

# Funktionsprinzipien und Anwendung von Algorithmen zur Pfadplanung

Eine kurze Einführung mit Beispielen

Bernardo Cordero, Simon Deutscher, Felix Kalchschmid

Hochschule Trier

30. Juni 2020

- ① Grundlagen
  - ① Darstellung des Raums
  - ② Graphen
- ② Algorithmen
- ③ tutorial
  - ① Environments
  - ② Blocks
- ④ Anwendungen
- ⑤ Animationen
- ⑥ Zeichnungen mit Animationen

# Was ist Pfadplanung?

## Eine Einführung

- Pfadplanung ist die Spezifizierung einer Aufgabe in einer Hochsprache, die ein Roboter verstehen und ausführen soll.
- *Roboter*, *Agent* oder *Player* ist der Nutzer eines Plans, mit dem er Entscheidungen trifft.
  - Roboter sollen seiner Umgebung verstehen
  - Roboter haben Bewegungseinschränkungen



Abbildung 1: Testbild in einem figure float

- Der Arbeitsraum ist die Welt, in dem der Roboter sich befindet
- Konfigurationsraum ist der Raum aller seine Konfigurationen
  - Konfiguration ist die Position der Roboter in seiner verständliche Sprache
  - Hindernisse sind ungültige Konfigurationen
  - Freier Raum ist die Gruppe von Konfigurationen ohne Kollisionen

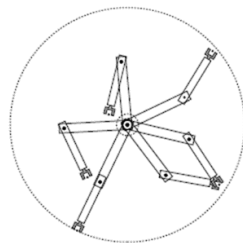


Abbildung 2: Testbild in einem figure float

- Punkte in dem Konfigurationsraum bekommen eine Potentialvektor.
  - Sie wehren Hindernisse ab
  - Sie werden vom Ziel angezogen

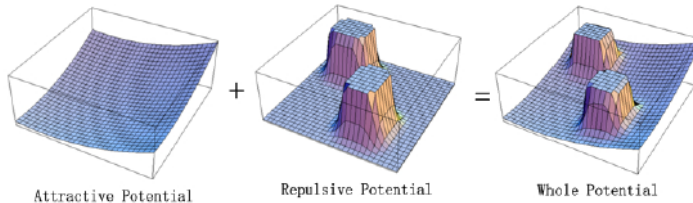


Abbildung 3: Testbild in einem figure float

- Die Punkte des Konfigurationsraum verbinden
- Bewegung in Roadmap durch:
  - Roadmap eintreten
  - Roadmap durchlaufen
  - Ziel erreichen
- Sichtbarkeitsgraphen sind Roadmaps

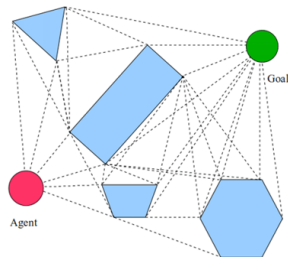


Abbildung 4: Testbild in einem figure float

- Teilung des freien Raums in Zellen
  - Verbindungen zwischen anliegenden Zellen speichern
- Zellen enthalten Start- und Endkonfigurationen beim Pfadfindung.

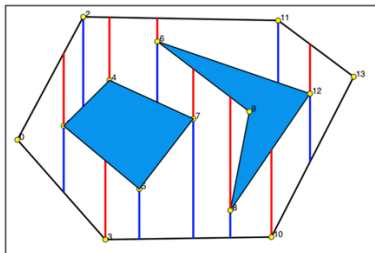


Abbildung 5: Testbild in einem figure float

- Graphen sind gut für Pfadfindung
- Ein Graph besteht aus Knoten, Kanten und Kosten
- Gerichteter Graphen unterscheiden ausgehende und eingehende Kanten

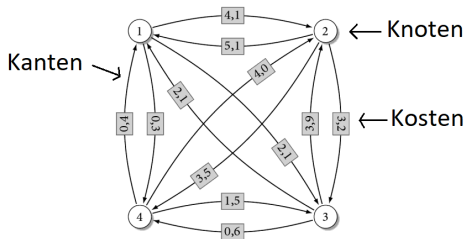


Abbildung 6: Testbild in einem figure float



- Hierarchische Darstellung von Graphen
- Ein Baum hat ein Wurzel
- Knoten haben Tiefe: Entfernung von Wurzel

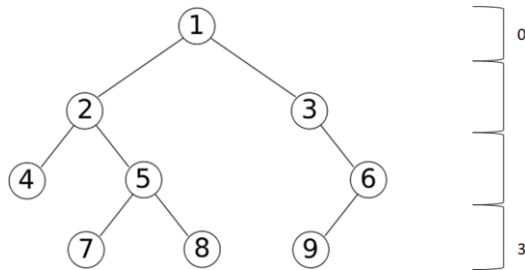


Abbildung 7: Testbild in einem figure float

- Navigationsnetze definieren der freie Raum als polygonale Bereiche
- Verbindungen zwischen Bereiche sind in Navigationsgraph gespeichert
- Start und Endkonfigurationen befinden sich in die Bereiche

