



研究計畫

高齡者衰弱偵測與訓練之體感電玩開發

*孫天龍

元智大學 工業工程與管理學系

摘要

目前市售的健身體感電玩雖已針對許多運動項目如太極、保健操等開發出完整的產品，增加玩家運動的樂趣，但在電玩製作彈性與玩家的彈性方面仍有許多不足處，無法配合醫護需求進行客製化製作，也沒有考慮失能的高齡或復健患者。因此本計畫針對這二項不足處，發展可彈性調整的體感電玩客製化製作樣版，依據訓練目標(training goal)以及動作能力(ability)快速開發個人化的訓練電玩。計畫第一年將整合穿戴式感測器與 Kinect 體感電玩開發環境，並依據「近老」(older, 55-64 歲)、「中老」(elderly, 65-74 歲)、「老老」(aged, 75-84 歲)及「耆老」(very old, 85 歲以上)四個演進式高齡分類，結合演進式高齡互動系統模型與居家準則，建構適合各分類之高齡者的體感遊戲互動介面以及電玩困難度調整準則。第二年則進行居家高齡體能衰弱偵測體感電玩開發與評估，與衛福部豐原醫院與台中醫院合作，以 Chang 等人(2011)提出的 6 個高齡體力衰弱偵測之面向為基礎，開發高齡者衰弱監控與評估體感電玩之客製化樣版(customization template)，引進到目前合作的安養機構中進行偵測效益評估實驗，比較目前使用的臨床偵測方法與體感電玩為基礎的高齡衰弱偵測之效益。第三年則與台中醫院與長庚醫院中醫部合作，以 Li 等人(2012)提出之太極 8 式為基礎，依據高齡衰弱減緩所需之訓練目標以及高齡使用者之動作能力，提供姿勢分析規則(posture analysis rules)，協助練習正確的衰弱減緩動作，並引進到目前合作的醫療安養機構中進行訓練效益評估實驗，比較實際太極拳介入訓練與體感電玩介入訓練在減緩高齡衰弱之成效。

關鍵字：體感電玩、高齡衰弱偵測、高齡運動訓練

1. 研究背景

近年來台灣開始隨者先進國家的腳步，逐漸邁入高齡化社會，高齡化社會的重要議題除了要活得長壽之外，更要活得有「品質」，高齡者並不是漸漸孤老而終，而是要有自己的生活，更要懂得如何享受，並勇於追求有品味的生活與實現老有所樂。近年來高齡衰弱(frailty)問題逐漸受到重視，衰弱老人容易發生跌倒、骨折、依賴、失能、入住機構甚至死亡等不良預後(Lally & Crome, 2007)，相關健康的醫療花費也隨之增加，影響家庭與社會甚鉅。因此，如何預防高齡衰弱發生，延緩衰

弱進程，是高齡研究重要的議題。而運動是減緩衰弱、維持高齡健康與生活品質很重要的一個因素，研究發現靜態生活的高齡者發生衰弱的機率比常運動的高齡者多 1.45 倍，已經衰弱的老年人中，靜態生活組也比運動組多 2.8 倍的機率變得更衰弱(Peterson et al., 2009)。雖然運動可以減緩高齡衰弱，但無趣且重複性高的動作，往往讓高齡者無法擁有強烈的動機與持之以恆的態度，造成運動或是訓練的成效不佳，而不久又回到久坐不動的生活習慣(Garcia Marin et al., 2012)。

隨者各種體感電玩(somatosensory gaming, SG) 如 Nintendo Wii、Sony Play Station、Microsoft Xbox 360 Kinect 等興起，使用者可以在有趣的電玩環境中邊玩遊戲邊運動，因此體感電玩不再是年輕人的專利，連高齡者也都愛玩。過去已有許多學者利用體感電玩來激勵高齡者運動(Billis et al., 2010; Burke et al., 2009; Gerling et al., 2010)，利用電玩引導的方式讓高齡者做運動，不僅提高了高齡者對運動的動機，也間接的改善或維持高齡者所面臨的退化問題。此外，研究發現運動電玩對高齡者生心理或是認知上也都有正面影響(Burke et al., 2009)，長期不斷重複的遊玩運動電玩，可以提高玩家對於自己本身健康狀態的自信心(Lai et al., 2012)。除此之外，由於電玩系統具有易修改的特性，可以根據高齡者的生心理狀況，調整運動的強度與遊戲內容的挑戰，解決高齡者個別差異大的問題，讓運動電玩更符合高齡者的能力(Billis et al., 2010; Burke et al., 2009)。

