
Détection des bâtiments dans les images THRS avec la morphologie mathématique

Jonathan Weber — Sébastien Lefèvre — David Sheeren

*Laboratoire des Sciences de l'Image, de l'Informatique et de la Télé-détection
LSIIT UMR 7005 ULP-CNRS
Strasbourg, France
{lefevre,shereen}@lsiit.u-strasbg.fr*

RÉSUMÉ. Ce poster présente une nouvelle méthode de détection de bâtiments dans les images THRS (Très Haute Résolution Spatiale) en utilisant des opérateurs de la morphologie mathématique binaire. Notre méthode ne requiert aucune donnée exogène, contrairement aux autres approches (utilisant par exemple des données d'élévation ou une classification supervisée en post-traitement). Elle est basée sur plusieurs opérateurs morphologiques, et notamment une transformée en tout ou rien adaptative, pour laquelle la taille et la forme de l'élément structurant varient. Appliquée sur une image Quickbird de Strasbourg, la méthode présentée fournit des résultats intéressants, limités cependant par la binarisation de l'image.

ABSTRACT. This poster presents a new method for building extraction in VHRS (Very High Spatial Resolution) images by using binary mathematical morphology operators. Our method requires only photogrammetric data, contrarily to other approaches (using for instance elevation models or a supervised classification as a post-processing step). It is based on several morphological operators, in particular an adaptive hit-or-miss transform, for which the size and shape of the structuring element vary. Applied on a Quickbird image of Strasbourg, the presented method gives interesting results, limited however by the image binarisation.

MOTS-CLÉS : Morphologie Mathématique, imagerie Quickbird, THRS, détection des bâtiments, transformée en tout ou rien.

KEYWORDS: Mathematical Morphology, Quickbird imaging, VHRS, building extraction, hit or miss transform.

1. Introduction

L'arrivée des images satellites THRS (résolution spatiale inférieure à 5m) offre de nouvelles perspectives dans la détection des objets urbains (arbres, bâtiments, *etc*). Les méthodes d'extraction des bâtiments permettent en particulier d'améliorer la gestion de l'espace urbain par les décideurs locaux [LHO 05]. Certaines de ces méthodes utilisent avec succès les outils fournis par la morphologie mathématique [SER 82, SCH 93]. Cependant elles nécessitent bien souvent des données spécifiques (comme des modèles numériques de terrain [WEI 95]) ou une intervention forte de l'utilisateur au cours du processus (comme dans [MAT 04] où une classification supervisée est appliquée en post-traitement des résultats fournis par les opérateurs morphologiques).

Dans cet article, nous nous intéressons au problème de la détection de bâtiments à l'aide d'opérateurs morphologiques et nous nous focalisons plus particulièrement sur les bâtiments de type pavillon individuel. En particulier nous proposons une méthode ne nécessitant aucune information en dehors de l'image originale. Notre méthode est donc compatible avec une large variété d'images satellites et est indépendante de tout processus extérieur.

2. Méthode

Notre méthode est basée sur les outils fournis par la morphologie mathématique binaire [SCH 93]. Les deux opérations de base de la morphologie mathématique sont l'érosion et la dilatation. Elles sont notées respectivement $A \ominus B$ et $A \oplus B$ avec A l'image à traiter (éroder ou dilater) et B l'élément structurant (noté ES), un masque ou motif avec lequel on parcourt l'image. Elles sont définies par les équations suivantes :

$$A \ominus B = \{x : (B)_x \subseteq A\} \quad (1)$$

$$A \oplus B = \{x : (\check{B})_x \cap A \neq \emptyset\} \quad (2)$$

où B_x représente B traduit par x , et \check{B} la réflexion (symétrie centrale) de B .

