



應用投影互動系統開發高齡者雙重任務訓練模組及其評估

陳毓勳 *林宜穎 楊明正
馬偕醫學大學高齡福祉科技研究所

摘要

背景：高齡者的雙重任務訓練已被證實能有效改善長者的認知功能、提高動作協調與平衡能力、增強日常生活活動能力、預防跌倒等。在雙重任務訓練的方式當中，結合體感遊戲是近來備受重視的創新方式且已被文獻證實有效。然而，當前多數的體感遊戲進行時需穿戴相關的裝置，此舉可能為長者帶來活動時的身體傷害與風險。據此，本研究旨在為高齡者開發一創新的投影互動系統雙重任務訓練模組，活動過程中將無須穿戴任何裝置。此外，本研究也針對此系統進行易用性測試，並與紙本的平衡測驗進行相關性分析，以嘗試建立系統的有效性。

目的：

- (1) 應用投影互動式科技開發一系列適合高齡者的雙重任務訓練系統
- (2) 進行此系統的評估與測試

方法：以雙重任務的理念為基礎，應用投影互動系統開發三個訓練模組。並招募 65 歲之中高齡者實施投影互動式雙重任務訓練並藉由其回饋給予本訓練內容反饋。其次，在評估部分，讓高齡者除了進行本系統之訓練外，同時蒐集中高齡者的 SPPB 紙本測試成績與 Nielsen 系統易用性測試指標，以建立本訓練系統的信效度。

結果：本研究結合高齡者的回饋，開發出投影互動系統開發高齡者的雙重任務訓練模組，同時在評估部分的結果顯示，中高齡者在進行本系統的雙重訓練其下肢肌力及行走訓練模組之測驗分數與 SPPB 紙本測驗兩者之間具中度至高度正相關性。

結論：本研究成功開發出互動式投影系統融入雙重任務訓練系統，並根據使用者的反饋和 Nielsen 系統易用性測試指標，優化系統的介面設計。此一系統未來將提供一無須穿戴的投影互動訓練系統，以提供高齡者進行身體與認知同時練習的雙重任務系統訓練。

關鍵詞：雙重任務、互動科技、高齡者、體感遊戲、SPPB

1. 前言

1.1 研究背景與動機

隨著醫療品質與科技進步，臺灣老年人口比例逐年提升，如何讓老年人維持良好的日常生活功能、提升生活品質以達到健康老化之目標將會是未來需要面對的重要議題。隨著年齡增長，身體的生理狀況將隨之改變，常見之變化包括：下肢肌力流失、身體活動度降低、平衡能力與反應速度變差等。其中，平衡能力是對於高齡者最為重要的一項能力。年齡增長後平衡能力的下降也會直接影響到高齡者的生活品質和獨立性。因此，提升高齡族群的平衡能力對於他們的健康和幸福感至關重要。根據文獻指出，造成高齡者平衡能力變差的一大主因是因為年邁後肌肉量減少，導致長者害怕跌倒不敢跨出大步伐行走、爬樓梯、出門買菜、從事相關運動訓練等，進而導致肌肉量流失速度更快。因此，平衡能力一直是高齡者體適能訓練的重要部分。

除了生理功能之外，記憶力和執行功能等認知功能也會受老化之影響(吳宥蓁、李百麟, 2015)。研究指出平衡能力與執行功能性活動的能力有高度相關性(Benjuya et al., 2004)。執行功能性活動的能力會隨著年齡增加而有漸減的現象。執行功能性活動是大腦處理計畫和協調複雜訊息的過程，負責統整所有傳進大腦的資訊並做出正確的指令，其功能包括有：注意力、抑制控制和工作記憶等。執行功能性活動是提供日常生活中常見需要分散注意力與執行雙重任務所需要的重要基本能力。當執行功能性活動能力漸漸變弱時，會對高齡者生活中的雙重任務能力產生負面影響進而影響日常生活的表現，使得基本日常生活的安全性與獨立性變差，舉例而言在馬路上行走時，需要同時注意周圍的交通狀況變化，但對高齡者而言這項活動卻是非常具有難度的。因此，老化會影響的層面亦包括日常生活功能和雙重任務表現(Bridenbaugh & Kressig, 2015)。

雙重任務訓練對高齡者特別重要，因為它結合了認知與身體動作的訓練，幫助高齡者在日常生活中同時應對多重任務的挑戰。這種訓練的益處主要體現在改善認知功能、提高動作協調與平衡能力、增強日常生活活動能力、預防跌倒與提升安全性方面，雙重任務訓練不僅提升高齡者的身心健康，也促進了他們在日常生活中的安全與獨立性(Shimada et al., 2014)。

近來的研究證實，雙重任務訓練結合其他訓練模式，例如有氧運動或認知訓練等，將能有效提升高齡者的步態表現、動作表現、平衡能力及執行功能等(Marmeleira et al., 2018)。然而過去雙重任務的訓練多數採傳統教學的方式。在傳統教學中，訓練內容會包括步行、站立平衡或執行特定的動作。在這種情況下，指導者通常會將注意力集中在單一任務上，要求受訓者在走路時專注於保持平衡或改進步態。但這種傳統教學方式往往是按照預設的順序和時間進行，並且缺乏個別化的調整(Frih et al., 2018)。且有研究指出這種單一任務的練習較無法有效地提升高齡者的多任務處理能力和協調能力。目前有不少文獻指出高齡者進行雙重任務訓練對於提升動作功能表現以及認知能力之效果顯著(Donnezan et al., 2018)；雙重任務訓練會結合至少兩種訓練模式，例如有氧運動或認知訓練等，於提升高齡者的步態表現、動作表現、平衡能力和執行功能的改善更為顯著(Marmeleira et al., 2018)。此外，常見的雙重任務訓練模式中，有先執行運動訓練再進行認知訓練的順序模式，

也有同時合併執行認知與運動的雙重任務訓練模式，然而在改善認知能力的成效方面，後者已被研究證實似乎較前者的訓練模式對更為有效。

關於雙重任務的訓練方式，雙重任務訓練結合體感遊戲於近年來也逐漸應用在高齡族群，近年有不少研究指出體感遊戲訓練亦能達到改善高齡者步態表現、動作表現、平衡能力和提升運動動機等訓練效果(Kayama et al., 2014)。同時，研究也發現體感遊戲對高齡者生心理或認知皆有正面影響(Burke et al, 2009)，長期並重複地遊玩體感遊戲，能提高玩家對於自身健康狀態的自信(Yu-Ching Lai, 2012)。目前的訓練工具多數使用 Kinect、Wii-fit、Switch 等已經製作成型且於市面販售之遊戲。然而，多數的體感遊戲要求受試者於腕部穿戴體感感測器或配戴偵測裝置，可能造成活動中產生急性肌腱炎及關節脫位的風險(Nett et al., 2008)。據此，為能避免此一傷害，本研究結合互動式投影技術，無需控制器設備，允許參與者在不同方向和位置自由移動，同時也比其他技術具有更好的適應性與沉浸感(Findlater et al., 2013)。此外，互動式投影系統能在更多元的環境發揮其效能，讓肢體活動範圍不受限制且更具有變化，相較於其他體感裝置更能提升沉浸感。然而，目前較少研究使用大型空間、牆面投影設備或無穿戴裝置來進行專為高齡者設計的體感遊戲訓練。因此，本研究欲探討使用雙重任務訓練設計理念結合互動式投影訓練之系統進行測試與改善並檢測訓練關卡通關時間與 SPPB (Short Physical Performance Battery) 簡易身體表現功能測試量表的紙本測驗之間的相關性。