2. 研究目的

目前市售的健身體感電玩都是針對運動項目如太極、保健操等開發完整的產品，增加玩家運動的樂趣，但在電玩與玩家的彈性調整方面仍有許多不足處，例如電玩製作無法配合醫護服務需求而客製化調整，而目前市售電玩多半考慮一般玩家，沒有考慮失能的高齡或復健患者。要能配合醫護專業人員需求，提供彈性電玩製作的能力，電玩開發團隊必須要能與醫療專業人員長時間合作，但一般而言，電玩開發團隊與醫療專業人員雙方原有的日常工作已經非常繁忙，實在很難再抽出時間，跨出自己原先的工作環境去深入學習對方的語言。針對此跨領域整合問題，計畫主持人自 2009 年起即開始帶領體感電玩開發團隊與醫護專業人員緊密合作，電玩開發人員跟者醫療人員工作而深入瞭解問題，而合作的醫療人員也學習體感程式與電玩開發引擎，因此累積了多年的跨領域知識整合經驗。針對體感電玩對高齡者衰弱偵測與訓練的效果，本計畫將進行居家高齡體能衰弱偵測與訓練之 Kinect 體感電玩之開發與評估，以過去計畫所完成的高齡體感遊戲研究成果為基礎，從 4 個面向擴充品味長青計畫所完成的跌倒預防及失智訓練研究成果：

- (1) 在體感電玩設計時加入高齡者的「演進式」體能衰弱考量，以高齡者居家電玩資料來追蹤分析瞭解高齡衰弱狀況，再根據演進式高齡互動系統模型與居家準則來調整電玩參數，讓體感電玩之困難度會隨者高齡目前的衰弱程度而調整。
- (2) 從跌倒與失智訓練 2 個面向擴充到高齡體能衰弱偵測的 6 個完整面向，包含功能性伸向前，反應時間、平衡能力、緩慢、下肢肌耐力、上肢肌耐力。
- (3) 加入具中華文化內涵且對高齡體能衰弱減緩有幫助的太極 8 式訓練，包含雲手、野馬鬃、抱球、單鞭、倒捻猴、樓膝么步、玉女穿梭、攪雀尾等，建構對應之體感電玩。

- (4) 將體感電玩與穿戴式感應器整合進行早期高齡衰弱偵測，同時也在娛樂運動中預防高齡衰弱。

3. 文獻探討

3.1 高齡體感運動電玩設計

過去有關高齡運動電玩設計的研究，大致可歸納出 5 項影響高齡者玩電玩之動機，分述如下。

(1) 科技接受度

電玩科技接受度指高齡者對於電玩系統操作的容易程度。隨著科技快速的發展，許多電玩系統的操作，早已超過高齡者當初了解或是接觸的程度，對於現今高齡者來說，目前的電玩系統對他們是相當陌生的。由於高齡者可能是第一次接觸電玩或是擁有較少的電玩經驗，可能會因為複雜的電玩系統，而感到焦慮挫折，使得以後不會再繼續使用。因此，電玩的互動操作必須要簡單上手，遊戲環境必須要讓高齡者感到放鬆，不要有任何因為硬體過於複雜而讓高齡者產生焦慮或不安的情形發生。此外，電玩必須提供充足的輔助說明（文字、聲音、圖片）與引導，盡量避免設計太多記憶性的操作，讓高齡者在遊玩電玩的時候，不會感到無助不知道該如何進行遊戲(Billis et al., 2010; Gerling et al., 2010; Ijsselsteijn et al., 2007)。

(2) 電玩介面設計

Billis 等人(2010)針對高齡者隨著年紀增長而面臨身體功能退化之問題，提出高齡遊戲介面的字型類型、字型大小、顏色以及介面的設計，希望能夠簡潔清爽明瞭以及設計的越簡單操作越好，讓高齡者除了能夠清楚明瞭遊戲介面的相關文字外，還能夠依個人需求調整。

