

受入大学名	九州工業大学		
Host University	Kyushu Institute of Technology		
外国人研究者	メルカド アンジェリン		
Foreign Researcher	Marie Angelyn T Mercado		
受入研究者	石井和男	職名	教授
Research Advisor	Ishii Kazuo	Position	Professor
受入学部/研究科	生命体工学研究科		
Faculty/Department	Faculty of Life Science and Systems Engineering		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	フィリピン
Nationality	Filipino
所属機関	フィリピン大学
Affiliation	University of the Philippines
現在の職名	研究者
Position	Researcher
研究期間	2021年1月1日～2021年3月31日(90日間)
Period of Stay	90 days (Jan 1, 2021 - March 31, 2021)
専攻分野	水中ロボット
Major Field	Underwater Robotics



Mercado, Marie Angelyn

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

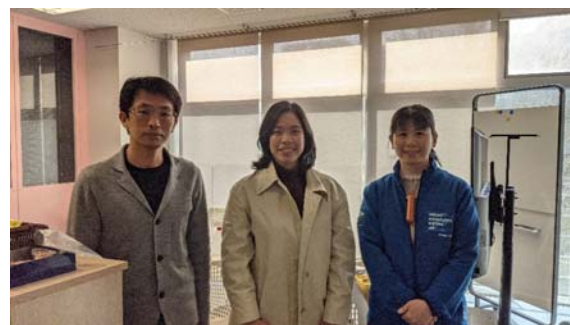
<b>①研究課題 / Theme of Research</b>
<p>Navigating in an open, unknown underwater environment poses a multitude of challenges due to factors such as lack of radio signals, varying light conditions, and water turbidity. However, human divers have surpassed these challenges and are able to successfully navigate using human vision and tools such as depth gauge, compass, etc. The research aims to understand and implement this process of navigation to autonomous underwater vehicles (AUV) using computer vision as the main factor in decision making. To test the concept, a part of the process was implemented -- estimating altitude. Knowing the altitude is important in navigation to avoid obstacles and maintain a specific distance from the seafloor during survey missions.</p>
<b>②研究概要 / Outline of Research</b>
<p>Seafloor stereo images with Inertial Measurement Unit (IMU) data were readily available through a previous research in the lab. Thus, there was no need to create a new rig to gather data. The focus was then placed on creating an algorithm for altitude estimation. The proposed algorithm consists of three steps -- depth map generation, histogram generation, and filtering. A simple Python program was implemented. One dataset so far has been tested where the AUV followed a specific survey path. In addition to creating an algorithm for altitude estimation, the researcher also tried to gather information on how different existing AUVs navigate and accomplish missions. This includes the 2 AUVs of the adviser's lab and 3 AUVs from University of Tokyo.</p>
<b>③研究成果 / Results of Research</b>
<p>The proposed algorithm was able to estimate the altitude with a 0.09m error. This was tested on a constant altitude dataset at around 1.5m. When the AUV changes altitude rapidly, such as when it dives up/down, the error increases by 0.5m. This is due to the depth map generation where features are harder to detect when the camera is farther away from objects because of water turbidity. As for how other AUVs navigate, the researcher has looked into the ff.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; DaryaBird/ Kubik (Kyutech) – Dead reckoning using DVL and IMU</li> <li>&gt; TunaSand2 (Kyutech/Todai) – Waypoint using DVL, INS, GPS</li> <li>&gt; Tri-Dog 1 (Todai) – Waypoint using DVL, Gyro, GPS; Localization using 2 Landmark pingers</li> <li>&gt; Monaca (Todai) – Waypoint using upward-mounted DVL, INS for ice tracking</li> </ul>
<b>④今後の計画 / Further Research Plan</b>
<p>The altitude estimation algorithm will be improved in two ways – image enhancement and improved filtering. It is possible to improve the depth map generation by first enhancing the images. Additionally, Kalman Filter for state estimation is an entry level state estimation algorithm. The researcher would like to test more sophisticated algorithms such as Particle Filter or even Neural Networks for this. Additionally, due to the knowledge exchange done with JAMSTEC and Todai, the researcher has further confirmed the vast possibilities of underwater robotics technology – from underwater earthquake detection to miniscule molecular sensors that can be attached to AUVs/ROVs. These possible applications will be shared with the appropriate people in UP.</p>

