

SPOT5 Pour La Détection D'urbanisation *

Vinciane Lacroix, Mahamadou Idrissa et Amaud Hincq
École Royale Militaire, Signal and Image Centre, Av. de la Renaissance 30, B-1000 Bruxelles,
Vinciane.Lacroix@elec.mia.ac.be

Hugues Bruynseels, Olivier Swartenbroekx
Institut Géographique National, B-1000 Bruxelles, Belgique, libr@ngi.be

Résumé: Le but du projet ETATS (Système d'Évaluation du Taux d'Actualisation de données topo-géographiques par Télédétection Spatiale) est d'estimer, à partir d'images SPOT5 et de la base de données (BD) de l'Institut Géographique National belge (IGN), le taux de changement du bâti et du réseau de communication de la Belgique. L'image est tout d'abord co-registrée avec les données vectorielles. D'une part, ces dernières sont utilisées pour générer un masque qui représente l'ancien état de la BD. D'autre part, la fusion de deux procédures de classification permet de séparer les zones bâties et le réseau de communication du reste de l'image. Le premier fait usage des filtres de Gabor simplifiés pour extraire des zones de structures et de texture tandis que le second est basé sur l'indice de végétation, et la connaissance du réseau hydrologique. La fusion produit un masque représentant l'état actuel de l'urbanisation dans la zone. La comparaison des deux masques fournit une information grossière sur les zones qui ont subi une urbanisation récente.

Mots-clés: cartographie, détection de changement, détection du bâti, SPOT5.

Abstract: An automatic system to estimate the urbanization changes on the Belgian territory, using SPOT5 images and the National Geographic Institute vectorial database is proposed. The images and the vectorial data are first co-registered.

Then, the vectorial database is projected and dilated to produce a mask representing the old status of the database. On the other hand, a fusion of two classification processes on the images enables to extract the built-up area and the communication network, generating a mask representing the actual state of the urbanization in the zone. The first process uses simplified Gabor filters to extract structures and texture, while the second is based on the vegetation index and the knowledge about hydrography. The comparison between the two masks provides coarse information on the changes.

Keywords : cartography, change detection, built-up area detection, SPOT5.

1. Introduction

La demande d'informations géographiques à jour est sans cesse croissante, résultant de changements très rapides dans beaucoup de régions mais également suite au succès des multiples applications des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans la vie courante. Depuis l'arrivée des senseurs à très haute résolution, les images spatiales sont devenues une excellente source d'information pour acquérir cette connaissance et pour suivre les changements. En 2006, l'IGN belge souhaiterait planifier la mise à jour de ses données et fournir aux utilisateurs l'information concernant l'état d'actualisation de celles-ci. Le système ETATS permettra à l'IGN de réaliser cette planification afin de concentrer ses efforts dans les zones de changement.

La première tâche consiste donc à choisir un senseur approprié, étant donné les contraintes suivantes :

- le coût d'une couverture de l'entièreté du territoire doit être abordable ;
- celle-ci doit être techniquement possible ;
- la résolution doit être suffisante pour détecter les changements dans le bâti et le réseau de communication. Un test de visibilité [Lacroix04] a montré que des images SPOT5 permettent à un photo-interprète de détecter la majorité des ensembles de bâtiments, ainsi que presque tout le réseau routier en zone ouverte, mais pas les bâtiments individuels.

On trouvera un résumé des méthodes de détection de changement dans [Li02]. La plupart des articles traitent du changement entre des images mais pas des changements entre une BD et une image, problème souvent considéré comme un problème d'extraction de caractéristiques. Dans [Vosselman97], la connaissance est utilisée pour la mise à jour de cartes. L'ancienne position de la route est comparée à l'image par l'analyse du profil d'intensité. Si un changement est observé, une hypothèse de changement est générée. L'introduction de la connaissance au niveau des largeurs de route et des angles de sortie améliore les résultats de l'interprétation, mais beaucoup de changements sont

* Article publié dans la revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection n° 178 (2005-2), et repris dans le BSG Avec l'amiable autorisation de l'auteur.

en fait des fausses alarmes causées par des objets tels les arbres, les voitures et les ombres. Busch [Busch98] a proposé une révision du bâti à partir d'imagerie satellite (SPOT et IRS_1C) et de données SIG. Le bâti est détecté sur base de la densité de bords. Klang [Klang98] a proposé une détection automatique des routes par l'utilisation d'images Landsat, SPOT, IRS_1C, toutes ré-échantillonnées à 10 m de résolution. La base de données vectorielle projetée est mise en correspondance avec des routes détectées. Des statistiques sur ces dernières sont utilisées pour trouver un seuil qui sert à extraire des points de départ de route, d'où un suivi est initialisé. Dans un article invité, Baltsavias [Baltsavias02] fournit un état de l'art sur l'extraction et la révision d'objets utilisant des données géo-spatiales et de la connaissance. Cet article se focalise cependant surtout sur des images aériennes ou des images satellites de 1 m de résolution. Une évaluation de méthodes de détection automatique du réseau routier sur ce même type de données est organisé par le groupe de recherche EuroSDR (voir <http://www.bauw.unibwmuennen.de/institute/inst10/oepe/>). En ce qui concerne la détection d'objets de facture humaine dans les images satellites, des chercheurs [Sakamoto04] ont utilisé l'indice de végétation ainsi que la présence de bords.

