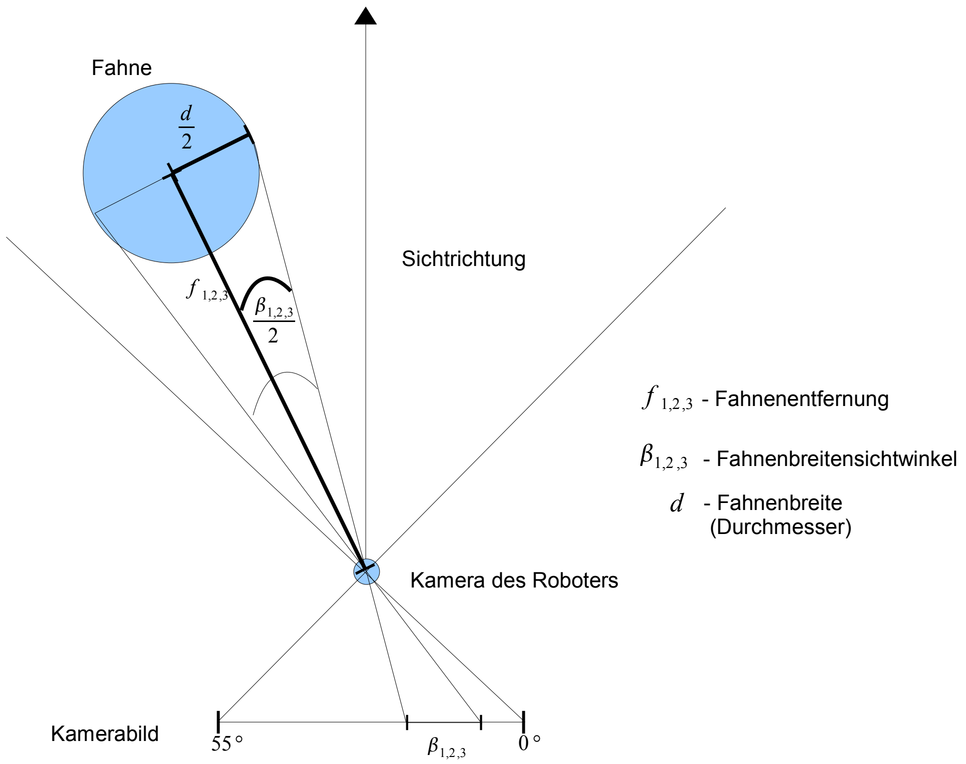
Entfernungsbestimmung des Roboters zur Fahne

Feldansicht von oben: Fahne und Roboter

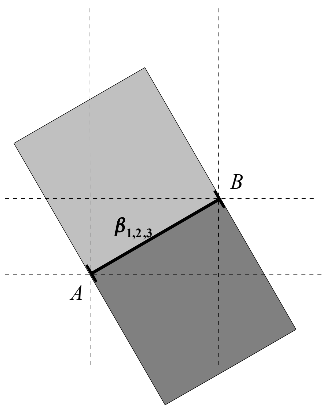


Unter den Annahmen, dass 1. die Fahne ein Zylinder mit einem Durchmesser von 100 mm ist, 2. dass die „Fahnenbreitensichtwinkel“ $\beta_{1,2,3}$ genau die Breite d des Zylinders erfasst, dann gilt für den Abstand f:

$$f_{1,2,3} = \frac{50\,mm}{\tan\left(\frac{\beta_{1,2,3}}{2}\right)} \quad . \tag{1}$$

