

來自元宇宙的拳擊培訓員： 讓虛擬對手具象實體化

邱文信、韓秉軒、張寬寧*

一、前言：「拳擊」精準運動科學

精準運動科學講求的就是在運動領域中的「精準量測」與「科學應用」，在運動訓練和競賽發展史中，過去的教練和選手憑藉著經驗值進行比賽和訓練，靠著優異的天賦和不斷努力苦練獲得很好的成績，但隨著科技和科學的進步，如果要到國際的舞臺與全世界最強的選手及教練群過招，沿用過去的培訓和比賽思考恐怕不足以抗衡。

但科技研發投入的人與經費自然不在話下，卻是一條必須走的道路。國科會人文及社會科學研究發展處（以下簡稱國科會人文處）所提供的「精準運動科學研究專案計畫」，便是鼓勵學界針對精準運動科學進行研發，提供選手和教練更現代的訓練和競賽後勤支援，不會讓自家人輸在起跑點！

產品的研發重點在不斷的創新，與時俱進，在提供教練和選手運用的同時，也能提供一般民眾所使用，鼓勵大家運動，有強健體魄就能富國強兵，為幸福的社會帶來希望，產品如能為大眾所運用，便能產生極佳商業模式。臺灣過去本來就擁有技術相當好的運動代工產業，如能自行研發運動科技產品，便能打造自我品牌，帶動整條運動產業鏈的發展。本文所分享「元宇宙拳擊培訓員：讓虛擬對手具象實體化」便是根據上述發展目標進行研發。

「拳擊是臺灣可以發展的強勢運動項目」：2023 杭州亞運剛剛閉幕，中華臺北隊派出 524 位選手，參與 32 項賽事，此次拿下 19 金 20 銀 28 銅的好成績。其中拳擊項目為國家爭取 1 金 2 銀 2 銅（林郁婷奪金，賴主恩、甘家崴獲銀，吳詩儀、陳念琴奪銅），上述成績不但表示拳擊是我國可以躍上國際舞臺的重點項目，拳擊選手更是達到國際賽等級，將來的成就指日可待。

* 邱文信，國立清華大學運動科學系教授；韓秉軒，國立臺北科技大學互動設計系助理教授；張寬寧，國立臺北科技大學設計學院博士生。

「更高的比賽殿堂要用更高的標準進行訓練」：到了國際賽等級，選手和教練面對的是更高強度的對手和運動科學團隊，訓練的方式勢必要再更強化，同時為避免選手過早進入「訓練疲憊」，導致提早退出賽場，訓練團隊要讓訓練內容更多元和趣味，同時還要記錄選手的表現數據，上述內容可以從訓練的方式和訓練的設備來進行改善。

「拳擊精準科學來助功」：精準科學重視的就是「將選手表現數據化，精準掌握運動表現與訓練」，透過運動科學的原理加上運動科技的輔助，如果能透過相關的智慧化設備記錄選手表現數據，尤其是在訓練當中製造出盡量模擬對手的情境，讓每次訓練都當成比賽，訓練的效益自然事半功倍。

「拳擊培訓員的培訓障礙」：選手都有協助訓練的培訓員，培訓員的任務除了陪著選手練習，也要模擬對手攻擊和防守。但培訓員畢竟也是人，選手實力相當強勁，培訓員是否能承受選手百分百的擊打？培訓員是否能真正模擬對手的動作及腳步？培訓員是否能天天都跟選手對練？而且保持高度的訓練狀態？上述都是目前培訓員遇到的培訓障礙。

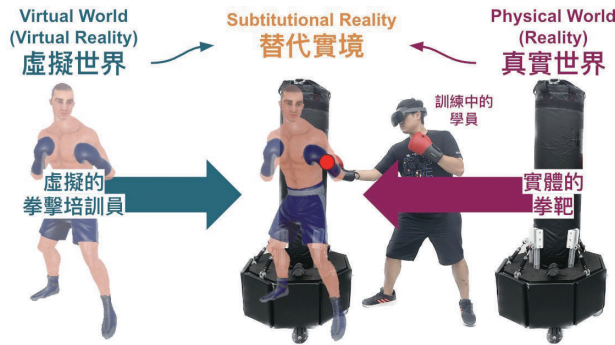
「來自元宇宙的培訓員」：此次國科會人文處補助臺北科技大學和清華大學一同研發「元宇宙拳擊培訓員」，主要就是解決目前固定式沙包和培訓員的問題。固定式沙包完全不符合拳擊場上移動打擊的需求，因此跨校合作團隊便開發具有移動能力沙包機器人，同時為了讓選手是看到和打擊的是「人」而不是沙包，透過 VR 視覺讓選手體驗與人打擊互動的真實感，這款來自元宇宙的培訓員將可以輔助現場的培訓員，幫助拳擊選手在訓練當中逼真的模擬賽場情境。以下將針對這款具有抗打擊和移動能力的替代實境機器人科技原理概念及互動設計模式進行簡單介紹，一方面讓大家能夠瞭解本產品的設計原理，另一方面也拋磚引玉，藉此呼籲更多科技界能和運動結合，為運動與競技及健康來貢獻所長。