1.2 研究目的及研究問題

依據前述之研究背景與動機，本研究之目的如下：

- (1) 應用投影互動系統開發高齡者雙重任務訓練模組
- (2) 進行此系統之評估與測試

在系統評估部分，本研究進行了投影互動式的雙重任務訓練系統對於中高齡者之易用性評估之外，本研究並進一步探討所開發的投影互動式雙重任務系統與 SPPB 紙本測驗之間的相關性，以期建立系統的有效性。

2. 文獻探討

隨著年齡增長，平衡功能逐漸退化，高齡者的跌倒和意外受傷風險越來越高。據此，高齡者的平衡能力的維持逐漸受到關注。近期研究發現僅增強高齡者的下肢肌力往往不足以提供高齡者日常生活所需之能力，雙重任務訓練已證實有助於改善高齡者整體的平衡能力，且訓練的模式更為多元。本研究旨在結合投影互動系統進行高齡者的雙重任務訓練系統之開發與評估，以下即針對相關文獻進行討論。

2.1 雙重任務概念及相關理論

雙重任務是指同時執行兩種或以上的活動，或以一種肢體動作加上一個認知任務。日常生活是由許多雙重任務組合而成，因此雙重任務是生活中不可或缺的一個重要部分(Bridenbaugh & Kressig, 2015)。有學者定義出更精確的雙重任務是指：當一個人同時執行兩種或以上任務時，注意力能成功分散到兩項任務中而不影響動作表現(McDowd & Shaw, 2000)。

老化對於高齡族群進行雙重任務的表現會產生一些影響。隨著年齡的增長，認知功能和注意力水平往往是隨著老化而下降，這將會影響高齡者同時處理兩個任務的能力。高齡者的反應速度和信息處理能力可能會變慢，並導致完成任務所需的時間更長，或者有執行錯誤的發生。綜上所述，老化會對高齡者進行雙重任務的表現產生負面影響，但也不完全是綜合面向衰退。高齡者可以通過一些認知訓練和鍛煉，如記憶、反應速度及下肢肌力的練習，來提高他們的動作表現。假如藉由讓高齡者進行雙重任務，提高行走速度且認知訓練的正確率也增加，可以預期高齡者會具有良好的認知功能及對於日常生活的進步(Shimada et al., 2014)。

多位學者曾對雙重任務表現提出理論解釋，常見有四種：瓶頸理論(Bottleneck theories)、中央容量理論(Central capacity theories)、模組理論(Modular theories)以及合成理論(Synthesis theories)。

瓶頸理論則是指當一個人同時進行多項任務時，效率最低的任務會成為整體效率的瓶頸，限制了整體任務的完成速度。中央容量理論認為，人類進行信息處理的大腦區域是有固定容量的，當需要同時處理多項任務時，就需要在這個容量內進行調配。因此，在進行雙重任務時，如果其中一個任務需要消耗大量的中央處理容量，則會影響另一個任務的進展。模組理論則認為，人類的大腦中是由多個模組所組成的，每個模組負責處理不同的認知任務。在進行雙重任務時，大腦需要調配多個模組來同時處理多項任務。因此需要注意不同模組之間的干擾和交互影響。此外，亦有其他學者提出合成理論，合成理論之核心概念為任務處理器具有階層性，中央處理器及中央執行功能負責統籌及規劃較低層級之任務執行，以避免任務執行時混亂的產生(Levitin, 2002)。

本研究將以中央容量理論為基礎，進行互動式投影訓練系統內容設計。為受試者同時進行多個認知任務訓練，並減少任務之間的干擾。本系統之訓練內容設計將考量如何有效分配認知資源，以及如何評估系統成效等問題。在訓練內容設計上，本研究將利用中央容量理論的相關研究成果，設計適合受訓者認知能力的任務，同時根據受試者的反饋進行動態調整，以提高訓練效果。

2.2 雙重任務訓練在高齡族群上的相關研究

與高齡族群相關的研究中，雙重任務訓練介入多為結合動作和認知之訓練，學者們多認為此種介入方式能有效改善運動能力及認知活化的雙重效果；關於不同介入方式對於高齡者雙重任務表現之相關研究敘述如下。如日本 Hiyamizu 等學者在研究中以下肢平衡阻力訓練加入認知任務：計算、視覺辨識、口語流暢等訓練，在結果顯示出實驗組在叫色實驗之表現優於控制組(Hiyamizu et al., 2012)。Donnezan、Perrot、Belleville、Bloch 以及 Kemoun 這四位學者的研究設計則分為三組：

單項運動、單項認知訓練、認知訓練搭配運動，以視頻認知遊戲投射於投影幕上，而受試者在固定式腳踏車上進行有氧訓練，同時訓練內容的問題，訓練共 12 週，每週兩次，一次一小時，結果顯示認知結合身體活動訓練比單項運動或單項認知訓練更為有效(Donnezan et al., 2018)。2015 年 Nishiguchi 等學者發現高齡者經過 12 週雙重任務運動訓練後與未經過訓練之控制組相比，10 公尺行走測試、計時五次起坐測試及路徑描繪測驗分數皆有較好的表現(Nishiguchi et al., 2015)。2016 年 Gregory 等學者研究雙重任務訓練與單純有氧運動相比，雙重任務狀態更能增加受試者之行走速度及步長(Gregory et al., 2016)。2010 年 Li 等人之研究發現雙重任務運動訓練能改善身體之平衡能力(Li et al., 2010)。Marmeleira、Galhardas 與 Raimundo 這三位學者則將認知搭配運動方式，以五種認知能力：執行功能、工作記憶與計畫力、視覺注意力、處理速度以及抑制，並搭配四種體適能項目：心肺適能、柔軟度、平衡及肌力。課程介入時間為八週，研究結果有助於體適能的提升，認知部分後測的結果為反應時間減少 6%，而認知錯誤率則是減少了 53% (Marmeleira et al., 2018)。

綜合以上研究探討不同的介入方式對高齡者雙重任務表現的影響。學者認為結合認知任務與動作訓練的雙重任務能夠產生改善運動能力和認知活化的雙重效果，使高齡者的身體表現和認知功能都得到提升。綜上所述，可發現：

