Mise en correspondance Stéréoscopique

10/10/2017

Introduction

Le but de ce TP est de reconstituer la troisième dimension perdue d'une image suite à la projection sur le plan image de celle-ci. Pour cela nous allons utiliser le principe de stéréovision pour identifier des paires de points de homologues par mise en correspondance dans les deux images du même objet prises sous deux angles différents afin d'estimer la troisième dimension.

Calcul de la matrice fondamentale

Dans cette partie nous allons voir comment calculer la matrice fondamentale qui permet de déterminer l'image d'un point de l'image de gauche dans l'image de droite. L'image d'un point de l'image de gauche dans l'image de droite est une droite et inversement.

La formule que nous allons utiliser pour calculer cette matrice est la suivant:

$$F = (P_2 O_1)^X P_2 P_1^+$$

Où $P_2 O_1$ est la projection du centre optique de l'image gauche sur le plan épipolaire de de l'image droite.
Il nous reste à définir la notion de P^X qui permet de calculer le produit vectoriel matriciel afin de pouvoir calculer les droites passant par les points homologues de chaque image et qui se calcul par la formule suivante:

$$\mathbf{p}^{\times} = \begin{pmatrix} 0 & -p_z & p_y \\ p_z & 0 & -p_x \\ -p_y & p_x & 0 \end{pmatrix}$$

Détaillons maintenant le calcul de la matrice fondamentale. Tout d'abord nous devons calculer les matrice de projection P1 et P2 à partir des matrices intrinsèques et extrinsèques des caméra gauches et droites.

```
Mat p1 = mLeftIntrinsic * id34 * mLeftExtrinsic;
Mat p2 = mRightIntrinsic * id34 * mRightExtrinsic;
```

La matrice id34 est la matrice identité de taille 3x4, il est essentiel de multiplier la matrice des paramètre intrinsèque de la caméra par cette matrice avant de la multiplier à la matrice des paramètres extrinsèques car la matrice des intrinsèque est de taille 3x3 alors que la matrice extrinsèque est de taille 4x3.
Il reste à déterminer O1 qui est tout simplement la dernière colonne de l'inverse de la matrice des paramètres extrinsèques de gauche puis à calculer la matrice fondamentale.

Equations de droites

Suite au calcul de la matrice fondamentale, nous pouvons déterminer les équations des droites épipolaires d'une image associées au centre de l'autre image.

La droite épipolaire de l'image de droite associée au centre de l'image de gauche:

$$F = (P_2 * M)^X * P_2 P_1^+$$

Avec

$$M = (u_1 \quad v_1 \quad 1)^T$$

La droite épipolaire de l'image de gauche associée au centre de l'image de droite:

$$F = (P_1 * M)^X * P_1 P_2^+$$

Avec

$$M = (u_2 \quad v_2 \quad 1)^T$$

La droite épipolaire de l'image de droite associée au point situé au centre du côté haut de l'image de gauche:

$$F = (P_2 * M)^X * P_2 P_1^+$$

Avec

$$M = (u_1 \quad 0 \quad 1)^T$$

Extraction des coins

Dans cette partie du TP nous allons nous intéresser à l'extraction de points d'intérêt appelés "coins" par la méthode de Shi et Tomasi implémentée à travers la fonction *goodFeaturesToTrack* de la bibliothèque OpenCV. Cette méthode permet d'extraire des points d'intérêt dans les deux images correspondant au intersections de deux frontières rectilignes de l'image. Ces coins serviront ensuite pour la mise en correspondance stéréoscopique.

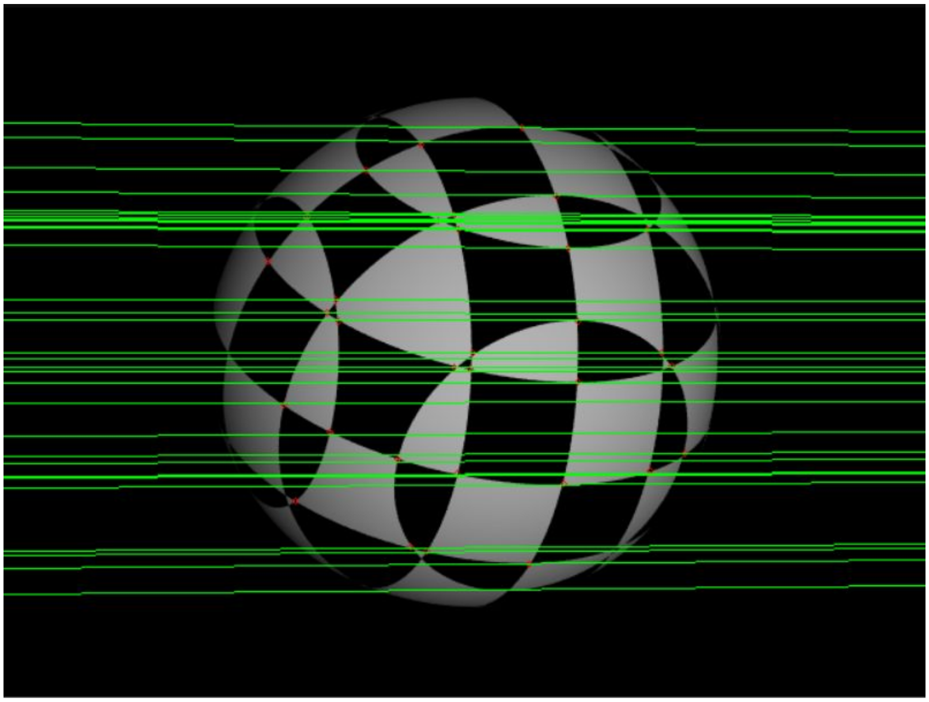
Voici le code permettant d'extraire les coins:

