

# Collaborative Underwater Robot Navigation

## Anwendung von Sensorintegration und Filtertechniken

### Diplomand



Ardijan Tosuni

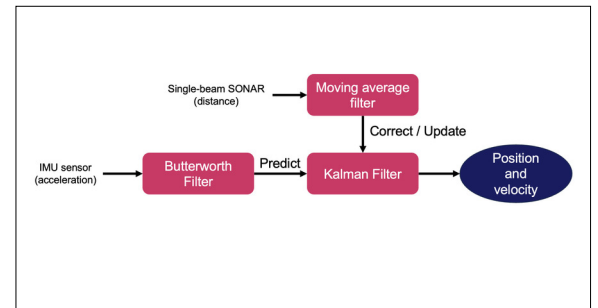
**Ausgangslage:** Die Nanyang Technological University (NTU) führt in Zusammenarbeit mit Saab Forschungen an einem Unterwasserroboter (UWR) durch. Die Entwicklung, Herstellung sowie Montage des UWR wurden bereits erfolgreich abgeschlossen. Der Roboter ist mit Schubdüsen ausgestattet, um zukünftig eine geschickte Fortbewegung sicherzustellen. Der UWR verfügt derzeit nicht über Sensoren für die Lokalisierung. Bisher wurde kein Navigationssystem implementiert, wodurch dieser nicht unter Wasser gesteuert werden kann. Für die Lokalisierung werden Einzelstrahl-SONARs (akustische Navigation und Entfernungsmessung) sowie ein Beschleunigungssensor eingesetzt. Die Steuerung des UWR erfolgt ausserhalb des Wassers über Befehle am Computer.

**Ziel der Arbeit:** Das Hauptziel dieses Projekts ist die Etablierung einer robusten Navigationsgrundlage durch die Nutzung von Messdaten, um anschliessend eine effektive Bewegung und Koordination zu ermöglichen. Für eine präzise Zustandsbewertung wird ein Kalman Filter implementiert, während zur Filterung der Beschleunigungsdaten ein Butterworth Filter zum Einsatz kommt. Die Umsetzung erfordert das Bereitstellen der Programme für eine nahtlose Integration der Sensoren über das Robot Operating System (ROS).

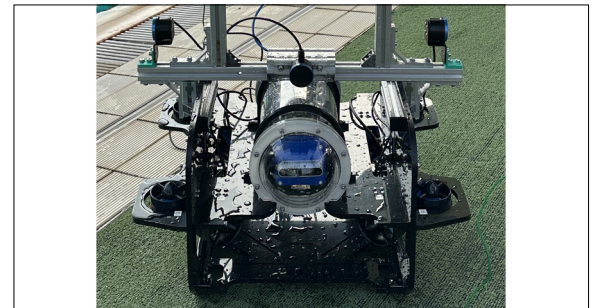
**Ergebnis:** Die SONARs wurden erfolgreich am UWR gelötet und wasserdicht verbunden. Die Integration mit ROS verlief reibungslos und ermöglichte präzise Datensammlung bei Experimenten im Wasserbecken. Ein Kalman Filter wurde für Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung verwendet, wobei Optimierungen in der Datenauswertung und Parametrisierung erforderlich sind. Ein Butterworth Filter wurde integriert, um hohe Frequenzen in den

Beschleunigungsdaten zu filtern. Pragmatische Lösungen wurden für Hardwareprobleme erarbeitet, darunter die Behebung eines Spannungsverlusts bei mehreren elektronischen Komponenten. Das Organisationskonzept des UWR wurde verbessert, um elektronische Bauteile effizient im UWR zu platzieren und zu sichern. Für zukünftige Arbeiten wird die Behebung von Undichtigkeiten an der Kabine sowie die Implementierung der Bewegungssteuerung empfohlen.

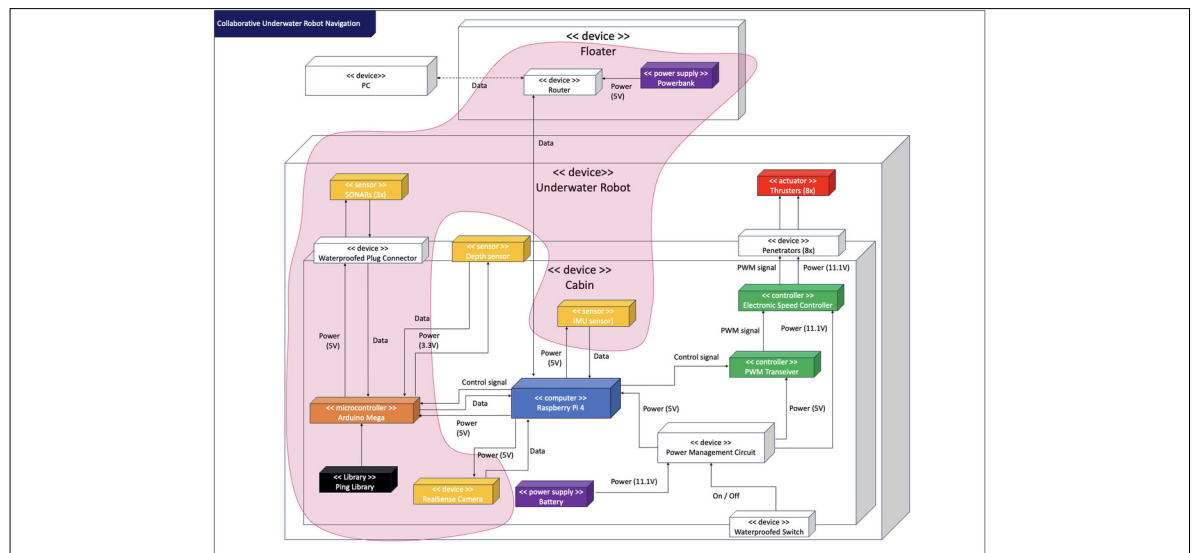
### Übersicht der Datenverarbeitung mit Kalman Filter Eigene Darstellung



### Unterwasserroboter mit SONARs Eigene Darstellung



### Verteilungsdiagramm des Unterwasserroboter Eigene Darstellung



**Referent**  
Prof. Dr. Dario Schafroth

**Korreferent**  
Prof. Dr. Marco Hutter,  
ETH Zürich, Niederwil  
SG, SG

**Themengebiet**  
Automation & Robotik

**Projektpartner**  
Nanyang Technological  
University NTU,  
Singapur