

Abstract

The thesis aims to explore the potential of empirical results in identifying urban centers and subcenters by utilizing built-up data extracted from freely-available remote sensing images and fractal analyses. It addresses the challenge of data unavailability in this context. While various methods have been employed in literature, such as minimum cut-off point, spatial statistical methods, and hedonic price method, these are predominantly based on the local context of developed nations, with limited studies focused on developing nations due to data scarcity. This research seeks to fill this gap by investigating the effectiveness of fractal geometry in explicitly identifying urban centers and subcenters, characterizing their spatial organization for urban growth analysis, and delineating urban growth patterns based on the spatial arrangement of urban centers, subcenters, and primary transportation networks. Understanding these dynamics is crucial for informed urban planning and infrastructure decisions. Using the Greater Accra Metropolitan Area (GAMA) as a case study, freely available satellite images spanning from 1991 to 2022 were downloaded and classified using various techniques including random forest, support vector machine, and simple linear iterative cluster (SLIC) with K-Means to extract built-up patterns. A longitudinal analysis was conducted to assess the impact of urban growth on biodiversity, revealing shifts in land cover composition with built-up areas increasingly dominating over vegetation, leading to habitat fragmentation. Land cover and landscape patterns for 2030 were successfully predicted, emphasizing the importance of landscape connectivity and habitat fragmentation in evaluating ecological processes and urban development impacts. Furthermore, multi-radial fractal analysis and mathematical morphology were employed to identify urban centers and subcenters from remote sensing data, based on fractal dimensions and spatial organization. A conceptual urban growth model was developed to visualize expected urban expansion patterns. These findings contribute significantly to the identification and spatial organization of urban centers and subcenters, particularly in cities lacking adequate statistical or geospatial data, especially in developing countries. Replicating this methodology could contribute to a more comprehensive global database on cities.

Résumé

La thèse vise à explorer le potentiel des résultats empiriques dans l'identification des centres et sous-centres urbains en utilisant des données accumulées extraites d'images de télédétection et d'analyses fractales librement disponibles. Elle aborde le défi de l'indisponibilité des données dans ce contexte. Bien que diverses méthodes aient été employées dans la littérature, telles que le point de coupure minimum, les méthodes statistiques spatiales et la méthode des prix hédoniques, celles-ci sont principalement basées sur le contexte local des pays développés, avec des études limitées axées sur les pays en développement en raison de la pénurie de données. Cette recherche a pour objectif de combler cette lacune en étudiant l'efficacité de la géométrie fractale pour identifier explicitement les centres et sous-centres urbains, caractériser leurs organisations spatiales pour l'analyse de la croissance urbaine et délimiter les modèles de croissance urbaine basés sur la disposition spatiale des centres urbains, des sous-centres et des principaux réseaux de transport. La compréhension de ces dynamiques est essentielle pour une planification urbaine éclairée et des décisions en matière d'infrastructures. En utilisant la zone métropolitaine du Grand Accra (GAMA) comme étude de cas, des images satellites librement disponibles couvrant la période de 1991 à 2022 ont été téléchargées et classées à l'aide de diverses techniques, notamment la « Random Forest », « Support Vector Machine » et le « Simple Linear Iterative Cluster (SLIC) » avec K-Means pour extraire les modèles de construction. Une analyse longitudinale a été menée pour évaluer l'impact de la croissance urbaine sur la biodiversité, révélant des changements dans la composition de la couverture terrestre, les zones bâties qui sont de plus en plus dominantes sur la végétation, conduisant à la fragmentation de l'habitat. La couverture terrestre et les modèles de paysage pour 2030 ont été prédits avec succès, soulignant l'importance de la connectivité du paysage et de la fragmentation de l'habitat dans l'évaluation des processus écologiques et des impacts du développement urbain. En outre, l'analyse fractale multiradiale et la morphologie mathématique ont été utilisées pour identifier les centres et sous-centres urbains à partir de données de télédétection, sur la base des dimensions fractales et de l'organisation spatiale. Un modèle conceptuel de croissance urbaine a été développé pour visualiser les modèles d'expansion urbaine attendus. Ces résultats contribuent

de manière significative à l'identification et à l'organisation spatiale des centres et sous-centres urbains, en particulier dans les villes dépourvues de données statistiques ou géospatiales adéquates, en particulier dans les pays en développement. La réplique de cette méthodologie pourrait contribuer à une base de données mondiale plus complète sur les villes.