

Methoden der Offline Bewegungsplanung für Roboter

Prüfungsfragen

zur Vorlesung von Elmar Langetepe WS 14/15

Beachtet bitte: Diese Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit! Manchmal werden auch konkrete Instanzen gefragt. Z.B.: Wie sieht der Sichtbarkeitsgraph dieser Szene aus? Oder: Wenden Sie die Spaltenreduktion auf diese Matrix an! Berechnen Sie den Squeeze-Plan für dieses Beispiel!

1.1 Kürzeste Pfade in Umgebung mit polygonalen Hindernissen, punktförmiger Roboter

- Wie kann man den kürzesten Weg zwischen zwei Punkten in einer Szene mit polygonalen Hindernissen berechnen?
- Wie hoch ist der Aufwand dafür mindestens, wenn die Umgebung insgesamt n Ecken hat?
- Ist dieser Weg immer eindeutig?
- Gibt es nur polynomiell viele kürzeste Wege?
- Was ist ein Sichtbarkeitsgraph und wie kann man diesen berechnen?
Skizzieren Sie die folgenden Algorithmen und geben Sie die Laufzeit an:
 - a) naïv
 - b) einfacher Sweep
 - c) synchroner Sweep $O(n^2)$ mit Bearbeitungsreihenfolge R ,
Dualität und Arrangement,
Topologischer Sweep
- Wie lautet das Zonen-Theorem und wofür wird es benutzt?
- Beweisen Sie das Zonen-Theorem!
- Erläutern Sie die Idee des Dijkstra-Algorithmus an einem Beispiel.
- Erklären Sie die Idee der Shortest Path Map.

1.2 Kürzeste Pfade im Innern eines einfachen Polygons

- Wie kann man den kürzesten Weg von a nach b in einem Polygon berechnen? Wieviel Zeit kostet das mindestens?
- Erklären Sie die folgenden Ideen zur Berechnung des kürzesten Weges von a nach b in einem Polygon und erläutern Sie die Laufzeit:

- a) naiv
- b) Lee/Preparata (Dreiecke, Diagonalen)
- c) Guibas/Hershberger
 balancierte hierarchische Triangulation,
 Baum dazu,
 Schichtengraph,
 Sanduhren

- Was ist eine balancierte hierarchische Triangulation? Was ist der Schichtengraph zu T und T^{dach} ?
- Welche Eigenschaften des Schichtengraphs sind wichtig?
- Was hat der Prä- und Postorderdurchlauf eines Baumes mit Wurzel mit dem Schichtengraph zu tun?
- Wie testet man schnell die Vorgängerrelation?
- Wie kann man schnell das Dreieck eines gegebenen Punktes lokalisieren?
- Was ist eine Sanduhr und wozu werden Sanduhren verwendet?

1.2.3 Geodätischer Durchmesser und monotone Matrizen

- Was ist der geodätische Durchmesser eines Polygons? Geben Sie die formale Definition an.
- Wie berechnet man den geodätische Durchmesser eines Polygons?
- Was ist die Monge Eigenschaft einer Matrix? Was ist eine monotone Matrix?
- Wofür kann man die Monotonie einer Matrix verwenden? Erläutern Sie die Vorgehensweise zur Berechnung des Maximums.
- Schätzen Sie die Laufzeit des Verfahrens durch eine Rekursionsgleichung ab!
- Stellen Sie die monotone Matrix auf, die zur Berechnung des geodätischen Durchmessers verwendet wird.

1.2.4 Shortest Watchman Routes

- Was ist eine Shortest Watchman Route in einem einfachen Polygon?
- Welche Objekte müssen besucht werden?
 Was ist ein Visibility Cut?
 Was ist ein wesentlicher Cut?
- Welche Eigenschaft von SWR macht man sich gern zunutze?
- Beweisen Sie, dass eine SWR existiert, die die wesentlichen Cuts gemäß der Ordnung entlang des Randes besucht.
- Skizzieren Sie das Verfahren zur Berechnung einer SWR:
 - a) Triangulation
 - b) Geeignete wesentliche Segmente auswählen
 - c) Aufklappen (Roll-Out)
 - d) Kürzester Weg von s nach s'
- Was ist der Vorteil von Achsenparallelität?
 Was ist ein Corner?
- Beschreiben Sie das Touring Polygon Problem. Warum ist das allgemeine TPP eine Instanz des SWR Problems?
- Erklären Sie die Begriffe der Full Combinatorial Shortest Path Map und der Last Step Shortest Path Map. Schätzen Sie die jeweilige Komplexität ab.

