

## Extraction de façades utilisant la stéréoscopie par corrélation sur des images aériennes transformées

Christophe Vestri, Frédéric Devernay

► **To cite this version:**

Christophe Vestri, Frédéric Devernay. Extraction de façades utilisant la stéréoscopie par corrélation sur des images aériennes transformées. Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection, SFPT, 1999, pp.46-48. <hal-00821593v2>

**HAL Id: hal-00821593**

**<https://hal.inria.fr/hal-00821593v2>**

Submitted on 14 May 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Extraction de façades utilisant la stéréoscopie par corrélation sur des images aériennes transformées

Christophe Vestri † ‡ et Frédéric Devernay †

ISTAR †                      INRIA-ROBOTVIS ‡  
Les espaces de Sophia F      2004 route des Lucioles  
80 route des Lucioles, B.P. 282      B.P. 93  
06905 Sophia-Antipolis Cedex      06902 Sophia-Antipolis Cedex

Phone: +33 (0) 4 93 65 78 56      FAX: +33 (0) 4 93 65 78 45      Email: vestri@istar.fr

## Abstract

We present in this paper a new approach for building extraction from aerial images. This approach is composed of two parallel processes: the first one deals with horizontal surfaces (ground and roofs) and the second one with vertical surfaces (facades). Both processes use a standard stereo by correlation algorithm: the first one on a rectified pair of images, the second on a rectified and transformed pair. The transformation we use corrects the vertical surfaces to give them the same aspect on both images. The first results show a good localisation of facades.

## Résumé

Nous présentons dans cet article une nouvelle approche pour la modélisation de bâtiments à partir d'imagerie aérienne. Cette approche se décompose en deux processus parallèles : Le premier gère les surfaces horizontales (sol et toits) et le second gère les surfaces verticales (façades). Les deux processus utilisent un algorithme de stéréoscopie par corrélation classique : le premier sur une paire d'images rectifiées, et le second sur une paire rectifiée puis transformée. La transformation utilisée permet de *redresser* les surfaces verticales pour leur donner le même aspect sur les deux images. Les premiers résultats montrent une bonne localisation des façades.

**Keywords:** Building extraction, Facade, Correlation, Stereo, DEM,

**Mots Clés:** Extraction de bâtiment, Façade, Corrélation, Stéréo, MNE

## 1. Introduction

Nous présentons dans cet article une nouvelle approche pour la modélisation de bâtiments à partir d'imagerie aérienne. Cette nouvelle approche est basée sur la mise en correspondance d'images par corrélation (cf. [Baillard, 1997], [Gabet, *et al.*, 1994]), dont le principal défaut est la mauvaise gestion des discontinuités de profondeur de la scène et des surfaces non fronto-parallèles. L'originalité de la méthode est d'utiliser pour la corrélation des images transformées dans lesquelles les surfaces verticales sont vues de manière identique, afin d'extraire précisément la position des façades.

## 2. Echantillonnage et façades

Les façades représentent une quantité importante d'informations dans les images. Ces informations sont généralement négligées dans la phase de construction du modèle d'un bâtiment car la géométrie du système les rend difficilement utilisables. D'une vue à une autre, les régions des images correspondant à une même façade sont dans la plupart des cas perçues de manière totalement différente.

Nous remercions Olivier Faugeras et Théodore Papadopoulos (INRIA/ROBOTVIS).

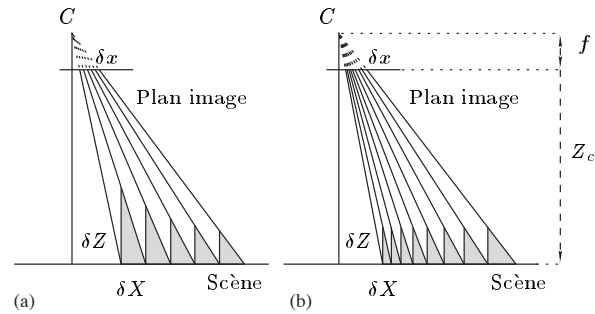


FIG. 1: Différents types d'échantillonnage : (a) échantillonnage avec  $\delta X$  constant, les éléments verticaux sont perçus différemment ; (b) échantillonnage avec  $\delta Z$  constant ce sont les éléments horizontaux qui sont perçus différemment.