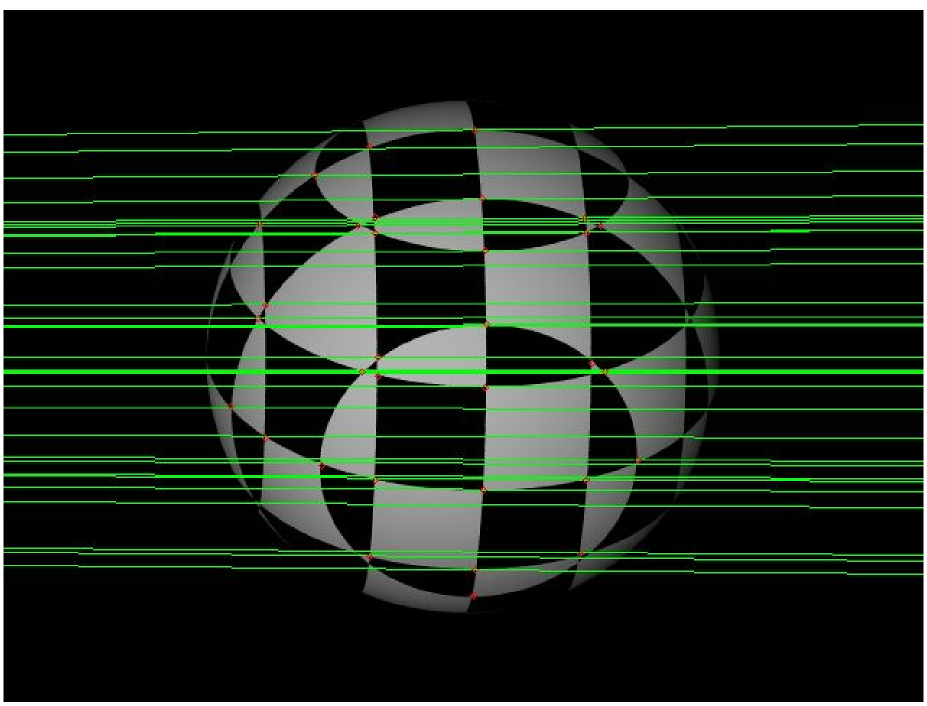
```
Mat iviDetectCorners(const Mat& mImage,
             int iMaxCorners) {
  double tx = mImage.cols, ty = mImage.rows;
  double[3] vec = new double[3];
  cv::goodFeaturesToTrack(mImage, &vec, iMaxCorners, 0.01, 20.)

  tx = vec.x;
  ty = vec.y;
  Mat mCorners = (Mat_<double>(3,4) <<
    .25 * tx, .75 * tx, .25 * tx, .75 * tx,
    .25 * ty, .25 * ty, .75 * ty, .75 * ty,
```

```
        1., 1., 1., 1.
        );
    return mCorners;
}
```

Nous obtenons les résultats suivants:





Les points rouges que nous observons correspondent aux coins de l'image et les lignes vertes correspondent aux droites épipolaires associées aux coins de l'autre image.

Calcul des distances

Nous allons maintenant calculer les distances entre les points de chaque paire que nous pouvons constituer afin de trouver la meilleure correspondance entre l'image de gauche et l'image de droite.

Toutes ces distance seront stockées dans un tableau bi-dimensionnel.
Pour chaque calcul de distance nous allons calculer l'addition entre deux distances euclidiennes:

- La distance entre le point de l'image de gauche et la droite épipolaire de l'image de gauche associée au point de l'image de droite
- La distance entre le point de l'image de droite et la droite épipolaire de l'image de droite associée au point de l'image de gauche.

Pour cela il faut tout d'abord calculer les droite épipolaires des deux images

$$EPIGauche = F * PointDroite$$

$$EPIDroite = F^T * PointGauche$$

Puis on peut calculer les distance de chaque paire en ajoutant les deux distances décrites ci-dessus dont la formule est la même:

$$D = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

Avec:

- A,b et c les paramètres de la droite épipolaire de l'image associé au point de l'autre image
- X et y les coordonnées du point de l'image

Chaque élément du tableau bi-dimensionnel sera calculé par cette formule.

Mise en correspondance

Nous allons maintenant comparer les distance pour chaque paire de point afin de déterminer les points homologues et occultés des images Gauche et Droite. Pour cela nous allons comparer en appliquant deux règles:

- La distance doit être inférieur au seuil fixé (dmaxDistance)
- La distance doit être minimale

Nous pouvons tester le nombre de points homologues et occultés pour différentes valeurs de dmaxDistance

DmaxDistance	1	2	3	4
Homologues	11	19	19	22
Occultés à gauche	19	9	6	2
Occultés à droite	19	11	6	4

Nous pouvons voir sur ces résultats que plus le seuil de distance est élevé, plus le nombre de points occultés est faible. A contrario, le nombre de points homologues augmente. Cependant cette méthode ne nous permet pas de détecter avec précision les paires de point homologues.

Conclusion

Nous avons pu voir, dans ce tp, la méthode de stéréovision qui consiste à chercher des paires de points homologues dans deux images prises par deux caméras différentes. Nous avons commencé par calculer la matrice fondamentale puis nous avons déterminé les coins des deux images. Enfin, nous avons mit en correspondance certains points homologues grâce à la matrice de distance.