Puisque nous utilisons les opérateurs morphologiques binaires, l'image I fournie en entrée doit être binarisée. Ce processus s'obtient par un seuillage de l'image, la valeur du seuil étant définie par un expert en fonction des caractéristiques de l'image (type de capteur, zone étudiée, *etc*). Le résultat de la binarisation est une image I_{bin} supposée contenir notamment les objets d'intérêt (bâtiments). Les toits des bâtiments y sont plus sombres que leur environnement. Nous utiliserons donc par la suite le complémentaire de l'image binarisée pour effectuer les opérations morphologiques.

Afin d'éliminer les objets dont la taille est inférieure à la taille minimum d'un bâtiment, nous avons effectué une ouverture morphologique définie comme une combinaison d'une érosion et d'une dilatation :

$$I_{\text{ouv}} \circ B = (I_{\text{bin}} \ominus B) \oplus B \quad (3)$$

où l'ES B est un carré dont la taille est définie en fonction de la taille minimum des bâtiments dans la scène étudiée.

L'image filtrée I_{ouv} est alors analysée pour y détecter les bâtiments. Pour cela, une adaptation de la transformée en "tout ou rien" (TTR) est utilisée. Cette transformée consiste en l'application d'une double érosion (sur l'image A et son complémentaire A^c) avec deux ES E et F :

$$A \circledast (E, F) = (A \ominus E) \cap (A^c \ominus F) \quad (4)$$

L'adaptation concerne la prise en compte d'ES E et F variables (en taille et en forme), permettant ainsi de détecter des bâtiments variés.

Ainsi, on définit les ES $E_{a,b}$ et $F_{c,d}$ respectivement comme un rectangle de taille $a \times b$ et comme un cadre (contour d'un rectangle) de taille $c \times d$. Le résultat de l'application de la TTR à ES variables est alors défini comme l'union des différentes applications de la TTR, soit :

$$I_{\text{tr}} = I_{\text{ouv}} \circledast_{\mathcal{K}, \mathcal{L}} (E, F) = \bigcup_{k,l} (I_{\text{ouv}} \ominus E_{\alpha k, \alpha l}) \cap (I_{\text{ouv}}^c \ominus F_{k,l}) \quad (5)$$

où $\mathcal{K} \times \mathcal{L}$ est l'ensemble des tailles considérées pour E et F , et α un coefficient utilisé dans la définition de la zone incertaine entre E et F , zone non considérée par la TTR.

L'application de la TTR a permis de supprimer les régions de l'image qui n'étaient pas des bâtiments, mais a également modifié la forme originale des bâtiments existants. Nous appliquons donc ensuite une reconstruction géodésique par dilatation sur l'image filtrée par l'ouverture, en considérant comme marqueur le résultat de la TTR :

$$I_{\text{ouv}} \triangle_B I_{\text{tr}} = (I_{\text{tr}} \oplus_{I_{\text{ouv}}} B)^\infty \quad (6)$$

avec une application jusqu'à idempotence (invariance de la transformation) de la dilatation conditionnelle définie par :

$$I_{\text{tr}} \oplus_{I_{\text{ouv}}} B = (I_{\text{tr}} \oplus B) \cap I_{\text{ouv}} \quad (7)$$

Le synopsis général de notre méthode est illustré par la figure 1.

3. Résultats et analyse

Nous avons évalué notre méthode sur une image Quickbird panchromatique de résolution spatiale 70 cm d'un quartier de Strasbourg. Les ES ont été définis en fonction de la taille des bâtiments à détecter dans l'image : un carré B de 13×13 pixels pour l'ouverture, et des rectangles de taille variable ($\mathcal{K} \times \mathcal{L}$) entre 15×15 à 30×30 pixels pour la TTR. Le coefficient α a été fixé à 0,6.