Imageprozessorberechnung von $\beta_{1,2,3}$ und $\alpha_{1,2}$

Frontansicht Beispiel: schiefstehenden Fahne



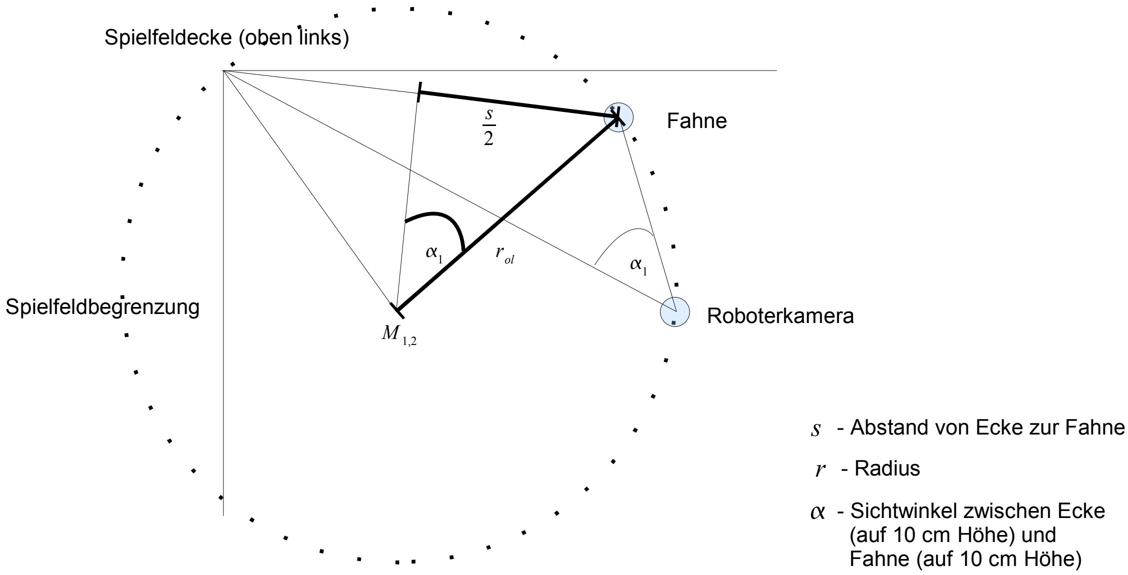
Unter der Annahme, dass der Imageprozessor nur die x und y Koordinaten beliebiger Pixel A und B des Bildes zurückliefert (Ursprung ist links unten im Bild), lassen sich damit die Fahnenbreitensichtwinkel $\beta_{1,2,3}$(am Übergang von weiß zur Farbe) berechnen, mit $x_{ges_{1,2,3}}$ und $y_{ges_{1,2,3}}$ als Breite und Höhe des Bildes:

$$\beta_{1,2,3} = \sqrt{\left(\frac{55\cdot(|B_x - A_x|)}{x_{ges}}\right)^2 + \left(\frac{44\cdot(|B_y - A_y|)}{y_{ges}}\right)^2} \quad . \tag{2}$$

Diese Winkelberechnung gilt natürlich auch für die Winkel $\alpha_{1,2}$ auf Seite 2 zwischen Fuß der Fahne und Spielfeldecke auf dem Boden.

Entfernungsbestimmung des Roboters zur Fahne und Spielfeldecke

Feldansicht von oben: Fahne und Roboter auf Kreisbahn um $M_{1,2}$



Für s gilt: $s=\sqrt{1650^2+50^2}=1650{,}757$.

Für r gilt: $r_{ol,ul}=\frac{s}{2\cdot\sin(\alpha_{1,2})}$.

Kreisgleichung mit (x_M, y_M) als Mitelpunkt: $(x-x_M)^2+(y-y_M)^2=r^2$

<u>Für $M_1=(x_{M_1}, y_{M_1}), r_{ol}$ gilt nach der Kreisgleichung mit den 2 Peripheriepunkten: Ecke (oben links) mit (-3000;2000) und Fahne (oben links) mit (-1650;1950):</u>

$$I\ (x_{M_1}+3000)^2+(y_{M_1}-2000)^2=r_{ol}^2$$
$$II\ (x_{M_1}+1650)^2+(y_{M_1}-1950)^2=r_{ol}^2$$

und damit:
$$x_{M_1}=-2325\pm\sqrt{-625+\frac{r_{ol}^2}{730}},\ y_{M_1}=27\cdot x_{M_1}+64750 .$$

Da nur der unteren Schnittpunkt in Frage kommt, gilt der 2. Fall (-):

$$M_1=(x_{M_1}, y_{M_1})=(-2325-\sqrt{-625+\frac{r_{ol}^2}{730}},\ 27\cdot x_{M_1}+64750) .$$

<u>Analog gilt für $M_2=(x_{M_2}, y_{M_2}), r_{ul}$ unten links:</u>

$$I\ (x_{M_2}+3000)^2+(y_{M_2}+2000)^2=r_{ul}^2$$
$$II\ (x_{M_2}+1650)^2+(y_{M_2}+1950)^2=r_{ul}^2$$

und damit:
$$x_{M_2}=-2325\pm\sqrt{-625+\frac{r_{ul}^2}{730}},\ y_{M_2}=-27\cdot x_{M_2}-64750 .$$

