

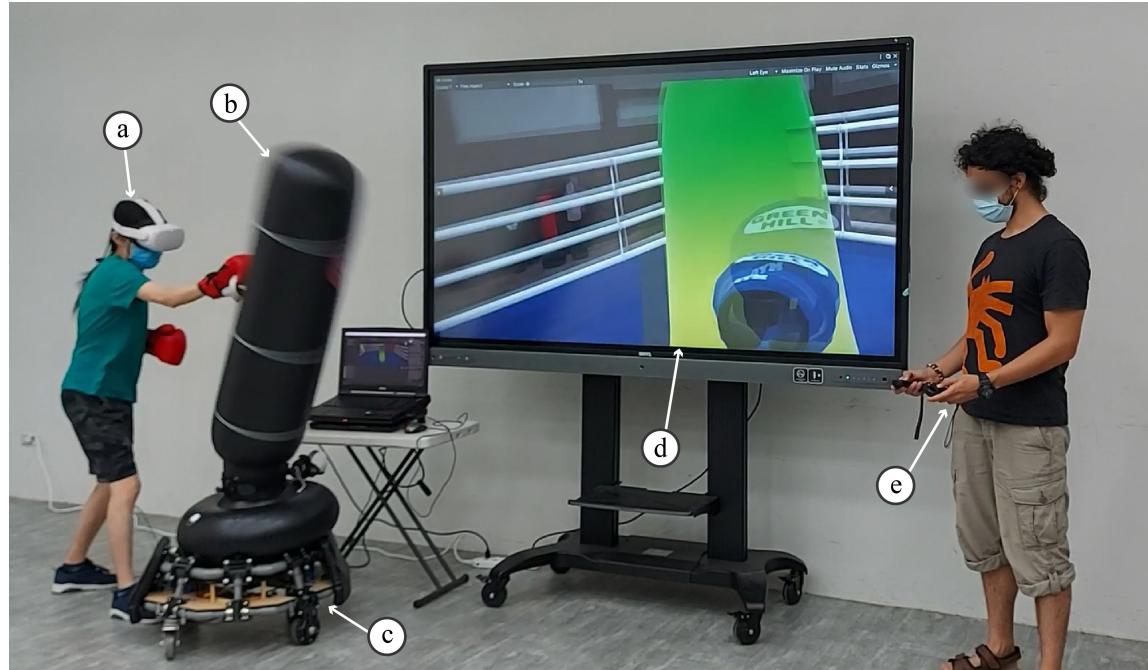
1           **Demo: MovableBag:** 整合體感與視覺回饋以增強虛擬實境體驗的移動式運動訓練  
2           裝置  
3

4           LUIS A. MENDEZ S., 國立臺北科技大學 互動設計所, 台灣  
5

6           吳浩賢, 國立臺北科技大學 互動設計所, 台灣  
7

8           林靜瑩, 國立臺北科技大學 互動設計所, 台灣  
9

10          韓秉軒, 國立臺北科技大學 互動設計所, 台灣  
11



35           Fig. 1. VR 模擬拳擊應用展示: a) 選手, b) 輔具沙包, c)MovableBag 底盤, d) 選手視覺-VR 顯示器的畫面, e) 教練  
36

37          運動科技 (Exertech) 在後疫情時代成為一個熱門研究領域，透過利用前瞻科技及技術創造更有效的訓練工具，提高使用者的  
38          訓練效能，這對專業運動員來說尤其重要：以科學化方式進行訓練提高表現，長期下來也能更有系統去培訓更多優秀的運動員。  
39          在不少運動中都需要使用輔具，並需要教練或他人親身協助才能進行訓練，而且有更大機會造成受傷。因此，本研究開發出 MovableBag，一套能提供體感回饋的移動式訓練裝置，並透過虛擬實境技術 (VR) 來模擬視覺回饋以增強使用者在訓練時的沉浸感，提升訓練表現。本研究將會以自行開發的 VR 模擬拳擊應用來展示 MovableBag 的應用情景。  
40  
41  
42

43          CCS Concepts: • Human-centered computing → Haptic devices; • Hardware → Emerging interfaces.  
44

45          Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made  
46          or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this  
47          work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute  
48          to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.  
49

50          © 2022 Association for Computing Machinery.  
51          Manuscript submitted to ACM  
52

