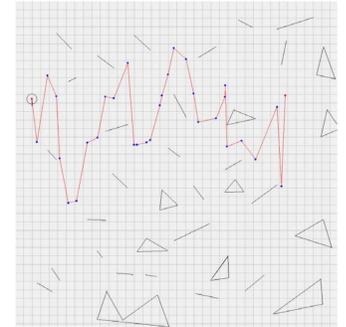


### Wegplanung und Fahrt autonomer mobiler Systeme in geometrischen Karten am Beispiel von Zellzerlegungsverfahren

Diplomarbeit, vorgelegt von Kai Niekammer



#### Aufgabenstellung

Zielsetzung der Arbeit ist die selbständige Navigation eines simulierten Roboters vom Typ Pioneer in einer vom Anwender erstellten Karte durch Zuweisung von Zielpunkten.

Schwerpunkt der Arbeit ist die Diskussion von Verfahren zur Pfadplanung, sowie die prototypische Umsetzung einer Methode zur exakten Zerlegung des Freiraumes mit anschließender Pfadsuche im resultierenden Graphen.

Besonderer Wert wird hierbei auf die Darstellung der Verarbeitungsschritte von der internen Karte bis zur Folge der Wegpunkte gelegt. Die gefundenen Wegpunkte sind unter der Annahme fehlerfreier Aktorik und Sensorik in der Simulation abzufahren.

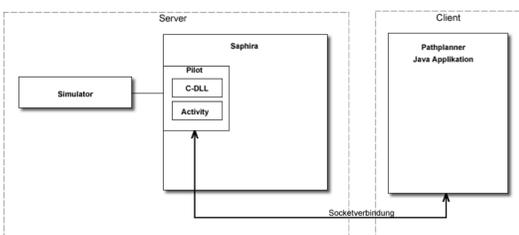
#### Wegplanung

Mithilfe eines geeigneten Verfahrens soll in der geometrischen Karte ein Weg vom Start- zum Zielpunkt gefunden werden. Ziel dieser Methode ist es, den Freiraum in eine endliche Menge von konvexen Polygonen zu zerlegen. Dabei dürfen sich die Flächen zweier unterschiedlicher Polygone nicht überschneiden. Zwei Zellen können nur dann miteinander verbunden werden, wenn sie benachbart sind.

Die Zielstellung die Fläche in konvexe Polygone zu zerlegen, begründet sich durch die Bewegungsfreiheit eines Roboters in einer solchen Zelle, ohne eine weitere Zerlegung der Zelle berechnen zu müssen. Der Mittelpunkt jeder Zelle kann als Wegpunkt betrachtet werden. Aus dieser Zerlegung kann man nun sehr einfach einen Baum aus Wegpunkten ausgeben. Die Unterknoten eines Knotens sind seine benachbarten Zellen.

In diesem Baum kann nun mithilfe eines Suchalgorithmus ein Pfad gesucht werden. Daraufhin kann eine Sequenz von benachbarten Zellen ausgeben werden, die von einem zum anderen Punkt führt.

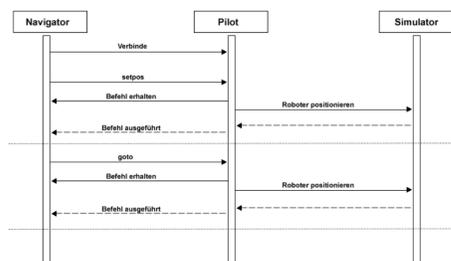
#### Systemarchitektur



#### Pilot

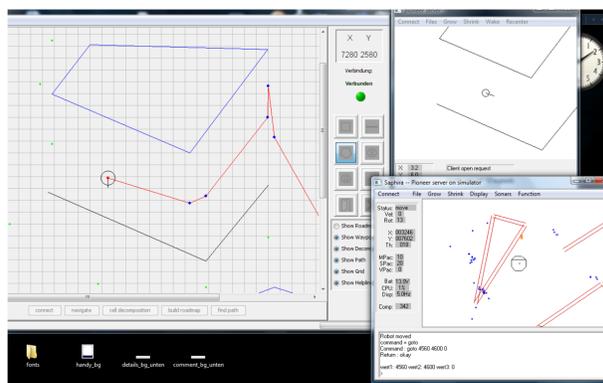
Der Pilot besteht aus einer dynamischen Bibliothek, welche wichtige Funktionen für Saphira bereitstellt, wie zum Beispiel für die Socketverbindung, und einer Colbert-Aktivität welche aktiv den Roboter oder Simulator steuert indem es die ankommenden Befehle interpretiert und die notwendigen Behaviors und Activities startet.

