

Optimierung von Sensornetzen

Daniel Kniese
Mitja Richter

1. März 2013

Inhaltsverzeichnis

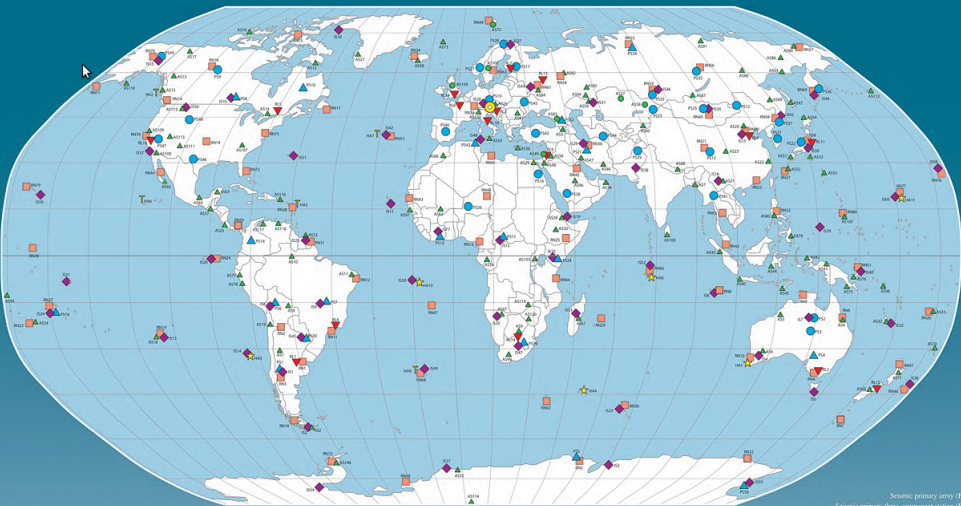
- 1 Sensornetze
 - statische Netze
 - mobile Netze
- 2 Problemaufbau
 - Einsatzgebiet
 - Vonoroi-Partitionen
 - Aufgabenstellung
 - Annahmen
 - Algorithmus
- 3 Wofür brauchen wir KI?
 - Annahmen
 - Neuronale Netze
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit

Inhaltsverzeichnis

- 1 Sensornetze
 - statische Netze
 - mobile Netze
- 2 Problemaufbau
- 3 Wofür brauchen wir KI?
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit

Anwendungen statischer Netze

INTERNATIONAL MONITORING SYSTEM



Vorteile statischer Sensornetze

Anwendungen mobiler Sensornetze

- militärische Überwachung (Beispiele)
- Überwachung des Ökosystems (Beispiele)

Vorteile mobiler Netze

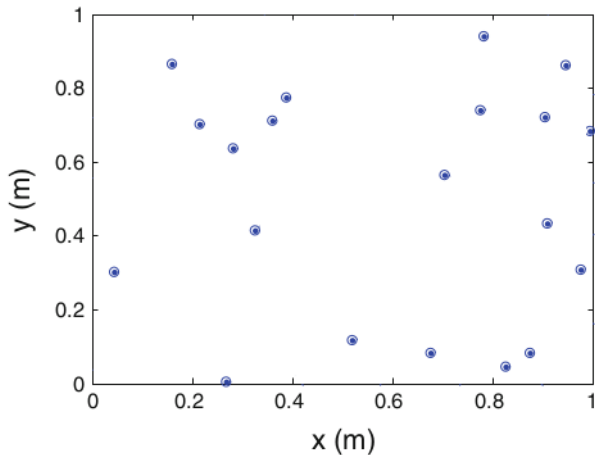
Vorteile:

