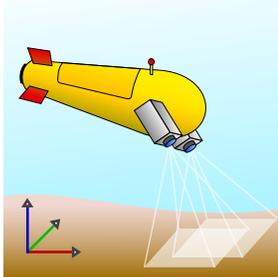


OPTISCHE 3D-MESSTECHNIK FÜR UNTERWASSERFAHRZEUGE



Als Teil des kooperativen EITAMS-Projekts zielt dieses Forschungsprojekt auf die Entwicklung, Kalibrierung und Validierung eines bildbasierten Multisensorsystems für unbemannte Unterwasserfahrzeuge ab. Das System soll sowohl Aufgaben zur Positionierung und Erfassung innerhalb einer unbekanntem Umgebung erfüllen, als auch eine kognitive Systemarchitektur unterstützen. Mögliche Anwendungsfelder sind Erkundungs- und Überwachungsaufgaben in für Menschen prekären oder schwer erreichbaren Umgebungen.

Das EITAMS-Projekt befasst sich mit der Entwicklung eines Schwarms unbemannter Unterwasserfahrzeuge (sog. Remotely Operated Vehicles, ROV und Autonomous Underwater Vehicles, AUV), welche durch unbemannte Überwasserfahrzeuge (USV) koordiniert werden. Zur Navigation, Erfassung und Ortung eines Unterwasserfahrzeuges ist es unerlässlich dieses mit Messtechnik auszustatten, welche Informationen über die aktuelle Position und Umgebung zur Missionslaufzeit bereitstellt. Im Teilprojekt „Optische Unterwasser-3D-Messtechnik“ wird ein kamerabasiertes Multisensorsystem entwickelt, um ebenjene Aufgaben zu erfüllen.

Als Trägerplattform unter Wasser wurde im Rahmen des Projekts der BlueROV2, ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug der Firma BlueRobotics, angeschafft (siehe Abb. 1). Dieses bietet die Möglichkeit modular in drei Druckgehäusen zusätzliche Payload anzubringen. Diese kann am ROV arretiert werden, um diesen mit autonomen Eigenschaften zu erweitern.



Abb. 1: Die gewählte Trägerplattform BlueROV2

Die Positionierung und Navigation stellen insbesondere unter Wasser eine große Herausforderung dar, da

bislang kein Sensor existiert, welcher analog zum über Wasser nutzbaren GNSS eine zentimetergenaue globale Verortung des Systems ermöglicht. Es wird daher die Fusion mit komplementärer Sensorik wie einem USBL-Receiver in Kombination mit einem Akustik-Modem und GNSS-Empfänger sowie der ROV-inhärenten Inertialmesseinheit (IMU), Kameras und weiteren Sensoren angestrebt. Diese sorgen für eine Gesamtsystemgenauigkeit, welche aufgrund fusionierter Messdaten höher ist als jene der einzelnen Systemkomponenten.

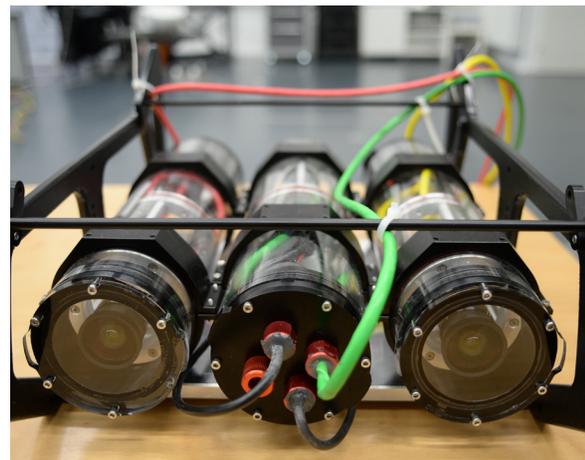


Abb. 2: Das Mehrkameranensystem in den drei Druckgehäusen

Das im Rahmen des Teilprojekts entwickelte Aufnahmesystem besteht aus drei Kameras, welche mit vor- und rückwärtigem Blickfeld angeordnet sind. Mithilfe der rückblickenden Kamera sollen sequentielle Auswerteverfahren eine robustere geometrische Basis erhalten als es klassische Stereokonfigurationen ermöglichen, um so Driften während der Datenaufnahme verringern. Das Kamerasystem ist modular aufgebaut und lässt sich flexibel

sowohl in die gewählte Trägerplattform als auch in beliebige andere Unterwasserplattformen integrieren (siehe Abb. 2). Eine eigens entwickelte galvanische Auslösung durch einen Microcontroller (Trigger) gewährleistet einerseits die Synchronisierung der drei Kameras untereinander und bietet andererseits eine Schnittstelle zur Integration weiterer Sensoren, welche standardmäßig durch einen Hardware-Trigger angesprochen werden können.