53 Additional Key Words and Phrases: Prop-based Hatpics, Substitutitonal Robot, Virtual Reality, Exertech  
54  
55

56 **ACM Reference Format:**  
57  
58

59 LUIS A. MENDEZ S., 吳浩賢, 林靜瑩, and 韓秉軒. 2022. Demo: MovableBag: 整合體感與視覺回饋以增強虛擬實境體驗的移  
60 動式運動訓練裝置. In *Woodstock '18: ACM Symposium on Neural Gaze Detection, June 03–05, 2018, Woodstock, NY*. ACM, New  
61 York, NY, USA, 5 pages. <https://doi.org/XXXXXXX.XXXXXXX>

62 **1 研究動機與目的**  
63  
64

65 隨著近年全球疫情影響下，大眾對健康議題日趨關注。在學術研究領域中的「運動科技」方面亦受到重視，  
66 致力於善用科技協助運動選手提昇運動表現，並顧及身心狀況。特別在虛擬實境(VR)領域中，有相關論文指出使用  
67 VR頭戴式裝置能有助進行感知能力訓練，透過在VR環境中重複完成大量動作以掌握專業的運動技巧，  
68 並能降低身體受傷風險[1]。同時藉由VR環境當中的沉浸感分散了使用者對運動強度的注意力，讓使用者在高強度的運動訓練中保持享受的情緒，減少訓練時的煩悶、疲累感並能延長訓練時間[2]，以更有效的幫助  
69 使用者提升運動效果與表現。在林林總總的運動中有為數不少的項目均需要器具如啞鈴，瑜珈球等輔助，  
70 有部份運動更需有他人在場協助，甚至手持輔具移動才能順利進行。這些因素令選手未能隨心所欲地進行運動，  
71 或會影響運動動機。

72 本研究欲聚焦於拳擊運動訓練：輔具沙包本身沒有移動功能，只能針對選手拳擊力量進行訓練。若果需要  
73 進行敏捷性或移動式訓練，則需要教練手持輔具沙包作移動目標協助選手訓練，但在人對人的訓練模式中或  
74 會讓教練受傷，嚴重者甚至會對選手做出拳的心理障礙，未能達到最好的訓練成效。針對以上痛點，並啟發自透過機器移動家具，且能整合到VR環境中顯示互動的RoomShift[3]，本研究設計出MovableBag：一款  
75 透過可移動的拳擊訓練裝置，由協助者如教練從遠距離控制訓練裝置，並讓選手在虛擬環境中跟隨沙包移  
76 動，進行移動式拳擊訓練。同時整合虛擬環境中的視覺回饋以及現實環境中的體感回饋來增強沙包打擊感。  
77  
78

79 **2 設計考量**  
80  
81

82 由於MovableBag是應用在高強度的拳擊訓練，在設計上首先必須能承受選手的拳擊力量，以及高承重能力來  
83 放置有一定重量的拳擊沙包。另外，因為裝置需要進行負重移動，所以馬達亦需有一定馬力來達到訓練所需的  
84 移動速度要求。在虛擬實境應用(VR)部份，由於選手需要進行較為劇烈的動作，故VR頭戴式顯示器的選擇亦應以輕便及方便活動為優先。同時亦需要有相應的VR追蹤器來追蹤沙包及選手手部的位置，以投射到  
85 選手的VR顯示器中進行互動及給予視覺回饋。  
86  
87

88 **3 系統構造與實作**  
89  
90

91 概括上述的設計考量，本研究團隊所設計的MovableBag是需要「能有效承受重量及衝擊，並進行迅速移動，  
92 同時能結合到VR應用中」。在此命題下本研究團隊針對硬體結構及軟件構成作出以下的設計實作。(Fig.2)  
93

94 **3.1 硬體結構**  
95  
96

97 在硬體裝置的部份，採用兩層八角形底座結構，以PVC塑膠水管配上接合器以快速製作雛型。中間留有直徑  
98 約60厘米的空隙作為放置沙包的空間。動力裝置的設計則是在底座左右邊緣各用接合器接上一顆電壓為24V  
99 的輪轂馬達，以鋰電池驅動，能利用無線遙控器操作馬達，並配上萬向輪，令裝置能在地面上作全方向的移  
動。各接合器均由本研究團隊自行設計及以3D列印技術製作。

