

Biologisch inspirierte Bahnregelung eines autonomen Unterwassergliders

Biologically Inspired Pathstabilisation of an Autonomous Underwater Glider

Proposal Bachelorarbeit

13.06.2013

Beginn Bearbeitungszeit: Dienstag, 01.10.2013

Abgabe Bachelorarbeit: Dienstag, 03.12.2013

Durchführung: Projekt Europa Explorer, DFKI Bremen

Betreuer: M. Sc. Philipp Kloss

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Susanna Labisch

Zweitprüfer: Prof. Dr. Frank Kirchner

Prüfling: Nina Wolleb, Matrikelnummer 303568, IS Bionik, Hochschule Bremen



1 Einleitung

1.1 Projekt Europa Explorer

Im Projekt „Europa Explorer“ werden am Deutschen Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz in Bremen (DFKI) Voruntersuchungen für eine zukünftige Expedition zum Jupitermond Europa angestellt. Es wird erwartet, auf Europa eine Eisschicht von 3 bis 15 Kilometern anzufinden, unter welcher sich ein Ozean aus flüssigem Wasser befindet. Für die Erforschung wird im Projekt ein Eisbohrer entwickelt, welcher, nach dem Durchbrechen der Eisschicht, ein autonomes Unterwasserfahrzeug (AUV) und drei autarke Lokalisationsbojen (Glider) in den Ozean entlässt (siehe Missionsablauf Abb. 1). Als akustisches Long Base Line (LBL) Unterwassernavigationssystem werden die drei Glider zur Ortsbestimmung und Navigation eingesetzt.

In der ersten Phase des Projekts „Europa Explorer“ werden die benötigten Komponenten (Eisbohrer, AUV, LBL-Bojen) für eine terrestrische Testmission ausgearbeitet, in welcher das Szenario auf Europa nachgestellt wird.