Aufgrund verschiedener Dichten der Medien Luft, Glas und Wasser besitzen diese unterschiedliche Brechungsindizes und verändern die Abbildungseigenschaften des optischen Systems: Der Raumstrahl wird entsprechend des Brechungsgesetzes nach Snellius an den jeweiligen Grenzflächen zum dichteren Medium hin gebrochen, sodass das zentralperspektivische Lochkameramodell nicht mehr gültig ist (siehe Abb. 3). Zur Kompensation werden entsprechende mathematische Modelle implementiert und Kalibrierverfahren entwickelt, welche diese medienspezifischen Eigenschaften berücksichtigen.

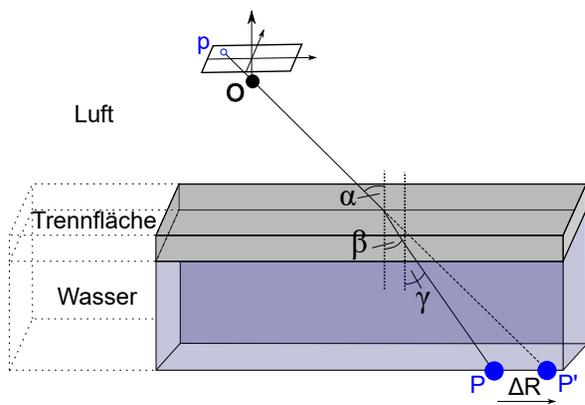


Abb. 3: Strahlbrechung in der Mehrmedienphotogrammetrie; durch die Ablenkung an den Trennflächen erscheint der Punkt P auf einem anderen Raumstrahl im Objektraum (P')

Algorithmisch werden die Daten mittels Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) ausgewertet. Hiermit lassen sich sowohl die Position als auch die Umgebung ohne Vorinformation dreidimensional in einem lokalen Koordinatensystem bestimmen. Es wurden sowohl eigene Ansätze als auch frei verfügbare Algorithmen, welche dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, getestet. Eine funktionsfähige Lösung, welche die Grundanforderungen hinsichtlich Robustheit und Genauigkeit bestmöglich erfüllt, wurde identifiziert und wird im weiteren Projektverlauf auf die spezifischen Anforderungen des Dreikamerasystems angepasst. In einem eigens entwickelten Testareal im Labor des IAPG wurde das System

mit dem Algorithmus getestet. Dieses Areal kann auch für weitere Entwicklungen als Evaluationsumgebung mit kontrollierten Bedingungen herangezogen werden.

Da der Sichtbereich der rückblickenden Kamera nicht mit jenen der beiden vorderen Kameras überlappt, ist die relative Orientierung nicht durch ein ebenes Testfeld bestimmbar. Es wurde daher ein Kalibrierraum entworfen, welcher photogrammetrische Codemarken an vier starren Wänden enthält und so die Bestimmung der Orientierungsparameter der drei Kameras in einem gemeinsamen Koordinatensystem ermöglicht.

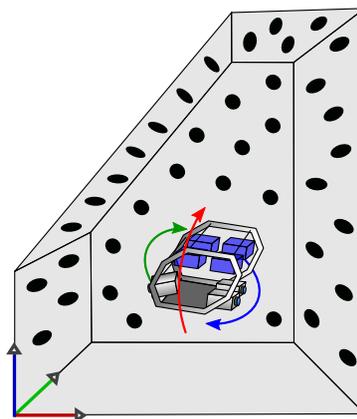


Abb. 4: Schematisch dargestellter Kalibrierraum; durch Rotation um die drei Raumachsen lassen sich die Parameter der inneren und relativen Orientierung des Kamerasystems bestimmen

Auf Grundlage der vorgestellten Arbeiten werden künftig Untersuchungen im Testbecken durchgeführt, welche den erwarteten Genauigkeitsgewinn durch eine dritte Kamera belegen und quantifizieren sollen. Weiterhin soll ein Dynamikmodell des BlueROV2 mithilfe photogrammetrischer Daten und maschinellem Lernen erzeugt werden.



- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Robin Rofallski M.Sc.
- Förderung durch die VolkswagenStiftung
- Laufzeit 01.02.2017 - 30.04.2020
- www.eitams.de/tp3/eitams_TP3.html