

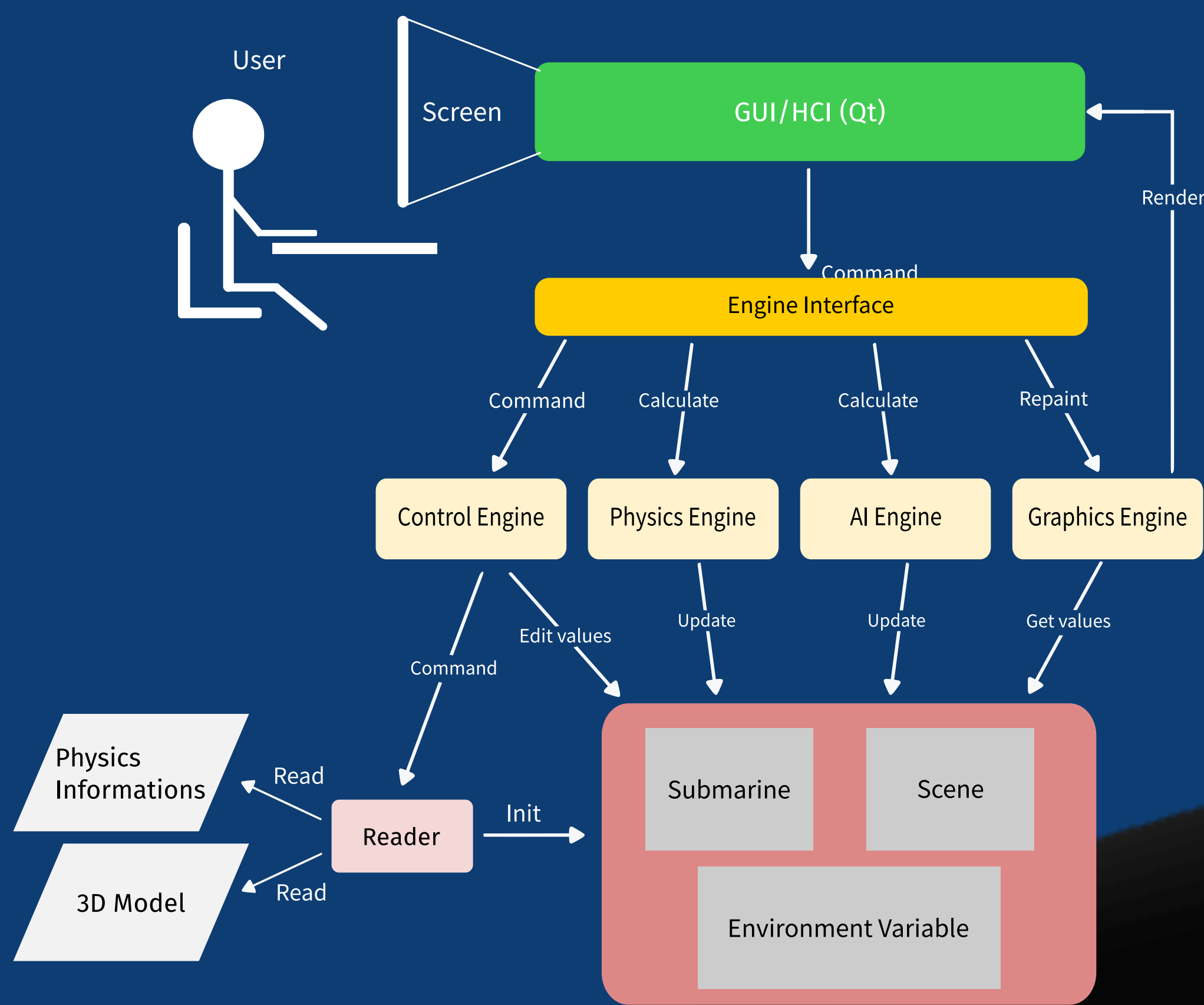
潛艦運動模擬

專題生：陳鎮華、高鈺家

指導教授：翁世光 教授

本研究計劃建立一個潛艦運動模擬器，用來驗證處於設計階段的潛艦之操控性能與運動特性，以便排除不良設計或避免製造錯誤。本模擬器也可用來進行水下載具教育訓練以及潛艦任務規劃，對我國國防事業、海洋教育以及船舶工業的發展十分有幫助。

