

# Aufgabe 4.1

---

Es liegen zwei unterschiedliche Schätzungen für die Position  $\mathbf{x} = (x,y)^T$  eines Roboters als Normalverteilungen vor.

$$\mathbf{x}_1 = (2 \quad 1)^T$$

$$\Sigma_1 = \begin{pmatrix} 56.63 & 20.25 \\ 20.25 & 8.37 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{x}_2 = (4 \quad 3)^T$$

$$\Sigma_2 = \begin{pmatrix} 0.69 & -1.2 \\ -1.2 & 3.56 \end{pmatrix}$$

- a) Visualisieren Sie die Positionen mit ihren Unsicherheiten ( $\sigma$ -Ellipsen).
- b) Fusionieren Sie die beiden Schätzungen zu einem verbessertem Schätzwert, indem Sie das Produkt der Normalverteilungen bilden.
- c) Visualisieren Sie den verbesserten Schätzwert.

# Aufgabe 4.2

Ein Roboter befindet sich mit einer gewissen Unsicherheit an der Position  $\mathbf{u}$ :

$$\mathbf{u} = (x_R, y_R, \theta)^T = (2, 1, 30^\circ)^T$$

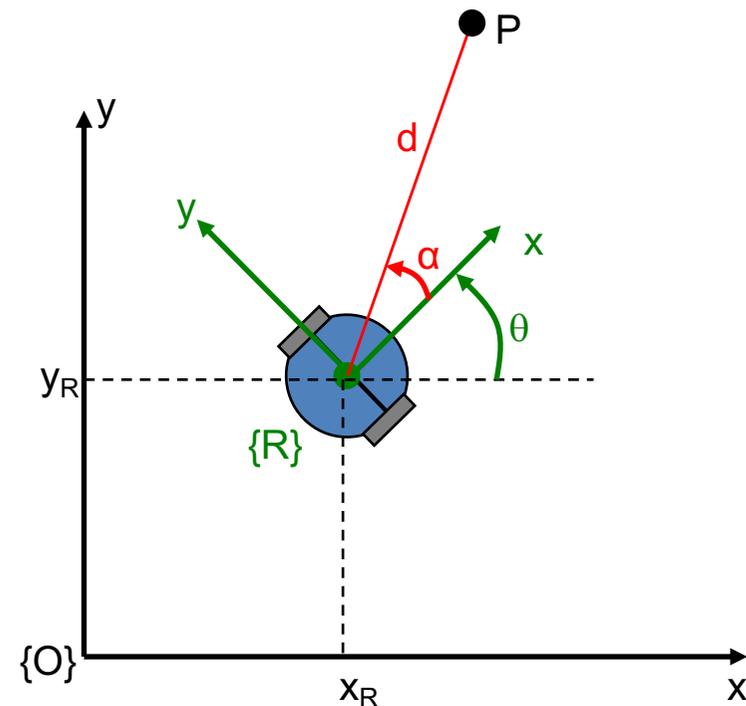
$$\Sigma_{\mathbf{u}} = \begin{pmatrix} 0.025 & -0.015 & 0 \\ -0.015 & 0.025 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_\theta^2 \end{pmatrix} \quad \text{mit } \sigma_\theta = 5^\circ$$

Der Roboter misst in seinem lokalen KS im Abstand  $d$  und im Winkel  $\alpha$  einen Hindernispunkt  $P$ . Die Messung ist mit einer Unsicherheit behaftet.

$$\mathbf{z} = (d, \alpha)^T = (3, 20^\circ)^T$$

$$\Sigma_{\mathbf{z}} = \begin{pmatrix} 0.01 & 0 \\ 0 & \sigma_\alpha^2 \end{pmatrix} \quad \text{mit } \sigma_\alpha = 5^\circ$$

Berechnung Sie die Position von  $P$  und ihre Unsicherheit im globalen KS.



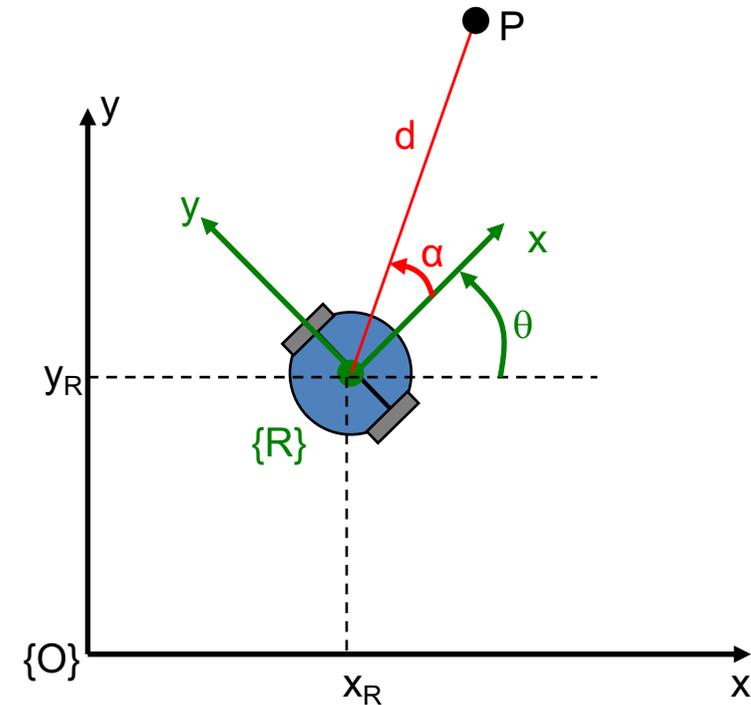
# Lösung zu Aufgabe 4.2

$$\underbrace{\begin{pmatrix} x_P \\ y_P \end{pmatrix}}_y = g \underbrace{\begin{pmatrix} x_R \\ y_R \\ \theta \\ d \\ \alpha \end{pmatrix}}_x = \begin{pmatrix} x_R + d \cos(\alpha + \theta) \\ y_R + d \sin(\alpha + \theta) \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_x = \begin{pmatrix} \Sigma_u & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \Sigma_z \end{pmatrix} \quad \text{mit } \mathbf{u} = \begin{pmatrix} x_R \\ y_R \\ \theta \end{pmatrix} \text{ und } \mathbf{z} = \begin{pmatrix} d \\ \alpha \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \frac{\partial g}{\partial \mathbf{x}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -d \sin(\alpha + \theta) & \cos(\alpha + \theta) & -d \sin(\alpha + \theta) \\ 0 & 1 & d \cos(\alpha + \theta) & \sin(\alpha + \theta) & d \cos(\alpha + \theta) \end{pmatrix}$$

$$\Sigma_y = \mathbf{G} \Sigma_x \mathbf{G}^T$$



# Aufgabe 4.3

---

Die Position  $\mathbf{x}_0 = (x, y)^T$  eines Roboters wird als Normalverteilung geschätzt

$$\boldsymbol{\mu}_{\mathbf{x}_0} = (2 \quad 1)^T$$

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{x}_0} = \begin{pmatrix} 56.63 & 20.25 \\ 20.25 & 8.37 \end{pmatrix}$$

- a) Generieren Sie eine entsprechende Partikelmenge.
- b) Wenden Sie auf die Partikelmenge folgende Systemgleichung einmal an:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \begin{pmatrix} 0 & -2 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \mathbf{x}_k + \begin{pmatrix} 10 \\ 10 \end{pmatrix}$$

- c) Ermitteln Sie aus der Partikelwolke für  $\mathbf{x}_1$  Mittelwert und Kovarianz der Partikelmenge.