

# INDEXATION D'IMAGES MEDICALES PAR LEUR CONTENU : UNE CARACTERISATION UTILISANT LA QUANTIFICATION VECTORIELLE

J. R. Ordóñez, G. Cazuguel, J. Puentes, J. M. Cauvin, B. Solaiman, C. Roux  
LATIM ERM 0102 - INSERM, Bat 2 bis, CHU Morvan, BREST, FRANCE  
Département I.T.I., ENST de Bretagne, B.P. 832, 29285 BREST Cedex (FRANCE)  
e-mail: [jr.ordonez@enst-bretagne.fr](mailto:jr.ordonez@enst-bretagne.fr)

## Résumé

Les bases de données médicales iconographiques posent deux types de problème. Les données image et vidéo sont d'abord volumineuses, d'où la nécessité de les compresser pour leur archivage et leur transmission. Les documents sont ensuite très nombreux, d'où la nécessité de mettre en place des méthodes d'indexation pour accéder rapidement à l'information.

Nous nous intéressons à l'indexation automatique de ces données par leur contenu numérique, la requête à la base étant une image. Nous proposons de caractériser les images par une représentation (signature) du contenu en textures des images, obtenue à partir d'une analyse de l'image par quantification vectorielle et « quadtree ». Les images qui ont des signatures voisines, au sens d'une métrique donnée, sont les réponses à la requête.

Le papier présente les résultats obtenus sur des images monochromes (256 niveaux de gris) en échographie digestive et en ophtalmologie.

## Mots Clef

Indexation d'images, quantification vectorielle.

## 1. Introduction

L'indexation automatique d'images directement à partir de leur contenu numérique est une des solutions possibles et prometteuses pour gérer efficacement les bases de données d'images numériques [1], [2]. C'est particulièrement le cas dans le domaine de la santé, où cette indexation automatique peut également devenir un outil d'aide au diagnostic, en utilisant des images comme requêtes dans une base de connaissances, en appoint à l'indexation textuelle réalisée par un expert. L'objectif est de permettre à un praticien d'effectuer une recherche "en aveugle" dans la base, sans formuler une description des données qu'il examine, pour avoir accès à des éventualités diagnostiques sans a priori.

Pour ce faire, nous proposons de construire des signatures des images, en effectuant une analyse des images par quantification vectorielle, ce processus pouvant par ailleurs être aussi utilisé pour la compression des images.

## 2. Méthode QV

Rappel du principe de la compression par quantification vectorielle [3]: cette méthode de compression utilise des dictionnaires prédéfinis (codebooks), constitués de mots de code qui sont des imquettes représentatives de portions

d'images. Ils peuvent être complètement adaptés au type d'images considéré, ce qui est à la fois un inconvénient – non générique- et un avantage – dictionnaires bien représentatifs -. L'image est découpée en sous-images ayant les mêmes dimensions que les mots du dictionnaire, et chaque sous-image est codée par l'indice du mot de code le plus proche au sens d'une métrique donnée, en général la distance euclidienne. Cette analyse de l'image nous permet de construire une signature de l'image, sous forme d'histogramme bidimensionnel et ordonné des mots de code utilisés dans l'image : les cartes d'activation.

### 2.1 Cartes d'activation

Nous utilisons les cartes topologiques auto-organisées de T. Kohonen pour générer le dictionnaire [4]. Les mots de code sont donc organisés dans un plan, et des mots de code voisins au sens de la distance euclidienne sont voisins dans ce plan. Nous construisons alors une image, la *carte d'activation*, ayant la même topologie que le dictionnaire-carte de Kohonen, où chaque élément de cette carte bidimensionnelle contient le nombre d'occurrences du mot de code correspondant dans l'image comprimée. On obtient donc une "image" du contenu spatial ou textuel de l'image.

