

Pathfinding-Algorithmen

Einführung und Vergleich mittels einer Webapplikation

Adrian Stoop und Severin Fürbringer

Berufsmaturitätsschule Zürich
Technik, Architektur, Life Sciences

5. März 2019

Einführung

Was ist ein Algorithmus?

- **Plan zur Lösung eines Problems**
- Name abstammend von al-Chwarizmi (* 780, lt. Algorismi)
- Kochrezepte, Lösungsverfahren für lin. oder quad. Gleichungen
- Informatikrelevant (Abläufe sind nachvollziehbar)



Abbildung: Statue von al-Chwarizmi in Iran, Quelle: M. Tomczak, 2013

Einführung

Was sind Pathfinding-Algorithmen?

- **Finden den Weg von A nach B**
- Es gibt verschiedene Arten von Pathfinder
- Zentrale Rolle in dieser BMA

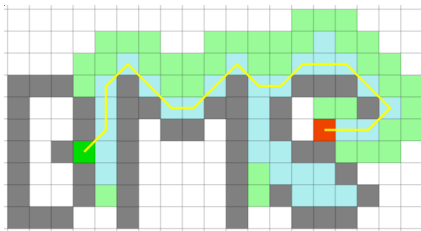


Abbildung: BestFirstFinder findet den Weg
(Grün ist Start, Rot ist Ende)

Einführung

Was hat das mit Mobilität zu tun?

Pathfinding-Algorithmen kommen vor in:

- Selbstfahrenden Fahrzeugen
- Digitalen Maps (Routenplanung)
- Netzwerktechnik
- Videospielen

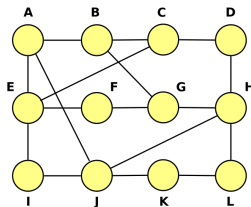


Abbildung: Graph eines Computernetzwerks. Quelle: Wikibooks, 2008 (Public Domain)

Einführung

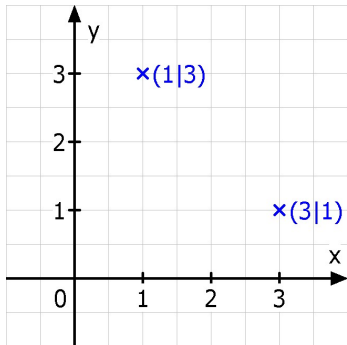
Auswahl der Pathfinding-Algorithmen

- **A***: Der **intelligenteste** Pathfinder (sprich “A-Star”)
- **BestFirstFinder**: Der “**faulste**” Pathfinder
- **BreadthFirstFinder**: Der in der **Breite** **suchende** Pathfinder (“breadth” → dt. “Breite”)

Einführung

Heuristik

Bedeutet **mit begrenztem Wissen** nach der Lösung suchen.



$$d((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

Ziel

Was war das Ziel?

- Programmierung Webapplikation
- Einbindung bestehendes Produkt PathFinding.js
- Räume automatisch generieren mit Hindernissen
- Gleichzeitige Ausführung und Vergleich der Pathfinder
- Ausführungsdaten der Pathfinder sammeln
- Daten statistisch auswerten

Konzept und Realisierung

Struktur der Webapplikation

Willkommenspage → Einführungspage → Visualisierer (weitere Einführung) → Pathfinding-Algorithmen-Vergleicher

BMA

[Einführung](#)[Visualisierung](#)[Vergleicher](#)[Glossar](#)

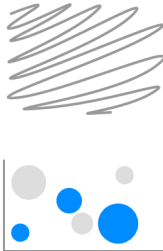
Einführung

Was sind Pathfinder Algorithmen? Um diese Berufsmaturitätsarbeit adäquat verstehen zu können, benötigt man einen gewissen Wissenstand. Darum werden die Pathfinder als nächstes verständlich erklärt und im Anschluss das Ziel dieser Arbeit aufgestellt. Diese Seite sollte gelesen und verstanden werden, bevor man sich mit den weiteren Seiten auseinandersetzt. Da sich unsere Arbeit tief im Teilgebiet Informatik bewegt, steht ausserdem ein Glossar zum Nachschlagen von Fachbegriffen zur Verfügung. Ein Pathfinder ist ein Programm, welches in einem zweidimensionalen Raum mit Start- und Endpunkt den Weg findet.