- großer Einsatzbereich
- skalierbar
- flexibel
- Infrastruktur

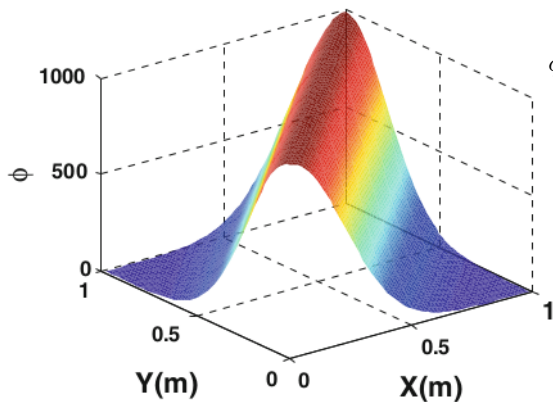
Inhaltsverzeichnis

- 1 Sensornetze
- 2 Problemaufbau
 - Einsatzgebiet
 - Voronoi-Partitionen
 - Aufgabenstellung
 - Annahmen
 - Algorithmus
- 3 Wofür brauchen wir KI?
- 4 Ergebnisse

Einsatzgebiet



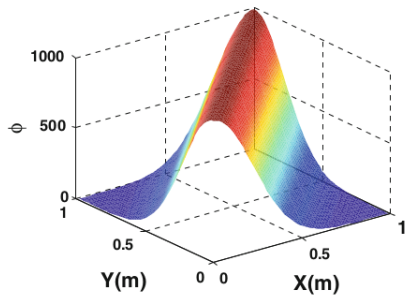
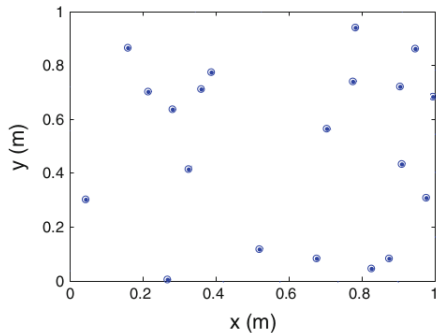
Sensorfunktion



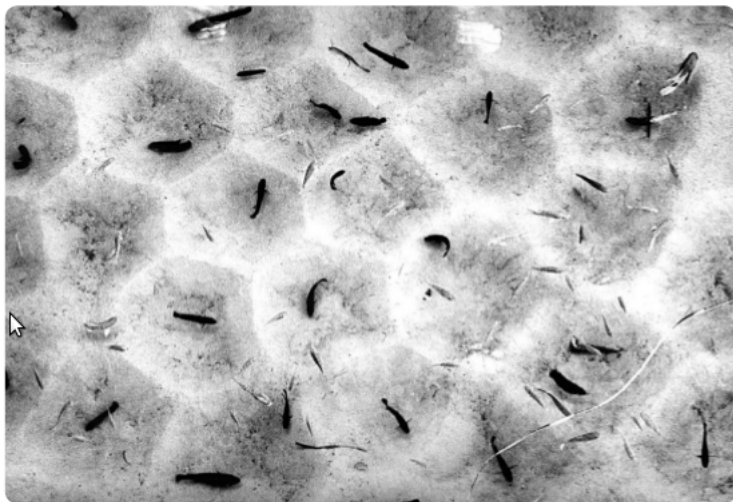
$$\phi(x, y) = a \cdot \exp(-b(x - y)^2)$$

mit $a = 1000$ und $b = -10$

Sensorfunktion



Aufteilung



Voronoi-Partitionen

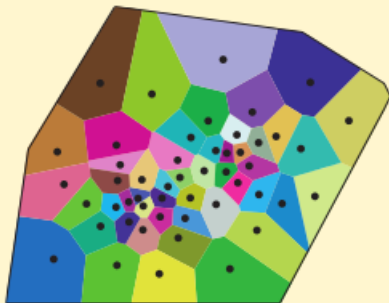
Gegeben sei:

- Menge $S \subset \mathbb{R}^2$
- Menge $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\} \subset S$

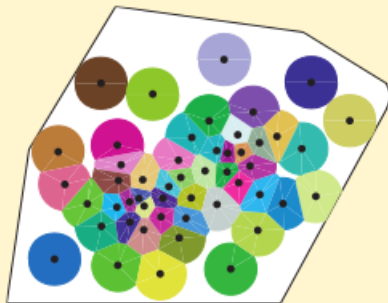
Dann sei die Menge der Voronoi-Partitionen
 $\{V_1(P), V_2(P), \dots, V_n(p)\}$ gegeben durch:

