

# SECOND GENERATION CURVELET TRANSFORM FOR BUILDING EXTRACTION FROM HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY

Ahmed Shawky Elsharkawy <sup>1</sup>, Mohamed Elhabiby <sup>1,2</sup>, and Naser El-Sheimy <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, Calgary, Alberta

<sup>2</sup> Public Works Department, Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo, Egypt

*The process of automatic extraction of buildings from digital imagery has had major practical importance for many years in the area of data acquisition and updating of geographic information system (GIS) databases. This process also presents a huge scientific challenge for researchers as a result of the heterogeneous nature of the buildings, especially in the developing countries [Aytekin et al. 2009].*

*Several techniques were used in building extraction for satellite images in this research paper, second generation curvelet transform will be introduced as an edge detection tool helping in the detection of buildings boundaries. Second generation curvelet transform provides optimally sparse representations of objects, which display smoothness except for discontinuity along the curve with bounded curvature [Candes et al. 2006]. Some papers have investigated this technique for edge detection in high resolution satellite imagery such as IKONOS or QuickBird, and microscopic imagery [Geback and Koumoutsakos 2009; Guha and Wu 2010; Zhenghai and Jianxiong 2009; Xiao et al. 2008], which show great potential of using curvelet transform in solving edge detection problems. However, until now, there is no research tackling the building detection problem using the curvelet transform in high resolution satellite imagery.*

*The algorithm consists of four main parts; first, data fusion between the panchromatic band (0.50 m resolution) and the multispectral ones (2.00 m resolution), to generate 8-spectral bands with a resolution of 0.50 m. Second, a Gaussian high pass filter is applied to enhance the edges. Third, using the curvelet transform, edges will be detected based on the fact that the values of curvelet coefficients are determined by how they are aligned in the real image. The more accurately a curvelet is aligned with a given curve in an image, the higher its coefficient value. Fourth, a filling process is performed for every closed boundary followed by calculation of statistics for these enclosed boundaries; such as area, major and minor axis, and compactness to extract the buildings.*

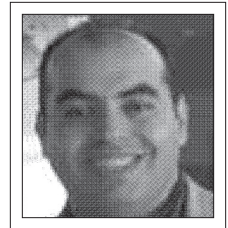
*Le processus d'extraction automatique des bâtiments à partir de l'imagerie numérique est un processus d'une grande importance pratique depuis plusieurs années dans de multiples domaines de l'acquisition de données et pour la mise à jour des bases de données des systèmes d'information géographique (SIG). Ce processus représente également un énorme défi scientifique pour les chercheurs en raison de l'hétérogénéité des bâtiments, particulièrement dans les pays en développement [Aytekin et al. 2009].*

*Plusieurs techniques ont été utilisées pour l'extraction des bâtiments à partir des images satellites dans la préparation de cet article de recherche. Une transformée en curvelets de deuxième génération sera introduite comme outil de détection des contours des bâtiments. La transformée en curvelets de deuxième génération permet de représenter des objets selon une dispersion optimale, pour les objets généralement lisses sauf aux endroits de discontinuité le long des courbes ayant une courbure bien délimitée [Candes et al. 2006]. Certains articles ont étudié cette technique pour la détection des contours à l'aide de l'imagerie satellite à haute résolution, comme IKONOS ou QuickBird, et l'imagerie microscopique [Geback et Koumoutsakos 2009; Guha et Wu 2010; Zhenghai et Jianxiong 2009; Xiao et al. 2008], présentant un meilleur potentiel d'utilisation de la transformée en curvelets pour la résolution des problèmes de détection des contours. Jusqu'à maintenant cependant, aucune recherche n'a été consacrée à la résolution du problème de détection des contours à l'aide de la transformée en curvelets dans l'imagerie satellite à haute résolution.*

*L'algorithme comporte quatre parties principales : la première est la fusion des données entre la bande panchromatique (résolution de 0,50 mètre) et les bandes multispectrales (résolution de 2,00 mètres) pour générer les 8 bandes spectrales avec une résolution de 0,50 mètre; la deuxième est un filtre gaussien passe-haut appliqué pour améliorer les contours; la troisième est une transformée en curvelets qui détecte les contours en assumant que les valeurs des coefficients des curvelets d'une image sont déterminées selon l'alignement dans l'image réelle (les curvelets les mieux alignés avec les courbes correspondantes sur l'image auront les valeurs de coefficient les plus élevées); la quatrième est un processus de remplissage utilisé pour chaque contour fermé (surface) suivi d'un calcul des statistiques sur ces contours fermés, comme la superficie, les axes mineur et majeur et la densité pour extraire les bâtiments.*



**Ahmed Elsharkawy**  
askelsha@ucalgary.ca



**Mohamed Elhabiby**



**Naser El-Sheimy**