

水中メンテナンスロボットの基礎運動特性に関する研究
 Study on Basic Dynamic Motion characteristic of Underwater Maintenance Robots

○和氣 直道¹, 佐々木 慎平², 劉 青¹, 中島 一樹², 羽多野 正俊³

*Naomichi Wake¹, Shinpei Sasaki², Yoo Cheong¹, Kazuki Nakajima², Masatoshi Hatano³

Abstract: Recently, ocean energy conversion systems using offshore structures such as mega-floats are been attracting attention. Stable operations performed of those structures require constant monitoring and maintenance. In this study, we developed an Autonomous Underwater Vehicle (AUV) for maintenance of underwater structures and will report basic experiment results.

1. 緒言

海洋上に浮かべたメガフロートに波力, 潮力, 風力などの自然発電装置を設置した発電プラントシステムの安定運用のためには, 常時監視及びメンテナンスを行う必要がある. しかし, 水中での作業は地上に比べ多くの危険を伴うため, 人間の代わりに水中構造部分の日常的な監視, 簡単なメンテナンスを行うことを目的とした水中ロボットの開発が期待されている^[1].

従来から, 海洋調査には遠隔操作無人探査機 (ROV: Remotely Operated Vehicle) が利用されてきた. しかし, ROV は電力供給や通信を行うためのケーブルが母船とつながっているため, 索による行動範囲の制限を受けてしまう. そこで, 動力源を機体内部に備え, 索の影響を受けずに自由度の高い行動を可能とした自律型無人潜水機 (AUV: Autonomous Underwater Vehicle) が注目されている^[2]. AUV の自律航行の実現には, 水中における 3 次元的な姿勢制御が必要となる.

本研究では小型水中ロボットを試作し, 自律航行するための基礎運動特性の実験結果について報告する.

2. 製作した小型水中ロボット

2. 1. 主な仕様

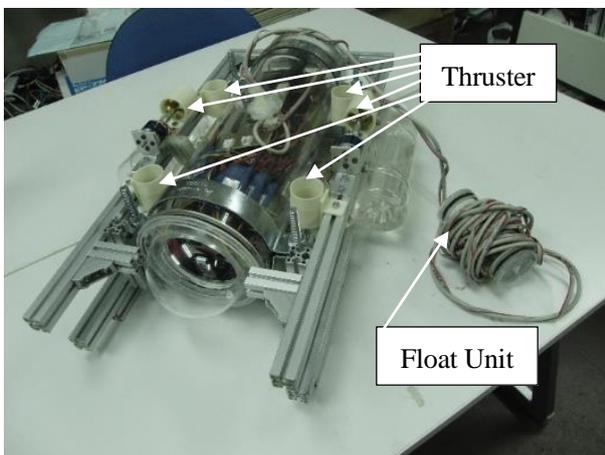


Figure 1. View of Robot

Table 1. Specifications of the Robot

Body	Acrylics cylinder (thickness 5[mm])
Size	L500×W260×H250[mm]
Weight	About 9[kg]
Thruster	Brushless DC motor HP-ZS2213-22
Battery	Ni-Mh, 12[V], 4200[mAh]×2
PC	CPU:ARM1176JZFS, 700MHz Main memory:512MB, OS:Raspbian

本研究で製作した水中ロボットの外観を Figure 1 に, 主な仕様を Table 1 に示す.

水中での 3 次元的な運動を可能とするために, ロボットの本体には 6 基 (上下用 4 つ, 推進用 2 つ, 計 6 つ) のスラストを取り付ける. これにより, サージ (前後進), ヒープ (潜水・浮上), ロール, ピッチ, ヨーの 5 自由度の運動が可能である. スラストは, エポキシ樹脂で部分的に防水処理を施したブラシレス DC モータにプロペラを取り付けたものを使用する.

Figure 2 にワールド座標系とロボットの座標系を示す.

