



## Μάθημα: "Ρομποτική II: Ευφυή Ρομποτικά Συστήματα" (8<sup>ο</sup> εξάμηνο, Ακαδ. Έτος: 2018-19)

Διδάσκων: Κων/νος Τζαφέστας

### 1<sup>η</sup> Σειρά Αναλυτικών Ασκήσεων

**Επιδέξια Ρομποτική Λαβή** (στατική ανάλυση: μητρώο λαβής, κλειστότητα δύναμης, Ιακωβιανή χεριού)  
(**Dexterous Robot Grasping**: grasp matrix, force-closure, hand Jacobian)

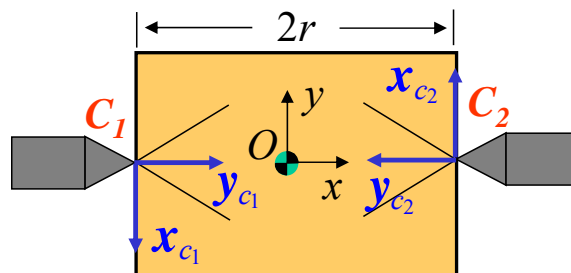
#### Άσκηση 1

Έστω η επίπεδη ρομποτική λαβή που εικονίζεται στο Σχήμα 1, με 2 (δύο) σημειακές επαφές με τριβή (point contacts with friction).

Θεωρούμε το πρόβλημα στατικής ανάλυσης στο επίπεδο του Σχήματος.

α) Να προσδιορισθεί η *μήτρα ρομποτικής λαβής*  $G$  καθώς και τα σύνολα  $FC_i$  («κώνοι τριβής» - Friction cones, για  $i=1,2$ ), θεωρώντας τα τοπικά πλαίσια αναφοράς στις επαφές όπως εικονίζονται στο Σχήμα 1.

β) Θεωρώντας συντελεστή τριβής Coulomb ίσο με  $\mu$ , να μελετηθεί η «κλειστότητα ως προς δύναμη» (*force-closure*) της εν λόγω λαβής, εφαρμόζοντας τη συνθήκη κορτότητας.

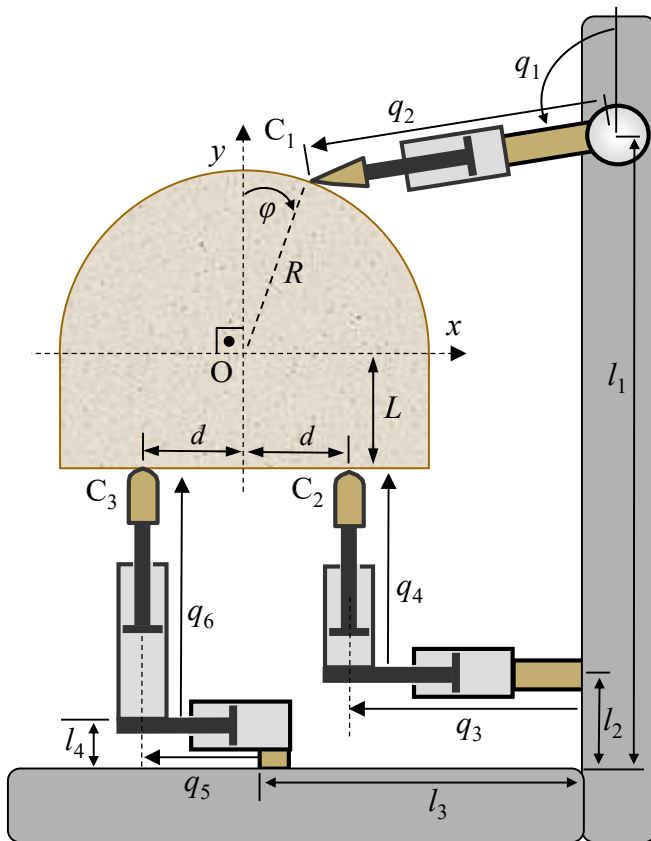


Σχήμα 1: Επίπεδη (planar) ρομποτική λαβή με 2 επαφές σημείου με τριβή.

#### Άσκηση 2

Έστω η ρομποτική λαβή που εικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 2. Υποθέτουμε ότι οι επαφές  $C_2$  και  $C_3$  είναι επαφές σημείου χωρίς τριβή, ενώ η επαφή  $C_1$  είναι επαφή σημείου με τριβή (με συντελεστή τριβής Coulomb ίσο με  $\mu$ ). Τα γεωμετρικά μήκη  $d$  και  $L$ , καθώς και η ακτίνα  $R$  του ημικυκλίου θεωρούνται γνωστά.

(α) Εφαρμόζοντας τις γενικές σχέσεις μετασχηματισμού δυνάμεων/ροπών επαφής, να γραφεί η *μήτρα ρομποτικής λαβής* (grasp matrix)  $G$ , με πλαίσια αναφοράς στις επαφές της επιλογής σας, και να εκφρασθεί ο κώνος τριβής.



(β) Εφαρμόζοντας τη συνθήκη κυρτότητας, να προσδιορισθεί μια αναγκαία σχέση που πρέπει να ικανοποιεί η γωνία  $\varphi \in [-\pi/2, \pi/2]$  ώστε η ρομποτική αυτή λαβή να είναι «κλειστή ως προς δύναμη» (force-closure) στο επίπεδο του Σχήματος.

Σχήμα 2: Επιδέξια ρομποτική λαβή με τρία ρομποτικά δάκτυλα και τρεις επαφές σημείου.