

行政院國家科學委員會專題研究計畫期末成果報告

仿生型自主式水下載具行為控制系統之研究(I) Study on the Behavior Control System of Biomimetic AUVs(I)

計畫編號：NSC 89-2611-E-002-015

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：郭振華

國立臺灣大學造船及海洋工程學系

一、中文摘要

現階段自主式水下載具基本架構乃軍用潛艦或魚雷之架構與自動控制技術之單純組合，並未由自主性及運用目的之觀點進行感測器、訊號處理器、運動控制器、致動器、推進器及外型之整合最佳化，致存在諸如小範圍運動之靈活性不足、推進效率偏低、無法適應未知作業環境等問題。為解決現階段自主式水下載具基本架構之關鍵課題，本子計畫配合整合型計畫，進行仿生型自主式水下載具(BAUV)試驗機之機構及驅動器模組之規劃與設計，以及運動控制器之研發。並依據人工智慧領域之行為基礎機器人觀念，設計行為控制模組，此模組與子計畫(四)所發展之感知(感測器及知覺)模組整合，所得之智慧型感知行為控制系統，可供探討仿生型自主式水下載具，在未知水下環境中之適應、學習、進化之可能性。本報告為第一年期之期末報告。

關鍵詞：水下載具、水下導航、水下技術

Abstract -- This project is aiming in developing of a biomimetic autonomous underwater vehicle testbed. Our approach is to construct an artificial fish, with realistic appearance, movement, and behavior. It is propelled using the undulating body, and oscillating fins. It has sensors, perception capability, motor, and behavior control center. We will develop an approach that is based on both ethological and evolutionary considerations. We intend to construct a basic

mechanism that is able produce adaptability necessary for autonomous underwater vehicle working in unstructured underwater environment. The result of this project will present our research methodology, and provide implementational details on the design of the underwater vehicle testbed.

Keywords: Underwater Vehicle, Underwater Navigation, Underwater Technology

二、緣由與目的

水生動物，如魚，之身體構造可分為頭部、身體、尾部及鰭，在運動時它們可藉由相互間的協調達到身體的穩定，以進行覓食、巡航等動作。在仿生型自主式水下載具上亦是如此，必須穩定其身體以方便完成攝影、定位及搜索等工作。

本子計畫將探討配備胸鰭及尾鰭之仿生型自主式水下載具的運動控制，使其身體節段能以微小之 roll-pitch-yaw 的在水平面上等速運動。我們將推導其身體各部位在水下運動時所受到的阻力，並且由此完成仿生型自主式水下載具之運動方程式。進一步推導各分節的控制律，使身體依照設計軌跡運動。同時並於線上估測流體參數，達到具有適應性的運動控制。

本計畫負責 BAUV 動作所需軟及硬體之研發。包括行為控制模組、運動控制模組及機構、致動器模組之規劃、模擬、設計、製作、測試等，其中，用以選擇最適行為之外界及內部狀態資訊由子計畫

(四)感測器及知覺模組提供，而最佳化演算模組由子計畫(五)提供。

三、成果

本計畫探討模仿魚類運動機制之自主式水下載具的協調運動控制。過去自主式水下載具採用雙螺旋槳推進，其主要的缺點是在停懸於定點時難以精確的控制某位置與姿態；反觀魚類的推進機制，利用胸鰭的運動即彌補了雙螺旋槳推進的最大缺點。因此，以模擬生物的方式推進自主式水下載具，目前已成為熱門課題。

1. 運動方程式推導

首先回顧魚類的推進模式，依照[1]，魚類推進可分為 BCF(body and/or caudal fin locomotion) 與 MPF(median and/or paired fin locomotion) 兩種模式。為保有這兩種運動模式，吾人的自主式水下載具將分為五節：頭與身體為一節，尾鰭兩節，以及一對胸鰭；並在節與節之間裝置馬達，使之能產生擺動。

在討論魚類推進的研究中，有對胸鰭運動模式進行實驗及控制[2]，也有建立數學模式，並利用神經網路學習魚類運動[3]。上述研究中，運動皆侷限在水平面上，而所應用到的運動方程式也僅推導平面運動。但是我們知道，物體在水中運動時，六個自由度是相依的，因此我們於推導出三維的運動方程式，使本文的討論更具一般性。不過，為簡化流體所產生的力，我們仍假設受力與運動在水平面與垂直而是相互獨立的。此外，不同於以往，將以控制的觀點出發來探討身體分節的協調。過去的文獻中是以模擬魚類的運動為目標，或為驗證流體力學的推導，或是為了得到函數能近似魚類運動的軌跡。而本文則以穩定身體為目標。