Pour cette étude préliminaire, le corpus de test est de taille relativement faible. 24 pavillons sont présents dans l'image. La méthode a généré 4 faux positifs et 4

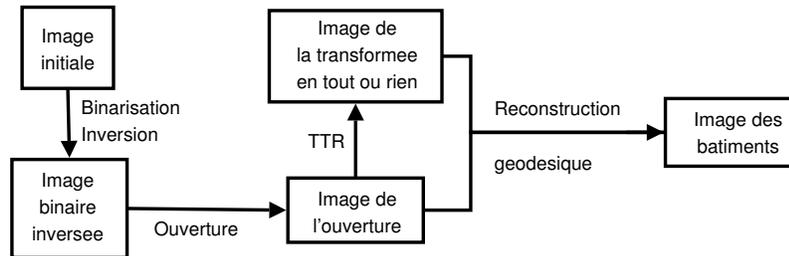


Figure 1. *Synopsis de la méthode proposée.*

faux négatifs, soit 20 détections correctes. Un exemple de résultat (avec les étapes intermédiaires) est donné en figure 2. Ces premiers résultats sont prometteurs puisque nous avons des taux de précision utilisateur et de précision producteur de 83 %. Néanmoins, cette méthode est limitée par l'étape de binarisation qui nécessite l'intervention de l'expert dans le choix du seuil. La valeur du seuil pourrait néanmoins être obtenue par des méthodes automatiques.

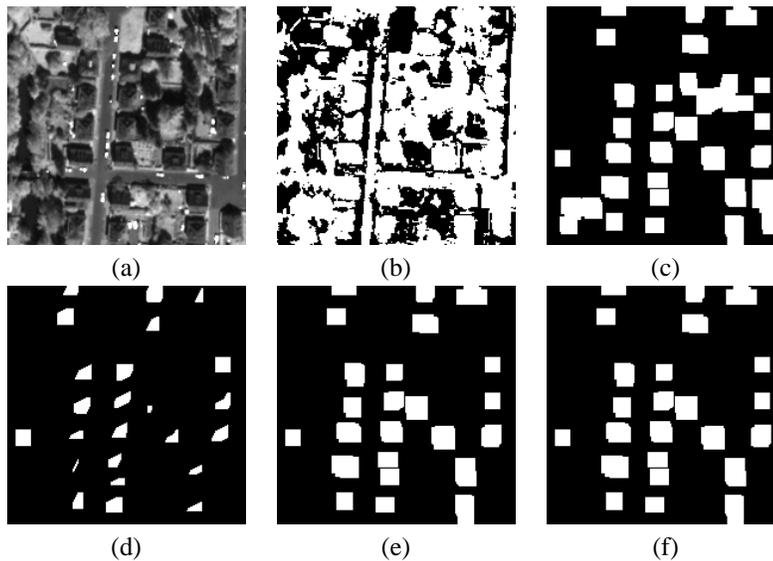


Figure 2. *Les différentes étapes : image originale (a), binarisation (b), ouverture (c), transformée en tout-ou-rien (d), reconstruction géodésique (e), résultat final (f).*

4. Conclusion

La morphologie mathématique est un cadre adapté aux traitements des images THRS. Son utilisation pour l'extraction automatique des bâtiments est particulière-

ment pertinente. Cependant, elle est limitée ici par son utilisation dans des images binaires. Nos prochains travaux concerneront l'utilisation des outils morphologiques sur des images panchromatiques en niveaux de gris voire des images multispectrales. Ainsi, la méthode pourra s'affranchir des limitations liées à la binarisation.

5. Bibliographie

- [LHO 05] LHOMME S., WEBER C., « Une nouvelle approche pour l'extraction des bâtiments sur les images THRS », *SAGEO*, Strasbourg, 2005.
- [MAT 04] MATTI-GALLICE C., COLLET C., « Morphologie mathématique et échelle : extraction du bâti à différentes résolutions spatiales », *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 14, n° 3/4, 2004, p. 441-463.
- [SCH 93] SCHMITT M., MATTIOLI J., *Morphologie Mathématique*, Masson, 1993.
- [SER 82] SERRA J., *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, 1982.
- [WEI 95] WEIDNER U., « Building Extraction for Digital Elevation Model », rapport, 1995, Institut for Photogrammetrie, Bonn.