



## Ρομποτική Ι.

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,  
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο.

Δημήτριος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ευσταθόπουλος

# Εργασία με Python

## PART A

1	<pre>function plot_free_vec(x,c)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση (function) στην Python, η οποία να εμφανίζει σε figure ένα διάνυσμα <b>x</b> , στον 2-διάστατο ή στον 3-διάστατο χώρο (θα πρέπει αυτό να αναγνωρίζεται αυτόματα), το οποίο θα βρίσκεται στην αρχή των αξόνων {0}. Το διάνυσμα να εμφανίζεται ως συνεχής γραμμή πάχους 2 με άκρο «ο». Η αρχή των αξόνων να απεικονίζεται ως «*». Στην συνάρτηση θα πρέπει ο χρήστης να μπορεί να επιλέξει το χρώμα του διανύσματος μέσω του ορίσματος <b>c</b> . <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση δίνοντας τυχαία διανύσματα, τόσο στον 2-διάστατο χώρο, όσο και στον 3-διάστατο.</i>
2	<pre>function plot_vec(a,x,c)</pre>	Κατασκευάστε παρόμοια συνάρτηση με την άσκηση 1, η οποία αυτή την φορά θα εκτυπώνει το διάνυσμα <b>x</b> <b>τοποθετημένο σε κάποιο σημείο</b> που θα δίνεται από το όρισμα <b>a</b> . <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση δίνοντας τυχαία διανύσματα, τόσο στον 2-διάστατο χώρο, όσο και στον 3-διάστατο.</i>
3	<pre>function s=make_unit(x)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση, η οποία θα βρίσκει το μοναδιαίο διάνυσμα κατεύθυνσης ενός διανύσματος <b>x</b> (πιθανώς μη-μοναδιαίου). <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση δίνοντας τυχαία διανύσματα, τόσο στον 2-διάστατο χώρο, όσο και στον 3-διάστατο.</i>
4	<pre>function s=project_vec(a,b)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση, η οποία θα προβάλλει το διάνυσμα <b>b</b> στο διάνυσμα <b>a</b> . Αν το διάνυσμα <b>a</b> , δεν είναι μοναδιαίο, θα πρέπει να χρησιμοποιήσετε το μοναδιαίο διάνυσμα της κατεύθυνσής του. <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση δίνοντας τυχαία διανύσματα, τόσο στον 2-διάστατο χώρο, όσο και στον 3-διάστατο.</i>
5	<pre>script cross_demo</pre>	Κατασκευάστε script το οποίο να παρουσιάζει γραφικά την πράξη του εξωτερικού γινομένου για δύο τυχαία διανύσματα.
6	<pre>functions plot_Rot(R),</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση στην Python, που να δέχεται πίνακα στροφής <b>R</b> και να εμφανίζει το πλαίσιο συντεταγμένων γραφικά (σε figure). <i>Επαληθεύστε για κάποιους συγκεκριμένους πίνακες στροφής.</i>
7	<pre>function R=generate_rot()</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση η οποία να δημιουργεί και να παρουσιάζει τυχαίο πίνακα στροφής ( <b>R</b> ) στον 3-διάστατο χώρο. <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση χρησιμοποιώντας την plot_Rot.</i>



## Ρομποτική Ι.

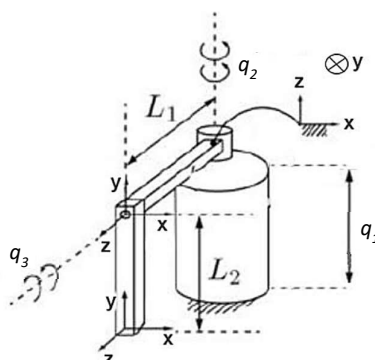
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,  
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο.

