

Konzeption eines autonomen Segelboots und Realisierung eines Reaktions-Prototyps



Diplomarbeit, vorgelegt von Robert Müller

Aufgabenstellung

Ziel dieser Arbeit ist neben der Konzeption eines autonomen Segelboots die Realisierung eines Reaktions-Prototyps. Es muss ermittelt werden, welche Komponenten für ein autonomes Agieren eines Segelboots notwendig sind und wie sie in ein Gesamtsystem eingegliedert werden. Dabei spielen viele Kriterien, u.a. Platzbedarf, Gewicht und Energieaufnahme eine wichtige Rolle. Bei den der Sensorik oder Aktorik angehörenden Bauteilen muss sichergestellt sein, dass über eine Schnittstelle auf die zur Verfügung gestellten Messwerte zugegriffen bzw. Steuerbefehle an sie übergeben werden können. Alle Komponenten sollen miteinander verbunden in oder am Segelboot angebracht werden. Wichtig ist außerdem die Realisierung einer hardwarebasierten Fallback-Möglichkeit, sodass im Notfall auf manuelle Steuerung zurückgewechselt werden kann. Ein Programm ermöglicht es, alle von den Sensoren gelieferten Messwerte abzufragen und auszugeben, Steuerbefehle an die Aktoren zu senden und auf eventuelle Eingaben eines Benutzers zu reagieren. Die Software muss ebenfalls darauf ausgelegt sein, eine Weiterentwicklung zu ermöglichen.

Anwendungsmöglichkeiten

Entsprechende Möglichkeiten für den Einsatz eines solchen Systems sind vielfältig. Es kann zum Sammeln ozeanographischer Daten, beispielsweise der Wassertiefe, als eine Art Autopilot auf Segelbooten oder als Trainingssystem beim Erlernen des Segelns eingesetzt werden.

Anforderungen

Das Projekt stellt zahlreiche Anforderungen an das Boot selbst, die hinzuzufügenden Komponenten und die Software. Bevor mit der Aufstellung der Kriterien für die Bauteile begonnen werden kann, müssen die erforderlichen Messgrößen festgelegt werden.

Messgröße	Erwarteter Wertebereich	Geeigneter Sensor
Geschwindigkeit des Bootes	0 – 5 m/s	GPS, Sumlog, Staudruckmesser
Position des Bootes	Längen- & Breitengrad (Grad => ± 90, Minute => 0-59, Sekunde => 0-59.99)	GPS
Ausrichtung des Bootes	0 – 360°	Kompass (lagekompensiert)
Krägung des Bootes	± 90°	Neigungssensor, 3-Achsen-Kompass
Windgeschwindigkeit	0 – 15 m/s	Windrad, Anemometer
Windrichtung	0 – 360 °	Windfahne, Anemometer
Wassertiefe	0 – 50 m	Echolot

Abbildung 1: Übersicht der zu messenden Größen, ihren Wertebereich und geeigneter Sensoren

Zudem sind viele Risiken und Probleme bei der Entwicklung zu erwarten, die im Vorfeld betrachtet werden müssen. Dazu zählen in erster Linie die Dynamik der Umgebung, also sich ständig ändernde äußere Bedingungen, Hindernisse und Verkehr auf dem Wasser, die Gefahr des Kenterns, aber auch das Platzbedarf und zusätzliches Gewicht der Komponenten sowie ihre Verteilung an Bord des Bootes.

Konzeption

Das zu entwickelnde System lässt sich in die Kategorien Sensorik, Computersystem, Aktorik, Kommunikation und Energieversorgung unterteilen. Da für das Projekt ein Netbook und Aksen-Board zur Verfügung standen, wird das Computersystem entsprechend aufgesplittet. Der Hauptcontroller ist direkt mit den Sensoren und den Komponenten für die Kommunikation verbunden. Es bietet dazu mehrere serielle Schnittstellen nach USB-Standard, für den zahlreiche Adapter zu anderen Standards existieren. Zudem wird der überwiegende Teil der Software auf dem Netbook ausgeführt. Der Zweitcontroller übernimmt die Aufgabe, die Motoren anzusteuern. Zwischengeschaltet ist die Fallback-Einrichtung, die darüber entscheidet, ob Steuerbefehle vom Controller oder einer Fernbedienung bei den Motoren eingehen. Alle Komponenten werden über einen Akkumulator mit Energie versorgt.

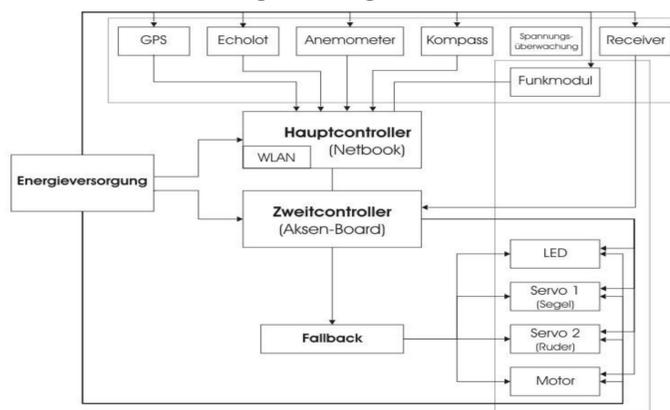


Abbildung 2: schematische Darstellung des Systemaufbaus

Das Splitten des Computersystems bedingt auch eine Zweiteilung der Software. Aufgrund der Komplexität ist auf Seiten des Hauptcontrollers eine Modularisierung notwendig. Bedingt durch eine schnelle Reaktion auf sich ändernde Sensordaten ist eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit erforderlich, entsprechende Funktionen sollen in mehreren Threads parallel ausgeführt werden. Der Datenaustausch mit allen Komponenten, ausgenommen dem GPS-Empfänger, wird über eine serielle (COM-) Schnittstelle realisiert. Daneben unterstützen fast alle das NMEA 0183-Protokoll, mit dessen Hilfe Daten in einem einheitlichen Format versendet werden. Ein solcher Datensatz muss einem Sensor zugeordnet und zerteilt werden, bevor er anschließend verarbeitet werden kann.