Considérons le modèle de projection 2D perspectif faible. La particularité de ce modèle de projection est de supposer la scène observée comme étant parallèle au plan image (des droites dans le cas 2D). Lors d'une numérisation classique du plan image (de la photographie originale), le pas d'échantillonnage est constant (cf. figure 1 (a)). Les relations entre un pixel de l'image et la *surface orientée* de la scène correspondante sont décrites par deux relations : (1) chaque pixel de l'image correspond à une surface ho-

horizontale de la scène de taille fixe, (2) pour chaque pixel de l'image, la taille de la surface verticale correspondante dans la scène dépend de l'angle d'incidence du rayon optique (donc de la position du pixel dans l'image). Les surfaces horizontales de la scène sont perçues identiquement et il est facile de les apparier. Les surfaces verticales sont, elles, perçues différemment et il est donc impossible de les apparier sans tenir compte des déformations présentes.

Pour pouvoir apparier les surfaces verticales, les façades, il faut procéder à un autre type d'échantillonnage du plan image (cf. figure 1 (b)). Le choix du type d'échantillonnage permet donc de privilégier une classe de surface de la scène (pour une orientation choisie).

### 3. Une nouvelle approche pour l'extraction des bâtiments

Notre approche dérive des constatations faites sur l'échantillonnage des images. Cette approche générale de reconstruction est présentée en figure 2. Le principe est de traiter séparément et parallèlement les surfaces horizontales et verticales qui composent la scène. Elle se décompose en trois processus distincts : (1) le *processus horizontal*, (2) le *processus vertical* et (3) le *processus de fusion*.

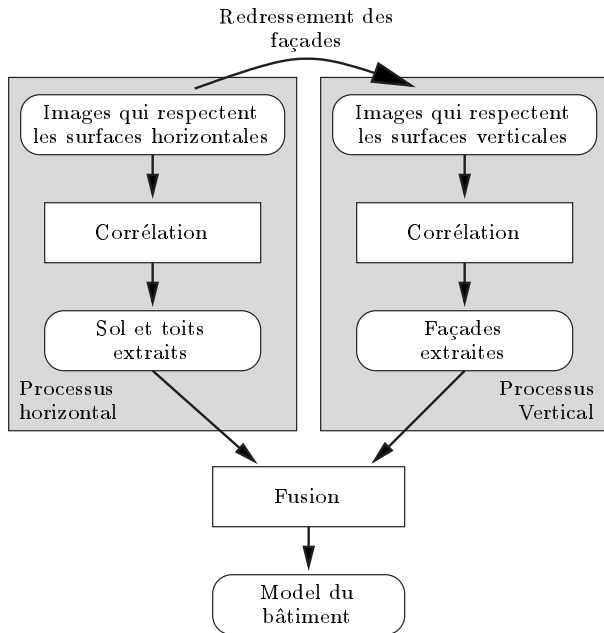


FIG. 2: Méthode proposée pour extraire les bâtiments

Le processus horizontal utilise des images que nous qualifions d'*images en géométrie horizontale*. Ce sont des images issues d'une digitalisation classique. Ce processus génère un premier modèle dense de la scène représentant les surfaces horizontales de cette scène

(toits des bâtiments et sol de la scène). Le processus vertical utilise des images que nous qualifions d'*images en géométrie façade*. Ces images privilégient les surfaces verticales et sont utilisées pour extraire toutes les informations 3D leur correspondant. Les images utilisées dans chacun des deux processus privilégiant les surfaces cherchées, la mise en correspondance de ces images est basée sur un simple algorithme de stéréo par corrélation. Le processus de fusion utilise les informations obtenues de part et d'autre pour générer le modèle final du bâtiment.

