

# 5

## Réaliser une caméra panoramique

---

Dans ce chapitre, nous allons assembler plusieurs images issues de différentes caméras pour n'en constituer qu'une seule. Nous réalisons ainsi une caméra panoramique. L'assemblage des images est possible s'il y a un recouvrement entre les différentes vues. Il n'y aura pas besoin de définir un ordre précis pour les vues, le programme se chargera de trouver l'ordre lui-même. Les recouvrements sont identifiés en utilisant la technique des points clés et des descripteurs. Les points clés permettent de localiser des zones où l'intensité de l'image a des caractéristiques particulières : trous, coins, points anguleux, etc. Une fois ces points localisés, il faut décrire leur environnement. C'est le rôle des descripteurs mesurant une ou plusieurs caractéristiques autour de ces points clés. Pour effectuer l'assemblage, ces caractéristiques doivent être autant que possible invariantes par rotation, changement d'échelle et changement de luminosité : si l'image tourne, est agrandie, ou l'éclairage change, ces caractéristiques doivent rester constantes. Pour construire notre caméra panoramique, constituée de plusieurs images, cette caractéristique sera indispensable.

De nombreux algorithmes de descripteurs sont implémentés dans OpenCV comme `sift`, `SURF`, `ORB`, etc. Certains sont libres de droits et d'autres non comme `sift` et `SURF`. Ils ne sont pas inclus dans la version standard d'OpenCV. Pour y avoir accès, il faut normalement construire `opencv` et `opencv_contrib` en cochant la case `ENABLE_NON_FREE` ou bien, dans CMake, ajouter l'option `-DENABLE_NON_FREE:BOOL=ON`.

Le programme présenté dans ce chapitre est basé sur l'exemple `stitching_detailed.cpp` fourni par le dépôt GitHub d'OpenCV. Quelques simplifications ont été faites et aussi quelques améliorations. La principale amélioration est la possibilité de calculer les caractéristiques de l'assemblage, de sauvegarder ces caractéristiques et de les appliquer à un ensemble d'images. Lorsque le programme est relancé, les caractéristiques par défaut sont chargées et le panorama est affiché. Bien entendu, celui-ci n'est valable que si la position relative des caméras reste fixe.

*Note* > Le module `Stitching` d'OpenCV est basé sur les travaux de Matthew Brown et David Lowe Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features [Bro].

**Exemple 5.1** : Codes sources dans le dossier *ch5PanoCam*

## 5.1. Principe de la photographie panoramique

La photographie panoramique est l'assemblage de plusieurs photos prises d'un même lieu, en faisant varier la direction de l'appareil. Pour que l'assemblage soit réussi, il faut prendre les photos au même moment ou s'assurer qu'entre chaque cliché, rien n'a bougé. Il est préférable que la scène soit éloignée de l'appareil afin d'éviter les problèmes de parallaxe : un objet sur un cliché doit être à la même position par rapport à la scène. Entre chaque cliché, l'éclairage doit varier le moins possible même si l'algorithme permet la correction de la variation d'éclairage dans une certaine mesure. Les têtes panoramiques sont des dispositifs facilitant ces prises de clichés. L'appareil tourne en général autour du centre optique et l'assemblage des clichés ultérieurement est facilité. Il faut bien comprendre qu'une photographie panoramique complète est une photographie prise d'un point (au sens mathématique du terme) avec un objectif ayant une ouverture de 360°. On peut évidemment restreindre l'ouverture de l'objectif.

Pour réaliser une bonne photographie panoramique, la localisation ponctuelle est une contrainte difficile à respecter sans dispositif mécanique spécifique. Lorsqu'on utilise plusieurs caméras, la localisation ponctuelle n'est généralement pas respectée. L'assemblage est encore possible mais quelques défauts seront alors visibles dans les zones communes à deux images.

Dans notre exemple, nous allons utiliser plusieurs caméras observant une scène dans différentes directions qui ne seront pas localisées à la même position. Pour assembler les images, il faudra qu'il existe un recouvrement entre chaque caméra. Ce recouvrement est indispensable pour regrouper les images et n'en obtenir qu'une seule. Une fois les images assemblées en une seule image, ces zones de recouvrement pourront comporter quelques erreurs. En particulier, lorsqu'un objet passera du champ d'une caméra à l'autre et pourra se retrouver dupliqué ou bien découpé !

Le résultat de l'assemblage des images est une image qui est projetée sur une surface. Le nom de la projection prend souvent le nom de la surface : projection sphérique, cylindrique, plane... Mais il en existe bien d'autres comme fisheye, mercator, etc. Dans le programme, nous n'en utiliserons que cinq : plane, cylindrique, sphérique, stéréographique et fisheye.

## Méthode d'assemblage

La méthode d'assemblage des images pour obtenir une photographie panoramique comporte les étapes suivantes :

- recherche des descripteurs dans chaque images ;
- appariement des descripteurs entre les images et sélection des appariements les plus probables ;
- estimation des paramètres caméras ;
- affinement global des paramètres ;
- projection des images ;
- correction des défauts d'exposition ;
- recherche des coutures.

## 5.2. Utilisation du programme

Le programme permet d'assembler les images venant d'au maximum cinq caméras branchées sur les ports USB. Avant d'assembler, il faut s'assurer que les réglages de luminosité, couleur, saturation et temps d'exposition sont à peu près équivalents. Le programme permet de régler ces paramètres à l'aide des touches **b** pour la luminosité, **c** pour la saturation, **e** pour le temps d'exposition et **g** pour le gain (minuscule et majuscule). Ces réglages s'appliquent au lancement du programme à la caméra dont le flux s'affiche dans la fenêtre nommée `webcam 0`. Pour sélectionner une autre caméra, il faut appuyer sur le numéro du flux, soit une touche entre 0 et 9. On peut accéder à l'ensemble des réglages de la caméra en appuyant sur la touche **w**. Cette fonctionnalité est pour l'instant uniquement disponible lorsque l'interface `DirectShow` est utilisée (constante `CAP_DSHOW`).

Pour calculer l'image panoramique, il faut appuyer sur la touche **f** pour une projection de type fisheye, **s** pour une projection stéréographique, **S** pour une projection sur une sphère, **p** pour une projection sur un plan et **y** pour une projection sur un cylindre.

Le panorama peut être annulé en appuyant sur la touche **r** et l'affichage individuel des flux désactivé en appuyant sur **a**.