

Couplage de données laser aéroporté et photogrammétriques pour l'analyse de scènes tridimensionnelles

Frédéric Bretar

L'interprétation de scènes tridimensionnelles dans un contexte cartographique met en jeu de nombreuses techniques, des plus traditionnelles, comme la photogrammétrie à partir d'images aériennes, jusqu'aux plus récentes, comme l'altimétrie laser. Si la photogrammétrie intègre les traitements géométriques liés à l'orientation des images, ainsi que le calcul des altitudes associées à chaque pixel par des processus de corrélation, les systèmes laser aéroportés (capteurs actifs) intègrent un mécanisme de géoréférencement direct (couplage Inertie–GPS) des impulsions lumineuses émises, fournissant ainsi une représentation de la topographie sous la forme d'un nuage de points 3D.

Les objectifs de cette thèse étaient dans un premier temps de valoriser de manière autonome les données 3D issues de la technologie laser, compte tenu de leur caractère novateur, puis d'étudier divers aspects de l'intégration de ces données à un savoir-faire photogrammétrique. Nous nous sommes donc intéressés dans une première partie à l'extraction automatique de points laser appartenant au sol (paysages urbains et ruraux). L'analyse de ces points sol nous a menés à la recherche d'une modélisation dense du terrain sous la forme d'une grille régulière d'altitude à travers la définition d'un modèle bayésien de régularisation de surface.

Les points appartenant à la composante sursol, dans le cadre de l'étude du milieu urbain pour la modélisation du bâti, ont été analysés à la lumière d'un algorithme de recherche de primitives planes (facettes de toits) basé sur une modification de l'estimateur robuste RANSAC. La seconde partie concerne l'étude effective du couplage des techniques laser et photogrammétriques. Il s'agit d'utiliser conjointement la grande précision des mesures laser ($< 5\text{cm}$ pour la composante altimétrique sous certaines conditions) avec d'une part la radiométrie issue des images aériennes, mais aussi avec les images d'altitudes correspondantes.

La confrontation des géométries issues de ces deux systèmes fait apparaître des décalages tridimensionnels non linéaires possiblement liés aux dérives temporelles des mesures inertielles. Un algorithme de recalage adapté à la géométrie d'acquisition des bandes laser a donc été mis en place, assurant a posteriori, une cohérence des géométries aussi bien 2D que 3D. À partir d'une mise en correspondance locale des surfaces, un mécanisme de corrections par fenêtres glissantes simule les dépendances temporelles des variations, sans imposer de modèle global de déformations. Enfin, nous avons exprimé la complémentarité des deux systèmes à travers l'extraction de facettes 3D de bâtiments par un mécanisme de segmentation hiérarchique d'images basé sur la définition d'une énergie d'agrégation de régions élémentaires dépendant à la fois des informations présentes dans l'image, des points laser et de la classification préalablement effectuée.