100 輔具沙包目前是使用重約9kg的充氣式沙包，用作開發虛擬實境模擬拳擊應用。為了讓輔具沙包能在虛擬  
101 實境中被追蹤及給予有效視覺回饋，本研究團隊設計及列印出載具零件以放置Oculus Quest 2控制器並固定在  
102 輔具沙包上。  
103

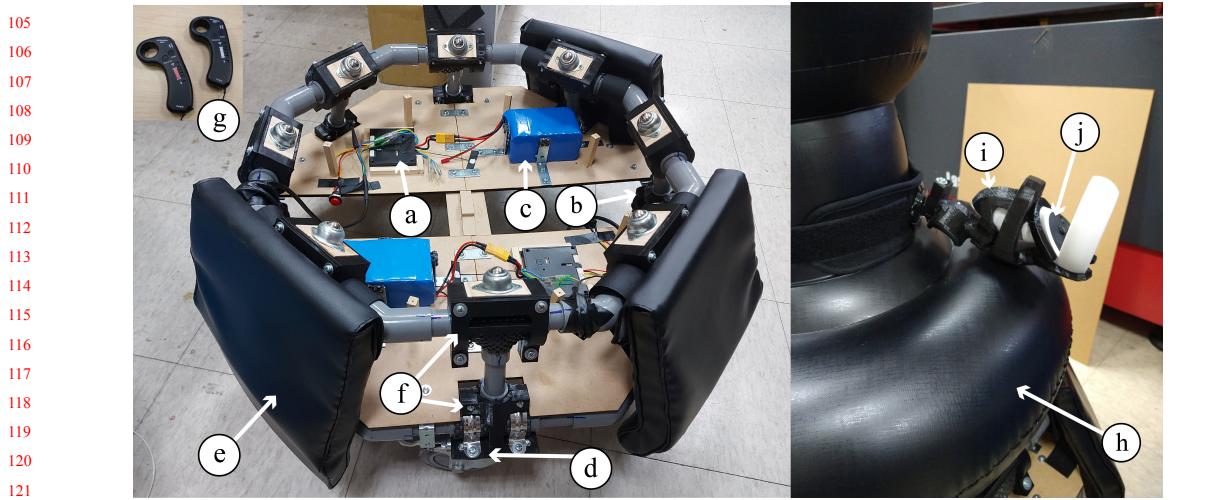


Fig. 2. MovableBag 構造: a) 輪轂馬達驅動機, b) 馬達輪子, c) 鋰電池, d) 萬向輪, e) 防撞墊, f) 接合器, g) 馬達控制器, h) 輔具沙包, i) 載具零件, j)Oculus Quest 2 控制器

### 3.2 軟體設計及構成

在虛擬實境應用中，本研究採用了 Oculus Quest 2 的 VR 頭戴顯示器，因為此 VR 顯示器能支援無線模式，方便 VR 使用者進行大幅度活動，裝置成本亦相對低廉。為驗證及展示 MovableBag 的應用情景，本研究團隊以 Unity 開發了一款模擬拳擊的 VR 應用，利用 Oculus 控制器來追蹤沙包位置，顯示在虛擬環境中，並利用其震動來進行被選手擊中時的物理模擬的計算。而另一控制器則會握在選手手上，用作追蹤其手部動作及位置，並以模擬拳套方式顯示在虛擬環境中，以在虛擬環境中給予選手充足的視覺回饋來回應他們在物理世界中擊中沙包的打擊感。

### 4 應用與展示體驗：VR 模擬拳擊應用

在 VR 模擬拳擊應用中，使用者包含選手，以及教練。他們在應用中需要互相配合來完成拳擊訓練。選手會戴著 VR 無線頭戴式顯示器以及單手綁著 Oculus 控制器，在虛擬環境中根據沙包位置進行移動式拳擊訓練。教練則利用遠距控制裝置移動沙包，並可用口頭指示選手進行相應指令輔助訓練。而在每輪訓練結束時，應用會顯示選手在這輪訓練的數據如打擊次數，最高拳速，移動距離等，方便選手及教練了解目前表現，有助之後訓練菜單的調整，以科學化方式監察及提高選手表現。

