



HAL
open science

Recherche d'images médicales par leur contenu numérique : utilisation de signatures construites à partir de la BEMD et la transformée de Hilbert

Said Jai Andaloussi, Mathieu Lamard, Guy Cazuguel, Hamid Tairi, Mohamed Meknassi, Béatrice Cochener, Christian Roux

► To cite this version:

Said Jai Andaloussi, Mathieu Lamard, Guy Cazuguel, Hamid Tairi, Mohamed Meknassi, et al.. Recherche d'images médicales par leur contenu numérique : utilisation de signatures construites à partir de la BEMD et la transformée de Hilbert. Les 1ères Journées Doctorales en Technologies de l'Information et de la Communication, Jul 2009, Rabat, Maroc. hal-00424502

HAL Id: hal-00424502

<https://hal.science/hal-00424502>

Submitted on 16 Oct 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Recherche d'images médicales par leur contenu numérique : utilisation de signatures construites à partir de la BEMD et la transformée de Hilbert

^{1, 2, 5} Said Jai-Andaloussi, ^{3, 5} Mathieu Lamard, ^{2, 5} Guy Cazuguel, ¹ Hamid Tairi,
¹ Mohamed Meknassi, ^{3, 5, 4} Béatrice Cochener, ^{2, 5} Christian Roux

¹ Département informatique faculté des sciences, Fès 30000, Maroc;

² INSTITUT TELECOM; TELECOM Bretagne; UEB; Dpt ITI, Brest, F-29200, France;

³ Univ Bretagne Occidentale, Brest, F-29200 France;

⁴ CHU de Brest, Service d'Ophthalmologie, Brest, F-29200 France

⁵ Inserm, U650, IFR 148 ScInBioS - Science et Ingénierie en Biologie-Santé, BREST, F-29200 FRANCE;

said.andaloussi@telecom-bretagne.eu

Résumé

Nous nous intéressons à la recherche d'images médicales par leur contenu numérique, et proposons une approche basée sur la décomposition BEMD (Bidimensionnel Empirical Mode Decomposition des images). La BEMD permet de décomposer une image en plusieurs modes BIMFs (Bidimensionnel Intrinsic Mode Functions), qui permettent d'accéder à des informations sur le contenu fréquentiel des images. Pour construire un vecteur caractéristique d'une image, nous exploitons le contenu de chaque BIMF par l'application de la transformée de Hilbert. La recherche d'images s'effectue en calculant, au sens d'une métrique donnée, la distance entre les signatures dans la base et la signature de l'image requête.

Mots clés

Recherche d'images par le contenu, CBIR, BEMD, Transformée de Hilbert.

1 Introduction

En médecine, le volume des images issues de modalités variées (2D, 3D, séquences d'images) augmente chaque jour. Des systèmes de gestion, de stockage et d'archivage permettent de disposer de toutes ces images dans des bases de données structurées, qu'il faut indexer pour les utiliser à des fins diagnostiques. L'indexation peut être faite à partir d'une description symbolique des images, par l'extraction de descripteurs du contenu numérique des images, ou la combinaison des deux approches. La première méthode, efficace, est coûteuse en temps d'expert. Dans ce travail, nous nous intéressons à la deuxième méthode, la "recherche d'images par le contenu numérique ("Digital Content-Based Image Retrieval"). A partir d'une image placée en requête, un système de recherche d'images par le contenu [2, 3, 4], propose au médecin les images de la base voisines de la requête, au sens d'une métrique donnée. Cette métrique est mise en œuvre sur des descripteurs d'images, appelés signatures des images, qui sont caractéristiques des images.

Nous proposons dans ce papier une signature numérique d'image, basée sur la BEMD, obtenue à partir des Transformées de Hilbert des BIMFs.

2 Matériels et Méthodes

2.1 BEMD

La BEMD est une extension de la décomposition EMD (Empirical Mode Decomposition) introduite par Huang et al [1] dans le cas 1 D. La BEMD permet de décomposer une image en BIMFs plus un résidu, chacune ayant une forme de moyenne nulle, modulée en amplitude et en fréquence [5]. Elle possède un caractère auto-adaptatif qui lui permet de mettre en évidence les variations de l'image en termes d'amplitude ou de fréquence (voir figure 1).

