

---

# Robust 3D environment modeling using pose graph optimization on lidar data

Vorschlag für eine Diplomarbeit beim DFKI

29. April 2013

Eingereicht von:	Sascha Arnold
Matrikelnummer:	2336144
Studiengang:	Diplom Informatik
Betreuer:	M.Sc. Jakob Schwendner
1. Prüfer:	Prof. Dr. Frank Kirchner

## 1 Motivation

SLAM<sup>1</sup> war in den letzten zwei Jahrzehnten ein sehr aktives Forschungsfeld. Es gibt zahlreiche Ansätze und Lösungen dieses Problems. Die meisten Ansätze weisen aber verschiedene Einschränkungen auf. Zum Beispiel sind sie auf eine bestimmte Klasse der Umgebung spezialisiert, arbeiten nur in statischen Umgebungen oder sind nicht inkrementell, also nicht online, nutzbar. Das angestrebte Ziel ist es ein System zu entwickeln welches eine dreidimensionale Karte online, sowohl in Innenräumen als auch in Außenbereichen, erzeugen kann und dabei möglichst resistent ist gegen dynamische Einflüsse. Als Grundlage soll der GraphSLAM Ansatz genutzt werden, da er sich in der jüngeren Vergangenheit als relativ robust erwiesen hat[4]. Um eine möglichst genaue Karte zu erzeugen sollen zusätzlich die indirekten Informationen des Laserscanners ausgewertet werden. Indirekte Informationen sind alle Strecken, zwischen dem Sensor und einem Objekt, auf welchen der entsendete Laserimpuls noch von keinem Objekt reflektiert wurde. Dies gilt auch für Strecken auf welchen der Laserimpuls gar nicht reflektiert wird.

## 2 Zielsetzung

Die Arbeit soll sich vor allem damit Beschäftigen in wie weit sich mit einem Sensor, welcher 3D Laserdaten in hoher Frequenz (10Hz) liefert, eine durch GraphSLAM generierte Karte verbessern lässt. Als 3D Laserscanner soll ein Velodyne HDL-32E[2] verwendet werden.

---

<sup>1</sup>Simultaneous Localization and Mapping

Mit Hilfe der hohen Datenrate des Sensors sollen Ausreißer und dynamische Einflüsse bestmöglich aus den Eingabedaten entfernt werden. Durch das Auswerten der indirekten Informationen des Laserscans soll die Qualität der Karte verbessert werden. Hierdurch könnten Ausreißer entfernt werden und auf sich veränderte Umstände in der Karte reagiert werden.

Als Grundlage für den SLAM Algorithmus bietet sich g2o[3] an, ein quell offenes C++ Framework zur Optimierung von graph-basierten nicht linearen Fehlerfunktionen. Das GraphSLAM Problem lässt sich als eine solche Fehlerfunktion beschreiben.

Getestet werden kann die Implementierung neben dem Simulator, mit der Sensorplatte welche für das EO2 Projekt erstellt wurde. Die Sensorplatte verfügt neben dem Velodyne Laserscanner über eine IMU<sup>2</sup>, ein duales Kamerasystem und ein GPS. Zielsystem ist der Rover welcher für das Artemis Projekts gebaut wird.

### 3 Anwendungsfall

Der innerhalb dieser Arbeit entstehende SLAM Algorithmus soll auf dem Rover System des Artemis Projekts getestet und eingesetzt werden. Das Projekt hat das Ziel am SpaceBot Cup[1] des DLR teil zu nehmen. Die Karte soll hier neben der Lokalisierung vor allem der Pfadplanung dienen. Um möglichst frühzeitig die Einsatzfähigkeit zu gewährleisten soll der Algorithmus bereits ohne die geplanten Optimierungen getestet werden.

### 4 Zeitplan

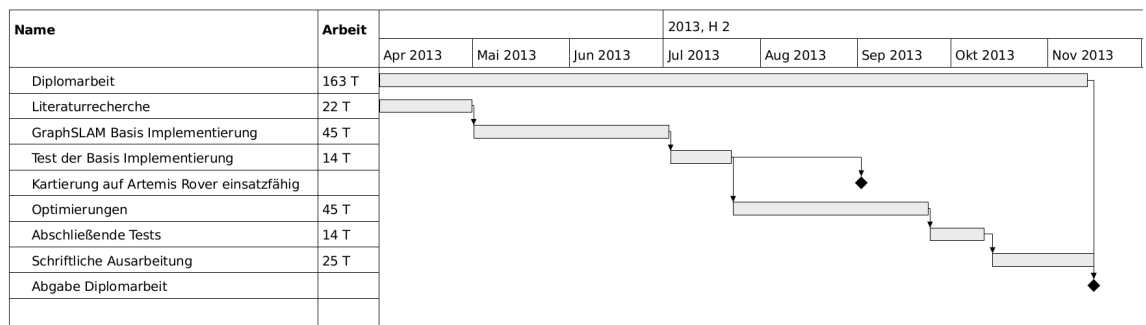


Abbildung 1: Zeitplan der Diplomarbeit

<sup>2</sup>Inertial measurement unit

## 4.1 GraphSLAM Basis Implementierung

Hier ist insbesondere die Implementierung des GraphSLAM front-ends unter Verwendung des g2o Frameworks gemeint. Bei anderen benötigten Algorithmen, wie z.B. ICP<sup>3</sup>, soll in diesem Schritt zunächst auf vorhandene Bibliotheken zurück gegriffen werden. Auch bei der Kartenrepräsentation sollen zunächst vorhandene Ansätze verwendet oder evtl. angepasst werden.

## 4.2 Optimierung der Karte

- Filtern der Eingabedaten um Ausreißer zu reduzieren.
- Eigene Kartenrepräsentation implementieren, welche u.A. indirekte Informationen und die lokale Ausrichtung von Oberflächen modelliert.
- Für das Matching von neuen Punktwolken in der Karte soll ein ICP-Algorithmus implementiert werden, welcher direkt die Karte als Modell verwenden kann.

## Literatur

- [1] D. Z. für Luft-und Raumfahrt. Spacebot cup, robotik-wettbewerb des raumfahrtmanagements im dlr. [http://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-8101/13875\\_read-35268/](http://www.dlr.de/rd/desktopdefault.aspx/tabid-8101/13875_read-35268/), 2013. [Online; accessed 12-April-2013].
- [2] V. L. Inc. High definition lidar hdl-32e. [http://velodynelidar.com/lidar/hdl/downloads/97-0038c%20HDL-32E%20datasheet\\_APR2012.pdf/](http://velodynelidar.com/lidar/hdl/downloads/97-0038c%20HDL-32E%20datasheet_APR2012.pdf/), 2012. [Online; accessed 12-April-2013].
- [3] R. Kuemmerle, G. Grisetti, H. Strasdat, K. Konolige, and W. Burgard. g2o: A general framework for graph optimization. In *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA)*, 2011.
- [4] E. B. Olson, S. Teller, and J. Leonard. *Robust and efficient robotic mapping*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, Department of Electrical Engineering and Computer Science, 2008.

---

<sup>3</sup>Iterative closest point algorithm