

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

使用 X3D 開發一水下載具互動式網路 3D 模擬平台 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-002-428-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所

計畫主持人：蔡進發
共同主持人：郭真祥
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：陳振緯
碩士班研究生-兼任助理：林緯俊

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 09 月 29 日

使用X3D開發一水下載具互動式網路3D模擬平台

Integrating Rich Web Technology with 3D Visualization System For AUV and Under Water Glider

計畫編號：NSC 95-2221-E-002-428

執行期限：95年8月1日至96年7月30日

主持人：蔡進發 台灣大學工程科學與海洋工程系

共同主持人：郭真祥 台灣大學工程科學與海洋工程系

計畫參與人員：陳振緯、林緯俊 台灣大學工程科學與海洋工程系

一、中文摘要

網路平台在全球方興未艾。如何整合三維可視化及網路技術供水下載具模擬及顯示是本研究的核心。為將自主式水下載具及水下滑翔機與新興的網路3D(X3D)顯示技術整合，我們發展了自主式水下載具及水下滑翔機所需的原型幾何、伺服端的控制中心，以及其關聯式資料庫。此研究提出一整合使用者端的MVC模組及伺服端MVC模組的網路三維可視化系統。

關鍵詞：網路3D可視化、X3D/VRML、自主式水下載具、水下滑翔機、MVC Model

Abstract

As the Web platform continues to be growing. How to integrate rich Web technology with 3D Visualization System for AUV simulation is the core of this study. For integrating new powerful Web Technology with 3D Visualization System for AUV, we have developed each component of the AUV and Under Water Glider as prototype using emerging Web 3D technology, Extensible 3D (X3D), and the relational Database is established. This paper present a generic and performance efficient framework by integrating client side MVC pattern and server side MVC pattern with the browser-based 3D Visualization System.

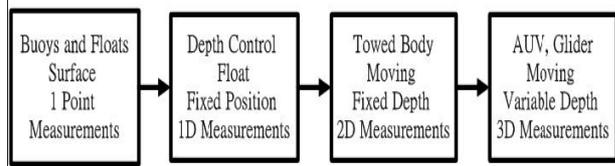
Keywords: Web-Based 3D Visualization、X3D/VRML、AUV、Under Water Glider、MVC Model

二、緣由與目的

2.1

海洋學家或氣象學家為了了解海洋的動態行為，需要去量測海洋的物理及化學性質，如海水溫度、鹽度、導電度及海流速度等，為了量測這些性質發展出不同的量測方式。第一種量測方式是採用浮標(Buoy)或浮體(Float)定點的海洋表面性質的量測，而表面海洋的資料無法提供足夠的資料來了解海洋的動態行為，因此便有第二種量測方式的發明。第二種量測方式為可變深度的浮體或漂流型定深度的浮體(Drifter)[1]被發明來量測定點不同深度的海洋資料，在1990年代由世界氣候研究計畫WCRP(World Climate Research Project)所推動世界海洋循環實驗WOCE(World Ocean Circulation Experiment)，便採用了上千個可變深度的浮體進行海洋三度空間的量測。此兩種量測方式可進行長時間定點的量測。第三種方式是採用拖航物體(Towed Body)定深度的量測，拖航物體的量測深度會受到拖航物體的設計與覽線長度的限制。第四種是採用具有動力的自主式水下載具移動式的量測，拖航物體與自主式水下載具進行短時間(一至數天)變化深度與規畫路徑的量測，美國在2003年所推動的AOSNII(Autonomous Ocean Sampling Network II) [2]的計畫，便採用了近十艘的自主式水下載具(Autonomous Underwater Vehicle—AUV)進行量測。而目前被公認為海洋量測的最有效工具是所謂的水下滑翔機(Underwater Glider)[3,4,5]，水下滑翔機利用浮力與重力，讓機體上浮及下沉，透過所設計的翼面產生滑翔前進，可在海中進行規畫路徑變化深度的量測達數月之久，上述的海洋量測所用的量

