



TP 1 : Initiation à Matlab Robotics Toolbox

1. Objectifs

L'objectif de ce travail pratique est de se familiariser avec l'environnement Matlab et la Robotics Toolbox (de Peter Corke). A l'issue de cette séance, l'étudiant doit être capable de :

- Maîtriser la création et la manipulation d'objets représentant des rotations (quaternions, matrices de rotation).
- Maîtriser la création et la manipulation de transformations homogènes.
- Comprendre la composition de transformations et le changement de repère.
- Visualiser des repères et des trajectoires simples dans l'espace 3D.

2. Prérequis et Installation

- **Logiciel** : MATLAB (version R2018b ou ultérieure recommandée).
- **Toolbox** : **Robotics Toolbox** par Peter Corke.
 - *Installation* : Télécharger la dernière version depuis le dépôt officiel GitHub de Peter Corke. Suivre les instructions du fichier README.md pour l'ajouter au path de MATLAB.
- **Connaissances** : Notions de base en algèbre linéaire (matrices, produit matriciel) et en robotique (angles d'Euler, paramètres de Denavit-Hartenberg).

3. Manipulations

Remarque : Pour chaque question, commentez vos résultats et affichez les variables dans la console pour vérifier leur cohérence.

3.1. Prise en main de la Toolbox

1. **Lancement** : Ouvrez MATLAB. Vérifiez que la Robotics Toolbox est bien installée en tapant la commande `ver` dans la fenêtre de commande et en cherchant "Robotics Toolbox" dans la liste.
2. **Aide** : La documentation est essentielle. Familiarisez-vous avec les commandes d'aide :
 - `help rotx` : Affiche l'aide de la fonction `rotx`.
 - `doc Robotics` : Ouvre la documentation complète.
 - `demo` : Lance les démos de la toolbox (à explorer).

3.2. Les Rotations

Nous allons manipuler les matrices de rotation élémentaires.

1. Rotations élémentaires : Créez les matrices de rotation suivantes :

- R_x : Rotation d'angle $\pi/2$ (90°) autour de l'axe X.
- R_y : Rotation d'angle $\pi/4$ (45°) autour de l'axe Y.
- R_z : Rotation d'angle $\pi/3$ (60°) autour de l'axe Z.

Affichez et interprétez ces matrices.

2. Composition de rotations :

- Calculez la matrice $R1 = R_x * R_y$. Que représente-t-elle ? (S'agit-il d'une rotation autour d'axes fixes ou mobiles ?)
- Calculez la matrice $R2 = R_y * R_x$. Comparez $R1$ et $R2$. Que peut-on en conclure sur l'opération de composition ?
- Vérifiez les propriétés d'une matrice de rotation : calculez le déterminant de $R1$ et son inverse ($\text{inv}(R1)$). Comparez l'inverse à la transposée ($R1'$).

3. Angles d'Euler :

- Définissez une rotation par ses angles d'Euler (convention ZYX) : $\phi = 0.1$, $\theta = 0.2$, $\psi = 0.3$ rad.
- Utilisez la fonction `rpy2r(roll, pitch, yaw)` (Roulis-Tangage-Lacet = RPY) pour obtenir la matrice de rotation R_{eul} correspondante.
- Utilisez la fonction `tr2rpy(R_eul)` pour retrouver les angles d'origine.

3.3. Les Transformations Homogènes

Une transformation homogène combine rotation et translation.

1. Création :

- Créez une matrice de transformation homogène $T1$ à partir d'une translation de $[1, 2, 3]$ selon les axes X, Y, Z.
- Créez une matrice de transformation homogène $T2$ à partir d'une rotation de $\pi/2$ autour de l'axe Z et d'une translation nulle.
- Affichez et identifiez les parties rotation et translation.

2. Composition de transformations :

- On considère trois repères : $\{0\}$ (repère monde), $\{A\}$, et $\{B\}$.
- La transformation du repère $\{0\}$ vers $\{A\}$ est $T0a = \text{transl}(2, 0, 0) * \text{trotz}(\pi/2)$.
- La transformation du repère $\{A\}$ vers $\{B\}$ est $Tab = \text{transl}(0, 3, 0)$.
- Calculez la transformation $T0b$ du repère $\{0\}$ vers $\{B\}$ de deux manières et vérifiez l'égalité :

- $T0b = T0a * Tab$
- $T0b = T0a .* Tab$ (Attention : que fait l'opérateur $.*$? Est-ce correct ici ? Expliquez).

3. Changement de repère :

- Soit un point P exprimé dans le repère {B} : $P_B = [1; 1; 0; 1]$ (coordonnées homogènes).
- Calculez les coordonnées de ce point P_0 dans le repère {0} en utilisant la transformation T0b trouvée précédemment.
- **Question** : Si T0b est la position/orientation du repère {B} par rapport à {0}, quelle est la transformation qui permet de passer des coordonnées d'un point de {0} vers {B} ?

3.4. Visualisation 3D

La toolbox offre des fonctions de visualisation puissantes.

1. Tracé de repères :

- Utilisez la fonction `trplot()` pour visualiser les repères.
- Tracez le repère identité (matrice identité `eye(4,4)`).
- Tracez le repère T0a sur la même figure. Utilisez 'color' pour les différencier (ex: 'r' pour rouge, 'b' pour bleu). Ajoutez des légendes avec 'frame'.
- Tracez le repère T0b. Observez la position relative des repères.

2. Animation :

- Créez une séquence de transformations T pour simuler une rotation complète autour de l'axe Z. Par exemple, une boucle for avec des angles de 0 à 2π .
- Utilisez la fonction `tranimate(T)` pour animer le mouvement du repère.
- **Variante** : Créez une trajectoire linéaire entre deux poses $T_{start} = \text{transl}(0,0,0)$ et $T_{end} = \text{transl}(3, 2, 1) * \text{trotx}(\pi/4)$ à l'aide de la fonction `trinterp` et animez-la.

4. Compte-rendu

Le compte-rendu devra contenir pour chaque question :

- Le script Matlab (ou les extraits de code) utilisé.
- Les résultats affichés dans la console (captures d'écran ou texte).
- Les figures obtenues, légendées et commentées.
- Une analyse des résultats et des réponses aux questions posées.

Le fichier source Matlab (.m) devra être joint au compte-rendu.