

## 1 Documents à rendre

Le compte rendu de TP seront envoyés par mail à :

- `eric.marchand@irisa.fr` et `thibault.noel@inria.fr`

sous la forme d'une archive contenant votre rapport ainsi que vos fichiers sources :

- `tar -cvzf tpvRob1tp1_Etudiant1_Etudiant2.tar.gz`

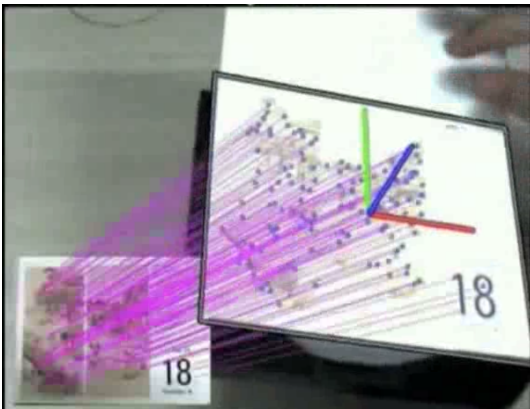
Les rapports doivent décrire chaque étapes décrites ci-dessous (avec les equations utilisées) et être illustrés avec des images issues des traitements que vous avez réalisés. Faites très attention à :

1. décrire ce que vous avez fait ; expliquer pourquoi et comment vous l'avez fait ;
2. décrire les résultats obtenus ;
3. analyser les résultats obtenus ; faire le lien entre ces résultats et vos cours.

## 2 Objectif

L'objectif du projet est de mettre en œuvre une expérience de calcul de pose. La problématique est la suivante. Vous ferez l'acquisition d'une ou plusieurs séquences d'image acquise par une caméra en mouvement. L'objectif sera de calculer la position de la caméra par rapport à la scène.

Le résultat de ce qui est attendu est vu sur cette vidéo  
<https://www.youtube.com/watch?v=QYfnIchAI4s>



Vous pourrez utiliser openCV, ViSP ou autres. Par contre des bibliothèques comme Vuforia, ne sont pas autorisées. Vous pourrez coder en C++ ou Python.

### Décomposons le problème.

1. Faites l'acquisition d'une image de référence  $\mathbf{I}_0$  contenant un plan rectangulaire (comme ce qui est vu sur la video en bas à gauche). Cette objet est rectangulaire et vous connaissez parfaitement sa taille.

- Les 4 coins de ce rectangle seront nommés  ${}^w\mathbf{X}_i^{ref} = ({}^wX_i^{ref}, {}^wY_i^{ref}, {}^wZ_i^{ref})$ ,  $i = 0 \dots 3$  qui correspondent aux coordonnées 3D de cet objet dans un repère  $\mathcal{R}_w$ .
  - La scène étant planaire, on supposera que  ${}^wZ_i^{ref} = 0$
  - Sans perte de généralité, on supposera aussi que  ${}^w\mathbf{X}_0^{ref} = (0, 0, 0)$
2. Récupérez les coordonnées 2D  ${}^0\mathbf{x}_i^{ref} = ({}^0x_i^{ref}, {}^0y_i^{ref})$ ,  $i = 0 \dots 3$  de ces points dans l'image  $\mathbf{I}_0$ . Vous pourrez les "clicker" à la souris.
  3. Noter que vous avez récupéré des coordonnées exprimées en pixel  $(u_i, v_i)$ . Pour faire un calcul de pose  ${}^0\mathbf{x}_i^{ref}$  doivent être exprimé en mètre. Il vous faut donc maintenant calibrer votre caméra. Pour cela, utiliser le programme tout fait dans ViSP ou openCV et récupérez les paramètres intrinsèque de votre caméra.
  4. Faites la transformation  $(u_i, v_i) \longrightarrow (x_i^{ref}, y_i^{ref})$
  5. Avec les couples  $({}^0\mathbf{x}_i^{ref}, {}^w\mathbf{X}_i^{ref})$ , calculer la pose  ${}^0\mathbf{T}_w$  de la caméra (position du repère  $\mathcal{R}_w$  par rapport à la caméra). Des algorithmes de calcul de pose existent dans ViSP, openCV. Tous ne sont pas adaptés à des scènes planes. L'algorithme présenté dans l'article [1] est une solution intéressante à ce problème qui est simple à mettre en œuvre.

Maintenant vous connaissez la pose  ${}^0\mathbf{T}_w$  de votre caméra pour l'image  $\mathbf{I}_0$

6. Il convient maintenant d'extraire des points d'intérêt de votre image  $\mathbf{I}_0$ . Vous pourrez faire le choix d'extraire des points d'intérêt (SiFT par exemple disponible, entre autre, dans openCV). Ne garder que les points d'intérêt qui sont dans le quadrilatère formé par les points  ${}^0\mathbf{x}_i^{ref}$ ,  $i = 0..3$ . On nommera ces  $N$  points  ${}^0\mathbf{x}_i$ ,  $i = 0..N$  (attention  $N$  peut être relativement grand).
7. Calculer la position 3D de ces points  ${}^w\mathbf{X}_i$ ,  $i = 1..N$  dans le repère  $\mathcal{R}_w$ . Pour cela on notera que l'on connaît  ${}^0\mathbf{x}_i$ , la pose  ${}^0\mathbf{T}_w$  et qu'ils appartiennent tous au plan  ${}^wZ = 0$
8. Acquérir une séquence de  $M$  images  $\mathbf{I}_1, \dots, \mathbf{I}_M$
9. Mettre en correspondance les points  ${}^0\mathbf{x}_i$ ,  $i = 0..N$  avec les points  ${}^k\mathbf{x}_i$  dans l'image  $\mathbf{I}_k$ . Attention certains points n'auront pas de correspondant, d'autres seront mal appariés.
10. Calcul la pose  ${}^k\mathbf{T}_w$  correspondant à la position de la caméra au moment de l'acquisition de l'image  $\mathbf{I}_k$  par rapport au repère  $\mathcal{R}_w$ .
11. Afficher dans l'image  $\mathbf{I}_k$  le repère  $\mathcal{R}_w$  comme dans la vidéo d'exemple.
12. Faire cela pour toutes les images de la vidéo. Assurez vous que le repère soit toujours bien placé dans toutes les images.
13. Faire une vidéo. La vidéo est à rendre avec le projet.

## Références

- [1] Gilles Simon, Andrew W. Fitzgibbon, Andrew Zisserman. **Markerless Tracking using Planar Structures in the Scene**, Proc. International Symposium on Augmented Reality, Oct 2000.
- [2] E. Marchand, H. Uchiyama, F. Spindler. Pose estimation for augmented reality: a hands-on survey. IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, 22(12):2633-2651, December 2016.