

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

國內研發之上肢復健數位遊戲軟體－療效，使用性及滿意度評估 (II)

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 103-2221-E-040-009-
執行期間：103年08月01日至104年07月31日
執行單位：中山醫學大學職能治療學系

計畫主持人：陳美香
共同主持人：王兆華、李傳房
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：曹麗娜
大專生-兼任助理人員：李承昱
大專生-兼任助理人員：陳勁舟
大專生-兼任助理人員：郭乃瑤
大專生-兼任助理人員：游雅筑
博士班研究生-兼任助理人員：黃嵐鈴

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 104 年 10 月 30 日

中文摘要：數位遊戲已被證實有助於改善中風患者的上肢復健治療成效，激起較高的治療動機和愉悅的心情。然而，在台灣，只有少數醫院使用市售數位遊戲於復健，主要的原因為 (a) 價位高。(b) 遊戲介面未設有中文，易造成操作錯誤與不便。(c) 遊戲介面操作複雜，患者沒有治療師在旁協助難以獨自操作。好的上肢復健數位遊戲設計，應符合上肢復健治療目的，使用者易於理解與操作遊戲介面，並提供合理的價格，所以不僅只有醫院的復健治療單位能應用，患者也可以負擔得起擁有自己的設備，安裝在自己家中額外作復健。

主持人的專題研究計畫“開發適合本國中風患者上肢復健數位遊戲－設計及可行性評估(1)”成果，已設計完成一套中風患者上肢復健數位遊戲系統，命名為“園藝復健治療遊戲系統”。為了使此套國內自行開發的園藝復健治療遊戲系統的使用性及治療效果更具效力，能夠實際的被臨床上肢復健治療單位及政能治療師應用在上肢復健治療，本計畫有必要更一步的先探究此系統對中風患者上肢復健的治療成效強度為何，及使用者對其使用性及主觀滿意度。因此，本計畫目的在評估園藝復健治療遊戲系統的治療成效及使用性。療效評估，採用前後測實驗設計，評估項目包含有Fugl-Meyer 上肢動作功能表現量表、箱子和積木手部靈敏度測驗、上肢關節活動度。

本計畫成果歸納如下：1) 共有15位中風患者參與本試驗，9位男性，6位女性，平均年齡60.7歲(標準差12.5)，開始中風至本調查期間平均10.4個月(標準差6.8)。2) 經過24次的遊戲介入訓練療程，結果顯示在FMA ($Z=-3.30$, $p=.001$)，BBT ($Z=-2.30$, $p=.003$)，ROM-近端 ($Z=-6.39$, $p=.000$)，ROM-遠端 ($Z=-5.32$, $p=.000$)皆有顯著的差異。本結果可說明園藝復健治療遊戲系統有助於上肢復健療效的改善。

中文關鍵詞：上肢復健、遊戲軟體、治療成效

英文摘要：

英文關鍵詞：

科技部補助專題研究計畫成果報告
(■ 期末報告)

國內研發之上肢復健數位遊戲軟體－
療效, 使用性及滿意度評估 (II)

計畫類別：■個別型計畫

計畫編號：MOST 103-2221-E-040 -009

執行期間：103 年 08 月 01 日至 104 年 07 月 31 日

執行機構及系所：中山醫學大學職能治療學系
國立雲林科技大學設計學研究所
國立臺中科技大學多媒體設計系

計畫主持人：陳美香 副教授

共同主持人：李傳房 教授、王兆華 教授

計畫參與人員：黃嵐鈴、曹麗娜、李承昱、陳勁舟、郭乃瑀、游雅筑

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 1 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否 是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考 否 是，_____（請
列舉提供之單位；本會不經審議，依勾選逕予轉送）

中 華 民 國 104 年 09 月 30 日

科技部專題研究計畫成果報告

國內研發之上肢復健數位遊戲軟體 – 療效、使用性及滿意度評估 (II)

Developing a digital game for domestic stroke patients' upper extremity rehabilitation –Therapeutic effectiveness, usability and satisfaction assessment (II)

中文摘要

數位遊戲已被證實有助於改善中風患者的上肢復健治療成效，激起較高的治療動機和愉悅的心情。然而，在台灣，只有少數醫院使用市售數位遊戲於復健，主要的原因為 (a) 價位高。(b) 遊戲介面未設有中文，易造成操作錯誤與不便。(c) 遊戲介面操作複雜，患者沒有治療師在旁協助難以獨自操作。好的上肢復健數位遊戲設計，應符合上肢復健治療目的，使用者易於理解與操作遊戲介面，並提供合理的價格，所以不僅只有醫院的復健治療單位能應用，患者也可以負擔得起擁有自己的設備，安裝在自己家中額外作復健。主持人的專題研究計畫“開發適合本國中風患者上肢復健數位遊戲 – 設計及可行性評估 (I)”成果，已設計完成一套中風患者上肢復健數位遊戲系統，命名為“園藝復健治療遊戲系統”。為了使此套國內自行開發的園藝復健治療遊戲系統的使用性及治療效果更具效力，能夠實際的被臨床上肢復健治療單位及政能治療師應用在上肢復健治療，本計畫有必要更一步的先探究此系統對中風患者上肢復健的治療成效強度為何，及使用者對其使用性及主觀滿意度。因此，本計畫目的在評估園藝復健治療遊戲系統的治療成效及使用性。療效評估，採用前後測實驗設計，評估項目包含有 Fugl-Meyer 上肢動作功能表現量表、箱子和積木手部靈敏度測驗、上肢關節活動度。本計畫成果歸納如下：1) 共有 15 位中風患者參與本試驗，9 位男性，6 位女性，平均年齡 60.7 歲 (標準差 12.5)，開始中風至本調查期間平均 10.4 個月 (標準差 6.8)。2) 經過 24 次的遊戲介入訓練療程，結果顯示在 FMA ($Z=-3.30, p=.001$)，BBT ($Z=-2.30, p=.003$)，ROM-近端 ($Z=-6.39, p=.000$)，ROM-遠端 ($Z=-5.32, p=.000$)皆有顯著的差異。本結果可說明園藝復健治療遊戲系統有助於上肢復健療效的改善。

