



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ加盟各社

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 2 年 2 月 3 日
岡 山 大 学

海上技術安全研究所との共同研究により自動海底ロボットの模擬充電に成功 自律型水中ロボットの自動揚収および深海自動充電実用化へ前進

◆発表のポイント

- ・自律型水中ロボット（AUV）による、海底ステーションへの自動ドッキングを行うことに成功しました。
- ・AUVには、本学が開発した、複眼を用いる空間認識技術を搭載しています。
- ・本ドッキング技術により、AUVの海底での自動充電が可能になるため、長期間連続航行を要する海底資源探査・回収や海中未確認生物の生態調査などへの利用が期待されます。

岡山大学大学院自然科学研究科（工）の見浪護教授の研究グループは1月14～17日、国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所との共同研究を実施し、自律型水中ロボット（AUV: Autonomous Underwater Vehicle）の自動ドッキングに成功しました。本学が開発した実時間複眼3次元立体認識（3D-MoS: 3 Dimension Move on Sensing、注1）を海上技術安全研究所が開発した深海探査用ホバリング型 AUV「ほぼりん」に搭載し、ドッキング可能であることを実証したものです。このドッキング技術は洋上で調査船からの AUV の投入・揚収作業を安全に行うための技術として利用できるとともに、海底での自動充電を可能にするため、AUV の長時間海底作業の実現には不可欠な技術です。

特徴はステレオビジョン（複眼空間認識方法）を用いていることです。現在、調査船からの AUV の投入・揚収作業は海面上で行っており、海上風や波浪に強く影響されます。スイマーによる海面上での揚収作業が必要になることもあり、風や波浪の影響の少ない海中での自動ドッキングを用いた揚収がなされることが望まれています。またドッキング技術は深海底での AUV の自動充電を可能とし、継続的なエネルギー確保を可能とします。深海底の環境の特徴は、漆黑環境、海底泥の巻き上げによる画像ノイズの発生であり、この条件でいかに正確なドッキングを行うかが課題となります。そこで、3D 発光マーカーと 3D-MoS を組み合わせることで正確で確実なドッキングを実現しました。これにより、深海底での自律型知能ロボットの長時間自律連続運転の可能性が広がり、長期間連続航行を要する海底資源探査・回収や海中未確認生物の生態調査などへの利用が期待されます。



PRESS RELEASE

◆研究者からのひとこと

ステレオビジョンをロボットの運動制御に用いるビジュアルサーボという技術について研究を続けてきました。特徴は動物のように視差を利用して空間認識ができること、動画像から対象物の位置・姿勢を計測しフィードバック情報として用いて制御する点です。産業界では単眼ロボットの利用が進んでいますが、動物のような複眼ロボットは普及していません。動物の機能や知能を応用したロボットを研究開発し、自然の山野で働くロボット（除染ロボットも含みます）や海底のような過酷環境で働くことができる実用的なロボット（未知環境でしかも昼夜の光環境の変化に適応できる知能ロボット）を研究開発したいと願っています。



見浪教授

<業績>

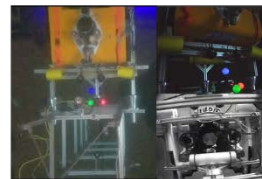
見浪護教授と戸田雄一郎助教の研究グループは2019年度に海上技術安全研究所、海洋先端技術系、水中ロボティクス研究グループの篠野雅彦グループ長との共同研究を実施しました。共同研究課題は、実時間複眼3次元立体認識3D-MoSを「ほぼりん」(右図)に搭載することにより、開発した機能を確認することです。1月14~17日、海上技術安全研究所内動揺水槽で自動ドッキング実証実験を行い、成功しました。この実験の目的の一つは、ドッキング技術による海中でのAUVの投入・揚収作業であり、この技術により海面上で風波の影響を受けながらのフッキング作業を回避することが可能となります。また、AUVのドッキングは海底での自動充電を可能とし、長期間の作業タスクを遂行



ホバリング型AUV「ほぼりん」

できる自動ロボット実現につながります。これは、ドッキング・充電・位置姿勢誤差リセット・離脱・旋回・回遊(仮想タスク)・帰還・ドッキング・・・の自律作業サイクルを継続して繰り返す海底作業ロボットの実現に不可欠な技術です。海底でのドッキングは重要な二つの意味を持っています。まず(1)海底ステーションからエネルギーを受け取り自動充電すること、(2)水中での慣性航法(注2)の自己位置推定誤差

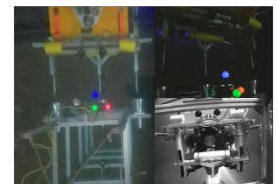
海底滞在型作業 ロボット連続可動 実証サイクル



ドッキング・充電・
位置姿勢誤差リセット



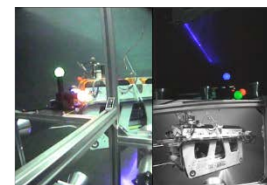
帰還



離脱



回遊



旋回



PRESS RELEASE

の除去です。この二つを実現することで、数年間働く自動水中ロボットの実現に大きく近づきます。右上の図は、実験により確認された「ほぼりん」の海底滞在型作業ロボット連続可動実証サイクルを表しています。