二、元宇宙拳擊培訓員：具有抗打擊和移動能力的替代實境機器人

替代實境 (Substitutional Reality) (Simeone et al., 2015) 是利用真實世界的物理資訊作為基底，讓真實世界的實體物件可以在虛擬世界中出現，甚至是可以利用身體的一部分來觸碰實體物件，以在虛擬世界中獲得一個**遭受型的觸覺回饋 (Encountered-type Haptic)** (Mercado et al., 2021)。在這之中，實體物件可以有不同的虛擬樣貌，包含了貼圖紋理和幾何形狀，例如：一面實體白色水泥

牆可以在虛擬世界變成灰色的清水模牆。此外，利用空間定位及物件追蹤技術，可讓這些實體物件變換位置，而在虛擬世界中與之對應的虛擬物件也能隨之改變位置，進而達到虛實融合的替代實境。在過往的研究中，甚至是可利用物件和手勢追蹤技術，讓一個實體物件對應到多個**虛擬物件 (Haptic Retargeting)** (Azmandian et al., 2016)。

來自虛擬世界的元宇宙拳擊培訓員，主要就是利用替代實境的概念來提供使用者遭受型觸覺回饋；並將追蹤到的實體物件，轉換成**虛擬人 (Virtual Avatar)**。而本研究是將實體拳靶進行定位追蹤，將實體拳靶在真實世界的位置資訊提供給虛擬世界並轉換成元宇宙拳擊培訓員。當使用者利用他的手觸碰到虛擬的拳擊培訓員時，會剛好也打在拳靶上面。



圖一：來自虛擬世界的元宇宙拳擊培訓員

市面上現有的拳擊系統無法提供太複雜的打擊和腳步組合，如軌道型移動式拳靶可在固定的軌道上移動，但主要靠人工來移動。遭受型觸覺回饋技術是一個可以在實體物件上進行定位並提供觸覺上回饋抗力的技術，可模擬在虛擬實境中的牆面和障礙物等。本次在未來科技館（圖二）所展出的「易動拳靶 (MovableBag+) (Mendez et al., 2022)」是一款具有抗打擊和移動能力的替代實境機器人，它利用了遭遇型觸覺回饋技術來提供拳擊手同時訓練打擊和腳步，以輔助／部分取代原本訓練時，培訓員所需要的頻繁移動和輔助打擊訓練，進而減低培訓員負擔。此外，藉由整合 VR 視覺回饋，可提供一套多感官回饋的移動式拳擊訓練系統。

此人機互動系統，主要包含五個硬體部分（如圖三）：（1）虛擬實境頭戴顯示器 (VR-HMD)；（2）VR 用的控制器 (VR Controller)；（3）易動拳靶 (MovableBag+)；（4）平板電腦；以及（5）投影第三人稱視角用大螢幕。本套互動系統主要利用 Meta Quest Pro 頭戴顯示器的空間定位功能，將右手 VR 控制器

加裝到拳擊拳套上，左手 VR 控制器加裝到 MovableBag+ 上來即時追蹤右手和易動拳靶的位置和方向，並藉由控制器來丈量拳靶的中心點跟方向來校正空間，用來對齊虛擬世界與真實世界的座標系統。使得當 VR 體驗者利用拳套打中虛擬拳擊培訓員時可獲得對應的觸覺回饋，以及判斷是否擊中目標點。此外，拳擊教練亦可以使用平板電腦來操控 MovableBag+ 移動或者設定自動移動路徑，讓拳擊學員可以訓練自己腳步來跟隨移動路徑，並同時出拳擊打虛擬培訓員身上的目標點。最後，外面圍觀的觀眾或教練可以利用大螢幕來觀看元宇宙世界中的對練狀況，包含分數、連續擊打數、擊打目標的反應時間、拳速及分數排行等。



圖二：於未來科技館所展出的「易動拳靶 (MovableBag+)」：(a) 以第三人稱視角畫面來觀看虛擬世界中的體驗者；(b) 展覽攤位全貌；(c) 體驗中的民眾



圖三：「易動拳靶 (MovableBag+)」系統全貌：(a) 投影畫面中的第三人稱視角；(b) 教練、學員與訓練系統；(c) 主要硬體設備

三、讓使用者能竭盡全力的互動設計

常見的互動設計，其主要重點都在於提供使用者更快速、更自動、更便捷的操作介面來完成工作目標，例如：拿起手機時的臉部辨識解鎖、鍵盤打字時的自動選字、使用語音助理來執行搜尋與記錄等。而有別於更容易完成工作目標，**竭力互動 (Exertion Interaction)** (Mueller et al., 2011) 的設計重點在於期望使用者能竭盡自身的「體力」、「智慧」及「身為人身上有的各種能力」，全力以赴地去表現，如運動科技 (Sports Technologies)、運動遊戲 (Exergame)。在這些應用中，並不是更容易使用的介面不重要，而是任務目標的本身就是期望使用者能用盡他的所有表現，例如在限制時間中投進更多球以獲取高分、在遙遠距離下射中靶心、在圍棋中占領更多領地、在虛擬世界中擊破對手的城堡等。我們並不會期望電腦能自動幫我們完成，或者說如果是電腦幫我們完成的話，那就會喪失其意義。