<受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

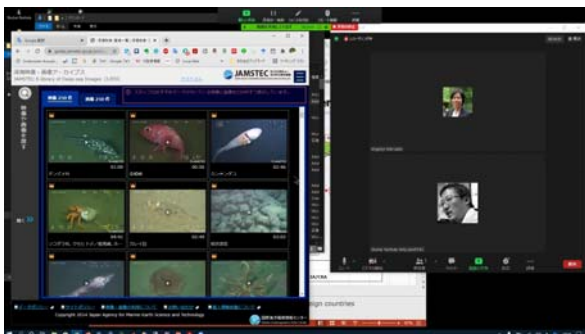
<b>①研究課題 / Theme of Research</b>
<p>極限環境の一つである水中環境において、水中ロボットによる海洋調査、水中構造物の調査等が期待されている。水中ロボットの実用化に向けて様々な研究課題があるが、自律型水中ロボット（AUV）のビジョンベースのナビゲーションに関する調査研究を行うことを目的としている。最初の課題として、ステレオビジョンを用い、AUVの海底面に対する高度を推定する手法について研究を進めた。受け入れ教員らが過去に行った実海域実験において得られた海底面の映像を用いて高度を推定し、超音波センサーで測定した高度との比較を行う。</p>
<b>②研究指導概要 / Outline of Research</b>
<p>過去に行った実海域における海底面の映像から高度推定に関する研究指導を行った。実験データは、慣性航行センサーからの観測実験時の速度、加速度、超音波センサーによる海底までの距離、撮影映像等の一連の基本情報がセットになったものであり、ステレオ画像処理による推定結果と超音波センサーからの距離を比較することが可能である。これを応用して、撮影画像からの海底面のモザイク画像の作成を指導した。調査実験時の海底面画像から、海底生物や魚等の密度計算を指示した。</p>
<b>③研究指導成果 / Results of Research</b>
<p>鮮明な画像のデータからは良好な推定結果が得られたが、AUVの指定高度よりも離れて撮影されたデータや透明度が低い状況の画像からでは誤差が大きくなった。海底面のモザイク画像は、駿河湾の水深100m前後において撮影されたものであり、AUVの移動航路に応じたモザイク画像が得られた。モザイク画像を元に生物をカウントしたところ、単独での存在は確認できたが、生物群衆は見つけられなかった。今後は生物の自動カウントが課題である。</p>
<b>④留学生交流事業の活動状況 / Activities of International Student Exchange Program</b>
<p>東京大学生産技術研究所の藤井輝夫教授、巻宏准教授を訪問し、水中観測デバイスの開発、複数のAUVによるオペレーション、氷塊下を航行するロボット等の説明を受け、申請者がフィリピンにおいて進めている海洋環境の事例を紹介し、今後の連携について議論した。ロボットのナビゲーション手法、搭載センサー、位置推定手法等に関して調査した。JAMSTEC 西田周平研究員との打ち合わせでは、海底地震計測等のプロジェクトの紹介やAUV/ROVの紹介があった。</p>
<b>⑤今後の計画 / Further Research Plan</b>
<p>次の課題として、海底画像の前処理やフィルタリングがあげられる。海底画像の鮮明化技術は重要であり、海底面からの高度推定にも大きく影響する。推定にはパーティクルフィルタやカルマンフィルタ、ニューラルネットワークの適用を検討する。また、ディープラーニング等のAI技術の海中における情報処理への応用も検討する。海洋環境調査は、世界的な課題でありマイクロプラスチックに代表される海洋汚染も深刻な課題となっている。しかしながら、フィリピンでは水中ロボットの研究はあまり進められておらず、ロボットの共同開発を進めながら環境データベースの構築を行う予定である。</p>



with Prof. Fujii of University of Tokyo



with Prof. Kim and Ms. Shinohara of Fujii Lab, University of Tokyo



Zoom meeting with Mr. Nishida of JAMSTEC



with Prof. Maki of University of Tokyo