

ROB313 - PERCEPTION POUR LES SYSTÈMES AUTONOMES

TP n°2 Estimation de Matrice Fondamentale - RANSAC

24 janvier 2020

Gabriel Henrique Riqueti

Victor Kenichi Nascimento Kobayashi

ENSTA IP Paris

Question 1 - Influence des détections de points d'intérêts

Tout d'abord, on a décidé de trouver un critère pour évaluer la performance de l'algorithme d'estimation de la Matrice Fondamentale. En vue de que les lignes épipolaires dans les deux images, le critère qualitatif était si les lignes passent pour points similaires dans les deux images, et par conséquence, si elles convergent vers le même point, tandis que le critère quantitatif était la racine de la division de la distance de Sampson appliquée aux points appariées entre les images et à la Matrice Fondamentale calculée par les nombre de points appariées.

La distance de Sampson est une approximation de premier ordre de la distance géométrique et est donnée par l'équation suivante :

$$d(x', x)_F = \sum_i \frac{(x_i'^T F x_i)^2}{(F x_i)_1^2 + (F x_i)_2^2 + (F^T x_i')_1^2 + (F^T x_i')_2^2}$$

[Hartley and Zisserman, 2003]

Avec les critères bien définis, on peut changer les paramètres de la détecteur de points d'intérêt KAZE, la méthode d'appariement de points d'intérêt FLANN, la filtrage proposée par Lowe et la méthode automatique d'estimation de la Matrice Fondamentale RANSAC.

Concernant la détection et la description des images, on a essayé de changer les valeurs de `threshold`, `nOctaves`, `nOctaveLayers` et `diffusivity`. Les meilleurs résultats étaient obtenues avec les paramètres `threshold=0,003`, `nOctaves=4`, `nOctaveLayers=8` et `diffusivity=2`. Alors, par rapport les valeurs par défaut on a augmenté le seuil afin de détecter moins de points d'intérêt avec la méthode KAZE, on a doublé le nombre de niveaux par chaque subniveau d'échelle afin de détecter les coins à plusieurs échelles et les autres deux ont continué avec les valeur défaut : quatre niveaux d'échelles et la fonction de dispersion de Weickert qui lisse les deux cotés des contours plutôt que le milieu de contours [Fernández Alcantarilla et al., 2012]. On signale qu'il faut laisser `upright=false` afin d'implémenter une



FIGURE 1: Détection de points d'intérêt de l'image POP01.jpg avec les paramètres threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2 dont le nombre de points d'intérêt est 1000.

détection invariable par rapport la rotation des images.

On voit les points d'intérêt détectés dans les Figures de 1 à 4 dont lesquels souvent détectent dans plusieurs échelles des coins ou des boules. On remarque aussi une forte symétrie entre certains régions détectées qui peuvent entraver l'appariement des images.

À propos de l'appariement des images réalisé par les méthodes de la librairie FLANN (Fast Library for Approximate Nearest Neighbors), on utilise les valeurs par défaut avec l'algorithme de recherche avec k arbres, tree=5 (entre les valeurs recommandées : entre 1 et 16) et checks=100 qui restreint les feuilles d'arbres qu'on peut comparer. Les résultats obtenus sont montrés dans les Figures 5 et 6.

Après l'appariement des points d'intérêt, on a appliqué la même filtre appliquée par Lowe [Lowe, 2004] cependant les valeurs des paramètres sont un peu différentes car on a assumé un seuil de 0,2 et un ratio entre les deux descripteurs plus proche de chaque points d'intérêt de 0,99. D'ailleurs, remarquez que le nombre de points appariés après l'application de ce filtre est petit cependant les lignes connectées entre les points appariés avant de ce



FIGURE 2: Détection de points d'intérêt de l'image POP02.jpg avec les paramètres threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2 dont le nombre de points d'intérêt est 653.