Le processus vertical doit utiliser des images dans lesquelles les surfaces verticales, les façades, sont perçues identiquement. Nous présentons dans la section suivante le moyen de les construire à partir des *images en géométrie horizontale*. Nous appelons cette transformation : le *redressement des façades*.

### 4. Le Redressement des façades

Dans les différentes images que nous devons construire, les projections d'une façade d'orientation fixée de la scène doivent posséder la même taille. Nous commençons par considérer notre scène comme une surface continue représentant le sol. En projetant une *surface unitaire verticale* (représentant un morceau de façade) à partir de chaque point du sol dans toutes les images, nous quantifions les différentes déformations que subissent les images d'une façade (cf. figure 3).

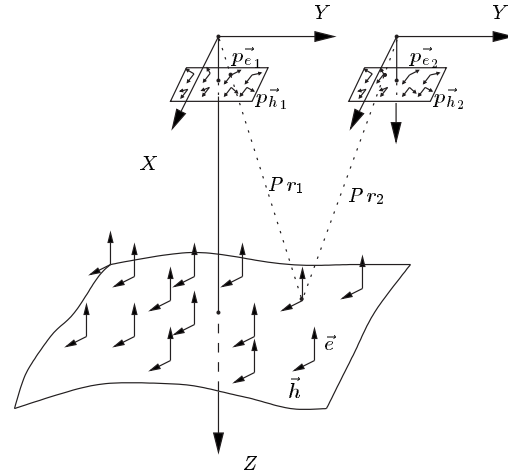


FIG. 3: Projection d'une surface unitaire de la scène ( $\vec{e}, \vec{h}$ ) dans les différentes images. La projection de cette surface en tout point de la scène nous donne deux champs de vecteurs 2D dans chaque image : les champs  $\vec{p}_e$  et  $\vec{p}_h$ .

Une surface unitaire se compose de deux vecteurs : un vecteur  $\vec{e}$  représentant l'élévation (orientation de la verticale) et un vecteur  $\vec{h}$  représentant l'orientation dans le plan horizontal. La projection de cette surface en tout point de la scène nous donne deux