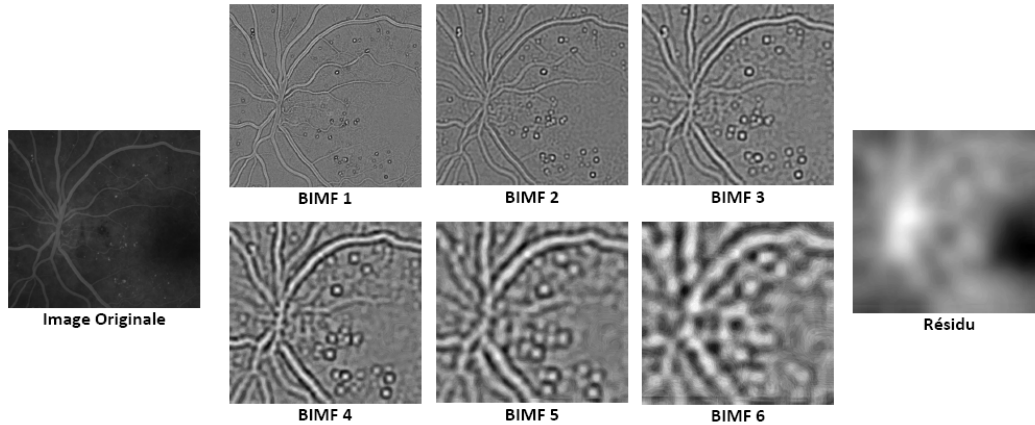


Figure 1 : Exemple de la décomposition BEMD sur une zone d'une image de la rétine.

Algorithme de la BEMD

1. Identifier tous les extrema locaux de l'image source.
2. Interpoler les minima (resp. les maxima) de manière à construire une enveloppe EnvMin (resp. EnvMax).
3. Calculer la moyenne $m(X) = (\text{EnvMin}(X) + \text{EnvMax}(X))/2$.
4. Extraire le détail $d(X) = f(X) - m(X)$.
5. Itérer sur le résidu $m(X)$ (jusqu'à la validation du critère d'arrêt).

L'intérêt de la décomposition BEMD est son auto-adaptabilité à l'image, pour faire apparaître les modulations en fréquence et en amplitude. Dans notre travail, nous avons utilisé la version rapide de la BEMD [6].

2.2 Transformation de Huang-Hilbert

La transformation de Huang-Hilbert est une méthode d'analyse des signaux non-stationnaires récemment introduite par Huang et al. [1]. Cette méthode est la combinaison de l'EMD avec la transformation de Hilbert pour l'estimation de l'amplitude instantanée et la fréquence instantanée. L'association de ces deux méthodes est appelée la Transformation de Huang-Hilbert (THH). En appliquant la transformée de Hilbert à chaque BIMF nous obtenons un signal analytique représentant le signal d'entrée. La THH permet de calculer la fréquence instantanée de chaque BIMF transformée.

2.3 Signature

Nous proposons de caractériser l'image par les propriétés statistiques (moyenne, écart-type) extraites des matrices d'amplitude, de phase, et de la matrice de fréquences instantanées obtenues par l'application de la transformée de Hilbert sur chaque BIMF [7]. Notre vecteur descripteur pour une BIMF (signature modale) est donc constitué de 6 composantes. La signature de l'image est l'ensemble des signatures modales.

Pour calculer la distance entre images, nous calculons les distances entre signatures modales des images (pour les mêmes BIMF), la distance entre deux images étant définie par une somme pondérée de ces distances modales. Le choix des valeurs affectées au poids de pondération entre distances modales est optimisé en utilisant un algorithme génétique.

3 Résultats

Pour évaluer nos algorithmes, nous utilisons une base d'images médicales de rétinopathies diabétiques, construite au sein de notre laboratoire, et une base des visages (ORL Database of Faces, AT &T laboratories [8]), souvent utilisée comme référence pour évaluer des algorithmes de recherche d'images par le contenu.