Nutzen

Wozu kann man sie gebrauchen?

Pathfinder findet man zum Beispiel bei Roboterstaubsaugern, die selbstständig Zimmer reinigen können. Beispielsweise hat ein Programmierer dem Roboter zwei Pathfinder ins Hirn gepflanzt und anschliessend ein Ziel im Raum gegeben. Nennen wir sie bzw. deren gefundene Wege A und B. Der mit Grün markierte Weg A ist scheinbar kürzer (schneller) und der mit Gelb markierte Weg B länger (langsamer). Ein weiteres typisches Anwendungsbeispiel wären Videospiele. Hat man einen computergesteuerten Begleiter, dem man folgen muss, wird dieser einen Weg folgen, der von einem Pathfinder berechnet wurde, um "Intelligent" zu wirken. Als drittes Beispiel stellen wir uns zwei Personen vor, die möglichst schnell vom Zürich HB nach Oerlikon gelangen müssen. Person A ist ein Einheimischer. Person B ist ein Tourist. Der Einheimische nimmt die S-Bahn und ist unter zehn Minuten in Oerlikon angekommen. Der Tourist hingegen befragt zuerst Leute und entscheidet sich mit dem Tram zu fahren. Beide Wege führen zum Ziel, jedoch hat die Person A den schnellsten Weg gefunden. Anders gesagt hat der Pathfinder der Person A einen kürzeren Weg erarbeitet. Wie die beiden Vorgehensweisen sind hängt davon ab, wie sie denken (wie ihr Pathfinder "programmiert" ist).



Konzept

Einführung mit Einzeldemos der Pathfinder

BMA

EinführungVisualisierungVergleicherglossar

Visualisierung der Pathfinder

Auf der rechten Seite sieht man die in der Einführung erwähnten Pathfinder «in action». Der grüne Block repräsentiert jeweils den Endpunkt und der blaue den Startpunkt. Der ausgewählte Pathfinder findet zwischen diesen zwei Punkten dann den passenden Weg.

Diese Seite soll zur kurzen visuellen Einführung in die Pathfinder dienen. Parameter lassen sich vom Nutzer unter «Steuerung» anpassen.

A*-Pathfinder Beschreibung

...

BestFirstFinder Beschreibung

...

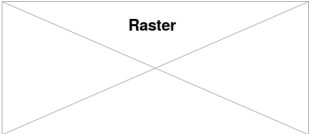
BreadthFirstFinder Beschreibung

...

Nächster Schritt

Im nächsten Schritt wird's interessant. Wir vergleichen die Pathfinder nebeneinander auf ihre Eigenschaften.

Raster



Messungen

Zurückgelegter Weg: A
Operationen: B
Rechenzeit: C

Parameter

Pathfinder-Art	<input type="text" value="A*"/>	
Heuristik	<input type="text" value="Manhattan"/>	
Rastertyp	<input type="text" value="Zufallsraster"/>	
Rastergrösse	<input type="text" value="Länge = 10"/>	<input type="text" value="Höhe = 8"/>
Diagonale	<input type="text" value="Nein"/>	

Vergleiche Ausführen

Konzept

Pathfinding-Algorithmen-Vergleicher

BMA

EinführungVisualisierungVergleicherGlossar

Vergleich der Pathfinder

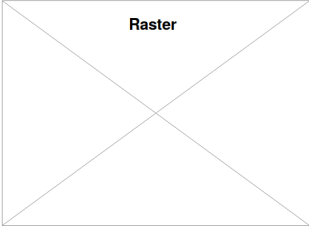
Pathfinding-Algorithmen werden hier verglichen (Side-by-side).

