

Übung 2 - Einführung in die künstliche Intelligenz

13. Dezember 2006

Paul Feigelfeld - 183003, Lucas Heimberg - 178126

1. seien f_x^i, f_y^i für $1 \leq i \leq 3$ die Koordinaten der Flaggen auf dem Spielfeld und $f_d^i, f_{d'}^i$ die untere bzw. obere Grenze für den Intervall, in dem (meßfehlerbedingt) die Distanz zwischen Flagge und Roboter liegt. Dann sind Constraints für die Roboterposition x, y : (für $1 \leq i \leq 3$)

$$C_i := \left\{ [x, y] \mid f_d^i \leq \sqrt{(x - f_x^i)^2 + (y - f_y^i)^2} \leq f_{d'}^i \right\}$$

Auf gleiche Weise ist auch eine Constraint für die beiden in den Bildern erkennbaren Spielfeldecken (unten links, oben links) mit den Koordinaten e_x^j, e_y^j und dem Distanzintervall $[e_d^j, e_{d'}^j]$ für $j \in \{1, 2\}$ motiviert:

$$C_e^j := \left\{ [x, y] \mid e_d^j \leq \sqrt{(x - e_x^j)^2 + (y - e_y^j)^2} \leq e_{d'}^j \right\}$$

In der Implementation sind die Constraints in einzelne Constraints für die jeweils untere und obere Intervallgrenze aufgeteilt.

2. (a) Entfernungen zu den Flaggen: Aus dem Neigungswinkel der Flagge in einem Bild ist durch eine Rotation der Eckpunkte der Flagge eine „Bounding-Box“ für die reale Breite bzw. Höhe der Flagge errechenbar. Aus dem Winkel zum linken und rechten ersten Punkt der Flagge im Kamerabild und der Breite der Bounding-Box ergibt sich die Distanz der Flagge von der Kamera. (in einem Fehlerintervall, die Distanz ist am kleinsten wenn der linke Winkel tatsächlich um $0,25^\circ$ nach rechts und der rechte Winkel um $0,25^\circ$ nach links abweicht; die größte Distanz ergibt sich analog auf umgekehrte Weise)
Entfernung zur Spielfeldecke: Aus dem Neigungswinkel des Bildes ergibt sich eine Bounding-Box um die geneigte Spielfeldecke (die Kante mit der geschätzten Höhe der Bande von 500mm). Analog zur Berechnung der Distanz zu einer Flagge ist hier wieder die Höhe der Bounding-Box der Spielfeldecke im Bild, und damit der zwischen Ober- und Unterkante aufgespannte Winkel errechenbar.

- Bild 1: (Beispielrechnung) Die Flagge hat im Bild eine Höhe von 35mm, der obere linke Eckpunkt ist um 3mm nach links verschoben gegenüber dem unteren linken Eckpunkt. Der Neigungswinkel α ist gleich $\arccos \frac{2(35)^2 - 3^2}{2(35)^2} \approx 5^\circ$

Die Bounding-Box der entsprechend gekippten realen Flagge hat damit eine Breite von $b = 134mm$

Aus den Abmaßen des Kamerabildes (180mm x 140mm) und des linken und rechten ersten Berührungspunktes mit dem Abbild der Flagge bei 72mm bzw. 83mm ergeben sich der linke und der rechte Winkel $\beta_1 = (55^\circ/180)72 = 22^\circ$, $\beta_2 = (55^\circ/180)83 = 25,36^\circ$. Da der Kamerafehler bei $\pm 0,25^\circ$ liegt, liegt der Winkel der von linkem und rechtem Flaggenrand aufgespannt wird, im Intervall $\beta = [2,86^\circ; 3,86^\circ]$. Aus diesem Intervall ergeben sich die obere bzw. untere Grenze des Intervalls der Distanz der Flagge

von der Kamera zu jeweils $[d_1; d_2] = b \frac{\sin \frac{180^\circ - [2,86^\circ; 3,86^\circ]}{2}}{\sin [2,86^\circ; 3,86^\circ]} = [1995,98mm; 2693,37mm]$. Die Spielfeldecke hat im Bild eine Höhe von 25mm, die reale Spielfeldecke hat bei einem Neigungswinkel von 5° eine vertikale Erstreckung von 498mm. Analog zur Distanzberechnung der Flagge liegt die Entfernung des Roboters zur Spielfeldecke im Intervall $[3471mm; 3881mm]$.

- Bild 2:

$$\alpha = 4,3^\circ$$

$$b = 129,71mm$$

$$\text{Bildabmessungen: } 182mm \times 141mm$$

$$\text{linker/rechter Rand der Flagge im Bild: } 138mm/151mm$$

$$\text{linker/rechter Winkel: } \beta_1 = 41,7^\circ, \beta_2 = 45,63^\circ$$

$$\beta = [3,43^\circ; 4,43^\circ]$$

$$d = [1678,57mm; 2167,9mm]$$

$$\text{oberer/unterer Rand der Spielfeldecke im Bild: } 55m/80mm$$

$$d_{\text{Ecke}} = [3095mm; 3470mm]$$

- Bild 3:

$$\alpha = 11,8^\circ$$

$$b = 179,69mm$$

$$\text{Bildabmessungen: } 183mm \times 140mm$$

$$\text{linker/rechter Rand der Flagge im Bild: } 108mm/123mm$$

$$\text{linker/rechter Winkel: } \beta_1 = 32,46^\circ, \beta_2 = 36,97^\circ$$

$$\beta = [4^\circ; 5^\circ]$$

$$d = [2056,32mm; 2569,06mm]$$

3. Programm:

- Kompilieren mit
`javac Robot.java`
(ab Java 1.5)

- Ausführen mit


```
java Robot
```
- Dateien:
 - BinConstraint.java: Klasse für binäre Constraints
 - Constants.java: enthält Flaggenposition und gemessene Distanzen
 - Constraint.java: Superklasse aller Constraints
 - Corner.java: Klasse für Spielfeldecken
 - CSP.java: Constraint-Algorithmus
 - Flag.java: Klasse für Flaggen
 - InconsistencyException.java: Ausnahme für inkonsistente Meßwerte
 - Interval.java: Intervall-Klasse (Superklasse für Variablen)
 - P2D.java: Punkt in der Ebene
 - ReferencePoint.java: kapselt Position und Distanzintervall eines Referenzpunktes auf dem Feld
 - Robot.java: Hauptprogramm, Initialisierung mit Meßwerten und Ergebnisausgabe
 - Dokumentation.pdf: diese Datei
 - Variable.java: Klasse für benannte Variablen über Intervalle
 - XDistToReferencePointConstraint.java: Constraint über die Entfernung des Roboters zu einem Referenzpunkt
 - YDistToReferencePointConstraint.java: analog