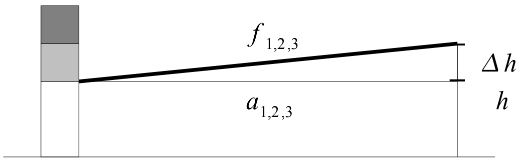
Da hier nur der obere Schnittpunkt in Frage kommt, gilt der 2. Fall (-):

$$M_2=(x_{M_2}, y_{M_2})=(-2325-\sqrt{-625+\frac{r_{ul}^2}{730}},-27\cdot x_{M_2}-64750) .$$

Fehlerbetrachtung

Da die Tatsächliche Höhe der Kamera bei 120 bis 150 mm liegt und wir aber mit Hilfe der $\beta_{1,2,3}$ die Entfernung zu den Fahnen in in Höhe von 100mm bestimmt haben, müssten wir die folgenden Abhängigkeiten beachten, die im Programm aus Zeitgründen nicht mehr umgesetzt werden konnten:

Abstand zur Fahne:



$$a_{1,2,3}=\sqrt{(f_{1,2,3})^2-(\Delta h)^2}$$

$$\Delta h=[20;50]$$

Die Winkel $\beta_{1,2,3}$, als auch $\alpha_{1,2}$ haben wir mit dem Fehlerintervall von [-0,25;+0,25] Grad versehen.

Da $M_{1,2}$ von $\alpha_{1,2}$ abhängig ist, liegen die $M_{1,2}$ jeweils auf einer Strecke bedingt durch den Fehler von 0,25° in $\alpha_{1,2}$. Wenn nun die hälfte dieser Strecke zwischen den Grenz- $M_{1,2}$ der Strecke genommen würde und auf den Radius der ohne hin schon durch $\alpha_{1,2}$ fehlerbehaftet ist noch dazuaddiert würde, kann man von nicht $\alpha_{1,2}$-fehlerbehafteten Mittelpunkten $M_{1,2}$ ausgehen.
Leider konnten wir dies nicht mehr im Programm realisieren.

Constraints

Variablen, Domänen:

$$V=\{R_x, R_y\}$$
$$D=[-3000;3000]\times[-2000;2000]$$

$(R_x;R_y)$ steht für die mögliche Roboterposition auf dem Feld.

Für die Roboterpositionen auf einer Kreisbahn um die 3 Fahnen gilt nach der Kreisgleichung mit den 3 Fahnen jeweils als Mittelpunkt (Constraints):

$$C_1=\{[R_x, R_y] \mid (R_x+1350)^2+(R_y+1950)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_1}{2})}\right)^2-(\Delta h)^2}\right)^2=\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_1}{2})}\right)^2\}$$

$$C_2=\{[R_x, R_y] \mid (R_x+1350)^2+(R_y-1950)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_2}{2})}\right)^2-(\Delta h)^2}\right)^2=\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_2}{2})}\right)^2\}$$

$$C_3=\{[R_x, R_y] \mid (R_x-1350)^2+(R_y-1950)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_3}{2})}\right)^2-(\Delta h)^2}\right)^2=\left(\frac{50}{\tan(\frac{\beta_3}{2})}\right)^2\}$$

Für die Roboterpositionen auf den 2 Kreisbahnen um $M_{1,2}$ gilt nach der Kreisgleichung mit $M_{1,2}$ als Mittelpunkte (Constraints):

$$C_4=\{[R_x, R_y] \mid \left(R_x+2325+\sqrt{-625+\frac{\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_1)}\right)^2}{730}}\right)^2+\left(R_y-27\left(-2325-\sqrt{-625+\frac{\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_1)}\right)^2}{730}}-64750\right)\right)^2=\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_1)}\right)^2\}$$

$$C_5=\{[\alpha_2, R_x, R_y] \mid \left(R_x+2325+\sqrt{-625+\frac{\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_2)}\right)^2}{730}}\right)^2+\left(R_y+27\left(-2325-\sqrt{-625+\frac{\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_2)}\right)^2}{730}}\right)+64750\right)^2=\left(\frac{1650{,}757}{2\cdot\sin(\alpha_2)}\right)^2\}$$