Δημήτριος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ευσταθόπουλος

## PART B

1	<pre>functions R = rotX(th), R = rotY(th) και R = rotZ(th)</pre>	Κατασκευάστε συναρτήσεις στην Python, οι οποίες να δέχονται γωνία σε μοίρες <b>th</b> (σε rad) και να επιστρέφουν τον πίνακα στροφής <b>R</b> που αντιστοιχεί σε στροφή γύρω από τον άξονα X, Y και Z αντίστοιχα. <i>Επαληθεύστε γραφικά τις συναρτήσεις δίνοντας τυχαίες γωνίες και χρησιμοποιώντας την plot_Rot.</i>
2	<pre>Function plot_hom(G, scale)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση στην Python, που να δέχεται ομογενή μετασχηματισμό <b>G</b> και να εμφανίζει το πλαίσιο συντεταγμένων γραφικά (σε figure) τοποθετημένο στον χώρο. Η μεταβλητή scale θα καθορίζει το μήκος των διανυσμάτων κατά την εμφάνιση σε μέτρα. <i>Επαληθεύστε για κάποιους συγκεκριμένους ομογενείς μετασχηματισμούς.</i>
3	<pre>functions G = homogen(R, p)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση που να λαμβάνει πίνακα στροφής <b>R</b> και διάνυσμα μετατόπισης <b>p</b> και να επιστρέφει τον αντίστοιχο ομογενή μετασχηματισμό <b>G</b> . <i>Επαληθεύστε τις συναρτήσεις μέσω της plot_hom και δίνοντας τυχαίο πλαίσιο μέσω της generate_Rot και τυχαίο διάνυσμα μετατόπισης.</i>
4	<pre>functions G = gr(R), G = gp(p),</pre>	Κατασκευάστε συναρτήσεις που να δέχονται πίνακα στροφής <b>R</b> και διάνυσμα μετατόπισης <b>p</b> (αντίστοιχα) και να επιστρέφουν τους ομογενείς μετασχηματισμούς <b>G</b> που αντιστοιχούν σε καθαρή στροφή και μετατόπιση αντίστοιχα. <i>Επαληθεύστε τις συναρτήσεις μέσω της plot_hom και δίνοντας τυχαίο πλαίσιο μέσω της generate_Rot και τυχαίο διάνυσμα μετατόπισης για κάθε μια αντίστοιχα.</i>
5	<pre>functions G = gRX(theta), G = gRY(theta), G = gRZ(theta)</pre>	Κατασκευάστε συναρτήσεις, οι οποίες θα δέχονται γωνία σε μοίρες <b>theta</b> και θα επιστρέφουν τον ομογενή μετασχηματισμό που θα εκφράζει καθαρή στροφή γύρω από τον άξονα X, Y και Z αντίστοιχα. <i>Επαληθεύστε τις συναρτήσεις της plot_hom και δίνοντας τυχαίες γωνίες.</i>
6	<pre>function vout = rotAndTranVec(G, vin)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση, η οποία να περιστρέφει και να μεταφέρει διάνυσμα <b>vin</b> σύμφωνα με κάποιον ομογενή μετασχηματισμό <b>G</b> . <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση χρησιμοποιώντας συνδυασμό των παραπάνω συναρτήσεων.</i>
7	<pre>function [Xout, Yout, Zout] = rotAndTrans_shape(X, Y, Z, G)</pre>	Κατασκευάστε συνάρτηση, η οποία να περιστρέφει και να μεταφέρει επιφάνεια <b>[X,Y,Z]</b> (γεωμετρικό σώμα) σύμφωνα με κάποιον ομογενή μετασχηματισμό <b>G</b> . <i>Επαληθεύστε την συνάρτηση χρησιμοποιώντας συνδυασμό των παραπάνω συναρτήσεων και κύλινδρο ακτίνας 0.5m. και ύψους 1m.</i>