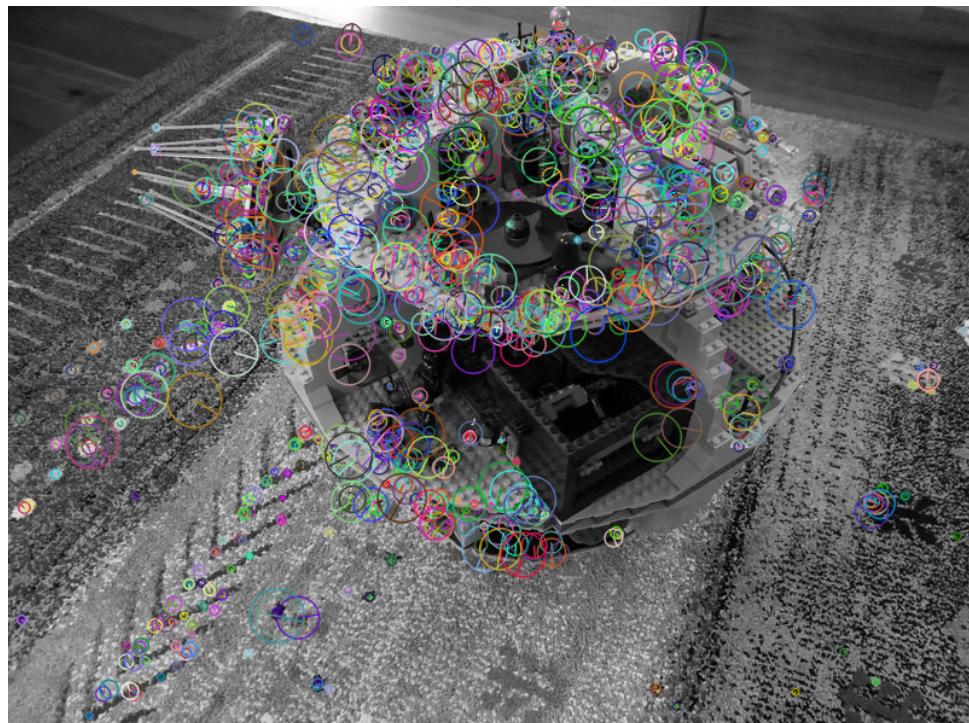


FIGURE 3: Détection de points d'intérêt de l'image DeathStar1.jpg avec les paramètres threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2 dont le nombre de points d'intérêt est 1335.

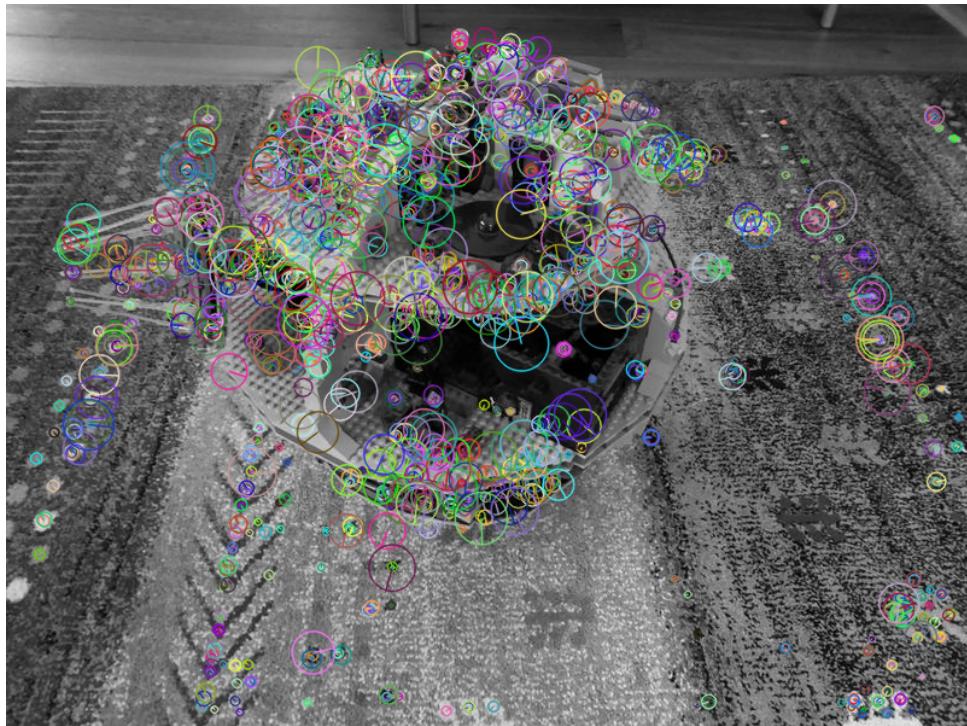


FIGURE 4: Détection de points d'intérêt de l'image DeathStar2.jpg avec les paramètres threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2 dont le nombre de points d'intérêt est 1475.