### 2.2 Principe d'utilisation

Chaque image dans la base est analysée en utilisant le dictionnaire adéquat pour le type d'images considéré, et une carte d'activation lui est associée. Une image requête est analysée suivant le même dictionnaire et sa carte d'activation est comparée aux cartes de la base. Nous avons expérimenté trois types de distances différentes entre deux cartes P et Q : euclidienne (1), intersection (2), corrélation (3) et euclidienne sur les histogrammes cumulés des cartes (4).

$$d_{euclid}(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (p_{ij} - q_{ij})^2} \quad (1)$$

$$d_{inter}(P, Q) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \min(p_{ij}, q_{ij}) \quad (2)$$

$$d_{corr}(P, Q) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (p_{ij} - \tilde{p})(q_{ij} - \tilde{q})}{\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (p_{ij} - \tilde{p})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (q_{ij} - \tilde{q})^2 \right]^{1/2}} \quad (3)$$

où  $\tilde{p}$ ,  $\tilde{q}$  sont les moyennes des cartes P et Q.

$$d_{\text{euc. sur histog. cumules}}(P, Q) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\hat{p}_{cj} - \hat{q}_{cj})^2} \quad (4)$$

où  $\hat{p}_c$ ,  $\hat{q}_c$  sont les histogrammes cumulés des cartes P et Q.

### 3. Méthode « quadtree »

Nous avons également examiné les cartes générées lors d'une analyse en « quadtree » de l'image [5], qui utilise 4 dictionnaires de mots de code (2x2, 4x4, 8x8, 16x16). En sus des cartes d'activation, nous avons défini une "carte d'analyse", qui renseigne sur l'organisation spatiale des blocs dans l'analyse. Chaque bloc 2x2 de l'image est associé à un point d'une nouvelle image, la carte d'analyse, qui prend la valeur 0 si le bloc auquel il appartient a été codé avec un mot de taille 16x16, la valeur 1 pour un mot 8x8, 2 pour un mot 4x4 et 3 pour un mot 2x2.

### 4. Evaluation de l'efficacité

La qualité du résultat de la requête est caractérisée par un indice d'efficacité de « retrouvaille »  $\eta_r$  (retrieval efficiency) [6], [7]. Pour ce faire, nous identifions dans une base de K images, les images similaires visuellement. Soit  $N_i$  le nombre d'images similaires à l'image i. Pour une image q, nous cherchons les  $(N_i + \tau)$  images les plus proches. Soit  $n_q$  le nombre d'images correctes dans ces images. L'indice d'efficacité est alors défini par :

$$\eta_r = \frac{\sum_{q=1}^K n_q}{\sum_{q=1}^K N_q} \quad (5)$$

L'équation (5) donne l'efficacité moyenne de « retrouvaille » pour toute la base de données, c.-à-d. le pourcentage global de bonnes réponses.

### 5. Résultats

Nous présentons les résultats obtenus sur deux bases de données médicales : i) des écho-endoscopies et ii) des angiographies rétiniennes. La base de données des écho-endoscopies est une séquence spatiale de 88 images d'un oesophage. La base de données d'angiographies est composée de 40 images, classées dans 8 classes qui représentent des pathologies spécifiques. Toutes les images sont monochromes (256 niveaux du gris) et les seuils ont été arrangés pour donner des taux de compression  $\approx 16$  et PSNR  $\geq 30$  dB, c.-à-d., une bonne qualité d'image compressée. Une tolérance  $\tau = 5$  pour i) et  $\tau = 0$  pour ii) a été utilisée pour évaluer l'efficacité de « retrouvaille » (5). En plus, nous avons utilisé chaque image de la base comme image requête pour, de cette façon, évaluer plus profondément le comportement des algorithmes.

Les figures 1 et 2 montrent les résultats obtenus en utilisant une analyse par blocs de taille fixe, sur les deux bases d'images. Pour les images échoendoscopiques les meilleurs résultats, au sens de l'indice, sont obtenus par une analyse en blocs 4x4, en utilisant la distance d'intersection. Pour les images angiographiques, c'est encore cette distance qui donne les meilleurs résultats, la taille des blocs, jusqu'à 8x8, important peu (valeur supérieure à 75%).