2. Stratégie globale du système

La BD est à l'échelle conceptuelle du 1/10 000 pour une utilisation cartographique selon une légende qui respecte les emprises sur le terrain. Pour les thèmes étudiés, il n'y a pas de déplacement cartographique, la précision du pointé photogrammétrique est respectée (de l'ordre du demi mètre) et les écarts standards sont inférieurs à 1 m. Aussi, les changements sont localisés par comparaison du masque généré par la projection de la BD sur l'image avec le résultat d'un classifieur qui permet d'extraire le bâti et le réseau routier, appelé classe «man-made» ou MM. Nous supposons que cette classe se manifeste par la présence de structures et de texture dans l'image panchromatique. Ainsi les changements à l'intérieur de l'ancienne étendue de la BD ou les changements d'attribut tel que la largeur de la route ne seront pas considérés. Par ailleurs, le système devrait détecter comme changement les endroits où la BD indique la présence de route ou de bâti là où il n'y en a pas.

La stratégie est résumée dans la Figure 1. La BD vectorielle de l'IGN et les images SPOT5 constituent les entrées du système.

L'IGN filtre la BD afin de produire des couches vectorielles ne contenant que le bâti, le réseau routier et l'hydrographie. Le réseau routier et le bâti sont utilisés pour produire «l'ancien masque», représentant l'ancienne étendue de la classe MM.

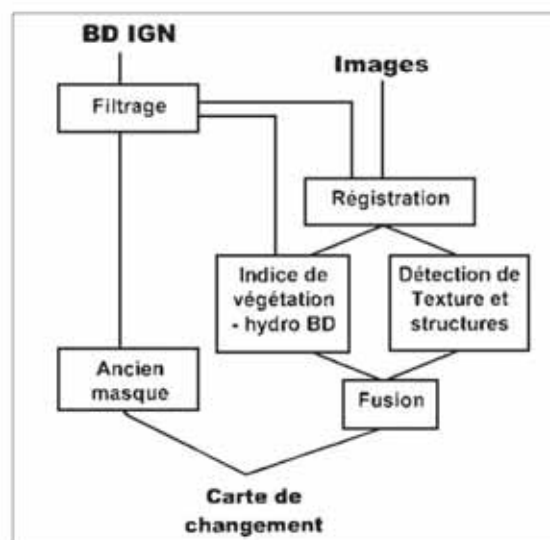


Fig. 1 Stratégie globale du système.

Une procédure de recalage semi-automatique permet de recaler les images avec la BD vectorielle ; d'une part, l'image panchromatique est analysée par un algorithme de détection de structures et texture. D'autre part, l'indice de végétation (NDVI) calculé à partir des images multi-spectrales fournit une autre séparation en deux classes: végétation et non végétation. La fusion des deux classifieurs (dont on a retiré le réseau hydrographique), est comparée à l'ancien masque pour générer une carte de changement.

3. Recalage des images

Si un modèle numérique d'élévation est disponible, des images orthorectifiées peuvent être produites de telle sorte que les images soient bien positionnées sous les couches vectorielles correspondantes. Comme l'IGN ne dispose pas d'un tel modèle sur l'ensemble de la Belgique, une autre solution est envisagée.

Un ensemble de points d'amer, distribués de manière uniforme, est utilisé pour obtenir g, une fonction de géo-référencement sous la forme d'un polynôme du second ordre. Si l'erreur quadratique moyenne de la BD vectorielle projetée par g-1 est plus grande que 5m (la largeur typique d'une route secondaire),

l'image est découpée en cellules de 1,250 km sur 1,250 km, et les longues lignes claires sont détectées. Plusieurs détecteurs de lignes (« ridge detectors ») existent dans la littérature, en particulier celui de Steger [Steger98] qui est disponible comme logiciel « open-source ». Dans notre application, sur la zone test étudiée, le « Gradient Line Detector » [Lacroix98] permet d'extraire plus de lignes, quoique les résultats soient fort semblables ; ce dernier exploite le fait que le gradient de l'intensité pointe en sens opposé de part et d'autre d'une ligne et plus précisément vers l'extérieur ou l'intérieur suivant qu'il s'agisse d'une ligne foncée ou claire. Ainsi, dans le 8-voisinage de chaque pixel, le maximum du produit vectoriel du gradient de l'intensité des pixels organisés symétriquement par rapport au pixel central est calculé s'ils pointent tous deux dans la direction du point central, comme le montre la figure 2.

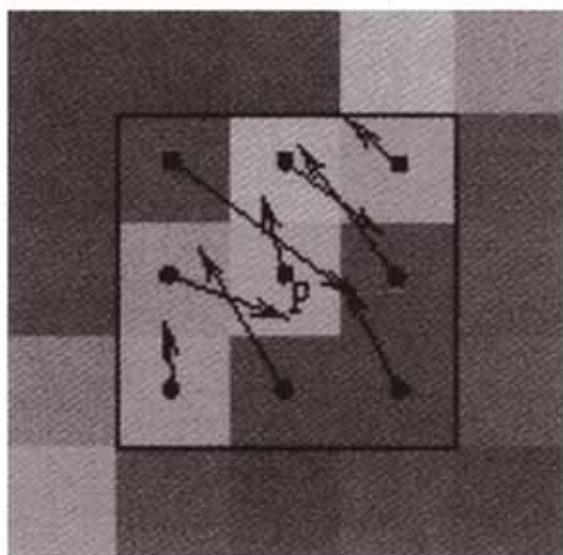


Fig. 2 Le champ du gradient de l'intensité dans le voisinage d'une ligne claire.

Ensuite, une suppression des non-maxima et un suivi de ligne est réalisé, comme dans le cas d'extraction de bords. Seules les longues lignes dans le voisinage de la projection des routes sont considérées comme candidats potentiels à la mise en correspondance.

Pour chaque route, représentée dans la BD par une succession de vecteurs, les meilleurs segments compatibles en termes de distance vecteur projeté et d'orientation sont considérés. Une procédure des moindres carrés est alors utilisée pour calculer la meilleure transformation affine f_i qui place les lignes détectées dans la cellule i sous les vecteurs projetés.