- Erklären Sie, wie mit Hilfe der Sequenz der Last Step Shortest Path Maps eine Anfrage durchgeführt wird. Wie hoch ist die Laufzeit?
- Wie baut man die Sequenz der Last Step Shortest Path Maps auf, wieviel Zeit kostet das?

1.3 Kürzeste Wege im Raum

- Was ist zur Berechnung eines kürzesten Weges in 3D von a nach b unter h Polyedern zu tun?
Welcher Aufgabenteil ist dabei bereits NP-hart?
- Skizzieren Sie die Idee der Reduktion von 3-SAT auf die Bestimmung der Kantenreihenfolge.
- Erklären Sie die Bestandteile:
Verdoppler
Mischer
Literalfilter
Klauselfilter
- Setzen Sie diese richtig zusammen.

1.4 Kürzeste Wege auf der Oberfläche eines Polyeders

- Wie kann der kürzeste Weg von a nach b auf einem Polyeder verlaufen? Erklären Sie die lokalen Eigenschaften.
- Was ist der Unterschied zwischen einem geodätischen und einem kürzesten Pfad?
- Skizzieren Sie den Algorithmus von MMP zur Berechnung aller kürzesten Wege von s aus.
Schätzen Sie die Laufzeit ab.
- Was ist ein Optimalitätsintervall?
- Skizzieren Sie die Idee des Continuous Dijkstra.
Was ist innerhalb eines Dreieckes noch zu berechnen?
Wie lokalisiert man schnell die Region eines Punktes?

2.1 Kollisionsfreie Bahnen konvexer Roboter

- Was ist die Minkowski Summe zweier Polygone?
- Welche Komplexität hat das Ergebnis der Minkowski Summe zweier Polygone:
a) beide konvex
b) eins konvex
c) beide nicht konvex
Geben Sie eine Skizze des Beweises der O -Notation.
Geben Sie Beispiele für Ω an.
- Was hat die Minkowskiumme mit der Translationsbewegung von polygonalen Robotern in polygonalen Umgebungen zu tun?
Was ist ein Konfigurationsraumhindernis?
- Erläutern und beweisen Sie: $CP_i = P_i + (-R(0,0))$
- Was ist der Konfigurationsraum und was ist der Arbeitsraum?
Was ist der Raum der freien (verbotenen) Platzierungen?
Wie berechnet man diesen?
- Was sind Pseudokreise?

- Welche Eigenschaft von Pseudokreisen interessiert uns besonders?
- Skizzieren Sie den Algorithmus zur Berechnung eines kürzesten Pfades von a nach b eines polygonalen Roboters in einer polygonalen Umgebung durch reine Translationsbewegungen.
- Welche Komplexität hat der Konfigurationsraum bei reinen Translationsbewegungen konvexer Roboter? Beweisen Sie diese Komplexität!
- Schätzen Sie den Divide und Conquer Ansatz ab.

2.2 Reine Translationsbewegungen für beliebige Roboter

- Welche Komplexität hat der Raum der freien Platzierungen, wenn der Roboter nicht konvex ist? Begründung?
- Warum berechnet man nicht den gesamten Raum der freien Platzierungen sondern nur die Zusammenhangskomponente, die den Startpunkt enthält?
- Wodurch wird der Raum der freien Platzierungen eingeschränkt?
- Erläutern Sie den Red-Blue Merge
 - a) Welche Aufgabe wird gelöst?
 - b) Welche Laufzeit hat das Verfahren?
 - c) Preprocessing
 - d) Sweep zur Berechnung der Teilzellen
- Skizzieren Sie den Beweis zur Aussage der Komplexität einer Zelle in einem Arrangement von n Kurvenstücken, von denen sich zwei nur jeweils s mal schneiden.
- Erläutern Sie, wie sich in Theorem 2.20 die Laufzeit aus Teilergebnissen zusammensetzt. Das Theorem besagt, dass wir die Zelle eines Punktes p in einem Arrangement von n y -monotonen Bögen, von denen sich je zwei nur s mal schneiden, in Zeit $O(\lambda_{s+2} \log^2 n)$ berechnen können.
- Welche Konsequenz für das Roboternavigationsproblem der Translation eines nicht-konvexen Roboters ergibt sich aus der obigen Aussage?
- Geben Sie weitere Anwendungen der obigen Aussage (Theorem 2.20) an.
- Was ist eine Davenport-Schinzel-Sequenz der Ordnung s ? Geben Sie ein Beispiel an! Geben Sie typischen Längen $\lambda_s(n)$ dieser Sequenzen an.
- Welche Anwendung der DSS machen wir uns für die Bewegungsplanung zu nutze?