- Base de rétinopathies diabétiques : les rétinopathies diabétiques sont des pathologies de la rétine dues au diabète. Elles se caractérisent par des atteintes aux vaisseaux irrigant la rétine, dues fort taux de sucre présent dans le sang. La base de rétinopathies diabétiques (figure 2), développée spécifiquement pour l'étude, contient des images rétiniennes de patients, associées à des informations contextuelles sur la pathologie. Elle comprend actuellement 63 dossiers patients, contenant au total 1045 images de différentes modalités, et de haute définition (1280*1024). Les patients ont été vus en consultation au centre hospitalier universitaire de Brest, dans le cadre d'un dépistage ou d'un suivi de la rétinopathie diabétique.

- Base des visages : cette base de données de visages contient 40 personnes distinctes avec 10 images chacune (taille totale de la base de données : 400 images). Les images changent dans l'expression faciale (sourire/non sourire, les yeux ouverts/fermés) et les détails faciaux (lunettes/pas de lunettes). Pour quelques personnes, les images ont été prises à des temps différents, induisant une variation supplémentaire inhérente à l'âge. Les images ont une résolution de 92x112 pixels.

3.1 Résultats obtenus

La méthode est évaluée par rapport à la précision moyenne de "retrouvaille", la précision pour une requête étant définie par le rapport (en %) entre le nombre d'images pertinentes (i.e. de la même classe que l'image requête) sélectionnées dans la base par le système, et le nombre d'images sélectionnées. Nous avons calculé la précision moyenne sur les 5 premières images retenues par notre système, en prenant tour à tour chaque image de la base comme image requête.

Les meilleurs résultats de précision moyenne obtenus pour chacune des deux bases d'images, avec 6 IMF, sont les suivants : pour la base des visages, la précision moyenne est de 93,51% (4 à 5 images sont similaires à l'image requête), et 58,35% pour la base de rétinopathies diabétiques (2 à 3 images sont similaires à l'image requête). Des travaux antérieurs dans notre laboratoire [2,9], basés sur une décomposition en ondelettes, nous avaient donnés respectivement des précisions de 53,5% (55,4% en rajoutant la détection de lésions) et 96,5% sur ces mêmes bases.

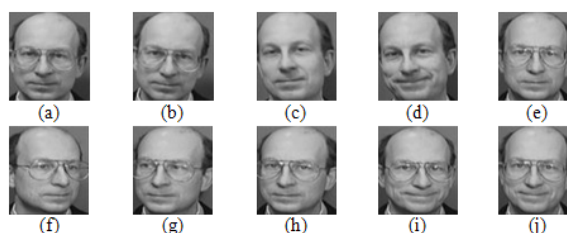
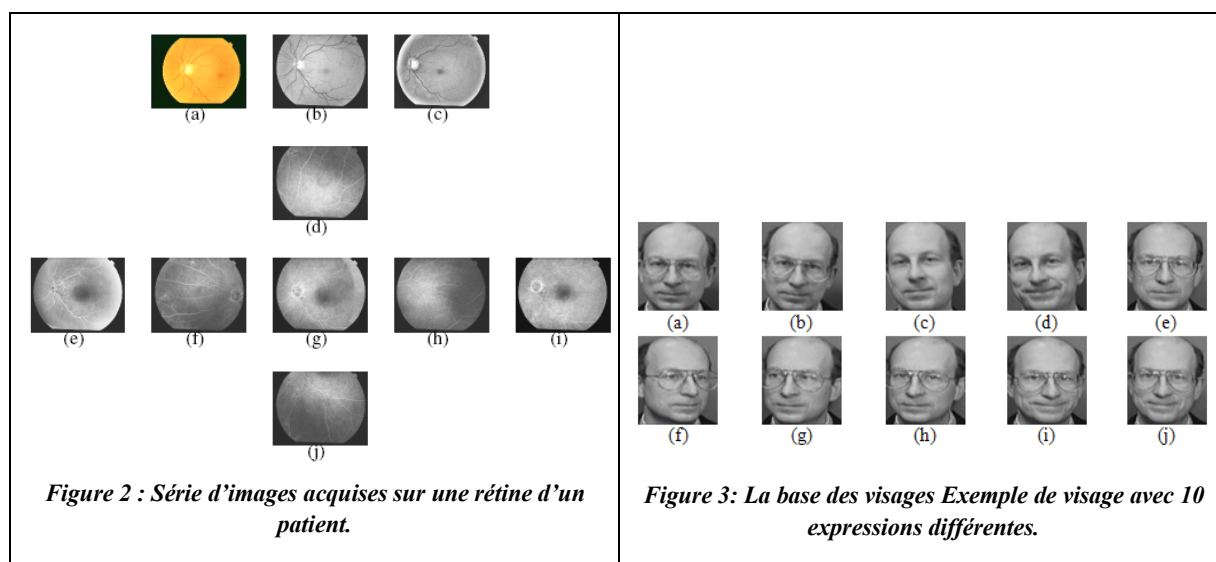
L'extraction de tout les BIMFS de la base de rétines prend 1 jour, et quelques minutes pour la base des visages. Par contre, le temps d'exécution de la requête est très rapide. Les algorithmes sont programmés en C++, sur un processeur AMD Athlon 64 dual X2, cadencé à 2 GHz et disposant d'une mémoire de 2 Gb.