關鍵詞：上肢復健、遊戲軟體、治療成效

一、報告內容

1. 前言

隨著數位科技的發展，目前已有臨床治療師應用市售的數位遊戲設備於中風個案的上肢復健治療，結果發現遊戲的輔助也能夠有助於改善上肢復健的療效，及提升患者接受治療的動機 (Broeren et al, 2004; 康琳茹等, 2005; Stewart et al, 2007; 何正宇等, 2010; Reinkensmeyer & Housman, 2007; Huang et al, 2013; Chen et al, 2015)。在臺灣，有少數醫院使用市售數位遊戲設備於復健，但該設備被採購的數量甚少，考量的原因為 (a) 這些設備是國外產品，價位高。(b) 操作介面未設有中文介面，容易造成操作錯誤與不便。(c) 因遊戲介面的操作較複雜，治療師的人力及時間有限，無法一直在旁協助個案操作等因素。為了讓復健治療活動具有趣味性，讓中風個案更有活力，數位遊戲輔助復健治療是有需要的。

主持人在第一年計畫，已設計完成一套中風患者上肢復健數位遊戲系統，命名為“園藝復健治療遊戲系統”。為了使此套國內自行開發的園藝復健治療遊戲系統的使用性及治療效果更具效力，能夠實際的被臨床上肢復健治療單位及政能治療師應用在上肢復健治療，本計畫目的在評估評估園藝復健治療遊戲系統應用在中風患者上肢復健的治療成效。本研究成果可提出一套有療效的園藝復健治療遊戲系統，並能實際被應用在臨床上肢復健。

2. 文獻探討

2.1 本計畫開發之園藝復健治療遊戲系統

園藝復健治療遊戲系統是專為上肢缺損之中風患者所設計的遊戲系統。本系統之設計主要參考計畫主持人過去執行的專題計畫 "互動式數位上肢復健遊戲設備的使用性評估與再設計"，所歸納的改善設計要點及中風患者上肢動作恢復期的 6 個不同症狀而設計完成。在改善設計要點中，職能治療師提到，復健遊戲內容應符合實際生活上的任務，讓中風患者熟悉日常生活的任務，以能夠更快恢復自我獨立生活的能力。

目前已有研究 (曾慈慧等, 2007; 邱馨慧等, 2008; Kim et al., 2002; Relf, 1973, 2005; Relf and Dorn, 1995; Soderback et al., 2004) 及職能治療師試著應用園藝治療在復健治療，結果發現可以改善病患生活品質、穩定情緒、建立自信與成就感，提高患者的治療意願。例如：新北市雙和醫院針對復健病患，打造香草花園進行「園藝治療」，其共規畫 10 周的園藝治療課程，透過栽種香草植物，學習製作香草手工藝，讓患者置身植物環境，紓緩情緒與壓力。該醫院的一位患者指出，剛開始的復健治療痛苦而成效緩慢，直到參與園藝治療後，她從接觸花草的喜悅中培養耐性，儘管身體還沒有完全復原，但心靈已恢復健康，園藝治療讓她心情放鬆，開始學會轉念 (陳宜佳, 2013)。在園藝治療活動對護理之家失能長者治療效果之研究 (曾慈慧等, 2007)，結果發現老年失能長者透過園藝治療活動可以帶來自動自發參與、加強對自我的認同、對生命的期待與驚喜以及與同伴互動增加。

有鑑於此，本計畫前年設計之復建數位遊戲系統則以園藝活動為設計主題，設計完成園藝復健治療遊戲系統，其設計概念及特點敘述如下：

本套遊戲系統設計概念

由於觀賞植物或者大自然能夠幫助病人減輕壓力、疼痛及改善情緒，因此，本遊戲的場景設計以此為設計依據。在進入遊戲的初始畫面（圖 2），使用者可從窗外看見寬廣的草地和群山環繞的情景。接著，當使用者選定種植的關卡（難易度關卡），畫面即進入到一片清新舒爽的草原，彷彿使用者置身在草原上進行栽種的任務。

本套遊戲系統設計特點

本套系統採用 Kinect 的動作感應器及骨骼追蹤功能特點，結合本計畫設計的園藝活動內容設計而成。此系統已經過多次與職能治療專家、數位媒體設計及產品設計專家討論，反覆修正及測試，目前已完成，尚待更進一步的評估其效用。本套系統測試的情形，如圖 1 所示。設計特點分述如下：