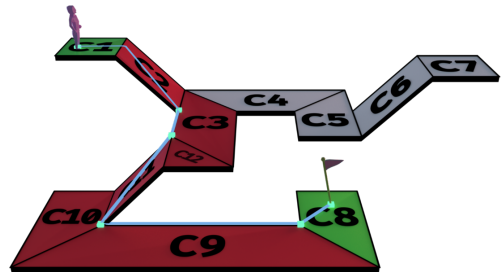


Abbildung 8: Testbild in einem figure float

- Raum in Felder definieren
  - Felder können verschieden Formen haben
- Die Felder kennen ihre Nachbarn

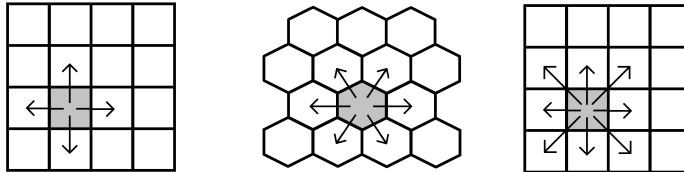


Abbildung 9: Testbild in einem figure float

- Roadmap aus sichtbare Punkte bilden
- Die Eckpunkte der Hindernisse verbinden
- Sensoren nehmen neue Information für den Roboter, um neue Kanten zu bilden

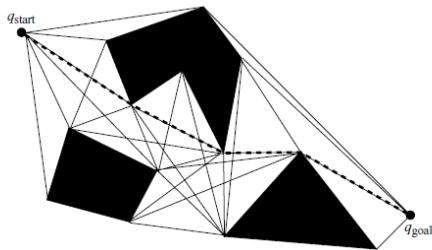


Abbildung 10: Testbild in einem figure float

- Roadmap aus sichtbare Punkte bilden
- Die Eckpunkte der Hindernisse verbinden
- Sensoren nehmen neue Information für den Roboter, um neue Kanten zu bilden

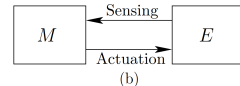
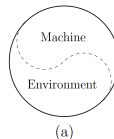


Abbildung 11: Testbild in einem figure float

- Roadmap aus sichtbare Punkte bilden
- Die Eckpunkte der Hindernisse verbinden
- Sensoren nehmen neue Information für den Roboter, um neue Kanten zu bilden

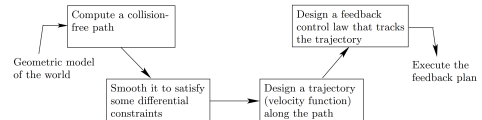


Abbildung 12: Testbild in einem figure float

- Roadmap aus sichtbare Punkte bilden
- Die Eckpunkte der Hindernisse verbinden
- Sensoren nehmen neue Information für den Roboter, um neue Kanten zu bilden

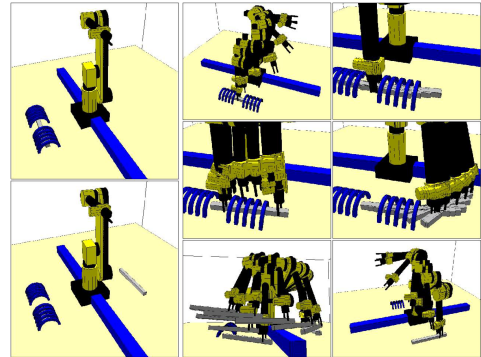


Abbildung 13: Testbild in einem figure float

- Roadmap aus sichtbare Punkte bilden
- Die Eckpunkte der Hindernisse verbinden
- Sensoren nehmen neue Information für den Roboter, um neue Kanten zu bilden

---

```
FORWARD_SEARCH
1   $Q.Insert(x_I)$  and mark  $x_I$  as visited
2  while  $Q$  not empty do
3       $x \leftarrow Q.GetFirst()$ 
4      if  $x \in X_G$ 
5          return SUCCESS
6      forall  $u \in U(x)$ 
7           $x' \leftarrow f(x, u)$ 
8          if  $x'$  not visited
9              Mark  $x'$  as visited
10              $Q.Insert(x')$ 
11          else
12              Resolve duplicate  $x'$ 
13 return FAILURE
```

---

Abbildung 14: Testbild in einem figure float



# Was ist Beamer?

## Eine Übersicht

Das Beamer Paket für  $\text{\LaTeX}$  ermöglicht es, Präsentationsfolien zu erstellen und unterstützt dabei Features wie Animationen, die manuell nur mit viel Aufwand umgesetzt werden können. Für die Details zu den Features siehe den Beamer User Guide[TWM17].

