

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：Artificial Intelligence、Biomedical、Robotics、IoT

參賽類別選擇 Other Design 或 Other Application 請填寫無法分類之原因。

作品名稱：

(中文)：外骨骼暨 AR 交互登山輔助裝置

(English)：Exoskeleton and AR Interactive Climbing Assistance Device

作品摘要：

簡述創作動機、系統簡介、預期成果等，可檢附圖表。文字以 12 級字，單行間距，以 3 頁為限，填寫完成後，請將電子檔(僅限 Word 檔)上傳至報名系統始完成報名程序。

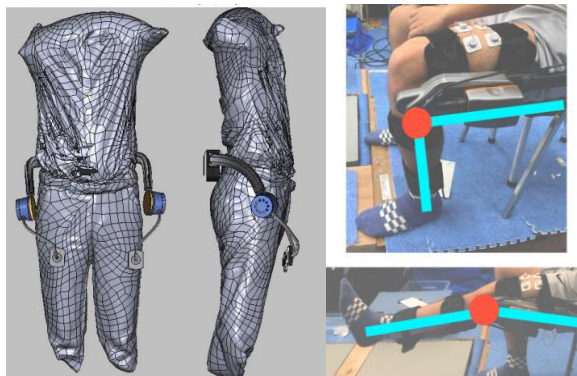
創作動機：

敝校蜿蜒多階梯的環境，校規又規定大一不可騎機車，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，更別說是日常起居會需要爬上爬下的長者了；此外，隨著年齡逐漸增長，看見家中長者肌肉衰老、體力也大不如前，為了安全及健康考量而放棄曾經熱愛的登山活動，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，增加我們在上下山的過程中能有更高的安全性，讓人人皆可輕鬆又自在的欣賞從山頂鳥瞰城市的美景。

系統簡介：

人類移動主要依靠視覺以及下肢自適應的控制，我們將以此為發想建立一套由 AR 輔助視覺、外骨骼輔助下肢的系統，並透過單一的嵌入式系統平台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。

登山健行等運動在專業訓練皆會強調訓練髖關節、膝關節的動作。「髖關節」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，共計四個關節位置提供外部電機進行輔助。

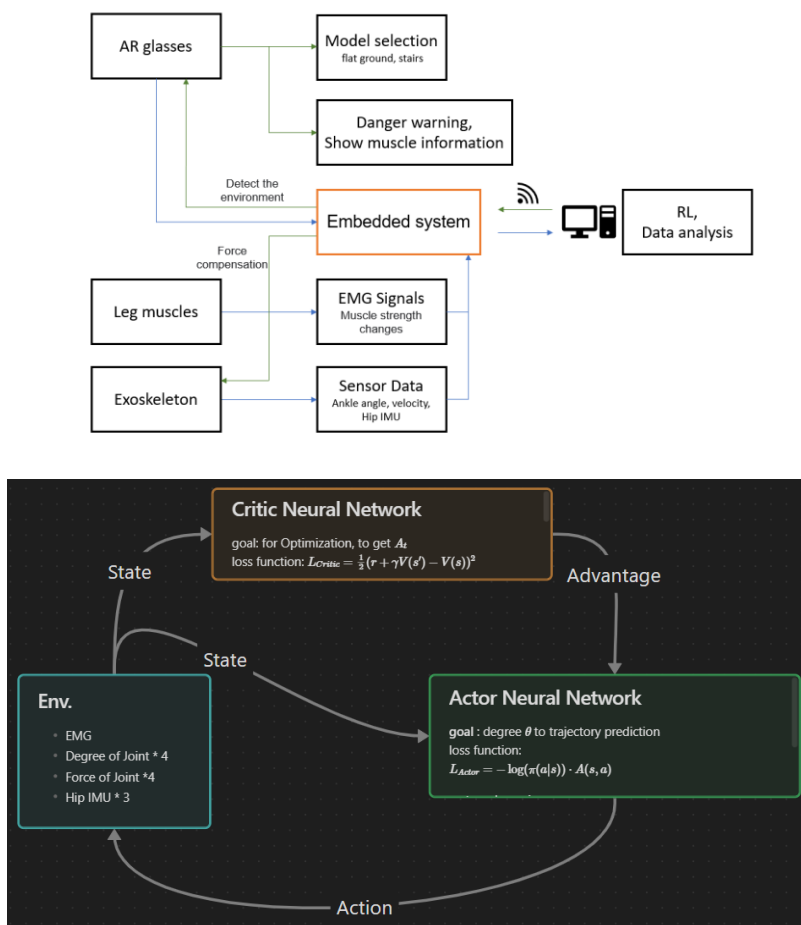


我們將使用 AR 眼鏡提供使用者控制介面，並分成「肌耐力增強模式」、「控制模式」。

「肌耐力增強模式」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，該模型適應過程需要透過 IoT 的技術連線遠端伺服器以進行龐大的模型訓練過程。「控制模式」則引入專業的動力學，機器人控制理論，以及生理步態資訊提供使用者透過手勢以及頭部轉向，由機器帶動身體進行移動。

●模式一：肌耐力增強模式

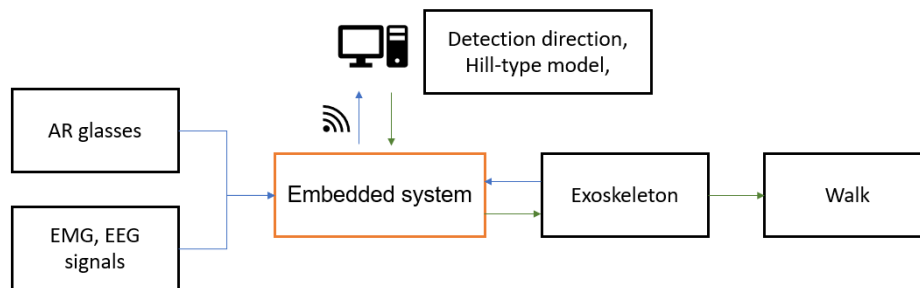


透過 AR 眼鏡輔助使用者進行選擇

- ◆ 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

使用機器學習中，強化學習 (Reinforcement learning) 技術進行外骨骼力增強系統的自適應。透過特定肌肉束之 EMG 訊號確認肌肉施力狀況，並結合四個關節角度、三個 IMU 角度組成環境。訓練演員模型 (Actor Neural Network) 進行關節角度對軌跡預測之轉換，此處需引入系統動力學進行神經網絡模型的架構設計，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。並透過評論家模型 (Critic Neural Network) 進行結果好壞的評估。

● 模式二：控制模式



透過 AR 系統、EMG 頭部轉向或 EEG 訊號判斷走向以及轉向，直接控制外骨骼帶動身體運動，此處除了需要機器人學的控制理論，同時我們將引入 Hill-type model 作為基礎之神經肌肉骨骼模型，以確保正確的帶動，並在預測結果錯誤的時候停止動作。並且，我們計畫結合上述模型、外骨骼本身的感知與反饋機制、以及穿戴者自身的腳踝的平衡能力來維持整體的行走平衡。

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。對同一個案，模式一建立能夠減少爬階梯時的肌力使用的機器模型訓練，尚需解決 EMG 容易受擾動的問題；模式二能夠判斷頭部轉向，並使用極少的肌力在「平面環境」中計進行移動。
2. 模式一，將導入個性化適應，以遠端連線伺服器進行模型的微調訓練；模式二，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. 模式一，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；模式二，提供不同環境的移動選擇
4. 模式一、二皆加入較為快速的動作的選擇，諸如：慢跑、跳躍等功能，尚需考慮外骨骼結構、重量、缺乏腳踝輔助電機的問題。