HAL
open science

La bibliothèque openMVG : open source Multiple View Geometry

Pierre Moulon, Pascal Monasse, Renaud Marlet

To cite this version:

Pierre Moulon, Pascal Monasse, Renaud Marlet. La bibliothèque openMVG : open source Multiple View Geometry. Orasis, Congrès des jeunes chercheurs en vision par ordinateur, Jun 2013, Cluny, France. hal-00829332

HAL Id: hal-00829332

https://hal.science/hal-00829332v1

Submitted on 3 Jun 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.

La bibliothèque openMVG : open source Multiple View Geometry

Pierre Moulon[1,2] Pascal Monasse[2] Renaud Marlet[2]

[1] Mikros Image. 120 rue Danton, 92300 Levallois-Perret.
[2] Université Paris-Est, LIGM (UMR CNRS), Center for Visual Computing, ENPC.
6-8 av. Blaise Pascal, 77455 Marne-la-Vallée.

[1]pmo@mikrosimage.eu,[2]prénom.nom@enpc.fr

Résumé

openMVG est une bibliothèque C++ conçue pour la recherche reproductible en vision par ordinateur. Elle fournit une implémentation de l'état de l'art et un accès facilité aux outils communs utilisés en géométrie multi-vues.

Mots Clef

Géométrie multi-vues, reconstruction 3D, vision par ordinateur, C++, open source.

Abstract

openMVG is a C++ library designed to help reproducible research in computer vision. It provides state of the art implementation and easy access to common tools used for multiple view geometry.

Keywords

Multiple-view geometry, 3D reconstruction, computer vision, C++, open source.

1 Introduction

Le développement en vision par ordinateur repose sur l'implémentation d'outils mathématiques efficaces et de haut niveau. Pour cela, l'environnement MATLAB® [6] ou la librarie Intel® MKL sont régulièrement utilisés par la communauté de vision par ordinateur, car ils permettent d'exprimer facilement des calculs mathématiques complexes. Ils ont cependant l'inconvénient d'être onéreux et ne répondent pas à tous les besoins. Des alternatives gratuites existent (OpenCV [7], Bundler [1], ETH-V3D [2]), mais elles n'ont pas toujours la rigueur que l'ont peut souhaiter.

Nous présentons ici la librarie C++ openMVG [1], sous licence permissive MPL2, une bibliothèque qui propose une collection d'algorithmes liés à la géométrie multi-vues, l'accès à un cadre de développement d'algèbre linéaire, ainsi qu'un démonstrateur : une implémentation complète d'une chaîne de "Structure from Motion"[3].

1. http://imagine.enpc.fr/~moulonp/openMVG/

2 La librarie openMVG

openMVG se place dans la mouvance de la recherche reproductible et propose des algorithmes associés à des tests unitaires. Cette philosophie de développement piloté par les tests permet la construction conjointe du programme et d'une suite de tests de non-régression. Ces tests permettent de préciser les spécifications du code, et donc son comportement ultérieur en fonction des situations auxquelles il sera exposé. Dans notre cas les spécifications se resument le plus souvent à la vérification de contraintes géométriques liées aux équations des problèmes posés. L'utilisation d'un jeu de données synthétique lié au contexte multi-vues est proposé et permet la vérification des paramètres estimés sur une vérité terrain.

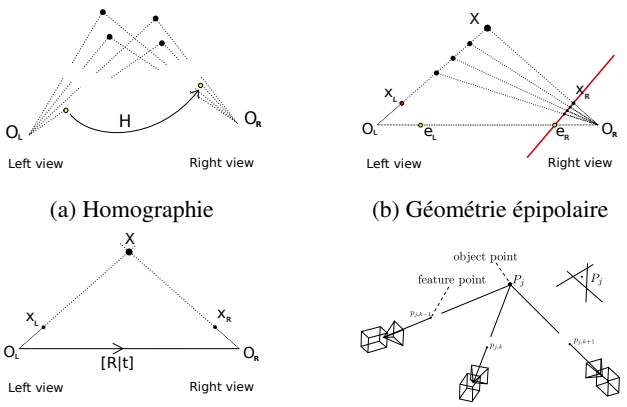
La librarie openMVG offre l'accès à une suite de modules permettant la manipulation d'objets utilisés dans les chaînes de traitement en vision par ordinateur. Cela inclut vecteurs, matrices, images, point d'intérêt et descripteurs associés. Le module principal est dédié à l'estimation de primitives liées à la géométrie multi-vues. Les données d'entrée de ces algorithmes peuvent être fournies, au choix de l'utilisateur, par la bibliothèque elle-même ou bien des biblothèques alternatives via une conversion de données.

3 Le module multi-vues

Le module multi-vues est le coeur de la librarie openMVG. Il permet l'évaluation des modèles classiques utilisés en vision par ordinateur. Le module propose une série d'évaluateurs qui peuvent être ensuite utilisés dans un système générique d'estimation robuste.