3. Bewegungsplanung für allgemeine Systeme

- Welche untere Schranke gibt es für das Bahnplanungsproblem für allgemeine Systeme?
- Geben Sie den Beweis der Reduktion von Partition an und Erläutern Sie warum das allgemeinen Bahnplanungsproblem NP-hard ist.

4. Roboter in der Fertigungstechnik

- Was ist ein Parallel Jaw Gripper und welche Aufgabe wollen wir damit lösen?
- Erläutern Sie die Anwendung einer Planes A auf das Werkstück.
- Erläutern Sie die Begriffe:
 - a) Diameter Funktion (Skript: Durchmesserfunktion)
 - b) Squeeze Funktion (Skript: Greiffunktion)

c) s-Intervall

d) s-Image

- Was bedeutet "bis auf Symmetrie" eindeutig orientiert?
- Erläutern Sie den Algorithmus zur Bestimmung des optimalen Squeeze-Planes und erklären Sie die Idee, die dabei verwendet wird.
- Beweisen Sie die Korrektheit und die Vollständigkeit des optimalen Squeezeplans.
- Wie ändert sich die Aufgabenstellung, wenn die Schiebebewegung bezüglich des Schwerpunktes mitberücksichtigt wird?
- Wie ist die Radiusfunktion und die Pushfunktion definiert!
- Wie muss der Algorithmus für eine kombinierte Schiebe- und Greifaktion angepasst werden?

2.3 Translation und Rotation für konvexe Roboter

- Welche Komplexität hat diese Aufgabe mindestens? Wie kann man das beweisen?
- Wie kann man sich den Raum der freien Platzierungen bildlich vorstellen? Was ist das Problem bei der Erweiterung auf Rotationsbewegungen?
- Warum betrachten wir eigentlich konvexe Roboter für diese Aufgabe?
- Was ist eine kritische Platzierung? Wieviele solcher Platzierungen können existieren? Begründung!
- Skizzieren Sie, wie man alle kritischen Platzierungen findet:
 - a) Diejenigen (O_1, O_2, O_3) , die die Beschränktheitsbedingung erfüllen
 - b) Diejenigen (O_1, O_2, O_3) , die die Beschränktheitsbedingung nicht erfüllen
- Erläutern Sie den Begriff O_1 beschränkt O_2 und erklären Sie die Bedeutung eines Arrangements $A(O_1)$.
- Wieviele Schnittpunkte können zwei Funktionen $f_{\{O_1 O_2\}}$ und $f_{\{O_1 O_2\}}$ höchstens haben? Begründung?
- Erläutern Sie die Begriffe Knotengraph und Kantengraph. Was muss gewährleistet sein, damit wir mit dem Kantengraph die Planung eines kollisionsfreien Weges durchführen können?
- Welche Ereignisse können bei der Aktualisierung des Knotengraphen auftreten?
- Was ist der Unterschied zwischen kritischen Platzierungen und kritischen Orientierungen? Geben Sie die Typen der kritischen Orientierungen an.
- Beschreiben Sie die Planung eines kollisionsfreien Weges mit dem Kantengraph.
- Beschreiben Sie, wie die tatsächlichen kritischen Orientierungen zur Erstellung des Kantengraphens der Komponente Z_s des Startpunktes herausgefiltert werden kann.
- Wie können wir unfreie kritische Orientierungen aus den kritische Orientierungen herausfiltern?