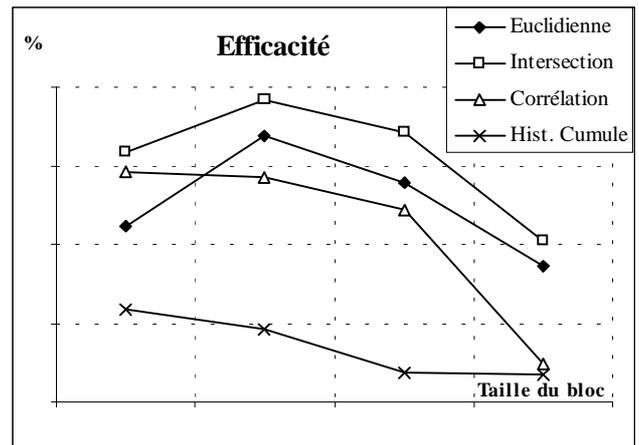


Figure 1. Indice d'efficacité contre taille du bloc pour la base de données d'échoendoscopies.

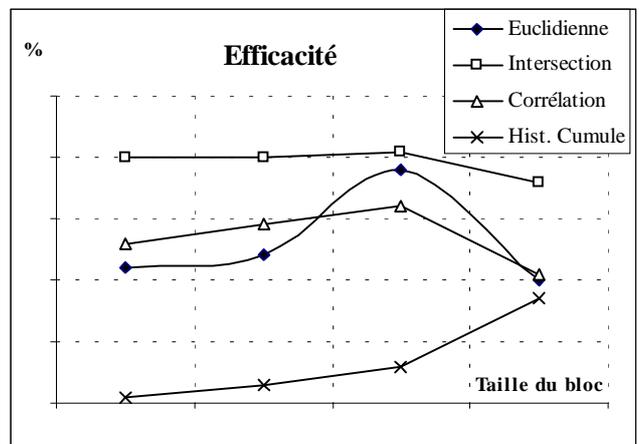


Figure 2. Indice d'efficacité contre taille du bloc pour la base de données d'angiographies.

	Endoscopies	Angiographies
D. Euclidienne	62.90	77.00
D. d'intersection	61.80	66.00
D. de corrélation	46.14	80.50
Décomposition	84.77	68.00

Tableau 1. Indice d'efficacité contre taille du bloc pour la base de données d'angiographies.

Le tableau 1 nous donne l'indice d'efficacité en utilisant l'analyse « quadtree », la distance étant la distance moyenne en considérant les quatre cartes. Pour les cartes d'analyse (*décomposition* dans le tableau), on ne considère que la distance euclidienne

Les figures 3 et 4 montrent les résultats de la recherche, en utilisant l'analyse « quadtree », pour deux images, l'une d'échoendoscopie digestive, l'autre d'angiographie rétinienne. Finalement, les figures 5 et 6 présentent des courbes « precision » vs. « recall ».

## 5. Conclusion

Les cartes d'activation permettent de retrouver rapidement des images dans les bases considérées, avec une précision raisonnable. Elles peuvent être utilisées comme descripteurs en l'indexation d'images par contenu. Sur les bases utilisées, le temps moyen d'obtention des résultats est de 2s avec un Pentium III de 500 MHz.

La métrique d'intersection donne le meilleur comportement tel que le montrent les figures 1 et 2 ainsi que les courbes « precision » vs. « recall » (figures 5 et 6), ils sont plus éloignés de l'ordonnée.

L'utilisation d'une analyse en « quadtree » des images ne semble pas apporter réellement de gain en terme d'efficacité de « retrouvaille », si ce n'est avec la carte d'analyse. Les meilleurs résultats sont obtenus pour les

images échographiques, très texturées. Mais les résultats en angiographies sont en fait très corrects, au vu des images disponibles dans la base.

Les expérimentations vont être poursuivies sur des bases plus larges, en cours de constitution ; et d'autres méthodologies basées en DCT et les Ondelettes.

