

Masterarbeit Lars Dießner

Titel der Arbeit:

Implementierung und Validierung von Hector SLAM auf Basis der Daten eines kompakten 2D-LiDAR-Sensors

Betreuer:

Dr. Patrick Westfeld, Dipl.-Ing. David Mader

Beschreibung:

Im Rahmen des technischen Fortschritts gewinnt die Automatisierung von Aufgaben und die Entwicklung spezialisierter Roboter immer mehr an Bedeutung. Es wird daran geforscht, diese autonom an Orten agieren zu lassen, die für den Menschen oft nur unter Risiko zu betreten sind, wie beispielsweise zerstörte oder einsturzgefährdete Gebäude nach einem Erdbeben. In einem solchen USAR Szenario (Urban Search and Rescue - Suchen und Retten in urbanen Gebieten) muss der Roboter in der Lage sein, in unbekanntem Gelände zu Navigieren, dazu entsprechende Karten anhand der Umgebung abzuleiten und daraus wiederum die eigene Position zu bestimmen. Die Ableitung einer Umgebungskarte und der eigenen Position müssen zeitgleich erfolgen und bedingen sich gegenseitig, sodass hierfür spezielle Programmlösungen notwendig sind. Das Forschungsgebiet nennt sich entsprechend Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) - simultanes Lokalisieren und Kartieren.

Eine von vielen als Open Source verfügbaren SLAM Implementierungen ist das Projekt HectorSLAM, entstanden durch eine Forschungsgruppe an der TU Darmstadt. HectorSLAM ermöglicht die Erstellung von 2D Belegungsrußterkarten und die zeitgleiche Abschätzung der eigenen Position, basierend auf dem Einpassen von Zeilenscans eines Kompaktlaserscanners in eine 2D Belegungsrußterkarte. Der Ansatz benötigt nur geringe Rechenleistung, was ihn gut geeignet macht für leichte und mobile Roboter. Mit Hilfe einer Inertial Measurement Unit (IMU - Messeinheit zur Erfassung von Drehraten und Beschleunigungen) und weiterer Lagesensoren kann der Ansatz auch seine volle Position und Orientierung im Raum schätzen und so seine Kartierung verbessern. Die Ausführung erfolgt dabei eingebettet in das Robot Operating System (ROS), einem Framework zur Entwicklung und Steuerung von Robotern.

Als Zeilenlaserscanner wurde in der Arbeit ein Hokuyo UTM-30LX und als IMU ein Wii Remote Plus Controller verwendet. Das Ziel der Arbeit war es, den SLAM-Algorithmus HectorSLAM zu validieren. Schwerpunkte waren dabei die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Konsistenz der erzielten Ergebnisse. Es wurde eine ideale Umgebung definiert und anhand dieser versucht, geeignete Testumgebungen zu finden, entscheidend waren dabei die Möglichkeit zur Überprüfung der Schleifenschlussgenauigkeit in einem großen Gebäude sowie der Distanz- und Winkelgenauigkeit in einem langen geraden Gang. Zusätzlich dazu wurde die Funktionsfähigkeit von HectorSLAM in einer natürlichen Umgebung überprüft, genauso wie die testweise Erfassung eines einzelnen 3D Objektes, stellvertretend für 3D Karten. Die eigenen Messergebnisse wurden teilweise auch mit denen anderer Arbeiten verglichen, darauf aufbauend wurden einige Vorschläge zur Verbesserung von HectorSLAM sowie dessen Nutzung genannt.

Die Versuche haben gezeigt, dass HectorSLAM gut für die 2D Kartierung in urbaner Umgebung geeignet ist und gute Ergebnisse liefert, sowohl mit - wie auch ohne - Nutzung einer IMU. Der teilweise Vergleich mit anderen Arbeiten hat die Ergebnisse bestätigt. Lediglich beim Schleifenschluss nach zu langen Wegen kam es zu Ungenauigkeiten, da keine automatische Kartenkorrektur implementiert ist. Der SLAM-Ansatz ist schnell und benötigt zugleich nur geringe Systemressourcen. Die Verwendung von HectorSLAM in natürlicher Umgebung ist jedoch nicht zu empfehlen, auch zur Erfassung von 3D Punktwolken ist der Ansatz nicht geeignet. Es besteht Forschungspotential in der Kombination von HectorSLAM mit anderen Ansätzen der Lokalisierung und Kartierung, um dessen Vorteile mit denen der

Anderen zu kombinieren und somit einen effizienten SLAM-Ansatz zu entwickeln, der sich in vielfältigen Umgebungen für die 2D und 3D Kartierung verwenden lässt.

