

Reconstruction d'une scène en 3D - Master 2 Vision et Machine Intelligente

16 décembre 2022

Boussaid Hichem - Signaté Aïssatou

1. Objectif :

Dans le cadre de notre cours de 3D il nous a été demandé de réaliser la reconstruction d'une scène en utilisant la photogrammétrie. Cette technique permet d'effectuer des mesures à partir d'une série d'images d'une scène choisie. En superposant ces images nous pouvons obtenir un modèle 3D à l'aide d'un certain nombre d'algorithmes.

Les étapes de réalisation de notre projet sont:

- Choisir un objet 3D ou une scène : dans notre cas nous avons utilisé un objet 3D
- Prendre une série d'images de l'objet : 74 images pour notre projet
- Utiliser un logiciel de notre choix pour réaliser deux types de reconstruction :
 - *Structure from motion*: donne une représentation éparsée de l'objet (Sfm)
 - *Multiview surface*: donne une représentation dense de l'objet (Mvs)
 - Nous avons utilisé le logiciel *MicMac*

2. Reconstruction

2.1 Décision de l'objet

Lors de notre première tentative de reconstruction nous avons utilisé comme objet de référence une gourde présentant une surface unie, comme nous pouvons le voir sur la figure 1



Figure 1 : Gourde, notre premier choix



Figure 2 : Micmac n'a pas pu détecter de points homologues

Toutefois ce type d'images présente deux limites. La première, bien que la gourde présente une surface granuleuse, elle est difficilement perceptible sur une image, il était donc impossible d'établir un pattern pour le logiciel. La seconde concerne la surface sur laquelle l'objet est posé : elle présente également une texture lisse et également une partie réfléchissante sur certaines photos en raison des conditions de luminosité. Par conséquent, il était difficile pour *MicMac* de détecter des *tie points*, points homologues en français.

La détection des *tie points* est importante car elles correspondent aux *features* que nous pouvons identifier au minimum dans deux images différentes. Ces points deviendront par la suite des points de références lors de la reconstruction *Sfm*.

Afin de pallier ce problème, nous avons changé d'objet, ainsi que le type de surface sur laquelle nous allons le poser. Nous avons utilisé la sculpture d'un panier de fruits sur une table en bois. Puisque les deux éléments présentent de la texture ainsi que des patterns, *MicMac* a pu détecter des *tie points*. (figure 3 et 4)



Figure 3 Sculpture d'un panier de fruits

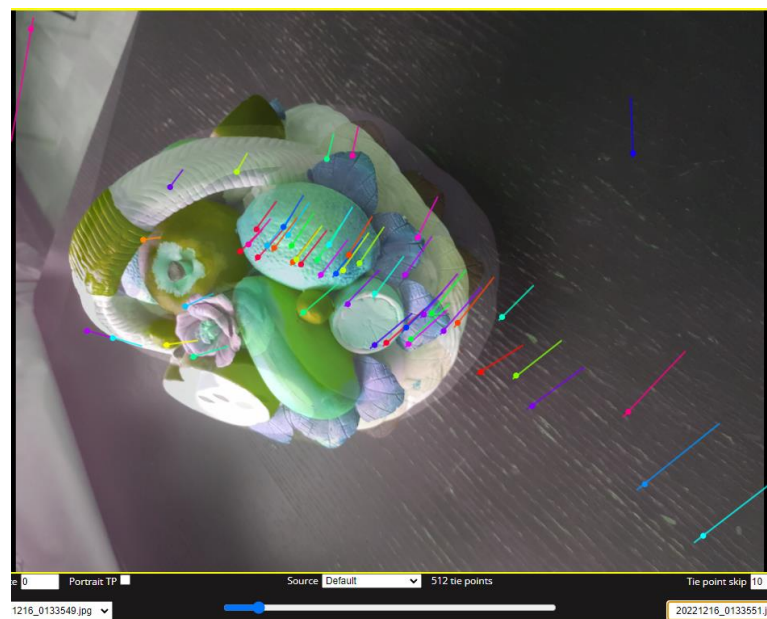


Figure 2 MicMac a pu détecter des points homologues

2.2. Reconstruction épars : *Structure from motion*

Posséder des images superposables est essentiel en photogrammétrie. En identifiant les mêmes points sur plusieurs images et en tenant compte de paramètres tels que la position et l'orientation de la caméra pour chaque photographie, sa distance focale, la distorsion optique e.g il est possible de déterminer où ces points se situent dans l'espace 3D. Il est alors préférable de prendre les photos de manière successive en formant un cercle autour de l'objet à représenter. Nous avons obtenu 74 photographies.