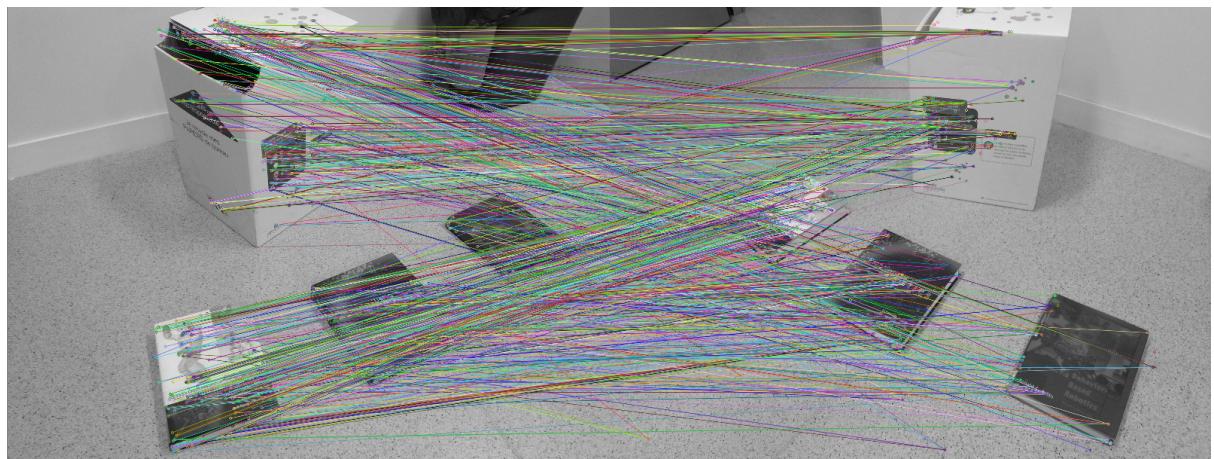


FIGURE 5: Appariements de points d'intérêt des images POP01.jpg et POP02.jpg avec les paramètres threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtration de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points appariés après la filtration de Lowe est 32.



FIGURE 6: Appariements de points d'intérêt des images DeathStar1.jpg et DeathStar2.jpg avec les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtration de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points appariés après la filtration de Lowe est 44.

filtre sont très nombreuses comme on voit dans les Figures 5 et 6. Cette phénomène montre l'importance du filtre pour enlever les appariements peu représentatifs.

Finalement, on appelle à la méthode RANSAC de la librairie OpenCV `findFundamentalMat` afin de trouver la valeur de la matrice fondamentale F qui établit la relation entre de points x_1 et x_2 de chaque image avec la fonction $x_1' F x_2 = 0$. Les lignes épipolaires trouvés avec la matrice fondamentale trouvée et les points choisis par la méthode RANSAC sont affichées dans les Figures 7 et 8.

En appliquant les critères déjà mentionnés, on évalue les résultats comme très satisfaisants puisque les points de chaque image dans les lignes épipolaires semblent être correspondus par points dans les lignes épipolaires de l'autre image, les erreurs mesurés en pixels par la distance de Sampson approximé sont très petits. En plus, on signale que les lignes épipolaires semblent converger vers un point dans chaque image, c'est-à-dire que le rang de la matrice fondamentale calculé est 2.

Enfin, si on prend en compte tous les paramètres réglés, on considère que le seuil du filtre de Lowe et le seuil et le nombre de subniveaux par chaque niveaux d'échelle du détecteur KAZE sont les plus importants à cause de qu'ils déterminent les points considérés

