

Robotik I im WS 2017/18

Musterlösungen zum 6. Übungsblatt

Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
M. Sc. Fabian Paus
Dipl.-Inform. Peter Kaiser
Adenauerring 2, Geb. 50.20
Web: <http://h2t.anthropomatik.kit.edu>

Lösung 1

(Reibungsdreiecke)

1. $\beta = \arctan \mu = \arctan 1 = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$
2. Die Reibungsdreiecke sind in Abbildung 1 dargestellt.

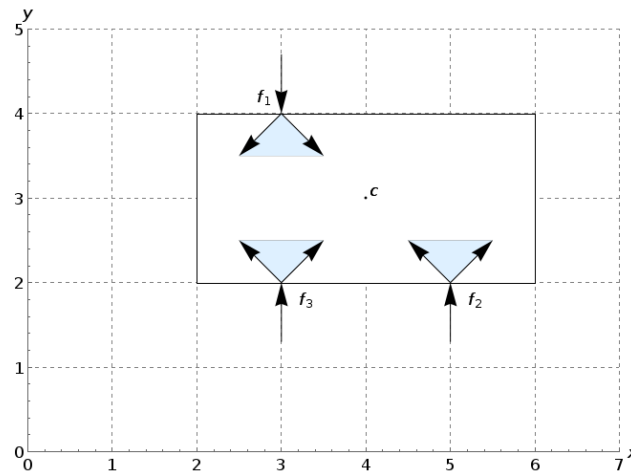


Abbildung 1: Die Reibungsdreiecke an den Punkten p_1 , p_2 und p_3 .

3. Die Reibungskraft f^R wirkt rechtwinklig zu f mit $f_R = \mu f$. Die Vektorsumme ergibt sich zu $f^a = f + f^R$ und $f^b = f - f^R$.

$$f_1^R = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad f_2^R = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad f_3^R = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Somit gilt:

$$f_1^a = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix}, \quad f_1^b = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

$$f_2^a = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}, \quad f_2^b = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

$$f_3^a = \begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}, \quad f_3^b = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}.$$

Lösung 2

(Grasp Wrench Space)

1. Die Verbindungsvektoren zum Schwerpunkt sind:

$$\begin{aligned} d_1 &= (p_1 - c) = (-1, 1)^T, \\ d_2 &= (p_2 - c) = (1, -1)^T, \\ d_3 &= (p_3 - c) = (-1, -1)^T. \end{aligned}$$

Die zugehörigen Momente ergeben sich zu:

$$\begin{aligned} \tau_1^a &= d_1 \times f_1^a = (-1, 1)^T \times (0.5, -0.5)^T = (-1 \cdot -0.5 - 1 \cdot 0.5) = 0, \\ \tau_1^b &= d_1 \times f_1^b = (-1, 1)^T \times (-0.5, -0.5)^T = (-1 \cdot -0.5 - 1 \cdot -0.5) = 1, \\ \tau_2^a &= d_2 \times f_2^a = (1, -1)^T \times (-0.5, 0.5)^T = (1 \cdot 0.5 - -1 \cdot -0.5) = 0, \\ \tau_2^b &= d_2 \times f_2^b = (1, -1)^T \times (0.5, 0.5)^T = (1 \cdot 0.5 - -1 \cdot 0.5) = 1, \\ \tau_3^a &= d_3 \times f_3^a = (-1, -1)^T \times (-0.5, 0.5)^T = (-1 \cdot 0.5 - -1 \cdot -0.5) = -1, \\ \tau_3^b &= d_3 \times f_3^b = (-1, -1)^T \times (0.5, 0.5)^T = (-1 \cdot 0.5 - -1 \cdot 0.5) = 0, \end{aligned}$$

Die *wrenches* sind somit:

$$\begin{aligned} w_1^a &= (0.5, -0.5, 0)^T, \\ w_1^b &= (-0.5, -0.5, 1)^T, \\ w_2^a &= (-0.5, 0.5, 0)^T, \\ w_2^b &= (0.5, 0.5, 1)^T, \\ w_3^a &= (-0.5, 0.5, -1)^T, \\ w_3^b &= (0.5, 0.5, 0)^T. \end{aligned}$$

2. GWS für zwei Punkte:

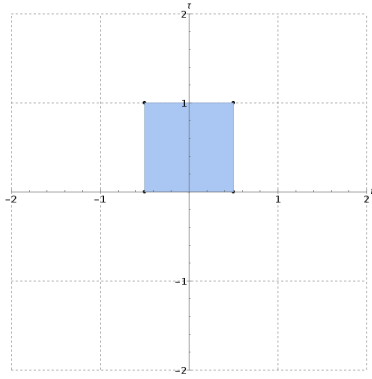


Abbildung 2: Die konvexe Hülle der *wrenches* an den Punkten p_1 und p_2 (Dimensionen f_y und τ).

