|  |
| --- |
| **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 |
| **作品摘要：**  **創作動機：**  **敝校蜿蜒多階梯的環境，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，促使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。**  **我們將透過嵌入式系統與外部網路進行連線，以與電腦及AR設備進行資料的交互、模型訓練、指令的傳送等。**  **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；膝蓋則在上坡和下坡時承受著顯著的壓力。外骨骼能夠幫助分散這些壓力，減少對膝蓋的直接衝擊。同時，它也能提供穩定性，防止不正確的膝蓋移動。因此我們將使用下肢外骨骼包含髖關節、膝關節，左右腳共計四個關節位置提供外部電機進行輔助，以減少肌肉負擔、提升下肢平衡。**  **肌耐力增強的控制策略將透過強化學習促使的模型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，該模型需要經過實際的穿戴以蒐集數據，並同時透過IoT的技術連線遠端伺服器以進行龐大的模型訓練。**  **另外在AR眼鏡上提供介面，通過不同顏色來標注每塊肌肉的發力狀況。也能方便方便使用者在運動期間能夠及時了解自身的肌肉狀況。**  **期望在本次的專案下，提供大眾一個拋磚引玉的運動概念，將外骨骼如同常見的電動滑板車般結合到日常生活中。**  **系統簡介：**  **硬體：**  **含有三個旋轉自由度的髖部外骨骼，以及一個旋轉自由度的膝蓋外骨骼。**  **用於步態行走、慢跑與蹲站切換之髖部外骨骼機構設計，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。在膝蓋外骨骼方面，通過大小腿各兩個的魔鬼氈束帶固定，穩定外骨骼裝置，並藉由直流馬達的作動以進行膝關節屈曲/伸展運動。**  **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。**    **肌耐力增強策略**      **透過AR眼鏡輔助使用者進行選擇**   * **AR眼鏡感知環境並以此建議適當的模型選擇 (如：階梯、平路)** * **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** * **引導如何配置EMG感測器** * **進行障礙物的辨識及提醒**   **軟體：**  **以強化學習 (Reinforcement learning) 技術進行外骨骼力增強系統的個體自適應。**   1. **透過AR系統、EMG頭部轉向或 EEG訊號獲得走向以及轉向資料，並以特定肌肉束之EMG訊號確認肌肉施力狀況，結合四個關節角度、三個IMU角度組成強化學習的環境。** 2. **訓練演員模型 (Actor Neural Network) 進行關節角度對軌跡轉換，以進行軌跡預測，此處引入系統動力學、PID、HIL控制方法進行機器學習的模型架構設計，並且確保梯度下降過程的穩定度，以輸出與環境進行互動-關節以指定力量、角速度、角加速度轉動至指定角度。** 3. **透過評論家模型 (Critic Neural Network) 進行結果好壞的評估。並以兩個模型間的互動動態修改權重，以達到最終減少肌力使用的效果。**   **驗證階段：**  **除了需要機器人學的控制理論，機器學習的自適應架構，同時我們將引入 Hill-type model 作為基礎之神經肌肉骨骼模型，做為整套系統的驗證，以確保正確的帶動，並在預測結果錯誤的時候停止動作。**  **預期成果：**  **具體目標：**  **分成以下階段。並考慮可能遇到的開發面向的風險。**   1. **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。** 2. **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；並引入欠驅動系統 (underactuated system) 的概念，以及生理步態模型以優化單一行走的穩定度。** 3. **AR眼鏡導入電腦視覺技術，提供環境示警作用，諸如：坑洞、懸崖、石塊等。** 4. **加入較為快速的動作的選擇，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。** |