- (1) 雙重任務與單項認知或身體活動訓練相較之下效果更為顯著，能夠提升高齡者的身體活動狀態和認知能力；
- (2) 雙重任務運動訓練能夠增加高齡者在雙重任務狀態下的行走速度和步幅，改善其動作表現；
- (3) 雙重任務訓練中，對於改善高齡者的身體平衡能力之效果更為顯著；
- (4) 認知搭配體適能訓練能夠提升高齡者的體適能和認知能力，減少認知錯誤率和反應時間。

總體而言，這些研究支持雙重任務訓練對高齡者身體和認知功能的積極影響，有望成為未來高齡者訓練的重要方向之一。目前雙重任務訓練多數使用傳統式訓練，在傳統訓練中，缺乏對不同訓練模式的整合。有氧運動和認知訓練通常被視為獨立的活動，並且與雙重任務訓練分開進行。因此隨著科技發展，將雙重任務訓練結合體感科技亦是有發揮潛能的訓練模式。

2.3 互動式投影之概念與相關研究

隨著科技技術的成熟，互動式投影科技也逐漸被廣泛應用在各個領域，因為它們可以創建具有反饋性的畫面在不同地方，例如：桌面、牆壁、家具等，能在更多元的環境中發揮其效能，也無需使用穿戴裝置，讓肢體活動範圍更大更有變化，允許參與者在不同方向和位置自由移動，感應大小則由雷達的發射範圍來決定，相較於其他體感裝置更能有沉浸感，也由於互動式投影易於操作的大型頁面，多數學者也認為更適合用於指導高齡者(Findlater et al., 2013)。

互動式投影科技目前多用於博物館、藝術空間(王照明、王蕙婷, 2013)以及幼兒、青少年教育(Okie et al., 2022)等。王照明和王蕙婷(2013)兩位學者之研究探討互動式投影科技在博物館和藝術空間的應用及其效果。作者們指出，互動式投影科技能夠提供豐富的視覺體驗和互動性，使參觀

者能夠更加主動地參與和探索展示內容。其中，在博物館中的應用，由於傳統的博物館展示方式往往是靜態的，無法激發參觀者的興趣和互動，然而有了互動式投影科技的引入可以將虛擬的展示內容投射到不同的表面上，使參觀者能主動與投影內容進行互動。例如通過觸摸或手勢控制，從而深入了解展示的主題和內容。藝術空間結合互動式投影不僅提高參觀者的參與度和興趣，還能提升對於展覽內容的理解，這種高參與度的體驗不僅豐富了觀眾的感官，還激發了他們的創造力和互動意願。

此外，互動式投影科技也被應用於教育場域當中，研究指出互動式投影科技能夠吸引使用者的注意力和興趣。由於傳統的教學方式可能會使學習者注意力較不集中，但互動式投影科技的視覺效果和互動性能夠吸引他們的注意力並增強參與度，互動式投影科技的即時反饋功能讓使用者能及時了解錯誤並進行調整，促進他們的學習效果和成長。Oki 等人(2022)即指出，互動式投影科技在幼兒和青少年教育中具有重要的應用價值，它能夠吸引學習者的注意力和興趣，提供豐富的學習體驗和互動機會，並提高學習者的參與度和學習成效。

將互動式投影科技應用於體感遊戲訓練上可說具有相當大的潛力。尤其互動式投影科技可以提供更具吸引力和娛樂性的訓練方案，鼓勵使用者提高參與運動的意願。例如，透過投影技術，可以創造出具有故事情節和挑戰性的健身遊戲，使健身變得更有意思且具有目標感。此外，互動式投影科技還可以應用於復健和運動治療，協助受傷者進行復健訓練，提高治療效果。然而，經文獻探討發現，將互動式投影科技應用於健康促進領域的相關研究卻是相對缺乏的。傳統的運動訓練通常需要特定的設備或場地，限制使用者的活動範圍，而互動式投影科技可以創造出虛擬的遊戲場景，讓使用者在室內就能享受到真實的運動體驗。透過這種技術，可以參與各式運動挑戰，例如擊球、跳躍、拳擊等，同時兼顧身體活動和遊戲訓練的樂趣。對於運動訓練的吸引力和可持續性相當重要。

高齡族群亦是能從互動式投影科技中受益的主要受眾，互動式投影科技可以為高齡族群提供適應性和安全性較高的運動和認知訓練方案。這種科技可以透過投影出互動圖像和指令，引導高齡族群進行各種活動，如平衡訓練、協調訓練和記憶訓練，以促進身心健康。此外，互動式投影科技還可以為高齡者提供社交互動的機會，減輕可能面臨的孤獨感和社交隔離問題。

綜上所述，互動式投影科技在體感遊戲訓練、健康促進以及高齡族群中的應用前景廣闊，但目前互動式投影科技在高齡族群的健康促進上之應用與研究相對缺乏，據此，本研究旨在應用投影互動系統設計高齡族群的雙重任務訓練，並進行系統的評估與測試，以彌補此一研究缺口。

2.4 Nielsen 系統易用性測試指標

本研究除了進行投影互動式的高齡者雙重任務訓練系統開發之外，並進行系統的評估與測試。本研究即以 Nielsen 的架構進行系統的易用性測試。Nielsen 系統易用性測試指標是用於評估網站、應用程式或其他數位產品易用性的方法。這指標是由專家 Jacob Nielsen 提出(Nielsen, 1994)，並被廣泛應用於設計、評估和改進使用者介面。此指標被廣泛認可並應用於許多不同的領域，包括電子資源整合(Reakes & Ochoa, 2009)、網站評估(林巧敏、范維媛, 2013)、應用程式等。使用這些指

標可以幫助設計師和開發人員確保他們的產品能夠提供使用者友好的體驗，從而提高使用者的滿意度和效率。Nielsen 系統易用性測試指標涵蓋了許多評估和測量使用者體驗的要素：

- (1) **任務完成率(task success)**：衡量使用者在執行特定任務時成功完成的比例。高任務完成率表示系統設計和界面讓使用者能輕鬆且有效地完成任務，反之則可能存在易用性問題；
- (2) **任務時間(task time)**：評估使用者完成特定任務所需的時間。短暫的任務時間通常表示系統設計優秀且易於操作，而長時間可能暗示著使用者遇到了困難或阻礙；
- (3) **任務錯誤(error)**：使用者在執行任務過程中所犯的錯誤數量。少量的任務錯誤表明系統的易用性較高，而頻繁的錯誤則可能表示設計需要改進，以提供更明確的指示和操作；
- (4) **效率(efficiency)**：衡量使用者在完成任務時所需的資源和努力。高效的系統能夠讓使用者以最少的步驟和最少的認知負荷完成任務，提高工作效率；
- (5) **學習性(learnability)**：評估使用者學習和掌握系統的難易程度。易於學習的系統能夠迅速使新用戶熟悉並開始使用，並且使用者能夠在使用過程中進一步提高他們的技能和效率。