測載具的發展如圖一所示。



圖一：海洋資料量測方式的演進

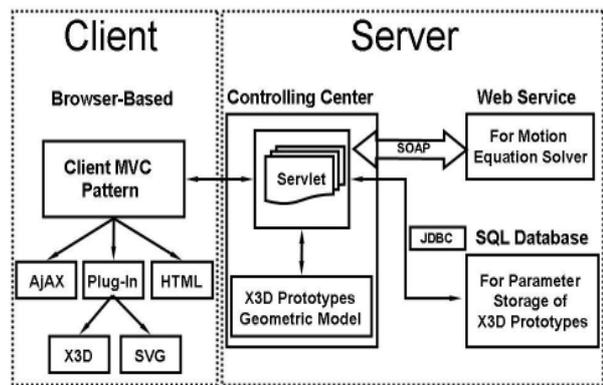
2.2 可視化及其目的

Tufte 定義可視化是科學的呈現而不是僅在藝術上對數值詮釋[9]，以電腦繪圖學更仔細的說，即幾何造型及座標轉換的真實性。可視化的總類可分為三大類：一般資訊、科學計算、和軟體可視化[10]，資訊的可視化範圍比科學計算的資料來的廣泛，通常是指使用者可透過電腦與資料的互動，而增加對其認知，此類資料很適合透過網路在實現可視化，而科學計算求真過程中所需的精度高，所以有時資料量過於龐大，不易做網路上即時處理，而軟體可視化，則有幫助了解及學習複雜的軟體。本研究的資料量介於一般資訊、科學計算之間，本研究提出一套以網路為基礎的水下載具三維運動可視化的平台架構，透過非同步的技術來解決科學計算上資料量大，不亦即時處理的問題，並針對水下載具的發展特性，配合台大工程科學及海洋工程所 邱逢琛 教授及 謝傳璋 教授所執行的水下滑翔機模擬計算的結果，設計讓此平台可供其上傳模擬試驗的數據，進行三維虛擬實境的評估。

三、系統架構

3.1 網路系統架構

載具三維運動網路可視化的平台架構，如圖二所示，在伺服器端，設計一個流程控制的中心 Java Servlet[7]，它是在伺服器端執行的程式，需要置入 Apache Tomcat server[11]的容器中，Servlet 的使用不受瀏覽器(browser)的限制，所以我們可以搭配使用者端最普及的程式 Hyper Text Markup Language (HTML)與之互動，並控制系統中其他伺服器，如用來計算運動方程式的 SOAP[12]伺服器及儲存設計者所下達的參數的關連式資料庫。



圖二：系統架構

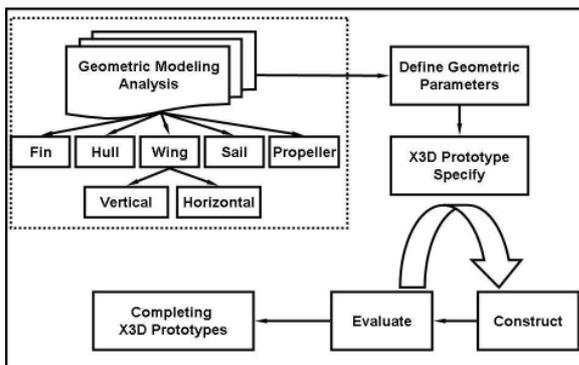
本系統的資料庫採用目前世界上最受歡迎且免費的關連式資料系統 MySQL[14]，由於此系統是昇陽系統，所以要與 MySQL 資料庫做連結需要安裝 MySQL Connector/J[15] 驅動器，由系統的控制中心結合 JDBC[16] API，完成傳達 SQL 程式於資料庫，並完成存取的工作。本系統的優點結合 EcmaScript[18]於 Extensible 3D 原型設計中，此法可大幅減低伺服器端在算圖上的負載，而讓使用者端負擔算圖的工作，進而增加整個系統的運算效能。系統控制中心除了能控制使資料庫及原型設計參數的結合以外，並且能透過 Apache AXIS[19] AIP 使 SOAP 搭載於 http 協定，連結多台執行較複雜計算的 SOAP Server，並匯整於控制中心，再以非同步的技術 AJAX，由控制中心喂給使用者端，進而顯示出資料。AJAX 的核心技術即 XMLHttpRequest[17]物件的發展，在使用者端透過 JavaScript 建立此物件，即可在使用者端，即伺服器以非同步的方式獲得資料，其最大的好處是有別於傳統網頁，當使用者每對伺服器發送一次請求，其頁面需重新更新一次，這在顯示次料量大時整個網頁效能會很低落，這技術的優點已被廣泛運用在地理資訊系統 (GIS) 中，如知名的 Google Earth 等，但其缺點即無法記錄過去的資料，所以使用者無法執行上一頁的動作，不過此缺點也是目前大家正要解決的問題之一。

3.2 原型參數化設計

幾何原型設計的好處在於可將複雜的設計分成小部份來設計，然後封裝成新的 X3D[13]新節點，並可任意改變其屬性參

數，達到可重覆使用效果。再將各個小部份組合成最終所需要的系統。本研究完成了使用者端、伺服端控制中心及 X3D 原型節點的整合設計，進而達成水下載具三維運動可視化的平台。如圖三所視為針對水下滑翔機及具有推進器的水下載具之幾何造型參數化的設計，本研究所完成的原型元件分別有：