## 6. Références

- [1] F. Idris, S. Panchanathan, "Review of image and video indexing techniques", *Journal of Vision Comm. and Image Representation*, 8, 2, pp. 146-166, 1997.
- [2] C. Nastar, "Indexation d'Images par le Contenu: un Etat de l'Art", In CORESA'97, Paris, March 1997.
- [3] A. Gersho, R. M. Gray, *Vector Quantization and Signal Compression*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992.
- [4] T. Kohonen, *Self-Organization and associative Memory*, 3<sup>rd</sup> ed., Springer-Verlag, 1989.
- [5] G. Cazuguel, A. Cziho, B. Solaiman, C. Roux, M. Robaszkiewicz, "Improving Spatial Vector Quantization by use of a Quadtree Scheme. Application to Echoendoscopic Image Compression", *Proceedings IEEE-EMBS*, pp. 894-897, Chicago, USA, November 1997.
- [6] B. M. Mehtre, M. S. Kankanhalli, A. D. Narasimhalu, G. C. Man, "Color matching for image retrieval", *Pattern Recognition Letters*, 16, pp. 325-331, 1995.
- [7] J. R. Smith and C.-S. Li. *Image retrieval evaluation*. IEEE Workshop on Content-based Access of Image and Video Libraries (CBAIVL-98), June, 1998.

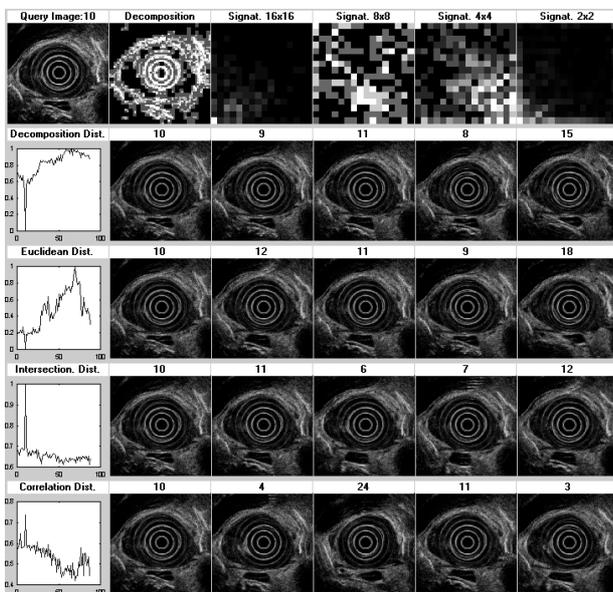


Figure 3. Résultats de l'interrogation pour la base de données d'échoendoscopies en utilisant la QV (2x2).

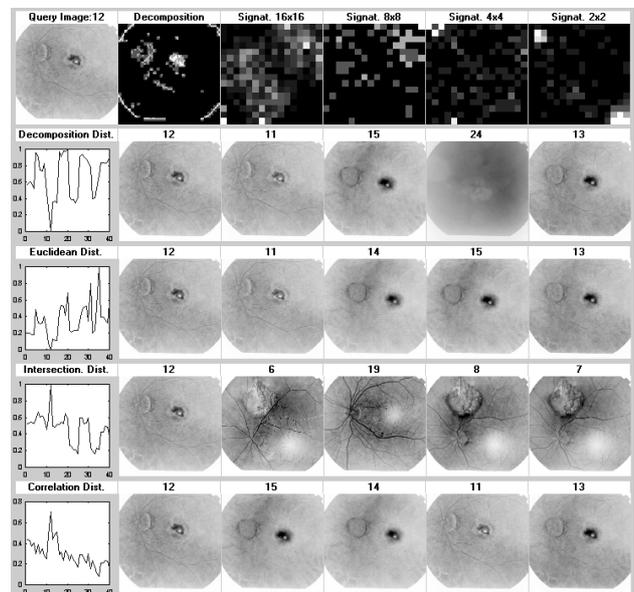


Figure 4. Résultats de l'interrogation pour la base de données d'angiographies rétinienne en utilisant la QV (2x2).