Une fois les photographies obtenues nous procédons à l'étape de *features detection et matching*, qui correspond à l'onglet Tapioca dans le GUI de Micmac

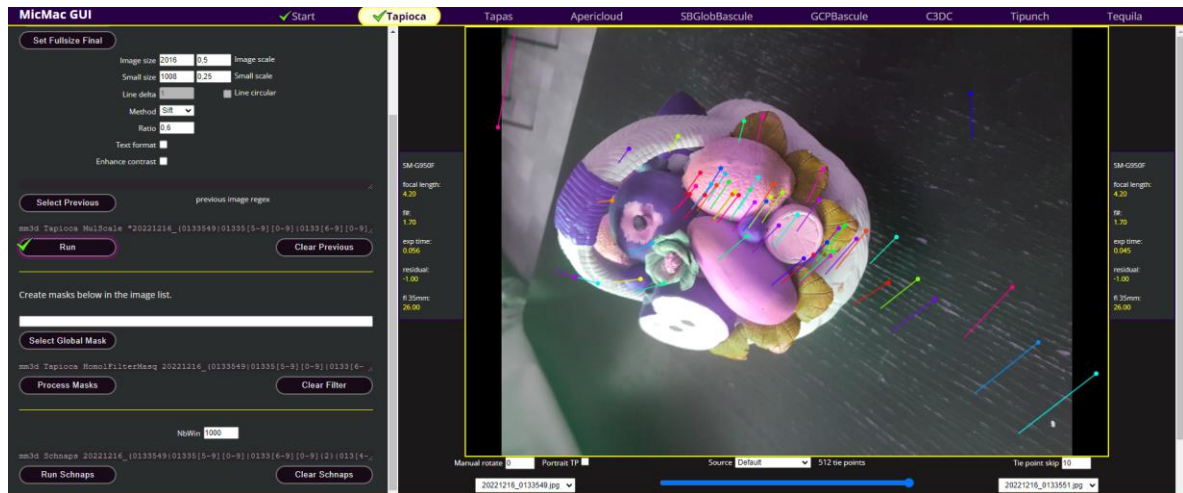


Figure 4 Utilisation de Tapioca sur notre dataset

Cette étape fut la plus chronophage, il a fallu 40 minutes d'exécution pour obtenir la mise en correspondance par points homologues.

Une fois cette étape terminée nous passons à l'onglet *Tapas*. Cet outil permet de calculer la calibration interne et externe des images. En effet, en réalisant une calibration interne nous pouvons corriger les paramètres de distorsions de l'image, à savoir la longueur de la focale, le point principal, le centre de distorsion ainsi que la distorsion radiale. Du côté de la calibration externe nous allons obtenir l'orientation de chaque image (avec 74 images, 74 caméras apparaîtront sur la reconstruction éparse).

Enfin, nous utilisons l'outil *AperiCloud* afin de générer le nuage de point éparse qui correspond à une reconstruction SfM. *AperiCloud* permet une sauvegarde de prévisualisation au format .ply, qui signifie *Polygon File Format*. Ce format permet de stocker des données tri-dimensionnelles. Sur la figure 5 nous obtenons la position des caméras également :