其中，學習性指的操作型定義即是統整任務完成率、任務時間、任務錯誤和效率的數據後統整成學習性。這些指標通常是通過實驗室測試、使用者調查、使用數據分析等方法來評估。透過綜合分析這些指標的結果，設計者和開發者可以更容易找出和解決影響產品的易用性和使用者體驗的問題，從而不斷改進產品的設計和功能。

3. 研究方法與設計

本研究旨在應用互動式投影系統開發一套高齡者的雙重任務訓練系統，並進行此系統的評估與測試。本研究計畫已通過國立台灣大學附設研究倫理審查（編號 202307EM012）。

3.1 系統開發流程與工具

本研究使用 Unity 程式撰寫系統設計三組互動式投影雙重任務訓練，訓練系統本身是透過投影機進行地投與牆投，並結合感應器以偵測受試者的腳步移動，讓使用者感受半沉浸式的訓練體驗。本研究之系統開發流程與工具請見圖 1。

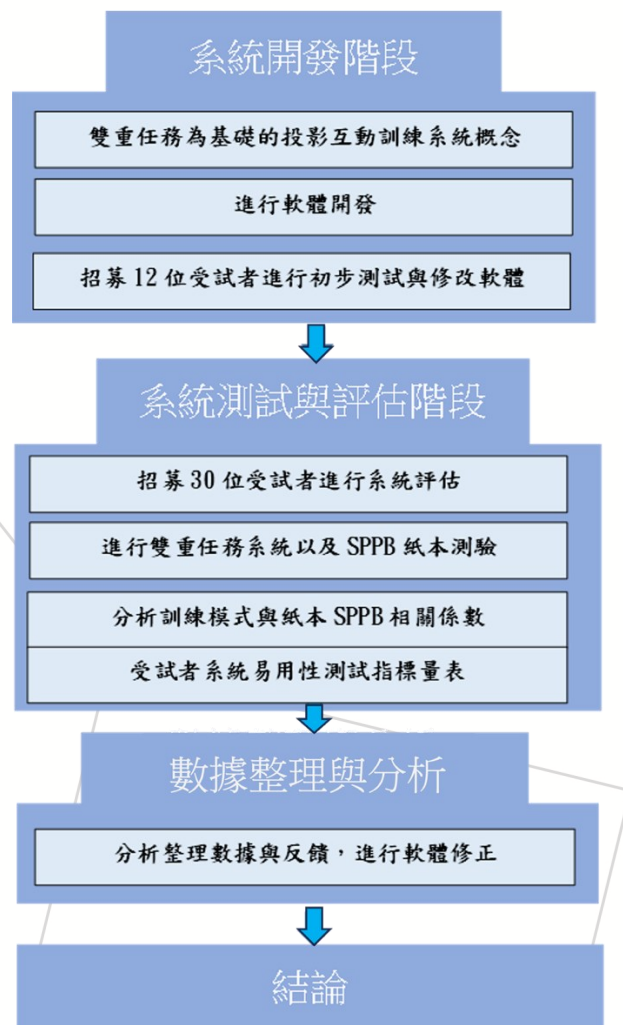


圖 1. 系統開發流程與工具圖

依據本研究目的，本研究主要分為系統開發階段，以及系統評估與測試階段。首先，在系統開發階段，研究團隊招募了 7 位 55 歲以上未滿 65 歲中高齡者及 5 位 65 以上高齡者共 12 位受試者進行測試，透過受測者建議與反饋進一步完善訓練內容與系統設定。其次，在系統的評估與測試階段，再次招募 30 位中高齡受試者進行。本研究的受試者納入與排除條件為：55-90 歲之健康受試者、四肢活動功能正常者；排除條件為：嚴重認知功能障礙、有重大傷病史、無法獨立行走或需使用輔具行走者。所有受試者於接受測試前，研究人員皆以詳細講解測試流程與相關注意事項，且受試者於測試前簽署受試者同意書。測試內容包含：接受本研究設計之互動式投影系統訓練、簡易身體表現功能測試量表(Short Physical Performance Battery, SPPB)以及於完成測試後給予系統體驗之回饋。

3.2 投影互動式的高齡者雙重任務訓練模組開發

本研究以雙重任務中的中央容量理論及平衡訓練為基礎設計三個訓練模組。教案內容由研究團隊發想並以 Unity 語言進行開發。三個訓練模組分別為雙重任務的靜態與動態平衡訓練、雙重任務的步行訓練以及雙重任務的 SPPB 平衡訓練。將此三訓練模組分別說明如下。

訓練模式 1：雙重任務的靜態與動態平衡訓練模式

訓練模組結合了下肢肌力訓練與認知訓練（如圖 2），此模組共有三個題組，題組一為基本加減法、題組二為乘法、題組三為簡易心智量表(Mini-Mental State Examination, MMSE)加減法題目。訓練設計部分，牆面部分會顯示加減乘的題目，使用者則以腳踏方式選擇正確答案。訓練方法為支撐腳(軸心腳)不動，用另一腳去觸控答案，每回答完成一題請將該腳踏回原點，反之則交換另一隻腳進行訓練。以圖 2 左側圖片舉例來說，腳步限制為右腳在外，使用左腳進行訓練，踩踏數字 12 時為靜態平衡訓練，踩踏數字 9、7、2 時因為腳步限制的關係會邁出步伐去踩踏，施力踩踏回原點時，腳及腿部肌肉會有些許負重以進行動態平衡訓練。同題組內的答案皆為隨機出題，測試結束後利用 Excel 匯出查看秒數及答題正確率。

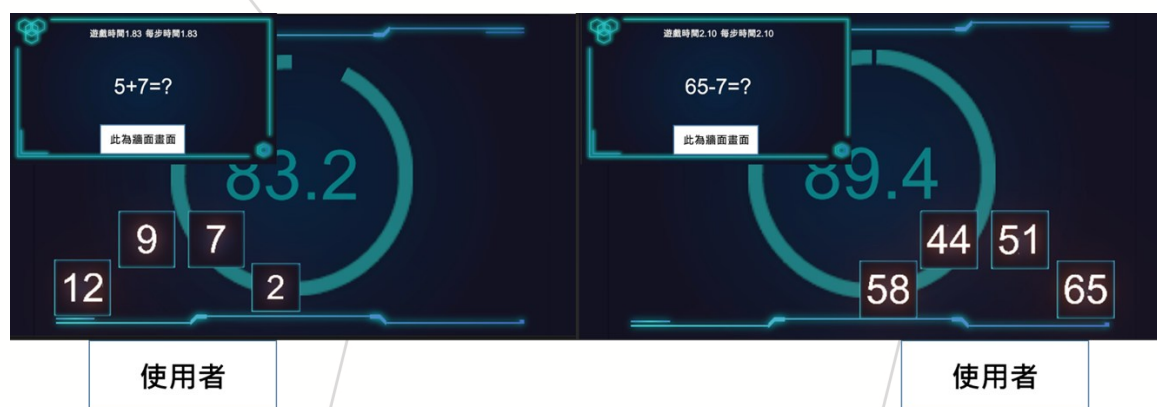


圖 2. 訓練模式 1 訓練介面

訓練模式 2：雙重任務的步行訓練模式

雙重任務的步行訓練模組結合了敏捷性、行走訓練與辨識色彩及認知顏色（如圖 3）。此模組共有兩個題組，題組一為顏色辨識、題組二為史楚普顏色實驗。訓練設計之牆面部分會顯示相對應之顏色或字，使用者須站在地投影畫面之中，並正常行走回答相對應之顏色題目。同題組內的答案皆為隨機出題，測試結束後利用 Excel 匯出查看秒數及答題正確率。

