. 184-193, 2000.
- [5] S. Derrode et F. Ghorbel. Robust and efficient Fourier-Mellin transform approximations for gray-level image reconstruction and complete, *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 83, n°1, pp. 57-78, July 2001.
- [6] N. Katayama et S. Satoh.. *The SR-tree : an index structure for high-dimensional nearest neighbor queries*. In Proc. of the ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data, Tucson, Arizona, USA, pp. 369-380, May 13-15 1997.
- [7] F. Ghorbel. *A complete invariant description for gray-level images by the harmonic analysis approach*, Pattern Recognition, pp. 1043-1051, 1994.
- [8] A. Guttman. *R-trees : A dynamic index structure for spatial searching*. In Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, Boston, Massachusetts, June 18-21, pages 47-57, 1984.
- [9] H. Ming-Kuel. *Visual pattern recognition by moment invariants*. IRE Trans. on Information Theory, pages 179-187, 1962.