# 7. Umweltmodellierung

Repräsentation des Wissens über die Umwelt im Local Perceptual Space (LPS)

# 7.1 Kartographie

Zunächst Kartenbildung mit Laserscans. Später Erweiterung um Bildinformationen.

Im ersten Schritt: Filterung der Laserdaten

#### Medianfilter

Ersetzung Ausreißer im Scan durch geeignete Messwerte. Legen Fenster um Ausreißer. Ersetzung Ausreißer durch Median im Fenster

### Beispiel:

Laserscan: ... 1,0 ~1,2 1,3 2,2 1,4 1,4~ 1,5 ...

2.2 ist ausreißer. Bildung des Fensters mit größe 5. Ersetzen 2,2 mit Median = 1,4.

### Reduktionsfilter

Sukzessive Zusammenfassung von Punktwolken zu einem Punkt (Schwerpunkt) im Kreis um nächstgelegenen Punkt.

#### **Fusion der Datenströme**

- Kalman-Filter (-> Signalverarbeitung)
- Ocupancy-Grid (-> hier)

# **Occupancy-Grid**

Segmentierung Umfeld in Gitter, Eintragung Sensormesswerte in Gitterzellen, bei hinreichen viele Eintragungen in einer Zelle wird Zelle als belegt markiert. Größe Gitterzellen frei wählbar und richtet sich nach Größe zu erwartender Umfeldobjekte.

#### Beispiel:

Fahrzeug mit zwei Entfernungsensoren, Kreisförmiger Gitter mit Zunahme Gitterradien

Bei exakten Sensoren hinreichen wenn ein Sensor Belegung erkennt. Bei unsicheren Sensoren werden Unsicherheiten in den MEsswerten durch Wahrscheinlichkeiten ausgedrückt.

Berechnung Belegheitswahrscheinlichkeit über Evidenztheorie (Dempster-Shafer-Theorie): Verallgemeinerung Satz von Bayes.

Geg: Menge sich gegenseitig ausschließender Ereignisse theta (Wahrnehmungsrahmen)

#### Massefunktion m:

 $2^n - [0,1]$  mit m (theta) = 0 und SUM(x e  $2^n$ ) m(x) = 1

ordnet jedem Eregnis eine Wahrscheinlichkeit zu.

Kombinationsregel (+):

 $m1 \oplus m2$  (x): ja muss ich jemanden fragen kb abzuzeichnen etz.

⊕ ist Kommutativ und Assoziativ

7. Umweltmodellierung 1

Anpassung ⊕ auf Datenfusion mit zwei Sensoren

 $\Theta = \{B,B'\}$  mit B und B Zelle belegt erkannt und B' Zelle frei erkannt

$$2 \oplus = \{\emptyset, \{B\}, \{B'\}, \Theta\}$$

 $m1 \oplus m2$  (B) := m1(B) m2(B) + m1( $\Theta$ )m2(B) + m1(B)m2( $\Theta$ ) / 1 - m1(B')m2(B) - m2(B')m1(B)

m(⊖): Unschlüssigkeit Belegungsmessung bei exakten Sensoren 0

Gegeben: Messungen von Radar & Laserscanner bezogen auf eine Gitterzelle.

```
m radar (B) = 0.6 m laser (B) = 0.7
```

m radar (θ) = 0.2 m laser (θ) = 0.1

# 7.2 Selbstlokalisation

Ziel: Bestimmung Fahrzeugposition in Karte anhand aktueller Sensordaten

Hier: Laserscanner als Sensor (SLAM)

Formale Aufgabe: Geg: Scan t (Referenzscan der Karte)

Scan s (Aktuell aufgenommener Scan)

Geg: I Lokalität des Fahrzeugs in der Karte

match(I) -> p (I) e [0,1]

p(l) ist umso größer, je besser sich s mit t nach bester Verschiebung und Drehung überdeckt

Die Berechnung von match ist ein Suchproblem im mehrdimensionalen Raum.

Vereinfachung Suchproblem durch Annahmen

· Gauß -Verteilung

Approximation durch Gauß-Funktion, Verwendung von Erwartungswert und Varianz

• Lokalitätsannahme

Ungefähre von s im Koordinatensystem von t, z.B. durch GNSS oder Odometriedaten

Damit scan-match als neue Funktion mit

```
scan-match (s,t) = (\mu match, \Sigma match) mit \mu match = (1x1y1\Theta)^{-1} Erwartungswert => Lokalität des Fahrzeug \Sigma match = (crazy Matrix) => Genauigkeit der Lokalität
```

## **Beispiel:**

Gängiger Algorithmus:

Markov-Lokalisation:

- 1. Vorhersage von I unter Verwendung von Odometriedaten (ungenau Position)
- 2. Vorhersage von I mit scan-match
- 3. Beschleunigung, Berechnung scan-match durch rekursive Anwendung Partikalfilter -> Laborübung

7. Umweltmodellierung 2

<sup>^</sup> unschlüssigkeit (Sensor ist sich nicht sicher)