4. Discussion- Conclusion

Dans cet article nous avons proposé une méthode pour extraire des descripteurs pertinents du contenu des images médicales. Nous l'avons utilisée dans un système de recherche d'images

médicales par leur contenu numérique. Cette méthode exploite la transformée THH, permet de générer une signature (vecteur caractéristique) pour chaque image de la base. Pour valider notre proposition, nous avons testé nos algorithmes avec succès sur notre base de rétinopathies diabétiques, et la base de référence de visages d'AT & T.

La méthode proposée semble très intéressante car elle nous a permis d'améliorer le pourcentage de retrouvaille sur la base d'images médicales étudiée. Nous allons poursuivre dans cette voie, en recherchant d'autres signatures s'appuyant sur la décomposition BEMD.



Références

- [1] Huang et al, "The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for non linear and non-stationary time series analysis," Proc. Roy. Soc. London A, Vol. 454, pp. 903-995, 1998.
- [2] M. Lamard, W. Daccache, G. Cazuguel, C. Roux, and B. Cochener, "Use of jpeg-2000 wavelet compression scheme for content-based ophthalmologic retinal retrieval," in Proceedings of the 27th annual international conference of IEEE engineering in medicine and biology society, september 2005.
- [3] M. Lamard, G. Cazuguel, G. Quellec, L. Bekri, C. Roux, B. Cochener, "Content Based Image Retrieval based on Wavelet Transform coefficients distribution" in Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS, Lyon, France August 23-26, 2007.
- [4] S. Jai-Andaloussi, M. Lamard, G. Cazuguel, H. Tairi, M. Mekkassi, B. Cochener, C. Roux, "Recherche d'images médicales par leur contenu numérique : utilisation de signatures construites à partir de la bemd" Journées de Recherche en Imagerie et Technologies de la Santé, Lille, France Mars 17-20, 2009.
- [5] J. C. Nunes, Y. Bouaoune, E. Delechelle, O. Niang, Ph. Bunel, "Image analysis by bidimensional empirical mode decomposition," Image and Vision Computing, Vol. 21 pp. 1019-1026, 2003.
- [6] Bhuiyan, S.M.A, Adhami, R.R. Khan, J.F, "A novel approach of fast and adaptive bidimensional empirical mode decomposition" March 31 2008-April 4 2008 ICASSP 2008. IEEE International Conference.
- [7] Wei Liu, Weidong Xu, Lihua Li, "Medical Image Retrieval Based on Bidimensional Empirical Mode Decomposition", Bioinformatics and Bioengineering, 2007. BIBE 2007. Proceedings of the 7th IEEE International Conference on 14-17 Oct. 2007, Boston, USA.
- [8] F. Samaria and A. Harter, "Parameterisation of a stochastic model for human face identification," in 2nd IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Sarasota FL, december 1994.
- [9] G. Quellec, M. Lamard, P. M. Josselin, G. Cazuguel, B. Cochener, and C. Roux. Recherche d'image par le contenu appliqué à la rétinopathie diabétique. In Manifestation des Jeunes Chercheurs en STIC (MAJECSTIC'06), Novembre 2006.