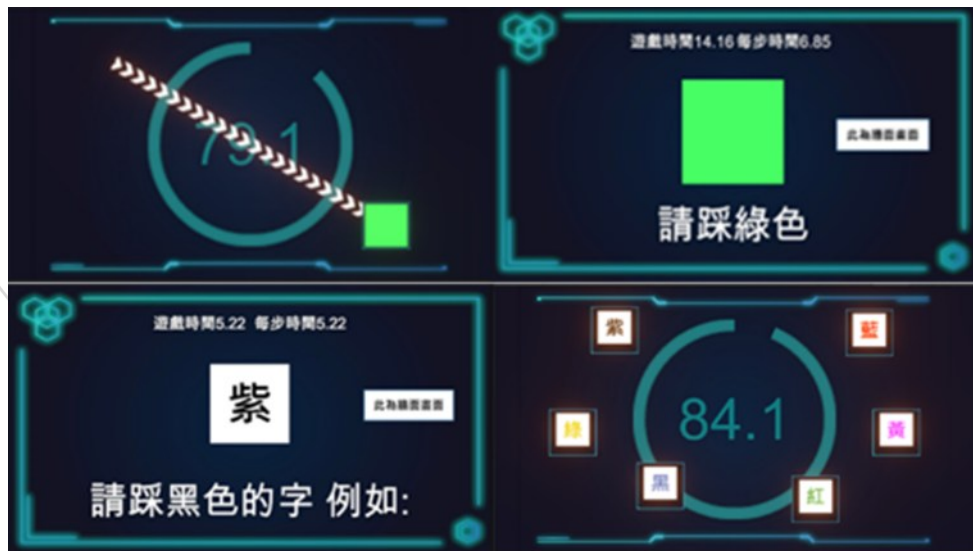


圖 3. 訓練模式 2 訓練介面

訓練模式 3: 雙重任務的 SPPB 平衡訓練

雙重任務的 SPPB 平衡訓練模組共分為三個題組（如圖 4）：(1)題組一：雙腳並排站立（將您的雙腳並排站立）；(2)題組二：雙腳半並排站立（將一腳腳跟置於另一腳大拇趾側）；(3)題組三：雙腳直線站立（將一腳腳跟置於另一腳大拇趾前端，即腳尖）。此訊連模式為將一個方格設定為 3 秒、5 秒與 10 秒，使用者須認知地面腳部形狀並使用正確的腳部動作來維持身體平衡通過關卡，腳步正確後才會進行秒數的倒數。以上三種訓練模組數據將會進一步檢測與紙本 SPPB 之相關性。



圖 4. 訓練模式 3 訓練介面

設計完成以上 3 個訓練模式的開發後，研究團隊進一步進行系統測試（如圖 5），觀察受試者使用互動式投影融入雙重任務訓練系統情況。



圖 5. 受試者使用系統過程

於全部訓練模式結束後，透過表 1 內容的兩題簡易訪談詢問受試者對於本系統之回饋與建議，以利後續進行內容優化與改善。

表 1. 訪談與受試者回饋之建議

問題 1：參與全程訓練後是否覺得有趣？	1：還不錯，肢體觸控有運動的感覺 2：很有趣，不一樣的感受，很沉浸在訓練的氛圍中 3：跟其他體感遊戲比起來潛顯易懂 4：像玩平板電腦，不須花太多時間學習 5：很好玩，模式設計不會太難
問題 2：對於系統總體是否有需要改進部分？	1：沒有 2：訓練模式 1 時容易遮擋到投影機光線 3：模式 1 踩踏數字時，會擋到數字無法第一時間回答 4：訓練模式 2 的顏色有點不易辨別 5：模式 2 的史楚普實驗顏色不明顯，黑色像棕色

質性訪談結果並依照多數使用者的回饋，此系統的優點包括：(1)使用互動式投影系統時，用法很直觀只要用肢體操作與觸控即可；(2)參與訓練時，教案內容設計很有趣且也有達到運動的效果，提升運動意願；(3)投影畫面從地板延伸至牆面，很能沉浸在訓練的氛圍之中。

待修改及改善部分可分為以下 2 點：(1)使用互動式投影系統時，使用者會因為投影機擺放位置較低的因素去遮擋到投影畫面，導致牆面之投影畫面無法完整呈現；(2)進行第二關題組二的史楚普顏色實驗訓練時，因進行訓練的場域不同，地面磁磚顏色深淺也有所差異、投影機流明度以及進行實驗時現場須留下些許燈光等因素，導致在現場進行史楚普顏色實驗時，顏色呈現模稜兩可，讓使用者無法清楚且快速做出辨別。據此，本研究團隊依據質性結果進行了系統的修正。

3.3 系統の後續評估與資料分析

系統開發完成後，進行系統的評估。首先，訓練模式與紙本 SPPB(Short Physical Performance Battery)簡易身體表現功能測試量表之間的關聯性。此外，本研究也使用 Nielsen 系統易用性測試指標來評估互動式投影融入雙重任務訓練系統的使用者體驗。指標內容包括任務完成率、任務時間、

任務錯誤、效率和總和學習性等，透過使用者訓練模式數據和口頭詢問問題調查收集使用者對於系統的反饋與優缺點建議。透過分析這些數據，能夠得知使用者在操作互動式投影系統之過程是否順暢、易於學習以及操作是否容易等。此階段受試者共計 32 人，65 歲以下受試者 12 人及 65 歲以上受試者 20 人，詳細評估結果及資料分析說明於第四部份研究結果與討論。

後續根據使用者反饋進行軟體內容增修及優化。使用者建議反饋內容包括：使用者在操作中遇到的困難以及建議的改進措施。研究者將納入這些反饋及建議，根據其內容來進行軟體的調整和系統優化，以提升互動式投影融入雙重任務訓練系統的易用性和功能性。

於軟體增修後，進行正式收案並使用 SPSS 統計軟體進行訓練模式與紙本 SPPB 簡易身體表現功能測試量表的相關係數分析。這項分析能夠顯示出兩者之間是否存在相關性。

