

TP3 et 4 - Estimation d'une homographie

Jean-Baptiste MORICE, Guillaume VERSAL

4 juin 2017

1 Introduction

L'objectif de ces deux TP était de manipuler le concept d'homographie en vision par ordinateur. Dans ce contexte une homographie est une fonction permettant de projeter les points correspondants d'un premier plan image vers un second dans un système de stéréovision.

2 Notre travail

2.1 Question 1

On cherche ici à appliquer l'algorithme Direct Linear Transform pour estimer une homographie. Pour savoir combien de points, au minimum, sont nécessaires pour la calculer il faut se reporter à l'équation que l'on cherche à résoudre :

$$x_2 = H_1^2 x_1 \text{ qui est équivalente au produit vectoriel } x_2 \times H_1^2 x_1 = 0$$

Où x_1 et x_2 représentent les coordonnées de deux points respectivement dans les plans images 1 et 2. Et H_1^2 la matrice d'homographie entre les plans image 2 et 1.

On peut reformuler cette équation sous la forme du système suivant :

$$\begin{pmatrix} 0^T & \dots & y_{i2}X_1^{iT} \\ w_{i2}X_1^{iT} & 0^T & -x_{i2}X_1^{iT} \\ & \dots & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_1 \\ h_2 \\ h_3 \end{pmatrix} = 0$$

Avec le point $x_2 = (x_2, y_2, w_2)$ en coordonnées homogènes, ainsi que X_1^T le vecteur colonne des coordonnées homogènes du point x_1 transposé. Et h_1, h_2 et h_3 des vecteurs colonnes de taille 3 correspondant aux lignes de la matrice H_1^2 . La paire de lignes de la matrice de gauche est répétée pour chaque point dont on connaît la correspondance entre les deux images. On résoudra ensuite ce système par une décomposition en vecteurs propres.

Ainsi, on voit donc bien qu'il nous faut un minimum de 5 points pour obtenir une solution.

2.2 Question 2

Pour construire une fonction permettant d'estimer l'homographie nous avons donc implémenté la résolution du système décrit dans la réponse à la question précédente.



FIGURE 1 – Erreur distance entre l'estimation et la réalité

2.3 Questions 3 et 4

Comme on sait que la matrice d'homographie est inversible, et comme une matrice dont le déterminant est nul n'est pas inversible, une mesure de qualité possible serait de calculer ce dernier. La proximité du déterminant avec 0 nous donnerait ainsi une idée de la qualité de l'estimation.

On pourrait également vérifier la conservation de l'échelle et des transformations entre les plans.

Néanmoins, façon la plus triviale pour juger de la qualité serait d'appliquer ce qui est proposé à la question 4. C'est à dire de calculer la distance entre la projection d'un point donnée par la matrice d'homographie estimée et la position connue visuellement de ce point.

Cette méthode appliquée aux résultats produits par notre algorithme de DLT nous donne les résultats suivant :

Les images du haut sont celles utilisées pour simuler notre système de stéréovision. Sur chacune d'elle on a sélectionné manuellement cinq points au centre des pastilles blanches. Ces points sont supposés être le projetés l'un de l'autre dans les deux images, si l'on néglige l'erreur humaine lors de la sélection. Ce sont ces points que l'on a utilisé pour estimer l'homo-