(3) 個人化電玩挑戰度設計

在電玩的設計與評估中，電玩帶給玩家的挑戰程度，一直以來都有著重要的地位。電玩提供的挑戰要符合玩家的能力，隨著玩家的能力適度的調整遊戲的困難度，不足的挑戰或是太高的挑戰，都會讓玩家感到無趣而離開遊戲(Burke et al., 2009)。電玩挑戰度的設計，必須從低的挑戰開始，以適合新手玩家；相對的，當玩家已從新手變成有經驗的玩家時，電玩的挑戰也必須要有一定的困難度，避免喪失電玩對玩家的吸引力(Hardy et al., 2012)。

(4) 電玩回饋

一般娛樂電玩的回饋機制，包含了文字、聲音、影像…等等。大多是用於提示玩家電玩的進行、鼓勵或刺激玩家的遊玩、了解玩家電玩角色目前的狀態…等等。因此，一個具有豐富電玩元素的電玩設計以及為了符合玩家無時無刻的需求，各種不同的電玩回饋也無時無刻的發生。然而，

高齡運動電玩的回饋設計卻與一般娛樂電玩的回饋設計有些許不同，過於頻繁的訊息回饋，會讓高齡者覺得是一種負擔，必須要適時的回饋高齡者有意義的訊息(Brox et al., 2011)。由於高齡者缺乏相關的電玩經驗，在一開始接觸電玩時，會因為對電玩的陌生感，而感到焦慮，不知道該如何進行。倘若電玩在玩家作出正確的動作時，必須及時給予正面的回饋，高齡者會更有信心的持續使用。此外，高齡者對於電玩系統的接受度與學習能力較一般年青人低。因此，電玩回饋的機制，必須要考量高齡者的能力狀況與需求，適時的幫助高齡者或是提示高齡者有意義的訊息，才能真正有意義的回饋高齡者，而不是造成他們的負擔(Zavala-Ibarra & Favela, 2012)。

(5) 社交活動

由於一般人都喜歡社交，所以電玩中增加社交的元素，如競爭元素或合作元素，讓玩家彼此競爭與合作，或是透過社交的平台，提供玩家一個彼此分享電玩經驗的平台，都是能夠讓玩家更投入於電玩的參與(Billis et al., 2010)。Bowman 等人(2012)也提到透過Facebook 或是其他社交平台，分享玩家電玩績效，可以讓玩家透過一個交流的平台，彼此競爭比較與經驗分享。在有關高齡電玩之社交元素的研究中顯示，由於高齡者接觸電玩的經驗較少，除了電玩設計的操作方式，要越簡單越輕鬆之外，電玩是否提供社交的元素對高齡者來說，也是吸引他們是否投入電玩參與很重要的因素(Ijsselsteijn et al., 2007)。此外，根據世界衛生組織的國際健康功能與身心障礙分類(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF Model)，高齡者的健康狀況除了身體功能(body function and Structures)與可執行的活動能力(activities)外，是否正常參與社交活動(participation)也是很重要的指標。由於許多高齡者因為社會的變遷而面臨孤獨的生活，倘若在運動電玩中加入社交的元素，勢必可以減少高齡者的孤獨心靈(Brox et al., 2011)。因此，電玩的社交元素不僅可以讓高齡者與身旁的人一同參與之外，還能透過網路的方式與其他人一起互動遊玩，減少孤獨的感覺。不僅如此，透過社交元素的設計，還能夠讓高齡者與子孫一起合作遊玩或溝通分享，拉近祖孫之間的情感距離。此外，在 Anderson-Hanley 等人(2011)高齡運動電玩的研究中，比較有無虛擬競爭者的高齡腳踏車運動電玩，高齡者所付出的努力，會因為有競爭者的出現，而更加賣力。Burdea(2003)也建議高齡運動電玩的設計，如果能夠讓高齡者彼此間相互競爭，高齡者會感到更有趣。與相同年齡的高齡者一起遊玩運動電玩時，除了可以讓高齡者互相分享自己的遊玩經驗外，還會因為其他高齡者的績效高低，而產生相互競爭比較的心態，高齡者會有一種「他可以，我相信我也可以的心態」，讓高齡者更努力的在電玩的表現上(Zavala-Ibarra & Favela, 2012)。因此，社交元素的加入，不僅能夠提升高齡者參與電玩的動機外，還能讓高齡者更愉悅地投入在電玩的表現上。

