

Proposal zur Diplomarbeit  
Kontinuierliche Sonarauswertung auf Basis eines  
Scanning Sonars

Matthias Goldhoorn  
(Matthias.Goldhoorn@dfki.de)

Betreuer:  
Marc Hildebrandt (Marc.Hildebrandt@dfki.de)  
Prof. Dr. Frank Kirchner (Frank.Kirchner@dfki.de)

6. Dezember 2009

## 1 Einführung

Ein großes Problem für AUVs <sup>1</sup> ist oftmals die nur spärlich vorhandene Menge an verwertbaren Sensorinformationen. Wasser dämpft einen Großteil des sichtbaren Frequenzspektrums. Die Sichtweite ist in den meisten Anwendungsgebieten gering, es gibt wenige oder nur sehr teure absolute Positionssensoren. Durch Strömungen kann man sich nicht sicher sein, ob das AUV steht oder driftet. Es kommt hinzu, dass IMUs durch ferromagnetische Ablagerungen in der See bzw. ferromagnetische Materialien in Testbecken stark beeinträchtigt werden, sodass die Orientierung auch oftmals ungenau ist. Bereits im studentischen Projekt *Avalon* wurde dieses Problem deutlich. Hier wurde als primäre Lokalisierung eine IMU und Bildverarbeitung eingesetzt. Auch wurde festgestellt, dass es sich als sehr schwierig erweist, bedingt durch den Mangel an absoluter Positionssensorik und dem Nichtvorhandensein von Odometrie, die eigene Geschwindigkeit zu bestimmen.

## 2 Motivation

Motivation der Diplomarbeit ist eine Karte der Umwelt zu besitzen und sich selbst in der Karte lokalisieren zu können. Genau aus diesem Grund soll versucht werden, einen SLAM Algorithmus <sup>2</sup> auf Basis eines Scanning-Sonars mithilfe einer IMU zu nutzen. Dieses Verfahren würde, sofern die Ausgangsdaten hinreichend sind, eine Möglichkeit geben, dynamisch während der Operation eines AUVs, Daten zu sammeln, eine Karte aufzubauen und eine Ortung des Fahrzeugs vorzunehmen. Dieses Vorgehen orientiert sich an dem schon oft umgesetzten SLAM Verfahren auf mobilen Fahrrobotern. Bei den Landfahrzeugen wird ein Laser-Scanner, sowie Odometrie genutzt. Der Laser-Scanner liefert hier Distanz- sowie Winkelinformationen. Die Odometrie stellt die bewegungsinformation bereit. Dies zusammen kann genutzt werden um SLAM zu ermöglichen. Die Idee der Diplomarbeit ist, dass versucht werden soll, das Scanning-Sonar, welches kontinuierlich für jeden Winkel, ein 1D Datenarray <sup>3</sup> ausgibt. Dieses Array soll analysiert werden, um einen Distanzwert, identisch dem Laser-Scanner, an der Luft zu erhalten. Die IMU soll genutzt werden, um eine Vorhersage der Bewegung zu bekommen. Diese Informationen zusammen ermöglichen es ein SLAM verfahren anzuwenden, welches analog bereits auf mobilen Robotern an Land eingesetzt wird.

## 3 Ziele

Das Ziel der Diplomarbeit soll sein, ein Scanning-Sonar sowie eine IMU auszuwerten. Dazu sollen zunächst verschiedene Ansätze evaluiert werden, wobei diese Schritte sequenziell abgearbeitet werden.

---

<sup>1</sup> Autonome Unterwasser Fahrzeuge

<sup>2</sup> simultaneous localization and mapping

<sup>3</sup> Die Werte des Arrays entsprechen der Echostärke einer Distanz

- Dynamische Frequenzanalyse des Sonars  
Zunächst wird versucht, die 1D-Sonardaten auf Basis ihrer Frequenzen zu analysieren. Es soll evaluiert werden, welches Verfahren sich am besten eignet. Aus diesen Informationen soll versucht werden, die wahrscheinliche Distanz zu einem Punkt zu ermitteln.
- Bewegungsschätzer  
Die IMU, der Bodenabstandssensor sowie der Tiefenmesser sollen über ein EKF<sup>4</sup> zusammengefasst werden, sodass für den SLAM eine verwertbare Eingabe zum Mappen
- SLAM  
Diese Daten sollen zusammen mit den schon vorhandenen IMU Daten in ein SLAM überführt werden. Der SLAM Ansatz soll die Karte der Umwelt erstellen und eine Positionsbestimmung innerhalb der Karte ermöglichen. Hierfür soll auf bereits umgesetzte SLAM Verfahren wie z.B. auf das GridSLAM<sup>5</sup> zurückgegriffen werden.

## 4 Nötige Arbeiten

- Einbindung des Sonar in das bestehende System  
Das Tritech Micron Scanning Sonar muss zunächst in das bestehende Kommunikationsframework eingebunden werden, um die Daten mit einer selbstzuerstellenden Software auswerten zu können.
- Portieren und erweitern des Simulators  
Für den SAUC-E 2008 wurde bereits ein einfacher Simulator für das *Avalon* implementiert. Dieser Simulator basiert bisher leider nur auf ADRF<sup>6</sup>. Es muss also dieser Simulator auf Orocos portiert werden sowie erweitert werden um zusätzlich zu den schon implementierten Sensoren, auch einfache abstrakte Sonarinformationen zu liefern.
- Finden der optimalen Parameter  
Das Scanning-Sonar besitzt eine Reihe an Parametern, die großen Einfluss auf das Scanergebnis besitzen. Es gilt Metriken aufzustellen, welche Konfiguration des Sonars in welchem Zustand unter welchen Bedingungen die besten Ergebnisse liefert.
- Analyse der Daten  
Hauptkern der Arbeit wird die Analyse der Daten sein. Hierbei gilt es ein Verfahren zu entwickeln Sonar analog wie ein Laser-Scanner an der Luft zu verwenden. Hierbei wird versucht, einen klaren Entfernungswert aus jeder Scanline zu extrahieren.

---

<sup>4</sup>Erweiterter Kalman Filter

<sup>5</sup><http://openslam.org/gridslam.html>

<sup>6</sup>Das ADRF - "Allgemeines Daten-Rübergabeframework" ist ein Kommunikationsframework welches im DFKI entwickelt wurde, welches jedoch durch Orocos abgelöst wurde.

- Nutzung der Daten für SLAM  
Für diesen Schritt muss zunächst recherchiert und evaluiert werden, welcher SLAM Variante sich am besten für diesen Ansatz eignet. Danach werden alle Daten zusammen als Eingabe für den Algorithmus verwendet.

## 5 Anwendungsfall

Als Anwendungsfall der Sonaranalyse soll versucht werden, Mithilfe des *Avalon* Fahrzeugs, auf das das Scanning-Sonar installiert wird, eine Engstelle aufzufinden und zu passieren. Dabei wird primär der SLAM genutzt, um die Engstelle zu finden und zu ihr zu navigieren. Für diese Aufgabe, um die Engstelle genauer zu analysieren, werden ggf. andere Sensoren des Avalon hinzugezogen.