「ほぼりん」は、内閣府主導による戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の1テーマ「次世代海洋資源調査技術（海のジパング計画）」において、海上技術安全研究所が、海底熱水鉱床調査用にホバリング型の自律型無人潜水機（AUV）として開発したものです。深度 2,000m まで潜航が可能であり、深海底に距離 1m まで近づいて、自動で深海底調査をすることが可能です。これまでに 76 潜航の実績があり、33 海域の深海底調査を行っています。熱水域のチムニーや生物群の動画・写真撮影、海底地形計測、水温・塩分・pH 計測等、深海底に関する貴重な情報を多数取得してきました。このため、「ほぼりん」に自動ドッキング機能を追加することは、深海底滞在型作業ロボットシステムの実現に向けて重要なステップです。

現在の水中ロボットの研究では自動ドッキング技術が確立されていないため、数日にわたる長期の活動が可能な深海底自律ロボットは実用化されていません。従来の画像認識に基づく自動ドッキング技術は単眼カメラを用いた制御技術が主流であり、多くの動物が行っているステレオビジョン（複眼空間認識方法）とは異なっています。また、従来技術は単眼であることから、視線方向の位置計測性能には改良の余地がありました。岡山大学が開発し、空間認識が容易に行える複眼構成の 3D-MoS を搭載した「ほぼりん」のドッキング実験成功は、洋上での AUV の投入・揚収作業の自動化と深海底で自動的に長時間働く自律作業ロボットの実現に必須な技術の進展を示しています。これによりビジュアルサーボ技術（動画像を用いた画像認識によってロボットの運動制御を行う技術）を用いた長期間にわたる海底作業ができる AUV の実現に一步近づきました。

今回の実験成功により、外洋海底での作業機能を確認するステップに進むことができます。

<背景>

深海用水中ロボットには、水中汚染物（放射能汚染物等含む）の発見・回収、深海底地形調査・資源回収、機雷撤去、水産資源育成・捕獲、海難事故対応などさまざまなニーズがあります。しかしながら、水中ロボットは地上で動作するロボットとは異なり、①水中では、無線による通信が不可能、したがって航空・宇宙で用いられている GPS を用いた位置の特定ができない、②ロボット技術者が近くで状況を確認することは難しい、③浮遊航行体の運動制御であるため AUV が振動しやすい、④海底での作業は底泥巻き上げによる視界不良が発生しやすいなど、地上ロボットに比べて困難な点が多くあります。

一方、地上のロボット制御技術においては、主に視覚情報を用いたビジュアルサーボ技術により作業用ロボットの自動作業の実用化が進んでいますが、①対象物の 3 次元空間認識が困難、②動画像処理の研究はあまり進んでいない、③未知環境下での自律的な動作が可能なロボット（このようなロボットを知的ロボットと呼ぶ）の実用化は進んでいないなどの課題がありました。

今回の実験の意義は、複眼構成 3D-MoS と発光 3D マーカーを組み合わせた自動嵌合システムを太平洋での作業実績のある「ほぼりん」を用いて嵌合が可能であることを実証した点にあります。この



PRESS RELEASE

成功は太平洋でのドッキング実証実験への重要なステップとなり、海底で働く自律型水中ロボットの自動制御技術の実現につながります。

<見込まれる成果>

本技術を搭載した水中ロボットの開発が進めば、自動充電による長時間の自律連続運転/作業が行えることから、①水中放射能汚染物の回収、②深海底資源探査・回収（サンプリング含）、③深海中の未確認生物の発見・回収ならびに生態観察、④地球構造観察（海底地殻変動等）、⑤水産（栽培漁業・中間育成）、⑥機雷撤去などへの利用が期待されます。

<補足・用語説明>

注1：実時間複眼3次元立体認識（3D-MoS）

ビデオレート（1秒間の間に30枚の静止画像を送る送信速度）で入力される左右複眼中の対象物を動画像列の入力速度に遅れることなく認識し、3次元立体対象物の3次元位置姿勢を計測すること、またその計測結果を用いて位置姿勢を制御すること。

※画像は0.033秒（=1/30秒）ごとに入力されるので、左右カメラの2枚の画像を0.033秒以下で画像処理しなければならない。

注2：慣性航法

加速度や速度を計測し時間積分することで位置・方位を算出するため長時間の航行によって積分誤差が累積し、算出されている位置・方位が実際の位置と異なる状況が発生する。

<お問い合わせ>

岡山大学大学院自然科学研究科（工）

教授 見浪 護

（電話番号）086-251-8233

（メール）minami-m@cc.okayama-u.ac.jp （HP）<http://www.suri.sys.okayama-u.ac.jp>

助教 戸田 雄一郎

（電話番号）086-251-8233

（FAX番号）086-251-8924

（メール）ytoda@okayama-u.ac.jp （HP）同上