(a) 遊戲難易度：本遊戲區分簡易、中等、及困難，三個等級的難易度。如圖 3-5 所示。

在簡易等級中，遊戲內容包含有撥土、拿種子、撥種、及澆水等任務。使用者必須以其患側手反覆進行撥土、拿種子、撥種、及澆水等任務的上肢動作，以完成栽種植物的程序。當使用者的操作次數愈多、愈密集且正確，種子會長成幼苗，而幼苗的顏色就會呈現翠綠色（意指幼苗健康）；相反的，如果使用者的操作次數愈少、愈零散、或姿勢不正確（例如：促發代償動作或身體重心偏移），幼苗的顏色就會呈現黃褐色（意指幼苗不健康）。使用者進行這些任務時，除了上肢要做出動作外，其手部也必須做出握拳抓物的動作，以訓練上肢及手部的動作功能。

在中等等級中，遊戲內容包含有幼苗初長、長葉、行光合作用等任務。使用者必須以其患側手反覆進行，為幼苗澆水，為幼苗施肥使其長葉，撥雲見日給予植物行光行光合作用等任務，執行不同任務所指定的上肢動作，使植物逐漸成長而茁壯。當使用者的操作次數愈多、愈密集、或姿勢不正確（例如：促發代償動作），植物就會成長的健康，植物的顏色就會呈現翠綠色；相反的，如果使用者的操作次數愈少、愈零散且不正確，植物的顏色就會呈現枯黃色。使用者進行這些任務時，除了上肢要做出動作外，其手部也必須做出握拳抓物的動作，以訓練上肢及手部的動作功能。

在困難等級中，遊戲內容包含有小樹、生根、長成大樹等任務。使用者會被要求以其雙手反覆進行，為小樹澆水，為小樹澆水、施肥使其不斷生根，茁壯長成大樹，摘枯葉等任務，執行不同任務所指定的上肢動作，使植物逐漸成長為大樹。當使用者的操作次數愈多、愈密集且正確，大樹就會成長的健康，大樹的葉子顏色就會呈現翠綠色且茂密；相反的，如果使用者的操作次數愈少、愈零散、或姿勢不正確（促發代償動作），大樹的葉子顏色就會呈現枯黃色。使用者進行這些任務時，主要目的在訓練其雙手協調的動作能力，及其手部的精細動作（例如：摘除枯黃的葉子），訓練手部靈巧度。

(b) 回饋訊息：如圖 6-11 所示。

每個遊戲關卡的畫面中，會呈現使用者執行任務的時間，以告知使用者所花費的時間。

此外，在動作過程中，當系統偵測到使用者的姿勢出現代償現象時（肩膀兩側與身體中心傾斜的角度過大），畫面會呈現警告圖示，要求使用者導正其姿勢直至正確，才能繼續完成任務。

(c) 記錄使用者的動作表現：如圖 12 所示。

在系統後端，會紀錄使用者單一動作的移動速度、花費的時間、使用者登入遊戲的時間、姿勢錯誤的發生次數（例如：促發代償動作或身體重心偏移）、及動作移動軌跡的路徑。



圖 1 操作示意圖



圖 2 關卡大廳



圖 3 遊戲困難度：易-種子發芽



圖 4 遊戲困難度：中-樹木茁壯



圖 5 遊戲困難度：難-花朵盛開



圖 6 鼓勵標語



圖 7 連續成功達成畫面



圖 8 代償警示畫面



圖 9 語音導覽



圖 10 畫面導覽畫面



圖 11 溫室的畫面

名字	分數	時間	代價數	任務一時間	任務二時間	任務三時間	關卡名稱
單一使用資料							
test	1650	415	5	157	57	201	FlowerTree
test	1790	461	4	153	112	196	FlowerTree
test	3020	190	1	124	26	40	SmallPlant
test	18760	316	6	84	81	151	BigTree
全部資料							
test	1650	415	5	157	57	201	FlowerTree
test	1790	461	4	153	112	196	FlowerTree
test	3020	190	1	124	26	40	SmallPlant
test	18760	316	6	84	81	151	BigTree
YI HSUAN	1820	221	0	130	23	68	SmallPlant
YI HSUAN	2240	412	3	120	74	218	FlowerTree

圖 12 職能治療師的查詢的畫面

2.2 數位遊戲應用於復健之相關研究

許多研究與新聞報導指出，數位遊戲有助於增進治療成效 (Chen et al, 2015; 李昭蓉等, 2012; 程憶儒等, 2012; Halton, 2008; Saposnik et al, 2010; Joo et al, 2010; 何正宇等, 2010; Reinkensmeyer & Housman, 2007; Stewart et al, 2007; Merians et al, 2006; 康琳茹等, 2005; Broeren et al, 2004)。目前相關研究應用於臨床的市售數位遊戲主要有 Wii (Mouawad et al., 2011; Joo et al., 2010; Saposnik et al., 2011; Hurkmans et al., 2011; 何正宇等, 2010), Sony Play Station (Yavuzer et al., 2008; Lange et al., 2009) and Kinect (Chang et al., 2011; 李昭蓉等, 2012;

程憶儒等, 2012)。

關於應用 **Wii** 於復健治療的相關研究：

- 1) **Saposnik et al (2010)**的研究，運用 **Wii** 創造一虛擬實境的治療方式介入中風病患，結果顯示應用 **Wii** 的實驗組的上肢動作表現明顯優於控制組，也發現 **Wii** 是一個安全，且可有效的替代傳統復健治療與提升治療成效的一個可行治療方法。
- 2) **Joo et al (2010)** 的研究，合併 **Wii** 與傳統復健治療為亞急性期之中風個案作介入，結果顯示個案的上肢肌力及動作表現有顯著提昇；針對於亞急性期且上肢肌力與功能有中度損傷之中風病患而言，將 **Wii** 附屬到傳統治療中是一可行的治療方式。
- 3) 何正宇等 (2010)也研究，以 **Wii** 建構虛擬實境的復健方式介入慢性中風患者的復健訓練，持續三個月後，結果顯示患者於上下肢動作功能、認知功能、精細動作及平衡能力方面均有顯著的進步。

