# Exoskeleton Weekly Report

本週開會記錄討論,分工及其開發時程規劃

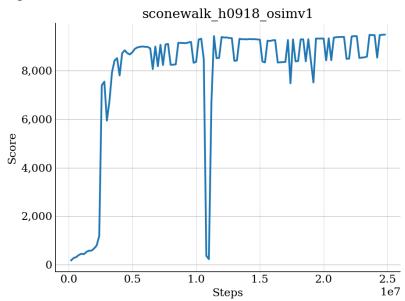
Name: 賴宏達、劉智翔、葉亘祐、

曾俊魁、Aaron Wang

2025/02/22 (六)

### 一、訓練初步可行走之模型:

完成 depRL 於 HPC 總訓練時長 40 小時



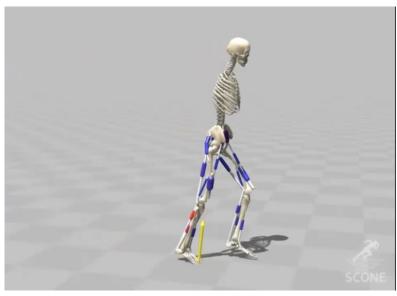
sconewalk\_h0918\_osimv1

比較迭代 12000000 與 30000000 之差異模型訓練 log:

# 1. Project progress

https://wandb.ai/bme114/None/reports/depRL\_osim-vs-hfy-H0918-model--VmlldzoxMTQ3MzU1Ng

HyFyDy 迭代速度較快,因此跟 osim 模型的 x 軸不一致。



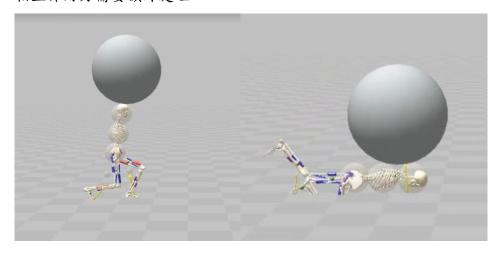
會有墊腳尖的問題,需要有顯卡之實驗室桌機做進一步的 fine-tuning imitation learning 的方法。

#### 二、 重新評估 HyFyDy 之價值:

由於使用 SCONE 也可以訓練出可行走之模型(雖然迭代時長相對較久)。

比較基於 opensim creator 建模之難度,體現在以下幾點:

- 模型接觸應力設定困難
- 模型部件控制需要直接控制有困難
- 相互作用力需要額外處理



#### 三、HyFyDy 於 HPC 之設定調查:

Purchase - Hyfydy 如果買 academic 方案(4000USD/年)可以不限硬體數量的使用,普通方案(1000USD/年)則剛好足夠 HPC 兩個運算節點+實驗室 local 電腦總共三臺的使用。作者相當友善為我們重開一個修正過的 code 分支。

#### 四、 兩位新成員的進度:

已完成文獻閱讀,討論過開發細節,開始重建 python 環境,以寫新的 code:

- 葉亘祐
  - ■使用全身模型分析疲乏 Muscle Fatigue Analysis Using OpenSim.pdf
  - Opensim 概述:
    https://opensimconfluence.atlassian.net/wiki/spaces/OpenSim/overvie
    w
  - ■CEINMS 算法介紹: documents/Simulation/papers/CEINMS User Guide 0.9.pdf|CINMS User Guide 0.9
  - ■CEINMS 概觀: a toolbox to investigate the influence of different neural control solutions on the prediction of muscle excitation and joint moments during dynamic motor tasks.pdf
  - ■虛擬 EMG 生成:
    Robust\_Real-Time\_Musculoskeletal\_Modeling\_Driven\_by\_Electrom
    yograms.pdf
- 曾俊魁
  - ■SCONE or HyFyDy 基礎原理: Predicting gait adaptations due to ankle plantarflexor muscle weakness and .pdf

- ■RL 人體模: https://scone.software/doku.php?id=doc:sconegym, DEPRL
- ■虛擬化外骨骼訓練策略: Experiment-free exoskeleton assistance via learning in simulation.pdf
- ■DL 方法控制外骨骼:

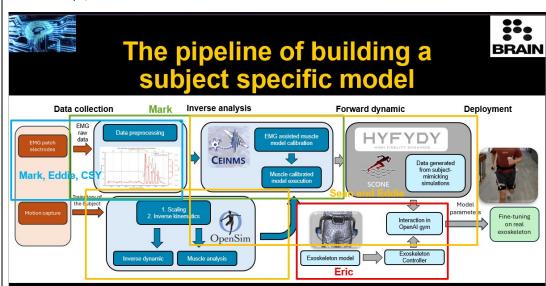
Real-Time\_NN\_Gait\_Phase\_Estimation\_Using\_a\_Robotic\_Hip\_Exos keleton.pdf

■傳統 ML 方法之力矩輔助策略:
DMP-Based\_Motion\_Generation\_for\_a\_Walking\_Exoskeleton\_Robot
Using Reinforcement Learning.pdf