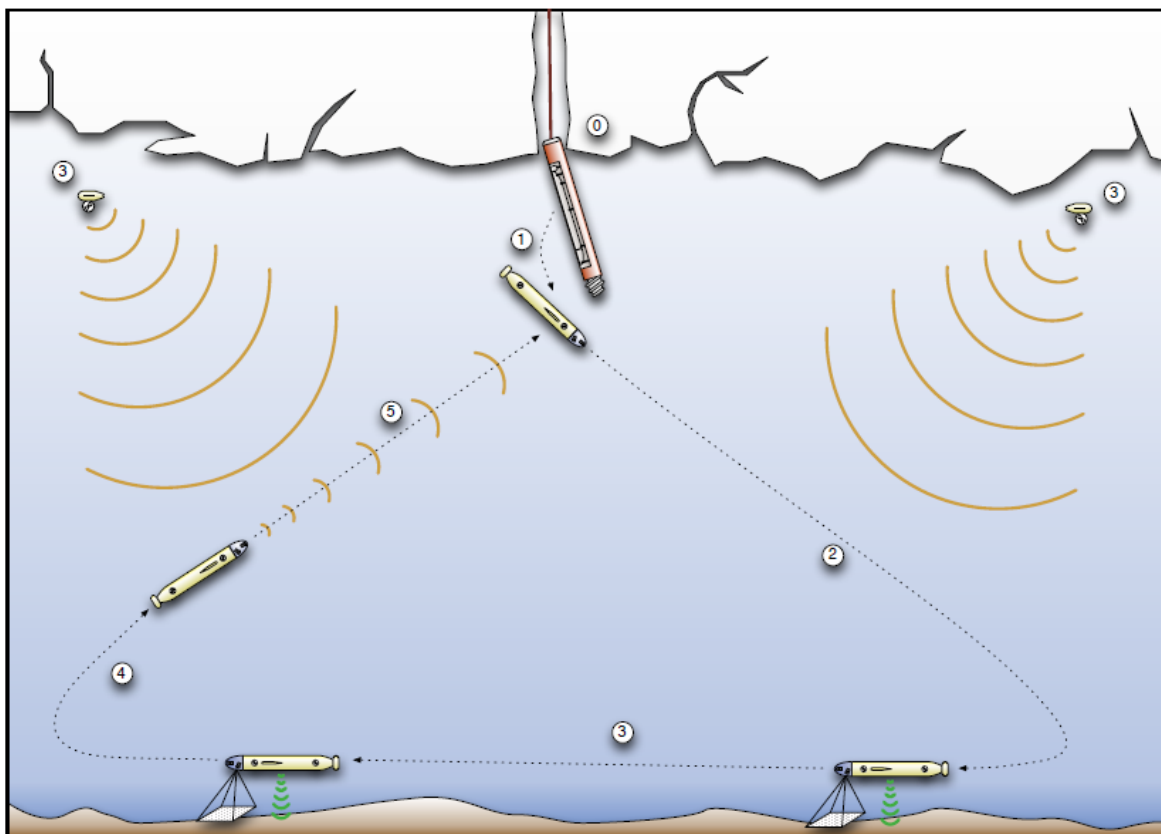


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Missionsablaufes. 0) Eisbohrer hat Eisschild durchbrochen. 1) AUV wurde aus dem Nutzlastkompartiment ausgekoppelt, autarke Lokalisationsbojen (Glider) werden ausgesandt. 2) AUV sinkt passiv bis zum Meeresboden 3) Erkundung des Meeresbodens mit Kameras/Sonar, Lokalisation über interne Sensorik und autarke Lokalisationsbojen. 4) Passives Aufsteigen. 5) Rückkehr zum Eisbohrer und Andocken zum Daten-/Energieaustausch. (Antrag Europa Explorer, DFKI Bremen, 2012)

1.2 Die Glider

Um die Mission erfolgreich auszuführen sollen die Glider die im Folgenden genannten Eigenschaften erfüllen. Sie sollen ohne konventionellen Antrieb auskommen und ein Volumen von ca. 400.000 mm³ nicht überschreiten, um die Unterbringung im Eisbohrer zu gewährleisten. Die drei Glider sollen eine möglichst weite Bahn (10 bis 100 km in der Realmission und 10 bis 100 m in der terrestrischen Voruntersuchung) in drei verschiedene Richtungen vom Eisbohrer weg zurücklegen, um die akustische LBL Navigation möglichst präzise ausführen zu können. Das Zurücklegen dieser Strecke soll ohne konventionellen Antrieb durch reines Gleiten erreicht werden. Ein angebrachtes Gewicht an der Spitze des Gliders soll das Absinken in einem möglichst idealen Winkel gewährleisten, so dass die zurückgelegte Weglänge maximiert werden kann. Dieses Gewicht soll nach Erreichen einer bestimmten Tiefe abgeworfen werden, woraufhin der Glider wieder langsam, die Richtung vom Eisbohrer weg beibehaltend, aufsteigen soll. Es wird während den Gleitphasen gleichzeitig Vortrieb durch die starren Flügel des Gliders und Auf- bzw. Abtrieb durch das sich ändernde Gewicht erzeugt. Nach dem Aufsteigen der drei Glider sollen diese sich selbstständig unter der Eisoberfläche festmachen um von dort die akustische Navigation auszuführen.

2 Bahnregelung eines autonomen Gliders

In dieser Arbeit soll allein die Bahnregelung eines solchen Gliders bearbeitet werden. Diese ist nötig, da die Glider sonst zum Beispiel im Kreis gleiten könnten und so der größtmögliche Abstand vom Eisbohrer nicht gewährleistet werden kann.

Aspekte wie die Formgebung des Gliders oder das Festmachen unter der Eisschicht werden separat von anderen Projektbeteiligten bearbeitet. Um die Bahnregelung zu implementieren soll möglichst auf das bereits vorhandene Rapid Prototyping Modell eines Gliders zurückgegriffen werden (Abb. 2).

Bei der Umsetzung soll nach verschiedenen Gesichtspunkten eine geeignete Regelung ausgewählt werden. Die Lösung soll möglichst einfach und robust gegenüber Störungen gehalten werden, da in der Mission kein Zugriff auf die Glider möglich ist und das System zuverlässig funktionieren muss.



Abbildung 2: Glidermodell, welches den Ausgangspunkt dieser Arbeit bilden soll.