Pour assurer une continuité aux bords des cellules, une moyenne pondérée des transformations affines est calculée sur les pixels dont la distance au bord est inférieure ou égale à 20 pixels. L'image est alors ré-échantillonnée par une interpolation bicubique. Le résultat de ce processus sur une cellule est montré sur la Figure 3. Si l'erreur quadratique moyenne d'une cellule contenant un point d'amer excède 5m, des points supplémentaires sont demandés à l'utilisateur, et une autre fonction locale est calculée. Cette option n'a pas été nécessaire dans les quatre zones test. Enfin, si la cellule manque de route, les transformations des cellules voisines sont utilisées. La procédure s'est avérée satisfaisante sur toutes les zones, y compris sur la zone de Liège, relativement escarpée.

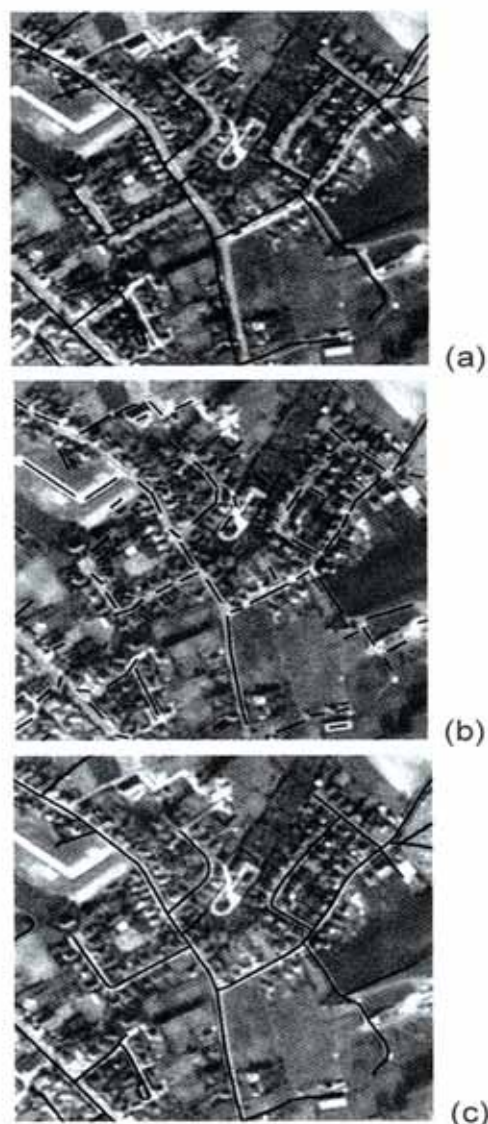


Fig. 3 (a) BD projetée; (b) lignes claires détectées dans le voisinage; (c) données recalées.

4. Détection du bâti et du réseau routier

On recherche un filtre capable de fournir une forte réponse pour la classe MM. A l'échelle de l'étude, les routes, les petits et grands bâtiments formeront respectivement des lignes, des points et des rectangles clairs. Des détecteurs de bords ont déjà été utilisés (notamment dans [Sakamoto04]) pour détecter le bâti. Cependant, ils répondront également aux frontières des champs et forêts introduisant de fausses alertes. De ce point de vue, les détecteurs de lignes devraient être plus performants, mais manqueront quant à eux les larges bâtiments. Les filtres de Gabor par ailleurs pourraient détecter les deux.

4.1 Filtres de Gabor

Les filtres de Gabor réalisent localement une analyse de Fourier. Dans le domaine complexe ils sont définis comme suit:

$$G(x, y, k_x, k_y) = e^{-\frac{((x-X)^2 + (y-Y)^2)}{2\sigma^2}} \cdot e^{j(k_x x + k_y y)}$$

Où x et y représentent les coordonnées spatiales et k_x , k_y les coordonnées fréquentielles. X et Y définissent la localisation spatiale de la fenêtre gaussienne.

Dans notre système, deux simplifications ont été introduites: la première consiste à utiliser la STFT (Short Time Fourier Transform) qui permet d'utiliser une même taille de fenêtre quelle que soit la fréquence du filtre. La deuxième consiste à remplacer la fenêtre quelle que soit la fréquence du filtre. La deuxième consiste à remplacer la fenêtre gaussienne par une binominale, afin d'éviter le problèmes de coupure de la Gaussienne. Les fonctions de base deviennent :

$$S_{k,l} = W(n, m) \times \sin 2\pi \left(\frac{kn}{N+1} + \frac{lm}{M+1} \right) \text{ et}$$

$$C_{k,l} = W(n, m) \times \cos 2\pi \left(\frac{kn}{N+1} + \frac{lm}{M+1} \right)$$

Où W représente la fenêtre binominale:

$$W^2(n, m) = \frac{1}{2^{(N+M)}} C_N^{\left(\frac{N-n}{2}\right)} C_M^{\left(\frac{M-m}{2}\right)}$$

$$\text{où } C_q^p = \frac{q!}{p!(q-p)!}$$

$$n = -N/2, \dots, N/2; \quad m = -M/2, \dots, M/2;$$

$$k = -K/2, \dots, K/2; \quad l = -L/2, \dots, L/2 \quad \text{et } K \leq N, L \leq M$$