關於應用 **Sony Play Station** 於復健治療的相關研究：

- 1) 康琳茹等 (2005)的研究則是運用 **Sony Platstation2** 介入腦性麻痺兒童的上肢訓練計畫，此個案報告顯示，虛擬實境上肢訓練計畫可以增進腦性麻痺兒童上肢伸手取物的動作表現、上肢預期性動作控制能力，及精細動作能力，而訓練效果似乎可以維持到治療結束後一個月。
- 2) **Yavuzer et al (2008)** 評估“**Playstation EyeToy**”應用在亞急性中風病人的上肢動作和相關的動作功能的恢復成效。結果顯示，使用 **EyeToy** 組的病人的成效優於傳統治療組，**FIM self-care score** 有顯著性的改善。
- 3) 中風打電玩復健效果讚 (俞智敏, 2005)，美國神經失調暨中風研究院人體運動控制部主管哈雷特醫師指出，虛擬電玩療法可協助患者使用因中風而不良於行的雙腿，使他們能行走得更順利。該研究者將患者隨機分為控制對照組與虛擬現實組，虛擬現實組患者每週五天每天接受電玩訓練一小時，持續超過一個月，控制組則未接受任何訓練。實驗結果發現，參與電玩訓練的五名患者在行走、站立及上下樓梯等動作都有明顯改善；也比較實驗前後，患者腦部功能在治療後出現神經網路重組的良好情況。

關於應用 **Kinect** 於復健治療的相關研究：

- 1) **Chang et al (2011)** 評估兩位年輕成年人在學校使用 **Kinect** 進行運動障礙復健的可行性。結果顯示，遊戲的介入明顯的增加他們接受身體復健的動機，因此改善運動的表現。
- 2) 李昭蓉等 (2012) 以 **Kinect** 體感捕捉器為基礎發展平衡訓練體感遊戲場景，比較在不同訓練場景下，年輕人與高齡者進行平衡控制訓練時有何影響，及不同平衡控制退化程度之高齡受測者，來增加訓練次數後平衡控制表現趨勢。實驗結果顯示，人形框四種參數對於年輕受測者的碰撞有顯著影響，而高齡者僅移動時間、抬腳角度與抬腳速度有影響。高齡受測者在經由五次的訓練後無顯著的改善平衡控制表現。
- 3) 程憶儒等 (2012) 探討於 **Kinect** 體感運動遊戲和實際場景中動作表現間之差異性，以丟球動作為例。研究結果發現，實境丟球環境中，至球離手前，會有最大的伸展角度，接著腕會進行屈曲動作，目的是為了增加丟球球速，而在球離手後，腕關節會再度伸展，而於虛擬實中，發現球離手前至球離手後，手腕關節維持在伸展動作，造成兩者不同原

因可能是手有實際握球造成的差異性。

自創的虛擬遊戲應用復健治療的相關研究：

- 1) Merians et al (2006)研究，使用電腦創造虛擬實境訓練中風病患，結果顯示手部精細動作協調（拇指、手指）、關節活動度都獲得改善。
- 2) Broeren et al (2004) 研究，運用虛擬實境設備介入中風病患的上肢復健訓練，結果發現改善了患側手的精細動作、抓握力量及動作控制能力。
- 3) Reinkensmeyer & Housman (2007)發展一套虛擬復健系統之設備，初期臨床測試即發現對於慢性中風患者的手臂動作及上肢功能表現有顯著的改善，同時更發現與傳統復健方式比較，此產品讓病患感到有趣，更喜歡使用此產品。
- 4) Stewart et al.(2007)使用電腦虛擬實境設備訓練兩名慢性中風患者的上肢功能，在經過三週短期的訓練結果發現兩名患者在上肢功能表現上都獲得小幅度的提昇。

綜觀上述研究，可發現多數研究著重在探討遊戲介入治療後的治療成效，然而這些遊戲內容及任務是否能夠真正符合治療目的，並能夠被臨床治療師採納為復健療程規畫的治療活動類型之一，仍有待更進一步評估與確認。如果能有一套符合治療目的之上肢復健數位遊戲，應可以更加提升治療的成效，並滿足治療的需求。

3. 研究方法

3.1 園藝復健治療遊戲系統的治療成效評估

本階段實驗目的在評估中風患者接受本遊戲系統介入治療前、治療中及治療後的治療成效強度。本實驗進行前，已向受試醫院的人體試驗委員會提出臨床試驗的申請，審查本實驗執行的可行性，並確保患者的安全性。後續則針對試驗地點、樣本取樣、試驗設備、試驗內容及過程等內容，分別詳述如下。

實驗地點：

本試驗在中山醫學大學附設醫院的職能治療部中進行，應用該部門的一房間，設有自動門。實驗進行時，只有受試者和訓練者可以進入，因此，不會受到外物干擾。房間中設有一個46吋（1103寬*235深*767mm高）的平版電視放在桌子上，以連結遊戲設備。

