

高い運動性能を有する魚類型ロボット用泳動機構の開発に関する研究

藤原, 慎平

<https://doi.org/10.15017/1807010>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 藤原 慎平

論 文 名 : 高い運動性能を有する魚類型ロボット用泳動機構の開発に関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

海洋は地球表面の約7割を占めており、海中及び海底に存在する水産資源、海洋エネルギー、鉱物資源は人類の生活の維持と発展に不可欠なものである。これらの資源を持続的かつ効率的に利用するためには海洋の詳細な調査が重要であり、このための様々な機材の研究開発が活発に行われている。海洋調査に用いる機材には調査船や深海潜水艇、水中ロボットなど様々な種類があるが、深海域のような過酷な環境での調査や海中工事では水圧や水温、海流等、周囲の環境に対応できる水中ロボットが有効であると考えられる。

このような背景のもと近年では、流れの速い海域に対応するための十分な推進性能と狭い水域や波の影響を受ける水域での効率的な運用のための高い運動性能を有し、浮遊物の多い水域において推進器への異物の巻き込みを低減する水中ロボット用推進機構として、生物模倣型の泳動機構が注目され、さまざまな研究機関において研究と開発が実施されている。そこで本研究では、胴体及び鰭の往復運動による泳動をロボットの推進装置に適用し、空間の制限、波等の影響、浮遊物の存在といった様々な障害が存在する水域での運用を実現する魚類型ロボットを提案する。すなわち、魚類の泳動方法を模倣し、実水域での運用に十分な推進性能と、一般的なスラスタを用いた水中ロボットでは困難とされる急発進または急旋回動作を可能とする高い運動性能を実現する泳動機構を開発することを研究の目的とする。

本研究で開発する泳動機構は以下の2種類である。1つは胴体と共に胸鰭、尾鰭、背鰭、尻鰭を駆動することにより操縦性能の向上を図る機体であり、他方は泳動機構の駆動振動数を高めて加速性能及び前進速度の向上を目指した機体である。前者では前進と急旋回、急停止の性能について調査し、後者では前進及び前進時の加速性能を調査する。さらに、これらの機体の運動制御方法と推進機構への異物巻き込みについて考察する。本文は以下の5つの章により構成されている。

第1章では序論として、魚類型ロボット及び生物模倣型泳動機構の研究の背景と現状について述べるとともに、本研究の目的と各章の内容を示した。

第2章では、胴体と共に各部の鰭を駆動するためにサーボモータと人工筋肉を併用した魚類型ロボットの開発について述べる。アクチュエータの搭載スペースが大きい胴体部には出力の高いサーボモータを搭載し、アクチュエータの搭載スペースが小さい各部の鰭は人工筋肉で駆動することで、魚類型ロボットの運動性能の向上を目指した。機体の開発に先立ち、鰭を持つ魚類の形状及び泳動方式について調査し、求められる運動性能の実現に適した機体形状と泳動方式を検討した。続いて、鰭の材質、形状、人工筋肉の配置について検討し、機体の設計及び製作を行った。ロボットの泳動性能を細長体理論に基づく推進力の推定と、泳動実験による前進速度と旋回角速度の計測結果により評価した結果、採用された泳動方式による高い前進速度と、人工筋肉を搭載した各鰭の併用による旋回性能の向上が確認された。

第3章では、第2章で開発した魚類型ロボットを実水域で運用した結果について述べる。ここでは魚類の走流性に着目し、ロボットを周りの流れに沿って泳動させるための運動制御方法を検討した。加速度センサとジャイロセンサを搭載した機体を用いて実水域での小型ビデオカメラによる水生生物の観測を行い、開発した運動制御系の有用性を確認した。その結果、水路における実験においてロボットが水路内の流れに沿って泳動することが確認できた。また、機体に搭載した小型ビデオカメラによる水生生物の撮影に成功した。

次に、魚類型ロボットの発生する吸い込み流について水槽実験により調査した。魚類型ロボットとスラスタ駆動型ロボットを、海藻を模擬した浮遊物が投入された水槽中で推進させた結果、魚類型ロボットでは推進器への浮遊物の巻き込みは認められなかった。一方で、スラスタ駆動型ロボットでは約半数の試行において巻き込みが発生し、浮遊物が多く存在する水域での生物模倣型泳動機構の有効性が確認された。

第4章では、推進性能に優れた泳動機構を開発するため、**Carangiform**方式と**Subcarangiform**方式を採用した機体の推進性能を調査した結果について述べる。高い推進性能が期待される胴体と尾鰭の泳動振動数を実際の魚類の泳動数をもとに推定し、この泳動を実現するための推進機構を製作した。細長体理論に基づく推進力の推定と実験による前進速度及び泳動時の消費電力の計測を行った結果、**Carangiform**方式の優位性が確認された。

第5章は結言である。本研究で得られた結果を総括し、生物模倣型水中ロボットの実水域での有用性と今後の課題について述べる。