La sélectivité en fréquence spatiale (exprimée en nombre de cycles par pixel) et en orientation (exprimée en radian) est donnée par:

$$\omega = 2\pi \sqrt{\left(\frac{k}{N+1}\right)^2 + \left(\frac{l}{M+1}\right)^2}$$

$$\text{et } \theta = \arctan \frac{k}{l} \frac{M+1}{N+1}$$

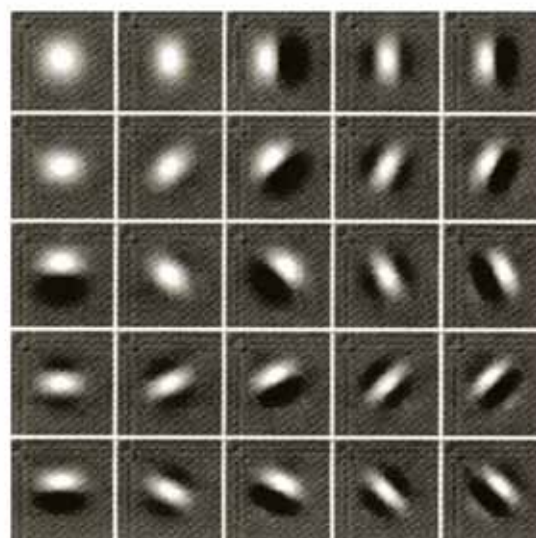


Fig. 4 Filtres de Gabor simplifiés (gris=0, blanc=valeurs positives, noir= valeurs négatives).

Tableau 1. noms des termes en sinus et en cosinus correspondant aux filtres de la Figure 4.

C 0,0	C 0,1	S 0,1	C 0,2	S 0,2
C 1,0	C 1,1	S 1,1	C 1,2	S 1,2
S 1,0	C -1,1	S -1,1	C -1,2	S -1,2
C 2,0	C 2,1	S 2,1	C 2,2	S 2,2
S 2,0	C -2,1	S -2,1	C -2,2	S -2,2



Fig. 5 Partie de l'image SPOT5 panchromatique.

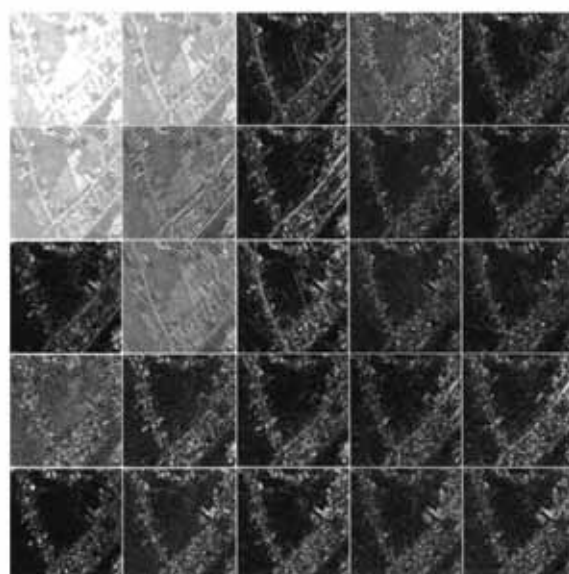


Fig. 6 Images caractéristiques correspondant au filtrage de la partie d'image présentée à la Figure 5.

Un ensemble d'images caractéristiques est obtenu en convoluant l'image I avec chaque filtre, permettant de définir une énergie locale [Kruizinga99] donnée par:

$$E_{k,l}(n,m) = [(C_{k,l} \otimes I)(n,m)]^2 + [(S_{k,l} \otimes I)(n,m)]^2$$

Où $\otimes$ désigne la convolution, k, l , les coordonnées fréquence-direction.

La Figure 6 illustre l'effet de l'application d'un banc de filtres sur la zone présentée à la Figure 5. On peut remarquer un fond gris généré par les filtres cosinus dont la fréquence centrale est basse. Comme la détection ne devrait pas contenir de composante DC, celle-ci devrait être retirée.

La nouvelle formulation de l'énergie qui sera moyennée sur une fenêtre binomiale de la même taille que celle du filtre, devient:

$$E(n,m) = \max_{k,l=-N/2 \dots N/2} \left[((C_{k,l} - DC_{k,l}) \otimes I)(n,m) \right]^2 + [(S_{k,l} \otimes I)(n,m)]^2 \quad (1)$$

4.2 Choix des paramètres du filtre

Une région d'apprentissage sur laquelle la BD est à jour et contenant la plupart des structures de bâti et de routes qu'on peut probablement rencontrer en Belgique, est utilisée pour trouver les meilleurs filtres.

Considérant que l'on prendra $N=M$ et que K et L sont liés à N et M par les relations $K \leq N$ et $L \leq M$, la sélectivité en fréquence et en orientation des filtres ne dépend que de N ; celui-ci est donc le seul paramètre nécessaire pour calculer la mesure de texture de l'équation 1. Le seuil séparant les zones texturées des autres est un autre paramètre à déterminer. Chaque ensemble de filtres $C_{k,l}$ et $S_{k,l}$ correspondant à une taille donnée de fenêtre est d'abord évalué, puis le meilleur seuil séparant les deux classes est recherché.

La sensibilité et la spécificité sont des indices souvent utilisés pour évaluer un classifieur séparant deux classes [Provost97]. Dans ce cas, les deux classes sont respectivement 1 pour la classe MM et 0 pour le reste. Les indices sont basés sur la matrice de confusion réalisée à partir d'une réalité terrain et des résultats de classification, comme montrés dans le tableau 2. Par exemple, «VP» dans cette table est le nombre de pixels qui sont considérés comme appartenant à la classe MM suivant la réalité terrain et détectés comme tels par le classifieur. La sensibilité s et la spécificité P sont définies comme suit:

$s = VP / (VP + FN)$ et $p = VN / (FP + VN)$ où VP, FP, VN, et FN désignent respectivement les vrais positifs, faux positifs, vrais négatifs et faux négatifs.