實驗設計：採前-後測對照組的實驗設計。

受測者：

中風患者，皆於中山醫學大學附設醫院進行上肢復健治療。考量中風患者身體狀況的穩定性與安全性，可進行本實驗之中風患者皆符合下列條件：

- (a) 首次發病之單側中風患者，發病時間在2年內，有上肢體動作障礙。
- (b) 上肢復健恢復期皆需達 Brunnstrom stage 第3-5期，患者可稍微自主控制患肢的動作。
- (c) 無嚴重認知、語言理解及表達問題，能了解並遵從指令。
- (d) 無嚴重而影響站立的平衡感問題。
- (e) 無嚴重視覺與聽覺障礙。

- (f) 無嚴重心肺疾病導致無法參與本實驗的訓練。
- (g) 患者皆同意參與本實驗並簽署同意書。

考量中風患者的權益，患者須接受例行性的傳統上肢復健後（通常例行性職能治療約1小時），才能再接受本實驗的數位遊戲介入治療。本實驗的遊戲介入治療時間為期2個月，每週三天，共計24次的介入治療，每次治療時間是20分鐘。介入治療成效評估分為2個時間點：治療前期（第1 session前）及治療後期（完成第24 sessions後）。

實驗設備：前述的園藝復健治療遊戲系統，為本計畫第一年開發之上肢復健軟體。

評估量表：

本計畫採用4套臨床復健治療常用的上肢動作功能評估量表，各量表評估內容，分述如下：

- a) **Fugl-Meyer Assessment of Physical Performance (FMA)**：用於評估患者的上肢動作功能，是臨床醫學常使用且信效度高的評估量表之一。有50個評估項目對應於Brunnstrom的六個恢復期。評估方式是依據患者完成動作的程度給予分數，完全無法做到給0分，可以部份做到給1分，可以全部做到給2分；上肢總分為66分，上肢總分為34分，上下肢的分數範圍為0-100分（何正宇, 2010）。此量表用於評估中風患者的動作損傷程度，信度佳（Duncan et al., 1983）。
- b) **Box and Block Test of Manual Dexterity**：用於評估患者手部的精細動作。測驗患者1分鐘內能移動的積木數量（Wilson, 2002）。此評估工具有標準施測及評分程序，分數越高表示表現越好；得到負分則表示表現低於平均值。分數若落在平均值-2 SD以內，表示受測者表現正常或接近正常；分數落在平均值-2~-3 SD之間時，表示有輕微精細動作障礙；而落在平均值-3 SD以下時，表示患者有中度到嚴重精細動作障礙（何正宇, 2010）。
- c) **FIM self-care score (功能獨立量表)**：患者個人生活和社會活動能力。FIM主要評價6個方面的能力：生活自理能力，括約肌控制能力，活動能力，行動能力（輪椅、行走、上樓梯），理解交流能力，社會認識能力（社會交往、解決問題及記憶能力）等。
- d) **Upper extremity range-of-motion (上肢關節活動度)**：關節活動時可達到的運最大弧度。主動的關節活動是指作用於關節的肌肉隨意收縮，使關節運動時通過的運動弧；被動的關節活動是指由外力使關節運動時通過的運動弧。

實驗過程：首先，研究者須先向醫院的人體試驗委員會提出臨床試驗申請，審查實驗的可行性。審核後，研究者即可執行臨床試驗。研究者向治療師及中風患者等說明本研究與實驗之目的並徵求患者的意願。請治療師先評估患者的身體狀態，以符合本實驗所規範之受測者條件。請符合條件且有意願參加之患者簽署意願書。接著，研究者與治療師討論並安排每位患者適當的復健時程（一週復健3天，每天進行20分鐘的遊戲介入治療活動）。評估者將在實驗前評估每位患者的上肢動作功能表現（使用前述的三套評估量表），並分別紀錄在量表中。當中風患者完成第12次的介入治療後，評估者將再次評估每位患者的上肢動作功能表現。最後，在中風患者完成第24次的介入治療後，評估者進行最後一次的上肢動作功能表現評估。

每位患者皆須完成 2 個月，24 次的介入治療，及 3 個時間點的評估，才算實驗完成。

數據分析

治療成效的評估數據分析。本研究結果使用 SPSS 軟體進行資料分析。以平均數和標準差呈現受試者的基本資料與臨床特徵。以無母數的魏氏檢定 (Wilcoxon signed rank test) 每一組前後測數值否有顯著差異。p 值小於 0.05 則定義為有顯著性差異。

4. 結果與討論

4.1 園藝上肢復健遊戲應用在臨床復健治療之療效評估結果

中風患者的基本資料和臨床特徵。

本研究共計 15 位中風患者參與本試驗，9 位男性，6 位女性，平均年齡 60.7 歲 (標準差 12.5)，開始中風至本調查期間平均 10.4 月 (標準差 6.8)。

受試者間治療前及治療後的成效差異。

如表 1 所示，經過 24 次的遊戲介入訓練療程，結果顯示在 FMA ($Z = -3.30, p = .001$)，BBT ($Z = -2.30, p = .003$)，FIM ($Z = -2.61, p = .009$)，ROM-近端 ($Z = -6.39, p = .000$)，ROM-遠端 ($Z = -5.32, p = .000$)皆有顯著的差異。

表 1 受試者間治療前及治療後的數值差異

評估量表	治療前	治療後	P-value ^a
	平均數 (標準差)	平均數 (標準差)	
FMA (UE)	56.7 (8.6)	65.3 (4.2)	0.001**
BBT	28.0 (11.1)	35.5 (15.5)	0.003**
FIM	105.1 (18.5)	111.7 (14.0)	0.009**
ROM - 近端	107.2 (60.8)	111.8 (62.4)	0.000**
ROM - 遠端	54.9 (26.3)	58.4 (26.3)	0.000**

FMA: Fugl-Meyer Assessment of Physical Performance (UE); BBT: Box and Block Test of Manual; FIM: FIM self-care score; ROM: Upper extremity range-of-motion.