#### 五、4090顯卡所需硬體規格:與耀文學長討論是否相容於實驗室現有設備

- 考量需要同時 2 到 4 人連線同一台 PC,需要較大的 RAM 以及穩定網速
- SCONE 需要 i7 以上的 CPU 運算
- RL 模型 GPU 需要特殊電供 850~1000W

#### 六、 規劃分工:



## 2. Future work

#### 七、 近期目標:

- 賴宏達、劉智翔:設計與運行 imitation learning 使成為 personalized model,
   進行虛擬外骨骼以及環境物件的 HyFyDy 建模。
- 葉亘祐:透過 CEINMS 的輸出量化肌肉疲乏,重新設計 level of fatigue。
- 曾俊魁:完成 DMP 到 D4PG 多種算法於虛擬環境迭代訓練。
- Aaron Wang: 完成智翔提供的 ROS, OpenSim CMC Project, NMF muscle synergies, relevant plots based on GLM 教材。

#### 八、 長期目標:

- 賴宏達:模型 deployment 到兩顆 KD240 組成的外骨骼硬體。
- 劉智翔:建立老年患者之個性化人體模型。

● 葉亘祐:肌肉疲乏量化,建立基於神經肌肉骨骼模型之常模,應適用於多 種輸入。 ● 曾俊魁:建立具擴展性之通用模型用以預測人體動作。 ● Aaron Wang: 遠距參與外骨骼開發 九、統一環境要求: • Ubuntu+mamba+conda+git • Data of motion capture and EMG(sean1009): [mocap EMG EEG data -GoogleDrive](https://drive.google.com/drive/u/3/folders/1d8PC6TvaRWXRju GHbBgCVanqYTLGN0C) • github code: https://github.com/eddLai/ExoskeletonPowerAsistance.git • pls find out these download link on [SimTK: Welcome](https://simtk.org/) Download: python3.11+opensim python+opensim4.4+CEINMS Download: python3.9+peotry+SCONEpy+SCONE+HyFyDy 十、實踐細節規劃: 3. framework **Project milestone** for the practical Data collection Inverse analysis Deployment Forward dynamic implementa 個性化depRL結果(4/10前) tion Workflow學習(3/21前) 使用Generative Adversarial Imitation Learning或者MAML (Model-Agnostic Meta-步態mocap與資料同步預處理 使用HyFyDy建立具有質量的外骨骼模型·簡易封裝外骨骼迭代模型到gym中 學習CEINMS使用 I D4PG算法於openAI gym中訓練(5/1) · 利用運動軌跡數據及EMG得到肌肉受力數據(長度變化·力矩變化)推 Redefine 判定 muscle fatigue(4/14前) 測出肌肉出力程度 兩種算法測試 讀過Roger Enoka - Neuromechanics of Human Movement - 4th Edition-Human Kinetics (2008) (eddie算法已實現不贅述)重構D4PG算法到虛擬環境中 (Eric)使用 DMP 建模關節軌跡 · 通過 RL 來優化學習 · 減少人體 歸納並重新確認每個步驟與軟體中數學模型之科 和環境干擾 狀態輸入 學代表意義與結果比較 使用上Fiber Length, Fiber Force, Joint Moment. 產生輔助力矩 以動作模仿網路(運動軌跡)、肌肉協調網路(EMS)、外骨骼 Joint Moment arm, TendonLength, TendonForce, Tendon Power數據設計新的D4PG reward 控制網路(輸入運動的基本參數輸出輔助力矩動 Function評分做出訓練出最佳輔助模式 function 根據inverse analysis(4/4前) 利用人體模型提供輸入基本imu參數(加速度,慣性...)獲取獲取 人體步行、跑步、爬樓梯的運動 使用倒立擺模型(LIPM)確保零力矩點(ZMP)·以提供整體的穩定性資料處理 同時採用公開數據集(CMU MoCap OpenCap) 透過MSE(均方誤差):最小化預測的運動軌跡與真實運動數據的誤差。 

	綜合課表:(黃色是大家都有空的時間、藍色我跟智翔都有空的時間。)									
			_	=	Ξ	四	五	六	日	
		0800~1000	Sean	Eddie,	Eddie,	Mark,	Eddie,			
				Sean	Sean,	Eric	Sean,			
					Mark,		Mark			
					Eric					
		1000~1200	Sean,	Eddie,	Eddie,	Sean,	Sean,			
			Eric	Sean,	Sean,	Eric	Mark,			
				Eric	Mark,		Eric			
					Eric					
		1200~1300	Eric	Sean,		Eric				
4.		1200 1700	~	Eric	26.1					
		1300~1500	Sean,	Sean,	Mark,	Eric				
Supplement ary			Mark,	Eric	Eric					
ui y		1500 1700	Eric	C	M 1	C				
		1500~1700	Eddie,	Sean,	Mark	Sean,				
			Sean, Mark	Mark		Eric				
		1700~1900	Eddile,	Sean,		Sean,				
		1700~1900	Sean	Mark		Eric				
		1900~2100	Scan	Mark,		Eric				
		1700/32100		Eric		Lite				
		2100~2300		Lite						
		2200					-			1
	•	訓練之行走	影片 1200	00000 及	3000000	00.mp4				
	•	山下電腦之	硬體規格	.txt		-				