

## TP4 – Quelques améliorations de la photogrammétrie

Ce TP clôture une série de quatre séances portant sur la reconstruction 3D géométrique. Pour rappel, les trois premières séances ont suivi le déroulement classique d'un pipeline de reconstruction 3D :

- Étape 0 : préliminaires (cf. UE VRAA).
  - Étalonnage de la caméra  $\Rightarrow$  Matrice de calibrage  $\mathbf{K}$  connue.
  - Détection des points d'intérêt dans chaque image.
  - Appariement entre points d'intérêt de chaque paire d'images successives  $\{I_k, I_{k+1}\}$ .
- Étape 1 : estimation de la matrice essentielle pour chaque paire d'images (cf. TP1).
- Étape 2 : SfM (cf. TP2).
  - Pour chaque paire d'images, estimation du changement de pose  $(\mathbf{t}_{k/k+1}, \mathbf{R}_{k/k+1})$  et estimation d'un nuage de points 3D non dense.
  - Estimation de l'échelle (norme du vecteur  $\mathbf{t}_{k/k+1}$ ) a posteriori.
- Étape 3 : MVS (cf. TP3)  $\Rightarrow$  Reconstruction 3D dense, relativement à une caméra de référence.

Si cela n'est pas encore le cas, commencez par terminer ces trois TP, afin d'obtenir une reconstruction « acceptable » de la fontaine. Malgré tout, alors même que les changements de pose de la caméra utilisés dans le TP3 ont été estimés par Meshroom, le résultat n'est pas comparable à celui de Meshroom.

En réalité, de nombreuses astuces, plus ou moins heuristiques, permettent d'améliorer ce pipeline. Nous avons sélectionné plusieurs améliorations qui vous ont déjà été présentées en cours. Vous pouvez réaliser l'une ou l'autre de ces améliorations, au choix.

### Exercice 1 : améliorations du MVS

Plusieurs améliorations du MVS peuvent être apportées au MVS, tel qu'il a été codé dans le TP3 :

- Pour obtenir une reconstruction 3D de bonne qualité en un temps raisonnable, il est nécessaire d'optimiser la plage de profondeurs  $\{v_1, \dots, v_N\}$ . Estimez cette plage en vous servant du nuage de points 3D (non dense) obtenu par SfM.
- Une fois la plage de profondeurs optimisée, il reste à choisir un pas d'échantillonnage. Commencez par un pas d'échantillonnage grossier, puis affinez la recherche autour de l'optimum, en diminuant à la fois la plage de profondeurs et le pas d'échantillonnage.
- Contrairement au SfM, qui ne privilégie aucune image, le MVS désigne une des images comme *image de référence*. Pour améliorer la reconstruction 3D, superposez dans un même repère les différentes reconstructions 3D denses, en choisissant successivement chaque image comme image de référence.

### Exercice 2 : améliorations du SfM

- La première amélioration du SfM a été détaillée en cours. Il s'agit de la méthode dite de « resection », qui consiste à estimer une seule matrice essentielle, puis à estimer simultanément le changement de pose et l'échelle de chaque nouvelle vue.
- Une autre amélioration du SfM consiste à réestimer non seulement le nuage (non dense) de points 3D du SfM, mais également les couples  $(\mathbf{t}_{k/k+1}, \mathbf{R}_{k/k+1})$ . Cette étape essentielle, appelée « ajustement de faisceau » (*bundle adjustment*), consiste à effectuer l'optimisation conjointe de l'ensemble des paramètres à estimer, à l'aide de la fonction `lsqnonlin` de Matlab. Le critère à minimiser est l'erreur de reprojection de l'ensemble des points 3D du SfM dans l'ensemble des images. Attention : pour un point 3D donné, l'erreur de reprojection ne doit être calculée que pour les images dans lesquelles ce point est visible (il en existe forcément au moins deux). Il est donc nécessaire de calculer la « visibilité » de chaque point 3D, relativement à chaque image, qui doit être binaire (point visible ou non).