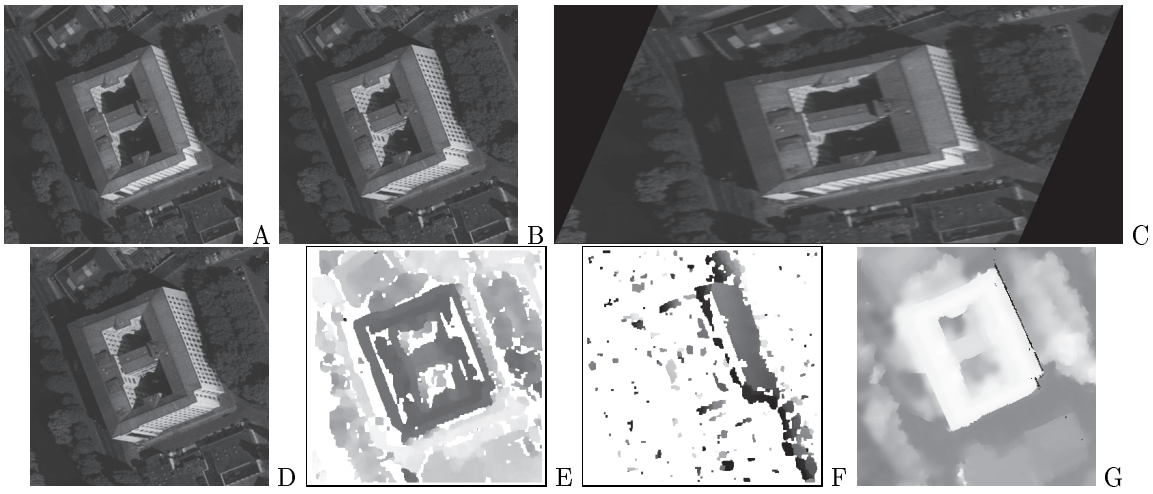


FIG. 5: Reconstruction d'une façade. A et B sont les images originales. C et D sont respectivement les transformées des images A et B (dans la géométrie de l'image B). E est la carte de disparité obtenue par corrélation des images A et B. L'algorithme à appairer les surfaces horizontales. F est la carte de disparité obtenue par corrélation des images C et D. L'algorithme à appairer la façade. G est le MNE le à la zone étudiée. Les points appariés sur les façades (en noir) correspondent bien aux bords des façades.

champs de vecteurs 2D dans chaque image  $i$  : les champs  $\vec{p}_e$  et  $\vec{p}_h$ . La figure 4 présente le *redressement des façades* utilisé pour construire les images en géométrie façade. Nous redressons chaque image  $i$  par la transformation  $T_{pq_i}$  qui permet de passer du repère  $(\vec{p}_e, \vec{p}_h)$  au repère fixe  $(\vec{q}_e, \vec{q}_h)$  que nous imposons pour chacune des images. Ce repère fixe correspond à celui d'une image ou au repère de la vue cyclopaenne.

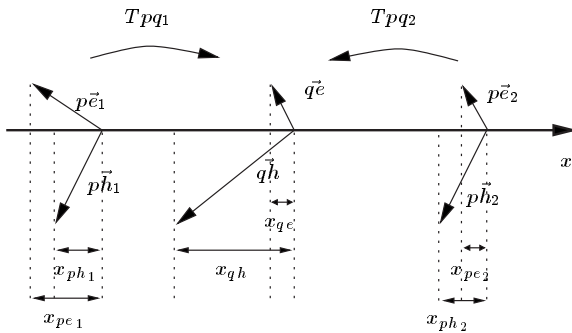


FIG. 4: "Redressement des façades", les façades des différentes images rectifiées sont mises dans un même référentiel en préservant la géométrie épipolaire.

La transformation préserve la géométrie épipolaire. Cette contrainte restreint la transformation le long des lignes épipolaires. La recherche d'une transformation globale pour la construction de ces images nous ramène à résoudre une EDP qui ne vérifie pas l'égalité de Schwarz, donc non intégrable. Nous choisissons de linéariser la transformation et de l'appliquer localement.

## 5. Appariement des façades

La mise en correspondance des façades est réalisée par un algorithme de corrélation standard. La carte de disparité est ensuite filtrée pour éliminer les erreurs résiduelles. La figure 5 nous présente les résultats de corrélation ainsi que les points filtrés trouvés. Ces résultats montrent que les points reconstruits s'accroissent le long des façades du bâtiment.

## 6. Conclusion

Nous avons présenté dans cet article une nouvelle approche pour l'extraction des bâtiments à partir d'imagerie aérienne. Cette approche se décompose en deux processus parallèles pour mieux gérer les surfaces horizontales (sol et toits) et les surfaces verticales (façades). Nous avons présenté aussi le moyen de construire des images pour le processus vertical : le *redressement des façades*. Les résultats de reconstruction obtenus par le second processus sont prometteurs et nous travaillons maintenant sur une reconstruction à plus grande échelle des façades ainsi que sur le processus de fusion.

## 7. Références

- [Baillard, 97] Caroline Baillard. *Analyse d'image aériennes stéréoscopiques pour la restitution 3-D des milieux urbains*. Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure des Télécommunications, Octobre 97.
- [Gabet *et al.*, 1994] Laurent Gabet, Gérard Giraudon, et Laurent Renouard. Construction automatique de modèle numérique de terrain haute résolution en zone urbaine. Dans *Bulletin S.F.T.P.*, volume 135, pages 9–25, 1994.