1. 翼斷面:完成 NACA 四號[6]翼斷面的參數設計，能配合使用者即時改變其厚度及拱高。
2. 三維翼:完成其主要參數有 弦長(chord length)、扭轉角(Twist angle)、後掠角(Sweep angle)、翼展(Span length)及尖端和根部斷面的比率。可做帆罩、水平及垂直平衡翼使用。
3. 軸對稱體:完成艏、舢、艉三個元件一體參數化的設計，艏以旋轉超橢圓數學式參數化，舢以旋轉拋物線參數化，舢以 C_p 為 1 的圓柱平行舢體，其好處可讓使用者自行設計軸對稱體的直徑、艏、舢及舢的長度和其對應的曲面平滑度。
4. 推進器:採用 NACA 厚度及拱線的幾何定義方式，搭配三維翼型的轉換公式[8]和結合螺槳幾何[6]
 1. 螺槳葉片數
 2. 螺槳直徑
 3. 螺槳沿直徑方向分佈的 Rake
 4. 螺槳沿直徑方向分佈的 Pitch
 5. 螺槳沿直徑方向分佈的 Skew
 6. 螺槳沿直徑方向分佈的弦長
 7. 無因次的葉片斷面幾何，表示翼型的拱高及厚度的分佈

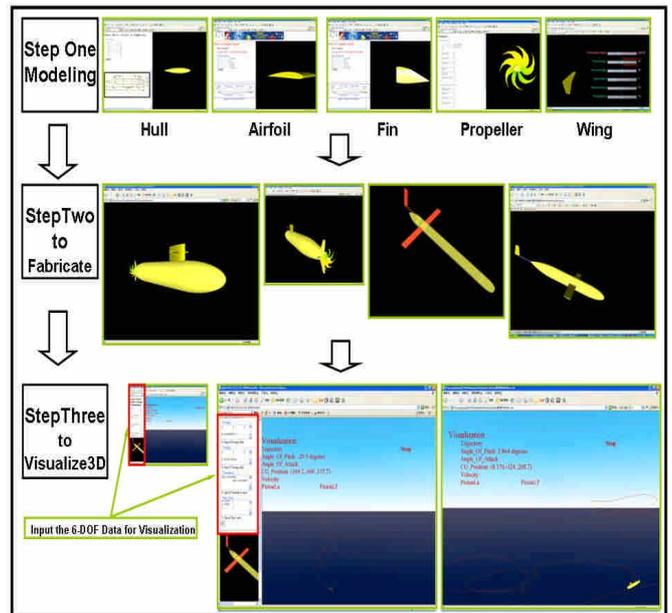


圖三:使用 X3D 封裝水下載具參數幾何

8. 螺槳沿直徑方向最大厚度分佈
9. 螺槳沿直徑方向最大拱高分佈
10. 螺槳殼的幾何

本研究成果之一即將這些參數封裝成 Extensible 3D 原型節點中，並整合於網路系統平台中，可結合使用者介面，自由設計及給定推進器所需的翼形，如圖四裡的推進器沿徑向各剖面之三維翼形面由 NACA66 及 $a=0.8$ 的拱線，配合 Model-B 的螺槳幾何參數所構成。

以上這些元件皆已封裝成 X3D/VRML 的 Prototype 節點，並已配合適當的做用者介面可提供工程背景的人員作更進階的模擬顯示或教學應用等。



圖四:系統實做的步驟

四、結論

1. 三維資訊可視化的網路系統，結合使用者端 MVC 模組、伺服端 MVC 模組是顯示平台新興的方向，而結合已是主流技術的網路服務及資料庫系統，可謂是必走的方向，正如網路大師說“World Wide Web”之後就是“World Wide DataBase”。
2. 透過資料庫的運用，我們可記錄使用者所設計的原型參數，比如目前

- 邱逢琛 教授實驗室所進行型一、型二水下滑翔機，其模型皆可在此平台設計，並儲存於資料庫，為往後進一步可做多台物體的顯示運用打下基礎。
3. 以往做數值模擬計算，最花時間的往往就是解讀資料正確性，透過此資料顯示平台把三維的資料上傳，即於網路平台獲得三維物體的動畫姿態，進行三維虛擬實境的評估，將可減少解讀抽象的資料的時間
 4. 本系統的優點結合 JavaScript 於 Extensible 3D 原型設計中，此法可大幅減低伺服器端在複雜算圖上的負載，而讓使用者端負擔算圖的工作，進而增加整個系統的運算效能。
 5. 透過 AJAX 來呼叫 Web Service 可使系統效能增加
 6. 本系統顯示的技術已完成二維和三維的可視性，未來將繼續朝往模擬參數的設計，以期此平台可用於模擬和顯示結合的多功能網路工具。