Einhergehend mit einer Literaturrecherche zum Thema Lageregelung soll zunächst ein morphologischer Kasten mit den verschiedenen Einzelschritten der Regelung wie zum Beispiel Lagebestimmung, Korrektur der Lage und ähnliches erstellt werden, so dass biologische Vorbilder und technische Lösungen für eine stabile Fahrt der Glider analysiert werden können. Der Fokus der Arbeit soll auf der mechanischen Umsetzung liegen, deshalb werden für den Einzelschritt Lagebestimmung des Gliders nur technische Komponenten angeführt, da hier weniger Recherche und Abstraktion nötig ist. Die Lageregelung könnte zum Beispiel mittels eines Gyroskops oder durch die Verwendung eines Beschleunigungsmessers umgesetzt werden.

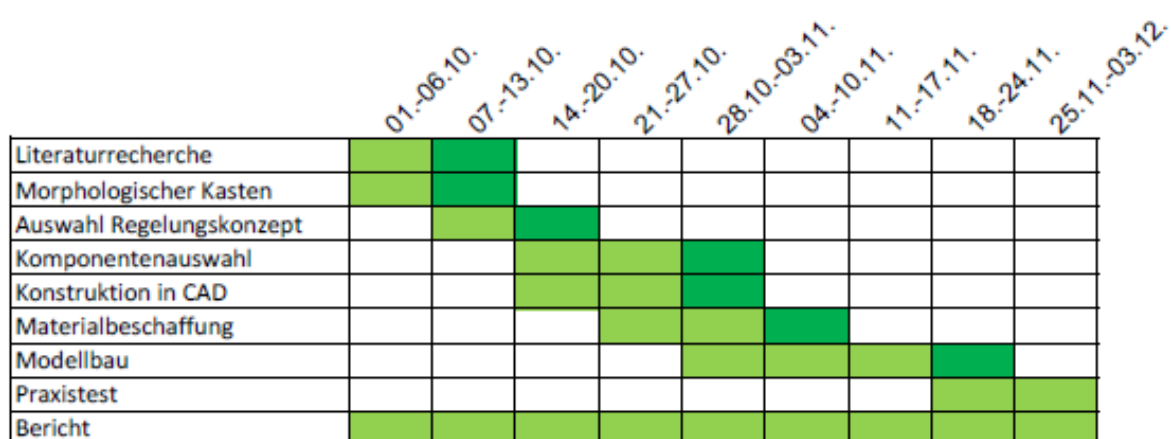
Als biologische Vorbilder für die mechanische Regelung der Gliderbahn sollen, dem Techno Pull Prinzip der Bionik folgend, unter anderem die mechanischen Regelungsmechanismen von Fischen (u. a. Schwanzflossen und deren Ansteuerung), Vögeln und Käfern recherchiert werden. Hier sind Muskelverläufe und andere Adaptionen zum Realisieren der Stabilisation von Interesse. Für mögliche technische Lösungen sollen unter anderem Seiten- und Höhenruder beim Flugzeug und andere mechanische Betätigungsketten näher beleuchtet werden.

Die im morphologischen Kasten gesammelten Lösungsmöglichkeiten der Einzelschritte dienen als Grundlage für die Auswahl eines Regelungskonzepts. Sollte das ausgewählte Konzept die Programmierung eines Microcontrollers erfordern um Komponenten anzusteuern, würde dies von einem Mitarbeiter des DFKI übernommen werden, da das Erlernen dieser Fähigkeit im Projektbearbeitungszeitraum nicht möglich wäre.

Anhand des Regelungskonzepts werden anschließend die konkret benötigten Komponenten ausgewählt. Hier ist die Konstruktion im CAD-Programm Solid Works ein wichtiges Mittel um Bauraumlimitierung und Komponentenanordnung auszuloten. Ist die Konstruktion abgeschlossen, werden benötigte Materialien und Komponenten beschafft, um darauf folgend mit dem Modellbau zu beginnen.

Im Anschluss an den Modellbau sollen einfache Tests im Wasserbecken des DFKI durchgeführt werden um die Funktionstüchtigkeit des Gliders mit Bahnregelung zu evaluieren. Hierzu sollen die Abweichungen von der geraden Bahn unter verschiedenen Bedingungen im Wasserbecken (ohne Strömung, mit leichter Strömung durch laufende Pumpe, Eintauchen mit verschiedenen Gleitwinkeln, Beginn des Gleitens in verschiedenen Positionen) statistisch ausgewertet werden.

2.1 Meilensteinplan



Geplante Zeit
Pufferzeit