Tableau 2. Matrice de confusion.

Réalité terrain Classes détectées	1	0
1	VP	FP
0	FN	VN

Pour chaque ensemble de filtres, il y a un compromis à réaliser: un seuil bas sur l'énergie de texture engendrera beaucoup de fausses alertes (basse spécificité) tout en fournissant une bonne sensibilité et vice versa. La courbe ROC (« Receiver Operating Characteristic ») permet d'analyser l'évolution de ce compromis quand le seuil est modifié. Il consiste à tracer le taux de VP (s) en fonction du taux de FP ($1-p$).

Dans cette représentation, plus une courbe tend vers la fonction en escalier en 0, meilleure elle est. Disposant d'une série de courbes ROC, la méthode idéale consisterait à trouver, pour chaque seuil, c'est-à-dire pour chaque taux de FP, la méthode qui fournit le plus haut taux de VP.

En fait, le point le plus proche du point (0,1) pourrait fournir un bon compromis.

L'aire sous la courbe (AUC) est un autre indice pour sélectionner un classifieur qui serait le meilleur en moyenne. Cependant, le système sera surtout utilisé dans la région supérieure gauche de la courbe, c'est-à-dire en dessous de 20% de fausses alarmes et au dessus de 80% de bonne détection. Aussi, c'est plutôt l'AUC dans cet intervalle qui primera.

Le choix de la taille appropriée du filtre dépend surtout des caractéristiques spatiales des structures à mettre en évidence sur l'image et donc, celui-ci peut se faire sur une image test, pour peu que celle-ci soit représentative des structures que l'on pourra rencontrer sur l'ensemble du territoire. Trois ensembles de paramètres de filtres ($N=5, 7$, et 9) ont donc été testés sur une image panchromatique SPOT5 de 5m de résolution sur la région de Sint-Niklaas.

La réalité terrain résulte de la projection des vecteurs de la BD sur l'image, après le processus de recalage défini précédemment, suivi d'une dilatation. L'AUC globale est de 0.92 pour chaque ensemble alors que l'AUC partielle est respectivement de 0.45, 0.52 et 0.54. $N=7$ a été choisi pour offrir le meilleur compromis entre la performance et la complexité.

Comme base de comparaison dans la Figure 7, nous avons dessiné les courbes ROC des filtres de Laws [Laws80] et de la Digital Cosine Transform (DCT), considérés comme efficaces pour la classification de texture [Randen99], ainsi que le détecteur de lignes déjà mentionné dans le cadre du recalage, l'indice de complexité [Sakamoto04] et le NDVI comme défini plus loin dans le texte. Pour un taux de fausses alertes peu élevé, le détecteur de lignes claires est le meilleur choix tandis que dès que celui-ci atteint les 12%, l'énergie de Gabor devient meilleure.

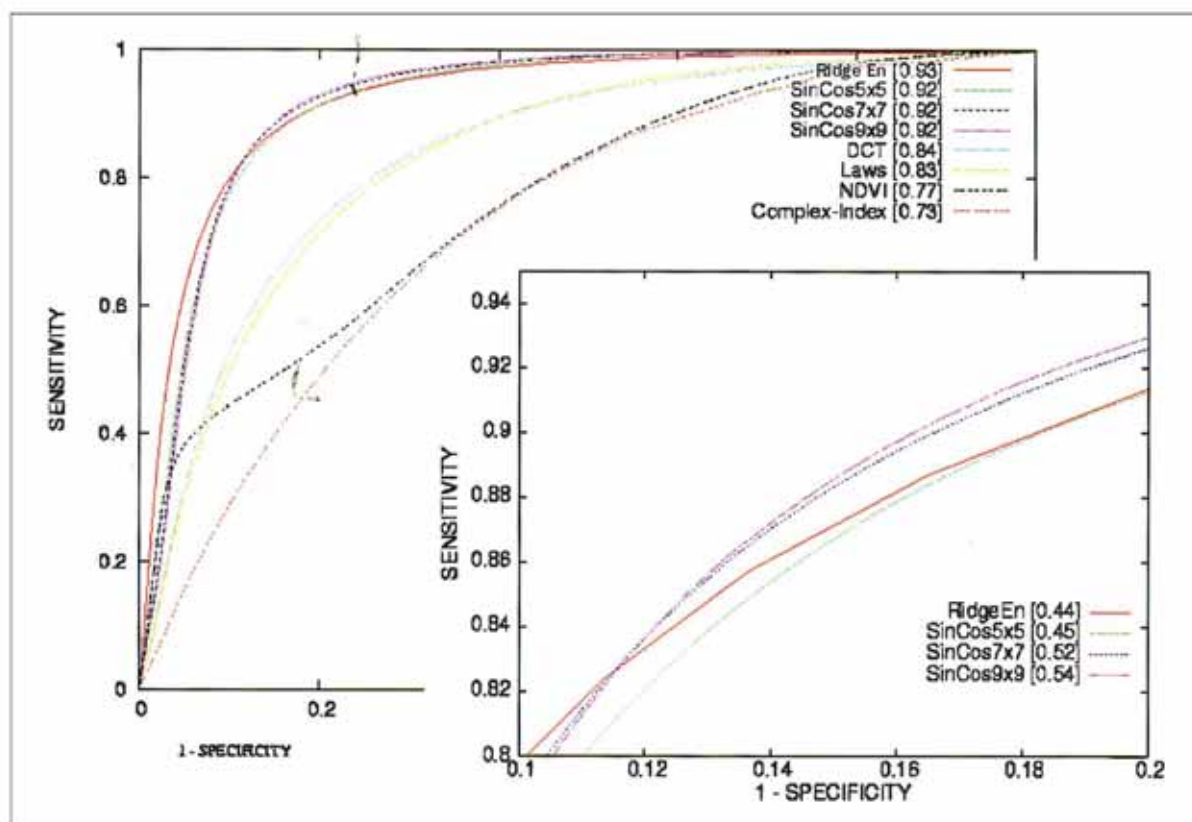


Fig.7 courbes ROC.