^a P for Within-group differences in change scores for pre- and post-test

* Significant at ≤ 0.05 level

** Significant at ≤ 0.01 level

本計畫目的主要在確定中風患者使用園藝復健遊戲系統的復健效果。過去已有許多研究顯示，虛擬實境或數位遊戲用於中風患者的復健訓練是一個有效的方法，並且有不錯的訓練成

果。然而，在台灣的醫院，這些數位遊戲的介入未普及的原因可能是：(a) 這些設備是國外產品（例如：Wii, Kinect, Xavix 等），價位頗高。(b) 操作介面較複雜，使用者容易造成操作錯誤與不便。(c) 多年前昂貴的的虛擬實境設備受限於電腦硬體功能不足，且復健訓練所需的軟體必須單獨開發，耗資費時、無法廣泛應用（因通常一套新軟體，只能做單一功能訓練），訓練過程單調缺乏誘因（僅能用鍵盤滑鼠或觸控螢幕等單調介面做練習，患者易感到無聊，且與日常生活中的實際動作不盡相同）（何正宇等人，2010）。因為上述種種因素，使得電腦虛擬實境輔助復健訓練遲遲無法有效的應用並普及化。因此，計畫主持人在前年計畫設計一套國內自行研發的復健遊戲系統，多數使用者試用後也表示接受度高並想要使用於復健治療。

為了使本套系統更具可行性甚至可實際推行到臨床應用，本計畫執行臨床試驗，以驗證其療效的強度。本研究結果顯示，15 位中風患者使用本套遊戲進行 24 次的遊戲介入訓練療程後，在 FMA ($Z=-3.30$, $p=.001$)，BBT ($Z=-2.30$, $p=.003$)，ROM-近端 ($Z=-6.39$, $p=.000$)，ROM-遠端 ($Z=-5.32$, $p=.000$) 皆有顯著的差異。本結果可說明園藝復健治療遊戲系統有助於上肢復健療效的改善。後續，本計畫將進一步評估此系統是否可以推廣應用於診所、社區或家庭中，以造福更多中風或其他神經肌肉疾病等患者。

二、參考文獻

- [1] Broeren, J.; Rydmark, M.; and Sunnerhagen, K. S., 2004, Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 85, No. 8, pp.1247-1250.
- [2] Chang, Y. J., Chen, S. F., & Huang, J. D., 2011, A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 32, pp. 2566-2570.
- [3] Chen, M. H.; Huang, L. L.; Lee, C. F.; Hsieh, C. L.; Lin, Y. C.; Liu, H.; Chen, M. I. and Lu, W. S., 2015, A controlled pilot trial of two commercial video games for rehabilitation of arm function after stroke, *Clinical Rehabilitation*, Vol. 29, No.7, pp.674-682.
- [4] Duncan, P. W., Propst, M., & Nelson, S. G., 1983, Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident, *Physical Therapy*, Vol.63, pp.1606-1610.
- [5] Halton, J., 2008, Virtual rehabilitation with video games: A new frontier for occupational therapy, *Occupational Therapy Now*, Vol. 10, No. 1, pp.12-14.
- [6] Huang, Lan-Ling; Lee, Chang-Franw and Chen Mei-Hsiang, 2013, Commercial digital game devices to promote upper extremity functions for post-stroke rehabilitation: therapeutic effectiveness and usability assessments, *The Sixth International Conference on Advances in Computer-Human Interaction*, 2013/02/24-03/01, ACHI 2013, Nice, France, 6 pp.
- [7] Joo, L. Y.; Yin, T. S.; Xu, D.; Thia, E.; Chia, P. F.; Kuah, W. K. and He, K. K., 2010, A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke, *Journal of Rehabilitation Medicine*, Vol. 42, No. 5, pp.437-441.

