

NUMÉRIMAGE

Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT

Cet article présente les résultats d'un projet réalisé dans le cadre du Programme de développement d'applications en observation de la Terre (PDAOT) de l'Agence spatiale canadienne et de l'Entente Canada-Québec sur l'utilisation des données RADARSAT. Cette entente a été signée en 1998, puis renouvelée pour trois ans en juin 2002. Sa gestion relève de l'Agence spatiale canadienne, du ministère des Finances, de l'Économie et de la Recherche et du ministère des Ressources naturelles. D'autres articles portant sur les projets de cette entente paraîtront dans les prochains numéros de GÉOinfo.

Solutions 3D/3G

La télédétection fait incursion dans la téléphonie cellulaire

Gino Desrosiers et Chantal Seuthé

La croissance des villes complique la gestion et la planification des environnements urbains. Une connaissance précise de ces espaces est particulièrement importante en télécommunication, où l'arrivée de la troisième génération de téléphonie cellulaire demande un nombre d'antennes accru pour constituer un réseau des plus performants. Pour étudier et modéliser la propagation de ces ondes et ainsi optimiser l'emplacement des antennes, quoi de mieux qu'un modèle 3D du territoire obtenu à partir d'images-satellite!

La solution 3D/3G

Les modèles numériques tridimensionnels (MNT) sont des produits recherchés par les entreprises de télécommunication. L'avènement de la troisième génération de téléphonie cellulaire explique cet engouement : pour augmenter la capacité de transport de l'information, il faut en effet une connaissance approfondie de la topographie des lieux (MNT du sol) ainsi que de l'emplacement et de la hauteur des infrastructures (MNT du sursol).

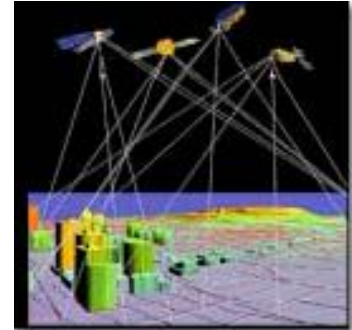
Jusqu'à maintenant, ce sont surtout les photographies aériennes et les données vectorielles, issues des cartes topographiques, qui ont été utilisées pour produire des MNT. Or, ces données ne sont pas toujours disponibles ou à jour.

VIASAT GeoTechnologies a mis en route le projet Solutions 3D/3G afin d'évaluer le potentiel stéréoscopique des images-satellite fournies par différents systèmes d'observation de la Terre dans la conception de modèles numériques tridimensionnels.

Pourquoi Solutions 3D/3G?

Cette appellation est une contraction des expressions *trois dimensions* et *troisième génération de téléphonie cellulaire*.

Le projet évalue non seulement les capteurs de données stéréoscopiques, mais aussi la stéréoscopie multicapteurs, c'est à dire la combinaison de deux images provenant de deux capteurs différents : par exemple, la combinaison d'une photo aérienne avec une image Landsat ou celle d'une image radar avec une image SPOT. La répétitivité des acquisitions possibles au moyen de différents capteurs et le potentiel de combinaison des images augmentent considérablement la capacité de produire des données actualisées.



Un peu de vocabulaire...

Photogrammétrie :	Détermination de la forme, des dimensions et éventuellement de la position dans l'espace d'objets à partir de photographies de ces objets.
Radiométrie :	Mesure du rayonnement électromagnétique, qui se matérialise en tons de gris ou en couleurs sur une image-satellite.
Stéréoscopie :	Procédé qui donne l'impression de relief lorsqu'on examine deux images d'un sujet qui ont été prises de deux points de vue différents.
Stéréorestitution :	Méthode qui consiste à restituer graphiquement (ou numériquement), dans un espace tridimensionnel donné, un terrain (ou un objet) à partir d'un couple de photographies stéréoscopiques introduit dans un appareil de restitution photogrammétrique.
Mode F1 :	Acquisition en mode fin (10 m de résolution) avec un angle de 37 à 40 degrés.
Mode F5 :	Acquisition en mode fin (10 m de résolution) avec un angle de 45 à 48 degrés.
Visées adjacentes :	Se dit de deux images qui sont prises dans la même orientation, mais avec des angles différents.
Visées opposées :	Se dit de deux images qui sont prises dans des orientations opposées, l'une vers la droite par rapport à la trace de l'orbite, l'autre vers la gauche.