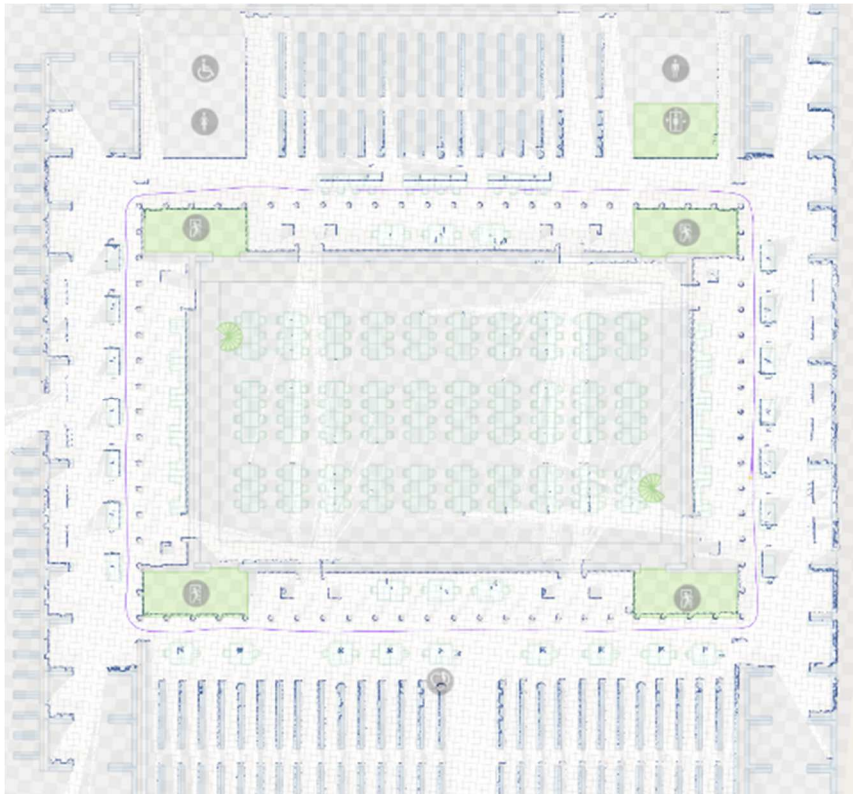


Abb. 1: Weitgehend korrekte SLAM-Karte (blaue Linien + weißer Grund) mit hinterlegter Übersichtskarte (grau)

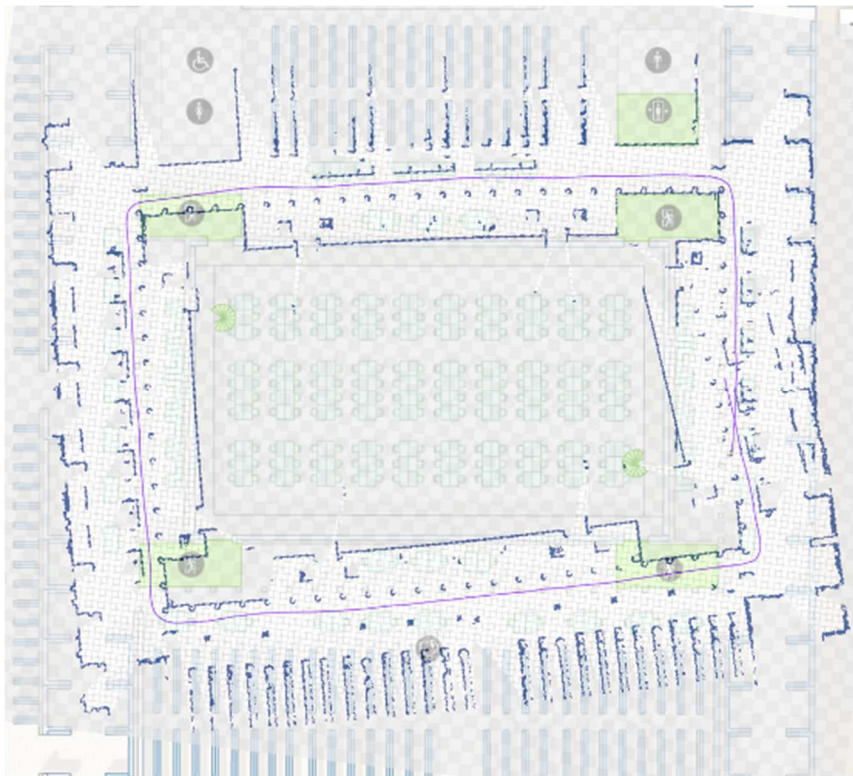


Abb. 2: Fehlerhafte SLAM-Karte (blaue Linien + weißer Grund) mit hinterlegter Übersichtskarte (grau)

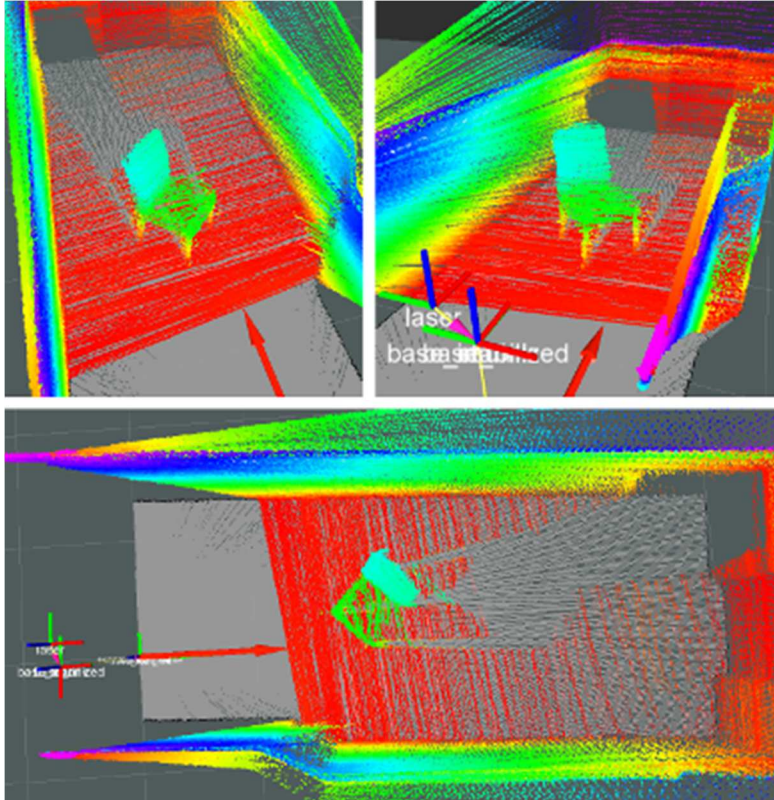


Abb 3: Perspektivische Ansichten einer erfassten 3D Punktwolke mit unterlegter 2D Belegungsraasterkarte