3.2 高齡體感運動電玩系統

Ines 和 Abdelkader (2011)提出一個混合式的虛擬實境系統(Mix Reality System)，訓練高齡者上肢復健的運動電玩。此訓練電玩是以觸碰虛擬場景的魚為遊戲背景，如圖 1(a)。同時讓治療師站在病患的角度，進行電玩的評估。其評估結果顯示，此電玩的動作設計確實能夠讓病患發揮最大的姿勢，而病患也盡可能的達到電玩中所給予的挑戰與任務。Gerling 等人(2010)發展一個高齡平衡

訓練電玩，如圖 1(b)。該研究考量高齡者的年紀與需求，在電玩互動的機制上，盡量以簡單的方式讓高齡者操作；同時高齡者與遊戲場景互動的控制上，也避免設計較大或突然的移動，避免高齡者發生危險。此外，在遊戲困難度、遊戲速度及輸入設備的敏感度上，也都針對高齡者需求與能力狀況，進行個人化的調整。為了讓高齡者能夠以簡單的方式操作且能夠專注於遊戲上，遊戲場景以紅色方框代表玩家本身，黑色方框則為障礙物，散佈在螢幕的左右兩旁，障礙物會不斷的從螢幕上方往下掉，而玩家要不斷的避開障礙物避免發生碰撞。利用這樣一個簡單的遊戲場景，降低高齡者在視覺上及認知上的負擔，同時又能進行平衡能力訓練，達到訓練的效果。



圖 1. (a)混合式虛擬電玩(Ines & Abdelkader, 2011), (b)平衡遊戲(Gerling et al., 2010)

Billis 等人(2010)利用微軟 XNA 遊戲開發平台，結合 Wii 的平衡板(Balance Board)，開發了兩個平衡能力訓練的遊戲。圖 2 左上為接水果的遊戲，藉由玩家在立板上的左右移動，來控制遊戲場景的籃子，進行接水果的任務；圖 2 左下圖為高爾夫球的遊戲，藉由玩家在立板上的移動（圖 2 右），控制白球必須進到前方的洞口。



圖 2. 平衡遊戲(Billis et al., 2010)

Burke 等人(2009)利用不同的硬體設備，如動作捕捉系統、頭戴顯示器(HMD)、Webcam 等硬體，針對中風病患設計了一系列的上肢復健運動電玩，如圖 3。圖 3 左上為接水果的遊戲，玩家透過頭戴顯示器看到遊戲場景的水果從不同的位置往下掉落，同時移動手上實際的籃子，而電玩系統會自動追蹤玩家手上實際的籃子位置，控制遊戲場景水果籃的位置，以進行接水果的任務。圖 3 右上為打老鼠的遊戲，此遊戲加入了判斷的機制，遊戲中會出現狗與老鼠，當出現狗時，玩家必

須避免敲擊；當場景出現老鼠時，玩家必須做觸正確的判斷敲擊老鼠。圖 3 左下為追兔子的遊戲，玩家手上戴有系統所能辨識的手套，透過一般 RGB 攝影機的追蹤，追隨兔子行走的路徑。圖 3 右下則為雙手移動的訓練遊戲，與追兔子一樣的模式，雙手必須跟隨箭頭指示的方向移動。



圖 3. 上肢復健訓練電玩(Burke et al., 2009)

Sucar 等人(2010)探討以視覺為基礎的復健訓練電玩，對中風患者的上肢功能性恢復的成效。該研究電玩系統主要由三個元件所組成，分別為(a)訓練上肢復健的虛擬實境遊戲 (圖 4 左)；(b)為追蹤握棒上的光球和病患的臉部表情的攝影鏡頭；(c)為跟著手部移動及量測病患手握強度的光球握棒 (圖 4 右)。研究結果顯示，透過電玩的方式引導中風病患進行上肢功能的恢復，在梅爾評估及肌肉力量的評估中，有顯著的改善。透過電玩引導的方式，更能夠增加復健患者的復健動機。