Méthodologie

Pour obtenir la stéréoscopie multicapteurs, l'équipe responsable du projet a intégré avec succès dans l'environnement Helava les modèles de rectification d'images-satellite mis au point par le Centre canadien de télédétection (CCT). Cette intégration a permis la modélisation des distorsions géométriques, la fusion d'images, la stéréorestitution, l'interpolation, la production de modèles numériques tridimensionnels, le contrôle de la qualité et la correction d'erreurs en mode 3D.

Le choix des couples stéréoscopiques susceptibles d'offrir les meilleurs résultats s'est fait selon trois critères : la géométrie stéréoscopique, donnée par l'angle de captage des deux images, la radiométrie, donnée principalement par la date de captage des images, et le rendu des éléments sur l'image. Une géométrie inadéquate, c'est-à-dire lorsque l'angle de captage entre les deux images est trop faible, se traduira par une exagération verticale insuffisante et une altération de la perception de l'effet de profondeur lors de la restitution de l'objet en vision 3D. Une disparité radiométrique trop grande entre les deux images du couple stéréoscopique, prises à des dates trop différentes, affectera la vision tridimensionnelle en limitant l'identification d'un même élément dans les deux images. Enfin, la capacité de reconnaître les éléments sur les images vues en stéréoscopie, tels que le réseau hydrique, le réseau routier ou les édifices, déterminera le type et l'échelle du MNT à produire.

Résultats

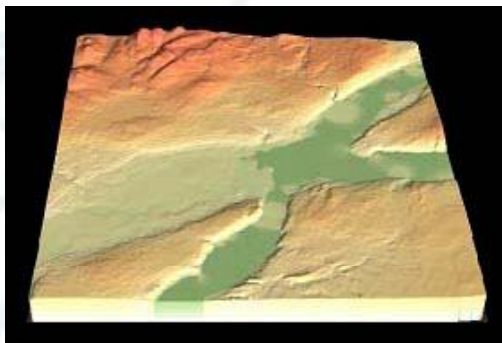
Une première analyse de chaque couple stéréoscopique a fait ressortir les éléments suivants :

- Une image radar ne peut être combinée qu'à une autre image radar. La disparité radiométrique des images optiques provenant de Landsat ou de SPOT est trop importante pour assurer une bonne vision 3D. De plus, les images radars ne peuvent être utilisées que pour produire des MNT du sol, car la réponse spectrale des objets géométriques de surface, tels les édifices, produit sur l'image une forte rétrodiffusion (réflexion en coin) qui nuit à l'identification des bâtiments et à la perception de la profondeur. Le même phénomène a été constaté dans les secteurs couverts d'une végétation dense. Toutefois, les MNT du sol produits à partir d'images radars sont de très bonne qualité. La vision stéréoscopique des axes routiers permet de relever facilement les intersections; dans certains cas, elle a permis d'obtenir des MNT d'une précision supérieure à 5 m.
- L'utilisation d'images Landsat a été écartée en raison d'un bruit géométrique périodique probablement introduit avant leur achat, au moment de leur traitement initial. Ce bruit se traduit par des ondulations tridimensionnelles fictives lors de la visualisation en mode stéréoscopique.
- La vision 3D n'est pas améliorée par la fusion d'une image à haute résolution à une image à faible résolution.

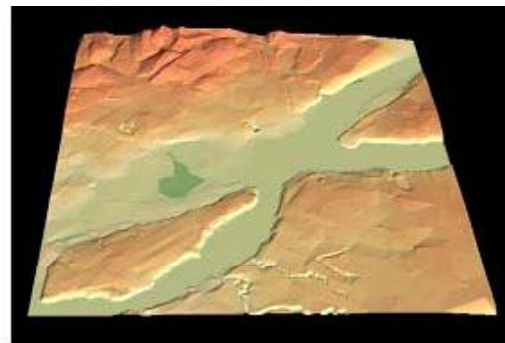
À la lumière de l'évaluation initiale, les couples stéréoscopiques qui répondaient aux critères qualitatifs ont été traités jusqu'à l'obtention d'un modèle numérique tridimensionnel. Pour chacun des couples, deux approches ont été mises de l'avant, soit l'approche par corrélation semi-automatique d'images et l'approche photogrammétrique (entièrement manuelle). Par la suite, le niveau de précision des MNT produits a été estimé quantitativement.