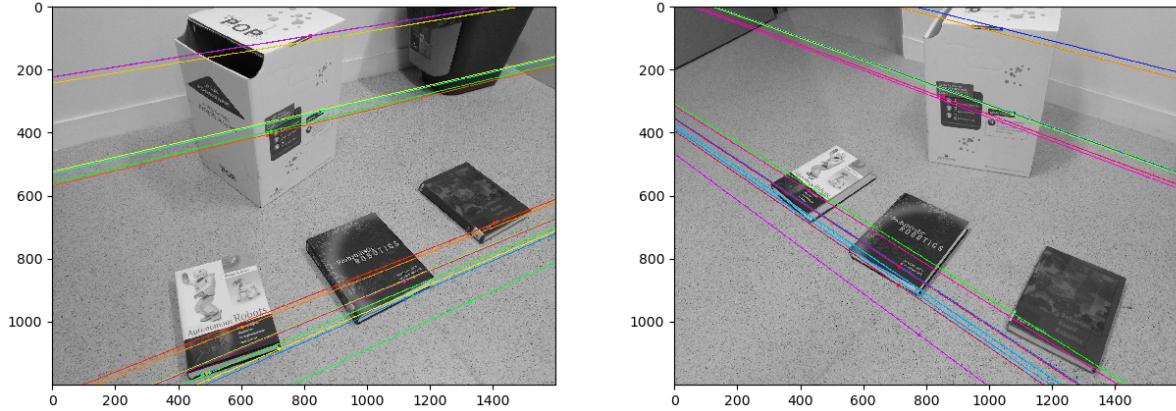


FIGURE 7: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC de la fonction findFundamentalMat de la librairie OpenCV entre les images POP01.jpg et POP02.jpg. Les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtrage de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 24 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 0,69.

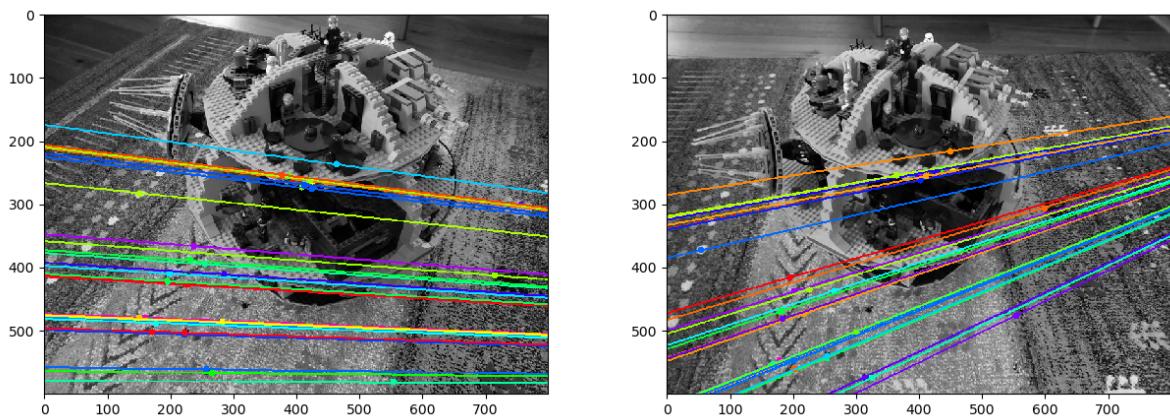


FIGURE 8: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC de la fonction findFundamentalMat de la librairie OpenCV entre les images DeathStar1.jpg et DeathStar2.jpg. Les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtrage de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 39 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 0,50.