。

五、參考文獻

- [1] Gould.W.J., "A brief history of float developments", Southampton Oceanography Center, December, 2003. Available at <http://www.soc.soton.ac.uk/JRD/HYDRO/arg/history.php>.
- [2] "Autonomous Ocean Sampling Network," Available at: <http://www.mbari.org/aosn/default.htm>.
- [3] "Slocum Underwater Glider", Webb Research, Available at (<http://www.webbresearch.com>)
- [4] "Spray Underwater Glider", SCRIPPS Institute of Oceanography, Available at (<http://spray.ucsd.edu>)
- [5] "Seaglider", University of Washington, <http://www.apl.washington.edu/projects/seaglider/>
- [6] Ira, H. Abbott and A. E. Von Doenhoff, "Theory of Wing Sections," 1959, pp. 111-114.
- [7] <http://java.sun.com/products/servlet/>。
- [8] Carlton.J.S., "Marine Propellers and Propulsion", pp. 43.
- [9] Tufte.E.R. "*The Visual Display of Quantitative Information.*" Graphics Press, Cheshire, Connecticut, 1983, USA.
- [10] Nathan, H. "A Framework for Interactive Web-Based Visualization", Australasian User Interface Conference, 2006
- [11] Apache Tomcat Server <http://tomcat.apache.org/>
- [12] "Web Service Architecture," W3C Web Service Group Note, Feb., 2004, Available at: <http://www.w3.org/TR/2004/NOTE-ws-arch-20040211/>
- [13] "Extensible" Final Committee Draft, ISO/IEC 19775:2004, Available at: web3d.org/x3d/specifications
- [14] MySQL Reratinl <http://www.mysql.com/products/enterprise/server.html>
- [15] MySQL Connector/J <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/connector-j.html>
- [16] The Java Database Connectivity (JDBC) <http://java.sun.com/javase/technologies/database/>
- [17] AJAX, XMLHttpRequest <http://www.w3.org/TR/XMLHttpRequest/>
- [18] EcmaScript web site <http://www.ecma-international.org/>
- [19] Web Service - Apache AXIS <http://ws.apache.org/axis/>

出席 2007 年國際離岸及極地工程研討會報告

96 年 7 月 20 日

報告人：郭振華，蔡進發，邱逢琛，李雅榮

服務機關：國立台灣大學工程科學及海洋工程學系

會議時間：96 年 7 月 1 日～6 日

會議地點：葡萄牙、里斯本

會議名稱：2007 年國際離岸及極地工程研討會（International Offshore and Polar Engineering Conference, ISOPE 2007）

發表論文題目：Optimal Measurement Strategies for Target Tracking by a Biomimetic Underwater Vehicle.

摘要

本文為出席在葡萄牙里斯本舉辦之 2007 年國際離岸及極地工程研討會（International Offshore and Polar Engineering Conference, ISOPE 2007）的報告。本文首先整理該會議關於「水中生物機構」、「深海載具設計」、「載具導航控制」、「海洋能源開發」等相關論文的大綱，並提出參加會議的心得，最後則是攜回資料的目錄。

一、參加會議經過

長年從事水中生物運動機構研究之日本 Osaka 大學 N. Kato 教授，為國際上在水中生物運動學領域之知名學者，與國內船舶及海洋工程領域的研究人員熟識，並經常交換研發心得。由於他擔任本次 ISOPE (International Society of Offshore and Polar Engineering) 會議之 Technical Program Committee 委員，經由他的邀請，我們決定參與他所主持之水中生物機構 (Aqua Bio-Mechanisms) 議程，

將國科會補助之專題研究部分成果投稿。經過嚴格的兩輪審稿及推薦程序，與其他四篇文章獲選為口頭報告論文。

本次會議在里斯本的 Corinthia Lisboa Hotel 會議中心舉辦，共有 608 篇發表論文，6 場專題演講，48 個參與國家，以及 120 個會議議程。雖然會議之規模龐大，但議事安排順暢，支援人力及設備充足，會議之進行十分順利。在會議期間能有機會與海洋工程、水下科技等各國之研究人員進行工作會談，參與者皆感收穫豐盛。