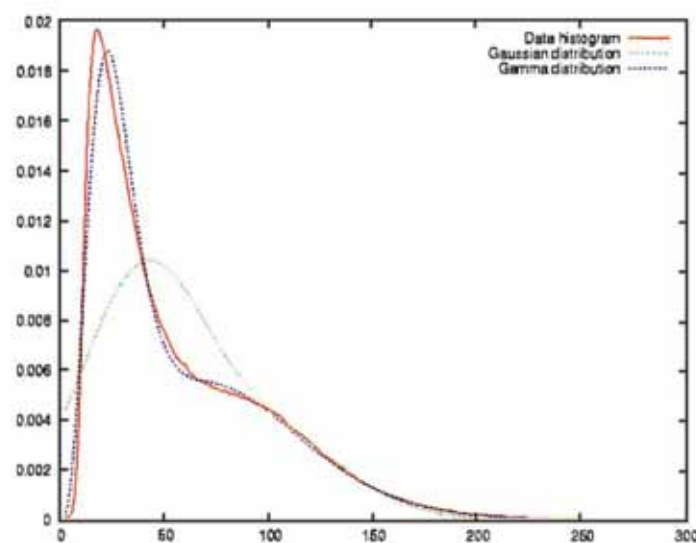


Fig. 8 Approximation de l'histogramme des énergies de texture (en rouge) par une mixture de distributions γ (en bleu), initialisée par une mixture de gaussiennes (en vert).

4.2 Choix du seuil

Comme le choix du seuil d'énergie de texture pourrait dépendre de la radiométrie de l'image, on ne peut décider de celui-ci sur base d'une image test. La méthode ne peut donc pas reposer sur l'analyse ROC. La distribution des valeurs d'énergie peut être modélisée par une mixture de deux distributions γ . Un algorithme itératif destiné à calculer les paramètres de ces distributions demanderait trop de temps de calcul, aussi, une estimation initiale est obtenue en supposant la distribution de deux gaussiennes, dont l'une serait obtenue à partir de la moyenne et de la variance des pixels MM de l'ancien masque de la base de données, et l'autre à partir des pixels restant. Une fois les paramètres des deux distributions γ obtenus, une règle de maximum a posteriori est utilisée pour séparer les deux classes. La Figure 8 montre en rouge l'histogramme des valeurs d'énergie de texture pour la région de SintNiklaas. La mixture des distributions gaussiennes initiales est représentée en vert tandis qu'en bleu, la mixture des distributions γ résultant de l'algorithme itératif montre un bon accord avec l'histogramme.

4.3 Fusion Texture et NDVI

Si seule la mesure de texture est considérée, quelques bâtiments industriels caractérisés par un toit faiblement réfléchissant et relativement homogène pourraient être manqués. L'introduction du NDVI permet d'extraire ces bâtiments. Le NDVI calculé sur des images SPOT5 est défini comme suit:

$$NDVI = (XS3 - XS2) / (XS3 + XS2)$$

Où XS2 et XS3 désignent respectivement les bandes rouge et infrarouge.

Afin d'obtenir deux classes (végétation et non végétation), un algorithme de clustering flou [Gath89] est utilisé.

Comme le réseau hydrographique peut produire de la texture et devrait être classé par le NDVI comme non végétation, la loi de fusion est la suivante: (texture OU non végétation) ET (PAS dans la couche hydrologique de la BD). Ainsi, si un pixel appartient à la classe MM pour l'algorithme de détection de texture ou selon la classification basée sur le NDVI et qu'il n'est pas dans le réseau hydrologique de la BD, alors il est considéré comme appartenant à la classe MM, et sera alors représenté tel quel sur le masque final.

5. Résultats

Une carte de changement de la région de SintNiklaas a été produite. La Figure 9 montre la région considérée, et la Figure 10 la superposition du masque et du classifieur final : les éléments bien détectés sont représentés en vert, les éléments manquants de la BD en rouge ou, si ces derniers sont situés en forêt, en orange, et les zones de changement potentiel en jaune. A cause de l'étendue des filtres, l'énergie de texture a tendance à être plus large que ne l'est la zone réellement texturée. Un filtrage morphologique est donc réalisé sur les zones détectées comme changement potentiel. Par ailleurs, de toutes petites zones de la BD non détectées, résultant vraisemblablement d'un décalage de la BD, sont éliminées par un même type d'opérations morphologiques.

Une analyse de ces résultats montre que pour les éléments manquants:

- . Une zone correspond à un quartier « fantôme » : des bâtiments et des routes étaient prévus dans cette zone mais ne furent jamais construits;
- . Quelques routes secondaires sont manquées;
- . Beaucoup d'entre elles sont situés en forêt, et donc invisibles sous ce couvert.

Le système a été également testé et évalué sur 10 zones incluant des paysages sub-urbains et ruraux, sélectionnées sur des images SPOT5 à 5m et 2,5 m de résolution. Dans ce cas, ce n'est pas la détection de changement qui est évaluée, mais plutôt la détection de la classe MM. Les résultats sont comparés aux résultats des tests de visibilité réalisés par un photointerprète expérimenté, qui en cas de doute a utilisé de l'imagerie aérienne datant approximativement du même moment pour établir la vérité terrain. Dans la figure 11 le taux de bonne détection et de fausses alertes pour chaque zone est représenté, à la fois pour le système dans son entièreté et pour le système sans la fusion du NDVI, ainsi que pour un photo-interprète expérimenté.

