Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 106 (2008)

Heft: 1

Artikel: Comment exploiter l'information des anciennes photos aériennes?

Autor: Richard, J.-P. / Jaquet, J.-M. / Niggeler, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236494

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Comment exploiter l'information des anciennes photos aériennes?

Une méthodologie est présentée en vue de l'exploitation des photos aériennes panchromatiques à des fins de cartographie de la couverture du sol. En l'absence de méta-information sur leur géométrie, les photos scannées sont redressées et géoréférées empiriquement à l'aide de transformations géométriques et de points de contrôles. Une mosaïque de photos de 1937 a ainsi été obtenue pour la commune de Versoix (GE), avec une précision géométrique de 2 à 5 m. Une carte simplifiée de la couverture du sol a été réalisée par une approche objet (segmentation suivie d'une classification), utilisant des critères d'intensité, de forme et de texture.

Die vorgestellte Methodologie erläutert die Verwendung von panchromatischen Luftbildern für die Kartierung der Bodenbedeckung. Wegen fehlender Meta-Information über deren Geometrie werden die gescannten Bilder gerichtet und mit Hilfe von geometrischen Transformationen und kontrollierten Punkten empirisch georeferenziert. So war es möglich für die Gemeinde Versoix (GE) ein Mosaik aus von 1937 stammenden Bildern mit einer Genauigkeit von 2 bis 5 m zu erhalten. Eine vereinfachte Karte der Bodenbedeckung wurde durch eine gegenständliche Annäherung (abschnittweise, gefolgt von einer Klassierung) realisiert gemäss den Kriterien Intensität, Form und Textur.

Viene presentata una metodologia in vista dell'uso di fotografie aeree pancromatiche ai fini della cartografia della copertura del suolo. In assenza di meta-informazioni sulla loro geometria, le fotografie passate allo scanner sono ristrutturate e georeferenziate empiricamente con l'aiuto di trasformazioni geometriche e punti di controllo. In tal modo, si è allestito un mosaico di foto del 1937 per il comune di Versoix (GE), con una precisione geometrica da 2 a 5 m. Seguendo l'approccio dell'oggetto (segmentazione seguita fa una classificazione) si è realizzata una carta semplificata della copertura del suolo, utilizzando i criteri d'intensità, forma e struttura.

J.-P. Richard, J.-M. Jaquet, L. Niggeler

Introduction

A l'instar d'autres services cadastraux, la DCMO (Direction Cantonale de Mensuration Officielle) du Canton de Genève détient, dans ses archives, un large ensemble de stéréophotographies aériennes panchromatiques levées par Swisstopo sur plusieurs années dès 1937. A l'origine sous forme analogique, ces photos ont été scannées à haute résolution (900 dpi) et sont maintenant disponibles pour affichage et manipulations sous forme numérique.

Toutefois, il ne s'agit pas là d'orthophotos! Affectées de déformations géométriques inhérentes à ce type de lever, ces photos aériennes ne sont pas géoréférencées et ne sont pas, de ce fait, superposables aux cartes topographiques ou vecteurs disponibles via le SITG. Dans leur forme actuelle, elles sont donc d'un usage très limité.

Cette déformation géométrique a plusieurs raisons (aberrations des lentilles, irrégularités dans les lignes de vol, hauteur des objets au sol). Lors des campagnes de prises de vues récentes, la méta-information sur le type de caméra et les paramètres de vol est soigneusement conservée. Il n'en allait pas toujours de même il y a septante ans, et ce manque d'informations ne permet pas l'orthorectification et le géoréférencement automatiques. Il faut donc appliquer une autre stratégie si l'on veut exploiter ces images d'archives à l'instar des orthophotos actuelles.

C'est dans cet esprit que la DCMO genevoise a mandaté le GRID-Europe pour réaliser une étude-pilote sur la commune de Versoix, limitrophe du Canton de Vaud et du Département français de l'Ain. L'objectif de cette étude était d'élaborer une méthodologie en vue de redresser et géoréférencer ces photos aériennes pour obtenir une mosaïque analogue à celle qui est disponible pour les orthophotos couleurs. Il ne s'agissait pas de livrer un produit de qualité cadastrale, mais plutôt une couche d'information permettant d'avoir une idée de la couverture et de l'occupation du sol à une date donnée, avant l'avènement de l'imagerie aérienne moderne.