- [8] Kim, H. Y.; Cho, M. K.; Han, I. J.; and Kim, J. S., 2004, Effect of horticultural therapy on the community consciousness and life satisfaction of elderly individuals, *Acta Hort*, 639, pp.159-165.
- [9] Lange, B., Flynn, S., & Rizzo, A. (2009). Initial usability assessment of off-the-shelf video game consoles for clinical game-based motor rehabilitation. *Physical Therapy Reviews*, 14(5), 355-363.
- [10] Merians, A. S.; Poizner, H.; Boian, R.; Burdea, G.; and Adamovich, S., 2006, Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke?, *Neurorehabilitation and Neural Repair*, Vol. 20, No. 2, pp. 252-267.
- [11] Reinkensmeyer, D. J.; and Housman, S. J., 2007, "If I can't do it once, why do it a hundred times?": Connecting volition to movement success in a virtual environment motivates people to exercise the arm after stroke, *Virtual Rehabilitation*, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04362128>.
- [12] Relf, P. D., 1973, Horticulture: A therapeutic tool, *Journal of Rehabilitation*, Vol.39, No.1, pp.27-29.
- [13] Relf, P. D., 2005, The therapeutic values of plants. *Pediatric Rehabilitation*, Vol.8, No. 3, pp. 235-237.
- [14] Relf, P. D. and Dorn, S., 1995, Horticulture: meeting the needs of special populations, *HortTechnology*, Vol.5, pp.94-103.
- [15] Saposnik, G.; Teasell, R.; Mamdani, M.; Hall, J.; McIlroy, W.; and Cheung, D., 2010, Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle, *Stroke*, Vol.41, pp. 1477-1484.
- [16] Sawner, K. A.; and LaVigne, J. M., 1992, *Brunstrom's Movement Therapy in Hemiplegia: a neurophysiological (2nd edition)*, J. B. Lippincott Company Philadelphia, New York, pp.9.
- [17] Soderback, I., Soderstrom, M., Schalander, E. (2004). Horticultural therapy: The 'healing garden' and gardening in rehabilitation measures at Danderyd Hospital Rehabilitation Clinic, Sweden. *Pediatric Rehabilitation*, 7(4), 245-260.
- [18] Stewart, J. C.; Yeh, S. C.; Jung, Y.; Yoon, H.; Whitford, M.; and Chen, S. Y., 2007, Intervention to enhance skilled arm and hand movements after stroke: A feasibility study using a new virtual reality system, *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, Vol. 4, No. 21, 6pp.
- [19] Yavuzer, G., Senel, A., Atay, M. B., & Stam, H. J. (2008). "Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44 (3), 237-244.
- [20] 何正宇, 王志龍, 盧玉強, 孫淑芬, 張兆宏, 蔡欣宜, 2010, 以Wii™建構虛擬實境輔助慢性中風患者復健訓練, *台灣復健醫誌*, Vol.38, No.1, pp. 11-18.
- [21] 李昭蓉, 孫天龍, 2012, 探討在Kinect體感遊戲人形框參數設計對高齡者平衡控制表現之研究, 2012 工業工程學會年會暨學術研討會, 2012/12/15, 大葉大學, pp. J-51-58.
- [22] 邱馨慧, 蔡佳良, 2008, 園藝治療對老年慢性疾病患者的應用方式與成效, *中華體育季刊*, 第22卷, 第2期, 頁79-85
- [23] 康琳茹, 陳祐蘋, 宋文旭, 莊天佑, 李淑貞, 蔡美文, 2005, 虛擬實境對腦性麻痺兒童伸取行為之訓練療效: 個案報告, *物理治療*, Vol. 30, No. 6, pp. 339-347.

- [24] 陳宜佳, 2013, 香草園藝治療提高復健意願, retrieved on 2013/12/20,
<http://www.chinatimes.com/newspapers/20131016000572-260107>
- [25] 曾慈慧, 呂文賢, 何超然, 林國青, 2007, 園藝治療活動對護理之家失能長者治療效果之研究, 台灣園藝, 第53卷, 第3期, 頁345-360
- [26] 程憶儒, 孫天龍, 2012, 探討實際場景與Kinect體感運動遊戲之參數設計對上肢動作表現差異之研究, 2012 工業工程學會年會暨學術研討會, 2012/12/15, 大葉大學, pp. J-59-66.

一、參加會議經過

陳美香為職能治療學系副教授,幸獲科技部及學校補助教師出席國際會議之經費,於2015年7月26~30日赴美國拉斯維加斯,參加2015年應用人因工程會議(International conference on Applied Human Factors and Ergonomis),此研討會為國際性針對人因工程應用之大型會議,其會場為Caesars Palace。研討會主題:包括:Interaction & interface design & evaluation、interaction devices、User modeling and user focus、Usability and universal accessibility等研究議題。本人參與其中領域並以”Developing a digital game for domestic stroke patients’ upper extremity rehabilitation—design & usability assessment”為題,口頭報告方式發表論文,於會議中引起熱烈討論。

二、與會心得

此應用人因會議為國際性之盛會，覺得非常榮幸能參與此會議，瞭解世界各國對應用人機介面之努力及發展，透過研討會更可吸取他國之經驗。此次在研討會中參與了多場口頭報告會議，聆聽各領域專家學者研究成果，於會中吸收不少新知，使我獲益良多。除此之外，藉由國際會議與各界專家學者互相溝通，學習如何用英語清楚地表達研究成果，並了解對方的意見，提升國際學術交流的境界。參與此次會議，吸取許多寶貴的經驗，對本人將來在研究方向及論文寫作有很大的啟發。再者，在應用人因領域，亞洲其他國家如日本、韓國、澳洲及歐美先進各國應用科技相關研究所投入之努力，值得我們借鏡與學習。







6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the
Affiliated Conferences, AHFE 2015

Developing a digital game for stroke patients' upper extremity rehabilitation – design, usability and effectiveness assessment

Mei-Hsiang Chen^{a,*}, Lan-Ling Huang^b, Chao-Hua Wang^c

^a*School of Occupational Therapy, Chung Shan Medical University and Occupational therapy Room, No.110, Sec.1, Jianguo N. Rd., Taichung City 40201, Taiwan*

^b*Department of Art and Design, Tan Kah Kee College, Xiamen University, 363105, Zhangzhou Development Zone, P.R. China.*

^c*Department of Multimedia Design, National Taichung University of Science and Technology, No.129, Sec.3, Sanmin Rd, North Dist., Taichung City 404, Taiwan*

