



SEGMENTATION D'IMAGES TEXTILES PAR L'ANALYSE MULTIREOLUTION EN ONDELETTES BIORTHOOGONALES

V.Chen, C.Cudel

LTI - Université de Reims Champagne Ardenne
IUT de TROYES - BP396 - 10026 TROYES Cedex
email: cudel@altern.com - ☎ 25.42.46.43

Cet article présente une méthode originale de segmentation d'images texturées en utilisant l'analyse multirésolution par ondelettes. L'implémentation des filtres à réponse impulsionnelle infinie (RII) est proposée. Les filtres de détection de contours retenus sont associés à la transformée en ondelettes biorthogonales. La méthode est appliquée à des images textiles de laine et montre son efficacité de nettoyage d'images.

This paper presents an original method of textured image segmentation, by using multiresolution analysis. The implementation with IIR filters is proposed. The edge detection filters used for this application are associated with biorthogonal wavelet transform. This method is applied for woollen textile images and shows its efficacy for shrinking images .

1. INTRODUCTION

Ces dernières années les méthodes développées en vue de la segmentation d'images texturées suscitent un intérêt croissant. Les techniques déployées sont en constant développement. L'approche la plus utilisée est en général basée sur la classification statistique [1,2,3] qui donne des résultats performants, mais elle est complexe dans sa mise oeuvre et lourde en temps de calculs. D'autres techniques très prometteuses, encore peu explorées, parce qu'il n'existe que très peu d'outils mathématiques permettant de les aborder, sont basées sur le concept de phase spectrale [4] ou de phase spatiale [5]. Dans cette communication, nous proposons une autre alternative mettant en oeuvre un banc de filtres associé aux transformées en ondelettes. La discrimination fait appel à l'analyse multirésolution 2D pour caractériser des images textiles. L'intérêt de l'analyse multirésolution réside dans sa capacité à présenter une image suivant des résolutions successives; chacune permettant de mettre plus ou moins en évidence des phénomènes locaux caractéristiques. Les algorithmes pyramidaux ont démontré leur robustesse et sont peu influencés par des perturbations structurelles [6]. Inspirés des travaux de J.C. Feauveau [7], les bancs de filtres 2D construits sont associés à une paire de filtres de détection différente pour l'analyse de l'image texturée et pour la synthèse qui évalue l'image segmentée.

2. NATURE DES IMAGES ET SPECIFICATION DU PROBLEME

Les images texturées que nous devons analyser sont des images textiles à base de lainage. Elles se caractérisent par la superposition des motifs colorés et de la structure fine de l'étoffe tricotée. La juxtaposition des fils de couleurs et des trous sombres de l'entremaille augmente la difficulté de segmentation. Le travail, entrepris en collaboration avec un institut régional de textile, vise au nettoyage d'image. Le traitement opère sur la séparation et sur l'élimination de cette structure parasite. L'extraction des attributs caractérisant les motifs colorés doit être réalisée sans dégradation pour qu'ils puissent être archivés.

3. ANALYSE MULTIREOLUTION BIDIMENSIONNELLE

L'analyse multirésolution que nous adoptons est issue du modèle de Stéphane Mallat [8]. Le concept utilise des fonctions d'ondelettes pour décomposer un signal à différents niveaux de résolution. La procédure est appliquée sur un signal digitalisé en utilisant un banc de filtres passe bas et passe haut. Les coefficients résultants de l'analyse se composent des coefficients approximés appelés aussi résumés qui représentent l'image originale au $n^{\text{ième}}$ niveau de résolution et des coefficients d'ondelettes qui représentent les détails horizontaux, verticaux et



diagonaux perdus entre deux niveaux successifs. Cette démarche qui réalise récursivement la décomposition des résumés issus du banc de filtres est appelée analyse pyramidale.

4. ONDELETTES BI-ORTHOOGONALES APPLIQUEES AUX IMAGES

L'analyse en multirésolution implique en général des filtres à reconstruction exacte, et leur orthogonalité est souvent recherchée. Des travaux antérieurs [7,9] montrent que l'orthogonalité des ondelettes n'est pas obligatoire en traitement d'images. On s'en affranchit en faisant appel aux transformations biorthogonales en ondelettes de bases non orthonormées, une pour l'analyse et une autre pour la reconstruction. Cette approche présente un double avantage: (i) l'implantation des filtres peut être récursive; (ii) elle permet de choisir des filtres optimaux et adaptés aux caractéristiques statistiques de l'image. Dans le cadre de l'application, nous intégrons une paire de filtres optimaux de Shen [10]. Insensibles aux bruits et suffisamment régulières, les ondelettes choisies permettent de réaliser efficacement la détection et d'obtenir une bonne qualité de reconstruction. Les réponses spectrales des quatre filtres miroirs normalisés passe-haut et passe-bas sont données sur la figure 1.