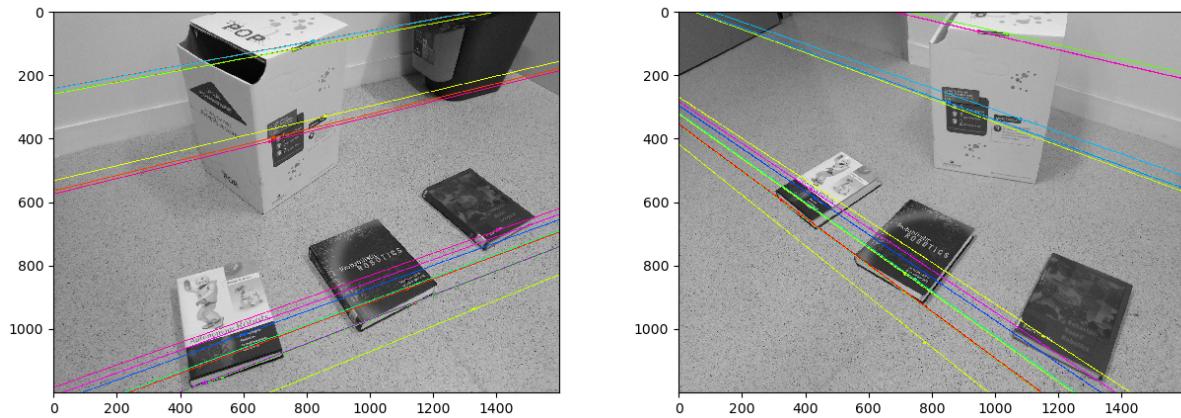


FIGURE 9: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC écrite par notre binôme en utilisant la fonction `findFundamentalMat` de la librairie OpenCV pour calculer la matrice fondamentale à partir de sept points appariés entre les images `POP01.jpg` et `POP02.jpg`. Les paramètres du détecteur KAZE `threshold=0,003`, `nOctaves=4`, `nOctaveLayers=8` et `diffusivity=2`, de l'algorithme FLANN `algorithm=0`, `trees=5` et `checks=100` et une filtration de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 23 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 2,63.

soif par le détecteur soif par l'algorithme RANSAC directement.

Question 2 - Implémentation de la méthode RANSAC

Dans cette question on a implémenté l'algorithme de computation robuste de la matrice fondamentale avec la méthode RANSAC appliquée à matrices fondamentales obtenues par la méthode qui n'utilise que sept points appariés. Après trouver la matrice fondamentale et le groupe de points appariés plus significatifs avec la méthode RANSAC, on implémente l'algorithme de Levenberg-Marquadt qui considère tous ces points et une fonction de coût (Sampson distance dans notre cas) pour calculer la matrice fondamentale.

D'après les Figures de 9 à 12, on constate que les lignes épipolaire, les erreurs et les nombre des points sélectionnés par la méthode RANSAC sont très pareils à ses aspects du résultats trouvés avec la méthode RANSAC de la question 1 qui était déjà implémentée dans la librairie OpenCV.

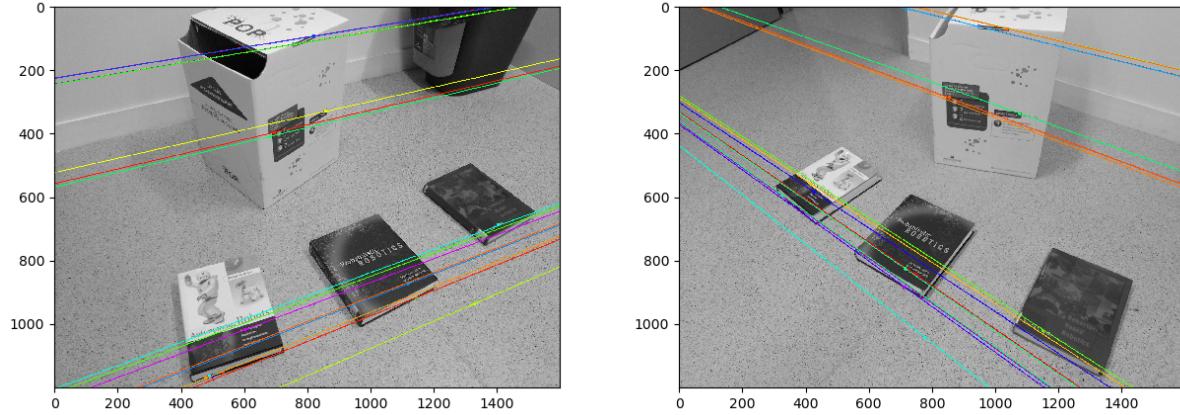


FIGURE 10: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC écrite par notre binôme en utilisant la fonction findFundamentalMat de la librairie OpenCV pour calculer la matrice fondamentale à partir de sept points appariés et à partir des tous les points apparés avec l'algorithme de Levenberg-Marquadt entre les images POP01.jpg et POP02.jpg. Les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtration de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 23 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 2,63.