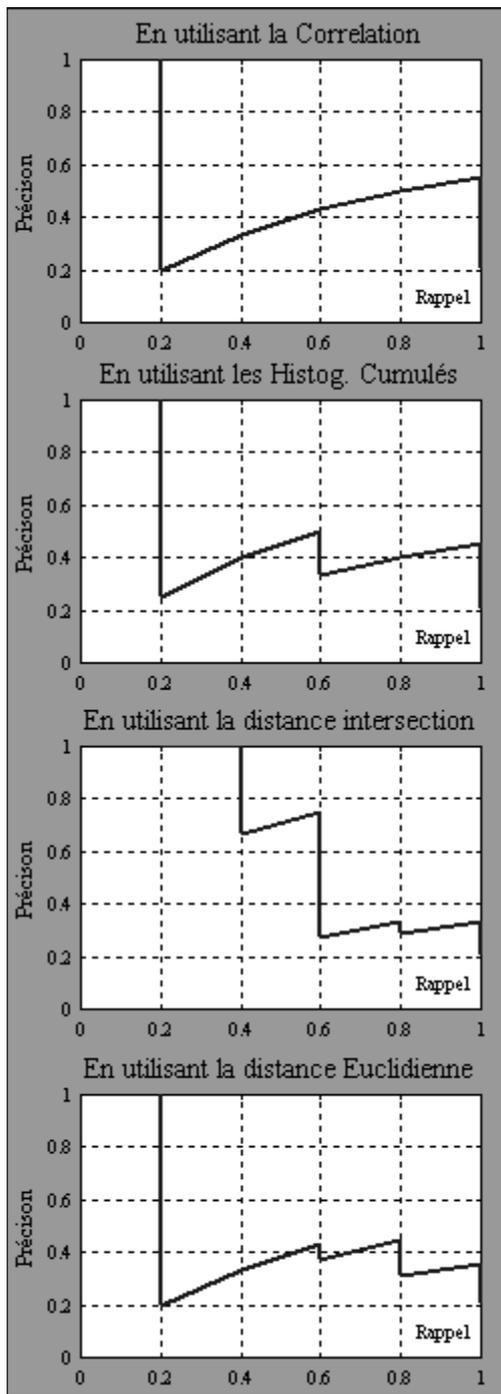


Figure 5 « précision » vs. « recall » pour la base de données d'échoendoscopies en utilisant la QV (2x2).

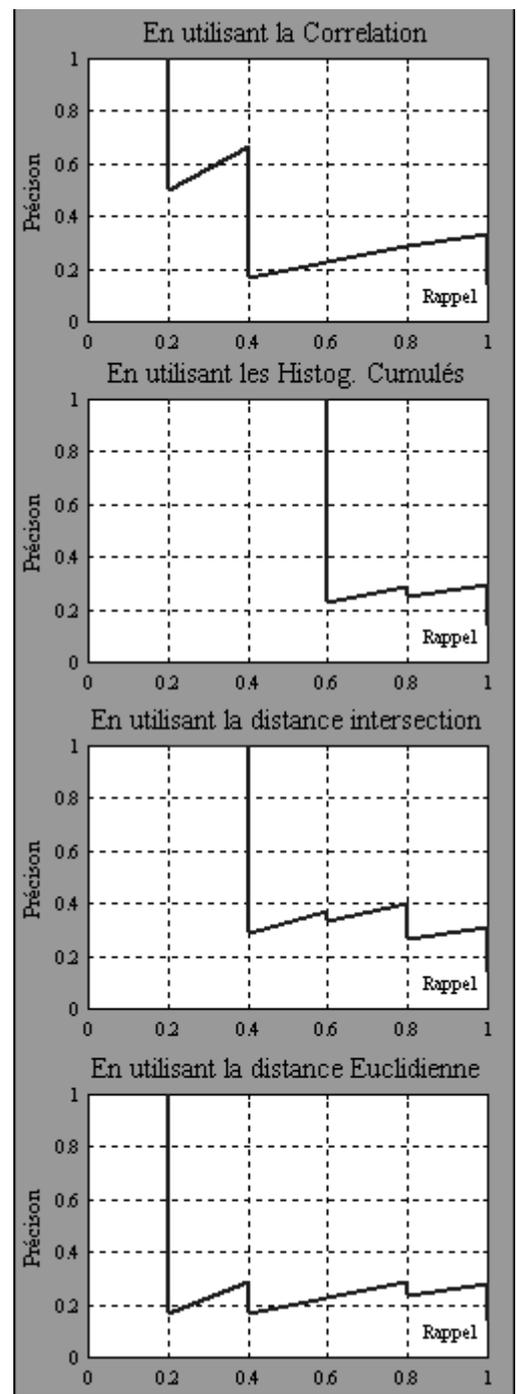


Figure 6. « précision » vs. « recall » pour la base de données d'angiographies en utilisant la QV (2x2).