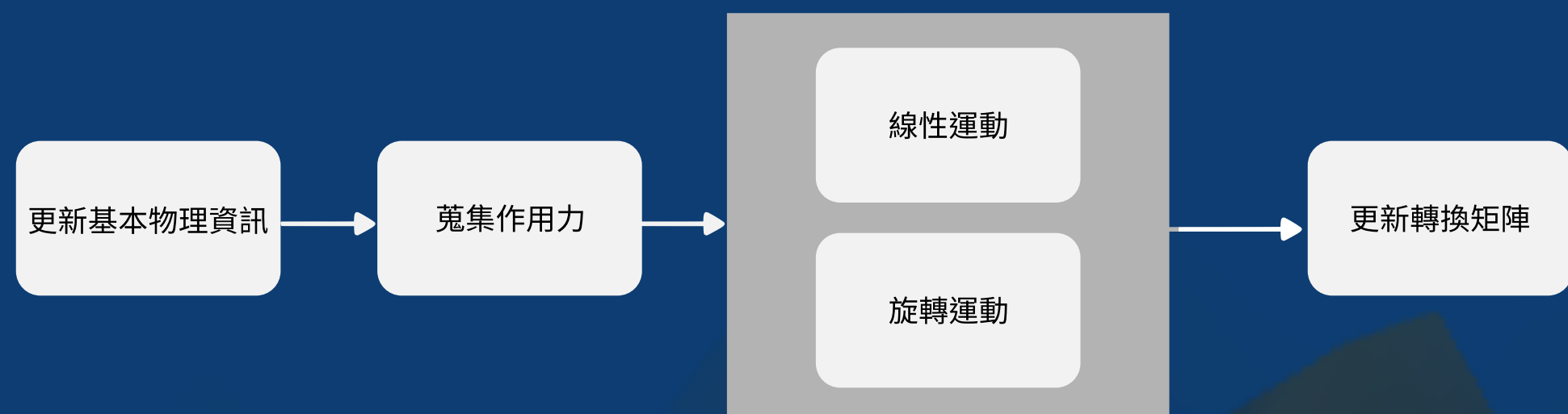
★ 軟體設計方法與架構



軟體架構主要分為四層：

- ◆ **圖形使用者介面/人機介面 (GUI/HCI)**
即時顯示模擬數值和虛擬場景中潛艦模型的運動畫面，使用者可以透過此介面進行參數的修改並模擬潛艦的操作。
- ◆ **引擎接口 (Engine Interface)**
使用者介面與各引擎相接的中繼驅動器，系統的主執行緒與更新由此部份進行驅動。
- ◆ **引擎 (Engines)**
主要包含負責計算物理參數的物理引擎、操控潛艦的控制引擎、即時繪製模擬過程的繪圖引擎以及指令轉換的人工智慧引擎。
- ◆ **資料 (Data)**
儲存潛艦物理與模型資訊以及場景模型與環境參數，由引擎層進行修改。

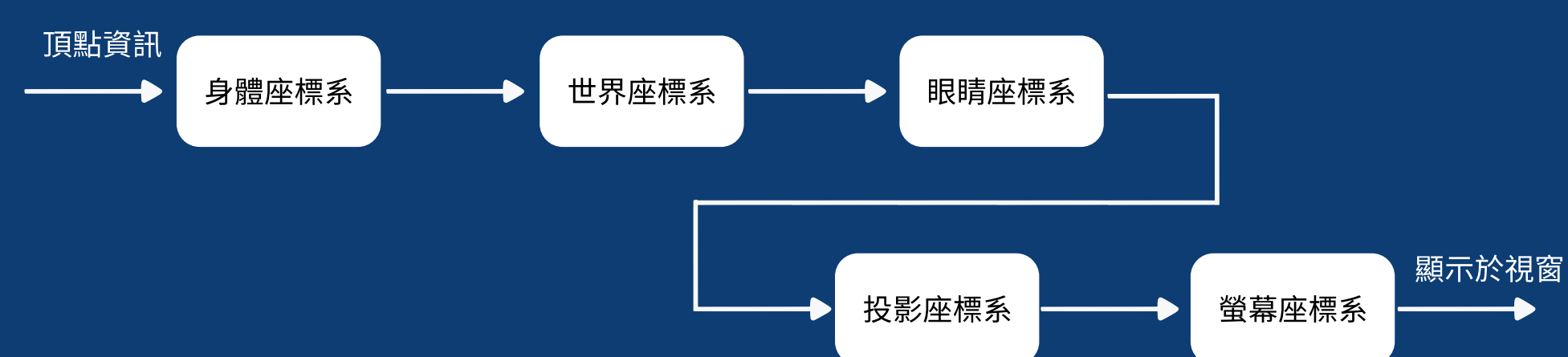
★ 物理引擎計算流程



物理引擎的運作可以分為四個階段：

- ◆ **更新基本物理資訊**
在開始計算物理變數前，先將各個部件的物理資訊進行更新，例如：水櫃進出水後改變了潛艦的重心與重力。
- ◆ **蒐集作用力**
蒐集來自不同部件不同座標系方向的作用力，並彙整到同一座標系進行整理，例如：來自浮心朝向世界座標系上方的浮力、來自螺槳朝向運動座標系前進方向的推進力。
- ◆ **運動學計算**
將整理完的各種作用力及力矩進行運動學計算，將會透過作用力計算線性運動，透過力矩計算旋轉運動。
- ◆ **更新轉換矩陣**
將物理計算完的最後結果進行變數的更新並且更新用來表示潛艦位置與姿態的轉換矩陣，再透過繪圖引擎進行虛擬實境的繪製。