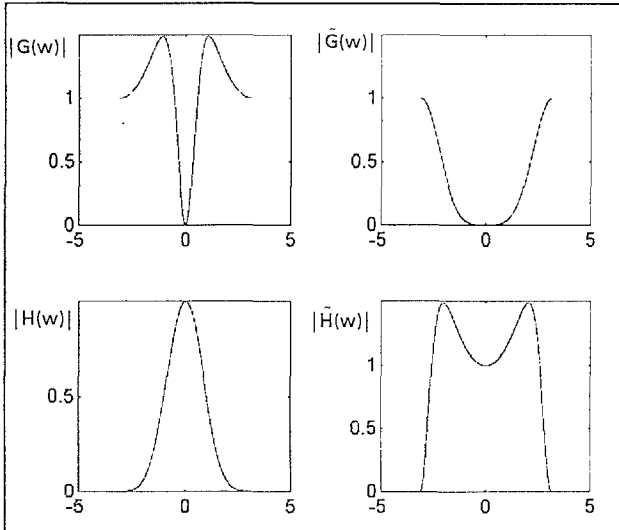


Figure 1

Filtres optimaux de Shen pour $\alpha=1$

5. IMPLEMENTATION DES FILTRES RECURSIFS

Cas monodimensionnel:

Les algorithmes de décomposition et de reconstruction 1D peuvent être représentés suivant un banc de filtres exposé sur la figure 2. L'analyse permet de décomposer un signal discret s_{m-1} en une approximation s_m à une plus faible

résolution et en détails D_m . Tandis que la synthèse reconstruit un signal discret s_{m-1} à partir de son approximation s_m de son détail D_m .

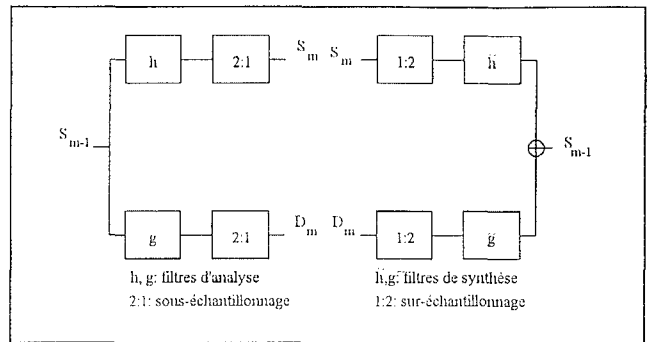


Figure 2

Analyse et synthèse d'un signal monodimensionnel

Cas bidimensionnel:

L'implémentation des filtres 2D est réalisée en généralisant la structure du banc de filtres décrit précédemment. L'algorithme 1D est appliqué de façon itérative sur les lignes et les colonnes de l'image. Les schémas de bancs de filtres utilisés pour analyser et synthétiser une image sont reproduits à la figure 3. La représentation des résultats de la décomposition par analyse multirésolution, après deux itérations ($m=1, 2$) est présenté sur la figure 4.