二、與會心得

本次會議的議程與筆者所投稿論文最為相關的，除了「水中生物機構」外，還包含「深海載具設計」、「載具導航控制」、以及近來普受重視的「海洋能源開發」等議題。

1. 水中生物機構

水中生物機構議程主題是探討仿生形式的無人水下載具設計的相關理論與實務，例如流體力學、感測器與致動器、控制系統、以及在海洋工程上的應用等。本議程共有五篇文章：

(1)Unrecognized Passive Controls of Posture and Trajectory in Many Actively

Swimming Aquatic Animals, by *Malcolm S. Gordo*

Dean V. Lauritzen, and Alexis M. Wiktorowicz

(2)Flow Induced by a Jellyfish

Seiji Ichikawa and Osamu Mochizuki

(3)Flow around Propulsion Mechanism Using Fin with Dynamic Variable-Effective-Length Spring

Shunichi Kobayashi, Masataka Nakabayashi, Reiji Kobayashi and Hirohisa Morikawa

(4)Optimal Measurement Strategies for Target Tracking by a Biomimetic Underwater Vehicle

Jenhwa Guo, Jin-Fa Tsai, Forng-Chen Chiu, and Ya-Jung Lee

(5)Study on Underwater Navigation System For Long-range Autonomous Underwater Vehicles Using Geomagnetic and Bathymetric Information

Taisuke Hamada, Toshihide Shigetomi , Yohei Orimo and Naomi Kato

第 1 篇文章為魚類游泳力學的研究，作者將焦點放在魚類尾鰭關節下的龍骨突出，利用計算流力、實驗觀察等方法，設法找到這些結構物之大小、外型與操縱、穩定性之間的關聯。論文中引用的大量實驗數據都是第一次發表，所探討的現象也是嶄新的研究方向，發表後得到熱烈的討論回應。第 2 篇及第 3 篇文章分別討論章魚的游泳型態，與魚鰭彈性對推進力的影響。由於理論基礎尚未完備，所觀察的現象也並非全新的，並未得到聽講者的回響。第 4 篇由筆者發表，內容主要為仿生型載具的應用觀點，引起許多人的興趣，因此超過了設定的時間，第 5 篇論文因此在很短的時間內報告結束，也沒有時間讓聽眾提問。

仿生型載具具有省能源、高操控性、具智慧功能等。近年來，有關生物如何在水中推進與操縱的研究廣受重視，在海洋載具領域，新的研究方法及新的推進觀點正與日俱進，這些研究成果對現有之水下推進技術而言，必然會產生革命性的影響。水中生物利用下述二種方式產生推進力：利用身體附加翼面之運動；利用身體主軸之波浪型運動，即所謂波動推進。波動推進與現有之水下推進方式比較具備下列優點：減少載具所受之阻力，大幅提高推進效率；撓性本體能輕易產生大的暫態推進力，因此可達到快速啟動以及高操控性能的目的。因此，瞭解並善用波動推進相關技術，可以對未來水下載具設計產生以下貢獻：可建造較省能源之載具；可建造能具高速操控能力之載具。可以預見在未來的載具設計理念上，仿生型無人載具將佔有重要地位。

2. 深海載具設計

自主式水下載具(Autonomous Underwater Vehicles; AUVs) 經過近 20 年的研究與推廣，已漸漸達到實用階段。根據本次會議所發表的論文，AUV 之應用技術研究蔚為多數，尤其在使用多具 AUV 編隊來執行任務的研究主題，將為未來無人載具的主要研究題目。多具 AUV 所形成的載具網路，可以架構在一固定於海床的水下有線或無線網路，利用彼此通訊與協同工作，來達到海洋狀態監測、資料即時傳輸等大範圍、低成本的載具操作模式。本次會議有關深海 AUV 載具及導航的會議論文計有 6 篇，題目及作者分別為：

- (1) Communication constraints and requirements for operating Multiple Unmanned Marine Vehicles (MUMVs)

M. Perrier, L. Brignone and M. Drogou

- (2) Observer-Based Position Estimation for Coordinated Motion Control of Multiple Unmanned Marine Vehicles

Matthias Schneider, Thomas Glotzbach, Marco Jacobi, Fabian Müller and Peter Otto

- (3) Coordinated Navigation of Multiple Underwater Vehicles

Robert Engel and Jörg Kalwa

- (4) Coordinated Path-Following Control of Multiple Autonomous Underwater Vehicles

A. Pedro Aguiar, Reza Ghabcheloo, António M. Pascoal and Carlos Silvestre

- (5) A Coastline Following Preview Controller for the DELFIMx Vehicle

Pedro Gomes, Carlos Silvestre, Antonio Pascoal and Rita Cunha

- (6) Experimental Study on Autonomous Manipulation for Underwater Intervention Vehicles

