KIT-Fakultät für Informatik
Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR)
Hochperformante Humanoide Technologien (H^2T)

Robotik I im WS 2017/18

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

6. Übungsblatt

Termin: 18. Dezember 2017

Aufgabe 1 (Reibungsdreiecke)

Gegeben sei das in Abbildung 1 dargestellte zweidimensionale Objekt mit dem Schwerpunkt $c = (4,3)^T$. Im Folgenden werden Punktkontakte mit Reibung angenommen. Die Kontaktkräfte werden über Reibungsdreiecke dargestellt.

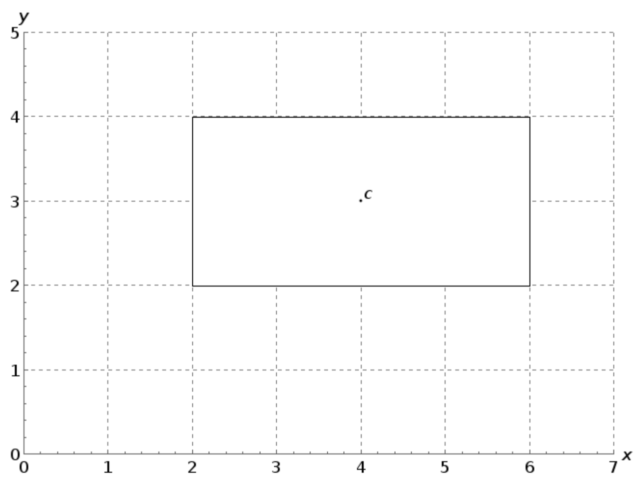

Abbildung 1: Ein zweidimensionales Objekt mit Schwerpunkt c.

1. Berechnen Sie den Öffnungswinkel β eines Reibungsdreiecks für den Reibungskoeffizienten $\mu = 1$.

2. Gegeben seien die Kontaktpunkte $p_1 = (3,4)^T$, $p_2 = (5,2)^T$ und $p_3 = (3,2)^T$ sowie die dazugehörigen Kraftvektoren

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

Zeichnen Sie die Kraftvektoren, sowie die zugehörigen Reibungsdreiecke an den Punkten p_1, p_2 und p_3 ein.

3. Bestimmen Sie jeweils die zwei Kraftvektoren an den Rändern der Reibungsdreiecke.

Aufgabe 2 (Grasp Wrench Space)

Gegeben sei das in Abbildung 2 dargestellte zweidimensionale Objekt mit dem Schwerpunkt $c = (4, 3)^T$ und den Kontaktpunkten $p_1 = (3, 4)^T$, $p_2 = (5, 2)^T$ und $p_3 = (3, 2)^T$. Die Kontaktkräfte betragen: $\boldsymbol{f}_{a,1} = (0.5, -0.5)^T$, $\boldsymbol{f}_{b,1} = (-0.5, -0.5)^T$, $\boldsymbol{f}_{a,2} = \boldsymbol{f}_{a,3} = (-0.5, 0.5)^T$, $\boldsymbol{f}_{b,2} = \boldsymbol{f}_{b,3} = (0.5, 0.5)^T$.

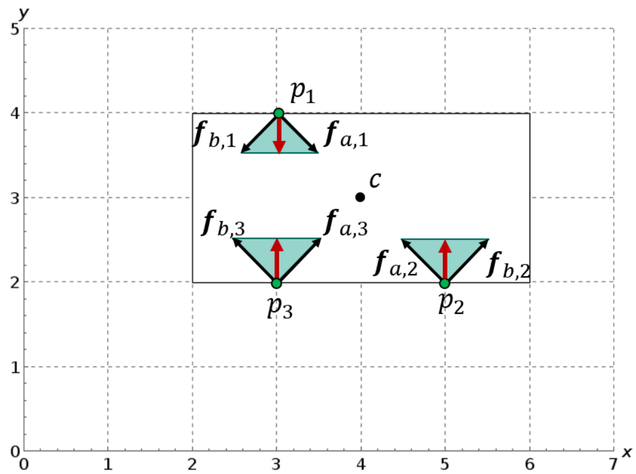

Abbildung 2: Ein zweidimensionales Objekt mit Schwerpunkt c.

1. Bestimmen Sie die durch die Kontakte entstehenden *Wrenches* in 2D.

   Hinweis: Im zweidimensionalen Fall ist das durch eine Kontaktkraft f erzeugte Moment τ ein skalarer Wert, der sich wie folgt berechnet: $\tau = d \times f$, wobei d den Vektor vom Schwerpunkt zum Kontaktpunkt beschreibt.

2. Zeichen Sie in Abbildung 3 die Projektion des *Grasp Wrench Space* auf die (f_y, τ)-Ebene für die Kontakte p_1 und p_2.

