

Proposal zur Bachelorarbeit
Dynamisches Tauchen von autonomen
Unterwasserfahrzeugen

Tim Lehr
(lehr@informatik.uni-bremen.de)

Betreuer:
Prof. Dr. Frank Kirchner (Frank.Kirchner@dfki.de)
Dipl.-Inf. Martin Fritsche (Martin.Fritsche@dfki.de)

10. Juni 2013

1 Einführung und Motivation

Ein häufiges Problem von Autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUVs¹) ist die begrenzte Missionszeit. Ein wesentlicher Grund für die Limitierung der Missionszeit liegt in der Kapazität der Akkuzellen des AUVs. Um eine Erhöhung der Kapazität zu erreichen muss man größere und schwerere Akkus verwenden. Dies führt dazu, dass das AUV auch größer und schwerer wird, was wiederum zu einem höheren Stromverbrauch führt. Außerdem wird das AUV schwerer zu handhaben.

Eine andere Möglichkeit, um die Missionszeit eines AUVs zu erhöhen, ist die Reduktion des Stromverbrauchs. Hierfür bieten sich vor allem die größten Verbraucher des AUVs an, da Einsparungen hier am meisten ins Gewicht fallen. Zu diesen Verbrauchern gehört auch der Antrieb des AUVs. Besonders groß ist dieses Einsparungspotential bei Hovering-AUVs, die alle regelbaren Achsen mit Thrustern steuern. Der Stromverbrauch beim Regeln verschiedener Achsen kann sich deutlich zwischen den Achsen unterscheiden. Wesentliche Gründe hierfür, sind ein unterschiedlicher Wasserwiderstand in den verschiedenen Fahrtrichtungen (Geometrie des Fahrzeugs) und der Auftrieb (die meisten Hovering-AUVs sind positiv tariert), die das Fahrzeug beeinflussen.

Wenn ein AUV, basierend auf seiner aktuellen Position und der gewünschten Zielposition, einen möglichst energieeffizienten Weg auswählt, kann das AUV eine größere Strecke zurücklegen. Hierdurch erhöht sich die Reichweite und das AUV kann ohne technische Änderungen Missionen erfüllen, die zuvor wegen der begrenzten Reichweite nicht möglich waren.

2 Inspiration

Um ein Objekt energieeffizient durch ein Medium, in diesem Fall Wasser, zu bewegen, wird meistens der Wasserwiderstand des Objekts minimiert. Daher wird bei der Konstruktion von Schiffen (die sich nur auf der Oberfläche bewegen) darauf geachtet, dass der Rumpf möglichst wenig Wasserwiderstand bietet. Schiffe fahren, außer zum Anlegen, immer mit dem Bug vorraus, da sie auf diese Weise den niedrigsten Wasserwiderstand besitzen. Nur so können hohe Geschwindigkeiten, bei einem vergleichsweise geringen Energieverbrauch erreicht werden. Deshalb zeigt der Bug eines Schiffs auch bei einer Kursänderung weiter nach vorne. Um einen Kurs zu erreichen der parallel zum vorherigen Kurs ist, würde ein Schiff nach diesem Muster also eine „S-Kurve“ fahren.

Auch AUVs sind häufig so ausgelegt, dass sie beim Vorwärtsfahren den geringsten Wasserwiderstand besitzen. Wenn es gelingt, das Verhalten von Schiffen für AUVs, auch auf die dritte Achse (Tauchen) zu übertragen, so kann der Energiebedarf beim Tauchen gesenkt werden.

Dies ermöglicht es den AUVs längere Missionen durchzuführen, bei denen sie mehrere Aufgaben erfüllen oder in Gebiete vordringen können, die bisher wegen der Kapazität der Akkus nicht erreichbar waren. Beispielsweise könnte

¹Autonomous Underwater Vehicle

ein AUV so weiter unter die polaren Eisdecken tauchen, als es diesem System bisher möglich war.

3 Ziele

Ziel der Bachelorarbeit ist es, möglichst energieeffiziente Algorithmen für das Tauchen des AUVs zu finden oder ggf. zu entwickeln. Damit dies gelingen kann, soll für die folgenden Szenarien jeweils der energieeffizienteste Algorithmus gefunden werden. Die zu implementierende Komponente, soll dann jeweils den für die aktuelle Situation am geeignetsten Algorithmus auswählen:

1. Es soll ein möglichst energieeffizienter Algorithmus für ein Ab- oder Auftauchen während langer Strecken gefunden werden. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass sich auf der Strecke zwischen den beiden Punkten keine Hindernisse befinden, denen das AUV ausweichen muss. Dies ermöglicht es dem AUV, während des Tauchens auf längeren Wegstrecken, Energie zu sparen.
2. Es soll ein möglichst energieeffizienter Algorithmus für ein Ab- und Auftauchen während kurzer Strecken gefunden werden. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das AUV eine Position erreichen soll, die der aktuellen sehr nahe ist, sich jedoch in der Tiefe unterscheidet. e
3. Zusätzlich soll ein energieeffizienter Algorithmus für räumlich begrenzte Umgebungen gefunden werden. Mögliche Beispiele hierfür sind ein Hafenbecken, in dem das AUV beim Tauchen berücksichtigen muss dass es keine Kollisionen mit Wänden oder anderen Hindernissen, wie Schiffen, geben darf oder die Inspektion des Inneren einer Höhle.

4 Nötige Arbeiten

- Festlegung der Bewertungskriterien, für den Vergleich von verschiedenen Algorithmen, die ein energieeffizientes Tauchen ermöglichen sollen.
- Recherche über den aktuellen Stand der Technik. Auf Grundlage dieser Recherche werden Algorithmen ausgewählt, die später miteinander verglichen werden sollen.
- Die ausgewählten Algorithmen werden implementiert und in die bestehende Reglerkette eingefügt. Dies ermöglicht es, die Algorithmen ohne großen Aufwand zu testen.
- Die implementierten Algorithmen werden in der Mars-Simulation, mit dem Model von AVALON² getestet. Wenn sich in der Simulation herausstellt, dass ein Algorithmus nicht umsetzbar ist (beispielsweise weil er von AVALON in der Simulation physikalisch nicht ausgeführt werden kann),

²Autonomous Vehicle for Aquatic Learning, Operation and Navigation - <http://robotik.dfki-bremen.de/de/forschung/robotersysteme/avalon.html>

so wird dieser angepasst, damit er umsetzbar ist. Die ersten Tests der Algorithmen können bereits während der Implementationsphase erfolgen, um die Implementation der Algorithmen auf Fehler zu prüfen.

- Die Algorithmen, die nach den Bewertungskriterien des ersten Arbeitsschrittes am geeignetsten sind, werden in Experimenten auf einem realen System evaluiert. Hierfür bieten sich die Systeme AVALON und DAGON³ an. Bei diesen Experimenten wird zunächst die gewünschte Funktionsweise der Algorithmen getestet. Wenn diese sichergestellt ist, wird der Energiebedarf der verschiedenen Algorithmen gemessen, damit diese verglichen werden können.
- Die Ergebnisse der Experimente werden, anhand der Bewertungskriterien, evaluiert. In diesem Prozess soll, basierend auf den Messdaten aus dem vorherigen Arbeitsschritt, der energieeffizienteste Algorithmus ausgewählt werden.

³<http://robotik.dfki-bremen.de/de/forschung/robotersysteme/dagon.html>