Anordnung der Komponenten

Da nicht alle benötigten Komponenten wasserdicht sind, werden diese als zusätzlichen Schutz in entsprechende Boxen untergebracht. Bei der gesamten Anordnung wurde darauf geachtet, dass die einzelnen Bauteile sinnvoll gruppiert, Kabelverbindungen gering und kurz gehalten und das Gewicht gleichmäßig verteilt sind. Wechselwirkungen sollen durch die größtmögliche Entfernung zwischen den betroffenen Komponenten vermieden werden.

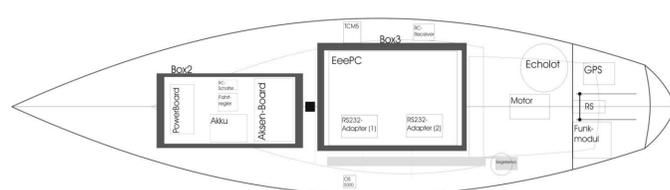


Abbildung 3: Anordnung der Komponenten im Rumpf des Bootes

Teilprogramm (Aksen-Board)

Hierüber sollen zwei wesentliche Funktionen realisiert werden. Zum einen sollen berechnete oder eingegebene Steuerbefehle an die Aktorik übergeben werden, zum anderen soll die Spannung des Akkumulators abgefragt werden. Das Programm reagiert auf die Eingabe eines Befehls mit dem Format (Servonummer,Winkel). Eine solche Anweisung wird zunächst auf Korrektheit und Plausibilität überprüft und erst anschließend ausgeführt. Zur Übermittlung eines Steuerbefehls wird sich einem Handshake-Verfahren bedient, bei dem der Erhalt einer Nachricht vom Empfänger bestätigt wird. Dabei werden zumeist nur einzelne Zeichen als Befehl verwendet, um die zu übertragende Datenmenge gering zu halten. Das Programm setzt die Motoren beim Start in ihre Nullstellung, läuft danach in einer gewollten Endlosschleife. Bei jedem Durchlauf wird die Schnittstelle auf eingehende Daten abgefragt.

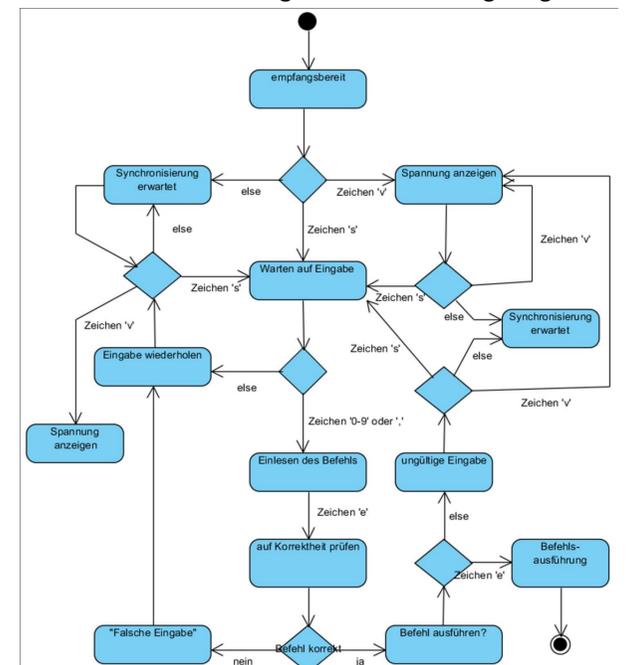


Abbildung 4: Zustandsdiagramm des Programms auf dem Aksen-Board

Fazit und Ausblick

Bei der Entwicklung und Umsetzung trat eine Vielzahl von zum Teil unvorhergesehenen Problemen auf, manche von ihnen sind auch nach Abschluss dieser Arbeit noch offen. Dennoch ist ein Prototyp entstanden, der einen guten Ausgangspunkt für weitere Entwicklungen bietet. Unter Laborbedingungen lief die Hardware des Systems sehr stabil und ausdauernd. Das Sicherheitssystem funktioniert zuverlässig. Die Software ermöglicht den Zugriff auf alle installierten Komponenten, bietet allerdings noch nicht die Funktionalität und Struktur, die für sie angedacht ist. Weitergehende Praxistests außerhalb des Labors müssen zeigen, ob alle Komponenten richtig angeordnet sind und korrekt funktionieren. Darüber hinaus ist die Entwicklung natürlich noch nicht abgeschlossen. Als nächstes ist es sinnvoll, Änderungen am Bootskörper hinsichtlich der Decksöffnungen vorzunehmen, um alle verbliebenen Komponenten in das System integrieren zu können.