- $V_i(P) = \{q \in S \mid \|q - p_i\| \leq \|q - p_j\|, \forall p_j \in P\}$

Voronoi-Partitionen

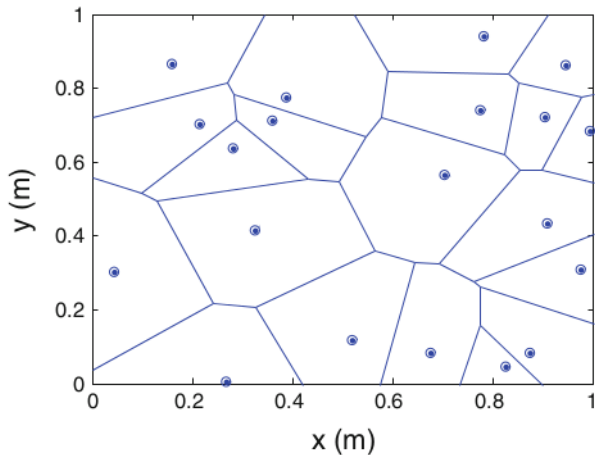


(a)

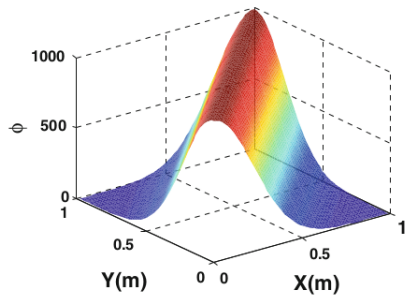
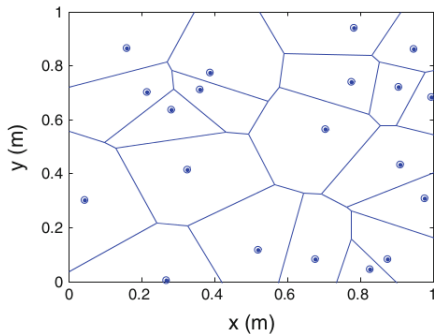


(b)

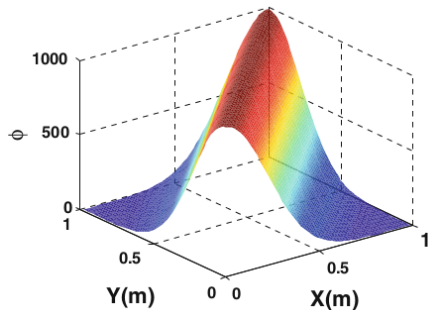
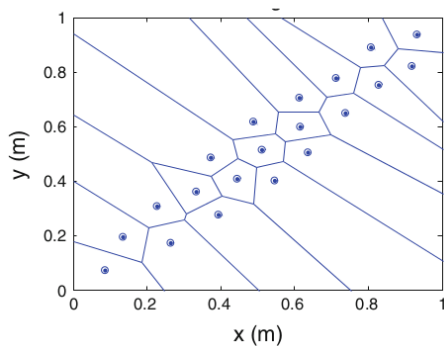
Voronoi-Partitionen



Was ist das Ziel?



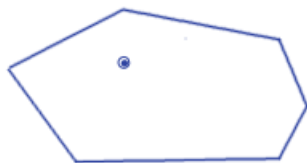
Was ist das Ziel



Wie wird dieses Ziel formalisiert

- Unverlässlichkeit der Sensorinformationen eines Roboters mit einer quadratischen Funktion $f(x)$:
$$f(\|q - p_i\|) = \frac{1}{2}(\|q - p_i\|)^2$$
- Systemperformanz wird in Abdeckungsfunktion gemessen:
$$H(p_1, \dots, p_n) = \sum_{i=1}^N \int_{V_i} \frac{1}{2}(\|q - p_i\|)^2 \phi(q) dq$$
- Minimierung \rightarrow Optimalität