In der Einführung haben wir bereits die drei ausgewählten Pathfinder (A*, BestFirst und BreadthFirst) genannt. Diese Pathfinder werden auf dieser Seite parallel und mehrmals hintereinander verglichen. Als Resultat ersichtlich sind dann folgende Eigenschaften:

- Anzahl Operationen
- Zurückgelegter Weg
- Rechenzeit

Visuell ersichtlich sind die Durchläufe. Die Wege der jeweiligen Pathfinder sind verschieden gefärbt. Vom Nutzer anpassbar sind als Parameter die Anzahl Durchläufe, Rasterart und Rastergröße.

Raster



Resultate der Messungen: ...

Resultate

Anzahl Operationen: ...

Zurückgelegter Weg: ...

Vergangene Rechenzeit: ...

Parameter

Anzahl Durchläufe

Rasterart

Rastergröße

Vergleiche Ausführen

Das Produkt

Raster

Pathfinding-Algorithmen brauchen einen Raum.

0	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Das Produkt

Korridore und Wände

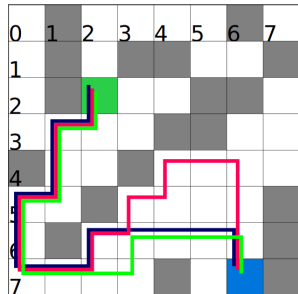
- Leer → Korridor (passierbar)
- Grau → Wand
- Blau → Startpunkt
- Grün → Ziel



Das Produkt

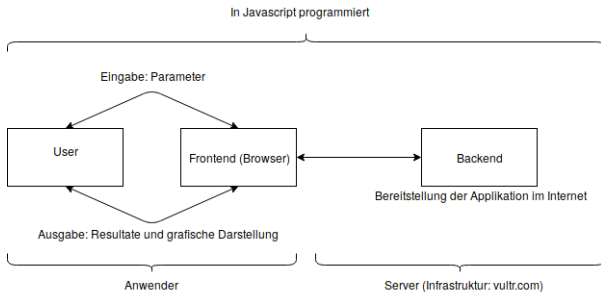
Pathfinding-Algorithmen werden angewendet

- Ausführung der **drei** **ausgewählten** **Pathfinding-Algorithmen**.
- A*
- BestFirstFinder
- BreadthFirstFinder



Realisierung

Realisierung und Infrastruktur



Entwicklung neuer* Algorithmen.

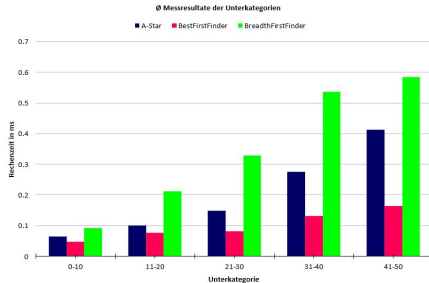
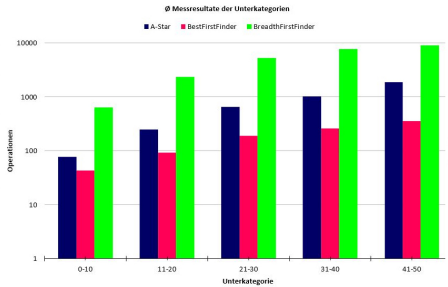
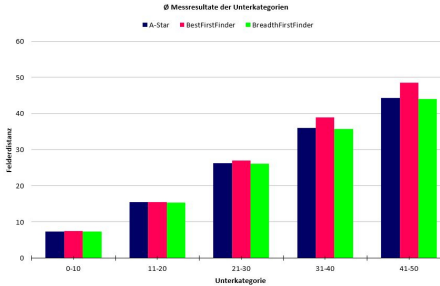
- Dynamische Generierung des Rasters (mit Hindernissen)
- Funktionen für Ausgabe der Statistikwerte
- UI: Grafische Darstellung des Rasters
- UI: Steuerung Parameter
- Zusammenführung bestehendes Produkt (3 Pathfinder)

* Die 3 Pathfinder-Implementationen vom bestehenden Produkt übernommen und etwas erweitert.

Vorführung

URL: <https://bma.fuerbringer.info>

Statistische Auswertungen



Schluss

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

- BMA-Produkt als Webapplikation:
`bma.fuerbringer.info`
- Quelltext Webapplikation und Dokument:
`github.com/fuerbringer/bma`