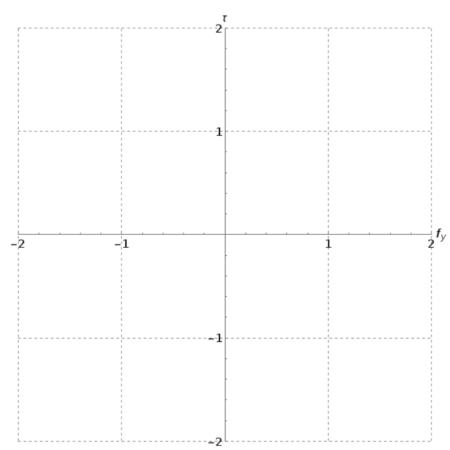

Abbildung 3: Die Dimensionen f_y und τ des Grasp Wrench Space.

3. Zeichen Sie in Abbildung 4 die Projektion des *Grasp Wrench Space* auf die (f_y, τ)-Ebene für die Kontakte p_1, p_2 und p_3.

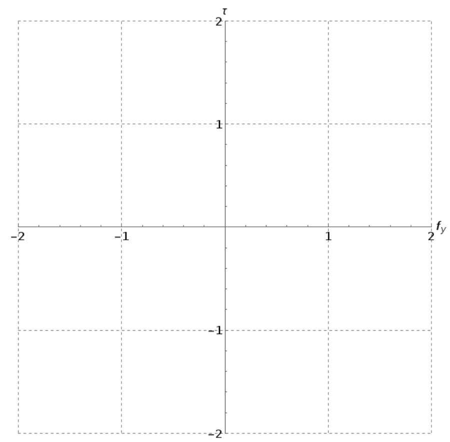

Abbildung 4: Die Dimensionen f_y und τ des Grasp Wrench Space.

Aufgabe 3 (Kraftgeschlossenheit)

Gegeben sei das in Abbildung 5 dargestellte zweidimensionale Objekt mit dem Schwerpunkt $c = (4, 3)^T$. An den drei Kontaktpunkte $p_1 = (3, 4)^T$, $p_2 = (5, 2)^T$ und $p_3 = (3, 2)^T$ treten folgende Wrenches an den Rändern der Reibungsdreiecke auf: $\boldsymbol{w}_{a,1} = (0.5, -0.5, 0)^T, \boldsymbol{w}_{b,1} = (-0.5, -0.5, 1)^T, \boldsymbol{w}_{a,2} = (-0.5, 0.5, 0)^T, \boldsymbol{w}_{b,2} = (0.5, 0.5, 1)^T \boldsymbol{w}_{a,3} = (-0.5, 0.5, -1)^T, \boldsymbol{w}_{b,3} = (0.5, 0.5, 0)^T$.

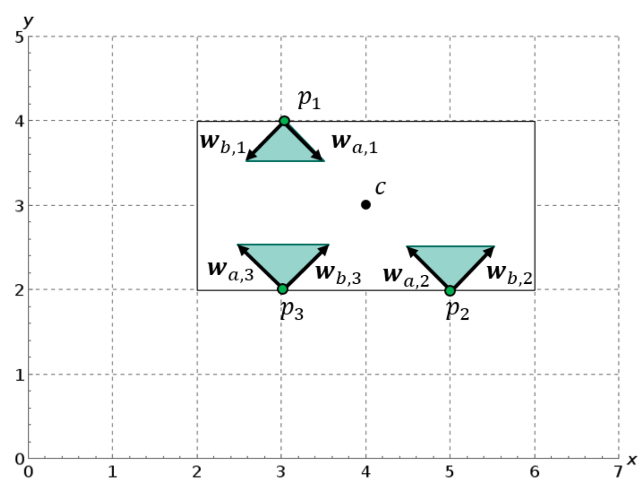

Abbildung 5: Ein zweidimensionales Objekt mit Schwerpunkt c.

1. Ist der Dreifingergriff an den Punkten p_1, p_2 und p_3 kraftgeschlossen? Begründen Sie Ihre Antwort.

2. Ist der Zweifingergriff an den Punkten p_1 und p_2 kraftgeschlossen? Begründen Sie Ihre Antwort.

3. Wie würden Sie die ε-Metrik für die zwei Griffe berechnen? Geben Sie für die beiden Griffe an ob ε größer, kleiner oder gleich 0 ist.

Aufgabe 4 (Mediale Achsen)

Die *mediale Achse* eines zweidimensionalen Gebiets $G \subset \mathbb{R}^2$ ist die Menge der Zentren der maximalen Kreise in G. Ein Kreis K ist maximal in G, wenn $K \subseteq G$ und es keinen Kreis K' gibt, für den gilt $K \subset K' \subseteq G$. Zeichnen Sie die medialen Achsen der Gebiete $G_1, \ldots, G_5$.