透過運用 Nielsen 系統易用性測試指標和 SPSS 統計軟體進行資料分析和處理，能夠深入瞭解訓練模式與紙本 SPPB 量表間的關聯性，同時根據使用者反饋來進行軟體內容優化，進而不斷完善互動式投影系統的性能和使用者體驗。

4. 研究結果與討論

本研究經過前階段的開發、測試與再修正之後，進行雙重任務投影互動訓練模式與紙本 SPPB 量表間的相關性分析，並進一步進行系統易用性測試。在進行易用性測試時，本研究依對象分為 65 歲以下，以及 65 歲以下族群分別進行分析，以更細緻地了解兩族群對於此系統之易用性反饋。

4.1 訓練關卡數據與紙本簡易身體表現功能測試量表相關係數分析

訓練關卡數據與紙本 SPPB 相關性分析，統計分析之結果如下表 2：

表 2. 訓練關卡數據與紙本 SPPB 相關性分析

訓練模式	椅子起身測試	3 公尺計時起身行走	4 公尺步行速度測試	6 公尺步行速度測試	並排站立	半並排站立	直線站立
模式 1： 訓練數據	.947**	.587**	.530**	.499**	-.332	-.599**	-.374*
<i>p</i> 值	.000	.000	.002	.004	.064	.000	.035
模式 2： 訓練數據	.571**	.923**	.903**	.892**	-.421*	.415*	-.314
<i>p</i> 值	.001	.000	.000	.000	.016	.018	.080
模式 3-1： 訓練數據	.487**	.502**	.496**	.483**	-.740**	-.657**	-.579**
<i>p</i> 值	.005	.003	.004	.005	.000	.000	.001
模式 3-2： 訓練數據	.653**	.495**	.490**	.479**	-.548**	-.810**	-.484**
<i>p</i> 值	.000	.004	.004	.006	.001	.000	.005
模式 3-3： 訓練數據	.555**	.424*	.452**	.422*	-.443*	-.563**	-.758**
<i>p</i> 值	.001	.015	.009	.016	.011	.001	.000

表 2 數據是關於三關互動式投影融入雙重任務訓練結果之數據和紙本 SPPB 不同動作測試的測驗中得到的相關性分析表。

根據皮爾森相關係數分析的結果，研究者可以觀察到以下資料之關聯性：

關卡 1 訓練數據、關卡 2 訓練數據以及關卡 3 訓練數據都與紙本簡易身體表現功能測試量表中的椅子起身測試、3 公尺起身繞行、4 公尺步行速度測試、6 公尺步行速度測試、並排站立、半並排站立以及直線站立幾乎皆呈現中度至高度相關性，互動式投影訓練內容之教案設計是與紙本簡易身體表現功能測試量表具有高度正相關性，由此可推測在互動式投影融入雙重任務訓練數據具有可參考使用者下肢能力的價值。

從表 2 也可看出針對不同下肢能力設計的互動式投影融入雙重任務訓練也與不同下肢肌群的紙本檢測更有高度相關性。例如：以訓練股四頭肌為主的關卡 1 與椅子起身測試($r=0.947, p<0.05$)，以步行訓練為主的關卡 2 與 3 公尺起身行走($r=0.923, p<0.05$)、4 公尺步行速度測試($r=0.903, p<0.05$)以及 6 公尺步行速度測試($r=0.892, p<0.05$)具有高度正相關，表示在訓練中通關速度越快，下肢肌力表現越好；以平衡能力訓練為主的關卡 3-1、3-2、3-3 訓練數據相對應的紙本 SPPB 關卡 3-1 並

排站立($r=-0.740, p<0.05$)、3-2 半並排站立($r=-0.810, p<0.05$)以及 3-3 直線站立($r=-0.758, p<0.05$)都是具有高度負相關，表示在訓練中花費時間越久，維持平衡的能力就越差。

從以上數據可看出以下肢肌力為出發點所設計的互動式投影融入雙重任務訓練與紙本 SPPB 量表雖然幾乎各項數據都具有相關性，但針對不同肌肉部位所設計的訓練模組與相對應之檢測相關性更高，能由此看出針對下肢不同肌群的互動式投影訓練設計對使用者是有所幫助的。此外，訓練數據與使用者的身體能力和活動表現間存在一定的相關性。訓練中的表現與使用者的運動協調、下肢肌力、平衡能力和行走速度等有關。這些數據的結果可以有助於未來進一步研究和探討互動式投影融入雙重任務訓練對身體能力和平衡控制之影響。

4.2 互動式投影融入雙重任務訓練 Nielsen 系統易用性測試指標

本研究亦使用 Nielsen 的可用性測試指標來評估參與者對互動式投影雙重任務訓練的使用情況，並收集相關數據，以了解高齡者如何與該系統互動。Nielsen 系統易用性測試指標是由學者 Nielsen 提出的一組用於評估軟體、網站系統或應用程式的可量化易用性指標。這些指標旨在衡量使用者在與一個產品互動時的體驗和滿意度。藉由這些指標的量化和分析，設計者和開發人員可以更好地了解使用者的需求和期望，並改進產品的易用性和使用者體驗。

本研究將受試者依 65 歲作為年齡分隔區段（如表 3），說明不同年齡年齡族群在互動式投影融入雙重任務訓練系統之易用性測試指標上的表現差異。

表 3. 65 歲以上及以下的 Nielsen 系統易用性測試指標

指標	界定	65 歲以下族群	65 歲以上族群
任務的完成率 (Task success)	使用者是否有完成任務	100%	100%
任務時間 (task time)	使用者完成任務所花費的時間	模式 1：平均 112.47 秒 模式 2：平均 152.98 秒 模式 3：平均 173.94 秒	模式 1：平均 118.48 秒 模式 2：平均 164.26 秒 模式 3：平均 177.29 秒
		大多數能夠在合理的時間內完成任務	需要花費較長時間來完成相同的任務
		因為年齡增長對處理速度和操作熟練度的影響	
		兩族群中都有使用者可能需要更長的時間來熟悉系統，但隨著後續訓練關卡的進行，學習速度也逐漸提高	
任務錯誤 (error)	使用者執行任務時的非預期錯誤	模式 1：0.5 次 模式 2：0.75 次 模式 3：0.5 次	模式 1：0.65 次 模式 2：0.05 次 模式 3：0.4 次
效率 (efficiency)	任務完成率/任務平均花費時間之百分比來表達	模式 1：89% 模式 2：65% 模式 3：58%	模式 1：84% 模式 2：61% 模式 3：56%
		能相對迅速且有效率地完成任務	部分使用者需要更多時間熟悉產品及操作模式
學習性 (learnability)	初學者從對產品不熟到上手，即為使用者的學習歷程，歷程的難易、快慢為學習性	1：系統簡單上手 2：第一關訓練時還在學習操作中 3：第二關史楚普實驗訓練時辨別顏色時間較長	1：系統簡單上手 2：第一關訓練時還在學習操作中 3：第二關史楚普實驗訓練時辨別顏色時間較長