Giacomo Marani, Song K. Choi and Junku Yuh

前四篇論文皆為歐盟各會員國所參與的整合研究計畫'GREX'之成果報告。該計畫的目標是發展協同水下載具群體的作業系統、發展多載具系統的程式語言、協同控制方法、導航技術、通訊技術、感測器網路技術等。第1篇及第2篇文章的內容顯示其研究仍處於起始階段。第3篇提出多載具定位的概念，其要求是各載具有自己的導航系統，藉助於通訊傳遞相對距離，即可達成團隊的導航。第4篇根據圖形理論，將各載具視為圖形中的一個節點，推求在有限的通訊能力下，控制系統的穩定性。第3與第4篇文章都極有參考價值。第5篇為夏威夷大學所執行的水下載具整合機械臂的研究報告，其功能可用來在水下精準地夾取水雷等危險物品。

有關深海遙控載具及導航的會議論文題目共有6篇論文，分別為：

(1) Remodeling to KAIKO7000II

T. Murashima, H. Nakajoh, N. Yamauchi and H. Sezoko

(2) One method for deep sea detailed survey with an autonomous underwater vehicle

Satoshi Tsukioka, Tadahiro Hyakudome, Takao Sawa, Hiroshi Yoshida, Yusuke Yano, Jyunichiro Tahara, Jyuichiro Ashi, Fujio Yamamoto, Sumito Morita, Masataka Kinoshita, Takafumi Kasaya and Akihisa Ishikawa

(3) Development of a Motion Control System for Underwater Gliding Vehicle

Satoru Yamaguchi, Takashi Naito, Takeshi Kugimiya, Kengo Akahoshi and Masataka Fujimoto

(4) Time-synchronization System for Cabled Observation Systems

Takashi Yokobiki, Eiichiro, Araki, Tada-nori, Goto, and Kenichi, Asakawa

(5) Development of New Pressure Vessel With New Material for Underwater Vehicle

Tadahiro Hyakudome, Satoshi Tsukioka, Ishibashi Shojiro, Yoshitaka Watanabe, Hiroshi Yoshida, Taro Aoki, Yasuhiro Aoki, Hirokazu Madarame, Tatsuya Takahashi and Tadayoshi Tsukeda

(6) LUNA Testbed Vehicle for Virtual Mooring

Masahiko Nakamura, Takashi Hyodo and Wataru Koterayama

這些論文皆由日本的大學及研究機構所提出。日本具有的先進技術及經驗，且投入最深者，為無人深海載具技術，其主要功能為觀測海床之地震訊號與支援地球科學研究。這些先進的技術展示及經驗發表實為本次會議之瑰寶，亦可見海洋科技領域從事人員對無人載具技術之期待。雖然發展、使用、維護無人載具系統的花費相當可觀，但其對海洋工程、海洋科技研究的功效也很大，所謂工欲善其事必先利其器，國內的需求在可見的未來，應會逐漸明顯。在那之前，我們可以針對無人載具之新型設計、次系統或小規模的感測元件、信號處理技術等多做基礎研究上的準備工作，除了符合國際潮流、也是為將來實用系統需求來臨時預作充分準備。

3.海洋能源開發

本會議中，海洋能源的研究論文發表議程共有三場，分別為潮汐能與溫差發電、海洋風力、以及波浪能的開發等。潮汐能與溫差發電相關的題目及作者分別為：

A. TIDAL ENERGY & OTEC

- (1) Comparison between Kalina Cycle and Conventional OTEC System using Ammonia-Water Mixtures as Working Fluid

Hiroyuki ASOU, Takeshi YASUNAGA and Yasuyuki IKEGAMI

- (2) Output Characteristics of Power Generation System from Tidal Currents for a Navigation Buoy

Mitsuhiro SHIONO, Kazuhisa NAOI and Katsuyuki SUZUKI

- (3) Tidal Power Generation System Appropriate for Boarding on a Floating Buoy
D. Tanaka, T. Kanemoto, A. Inagaki and S. Oba
- (4) A Study on Effectiveness of Straight-wing Vertical-axis Hydro Turbine Generation System in the Tidal Current
Tadashi Toriif, Hiroshi Ookubo, Makoto Yamane, Keita Sagara, Kazuichi Seki and Kinji Sekita
- (5) Interaction of Multi Arrayed Current Power Generations
Chul-Hee Jo, Kwan-Kyu Park and Sung Woo Im
- (6) Hydrodynamic Power Optimization of a Horizontal Axis Marine Current Turbine with Lifting Line Theory
Jose A. C. Falcao de Campos
- (7) UBC Numerical Investigation of Vertical Axis Tidal Turbine: RANS CFD and Potential Flow
Ye Li, Yasser Nabavi, Mahmoud Alidadi, Voytek R. Klaptocz, G. William Rawlings and Sander M. Calisal