3. GWS für drei Punkte:

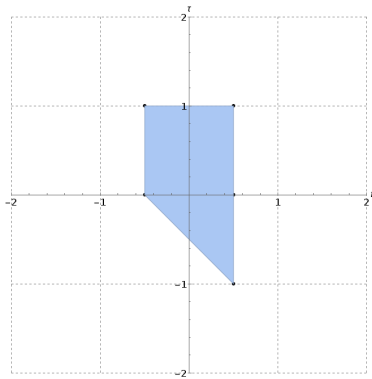


Abbildung 3: Die konvexe Hülle der *wrenches* an den Punkten p_1 , p_2 und p_3 (Dimensionen f_y und τ).

Lösung 3

(Kraftgeschlossenheit)

1. Der Griff ist kraftgeschlossen, da der Ursprung innerhalb der konvexen Hülle der *Wrenches* liegt und der minimale Abstand zum Rand $\varepsilon > 0$ ist.
2. Der Griff ist nicht kraftgeschlossen, da der Ursprung nicht innerhalb der konvexen Hülle der *Wrenches* liegt.
3. Die ε -Metrik ist der minimale Abstand des Ursprungs zum Rand der konvexen Hülle der *Wrenches*. Vorgehen:
 - Wrenches an Kontaktpunkten bestimmen
 - Grasp Wrench Space als konvexe Hülle der Wrenches erstellen
 - Minimalen Abstand des Ursprungs zum Rand der konvexen Hülle bestimmen

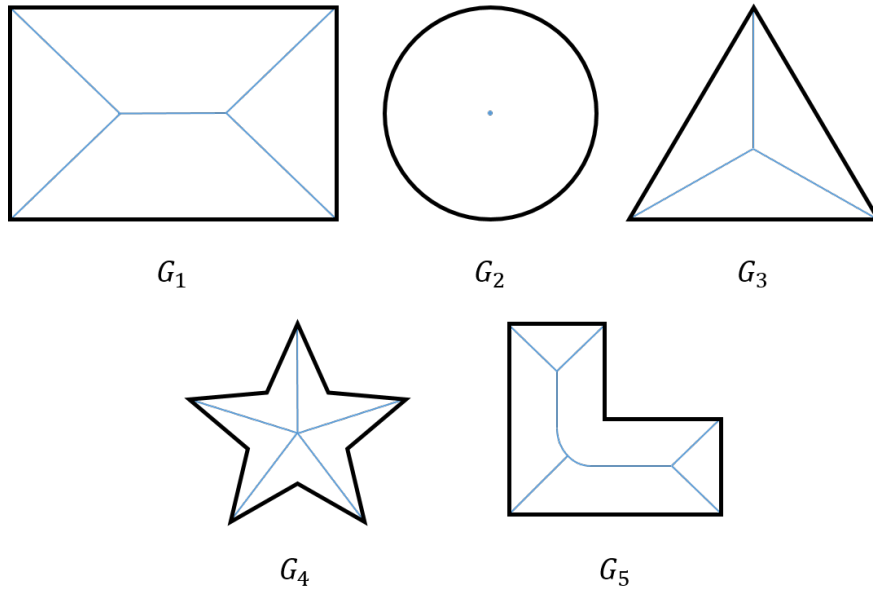
Der Dreifingergriff hat eine ε -Metrik größer Null ($\varepsilon > 0$).

Der Zweifingergriff hat eine ε -Metrik von Null ($\varepsilon = 0$).

Lösung 4

(Mediale Achsen)

Die medialen Achsen der Gebiete $G_1, \dots, G_5$ sind in der folgenden Skizze zu sehen:



Das Prinzip der medialen Achse lässt sich gut visualisieren, indem einige der maximalen Kreise eingezeichnet werden, im Folgenden beispielhaft anhand von Gebiet G_4 :