Méthode

Deux grandes options existent afin de pallier aux déformations des photos aériennes: (a) l'orthorectification à l'aide des paramètres des prises de vues et du modèle numérique de terrain; (b) la correction géométrique grâce à l'utilisation de fonctions mathématiques de transformation et de points de contrôle. L'orthorectification est la méthode appropriée pour obtenir les résultats les plus précis. Dans notre cas, cette option n'a pas pu être retenue, car il nous manquait les informations nécessaires, normalement lisibles sous forme de données chiffrées se trouvant sur le bord des photos. Ceci nous a contraints à utiliser la seconde méthode.

Nous avons travaillé sur des assemblages pré-existants de photos individuelles (tuiles). Afin de redresser l'image et la transformer dans la projection souhaitée, on localise des points visibles sur une image source (les photos aériennes) et les mêmes points sur une image déjà projetée et géoréférencée (image de référen-

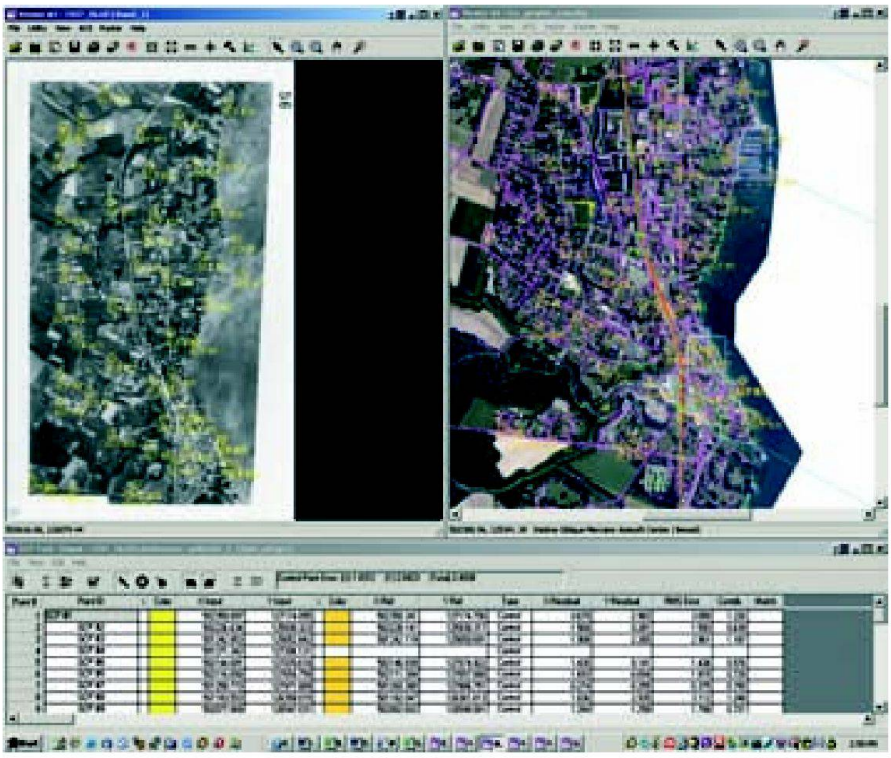


Fig. 1: Saisie de 82 points de contrôle dans la tuile 56.

ce). Les paires de points ainsi collectées permettent ensuite de définir des fonctions mathématiques de redressement. Le choix du logiciel de traitement s'est porté sur *ERDAS Imagine 9.1* pour ses capacités de rectification d'image (outil «transformation, correction géométrique»).

Nous avons utilisé les images et vecteurs de référence suivants: plan cadastral 2004, orthophoto 2005, carte topographique 1:25 000, batiments hors-sol, batiments hors-sol historique, parcelles et objets cadastrés.