Les contraintes à deux vues implémentées sont principalement basées sur les contraintes linéaires exposées dans le livre de Hartley et Zisserman [5]. Elles couvrent :
- matrice homographie,
- matrice fondamentale (fig. 1a), méthodes des 7 et 8 pt.,
- matrice essentielle (fig. 1c), méthodes des 5 et 8 pt.

À titre d'exemple, une estimation d'homographie est réalisée de la manière suivante :



(a) Homographie (b) Géométrie épipolaire

(c) Géométrie essentielle (d) Triangulation

FIGURE 1 – Estimation de modèle.

```
using namespace openMVG;
Mat xLeft(2,4), xRight(2,4);
// Fill Left,Right points match and solve.
typedef homography::kernel::↩
    FourPointSolver H_Solver;
vector<Mat3> Hs;
H_Solver::Solve(xLeft, xRight, &Hs);
```

Les contraintes 3D-2D relient des caméras positionnées dans l'espace, des observations image et un ensemble de points 3D. La bibliothèque openMVG permet de résoudre les problèmes suivants :

- calcul de matrice de pose/resection, 6 pt., P3P, EPnP,
- triangulation de 2 à n vues (fig. 1d).

4 Le module estimation robuste

Les données étant souvent corrompues par du bruit et des données aberrantes, il est indispensable de réaliser des estimations robustes pour réaliser des applications sur des données réelles. OpenMVG propose une implémentation de différentes méthodes d'estimation robuste, de la méthode la plus naïve, max-consensus, à une méthode récente de l'état de l'art sans précision fixée a priori AC-RANSAC (*a contrario* RANSAC) [3]. Cette dernière variante de RANSAC, permet d'estimer à la fois un modèle parmis des données mais aussi sa précision associée, ce qui permet de supprimer la configuration du paramètre de précision utilisé classiquement par RANSAC. AC-RANSAC utilise une méthode statistique pour vérifier la validité du modèle en cours d'estimation (différence par rapport à un modèle de fond/bruit). Elle ne retourne pas de modèle si la configuration est aléatoire.

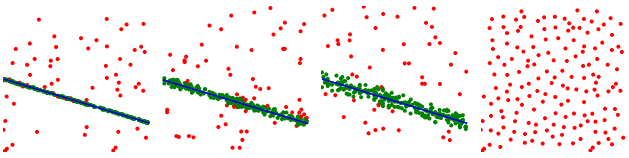


FIGURE 2 – Adaptivité au bruit d'AC-RANSAC (SVG extrait des tests unitaires). A droite : aucun modèle détecté.

5 Structure from Motion

La bibliothèque openMVG est fournie avec une implémentation complète d'une chaîne de Structure from Motion incrémentale [3]. L'implémentation réalisée présente l'avantage d'être très compacte en comparaison de Bundler [1] et de libérer l'utilisateur de seuils de précision grâce à l'utilisation de la méthodologie *a contrario*. La chaîne a été conçue pour être aisément compréhensible et modifiable. Différentes interfaces, via l'export de fichiers vectoriels (SVG), facilitent la visualisation des étapes de mise en correspondance de points entre images (détection de points d'intérêt, correspondances géométriques, tracks [4]), ainsi que les points validés ou rejetés à chaque estimation de pose. Ces exports ont une portée didactique et permettent également de vérifier visuellement le comportement de la chaîne de calibration *a contrario*.

6 Conclusion

La bibliothèque openMVG, ancrée sur des principes forts de génie logiciel, se positionne pour la recherche reproductible en vision par ordinateur et plus particulièrement en géométrie multi-vues. Elle offre des implémentations proches de l'état de l'art (estimateur unitaire, estimateur robuste, chaîne complète de SfM) et s'interface également à des bibliothèques tierces telles que ceres-solver [8], une bibliothèque d'optimisation non linéaire, et Eigen, une bibliothèque d'algèbre linéaire et de manipulation de matrices. Nous espérons pouvoir faire grandir ce projet pour suivre l'état de l'art et fédérer une communauté active.

Références

[1] N. Snavely, S. M. Seitz and R. Szeliski. Photo tourism : exploring photo collections in 3D. *SIGGRAPH 2006.*

[2] C. Zach. ETH-V3D Structure-and-Motion software. 2010-2011. ETH Zurich.

[3] P. Moulon, P. Monasse and R. Marlet. Adaptive Structure from Motion with *a contrario* model estimation. *ACCV 2012.*

[4] P. Moulon and P. Monasse. Unordered feature tracking made fast and easy. *CVMP 2012.*

[5] Hartley, R. I. and Zisserman, A. Multiple View Geometry in Computer Vision, *Second edition, 2004 Cambridge University Press, ISBN : 0521540518.*

[6] MATLAB®, The MathWorks Inc.

[7] Bradski, G., The OpenCV Library *Dr. Dobb's Journal of Software Tools, 2000.*

[8] Sameer Agarwal and Keir Mierle, Ceres Solver : Tutorial & Reference, *Google Inc.*