圖 4. 上肢復健遊戲虛擬場景(Sucar et al., 2010)

3.3 高齡衰弱偵測

衰弱其臨床表現，包括活動力降低、體重減輕、感到疲倦、食慾降低、肌肉組成耗損、骨質流失、步態與平衡功能異常，甚至有認知功能的障礙 (謝昌成等人，2010)。而為了有效的篩檢出衰弱老年人，Fried 等人(2001)提出了衰弱的操作型定義，包含 5 項指標：

- (1) 無預期的體重流失(unintentional weight loss)
- (2) 疲憊感(exhaustion)

- (3) 肌肉無力(weakness)
- (4) 行走速度慢(slow walking speed)
- (5) 身體活動量低(low physical activity)

以上 5 項指標中，符合 3 項以上者屬於衰弱；符合 1~2 項者屬於衰弱傾向(pre-frail)；符合 0 項者則稱無衰弱(non-frail)。Fried 等人進行 3 及 7 年的追蹤後，發現衰弱及衰弱傾向的老年人，其發生跌倒的比例、活動力下降、日常生活功能降低、住院或死亡的風險皆較高。由於 Fried 等人後續發表多篇論文驗證其適當性及信效度(Fried et al., 2001, Woods et al., 2005, Bandeen-Roche et al., 2006)，且 5 項指標簡易施測，所以廣為被大家引用。其中之手握力、行走速度及活動量等之切點標準設定複雜，且易受研究樣本的取樣影響，故台灣研究團隊已將適合國人的衰弱指標做了新的定義（呂碧鴻等人，2008；陳慶餘，2010），且內容效度顯示，篩選出衰弱傾向及衰弱族群的敏感性為 75.3%、特異性為 80.1%；也能區分出衰弱者（敏感性為 70.0%、特異性為 89.2%）。故此篩檢工具在衰弱傾向及衰弱的早期偵測上，有其價值存在。因此本研究將採用 Fried 相同指標，但以適合國人的切點為分類。

3.4 運動與太極拳減緩高齡衰弱之功效

美國一項大型的長期研究(Peterson et al., 2009)將 2,964 位老人，追蹤五年觀察其發生衰弱的機率。研究將老人依身體活動量與運動量的多寡分組，每週累積運動量少於 1000 大卡為靜態生活組、超過 1000 大卡的為運動組。結果發現靜態生活組將來發生衰弱的機率比運動組高 1.45 倍，且已經為衰弱的老年人，靜態生活組也比運動組多 2.8 倍的機率變得更衰弱。不論是衰弱前期或是衰弱的老年人，都能從各種程度的運動，例如阻抗訓練、伸展運動或是單純的步行及日常活動訓練中獲得益處（陳采女勻等人，2012；王靜怡，2013）。一項以 6 個月的居家運動介入 188 位衰弱的老人，追蹤至一年的失能分數(disability score)比對照組都有顯著的減緩。不過，這只對中等衰弱的老人，而非嚴重衰弱的老人(Gill et al., 2002)。故運動的介入應該早期，而非晚期。

太極拳為我國之國粹，近年來不但國內（藍青等人，2009；陳桂敏、劉慈慧，2004），國際上也有相當多的研究發現，太極拳能夠對預防疾病與促進健康方面有相當大的幫助。如一篇刊登於著名的新英格蘭醫學雜誌的隨機對照研究(Li et al., 2012)，針對帕金森氏症的患者，經過 24 週的太極拳運動後，以穩定限度(limits-of-stability test)測試，其最大偏移(maximum excursion)與方向控制(directional control)的範圍比阻力運動組或伸展運動組都有顯著地提升；且功能性前伸(functional reach)的距離，與計時起走測驗(timed up & go test)的時間都比其他兩組好，這代表著改善了患者的平衡能力。並且，走路的步距增加，跌倒的發生也降低。

4. 預期成果

隨著高齡化社會的發展，人口老化的速度愈來愈快，高齡健康促進成為一個很重要的議題，運動是維持高齡者健康與生活品質很重要的一個因素，體感運動電玩可利用遊戲的方式，激勵高