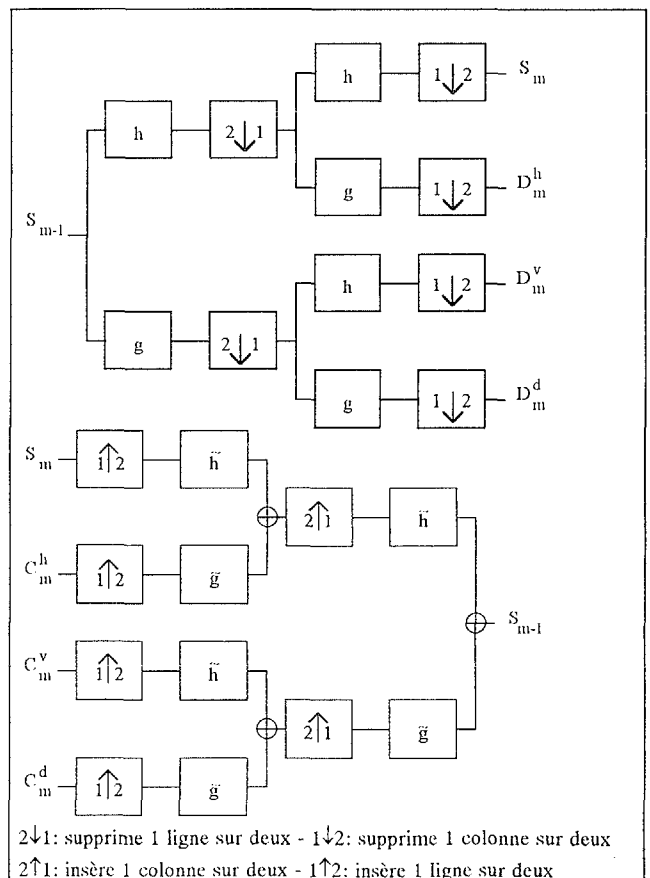


Figure 3

Analyse et synthèse d'un signal bidimensionnel



6. SUPPRESSION DE TEXTURE ET FUSION

Dans ce travail, les images texturées sont caractérisées par des variations brusques et régulières de la luminance des pixels. L'analyse multirésolution permet d'isoler ces variations dans les coefficients d'ondelettes. Cependant, les coefficients d'ondelettes contiennent également les informations de contours de l'image; pour discriminer les conflits entre les données de contours et la topographie de la texture, un opérateur de fusion régi par le seuillage du gradient de l'image résumée est appliqué. Cette opération permet de mettre à zéro tous les coefficients d'ondelettes n'ayant pas de correspondance, elle permet ainsi d'exclure les irrégularités non caractéristiques de contours (voir figure 5). La phase de reconstruction se termine en fusionnant les coefficients d'ondelettes classifiés. Cette procédure de segmentation nous a permis d'obtenir une image binaire dépourvue de texture (voir figure 6).

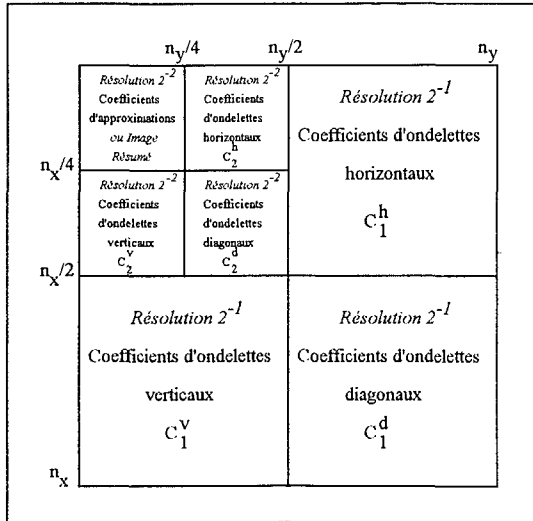


Figure 4
Décomposition par analyse multirésolution
d'une image

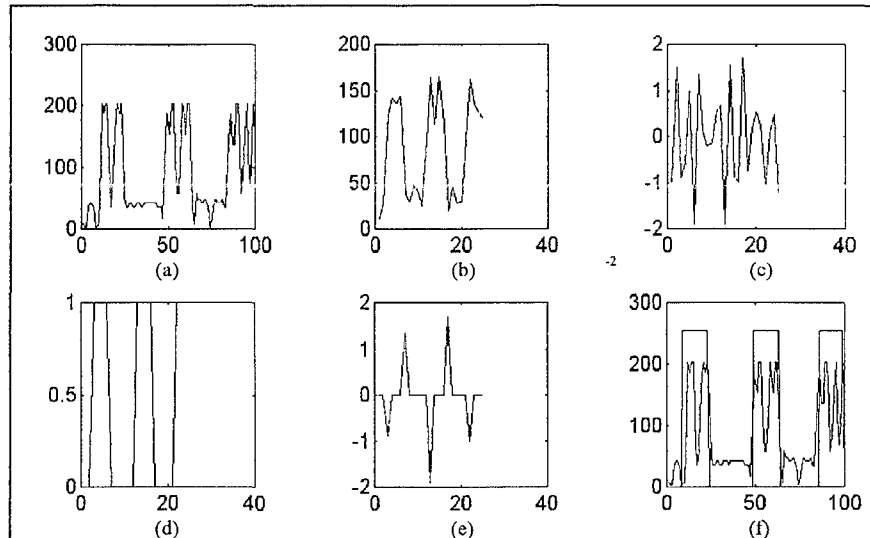


Figure 5

(a): Profil d'une ligne de l'image d'origine - (b): Coefficients d'approximations à la résolution 2^{-2}
 (c): Coefficients d'ondelettes à la résolution 2^{-2} - (d): Coefficients d'ondelettes seuillés
 (e): Coefficients d'approximation conservés à l'aide du gradient - (f): Superposition du résultat et du profil original

