[1] Feras Dayoub, Timothy Morris, Ben Upcroft, Peter Corke: „Vision-Only Autonomous Navigation Using Topometric Maps“, 2013 IEEE/IROS

[2] David Wooden: “A Guide to Vision-Based Map Building”

[3] Alberto Elfes: “Using Occupancy Grids for Mobile Robot Perception and Navigation”

[4] Francisco Bonin-Font, Alberto Ortiz, Gabriel Oliver: “Visual Navigation for Mobile Robots: A Survey”

[5] Robert Sim, Gregory Dudek: “Effective Exploration Strategies for the Contruction of Visual Maps”

**[1] Feras Dayoub, Timothy Morris, Ben Upcroft, Peter Corke: „Vision-Only Autonomous Navigation Using Topometric Maps“, 2013 IEEE/IROS:**

Das System verwendet auch ROS.

Stellt state-of-the-art für vision-only, topometric mappin und navigation dar: Es wird ein Robot mit einer Stereo-Kamera verwendet, der mithilfe einer topometrischen Kate autonomy navigiert.

Unterteilung von Karten:

Metrische Karten (metric mapping) sind geometrische Karten der Umgebung, in welchem Positionen und Marker relativ zu einem globalen Bezugs/Koordiantensystem dargestellt werden. Auf Grund ihrer Genuaigkeit ermöglichen sie eine exakte Trajektorienplannung, allerdings skalieren sie schlecht für zunehmend große Umgebungen.

Topologische Karten (topological mapping) stellt die Umgebung in Form eines Graphens dar, dessen Knoten relevante Positionen bzw. Marker wiedergeben. Skalieren sehr gut, ermöglichen aber nur eine abstrake Trajektorienplanung.

Topometrische Karten: Eine Mischung aus den beiden obigen Methoden. Zugrunde liegt eine topologische Karte, wobei die einzelnen Knoten kleine, metrische Karten sind, die genutzt werden um lokal exakt zu navigieren. Die zu grunde liegende topologsiche Karte iwrd für die globale Pfadfindung verwendet.

Die Karten werden von einen SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) System erzeugt. Unterschiede an dieser Stelle sind vor allem die verwendete Sensorik

**A Guide to Vision-Based Map Buliding:**

Erstellung von Karten, die auf Gitterdarstellungen basieren, mithilfe eines Stereosystems. Als Anwendungsfall wird eine Outdoor-Umgebung verwendet.

Genereller Ablauf:

* Einlesen der Kamerabilder
* Erstellung eines Tiefenbildes mithilfe eines Stereoverfahren
* Transformation der Tiefenkarte aus dem lokalen in das globale Koordinatensystem
* Die transformierte lokale Tiefenkarte wird mithilfe des Sobel-Operators gefiltert, um eine Ableitung zu berechnen, um die Umgebung auf seine Befahrbarkeit zu prüfen
* Einarbeitung der neuen Karte in die bestehenden Karten, die Umgebungskarte, die bei der Pfandplanung nicht zum Einsatz kommt, wird einfach durch die neue ersetzt. In der Ableitungs-Karte wird jeder Pixel mit einem Tiefpass gefiltert, wobei die neuen Ableitungswerte als Eingangsgröße dienen.

**Using Occupancy Grids for Mobile Robot Perception and Navigation**

Occupancy Grids sind mehrdimensionale Karte, die als Felder dargestellt warden und jedes Feld angibt, ob es von belegt oder frei ist. In dieser Form können auch Wahrscheinlichkeiten für die Belegtheit jeder Position angegeben werden. In diesem Format kann mithilfe von Bayes Theorem ein neuer Sensorwert in die bestehende Karte integriert werden.

**Visual Navigation for Mobile Robots: A Survey**

AGV: Autonomous ground vehicles

UAV: Unmanned aerial vehicles

AUV: Autonomous underwater vehicles

Die Navigationssysteme können zunächst danach unterschieden warden, ob sie eine Karte benötigen. Bei den kartenbasierten Systemen wird zwischen „metric map-using system“, „metric-map bulding“ und „topological mpa-based systems“ differenziert. Die metrische Karten nutzenden Systeme benötigen eine metrische Karte ihrer Umgebung, die ihnen vor der Navigationsaufgabe zur Verfügung gestellt werden muss. Eine Verbesserung stellen Systeme dar, die in der Lage sind, eine Karte ihrer Umgebung selbständig während der Navigationsaufgabe zu erstellen bzw. für die Navigationsaufgabe zu verwenden. Ein weiterer Kartentyp ist durch die topologsichen Karten gegeben, welche Graphen sind, die relevante Merkmale der Umgebung als Knoten wiedergeben.

Kartenlose Systeme besitzen keinerlei Darstellung ihrer globalen Umgebung sondern agieren reaktiv. Für den hier gegebenen Anwendungsfall würde das bedeuten, dass der Roboter nach einer Explorationsmethodik die Umgebung durchkämmt, ohne diese zu kartographieren, und anhält sobald eine Fläche, die den Anforderung der Singfläche genügt, um ihn herum frei ist.

Kartenbasierte Systeme werden meistens in indoor Umgebungen verwendet, da outdoor Umgebungen zu groß und irregulär in ihrer Autonomie sind.

Systeme, die metrische Karten verwenden, benötigen eine „simultaneous localization and mapping“ (SLAM) bzw. „concurrent mapping and localization“(CML) Technik, um einerseits eine Karte zu erstellen und andererseits sich selber in dieser wiederzufinden.

Bei der Kartographierung der Umgebung spielt die Erkundgsstrategie, welche die Bewegung des Roboters vorgibt, eine zentrale Rolle. Es wird auf die Arbeit [5] verwiesen, die sich diesem Thema widmet und in empirischen Untersuchungen zu dem Ergebnis kommt, dass konzentrische Trajektorien am besten abschneiden.

Es wird auf Arbeiten verwiesen, die sich mit SLAM auseinander setzen, allerdings gibt es da aktuellere Arbeiten wie Sand am Meer.

Als zwischenzetilicher State-of-the-art wird [2] zitiert und wiederholt (2006), wobei der Ablauf in zwei Schritte unterteilt wird. Zuerst erkundet der Roboter die Umgebung, welche in Form einer metrischen Karte dokumentiert wird. Anschließend wird ein Pfad geplant, um die Navigationsaufgabe zu lösen.