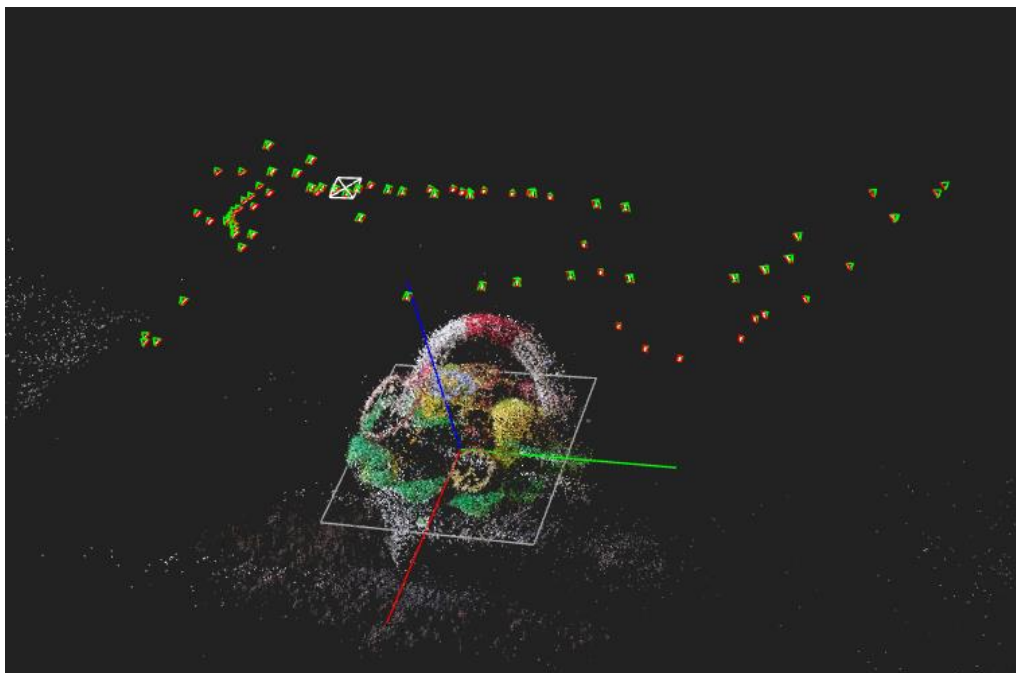


Figure 5 Surface from motion, affichage de 74 caméras, taille du point : 0.08

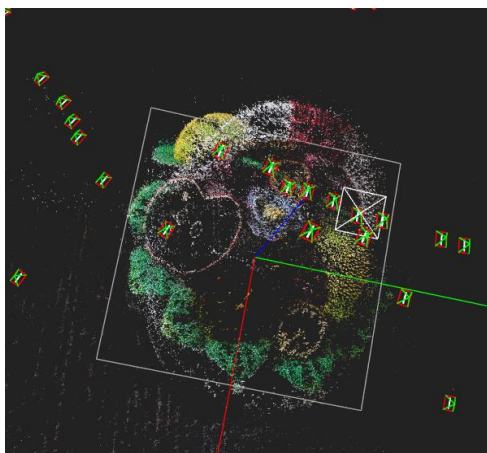


Figure 7 Surface from motion, taille du point 0.08

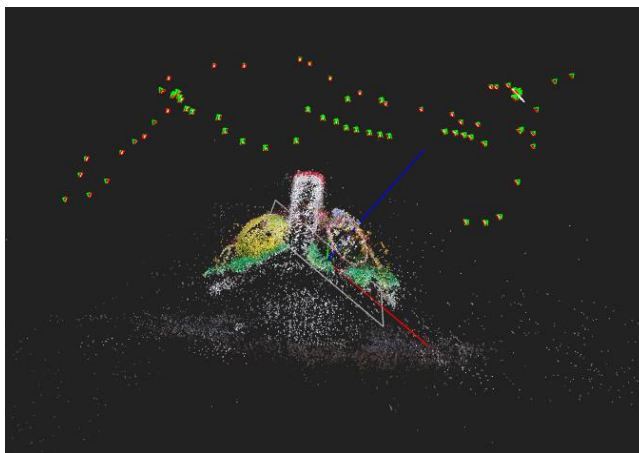


Figure 8 Surface from motion, taille du point 0.08

Cette étape de la reconstruction prend également un certain temps, il faut compter environ une trentaine de minutes. Sur les figures 6, 7 et 8 nous avons 323479 sommets. Dans notre dossier, ce fichier est intitulé **Panier_Sfm.ply**.

2.3 Reconstruction dense : *Multiview surface*

MicMac permet également la reconstruction dense d'un objet en 3D à partir d'un nuage de point épars : c'est l'outil C3DC, *Culture 3D Cloud*. Il permet la création d'un nuage de point, toujours au format .ply par corrélation multi stéréoscopique dense. Dans notre dossier ce fichier est intitulé **Panier_Mvs.ply**. Nous pouvons également varier la taille du point pour obtenir une différente représentation.