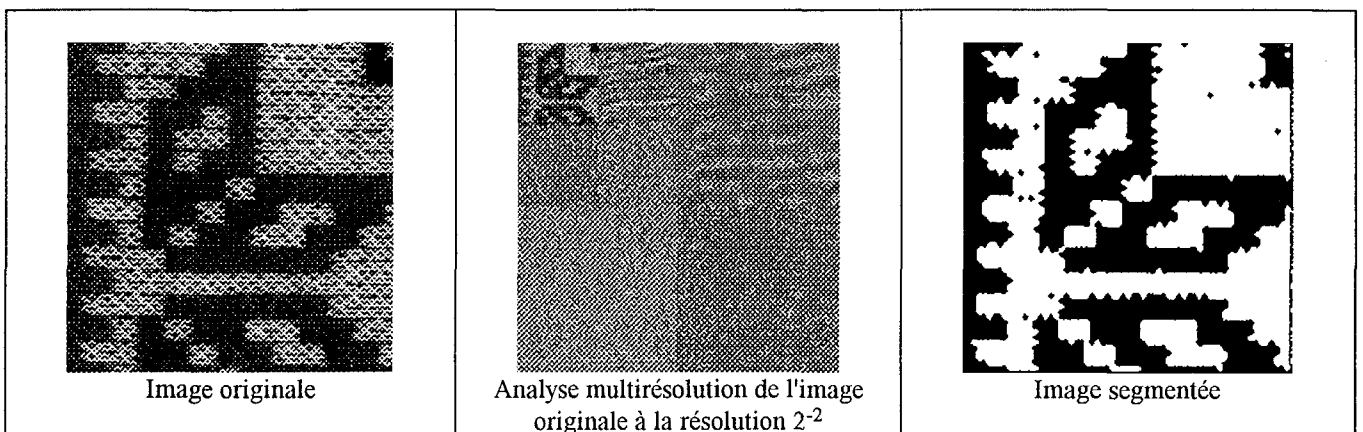


Figure 6
Exemple d'application



7. CONCLUSIONS

Une analyse multirésolution utilisant une implémentation de filtres à réponse impulsionnelle infinie à base d'ondelettes bi-orthogonales est présentée. La méthode utilisée nous a permis de réaliser une suppression de texture d'images réelles. Cette technique, dans son contexte multirésolution, démontre son efficacité pour segmenter des images caractérisées par des irrégularités topographiques, et peut être étendu à d'autres applications: filtrage d'image, débruitage ou détection de ruptures en traitement du signal.

REFERENCES

- [1] A. CHEHIKIAN, T. MENGKO. "*Classification de textures naturelles. Evaluation des paramètres optimaux par Analyse en Composante Principale*", Premier colloque image, Gretscesta, Biarritz, pp: 585 - 591, 1984
- [2] R.A. LERSKI, M.J. SMITH, J. P. MORLEY. "*Discriminant analysis of ultrasonic texture data in diffuse alcoholic disease: Fatty liver and cirrhosis*", Ultrasonic Imaging n°3 pp: 164 - 172, 1981
- [3] A. SEBBAR, A. SMOLARTZ. "*Adaptative markow random field for texture synthesis and segmentation*", 6 th Scandinavian Conf. on Image Analysis, OULOU, Finland, pp: 1010 - 1017, 1989
- [4] A. NICOULIN. "*Analyse d'image par spectre local de phase*", collection META, Presses Polytechnique et Universitaire Romandes.
- [5] Y.M. ZHU, B. KAROMBI, G. GIMENEZ. "*Concept de phase spatiale: intérêt pour l'analyse d'image*", AGI 94, colloque Automatique, génie informatique et image, Poitiers-Futuroscope, 2 - 3 juin 1994, pp: 353 - 356
- [6] P.MEER, S.N. JIANG, E.S. BAUGNER, A. ROZENFIELD. "*Robustness of image pyramids under structural perturbations*", Computer Vision, Graphics and Image, Vol 44, 1988, pp:307 - 331.
- [7] J.C. FEAUVEAU. "*Analyse multirésolution par ondelettes non orthogonales et bancs de filtres numériques*", Thèse de Doctorat, Université de Paris sud, Janvier 1990
- [8] S. MALLAT. "*A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation*", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 11, n° 7, july 1989, pp: 647 - 693
- [9] A. COHEN, I. DAUBECHIES, J.C. FEAUVEAU. "*Biorthogonal bases of compactly supported wavelets*", AT&T Bell Laboratories, Technical Report, n°TM11217-900529-07, 1990
- [10] S. CASTAN, J. ZHAO, J. SHEN, "*optimal filter for edge direction methods and results*", Computer Vision ECCV 90, 1st European Conf. Computer Vision, Antibes, April 1990, pp:13-17