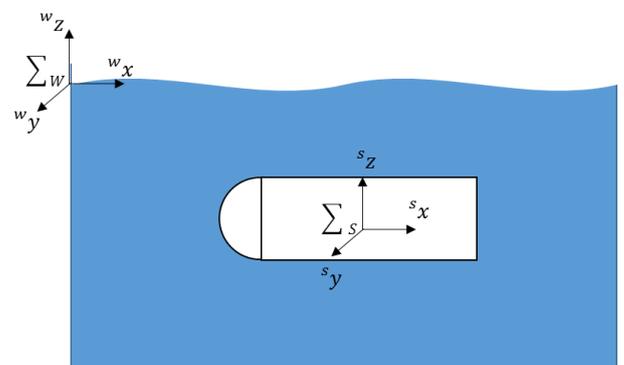


Figure 2. World coordinate system and Local coordinate system

1 : 日本大学・学部・精機, 2 : 日本大学・院 (前)・精機, 3 : 日本大学・教員・精機

2. 2. システム構成

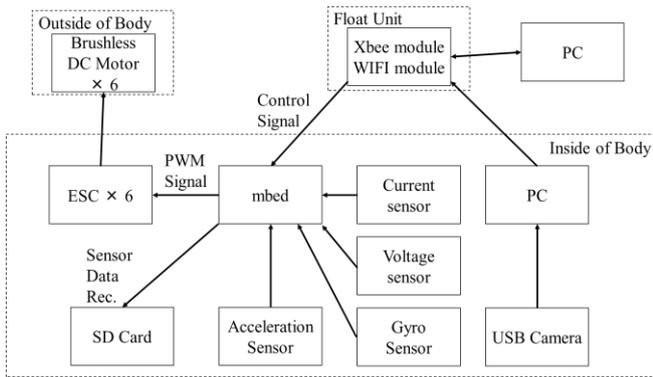


Figure 3. System Configuration

水中ロボットのシステム構成を Figure 3 に示す. 図の右上に示す操縦側の PC からロボットのマイコン (mbed) に Zigbee にて操縦信号が送られる. モータの回転数制御は PWM 信号によって行われている. また, 自律化のための基礎特性データ取得のため, SD カードに各種センサの値および, 時間, コマンドの種類を記録する.

また, 操縦する際にロボットの向いている方向が見えるように USB カメラを使用してロボット側 PC から操縦側 PC に WiFi を介して映像を送信する.

3. 実験結果

JAMSTEC 横須賀本部にて水深 3.3m の専用プールにて潜水実験を行ったときの加速度, ジャイロセンサのデータを用いて積分することにより, 速度, 位置を求めた.

まず, Z 軸方向 (鉛直方向) の加速度センサの値をグラフ化したものを Figure 4 に載せる. ただし, 重力加速度 $9.8[m/s^2]$ を引いている. 時間は潜水を開始した時刻から終了した時刻 (100s) をプロットした.

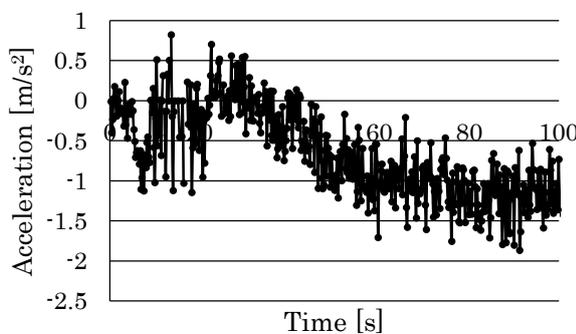


Figure 4. Z-axis acceleration

Figure 4 加速度を 2 階積分し, 位置を求めた結果を Figure 5 に示す. また, 本体のピッチをグラフにすると

Figure 6 のようになる.

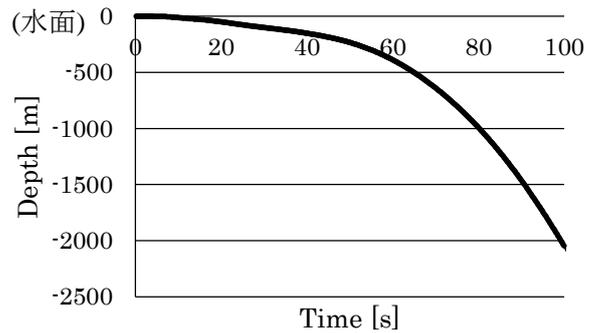


Figure 5. Depth

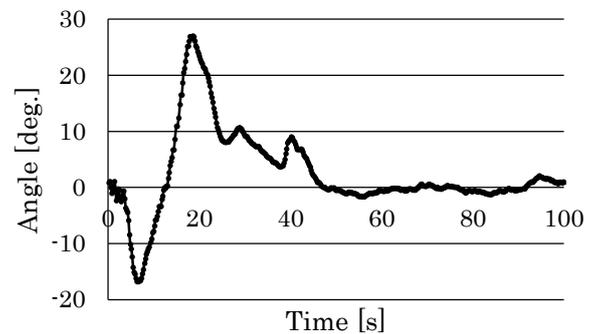


Figure 6. Pitch angle along to Y axis

4. 結言

Figure 3 の加速度のグラフを見ると常に加速度が発生しているが, 加速度センサはロボット座標系 Σ_s に対しての値であるためロボットの傾きを考慮したワールド座標系 Σ_w の鉛直成分 w_z に変換していないためであると考えられる. そのため, 位置のは最終的に 2000m の位置になっているが実際は 3.3m しか潜水していない. 今後は本体の姿勢角度 (ロール, ピッチ, ヨー) を常に計算し, それを考慮した加速度を求め, 同様に積分処理を行い自己位置認識手法について研究を行う.

謝辞

本研究は, 日本大学理工学部シンボリックプロジェクトの助成を受けたものである. 記して謝意を表す.

参考文献

- [1] 居駒知樹, 海洋再生エネルギー利用のための複合浮体システムの研究, CST2010 シンポジウム, (2010)
- [2] 浦環, 高川真一, 海中ロボット, 成山堂書店(1997)