

多相機人體三維重建於沉浸式格鬥遊戲的應用

Multi-Camera 3D Human Reconstruction for Immersive Fighting Game Applications

指導教授：蘇文鈺

專題成員：張宇承、李育衡，鄔博皓

開發工具：Unreal Engine、Unity、

Python、C sharp、C++、Motion Capture

測試環境：Windows10

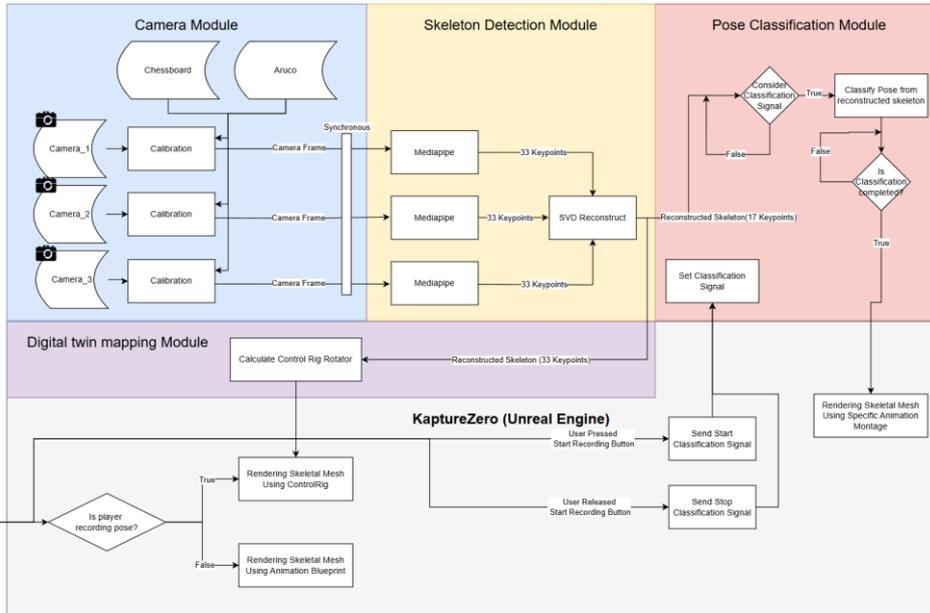
一、簡介：

專題由三個子系統構成：人體三維骨架重建、人體動作辨識以及遊戲引擎 (Unreal Engine)。以下將自輸入端到輸出端逐步簡述實作方式。

系統以多相機作為輸入端，首先以棋盤格及 Aruco 對相機進行校正，接著利用這些相機同步錄製使用者動作，並串流進 Mediapipe 實時擷取人體關節點座標，接著對這些座標資料應用 SVD (奇異值分解) 重建三維骨架，產生高精度的人體骨架資料。此骨架資料將同時送往其餘兩塊子系統：動作辨識模型以及遊戲引擎。

動作辨識模型完全藉由數位孿生技術完成訓練，首先利用 Motion Capture 採集少量動作資料，下一步將這些資料套用於 Unity 虛擬角色，並結合多種離線增強手段，IK (反向動力學, Inverse Kinematics)、動作長度變化，將原本總計 250 筆資料量，離線擴充至 7 500 筆。訓練時再於每個 epoch 進行線上增強 (高斯抖動、時間重排、 $\pm 5^\circ$ yaw 旋轉)，提升模型對動作速度、身形比例與時序變異的穩健性。此模型接收重建後的骨架資料，輸出動作分類並送往最後一塊子系統，遊戲引擎。

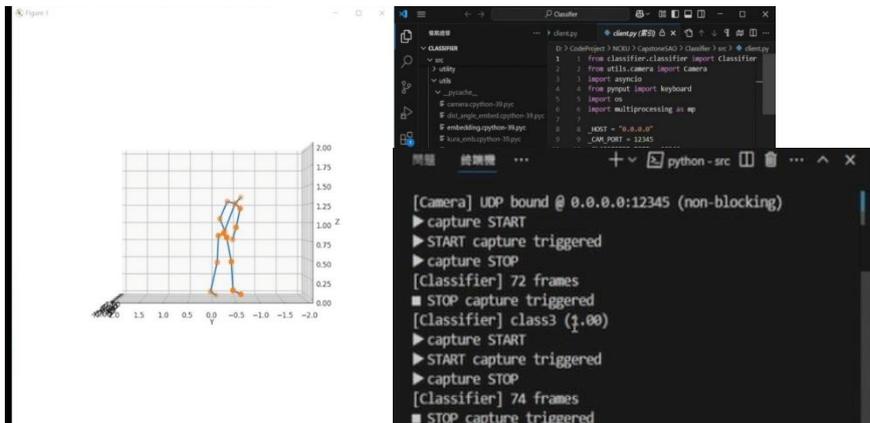
至此遊戲引擎將拿到兩種資料，人體骨架以及動作類別，首先將骨架資料綁到遊戲人物上，實現遊戲人物即時與使用者動作同步，而當使用者想要進行攻擊，不同於一般遊戲只需按下攻擊鍵，使用者必須做出對應攻擊動作，模型此時會判定是否準確，並將判定結果送回遊戲引擎，成功則觸發攻擊動畫與相應邏輯，失敗則視為攻擊無效。



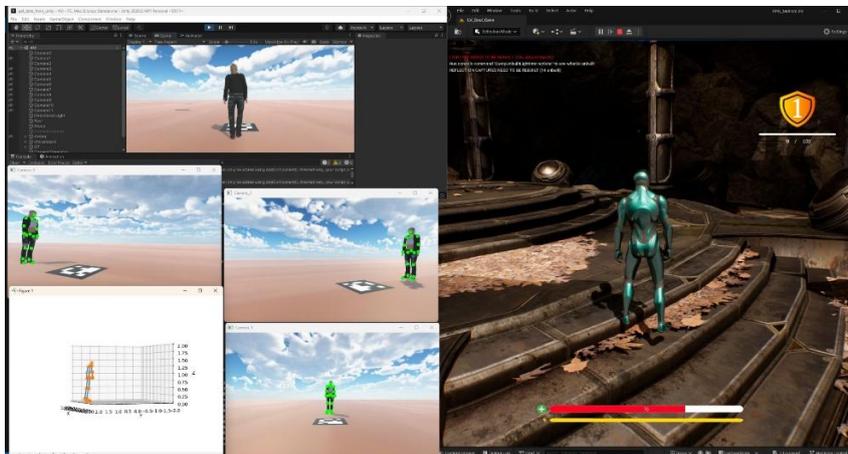
圖一：架構圖

二、測試結果：

圖二左邊為利用人體三維骨架重建結果畫出使用者動作，右邊則顯示模型透過相同資料給出使用者當前動作分類。



圖二：骨架重建與動作分類



圖三：骨架綁定(左)以及遊戲畫面(右)