

E-8

修理資材運搬水上ロボットのためのビジュアルフィードバックシステムの研究開発 Development of Visual Feedback Systems of USVs for Transporting Repair Materials

○河内山学¹, 市川弘貴¹, 西村光生¹, 羽田錦², 李賢品², 羽多野 正俊³
Manabu Kawachiyama¹, Hiroki Ichikawa¹, Mitsuo Nishimura¹, Nishiki Hata², Kenpin Ri², Masatoshi Hatano³

Abstract: This paper describes a method that is the autonomous navigation of a USV (Unmanned Surface Vehicle) using a visual feedback. We considered a recognition method of landmarks, such as bright lights, using images of a camera attached on the USV. Then, a control methods are proposed in order to guide the robot to the target positions using the recognized landmarks.

1. 緒言

本研究では海洋構造物の脚部を修復する際、所定の位置で作業ロボットを停止させ続ける事が困難な水上環境において、変化の激しい外部状況に対応するためのビジュアルフィードバックを用いた自律的な位置決め航行手法を提案する。

常に風や波を受け、海水に晒され過酷な環境下に置かれる海洋構造物は浸食や風化に対して十分なメンテナンス無しでは安全にその有用性を発揮することが出来ない^[1]。しかしながら従来、脚部の幹部へ修理部材を接近させるためには、船やボートで十分に接近する事が難しく、ダイバーが直接部材を吊り下げた浮力材を掴み、その位置を調整してきた。海波が強い海上付近は多くの危険が伴うため、人間の代わりに補修部材の運搬を目的とした水上ロボットが期待される。

本稿は、カメラからのターゲット画像による追跡を用いて、目標位置へ向かう誘導制御を行う手法を検討し、その結果について報告する。

2. 実験装置

本実験で用いたロボットを **Figure 1** に、概略図を **Figure 2** に示す。

左右に取り付けられたブラシレスモータにより、水上での直進、左右転回を行い 2 自由度の運動が可能である。上部には USB カメラが取り付けられており、この部分で取得された画像データからロボット中部に搭載されたボードにある raspberry Pi, 及び遠隔操作を行うノートパソコンの処理によってターゲット追跡を行う。

また、海洋構造物の脚部の修復を行うために修理部材を運搬するという状況を想定し、ロボット下部に疑似的な修理部材としてアルミ板を吊り下げた。

ロボットの主な仕様を **Table 1** に、システム構成を

Figure 2 に示す。



Figure 1. Constructed USV

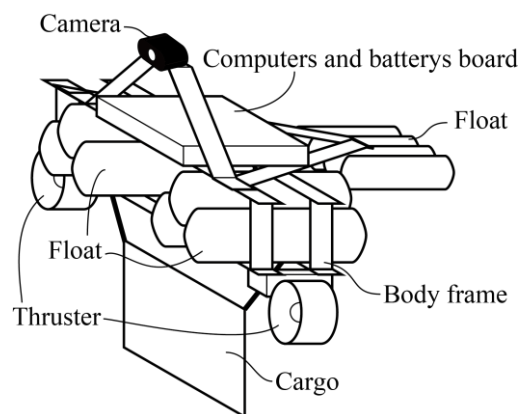


Figure 2. Schematic of USV

Table 1. Specifications of USV

Dimensions	L650×W870×H530 [mm]
Weight	5.5 [kg]
Thruster	Brushless DC motor HP-ZS3014-12
Battery	Ni-Mh, 12 [V], 4200 [mAh]×2
Computer	Raspberry Pi 3 model B

1 : 日大理工・院 (前)・精機, 2 : 日大理工・学部・精機, 3 : 日大理工・教員・精機

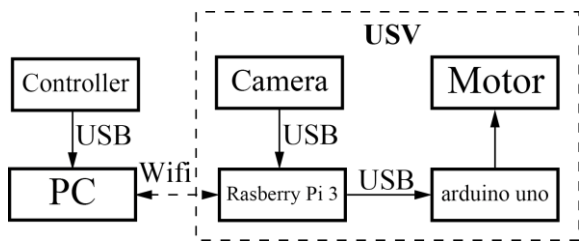


Figure 3. System Configuration

ロボットのシステム内では、USB カメラより画像を取得する。この画像情報から Raspberry Pi 上で、リアルタイムで後述する処理よりターゲットまでの距離と向きが算出され、その記録は保存される。算出された情報より arduino が左右のスラスタへ出力する PWM を決定し、ロボットがターゲットに向かって自律移動を行う。

また、ロボットは Wifi を介してノート PC と通信しており、ここではカメラ画像のモニタリング、分散処理、そして遠隔操作が行われる。

3. 画像によるターゲット追跡の基礎実験

ロボットに搭載するカメラを用いて、ピクセル数から距離を算出するためのキャリブレーションを行った。

Figure 3 に今回使用したカメラである Logicool HD 720p を示す。

カメラ画像は ROS (Robot Operation System) による USB カメラモジュールから利用されており、その usb_sam ノードで利用したパラメータ設定は、ビデオイメージのピクセルサイズが 640×480、画像形式が mjpeg、フレームレートは 30 fps とした。



Figure 3. Logicool HD 720p

Figure 4 に本実験の概略図を示す。

円形のライト(リーベック製ドーム型 LED センサーライト)をターゲットとしてカメラで撮影し、それぞれ

の地点において取得された画像のターゲットのピクセル数を 50 回計測し、それらの平均値を算出した。

実際の現場では、近、中距離程度での作業が予想されるため、カメラより 5 m 以下の距離において計測を行った。

40 ~ 100 cm の間では 10 cm 間隔で計測し、100 ~ 500 cm の間では 50 cm 間隔で測定した。なお、40 cm 以下ではターゲットが円形に表示されなかったため、計測を行わなかった。

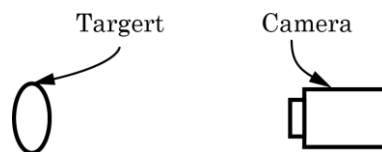


Figure 4. Schematic of experiment

4. 実験結果

Figure 4 に測定結果を示す。

40 cm 地点で 30426.61 ピクセルが得られた後、逆数的に減少し 500 cm 地点では 92.27 となった。

この測定結果を近似した関数より、ピクセル数から距離を算出することが出来る。

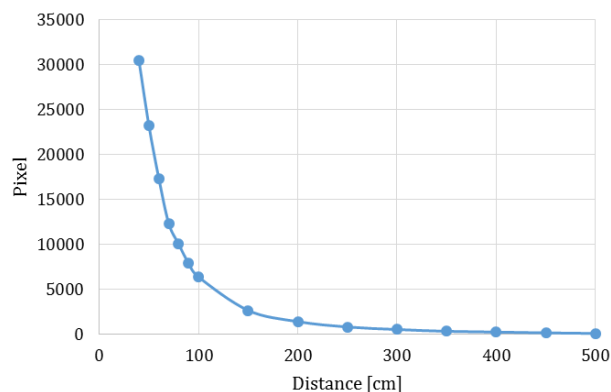


Figure 5. Experiment result

5. 結言

部材運搬水上ロボットに搭載するビジュアルフィードバック制御のための、画像よりロボットからターゲットまでの距離を算出する構成を検討した。ターゲットである円形ライト光源による白色相の面積より距離が得られた。今後、ロボット本体に実装する予定である。

6. 参考文献

[1] 浦環・高川真一：「海中ロボット」(1997)