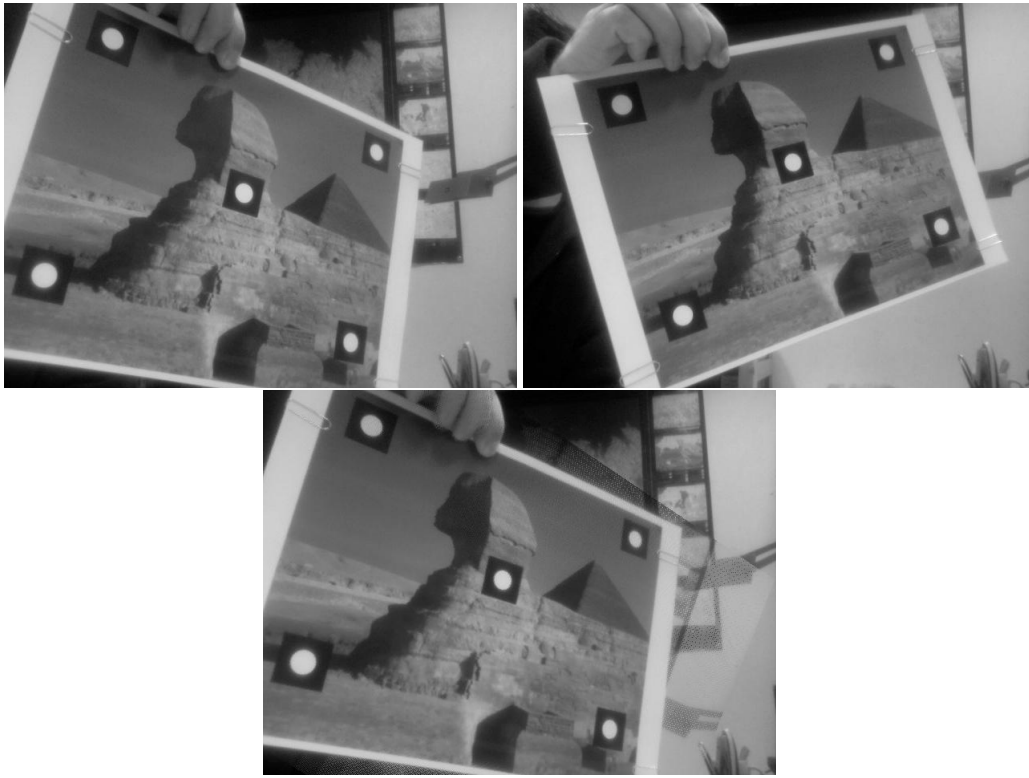


FIGURE 2 – Transfert des points de l’image de droite vers celle de gauche

graphie. Les rayons des cercles verts sur l’image du bas représentent la distance, multipliée par dix pour que cela soit plus visible, entre la position donnée par notre matrice d’homographie estimée et la position captée à la souris.

2.4 Question 5

Nous avons ensuite utilisé la matrice d’homographie estimée pour projeter tous les points de l’image de droite vers l’image de gauche.

On observe un artefact autour de l’image du sphinx tenue par la personne, qui correspond au poster accroché sur le mur en arrière plan. Cet effet s’explique par le fait que l’homographie suppose que l’on examine un plan à l’infini, or notre sélection de points a été faite sur le plan de l’image du sphinx, et non pas sur l’arrière plan.

2.5 Question 6

Une liste de points d’intérêt correspondants extraits grâce à un SIFT nous sont fournies.

En observant la mise en correspondance des points on constate que deux paires de points