Après avoir choisi initialement des points de contrôle très précis, nous avons dû en étendre la liste, particulièrement dans les zones rurales, en gardant par ailleurs à l'esprit les changements possibles survenus entre 1937 et 2007 (fig. 1). Divers essais avec des transformations polynomiales d'ordre 1, 2 et 3, ont montré visuellement et en terme d'erreur quadratique que le troisième degré donnait les meilleurs résultats. Néanmoins, pour certains assemblages, l'étirement élastique (rubber sheeting) non linéaire s'est avéré plus performant.

Après rectification et ré-échantillonnage par la méthode du plus proche voisin, les diverses tuiles ont été mosaïquées, avec correction itérative des décalages éventuels le long des lignes de suture. Une égalisation radiométrique a finalement été appliquée.

Résultats de la rectification

La mosaïque finale est représentée sur la figure 2. Rappelons que notre but était d'obtenir un résultat esthétiquement bon et qui soit superposable aux couches SITG, cela avec une précision de l'ordre du mètre. Qu'en est-il? Globalement, l'on obtient une précision de l'ordre de 2 mètres dans les meilleures zones, mais celle-ci peut se dégrader ailleurs avec des erreurs de 3 à 5 mètres, voire ponctuellement de 9–10 mètres dans les zones les plus distordues. Les régions ayant des variations brusques d'altitude, se trouvant en bordure de photo ou ayant été difficiles à couvrir de points de contrôle de façon homogène sont les zones donnant les moins bons résultats.

Exploitation en vue d'une classification

Les photographies aériennes panchromatiques d'archives, une fois rectifiées et géoréférées, sont une source potentielle d'informations sur la couverture du sol à une époque donnée. Ces documents sont d'ailleurs à la base des levers topographiques des différentes versions de la carte nationale, et sont en quelque sorte les «ancêtres» des orthophotos couleurs acquises désormais, sur Genève, tous les cinq ans depuis 1996.

Au-delà d'un simple usage illustratif, tel qu'un fond de carte pour des couches vectorielles, l'imagerie aérienne (satellitaire ou aéroportée) peut servir de base à une véritable cartographie thématique de la couverture du sol. Un certain nombre de projets ont été conduits dans ce sens à Genève sous l'égide de l'Université, du GRID et des différents départements de l'Etat [1, 2]. Jusqu'à présent, les cartes de couverture du sol produites l'ont été sur la base d'images fournissant une riche information multi-spectrale, du visible au proche-infrarouge.

Il est évident que les photos aériennes panchromatiques (noir et blanc) ne possèdent pas cette information multi-spectrale, qui est «dégradée» en niveaux de

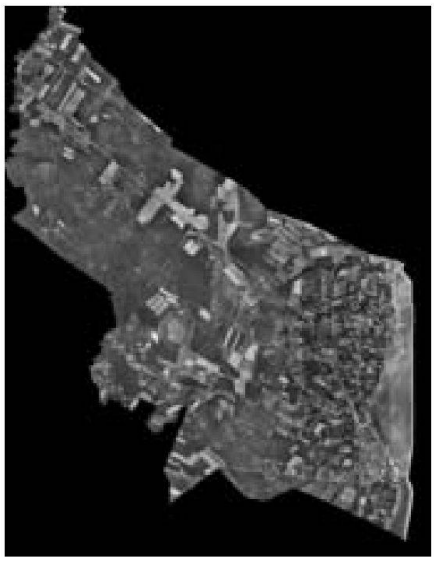


Fig. 2: Mosaïque finale découpée aux limites de la commune de Versoix en 1937.