## PART C

1	Το ρομπότ	<p>Έστω ρομπότ PRR. Να γραφεί συνάρτηση <math>G=g0e(q1,q2,q3)</math> η οποία να επιστρέφει το ευθύ κινηματικό σε μορφή ομογενούς μετασχηματισμού. Επίσης να γραφεί συνάρτηση <math>plot\_robot(q1,q2,q3)</math>, η οποία να εμφανίζει (σε απλή μορφή) το ρομπότ για τα συγκεκριμένα <math>q1,q2,q3</math>. Να επαληθεύσετε τη ορθότητα της <math>g0e</math> μέσω της <math>plot\_robot</math>. Όπου <math>q1, q2, q3</math> οι τιμές της μετατόπισης (σε μέτρα) και των γωνιών (σε rad) των αρθρώσεων.</p> 
2	Χώρος εργασίας	<p>Σκοπός μας είναι να υπολογίσουμε προσεγγιστικά τον χώρο εργασίας του ρομπότ. Δημιουργήστε script που να σαρώνει τον χώρο των αρθρώσεων και να εμφανίζει τον χώρο εργασίας ως νέφος σημείων γύρω από το ρομπότ. Θεωρήστε ως όρια των αρθρώσεων τα <math>(0.7-3m, \pm 170^\circ, \pm 135^\circ)</math>.</p>
3	Function $[q1,q2,q3,d]=ikine(p)$	<p>Κατασκευάστε συνάρτηση που να δέχεται την θέση άκρου και να επιστρέφει την λύση του αντίστροφου κινηματικού προβλήματος για το παραπάνω ρομπότ (γωνίες των αρθρώσεων) και το σφάλμα της λύσης <b>d</b>. Για την λύση να χρησιμοποιήσετε ευριστικό αλγόριθμο που θα βασίζεται στο παραπάνω νέφος σημείων. Επαληθεύστε τις τιμές που σας επέστρεψε με την συνάρτηση <math>g0e</math>.</p>
4	functions $[u,u\_dot] =$ $get\_trajectory$ $(p0,pf,t,tf)$	<p>Κατασκευάστε συνάρτηση που να δέχεται την αρχική θέση <b>p0</b>, την τελική θέση <b>pf</b>, τον τρέχοντα χρόνο <b>t</b>, και τον συνολικό χρόνο <b>tf</b> και να υπολογίζει την θέση, την ταχύτητα και την επιτάχυνση την τρέχουσα χρονική στιγμή της τροχιάς που έχει σχεδιαστεί μέσω πεμπτοβάθμιου πολυωνύμου με αρχική και τελική επιτάχυνση και ταχύτητα ίση με μηδέν. Η συνάρτηση θα πρέπει να λειτουργεί για <b>p</b> οποιασδήποτε διάστασης (π.χ. τόσο για τον χώρο εργασίας, όσο και για τον χώρο των αρθρώσεων). Επαληθεύστε την συνάρτηση δίνοντας γραφήματα τόσο για την θέση, όσο και για την ταχύτητα. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για τροχιά τριτοβάθμιου πολυωνύμου. Συγκρίνετε και σχολιάστε τα αποτελέσματα.</p>
6	script $trajectory\_joint\_demo$	<p>Κατασκευάστε script που να εμφανίζει σε animation την κίνηση του ρομπότ από το <math>(\mathbf{q1}, \mathbf{q2}, \mathbf{q3})=(-90^\circ, 0.7m, -35^\circ)</math> στο <math>(70^\circ, 2.0m, 145^\circ)</math> σε 6 δευτερόλεπτα.</p>
7	script $trajectory\_task\_demo$	<p>Κατασκευάστε script που να εμφανίζει σε animation την κίνηση του ρομπότ από κάποιο εφικτό σημείο στον χώρο εργασίας σε κάποιο άλλο σε 10 δευτερόλεπτα.</p>



### Ρομποτική Ι.

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών,  
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο.

Δημήτριος Παπαγεωργίου, Νικόλαος Ευσταθόπουλος

8	<code>script</code> <code>dance_demo</code>	Κατασκευάστε script που να εμφανίζει σε animation την κίνηση του ρομπότι εκτελώντας ημιτονοειδή επαναλαμβανόμενη τροχιά, με αλλαγές στην συχνότητα. Τροφοδοτήστε τα σημεία της παραπάνω τροχιάς στην <code>ikine(p)</code> για να υπολογίσετε τις μεταβλητές των αρθρώσεων. Παρουσιάστε σε ένα γράφημα τη διαφορά (μέσω του σφάλματος της λύσης - <b>d</b> ) μεταξύ της πραγματικής και της επιθυμητής (αρχικά σχεδιασμένης) τροχιάς. Πως μπορεί να περιοριστεί το σφάλμα και να προσεγγίσω με καλύτερη ακρίβεια την αρχική ημιτονοειδή τροχιά;
---	--	---