以上所列的七篇論文，第 1 篇探討溫差發電的冷媒所造成對熱轉換程序及熱傳效率的考慮。第 2 與第 3 篇皆與浮體從潮汐中採收能量的設計有關。第 4、6 及第 7 篇的研究是針對潮汐發電實務上常用的渦輪機與葉片性能做探討。第 5 篇探討的則是陣列直立柱狀體的水流能量採集裝置之直徑、間距等設計問題。

本會議中與風能相關的文章，大多是探討支架之結構設計方面的論文。風能利用議程之第 1 篇文章所探討的是海上風機所使用的鋼柱式支架，其力學分析與設計上的考量重點。第 2 篇則為風機之鋼套式支架的設計探討。第 3 篇則是對高強度特殊鋼材的製程、材料特性等做一介紹，以及使在風機結構上的設計考量。第 4 篇介紹風機柱狀支架套管在接合處之疲勞試驗過程。第 5 篇報告了承載風機的半浮式平台與波浪作用之模型測試結果。第 6 篇為提升海洋結構物疲勞強度之焊接方法的探討。第 7 篇探討具有前後兩組葉片的風力發電機之性能。有關風能利用的文章如下所示：

B. OFFSHORE WIND ENERGY

- (1) Geotechnical Design of Piles supporting Foundation Structures for Offshore Wind Energy Converters

Martin Achmus, Khalid Abdel-Rahman and Florian tom Wörden

- (2) Analysis of Offshore Wind Turbines with Jacket Structures

Kimon Argyriadis, Marcus Klose

- (3) Steel solutions for the construction of offshore wind energy plants

Hermann Lücken, Andreas Kern and Udo Schriever

- (4) Design of Large Diameter Hybrid Connections Grouted with High Performance Concrete

Peter Schaumann and Fabian Wilke

- (5) A Study on A Semi-Submersible Floating Offshore Wind Energy Conversion System

K. Shimada, T. Ohyama, M. Miyakawa, T. Ishihara, P.V. Phuc and H. Sukegawa

- (6) Concepts for fatigue design of welds improved by high frequency peening methods

Thomas Ummenhofer and Imke C. Weich

- (7) Intelligent Wind Turbine Generator with Tandem Rotors Applicable to Offshore Wind Farm: Characteristics of Peculiar Generator, and Performance of Three Dimensional Blades

Toshiaki Kanemoto, Ahmed Mohamed Galal, Kota Ikeda, Hiromi Mitarai and Koichi Kubo

本次會議中有關波浪能利用的論文與潮汐、風能之利用相較為多數，共計有 22 篇。可見波浪能利用的發展起步較早，也已經有許多正在運作及測試中的發電系統。由文章的內容看，可分為波浪發電機構之動力學系統模式與控制（第 2,3,4,8,9, 14, 18,19, 20, 21 篇），渦輪機構設計（第 1, 5, 7, 10, 11, 12, 17, 篇）、系統性能評估方法（第 1, 6, 13, 15, 16,22 篇）等。

C. WAVE ENERGY

- (1) TraCnsverse Array Structures for Wave Energy Conversion

A.J. Caska and T.D. Finnigan

- (2) Numerical modelling of wave energy absorption by a floating point absorber system

G. De Backer, M. Vantorre, R. Banasiak, C. Beels and J. De Rouck

- (3) Modeling, Design and Testing of a Two-Body Heaving Wave Energy Converter

Scott J. Beatty, Bradley J. Buckham and Peter Wild

- (4) Short term wave forecasting, using digital filters, for improved control of Wave Energy Converters

J. Tedd and P. Frigaard

- (5) Material Selection for the Next Generation Wave Energy Extraction Impulse Turbine

A. Sahed, J. Jarvis, A. Thakker and M. Buggy

- (6) Energy-Loss Assessment for OWC Wave Power Systems in Off-Design Working Conditions

A. C. Mendes and W. M. L. Monteiro.

- (7) Segmented small oscillating water columns using in-line Savonius rotors

David G. Dorrell, Min-Fu Hsieh and William Fillet

- (8) Influence of wave spectrum spreading on the production of the SEAREV wave energy converter.

J-C Gilloteaux, A Babarit and A.H Clément.