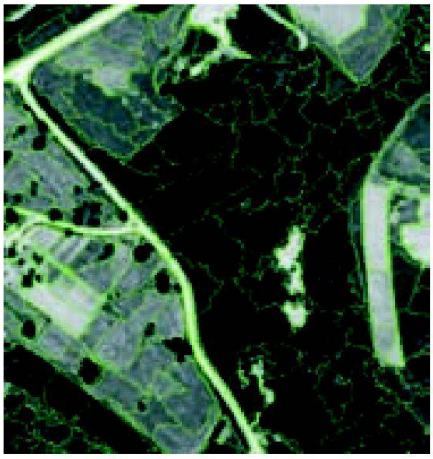


Fig. 3: Résultat de la segmentation de l'image panchromatique.

gris. Il se pose donc la question de leur utilité éventuelle dans l'élaboration de cartes de couverture du sol. Il existe maintenant un certain nombre de méthode d'exploitation tirant profit des différents types d'informations contenues dans ces photos à haute résolution spatiale, qui sont [3]:

- intensité (foncé – clair),
- texture (lisse, granuleuse, isotrope, orientée, périodique…) [4],
- forme (allongé, arrondi, irrégulier, …),
- contexte.

Par ailleurs, l'extraction des informations de l'image peut se faire soit en mode pixel, soit en mode objet; dans ce dernier cas, une première étape consiste à segmenter l'image en objets vectoriels qui sont ensuite étiquettés thématiquement. Diverses méthodes de classification peuvent être appliquées, dont les réseaux neuronaux, qui sont très prometteurs [5].

A titre d'exemple, nous présentons ici un essai de classification simplifiée de la couverture du sol entrepris à l'aide du logiciel *eCognition,* sur la base d'un extrait de la photo 1937_46_02 (région de Machefer sur Versoix). L'approche «objet» est analogue à celle que nous avons suivie dans la cartographie basée sur les orthophotos couleur 2005 [1, 2]. Après tâtonnements, le résultat est tout-à-fait satisfaisant, les limites vectorielles séparant bien les thèmes tels qu'ils peuvent être identifiés visuellement (routes par exemple, fig. 3).

Supposons maintenant que nous voulions étiquetter les objets vectoriels représentant les routes. Sur l'image panchromatique, celles-ci sont représentées par des zones très claires (à réflectance élevée). Il est donc possible de procéder à un seuillage à partir de l'histogramme des niveaux de gris. Le résultat souffre surtout d'erreurs par commission, incorporant dans les routes également des champs et sols nus. Pour minimiser ces erreurs, il s'agit d'introduire d'autres critères permettant de distinguer les routes des champs, et définir également d'autres classes. Dans *eCognition,* nous avons donc défini la hiérarchie de classes indiquée sur la figure 5, procédant par une série de dichotomies sur la base de critères d'intensité, de forme et de texture (fig. 4).

La figure 5 représente la carte obtenue (sept thèmes soulignés dans la fig. 4). Elle est provisoire, car elle comporte encore un certain nombre d'erreurs telles que:

- Discontinuités sur le réseau routier, dues à une courbure ou à une «fourche» faussant les descripteurs de forme.
- Attribution erronée de bordures de champs à des routes.
- Verger à hautes tiges attribué faussement à la forêt, l'homogénéité étant dégradée par le mélange arbres + herbe dans certains objets.
- Seul un petit nombre de bâtiments sont classés comme tels.

Ces erreurs devraient être corrigées au cours d'un processus itératif, comprenant entre autres deux re-segmentations en objets plus petits et plus grands, suivies d'une re-classification à l'aide d'autres descripteurs (texture, voisinage).

5. Conclusions

Les photos aériennes d'archives numérisées représentent une source importante d'informations sur l'état d'un territoire à une époque donnée. Leur exploitation, toutefois, doit être précédée d'une transformation géométrique corrigeant les déformations inhérentes à la prise de vue. Lorsque la méta-information sur celle-ci fait défaut, il faut recourir à une procédure empirique de correction géométrique grâce à l'utilisation de fonctions mathématiques de transformation et de points de contrôle.

Nous avons appliqué cette approche sur

Ordre			Critère
1	2	3	
Clair =			Intensité > 151
	Route =		Asymétrie > 0.9 and Longueur/Largeur > 4
	Non Route =		Not Route
		Maisons =	Aire < 100 m² and Index de forme < 1.5
		Sols nus =	Not Maisons
Non Clair =			Not Clair
	Foncé =		Intensité < 90
		Arbres isolés =	Aire < 210 m² and
			Roundness < 1
		Forêt =	GLCM Homogeneity < 0.21
		Surf.vertes foncées =	Not Forêt
	Surf. vertes claires =	Not Foncé	

Fig. 4: Critères de définition des classes ou thèmes. Typologie des critères: rouge = intensité; bleu = forme; vert = texture.