La figure montre que le nombre d'éléments ratés par le système est du même ordre de grandeur (10%) pour la moitié des expériences, indépendamment du type de paysage ou de la résolution de l'image, tandis qu'il est approximativement de 20% dans les autres cas. Enfin, il n'est pas sûr que le coût des images multi-spectrales soit justifié, car la classification basée sur le NDVI augmente le taux de fausses alertes et ne diminue qu'occasionnellement le nombre d'éléments manqués (région urbaine U4).

De plus, le système ne donne pas des résultats de détection significativement meilleurs sur les zones de résolution plus fine (U3, U4, U5, R3, R4) mais présente par ailleurs plus de fausses alertes. Il se peut cependant que ce soit dû à une mauvaise qualité d'image. D'autres images devraient être testées.

Enfin la zone ne présente pas un relief important, aussi le système devrait-il être utilisé également sur une zone du territoire belge où des dénivellations importantes existent.



Fig. 9 © Partic d'image SPOT5 5m de résolution sur la région de Sint-Niklaas.

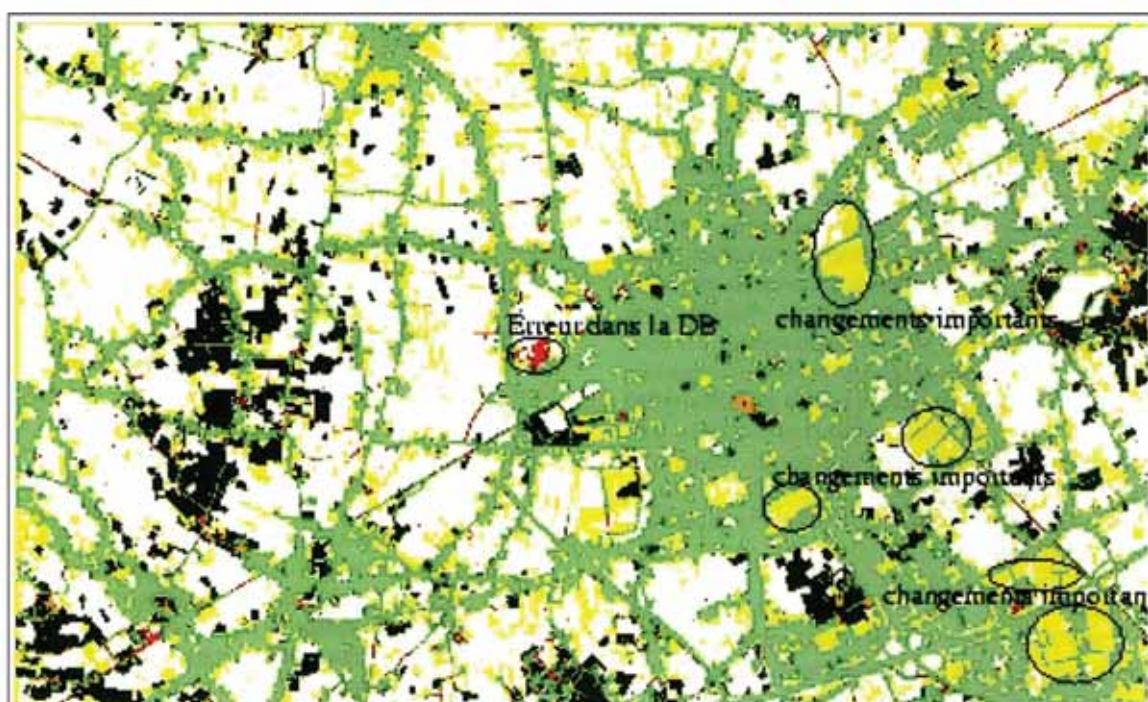


Fig. 10 Carte de changement; vert vif; pas de changement (MM → MM); vert foncé; forêt; rouge; éléments ratés ou erreurs dans la BD (MM → MM); orange; idem mais sous la forêt; jaune: changements ou fausses alertes (non MM → MM); blanc: pas de changement (non MM → non MM).

