

課題情報シート

課題名：	魚型ロボットの開発		
施設名：	北海道職業能力開発大学校		
課程名：	応用課程	訓練科名：	生産システム技術系
課題の区分：	開発課題	課題の形態：	製作

課題の制作・開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

機械系：安全衛生、機械加工、測定、材料、力学、設計・製図、FRP 外装技術

電子系：安全衛生、マイコン利用技術、通信技術、電子回路設計、実装技術

情報系：安全衛生、C/C++言語プログラミング、制御・計測処理

(2) 課題に取り組む推奨段階

上記技術の基礎知識・技術の習得後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

機械系：課題を通して、主に機械設計技術、加工技術の実践力を身に付けます。

電子系：課題を通して、主にマイコン応用技術、インターフェース回路の設計製作技術、計測制御技術の実践力を身に付けます。

情報系：課題を通して、主に組み込みシステム開発技術、マイコンプログラミング技術の実践力を身に付けます。

(4) 課題実習の時間と人数

人数：11名（生産機械システム技術科6名、生産電子システム技術科2名、生産情報システム技術科3名）

時間：954時間

本校が位置する小樽市のおたる水族館での展示を目標として、「魚型ロボット」の開発を行いました。魚型ロボットは、こうした展示、海洋調査、新型の船舶開発・研究、学生の教育用教材、マニアの工作などを目的として、Webサイトなどに多数の開発例が紹介されており、本校での開発課題として、目的・手段とも適切な題材であると判断しました。

今年度は、①前進、旋回、上昇下降などの動きを実現するための機構の考案と試作、②「魚らしい」動きをするための制御、③機体内への浸水の防止策、④水槽外から水中の魚型ロボットを操縦するための水中無線通信、⑤ロボットに「習性」を持たせるための方法の検討、の5つをサブ課題とし、4機の試作機の製作後、本機を製作し、校内に設置された4×2mの水槽内で遊泳させることができました。

課題の成果概要

図 1 に製作したロボットの写真を示します。このロボットは、機体の設計・製作、電子回路(マイコン、駆動系、通信系)、制御ソフトといった技術要素が統合的にバランスよく盛り込まれています。特に展示性を重視し、機体の外観デザインや FRP による外装も行いました。

ロボットは尾と尾ひれの 2 関節を持ち、前進と旋回が行えますが、上昇下降の機構は、次期に継続することにしました。

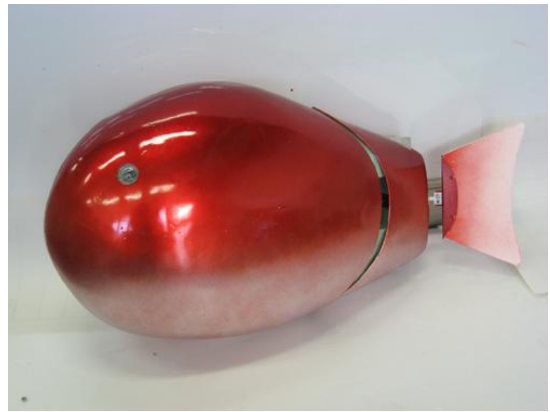


図 1 ロボット外観

(1) 前進と旋回の機構は、図2に示すような2個のRCサーボとリンク機構によって実現しました。2つのRCサーボの回転によりリンクが前後に動き、尾や尾ひれが振れ運動します。このとき、尾の振れ角(振幅)、振りの速さ(周波数)、尾と尾ひれの振れのずれ(位相)を変化させることで、遊泳速度や、魚らしさの印象が変わることを確かめています。なお、「魚らしさ」についての評価基準は特に決めておらず、動作時の観客の主観的判断に任せることにしています。

(2) 浸水防止策は、図3に示すように、RCサーボの入る推進ユニット、電子回路の入る通信制御ユニット、電池の入る電源ユニットの3つのユニット毎に浸水防止対策を行う方法を採用しました。これにより、(a)ユニットの組み合わせ方や変更が柔軟で、機体デザイン上の制約が少なくなり、特に機体は流線形であっても、個々のユニットは直方体でかまわないので、製作しやすくなりました。(b)万一浸水した場合の被害が機体全体に及びにくくなりました。

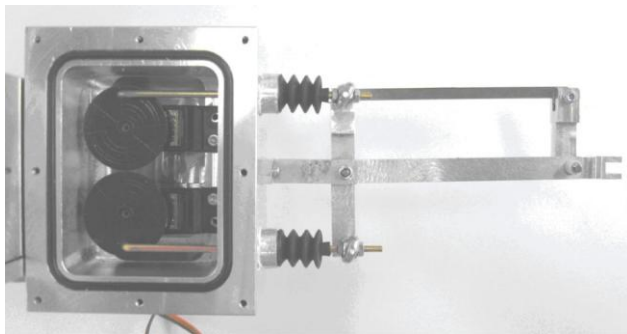


図 2 推進機構

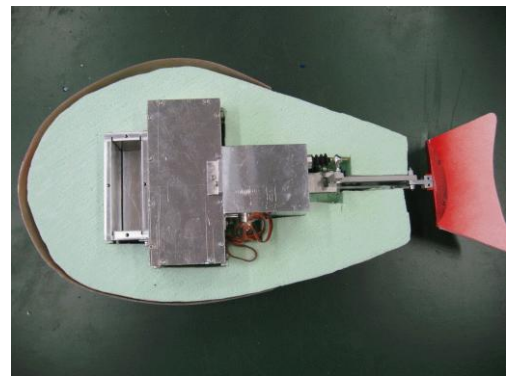


図 3 防水ユニットと浮力材

(3) 水中無線通信は、当初、超音波による通信について予備実験を行い、使用可能であることを確認しましたが、水圧に耐える高出力スピーカー、高感度マイク部品が高額で入手できなかったために断念し、可視光通信へと変更しました。図4に示すように青色LED照明光に、動作指令情報を重畳させる方式を採用しています。