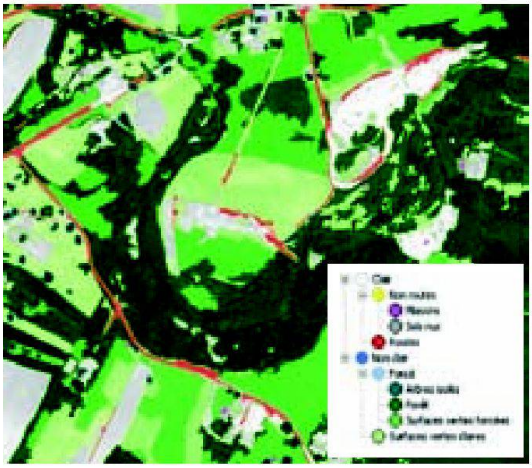


Fig. 5: Carte de couverture du sol simplifiée de la région de Machefer (Versoix).

une série de photos aériennes couvrant la commune de Versoix et datant de 1937. Les tuiles ont été d'abord rectifiées individuellement, puis assemblées d'une manière à minimiser l'erreur quadratique moyenne. Au final, celle-ci varie entre 2 m et 5 m, avec un maximum de 10 m dans certaines zones à relief plus accentué ou dépourvues de points de contrôles fiables.

Bien que la quantité d'information contenue dans une image panchromatique soit inférieure à celle d'une image multi-spectrale, il est possible d'en extraire une cartographie simplifiée de la couverture du sol. Nous l'avons réalisé pour une partie de la commune de Versoix, grâce à une approche objet faisant appel à des critères d'intensité, de forme et de texture.

Réalisées à divers intervalles de temps dans le passé, de telles cartes peuvent servir de base à une évaluation quantitative de l'évolution territoriale, au travers de phénomènes tels qu'emprise et déprise agricole, croissance forestière, développement des réseaux de transport et urbanisation.

Références:

[1] Harayama A. et Jaquet J.-M. 2004. Cartographie semi-automatisée et multi-sources de la couverture du sol dans le Canton de Genève. Géomatique Suisse, 8: 503–506.

[2] Jaquet J.-M. et Klaus R. 2006. Cartographie à haute résolution de la couverture du sol. Etude-pilote sur la commeune de Vernier. Rapport final, mandat DCMO Genève, 93 p.

[3] Caloz R. et Collet C. 2001. Précis de télédétection. Volume 3: Traitements numériques d'images de télédétection. Presses Université du Québec, Ste Foy, 386 p.

[4] Bhagavathy A. et Manjunath B.S. 2006. Modeling and detection of geospatial objects using texture motifs. IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, 44(12):3706–3715.

[5] Cots-Folch R., Aitkenhead M.J. et Martinez-Casasnovas J.A. 2007. Mapping land cover from detailed aerial photography using textural and neural network analysis. International Journal of Remote Sensing, 28(7–8) 1625–1642.

Jean-Philippe Richard
Jean-Michel Jaquet
UNEP/DEWA/GRID-Europe
CH-1200 Genève

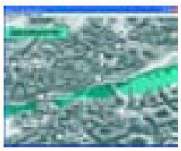
Laurent Niggeler
Directeur et Géomètre cantonal
Direction cantonale de la mensuration officielle
République et canton de Genève
CH-1200 Genève
laurent.niggeler@etat.ge.ch

GeomatikShop
Shop Géomatique

Jetzt bestellen!
Commandez maintenant!

Jahres-CD / CD annuel
2002–2006

Geomatik-CD
CD Géomatique



Fahnen / fanions

Geomatik Schweiz
www.geomatik.ch

Géomatique Suisse
www.geomatik.ch

T-Shirt, CD-ROM
Publikationen

Sonderhefte Geomatik Schweiz

www.geomatik.ch