齡者運動。本研究可針對不同演進階段的高齡玩家所需之訓練目的與動作能力，設計合適的電玩困難度來給予適當的運動強度，讓電玩不論是在心理上或是生理上都能夠符合每一位老人的需求。本計畫除了在學術創新之外，也可以輔助遊戲公司開發個人化調整之高齡運動電玩。此外也能夠輔助國內的復健醫療系統，讓病患更有動機的來進行復健運動，解決目前居家復健無法掌握執行率與正確率的問題。

參考文獻

1. Anderson-Hanley, C., Snyder, A. L., Nimon, J. P., & Arciero, P. J. (2011). Social facilitation in virtual reality-enhanced exercise: Competitiveness moderates exercise effort of older adults. *Clinical interventions in aging*, 6, 275.
2. Bandeen-Roche, K., Xue, Q. L., Ferrucci, L., Walston, J., Guralnik, J. M., Chaves, P., & Fried, L. P. (2006). Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(3), 262-266.
3. Billis, A. S., Konstantinidis, E. I., Mouzakidis, C., Tsolaki, M. N., Pappas, C., & Bamidis, P. D. (2010). A game-like interface for training seniors' dynamic balance and coordination. In *XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2010* (pp. 691-694). Springer Berlin Heidelberg.
4. Bowman, B., Elmquist, N., & Jankun-Kelly, T. J. (2012). Toward visualization for games: Theory, design space, and patterns. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 18(11), 1956-1968.
5. Brox, E., Luque, L. F., Evertsen, G. J., & Hernández, J. E. G. (2011, May). Exergames for elderly: Social exergames to persuade seniors to increase physical activity. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2011 5th International Conference on* (pp. 546-549). IEEE.
6. Burdea, G. C. (2003). Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods of information in medicine*, 42(5), 519-23.
7. Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2009, March). Serious games for upper limb rehabilitation following stroke. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES'09. Conference in* (pp. 103-110). IEEE.
8. Chang, Y. C., Lin, C. C., Chen, C. C., & Lee, R. G. (2011, June). A Home-Based Frailty Detection System Using Wireless Sensor Technology with Multimedia Interactive Games. In *Multimedia and Ubiquitous Engineering (MUE), 2011 5th FTRA International Conference on* (pp. 119-122). IEEE.
9. Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., ... & McBurnie, M. A. (2001). Frailty in older adults evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146-M157.
10. Garcia Marin, J., Felix Navarro, K., & Lawrence, E. (2011, October). Serious games to improve the physical health of the elderly: A categorization scheme. In *CENTRIC 2011, The Fourth International Conference on Advances in Human-oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services* (pp. 64-71).

11. Gerling, K. M., Schild, J., & Masuch, M. (2010, November). Exergame design for elderly users: the case study of SilverBalance. In *Proceedings of the 7th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology* (pp. 66-69). ACM.
12. Gill, T. M., Baker, D. I., Gottschalk, M., Peduzzi, P. N., Allore, H., & Byers, A. (2002). A program to prevent functional decline in physically frail, elderly persons who live at home. *New England Journal of Medicine*, 347(14), 1068-1074.
13. Hardy, S., Göbel, S., Gutjahr, M., Wiemeyer, J., & Steinmetz, R. (2012). Adaptation model for indoor exergames. *International Journal of Computer Science in Sport*, 11(1).
14. Ijsselsteijn, W., Nap, H. H., de Kort, Y., & Poels, K. (2007, November). Digital game design for elderly users. In *Proceedings of the 2007 conference on Future Play* (pp. 17-22). ACM.
15. Ines, D. L., & Abdelkader, G. (2011, November). Mixed reality serious games: The therapist perspective. In *Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2011 IEEE 1st International Conference on* (pp. 1-10). IEEE.
16. Lai, Y. C., Wang, S. T., & Yang, J. C. (2012, July). An investigation of the exergames experience with flow state, enjoyment, and physical fitness. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on* (pp. 58-60). IEEE.
17. Lally, F., & Crome, P. (2007). Understanding frailty. *Postgraduate medical journal*, 83(975), 16-20.
18. Li, F., Harmer, P., Fitzgerald, K., Eckstrom, E., Stock, R., Galver, J., ... & Batya, S. S. (2012). Tai chi and postural stability in patients with Parkinson's disease. *New England Journal of Medicine*, 366(6), 511-519.
19. Peterson, M. J., Giuliani, C., Morey, M. C., Pieper, C. F., Evenson, K. R., Mercer, V. & Simonsick, E. M. (2009). Physical activity as a preventative factor for frailty: the health, aging, and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(1), 61-68.
20. Sucar, L. E., Luis, R., Leder, R., Hernández, J., & Sánchez, I. (2010, August). Gesture therapy: a vision-based system for upper extremity stroke rehabilitation. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE* (pp. 3690-3693). IEEE.
21. Woods, F. N., LaCroix, A. Z., Gray, S. L., Aragaki, A., Cochrane, B. B., Brunner, R. L., ... & Newman, A. B. (2005). Frailty: emergence and consequences in women aged 65 and older in the Women's Health Initiative Observational Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(8), 1321-1330.
22. Zavala-Ibarra, I., & Favela, J. (2012, June). Ambient videogames for health monitoring in older adults. In *The 8th International Conference on Intelligent Environments (IE)*(pp. 27-33).
23. 王靜怡(2013)。臨床問題：運動訓練是否可以改善社區老人之衰弱現象？*長期照護雜誌*, 17(2), 89-96。
24. 呂碧鴻、陳亮汝、陳晶瑩、王維典、曾明月等(2008)。高齡社會的來臨：為 2025 年臺灣社會規劃之整合研究－我國老人衰弱盛行率及其影響因素。台北：高齡社會的來臨成果發表暨學術研討會。
25. 陳采女勻、陳慶餘、胡名霞(2012)。運動介入對衰弱老年人健康促進之效益。*長期照護雜誌*, 16, 107-120。