Folien in Beamer werden durch frame-Umgebungen definiert.

# Festlegen des Titels

... und des Subtitels

Die Frames verfügen über einen Titel und einen Subtitel. Diese können entweder beim Öffnen der frame-Umgebung angegeben werden.

# Festlegen des Titels

... und des Subtitels

Oder sie werden durch entsprechende Befehle angegeben.

- Fließtext ist meistens nicht sinnvoll für Präsentationen
  - Aufzählungen sind oft besser geeignet
    - Geben Struktur
    - Sorgen für Übersicht
- 1 Auf nummerierte Aufzählungen können verwendet werden
  - 2 Wie hier zu sehen ist
    - 1 Auch mit
    - 2 Unterpunkten

Wichtige Teile im Text können durch alert hervorgehoben werden.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

Wichtige Teile im Text können **durch alert hervorgehoben** werden.

- Schritt 1
- **Schritt 2**
- Schritt 3

Wichtige Teile im Text können durch alert hervorgehoben werden.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3



## Theorem 1.

*Umgebungen wie theorem können auch in Beamer genutzt werden.*

## Beweis.

Proof wird auch unterstützt.



Abbildung 15: Testbild in einem figure float



*Testbild in center-Umgebung*

Der Mathe-Modus kann wie in LaTeX üblich benutzt werden:

$$\mathcal{F} : x = y + \frac{z}{3}, y \in \mathbb{N}, z \in \mathfrak{B}$$

Dies ist ein Block

Blocks können zur Strukturierung des Frame-Inhalts genutzt werden.

Dies ist ein Beispielblock

Inhalt...

Dies ist ein Alert-Block

Inhalt...

Die Option `allowframebreaks` erlaubt es frames mit zu viel Inhalt umzuberechnen. Dies ist besonders bei generiertem Inhalt wie dem Quellenverzeichnis sinnvoll.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla,

malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

```
1 //Quellcode-Listings
2 //und andere Verbatim-Umgebungen
3 //setzen die fragile-Option des Frames voraus.
4 #include <iostream>
5 void main() {
6     std::cout<<"Hallo Welt"<<std::endl;
7 }
```

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4



# Ganzen Frame automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Ganzen Frame automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Ganzen Frame automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Ganzen Frame automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Einzelne Umgebung automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Einzelne Umgebung automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Einzelne Umgebung automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Einzelne Umgebung automatisch animieren

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4



# Abweichende Animationsreihenfolge

selbstdefiniert

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Abweichende Animationsreihenfolge

selbstdefiniert

- Schritt 1
- **Schritt 2**
- Schritt 3
- Schritt 4

# Abweichende Animationsreihenfolge

selbstdefiniert

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Abweichende Animationsreihenfolge

selbstdefiniert

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Abweichende Animationsreihenfolge

selbstdefiniert

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3



### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3

# Block-übergreifende Animation

## Nebeneinander

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Block-übergreifende Animation

## Nebeneinander

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Block-übergreifende Animation

## Nebeneinander

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Block-übergreifende Animation

## Nebeneinander

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4



### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

# Block-übergreifende Animation

## Nebeneinander

### Bereich 1

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

### Bereich 2

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Nachfolgender Text kann sich aber verschieben.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt. Nachfolgender Text kann sich aber verschieben.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt. Nachfolgender Text kann sich aber verschieben.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Nachfolgender Text kann sich aber verschieben.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Mit overlayarea verschiebt sich nachfolgender Text nicht.



- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt.

Mit overlayarea verschiebt sich nachfolgender Text nicht.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt.

Mit overlayarea verschiebt sich nachfolgender Text nicht.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Mit overlayarea verschiebt sich nachfolgender Text nicht.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Inhalte können auch durch Animationen aufgedeckt werden.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Inhalte können auch durch Animationen aufgedeckt werden.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Inhalte können auch durch Animationen aufgedeckt werden.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt.

- Schritt 1
- Schritt 2
- Schritt 3
- Schritt 4

Inhalte können auch durch Animationen aufgedeckt werden.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 2 angezeigt.

Dieser Hinweis wird nur für Schritt 3 angezeigt.

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$



# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

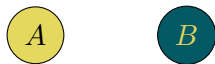
Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

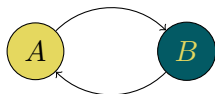
Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Animationen in Verbindung mit Zeichnungen

Integration von Beamer mit tikz



- Sei ein Knoten  $A$  gegeben
- Wir fügen einen weiteren Knoten  $B$  hinzu
- Dann ziehen wir eine Kante von  $A$  nach  $B$
- ... und eine von  $B$  nach  $A$

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

# Fragen?

[TWM17] TANTAU, TILL, JOSEPH WRIGHT und VEDRAN MILETIĆ: *Beamer Documentation*, 2017.

<https://www.ctan.org/pkg/beamer>.