★ 繪圖引擎的計算流程



- ◆ **身體座標系 (Body Coordinate)**
紀錄模型頂點與法向量等資訊，在繪圖時需要將頂點轉至世界座標系的正確位置以及正確的角度。
- ◆ **世界座標系 (World Coordinate)**
透過將身體座標系內的頂點進行平移、旋轉與縮放，使物件位置描述於虛擬世界的座標系中。
- ◆ **眼睛座標系 (Eye Coordinate)**
使觀察者進入世界中觀看世界中的物件，矩陣乘上觀察矩陣後物件的繪圖資訊便會轉至眼睛座標系。
- ◆ **投影座標系 (Projection Coordinate)**
將觀察者的視野範圍重新變形為統一的標準空間，透過投影矩陣轉換到的標準化空間也能幫助之後能夠順利地轉至螢幕座標系。
- ◆ **螢幕座標系 (Viewport Coordinate)**
將標準空間中的物件投影於螢幕，並將轉換完的頂點資訊將會再透過光柵化的處理，最後繪製於視窗內。

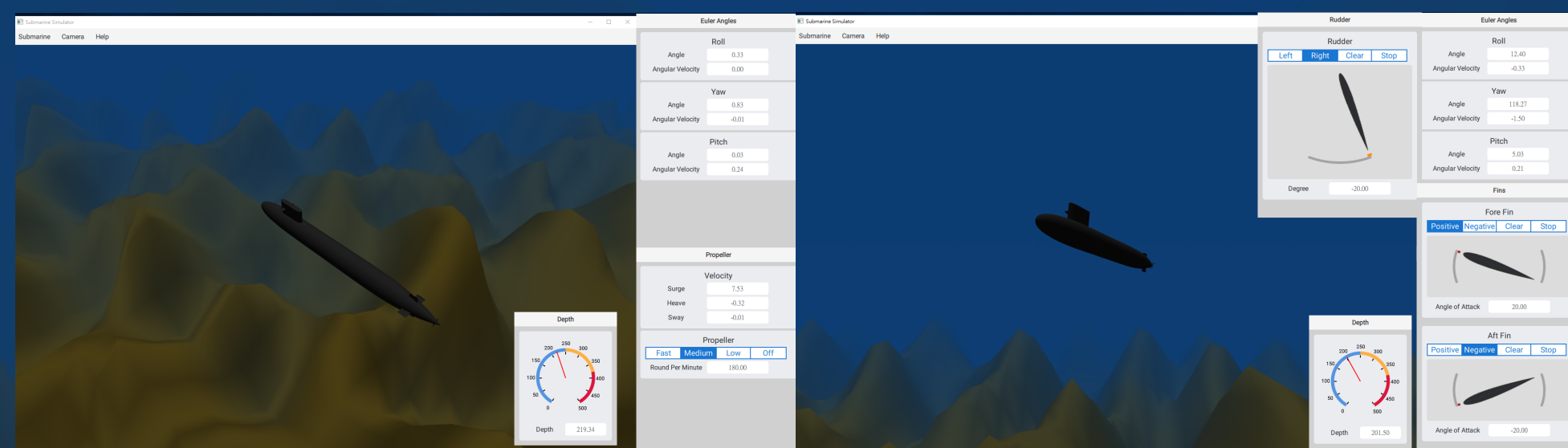
★ HCI與資訊視覺化



圖形使用者介面採取多視窗的方式展示資訊給使用者，並將操控方式進行資料視覺化。將潛艦的不同部件對應到的圖形介面元件分類並獨立出一個視窗，以模擬潛艦上控制室佈滿的儀錶。電腦繪圖的虛擬場景以專一視窗呈現，令操作者較有沉浸感。

★ 研究成果

高精確度、即時虛擬實境、功能完整、且容易操作的潛艦運動模擬器。



潛艦於水下穩定航行

潛艦進行螺旋運動

★ 結語

本研究建立了功能完整的潛艦運動模擬器，我們利用體素化加速六軸運動計算，因此物理引擎快速且準確。我們依照遊戲程式設計規範進行系統開發，因此能夠產出完整的模擬系統兼具數值計算、虛擬實境以及人機互動的功能。本模擬器可確認潛艦設計的正确性，探討潛艦運動性能極限，降低建造成本與風險。