### 5 討論與未來工作

在目前版本的裝置中，能初步展示出本研究團隊的構想的可實行性，輔助選手在虛擬空間中進行移動式的拳擊訓練，並在體感與視覺回饋整合上有初步成果，但在可用性方面仍需收集更多數據：如尋求拳擊教練及選手進行專家訪談，以更詳細了解拳擊訓練的菜單及動作，需求和痛點等，來優化裝置及 VR 模擬拳擊應用的設計。另外，在未來的迭代中，裝置結構會以更堅固的材料如鋁擠型替代，來承載更重型的專業沙包，以更貼近專業拳擊訓練的應用場景重現。

**REFERENCES**

- [1] Jonathan M Bird. 2020. The use of virtual reality head-mounted displays within applied sport psychology. *Journal of Sport Psychology in Action* 11, 2 (2020), 115–128.
- [2] Nuša Faric, Henry W W Potts, Adrian Hon, Lee Smith, Katie Newby, Andrew Steptoe, and Abi Fisher. 2019. What Players of Virtual Reality Exercise Games Want: Thematic Analysis of Web-Based Reviews. *J Med Internet Res* 21, 9 (16 Sep 2019), e13833. <https://doi.org/10.2196/13833>
- [3] Ryo Suzuki, Hooman Hedayati, Clement Zheng, James L Bohn, Daniel Szafir, Ellen Yi-Luen Do, Mark D Gross, and Daniel Leithinger. 2020. Roomshift: Room-scale dynamic haptics for vr with furniture-moving swarm robots. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*. 1–11.

**A 附錄**

為展示作品的互動性及完整程度，附上 Demo 影片，以及根據投稿要求附上場地需求表。

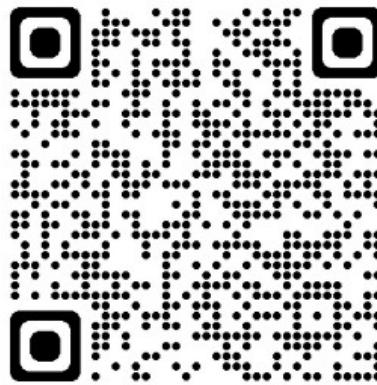
**A.1 Demo 影片**

Fig. 3. MovableBag Demo 影片連結: [shorturl.at/ajwx7](https://shorturl.at/ajwx7)

209 **A.2 TAICHI 2022 場地需求表**

210 **A.2.1 器材.**

211 希望場地能提供以下器材：

- 213 • 辦公桌 (長約 150 厘米，深 50 厘米): 放置筆電及顯示器  
214 • 電腦螢幕顯示器 (約 24 吋): 展示 VR 使用者的畫面給與會者用  
215

216 **A.2.2 平面圖.**

217 本作品需要作移動展示，故希望能有較大的空間以作出更完整的展示效果。

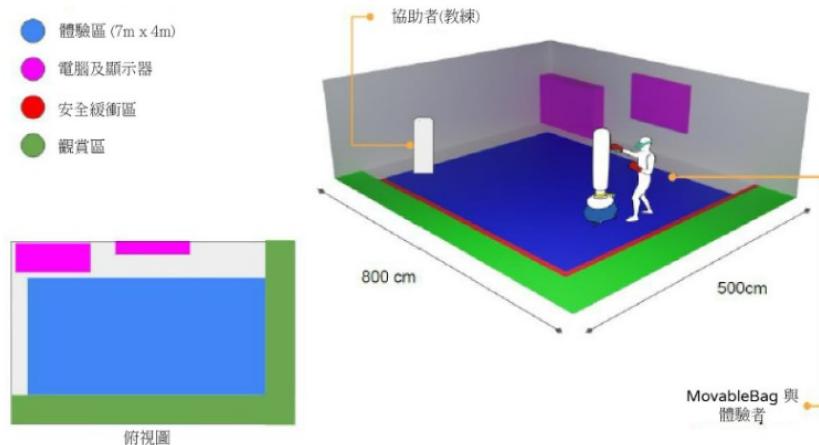


Fig. 4. MovableBag 展出空間示意圖

235 **A.2.3 消音.**

236 沒有特定消音需要。

237 **A.2.4 光線.**

238 充足室內燈光即可，亦沒有光線遮蔽需求。

239 **A.2.5 供電.**

240 需要兩個 110-240V 的插座，以供筆電及裝置鋰電池在必要時充電。