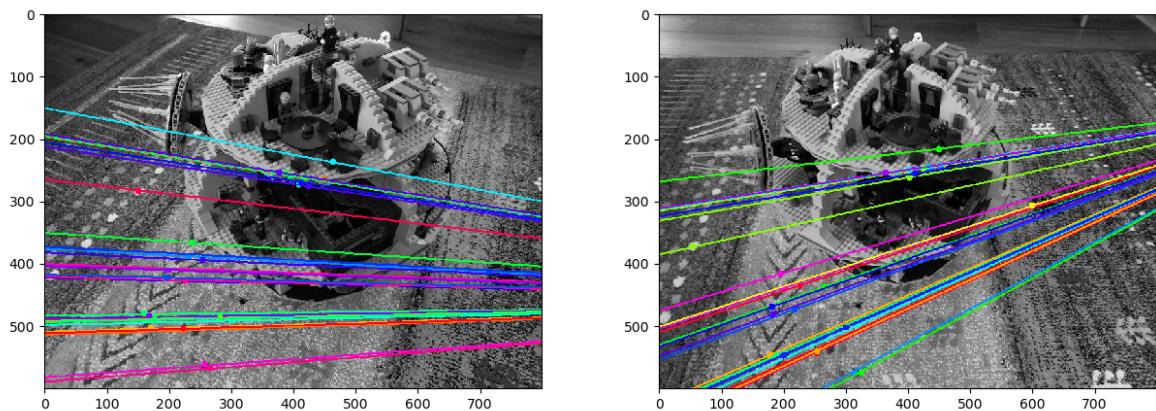


FIGURE 11: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC écrite par notre binôme en utilisant la fonction findFundamentalMat de la librairie OpenCV pour calculer la matrice fondamentale à partir de sept points appariés entre les images DeathStar1.jpg et DeathStar2.jpg. Les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtration de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 36 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 0,48.

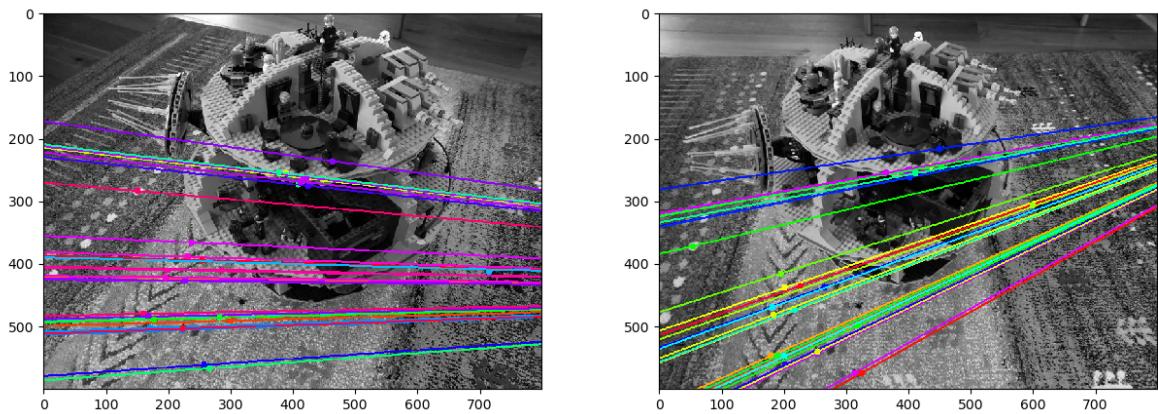


FIGURE 12: Lignes épipolaires établies à partir de la matrice fondamentale et les points sélectionnés par la méthode RANSAC écrite par notre binôme en utilisant la fonction findFundamentalMat de la librairie OpenCV pour calculer la matrice fondamentale à partir de sept points appariés et à partir des tous les points appariés avec l'algorithme de Levenberg-Marquadt entre les images DeathStar1.jpg et DeathStar2.jpg. Les paramètres du détecteur KAZE threshold=0,003, nOctaves=4, nOctaveLayers=8 et diffusivity=2, de l'algorithme FLANN algorithm=0, trees=5 et checks=100 et une filtre de Lowe avec seuil=0,2 et ratio de teste de 0,99. Le nombre de points sélectionnés par la méthode RANSAC était 36 et la racine de la distance de Sampson moyennes était de 0,44.

Bibliographie

Pablo Fernández Alcantarilla, Adrien Bartoli, and Andrew Davison. Kaze features. 10 2012.

doi : 10.1007/978-3-642-33783-3_16.

Richard Hartley and Andrew Zisserman. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press, USA, 2 edition, 2003. ISBN 0521540518.

David G. Lowe. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *Int. J. Comput. Vision*, 60(2) :91–110, November 2004. ISSN 0920-5691. doi : 10.1023/B:VISI.0000029664. 99615.94.