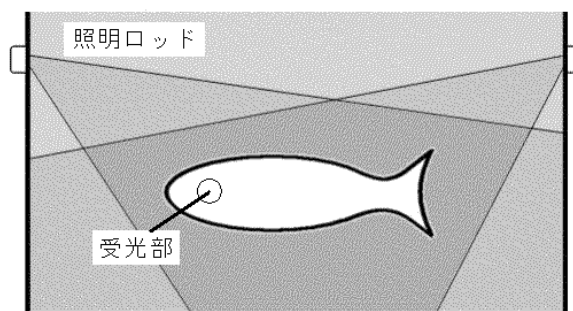


図4 照明光に指令情報を重畳

光通信は透明な水中でなければ通信距離は大きく望めないという欠点があるものの、

展示性を考えれば、当然視界範囲に見えているわけですから、校内の実験用水槽程度の大きさであれば、十分通信可能であることが分かりました。

(4) 外観デザインについては、ユニットの収納の限界から図1のような形状になり、水抵抗が大きくて速度や旋回性能に不満が残りました。外装にはFRPを使用し、専門課程での卒業制作の経験が活かされました。

(5) ロボットに「習性」を持たせるため、ファジー・ルールの考え方をを用いて、電池電圧、水温、水槽内照度の外部刺激によって、「活性度」を決め、この活性度によって動作の仕方が変化するような制御方法を考案しました。今年度ロボットへの実装ができなかったので、動作シミュレーターを作成しました。

なお、この制作物は、本校ポリテックビジョンにおける校外委員による審査で「ものづくりアート賞」を受賞しました。

個別には、機構部、通信部にも改善すべき課題点が残されており、次年度は、上昇下降のための機構の実現や、習性付けに基づく高度な自律行動機能など、さらなる改善を行って、より完成度の高い魚型ロボットを開発したいと考えています。

課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

このロボット製作の訓練上の良い面として以下が挙げられます。

- 1) 機体の設計製作、電子回路（マイコン、駆動系、センサ系、通信系）、制御ソフトといった技術要素が統合的にバランスよく盛り込まれており、機械、電子、情報の3科の学生が取り組む生産システム系の課題学習として手頃なテーマであること。
- 2) 開発のヒントとなる同種のロボットがWebサイトで多数公開されており、その目的も、調査や展示を目的とした高度なものから、高専・大学生用の教材、ホビーなど多用途で、取り組みを行う学生の興味・関心・技術レベルに合わせて、目標設定が行えること。
- 3) 製作物の性能が、遊泳速度や旋回性能、魚らしさを感じさせる制御などで評価されること。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○機械系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小型、軽量で、妥当な強度を有する機体設計技術 ・ 浮力・推力設計 ・ 浸水対策のための加工・材料選定 ・ 機体材料の選定 ・ 外観デザイン ・ FRP 外装技術 ・ 各種加工・工作機の操作などが習得できます。 <p>○電子系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マイコンおよび周辺回路 ・ センサー系 ・ 通信系 ・ 駆動系 ・ 高密度実装技術 ・ ノイズ対策 ・ 電池選定 <p>などが習得できます。</p> <p>○情報系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 組込みソフト開発手順 ・ C プログラミング技術 ・ 制御系ソフト開発手法などが習得できます。 	<p>◇機械系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機体重量と容積(浮力)のバランスを取りながら、遊泳速度、旋回性能を高めるための機体形状や尾ひれの大きさなどを考慮した機体設計、材料選定、浸水防止対策が課題となります。 <p>◇電子系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小型化のための高密度実装技術、モータートルク設計ノイズ対策、水中無線通信方式とその実装が課題です。 <p>◇情報系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 魚らしい動きを実現するための制御方式、定型的でない動き、周囲の環境に応じた動きの実現方法が課題となります。 	<p>●機械系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機体の場所・目的に応じた金属・樹脂材料の選定 ・ 浮力・推力など流体力学の知識を、試作機を作りながら体験的に理解させることなどを指導の要点としました。 <p>●電子系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水中通信を主課題とし、超音波、可視光についての特性を予備実験で理解させると共に、変調/復調など通信の基本技術を学ぶこと、小型化のための高密度実装、プリント基板製作などを指導の要点としました。 <p>●情報系</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ RC サーボによる回転角制御や、尾の振れの振幅、周波数、位相の変化による多様な動かし方とその印象を体験的に学ぶことを指導の要点としました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校
住所 : 〒047-0292
 北海道小樽市銭函 3 丁目 190 番地
電話番号 : 0134-62-3553
施設 Web アドレス : <http://www.ehdo.go.jp/hokkaido/college/>