|  |
| --- |
| **參賽編號：**主辦單位填寫；報名時參賽隊伍免填。 |
| **參賽類別：應用組**  **類別補充說明： Robotics** |
| **作品名稱：**  (中文)：**外骨骼暨AR交互運動輔助裝置**  (English)： Exoskeleton and AR Interactive Motion Assistance Device |
| 1. **創作動機：[背景、需求(動機)、解決發想]**    1. *背景：*   軍艦岩大學蜿蜒多階梯的環境，體會過每日都要辛苦上下山的日子，就連正值青春的我們都曾因此而肌肉酸痛或者是沒力氣；此外長時間的運動也會導致肌肉疲乏，造成運動時安全及健康風險。   * 1. *需求：*   我們想建立一套適用各年齡層的外骨骼力增強系統，以減少我們對於特定肌肉的肌力使用，加長體力消耗活動的持續時間，諸如：長距離健行，上下階梯等，並減少這些活動後期力竭的過程中能有更高的安全性，讓人人皆可放心的從事各種運動。   * 1. *解決發想：*     （圖一）使用者帶著AR眼鏡並配戴外骨骼與虛擬教練一起運動  為了達到比當前產品更好的提醒以及運動輔助效果，我們會使用AR眼鏡創建一個虛擬教練與使用者進行互動，以提供沉浸式的體驗。為了進行運動監測，我們會整合多個EMG貼片連接到外骨骼裝置，搭配外骨骼控制晶片中監測到的角度及IMU資訊，即時的監測資訊將會在AR介面中進行顯示，通過不同顏色來標注每塊肌肉的發力狀況能方便使用者在運動期間能夠及時了解自身的肌肉狀況。當使用者運動時如果體力不支、或是進行錯誤的動作角度會啟動外骨骼系統的關節限制以及力量增強，為了以最輕量的設計讓外骨骼如同常見的電動滑板車般結合到日常生活中，我們選擇僅搭載髖關節的外骨骼，並配備AR眼鏡及輕量化的EMG感測器。選擇髖關節是因為直立行走活動在專業訓練中皆會強調訓練「髖關節鉸鏈」的動作。「髖鉸鏈」顧名思義就是由髖關節開始的發力動作，整個過程以確立脊椎中立的模式，藉由腿後和腰部的力量，讓下半身支撐身體和外在重量。肌耐力增強的電機控制策略將透過強化學習促使的模型在使用過程中逐步適應使用者行走步態，以達到運動中，特定肌肉的肌力負擔減少的效果。   1. **系統簡介：[方法]**    1. *硬體：*   含有兩個單自由度馬達的髖部外骨骼，其具備偵測角度、角速度、角加速度、IMU三軸轉向的功能，我們將其上搭載的嵌入式平台與外部網路進行連線，與電腦及AR設備進行資料的交互、模型訓練、指令的傳送等。    （圖二）髖部外骨骼機構設計  髖部外骨骼機構設計鎖定步態行走、慢跑與蹲站間的切換，主要以屈曲/伸展運動為主。由於大腿外展/內收與行走平衡和轉身的控制有關，因此本案提出髖關節機構的大腿連桿安裝在 U 形框架上，並通過直流馬達進行旋轉以產生屈曲/伸展運動，用以對髖關節進行被動式外展/內收旋轉，進而允許大腿跟部的橫向運動。通過將 U 形框架安裝到佩戴者的腰部，然後將兩條腰帶魔鬼氈緊固於腰部，用以穩定外骨骼裝置。方便穿載是我們的一個重要考量，輕巧和易於穿戴的設計可以降低使用者學習難度，並提高日常使用的便利性。並確保使用者能夠快速適應和舒適地使用外骨骼。    （圖三）各設備對應的功能   * 1. *AR虛擬教練：* * AR眼鏡會感知環境並以虛擬教練的形象建議適當的模型選擇 (如：階梯、平路) * 眼鏡將顯示肌肉相關資訊，提供當前的運動模式可以減輕肌力的部位選項。 * 虛擬教練將引導如何配置EMG感測器 * 當前方出現障礙物時，虛擬教練將進行辨識及提醒 * 當偵測到有害的動作時（如：深蹲時，髖關節角度過大），虛擬教練將演示正確動作   1. *仿生肌耐力增強策略：*     （圖四）使用流程  含有經過AR眼鏡選擇模式後：平面健走、階梯、慢跑、室內運動，切換該種類強化學習 (RL) 模型，選擇模型或者在體力較佳時訓練模型，使用RL advantage Actor-Critic架構是為了進行解決傳統AI需要人為標記資料的問題，而能透過未標記過的環境資訊為資料集自行優化達到模型的訓練。透過嵌入式系統 (Embedded system)整合EMG、關節角度、角速度、角加速度、上傳至後端主機為RL模型導入環境資訊，RL架構中的Actor模型將使用角度資訊，以PID、DMPs架構進行機器學習，達到軌跡預測並提供力量輔助的效果；Critic模型則將以EMG計算Actor做出的action的Advantage值，這個值反映了給定動作相對於機率平均或預期動作的效果好壞，透過加權使Actor能夠獲得正確或錯誤的標準，以進行梯度計算，如此便可以在兩個模型的交互作用下逐步適應個人動作，當肌肉疲乏時仍會以最將狀態為範本經由外骨骼提供力量。   1. **預期成果：** 2. 完成AR眼鏡的使用者介面。針對同一個案，建立能夠減少常見動作：上下樓梯、平路行走的肌力使用之機器模型訓練。 3. 導入個性化適應，以遠端連線伺服器進行模型的微調 (fine-tuning) 訓練；並以欠驅動系統 (underactuated system) 的概念，以及生理步態模型以優化單一行走的穩定度。 4. AR眼鏡導入環境辨識，提供環境示警作用，諸如：坑洞、懸崖、石塊等。 5. 多種動作選擇，諸如：慢跑、跳躍等功能，優化外骨骼結構、重量，使用腳踝的被動自由度 (passive-installed DOF) 控制機構。 |