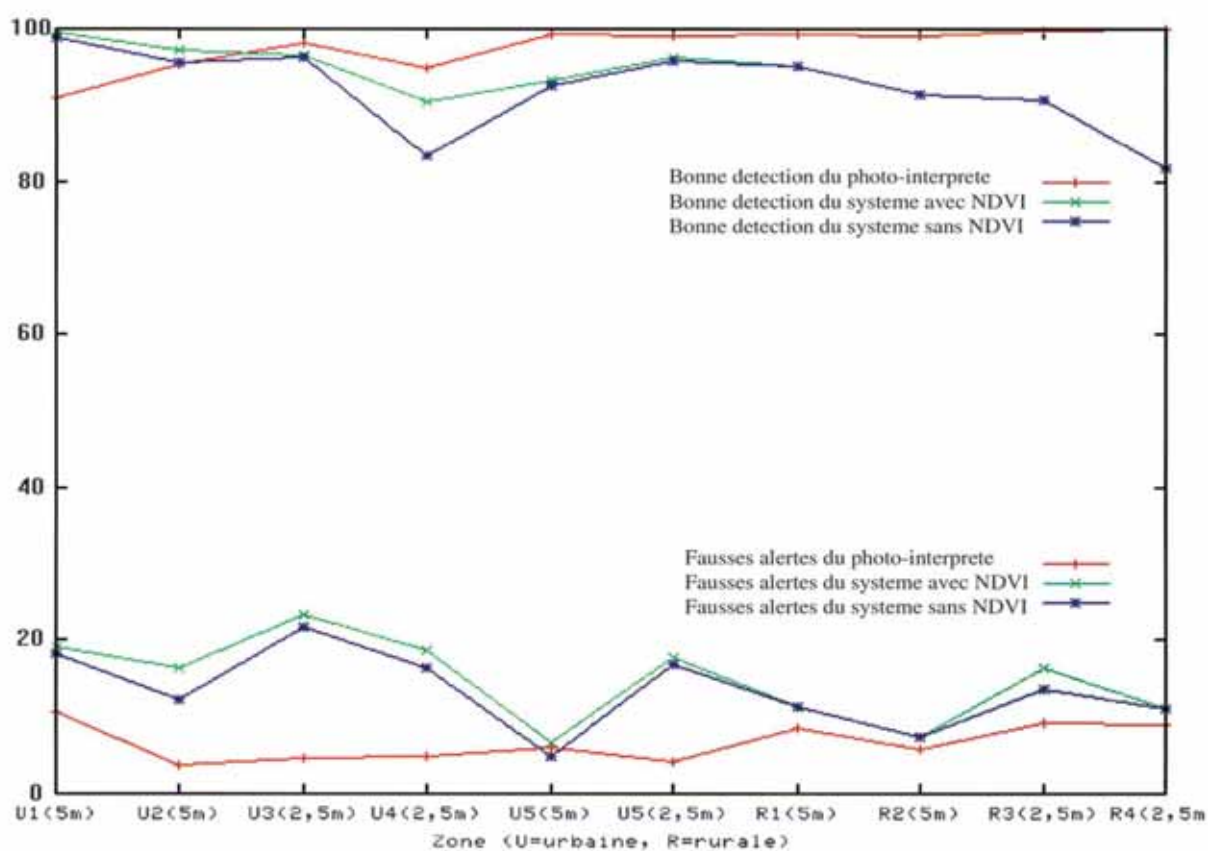


Fig. 11 Taux de détection et de fausses alertes pour les 10 zones analysées (urbaines : Ui, et rurales: Ri) pour le système avec NDVI, sans NDVI et pour un photo interprète expérimenté.

6. Conclusions

L'analyse ROC a été utilisée pour sélectionner une simplification des filtres de Gabor pour détecter le bâti et le réseau routier dans des images SPOT5. Il en résulte un processus qui prend en entrée des images SPOT5 multi spectrales et panchromatique pour produire un masque géoréférencé où la classe d'intérêt est identifiée. Les résultats montrent plus de 90% de bonne détection dans une moitié des expériences et plus de 80% dans l'autre, avec approximativement 20% de fausses alertes. Le masque ainsi produit est comparé à un masque résultant de la projection de données vectorielles correspondant aux mêmes thèmes. Ce système permet donc d'une part, si la prise de vue correspond à la date de la base de données, de vérifier la validité de celle-ci, et d'autre part, si la prise de vue est ultérieure, de détecter les grandes zones de changement. Il va de soi que les zones sous la forêt ne peuvent être analysées, c'est pourquoi il serait utile de disposer d'un algorithme de détection automatique des forêts pour mettre en évidence les zones sur lesquelles le système est incapable d'estimer la présence de routes et de bâti.

Remerciements

Cette étude fait partie du projet ETATS, financé par le programme STEREO de la Politique Scientifique Belge.

Références

- V. Lacroix, A. Hincq, I. Mahamadou, H. Bruynseels, and O. Swartenbroekx, 2004. A visibility test on SPOT5 images, in ISPRS 2004, Commission IV, (Istanbul, Turquie).
- D. Li, H. Sui, and P. Xiao, 2002. Automatic change detection of geo-spatial data from imagery, in Integrated System for Spatial Data Production, Custodian and Decision Support, (Xi'an, China), International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (IAPRS).
- G. Vosselman and M. de Gunst 1997. Updating road maps by contextual reasoning. Proc. 2nd Workshop on Automatic Extraction of Man-Made Objects from Aerial and Space Images, Ascona.
- A. Busch, 1998. Revision of built-up areas in a GIS using satellite imagery and GIS data. Internat. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS Commission IV GIS Between Visions and Applications WG IV/III.2, vol. 32.
- D. Klang, 1998. Automatic detection of changes in road databases using satellite imagery. Proc. Internat. Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 32, pp. 293-298.
- E. Baltsavias, 2002. Invited paper, object extraction and revision by image analysis using existing geospatial data and knowledge: State-of-the-art and steps towards operational systems, in Commission VI Mid-Term symposium, vol. XXXIV, Part 2, (Xi'an, China), pp. 13-22, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (IAPRS).
- M. Sakamoto, et al., 2004. Automatic detection of damage area in Iran earthquake by high-resolution imagery, in Proc. IGARS2004, (Alaska).
- V. Lacroix and M. Acheroy, 1998. Feature extraction using the constrained gradient, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 53, pp. 85-94.
- C. Steger, 1998. An Unbiased Detector of Curvilinear Structures. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI vol 20 n° 2, pp.113-125.
- P. Kruijzinga and N. Petkov, 1999. Nonlinear operator for oriented texture, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, pp. 1395-1407.
- K. Laws, 1980. Rapid Texture identification, in Proceeding SPIE Conf. Image Processing for Missile Guidance, vol. 28, pp. 376-380.
- J. Randen, 1999. Filtering for texture classification: A comparative study. IEEE Trans. On Pattern Anal. And Machine Intelligence, vol. 2, pp. 281-310.
- I. Gath and A. Gev, 1989. Unsupervised optimal fuzzy clustering. IEEE Trans. On Pattern Anal. And Machine Intelligence, vol. 11, pp. 773-780.