26. 陳桂敏、劉慈慧(2004)。太極拳運動於老年族群之應用成效。《長期照護雜誌》，8，223-235。
27. 陳慶餘(2010)。台灣老年衰弱症研究與防治策略。台北：台日高齡化社會研討會。
28. 謝昌成、蕭雅尤、林妙秋、陳碧奇(2010)。老人衰弱症。《家庭醫學與基層醫療》，25，410-417。
29. 藍青、陳思遠、賴金鑫、黃美涓(2009)。太極拳的健身效果及臨床應用。《臺灣醫學》，13，599-605。

Development of somatosensory game for elderly frailty assessment and training

Sun, T.-L.

Department of Industrial Engineering and Management, Yuan Ze University

Abstract

The development of somatosensory gaming (SG) for home-based elderly frailty assessment and training, aims to motivate elderly to do the otherwise boring rehabilitation exercises. The proposed research will expand the research results from previous project from four dimensions. First, the game design will consider not only the elderly but also the evolved frailty conditions during progressive ageing. The game difficulty will be adjusted based on the progressing aging HCI principles and the green home design principles for progressing aging. Second, the frailty detection will be expanded from balance and dementia to 6 dimensions of physical frailty detection, including functional reach, reaction time, balance, slowness, and muscle endurance of lower and upper limb. Third, the somatosensory game will include 8 forms of Tai-Chi, including wave hands like clouds, part the wild horse's mane, hold a ball, single whip, repulse monkey, brush knees, fair lady works at shuttles, and grasp the peacock's tail. Fourth, the game will be integrated with wearable sensors for more accurate frailty detection. The somatosensory gaming proposed in this research differs from other SG research or products in the market in that the game developed is not a finished product but a template that can be customized according to medical people instructions and the motor ability of the elderly players.

In this project, wearable sensors will be integrated with somatosensory gaming to develop an elderly game development platform. The game will be designed considering four different progressive ageing stages, i.e., older (55-64), elderly (65-74), aged (75-84) and very old (above 85). The game design will also consider the elderly HCI principles and the green living principles. Then 6 customization templates will be developed for home-based frailty detection. Also an evaluation experiment will be conducted to examine the effectiveness of the game-based frailty detection versus standard clinical approaches. A Tai-Chi training game will then be developed for frailty reduction. Based on training goals and motor ability, a set of posture analysis rules will be developed to examine the correctness of the Tai-Chi training. Evaluation experiments will be conducted to examine the effectiveness of SG based training versus physical Tai-Chi training.

Keywords: Somatosensory game, elderly frailty assessment, elderly exercise training