Une analyse régionale

L'équipe de projet disposait de quatre images Radarsat en modes F1 et F5 pour le secteur d'étude de Québec, désigné pour la production de MNT à des échelles « régionale » (1/100 000) et « urbaine » (1/50 000). L'évaluation de la précision des MNT a permis de constater qu'il existe une relation entre la précision et le relief. Peu importe le couple utilisé, l'erreur est plus grande dans les secteurs accidentés que dans les secteurs plats. Aussi, il apparaît que le choix d'un couple radar aux fins de production d'un MNT dépend du relief en présence. L'utilisation d'un couple d'images en visées adjacentes donnera de meilleurs résultats en relief accidenté, tandis qu'une combinaison d'images en visées opposées sera plus indiquée dans les secteurs à faible relief.



*MNT produit à partir de données
hypsométriques de la BDTA*



*MNT du sol produit à partir d'un couple
d'images Radarsat en modes F1 et F5*

Une analyse urbaine

En ce qui a trait au secteur du centre-ville de Montréal, qui avait été sélectionné pour le niveau « urbain dense », des MNT du sol et du sursol ont pu être produits à partir de différentes combinaisons de capteurs optiques (SPOT, photos aériennes, Quickbird) et radars. Une bonne corrélation a été observée entre la résolution des capteurs et la précision des pointés stéréoscopiques. Ainsi, plus la résolution d'une image est bonne, plus il est facile de pointer des objets sur l'image en 3D. Il apparaît également qu'un pointé au sol est plus précis qu'un pointé sur un bâtiment élevé.

Dans l'ensemble, les couples optiques à haute résolution spatiale permettent de produire les MNT de sursol les plus fidèles. Cependant, en raison des changements d'occupation du territoire encourus dans certains secteurs du centre-ville, qui entraînent par exemple la disparition de certains bâtiments ou la construction de nouveaux, la combinaison d'images prises à des époques différentes peut conduire à des erreurs de perception.

Des conclusions porteuses

Le projet a permis de dégager plusieurs conclusions importantes en ce qui concerne la production de MNT de sol et de sursol en milieu urbain. Ainsi, la corrélation automatique par Helava d'images radars et d'images optiques à haute résolution spatiale demeure un processus difficile en milieu urbain. Pour obtenir une corrélation adéquate, les images doivent posséder une radiométrie fortement similaire. En fonction du relief, de la résolution spatiale et du type d'objet à observer, la géométrie offerte par le couple stéréoscopique n'est pas toujours adéquate, ni disponible. Dans ce contexte, l'usage d'un couple de scènes mixtes peut présenter une solution intéressante. Néanmoins, la mise en place de scènes issues de capteurs différents

contribue à augmenter la disparité radiométrique et, par conséquent, à réduire l'efficacité de la corrélation, de même qu'à augmenter la difficulté à percevoir les éléments en trois dimensions.

Pour toutes ces raisons, il apparaît que l'utilisation de scènes stéréoscopiques acquises quasi simultanément le long de la trace de satellites à haute résolution (IKONOS, QuickBird et SPOT-5) est une approche à privilégier. Ce mode d'acquisition réunit non seulement des conditions optimales de radiométrie et de géométrie et des précisions cartographiques adéquates, mais il offre également une répétitivité satisfaisante qui assure la production de MNT actualisés en milieu urbain dense.

Partenaires du projet :

Viasat GeoTechnologies

Montréal (Québec)

Mathieu Benoit : chargé de projet

Pascal Dionne : analyste en géomatique

François Riendeau et Dany Pépin : spécialistes en photogrammétrie satellitaire

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Direction générale de l'information géographique

Centre de recherche sur les communications, Canada

René Voyer : co-autorité scientifique

Centre canadien de télédétection

Jack Gibson : co-autorité scientifique

Renseignements :

Mathieu Benoit

Viasat GéoTechnologies

4101, rue Molson, bureau 400

Montréal (Québec) H1Y 3L1

(514) 495-6500, poste 106 / 1 (888) 495-6501

mboit@viasat-geo.com