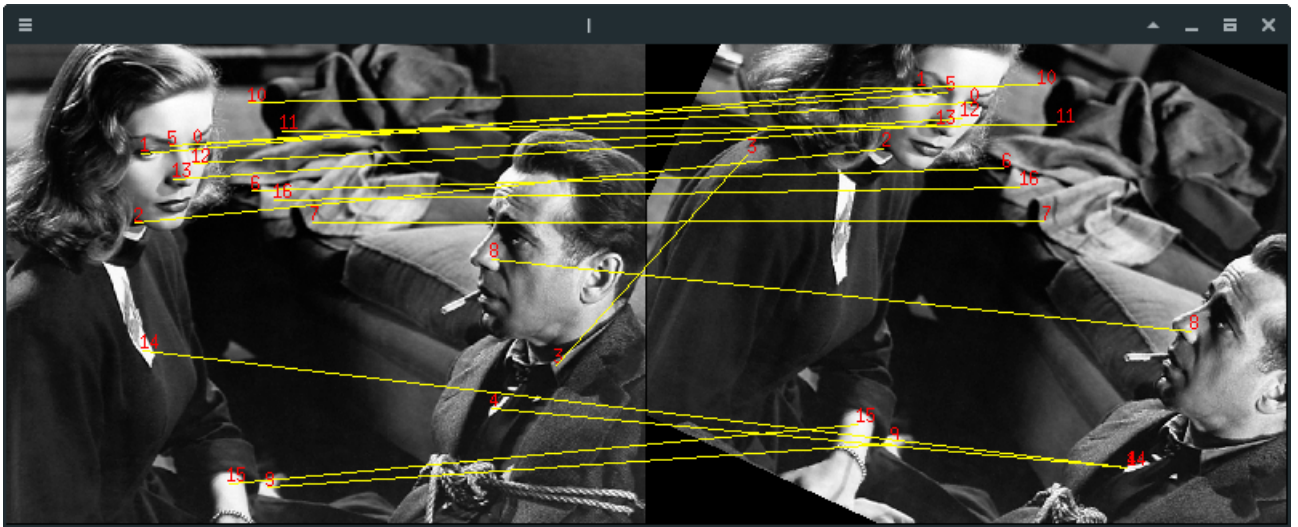


FIGURE 3 – Correspondance entre les points détectés

sont faussées, celles numérotées 3 et 14. La première va du col de l'homme à celui de la femme et la deuxième va du chemisier de la femme à la chemise de l'homme.

2.6 Question 7

Si l'on applique la DLT sur cet ensemble de point et qu'on observe l'erreur de la manière décrite précédemment, on obtient le résultat suivant :



FIGURE 4 – Erreur distance entre l'estimation et la réalité pour tous les points détectés

On constate donc que les deux paires de points que nous avons identifiées comme fausées ont une grande influence sur la qualité de notre estimation de l'homographie et rendent le résultat inacceptable.



FIGURE 5 – Transfert avec l'estimation pour tous les points détectés

Si l'on observe le résultat du transfert des points avec cette estimation de l'homographie on remarque un artefact au centre du torse de l'homme.

2.7 Question 8

Pour contourner ce problème nous avons implémenté l'algorithme RANSAC qui permet d'éliminer les données abhérantes de notre ensemble de points. En l'exécutant sur le même jeu de données nous obtenons le résultat suivant :

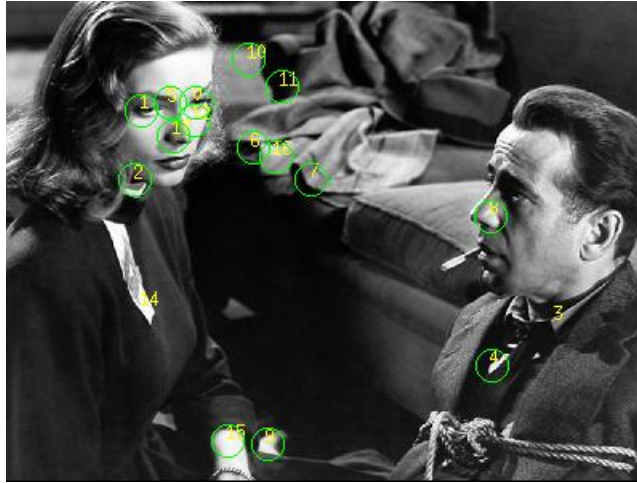


FIGURE 6 – Erreur distance entre l'estimation et la réalité pour tous les points donnés par RANSAC

On constate donc que les deux paires de points que nous avons identifiées comme faussées ont été exclues de l'estimation de l'homographie et que, par conséquence, notre résultat est de bien meilleure qualité.



FIGURE 7 – Transfert avec l'estimation pour tous les points détectés

Si l'on observe le résultat du transfert des points avec cette estimation de l'homographie on constate que l'artefact du résultat précédent n'est plus présent.

2.8 Question 9

Nous ne disposons de ressources nécessaires pour réaliser cette mosaïque mais si on les avait il suffirait pour une séquence d'image donnée de prendre les deux premières, d'extraire des points d'intérêt grâce à un détecteur comme SIFT, d'estimer leur homographie, puis de les fusionner, et répéter le processus avec l'image obtenue et l'image suivante dans la séquence jusqu'à la fin.

3 Conclusion

Ce TP nous a permis de nous familiariser avec le concept d'homographie, et plus généralement comment l'estimer et évaluer sa qualité dans un système de stéréovision. Les transferts de points que nous avons effectués posent également les bases des techniques de mosaicking.

Liste des figures

1	Erreur distance entre l'estimation et la réalité	2
2	Transfert des points de l'image de droite vers celle de gauche	3
3	Correspondance entre les points détectés	4
4	Erreur distance entre l'estimation et la réalité pour tous les points détectés . .	4
5	Transfert avec l'estimation pour tous les points détectés	5
6	Erreur distance entre l'estimation et la réalité pour tous les points donnés par RANSAC	6
7	Transfert avec l'estimation pour tous les points détectés	6