#### Kommunikation



Die Kommunikation zwischen dem Navigator und dem Piloten erfolgt mittels einer Socketverbindung. Dazu wurde ein 3-Phasen-Protokoll entwickelt. Nach erfolgreicher Verbindung sendet der Navigator den Befehl, worauf der Pilot dessen Empfang und Richtigkeit bestätigt. Daraufhin wird die notwendige Routine aufgerufen und der Befehl abgearbeitet. Nach Beendigung des Befehls sendet der Pilot dem Navigator entweder eine Erfolgsbestätigung oder im Falle eines Fehlers eine Fehlermeldung zurück.

#### Simulierte Fahrt



Für die Fahrt wird der Simulator verwendet. Mit ihm ist es möglich verschiedene Welten und Situationen zu simulieren ohne mit einem realen Roboter zu fahren. Der Simulator imitiert Bewegungen, Drehungen und auch Abweichungen.

#### Auswertung

Es wurde eine Applikation erstellt, mit der in einer geographischen Karte mittels vertikaler Zellzerlegung befahrbare Pfade gefunden werden. Nach Anwendung des A\*-Algorithmus wird der kürzeste Weg des ermittelten Straßennetzes gefunden.

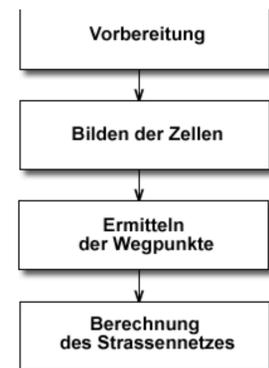
#### Fazit:

Das durch die Zellzerlegung ermittelte Straßennetz ist meist nicht unbedingt optimal, da teilweise unnötige Umwege gefahren werden müssen. Die simulierte Fahrt mit dem Pioneer Simulator ist zudem mit einigen Ungenauigkeiten behaftet, welche oft nur zu weniger befriedigenden Ergebnissen führt. Die Implementierung einer Registrierung würde hier Abhilfe schaffen.

#### Pathplanner

Beim Pathplanner handelt es sich um eine Java-Applikation, mit der eine Karte geladen oder erstellt werden kann. In dieser Karte wird dann mittels vertikaler Zellzerlegung und A\*-Algorithmus ein befahrbarer Pfad ermittelt. Danach steuert der Navigator den Piloten über eine Socketverbindung.

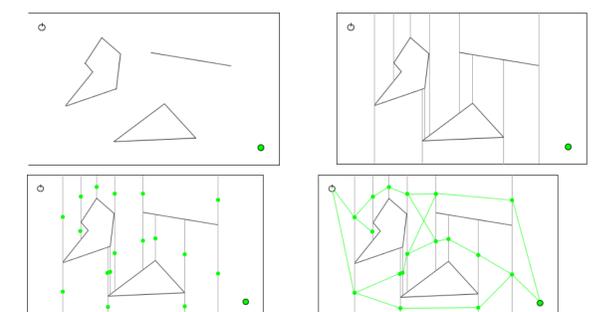
#### Vertikale Zellzerlegung



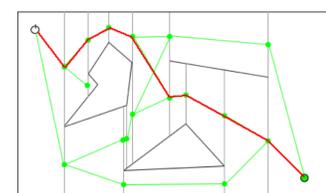
Die Vorbereitung der Zellzerlegung ist äußerst wichtig, um spätere Probleme bei der Zellzerlegung zu verhindern. Beispielsweise werden zu enge Durchfahrten verbunden, da dort kein Roboter hindurchfahren kann. Daraufhin werden die Zellen gebildet.

Anschließend wird dann anhand der gefundenen Zellen bzw. Zellkanten die Wegpunkte ermittelt.

Mittels der ermittelten Wegpunkte kann dann das Strassennetz berechnet werden, dass dann die Grundlage für den A\*-Algorithmus darstellt.



#### A\*-Algorithmus



Mithilfe des A\*-Algorithmus kann in einem Strassennetz ein optimaler Weg gefunden werden. Dazu bedarf es einer Heuristik, einer Schätzfunktion, welche die Kosten vom aktuellen Knoten zum Zielknoten schätzt.