整體而言，根據 Nielsen 系統易用性測試指標結果可以得出結論，互動式投影訓練系統在易用性方面獲得了良好的評價。使用者能夠有效地完成任務，並在相對較短的時間內實現高效率。此外，大多數使用者對於學習產品的過程感到滿意，即使一些使用者可能需要花費更多時間來適應和理解本系統。然而，根據使用者的反饋和測試結果，也發現了一些潛在需改進的地方。例如，有些使用者在行動上遇到了一些困難以及如何改善偵測設備可以讓使用者使用輔具協助並進行訓練體驗。

- (1) **任務完成率(Task Success)**：在兩個族群中，所有個案在不同的任務中都取得了 100% 的完成率。這表示兩個族群的使用者在完成指定任務上表現出色，沒有明顯的問題或困難；
- (2) **任務時間(Task Time)**：在兩個族群中，65 歲以下的個案大多數能夠在平均時間內完成任務，而 65 歲以上的個案可能需要花費較長時間來完成相同的任務，這可能是因為年齡增長對處理速度和操作熟練度的影響，但仍在可接受範圍。兩個族群中都有使用者可能需要更長的時間來熟悉系統，但隨著後續訓練關卡的進行，學習速度也逐漸提高；
- (3) **任務錯誤(Task Error)**：在兩個族群中，大多數個案表現良好的執行能力，沒有非預期的錯誤。只有少數個案在執行任務時偶爾出現一些錯誤，但這些錯誤並未對整體任務的成功率產生明顯影響。兩個族群在任務錯誤方面的表現相似；

- (4) **效率(Efficiency)**：兩個族群中大多數個案達到了較高的效率。這顯示使用者能在相對迅速且有效率地完成任務。但是在 65 歲以上的族群中會有些使用者會需要更多時間來熟悉產品及操作模式；
- (5) **學習性(Learnability)**：大多數個案都能夠迅速上手並熟練使用產品。然而，65 歲以上的族群中可能會有些使用者在初始學習階段需要花費較長的時間，但在後續階段仍然能夠達到與其他使用者的平均水平。

由表 3 及以上 5 點分析可知兩個族群在易用性測試指標中有相似之處，例如任務完成率高和少數錯誤。但 65 歲以上的族群中有些使用者在學習和適應產品方面需要更多時間。這與年齡的生理和認知變化有關。也提醒我們在設計產品時應考慮到不同年齡段的使用者的操作速度和習慣。

這些結果提供了改進產品易用性的機會，例如針對 65 歲以上的使用者提供更多支援和引導，以提供更好的使用者體驗。

5. 結論與建議

互動式投影系統具有不受使用場域限制的優勢。傳統的訓練方式可能需要特定的場地及對應不同訓練更換教材，限制了參與者的參與意願和能力。而互動式投影系統可以在不同場域中使用，例如家庭、社區據點或醫療機構，提供更大的靈活性和使用性。高齡者通常對新科技的接受度較低，但互動式投影系統提供了更有趣、互動性和易於理解的介面，因此可以提高他們的參與意願和訓練動機。

根據研究目的 1，本研究成功開發出互動式投影系統融入雙重任務訓練系統，並根據使用者的反饋和觀察，優化系統之介面設計，提供更清晰、直觀的指示和操作模式，以增加使用者的易用性和滿意度。此外，也增加訓練任務的變化和難度，以挑戰使用者的能力並促進更多的學習效果。

研究目的 2，互動式投影系統與 SPPB 指標之間存在高度相關性且具有獨特的沉浸感，並具備可針對使用者去設計訓練內容的優勢。結合雙重任務訓練後，使用者不僅能達到訓練的效果，系統也提供了互動性強且個人化的評估方法，可以更準確地了解使用者的認知和平衡能力，訓練關卡數據也能有相對應的信效度能做作為評估依據，讓教學者及使用者皆能了解活動執行情況，並進行後續的改善與設計相對應的訓練模組。

本研究將互動式投影融入雙重任務訓練系統，以提供更多實際應用之優勢並使用了 Nielsen 系統易用性指標(Nielsen, 1994)，不僅能夠量化平衡能力，還能引入不同的分數判斷機制。過去的研究中，對於訓練中的數據可量化平衡能力的研究相對較少，較多都是以平衡測試來量化分數(石翔至、蔡正中，2011)。尤其缺乏探討不同年齡級距之間的差異。因此本研究深入探討過去所缺乏之量化數值分析訓練系統的不足之處，且將使用者依年齡區分為兩大級距，討論 65 歲以上及 65 歲以下使用者在該指標上的差異。對 65 歲以上的使用者而言，系統內容修改與操作便利性之改善的重要性不可忽視。年齡增長可能伴隨著一系列的生理和認知變化，使高齡者在使用科技產品時面臨

作者：陳競歡等人

較多的困難。因此，設計者和開發者應該針對這些困難，提供更簡單直接的界面設計，提供明確而詳盡的操作指南，以幫助他們更容易理解和使用系統降低使用者的學習成本和困惑。

另一方面 65 歲以下的使用者，系統易用性部分仍是一個重點。儘管近幾年人們在科技產品的使用上更熟悉，但可能會面臨其他特定的挑戰，例如如何快速學習新的科技操作模式以及理解訓練內容。因此，在系統修正與改善的過程中，設計者應該考慮到這些因素，通過簡單的操作流程以提供清楚的反饋和引導，使系統對他們來說更易於使用和理解。

在訓練關卡與紙本 SPPB 相關性也是提升系統易用性的一個關鍵要素。紙本 SPPB 檢測作為一種傳統檢測的模式，具有簡單、易懂和直觀的特點。設計者可以藉用紙本已經由驗證的易用性及效度等特點，將其應用到系統設計中，並讓教學者和使用者能夠快速上手且輕鬆的使用系統，以滿足不同年齡使用者的需求，促進新穎的互動科技技術與使用者的良好互動。

整體而言，本系統的開發有望推動創新高齡者體能活動的發展，改善現行高齡者的評估與運動訓練模式，並增添更多元的訓練變化與系統化評估方式，為未來的社區活動與教學現場帶來新穎的方法與訓練優勢，期能提供更有效的評估機制與介入工具。未來研究可進一步於實際社區或高齡活動中心進行長期應用與測試，以驗證本系統在真實環境中的成效，並據以優化系統設計，使其更貼近高齡族群的實際需求。同時，亦可規劃商品化發展的可行性，思考其在社區照顧、日間照護機構乃至居家環境中的應用場景與推廣策略，提升其整體應用價值與社會影響力。