2. 機構及驅動器模組之規劃與設計

本年度同時進行機構及驅動器模組之規劃與設計，以及運動控制器之研發，機構及驅動器模組之設計規格如下：

(1) 本體分為三節[附圖]，以剛性連桿串接。擺動尾鰭時，頭節必須有相對應之

擺動，以減少行進中之流體阻力。

(2) 胸鰭各以二個伺服馬達控制。

(3) 魚體外型以彈性金屬網包覆，外罩一層減阻材料。

(4) 魚體全長以 2 公尺為原則，長寬比以 4 倍為原則。

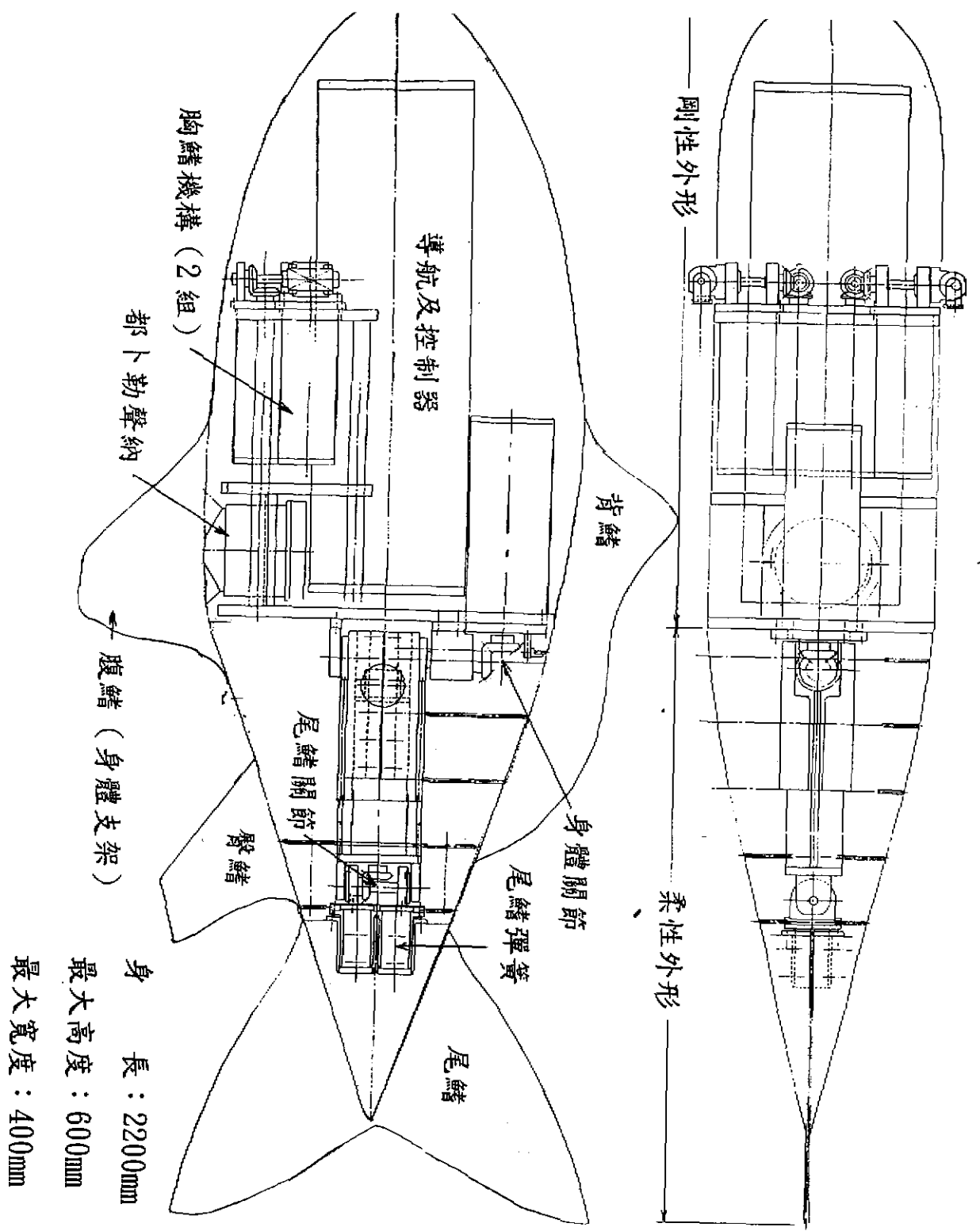
(5) 已完成運動控制介面，包含伺服馬達及編碼器之介面。

五、結語

1. 本報告為總計畫第一年期之成果報告，本計畫之目的為建立 BAUV 試驗機，可依任務及所在環境自行產生最佳之行為模式及推進操控性能，提高自主式水下載具之工作能力，增廣其應用範疇。
2. 本計畫所建立之魚類運動、推進、形體設計，模擬環境系統，將有助於高性能水下載具技術之發展。智慧型感知行為控制系統，可望為下一代 AUV 提供新的設計架構。

六、參考文獻

1. Sfakiotakis, M., Lane, D. M., Davis, J. B. C., 1999, "Review of Fish Swimming Modes for Aquatic Locomotion," *IEEE J. Oceanic Eng.*, Vol.24, No. 2 pp. 23-252.
2. Kato, N. and M. Furushima, 1996, "Pectorial fin model for maneuver for underwater vehicles," *Proc. of IEEE Symp. on Autonomous Underwater Vehicle Technology*, pp49-56.
3. Rediniotis, O. K. et. al., 1999, "Application of Active Materials and Neural Networks to Aquatic Biomimetics," *Proc. 11th Int'l Symp. Unmanned Unthethered Submersible Technology*, pp.501-514.



附圖 仿生型自主式水下載具組合圖