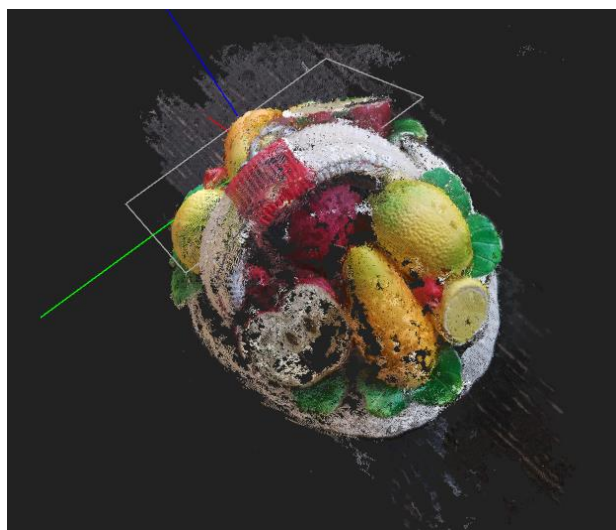


Figure 9 Représentation dense, taille du point 0.08

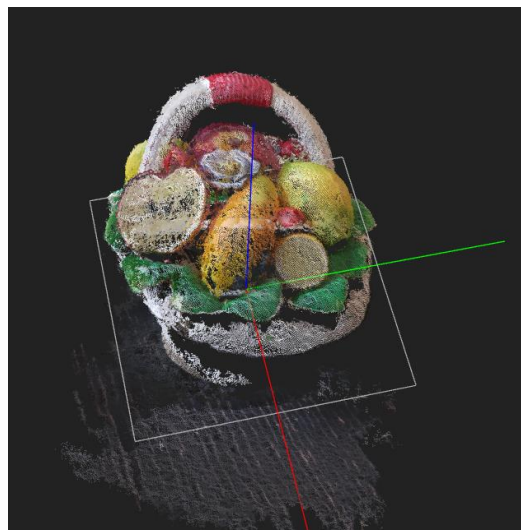


Figure 10 Représentation dense, taille du point 0.08

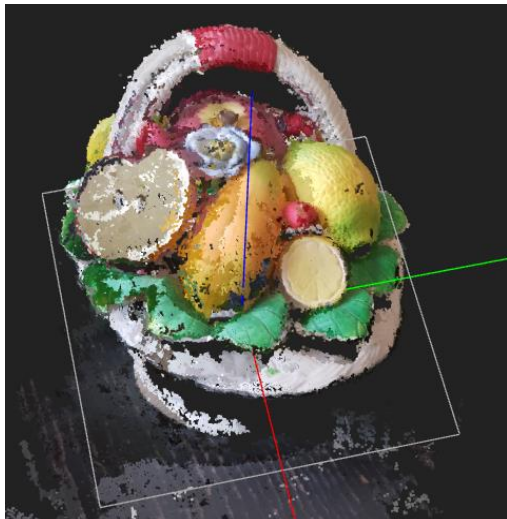


Figure 11 Représentation dense, taille du point 0.2

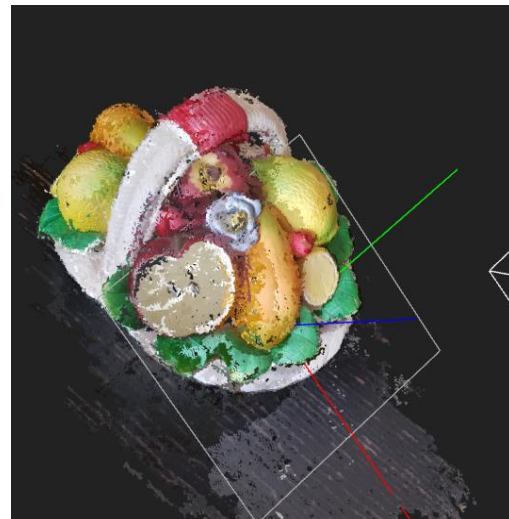


Figure 12 Représentation dense, taille du point 0.2

Pour cette représentation dense (figure 9, 10, 11 et 12), nous affichons 285033 sommets.

3. Discussions et recommandations

Tout le long de ce projet nous avons essayé plusieurs logiciels disponibles pour la reconstruction. Initialement *MicMac* avec la machine virtuelle fournie lors de notre cours. Toutefois en raison de limites matérielles, il fut difficile d'utiliser *MicMac* sur une machine virtuelle, la plus grande limite fut la puissance de la carte graphique et le manque de stockage sur nos ordinateurs. Nous avons donc décidé de basculer sur Colmap qui offre un logiciel compatible avec les ordinateurs ne possédant pas de carte graphique de type Nvidia. Nous avons pu obtenir un nuage de points, mais avec très peu de détails. Comme nous pouvons le voir sur cette image :

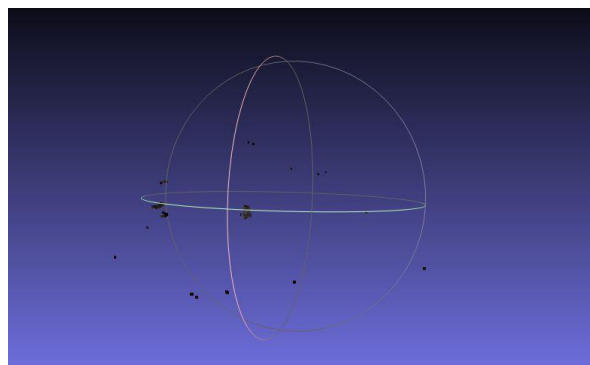


Figure 6 Nuage de point obtenu avec Colmap

Nous avons finalement opté pour Micmac sur Windows, qui a présenté en 2021 une interface graphique facilitant les étapes de reconstruction. Elle ne nécessite pas également une carte graphique de type Nvidia, une carte type AMD a suffit pour ce projet. Par ailleurs, comme nous l'avons mentionné en deuxième partie lors du choix de l'objet, il est important de respecter certaines conditions, à savoir un objet qui ne présente pas de surface lisse lorsqu'on la photographie, de même pour la surface sur laquelle l'objet est posé, auquel cas, *MicMac* ne pourra pas déterminer de points homologues entre les photographies.