- (9) A Refined Model for Float Type Energy Conversion Device

Kesayoshi Hadano, Pallav Koirala, Kimihiko Nakano and Kunihiro Ikegami

- (10) Effects of Shape Parameters of OWC Chamber in Wave Energy Absorption

Keyyong Hong, Seung-Ho Shin, Do-Chun Hong, Hark-Sun Choi and Seok-Won Hong

- (11) Effects of Location and Shape of OWC-Chamber on the Hydroelastic Response of VLFS

Sa Young Hong and Jo Hyun Kyoung

- (12) Sensitivity of an Axisymmetrical Wave Energy Converter to Spectral Bandwidth

Jean-Baptiste M. G. Saulnier, Teresa Pontes, Pierpaolo Ricci and António F. de O. Falcão

- (13) Full-scale Data Assessment in OWC Pico Plant

A. Brito-Melo, F. Neumann and A.J.N.A. Sarmiento

- (14) Large scale mooring line experiments and comparison with a fully dynamic simulation program with importance to WEC installation
Lars Johanning, George H. Smith and Colin Bullen
- (15) Ocean Energy Systems Implementing Agreement: An International Collaborative Programme
A. Brito-Melo, G. Bhuyan, K. Nielsen, K. Polaski, T. Pontes and G. Shanahan
- (16) Comparative study of baseline environmental studies in offshore renewable energies
C. Huertas-Olivares, I. Russell, S. Patricio, F. Neumann and A. Sarmiento
- (17) Experimental Research on Primary Conversion of a Floating OWC "Backward Bent Duct Buoy"
Shuichi Nagata, Kazutaka Toyota, Yasutaka Imai, Toshiaki Setoguchi, Yusaku Kyojuka and Yoshio Masuda
- (18) A Study on Motion of a BBDB Type OWC Wave Energy Device considering Pneumatic Damping Coefficients in the Duct
Jin-Ha Kim, Jae-Moon Lew, Do-Chun Hong, Young-Sik Kim, Hark-Sun Choi and Seok-Won Hong
- (19) Experimental and Numerical Study of Spar Buoy-magnet/spring Oscillators Used as Wave Energy Absorbers
Annette R. Grilli, Jon Merrill, Stephan T. Grilli, Malcolm L. Spaulding and Jeffrey T. Cheung
- (20) Influence of buoyancy control performance on power production by the Wave Dragon Nissum Bredning Prototype
J. P. Kofoed, J. Tedd, E. Friis-Madsen and M. Nimskov

(21) Reactive control and phase and amplitude control applied to the Archimedes Wave Swing

D. Valério, P. Beirão and J. Sá da Costa

(22) Thermal modelling of the Archimedes Wave Swing

P. Beirao, D. Valerio and J. Sa da Costa

三、結語

自主式水下載具 (AUV) 可以承載精密的儀器，以無人的操作模式在水下自主作業，如此複雜的載具，在建置及維護使用上，必須累積足夠的經驗，以及充足的經費和人力配合。由本次會議所看到的，無論是日本、歐盟諸國，皆累積了約 30 年的研發及 AUV 使用經驗，得到水下技術領域及國際上享有卓越聲譽的研發果實。由其近期所規劃的載具及次系統設計來看，都是使用傳統及成熟的技術，整體架構規矩十分穩重及保守，是以實用為主要考量，與美國系統近年來競相講求的創新突破風格大不相同，值得吾人參考。

近年來世界各國為了獲取定義其海洋領土之資料，大陸棚區域的海下調查設施與作業能力，例如物理海洋學、地質學、漁業資源調查等，成為最迫切的需求，因此，從歐盟各國所整合的研究計畫來看，此計畫之終極目標，是發展一個 AUV 船隊，可以針對突發的海洋環境變化，如地震、污染、氣象異常等，做即時的資料收集。載具的操作方式，由於考慮到近岸漁業活動的頻繁，因此設定為除非有工作船前往回收，否則常駐在海底的模式。因此，載具的聲波通訊、定位等設備必須有萬全的考量。AUV 可能的承載儀器有：流速儀、物理化學參數量測儀器、魚探機、海床底層聲納、側掃聲納等。近年來，有鑑於對海洋環境的相關資料蒐集需求日趨重要，各國之前所發展的定點、精密的載具操作模式並不是針對大範圍的作業需要，因此，AUV 發展重點又重回傳統長程巡航式的載具類型。在多機、近岸、長程等載具發展指導方針下，歐盟希望在最短期間內可以提供海洋工業界及科學界一組泛用型載具，並由一所統整中心機構提供定位、導

航、通訊、數據之運用、模組式負載之開發等研發服務。歐盟與日本對深海載具系統之經營概念，與我國近來籌建海洋科技中心的想法相同。

攜回資料

1. ISOPE 2007 論文集光碟片
2. 文件與產品型錄：
 - a. Ocean Energy Conversion in Europe, European Commission, Centre for Renewable Energy Sources, 2006.
 - b. Portugal Wave Energy Centre News, No. 6, 2007.
 - c. Torres Para Parques Eolicos-Wind Tower, A.Silva Motors.