

即時水面無人載具模擬

專題生: 廖裕德 指導教授: 翁世光 教授

✓ 簡介

現代的Unmanned surface vehicle(USV) 水面無人載具主要用在海洋環境監測、海上攔截、河道清潔、貨物與人員運送和即時海上救援等目的，且大多都能半自動的航行，透過人員遠端進行操控。然而為了降低製作的成本及操作失誤的風險，透過事先的模擬找尋可能的危害或設計上的缺陷，不失為一個評估的好方法。因此，本研究著重在以河道清潔或貨物運送為發展類型的USV，以一個簡易的物理模型計算USV的運動，透過即時的模擬USV遇浪或裝載貨物時所產生的各種運動與姿態變化以觀察其受外力影響下的平衡性。

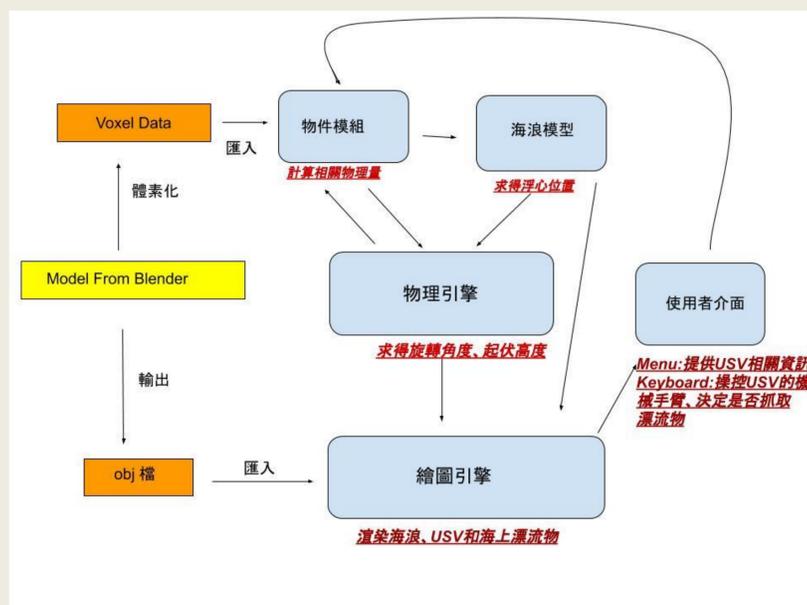


✓ 海浪

透過不同類型的正弦波疊加，來產生各式各樣的海浪模型。



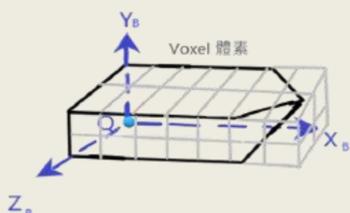
✓ 程式模組概觀



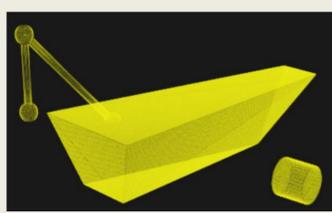
✓ 關鍵理論與方法介紹

a) 體素化

進行模擬的過程中必須即時地計算質心與浮心的位置，若僅透過幾何的資訊很難準確且快速的得到這些資訊，因此，在本篇研究中採用了體素化的方法，透過將一個個佔有單位體積的體素填滿模型，並將其投影到網格空間以利相關物理量的計算。



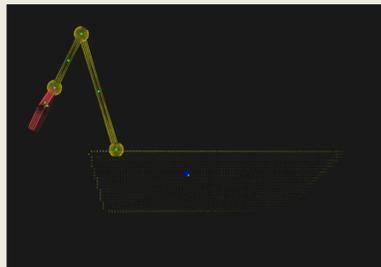
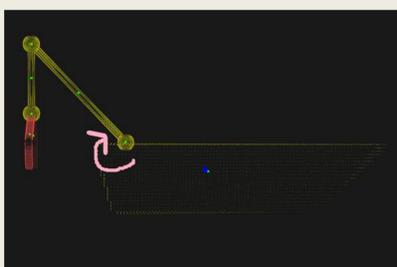
網格空間示意圖。



體素化示意圖。
圖中黃色的點代表有效體素

b) 階段性的計算方法

由於USV會移動其機械手臂，代表其重心並非只固定在同一個位置上，為了避免每次都要一一將所有部件的有效體素代入公式所造成的計算上的負擔，於是採用了階段性的計算方式(Hierarchical Computing)。機械手臂上的各部件重心所在是固定的，利用這個特性，在計算總質心的位置時是由各個部件與船體的質心所在直接計算所得，省卻了相當多的計算時間。

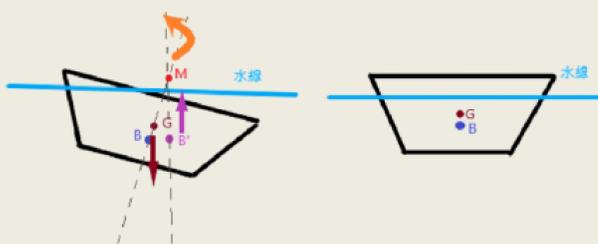


Hierarchical Computing示意圖。圖中亮綠色點為各部件的重心位置，藍色為USV的重心位置。當機械手臂轉動後，利用階段性的計算方式快速求得改變後的重心位置。

c) 扶正力矩

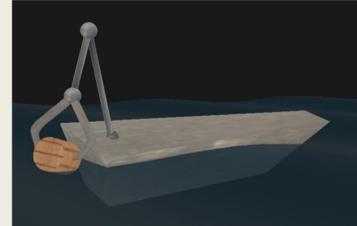
扶正力矩指的是船體朝某一方向傾斜時，欲使之恢復平衡的轉動力矩。該力矩的計算與三個參考中心有關：重量中心、浮力中心和定傾中心，當船體處於平衡狀態時，這三點會位於同一垂直線，重力與浮力產生的力矩就會相消，然而，當重心或浮心因外在因素而移動時，此時因兩點作用在不同平面而產生的轉動力矩即稱為扶正力矩。

本篇論文中在物理引擎的計算上，以此為發展來建立相關的物理模型，簡化了複雜的運動以達到即時模擬的目的。



扶正力矩示意圖。
船體傾斜後，產生的逆時針方向的扶正力矩使其回歸平衡。

✓ 實作結果



當USV從抓住漂流物後，到回到船體上，船體都沒有傾斜到失去平衡，代表這個木桶的重量還在USV的可乘載範圍內，並不會對USV有造成翻覆的可能。

✓ 結論

在本篇論文中，體素化扮演了一個舉足輕重的角色—轉換幾何的資訊成可供計算的物理量，它讓我們在計算重心與浮心的位置時，能以一個有根據且有效的方法來作準確的計算。而在物理引擎方面，我們將複雜的水上運動簡化成了以重力與浮力為主要的參考力，在模擬USV的姿態時使用扶正力矩進行計算，只需要計算重心與浮心即可進行運動估算，不僅容易實作且能快速計算，成功地做到即時(Real Time)模擬以方便觀察USV在外力因素影響下在海中的穩定度。