Vergleich Voronoi-Partition und Festkörper



Schwerpunkt über Sensorfunktion \longrightarrow Schwerpunkt über Dichtefunktion

Festkörpereigenschaften

Bestimmte Eigenschaften können auch auf Voronoi-Partitionen übertragen werden:

- Massemoment:

$$M_{V_i} = \int_{V_i} \phi(q) dq$$

- Erstes Moment:

$$L_{V_i} = \int_{V_i} q \phi(q) dq$$

- Schwerpunkt:

$$C_{V_i} = \frac{M_{V_i}}{L_{V_i}}$$

Optimierung

Vereinfachung für Optimierung:

- $\frac{\delta H}{\delta p_i} = - \int_{V_i} (q - p_i) \phi(q) dq = -M_{V_i}(C_{V_i} - L_{V_i})$

→ Optimalität wenn Roboter in jeweiligen Schwerpunkten der Voronoi-Partitionen

- Finden globaler Minima ist NP-Hart → Beschränkung auf lokale Minima

Wie bewegt sich der Roboter?

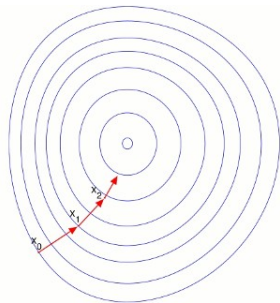
Bewegung des Roboters modelliert durch:

- $\dot{p} = u_i$

wobei das control law u_i gegeben ist durch:

- $u_i = k_i(p_i - C_{V_i})$

p_i macht Gradientenabstieg



Annahmen

- Sensorfunktion bekannt
- Sensorfunktion konstant
- Roboter kann eigene Voronoi-Partition berechnen

Algorithmus zur Optimierung von h

Loop:

- Abstand zu anderen Robotern berechnen
- eigene Voronoi-Partition berechnen
- den Schwerpunkt C_{V_i} berechnen
- control-input $u_i = k_i(p_i - C_{V_i})$ anwenden

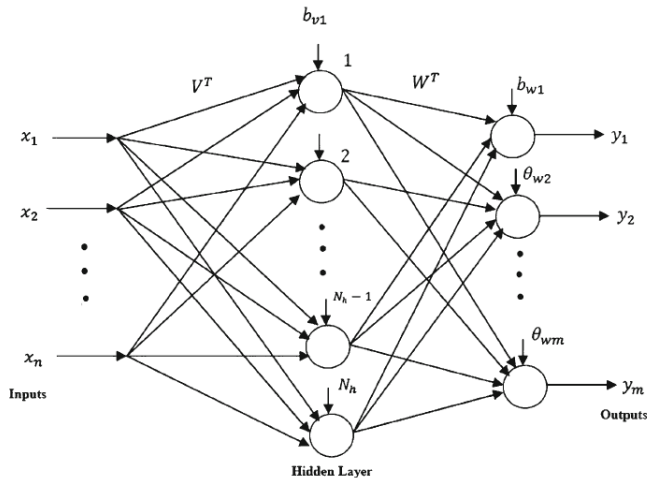
Inhaltsverzeichnis

- 1 Sensornetze
- 2 Problemaufbau
- 3 Wofür brauchen wir KI?
 - Annahmen
 - Neuronale Netze
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit

Annahmen

- Sensorfunktion **nicht** bekannt
- Roboter kann Funktionswert an seiner Stelle messen
- Sensorfunktion konstant
- Roboter kann eigene Voronoi-Partition berechnen

Neuronales Netzwerk zur Abschätzung von H



Inhaltsverzeichnis

- 1 Sensornetze
- 2 Problemaufbau
- 3 Wofür brauchen wir KI?
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit

Inhaltsverzeichnis

- 1 Sensornetze
- 2 Problemaufbau
- 3 Wofür brauchen wir KI?
- 4 Ergebnisse
- 5 Fazit