參考文獻

1. Benjuya, N., Melzer, I., & Kaplanski, J. (2004). Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 59(2), 166–171.
<https://doi.org/10.1093/gerona/59.2.m166>
2. Bridenbaugh, S. A., & Kressig, R. W. (2015). Motor cognitive dual tasking: early detection of gait impairment, fall risk and cognitive decline. *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie*, 48(1), 15–21. <https://doi.org/10.1007/s00391-014-0845-0>
3. Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2009). Serious Games for Upper Limb Rehabilitation Following Stroke. In Unknown Host Publication (pp. 103-111) <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2009.17>
4. Donnezan, L. C., Perrot, A., Belleville, S., Bloch, F., & Kemoun, G. (2018). Effects of simultaneous aerobic and cognitive training on executive functions, cardiovascular fitness and functional abilities in older adults with mild cognitive impairment. *Mental Health and Physical Activity*, 15, 78-87. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.06.001>
5. Doi, T., Shimada, H., Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Uemura, K., Anan, Y., & Suzuki, T. (2014). Cognitive function and gait speed under normal and dual-task walking among older adults with mild cognitive impairment. *BMC neurology*, 14, 67. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-14-67>

6. Frih, B., Mkacher, W., Jaafar, H., Frih, A., Ben Salah, Z., El May, M., & Hammami, M. (2018). Specific balance training included in an endurance-resistance exercise program improves postural balance in elderly patients undergoing haemodialysis. *Disability and rehabilitation*, 40(7), 784–790. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1276971>
7. Findlater, L., Froehlich, J. E., Fattal, K., Wobbrock, J. O., & Dastyar, T. (2013). Age-related differences in performance with touchscreens compared to traditional mouse input Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Paris, France. <https://doi.org/10.1145/2470654.2470703>
8. Gregory, M. A., Gill, D. P., Zou, G., Liu-Ambrose, T., Shigematsu, R., Fitzgerald, C., Hachinski, V., Shoemaker, K., & Petrella, R. J. (2016). Group-based exercise combined with dual-task training improves gait but not vascular health in active older adults without dementia. *Archives of gerontology and geriatrics*, 63, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2015.11.008>
9. Hiyamizu, M., Morioka, S., Shomoto, K., & Shimada, T. (2012). Effects of dual task balance training on dual task performance in elderly people: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 26(1), 58–67. <https://doi.org/10.1177/0269215510394222>
10. Kayama, H., Okamoto, K., Nishiguchi, S., Yamada, M., Kuroda, T., & Aoyama, T. (2014). Effect of a Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community-dwelling elderly: case control study. *Journal of medical Internet research*, 16(2), e61. <https://doi.org/10.2196/jmir.3108>
11. Levitin, D. J. (2002). *Foundations of cognitive psychology: core readings*. MIT press.
12. Lai, Y. C., Wang, S. T., & Yang, J. C. (2012). An investigation of the exergames experience with flow state, enjoyment, and physical fitness. Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012 (p.58-60). [6268036] (Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.183>
13. Li, K. Z., Roudaia, E., Lussier, M., Bherer, L., Leroux, A., & McKinley, P. A. (2010). Benefits of cognitive dual-task training on balance performance in healthy older adults. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 65(12), 1344–1352. <https://doi.org/10.1093/gerona/gfq151>
14. McDowd, J. M., & Shaw, R. J. (2000). Attention and aging: A functional perspective. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (pp. 221–292). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
15. Marmeleira, J., Galhardas, L., & Raimundo, A. (2018). Exercise merging physical and cognitive stimulation improves physical fitness and cognitive functioning in older nursing home residents: a pilot study. *Geriatric nursing (New York, N.Y.)*, 39(3), 303–309. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2017.10.015>
16. Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
17. Nett, M. P., Collins, M. S., & Sperling, J. W. (2008). Magnetic resonance imaging of acute "wiiitis" of the upper extremity. *Skeletal radiology*, 37(5), 481–483. <https://doi.org/10.1007/s00256-008-0456-1>
18. Nishiguchi, S., Yamada, M., Tanigawa, T., Sekiyama, K., Kawagoe, T., Suzuki, M., Yoshikawa, S., Abe, N., Otsuka, Y., Nakai, R., Aoyama, T., & Tsuboyama, T. (2015). A 12-Week Physical and

- Cognitive Exercise Program Can Improve Cognitive Function and Neural Efficiency in Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(7), 1355–1363. <https://doi.org/10.1111/jgs.13481>
19. Oki, M., Akizuki, S., Bourreau, B., Takahashi, I., Aoki, Y., Yamamoto, J., & Suzuki, K. (2022). Supporting collective physical activities by interactive floor projection in a special-needs school setting. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 32, [100392]. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100392>
 20. Reakes, P., & Ochoa, M. (2009). Non-Commercial Digital Newspaper Libraries: Considering Usability. *Internet Reference Services Quarterly*, 14(3-4), 92-113. <https://doi.org/10.1080/10875300903336357>
 21. 王照明、王蕙婷(2013)。運用電腦視覺技術於互動藝術之人機介面設計之研究：以廊道空間互動藝術應用為例。資訊傳播研究，3(2)，1-23。 <https://doi.org/10.6144/JIC.2013.0302.01>
 22. 林巧敏、范維媛(2013)。數位典藏資訊網易用性評估：以人文社會科學相關領域中網計畫成果資訊網為例。圖書館學與資訊科學，39(1)，46-63 <https://doi.org/10.6245/JLIS.2013.391/598>
 23. 石翔至、蔡正中(2011)。人體平衡能力的評估與訓練成效之探討。中華體育季刊，25(1)173-180。 <https://doi.org/10.6223/qcpe.2501.201103.2119>
 24. 吳宥蓁、李百麟(2015)。高齡者記憶抱怨與大腦認知執行功能之關係研究。〔碩士論文。國立臺灣大學〕博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/f35bwk>

Applications and evaluations of dual task training for the elderly by using interactive technology

Chen, K.-J., * Lin, Y. Y., Yang, M. -J.

MacKay Medical University, Institute of Geriatric Welfare Technology and Science

Abstract

Background: Previous studies have shown that motion-sensing games could improve cognitive and balance abilities. This study aims to invent a dual task training system combined with interactive technology and exam the correlation between this system and Short Physical Performance Battery (SPPB).

Purposes: (1) Design a dual task training system combined with interactive technology (2) Process the measurement and assessment of the training system

Methods: Applied the interactive technology system, using three dual task training modules based on the central capacity theory and balance training. Participants aged around 65-year-old were included in the experiment. After the training, we received feedback on the training, the SPPB paper test, and usability testing indicators by the Nielsen System.

Results: There was a moderate to high positive correlation between lower limb strength, walking training, and the SPPB paper test.

Conclusion: This study effectively developed a dual-task training system that integrates interactive technology. Gathering participants' feedback on system suggestions and leveraging usability testing indicators from the Nielsen System, we refined the system design for optimal performance.

Keywords: Dual task, interactive technology, elderly, motion-sensing games, SPPB