在人機互動系統中，竭力互動設計常有遊戲化 (Gamification)、社群激勵 (Social Persuasion)、競賽和合作元素。遊戲化元素指的是在與電腦做這項互動時，你會感覺到許多遊戲元素在裡面，甚至你會覺得這就是一款遊戲。在社群激勵部分，指的是你個人的表現可以主動分享給你的朋友們，你的朋友們也可以看到你狀態，是否太久沒有參與活動或社群，進而達到彼此互相激勵和影響。在競賽元素部分，主要有兩種方式：(1) 一種是以對弈的方式進行，如拳擊；(2) 另一種是以非同步的方式，各自完成自己最好的表現來排名，如射擊。最後合作元素指的是使用者要與他的夥伴來共同完成目標，在這之中也可以有競賽的元素，如《英雄聯盟》及《傳說對決》等，各種電競首次被杭州亞運納入正式項目。

四、「拳擊」運動科技之大眾化及產業應用發展性

在瞭解上述的產品設計及互動模式後，就可以知道這款具有抗打擊和移動能力的拳擊替代實境機器人其實不只提供競技使用，能提供一般健身房、運動中心和學校使用，說明如下：

「拳擊運動科技提供訓練及健身效果」：這款來自元宇宙的培訓員「替代實境機器人」，不但是提供選手訓練，也貼心的設計給一般大眾來使用，提供在移動情形下，讓消費者可以練習腳步和擊打距離的掌握，因此上半身及腳步都必須要充分的運動才能達成任務，這也帶動全身性能量的消耗，不但拳擊技術獲得進步，還能消耗更多的運動能量，達到健身效果。

「拳擊運動科技提供趣味化互動」：來自元宇宙的培訓員「替代實境機器人」讓一般民眾也能透過模擬實境，可以挑選喜愛的選手對打，甚至是跟喜愛的卡通人物對打，讓枯燥的拳擊擊打動作練習瞬間變成「流汗」打電動，人物的替換讓練習帶來不同的期待，男女老少都能挑選自己喜歡的角色來做互動，增添運動的趣味性。

拳擊產業在世界上早已是成熟的商業化模式產業，在臺灣也越來越多民眾前往健身房選擇拳擊運動，不但可以健身，還能增進自我防衛及敏捷性，現在透過拳擊運動科技更將拳擊產業推廣至男女皆宜及更廣的年齡層，產業應用發展前景值得期待。

五、結語

運動科技輔助運動選手和教練能更上一層樓，不但拉高運動強度，同時讓選手運動生命更加延長，本次「來自元宇宙的培訓員」介紹中的「易動拳靶 (MovableBag+)」就是其中一項代表性成果，幫助拳擊選手在訓練當中逼真的模擬賽場情境，同時讓訓練更趣味化。這款具有抗打擊和移動能力的替代實境機器人的拳擊運動科技也讓大眾更願意參與拳擊運動健身，不但增加健身效果，趣味化的虛擬實境彷彿置身於拳擊元宇宙當中，與自己喜歡的拳擊運動員或卡通人物進行拳擊互動。政府在 2021 年宣布進入「運動科技年」，透過本來就擅長的軟、硬體和資通訊的技術，巧妙的與運動結合，展現出對運動選手和教練的支持力道，相關運動科技產品更能推銷到全世界，讓原本只能代工的臺灣運動用品更升一級，成為家喻戶曉的品牌，最重要的是讓民眾更喜愛參與運動，推動全民健康，達到富國強民的目標。

致謝

本文介紹的研究項目感謝國科會人文處和「第 2 期精準運動科學研究專案計畫」的經費支持，以及所有參與此研究項目的夥伴們。

參考文獻

- Azmandian, M., Hancock, M., Benko, H., Ofek, E., & Wilson, A. D. (May 2016). Haptic retargeting: Dynamic repurposing of passive haptics for enhanced virtual reality experiences. In *SIGCHI 2016*, 1968-1979.

- Mercado, V. R., Marchal, M., & Lécuyer, A. (2021). “Haptics on-demand”: A survey on encountered-type haptic displays. *IEEE Transactions on Haptics*, 14(3), 449-464.
- Mendez S, L. A., Ng, H. Y., Lim, Z. Y., Lu, Y. J., & Han, P. H. (2022). MovableBag: Substitutional robot for enhancing immersive boxing training with encountered-type haptic. In *SIGGRAPH Asia 2022 XR*, 1-2.
- Mueller, F. F., Edge, D., Vetere, F., Gibbs, M. R., Agamanolis, S., Bongers, B., & Sheridan, J. G. (May 2011). Designing sports: a framework for exertion games. In *SIGCHI 2011*, 2651-2660.
- Simeone, A. L., Velloso, E., & Gellersen, H. (April 2015). Substitutional reality: Using the physical environment to design virtual reality experiences. In *SIGCHI 2015*, 3307-3316.