Abstract

The purpose of this study was to develop a digital game system for rehabilitation and to assess their feasibility, usability and effectiveness. A questionnaire was designed to evaluate the usability and feasibility associated with using this game. The results of this study can be summarized as follows: 1) the upper extremity rehabilitation gardening game (UERG game) is special designed for domestic stroke patients. 2) This UERG game uses Kinect's skeletal tracking features and motion sensor to interaction with patients. 3) design features are as following: game contents include three difficult levels according to different upper limb motor function recovery stages; to record user's motor performance; to provide feedback information (for example: to record the completed the task time and to detect whether the user has compensatory action, etc.). 4) A total of 10 patients to assess this set of games. The results showed that 90% of patients reported that using UERG game in treatment increased their treatment motivation.; 70% of them reported that this games is very interactive; 80% patients considered this game is conducive to recovery their upper extremity functions; 80% patients considered the feedback information provided help them to understand their performance in each session after training; 60% patients indicated the game interfaces were easy to operate and learning; 90% of patients reported that this game is enjoyment and satisfied with this game for rehabilitation. Overall, the UERG game is feasibility to use in rehabilitation.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of AHFE Conference

Keywords: Upper extremity rehabilitation; Stroke; Digital gaming design; Usability assessment

* Corresponding author. Tel.: +886-935-306-173
E-mail address: cmh@csmu.edu.tw

1. Introduction

Many daily living tasks are performed with the upper limbs. Upper limb motor deficit is one of the main symptoms of stroke patients, and up to 85% of stroke patients experience hemiparesis immediately after stroke [1]. Therefore, rehabilitation treatment of the upper limbs is very important for stroke patients.

Upper extremity rehabilitation equipment (UERE) is usually used for training the proximal upper extremity movement functions [2]. They are essential tools in the occupational therapy (OT) practice. Most existing clinical UERP provides no feedback to the patients in Taiwan. Patients may find that repeating the same activity can be boring and monotonous and thus develop a negative attitude toward the therapy process. In order to increase the mental satisfaction and physical vitality of rehabilitation therapy, some therapists have using off-the-shelf video game systems in rehabilitation. Digital games have been proven effective in upper extremity rehabilitation for stroke patients in addition to arousing higher motivation and feelings of pleasure. However, only a few OT departments in Taiwan's hospitals have tried to adopt digital games in their OT programs. The main reasons may be summarized as following: a) the devices are expensive; b) the gaming interfaces are not in Chinese, hence easily causing operation errors and inconveniences; c) the gaming interfaces are complicated for patients to independently operate the games without help from the therapists; d) the games contents are design for normal person to leisure, not for Stroke patient. Their individual strengths and weaknesses may affect treatment effectiveness and safety for the patient. Therefore, digital games for stroke patient must be designed with users in mind. Such products that truly fit the users can increase user acceptance [3].

It is desirable to domestically develop digital upper extremity rehabilitation games for the local hospitals as well as individual users. The purpose of this study was to develop a digital game system for rehabilitation and to assess their feasibility, usability and effectiveness. It is hoped that the results of this study could be used to improve existing UERE to meet the practical needs of practitioners providing treatment and quality care.

2. Methods

This study included four parts: 1) to conduct literature review and expert interviews to identify types of daily living activities that meet treatment purposes and then determine the priority of each task for patients' resumption to independent living; 2) to design a digital game for upper extremity rehabilitation, based on the selected daily living activities and the results of our previous research on improvement of game design; 3) a questionnaire was designed to evaluate the usability and feasibility associated with using this game. 4) to assess the effectiveness of UERG game. These parts were showed as follows.

2.1. Expert interviews to identify the game contents for rehabilitation

This part includes two items to identify the game contents for rehabilitation: 1) to interview the clinical occupational therapists, and 2) to reference previous research results.

Three clinical occupational therapists were interviewed. They proposed two most important suggestions for the system design: 1) Reaching-to-Grasp is one of the most important daily living activities. Also, note that, when patients do Reaching-to-Grasp activity, the compensatory movements easily occurred. Therefore, therapists suggested that an attention function of the Compensatory Movements design is needed in the digital gaming design for rehabilitation. 2) Rehabilitation-based game contents (such as usage situation and tasks) should conform to the actual task in life. It would make patients more familiar with the task of daily life.

Our previous study was to survey the therapeutic effectiveness, usage problems and needs of the commercial digital videogames (Wii and XaviX) applied in rehabilitation, then summarize a guideline for improvement design of the digital UERP. Design guidelines can be synthesized as follows, where items a to d are about software design, and items e to i about hardware (Chen et al., 2014): (a) To increase the response time of the games. (b) To increase difficulty levels of the games in order to better suit the various patients with different abilities of upper extremity functions. (c) To expand the sensor's sensing scope. (d) To be able to record movement data, such as: reaction time, operating time. (e) To improve the ways to fix the controller on the user's hand. (f) To fit the controllers size for different hand dimensions of the patients. (g) To provide better correspondence between the game and real-life

movements. (h) To provide controllers for body control training, such as chest strap and belt. (i) To simplify the controller's operation. A systematic design process was then followed to create the digital UERP.

Considering these interviewed results and authors previous research results, we proposed a set of digital gaming.

2.2. A digital game design for upper extremity rehabilitation

According to the foregoing results, a digital game system for upper extremity rehabilitation was designed. It is especially designed for the patients with upper limb defect. In order to make the system context meet with the actual task in life, this study references some studies [4, 5, 6] and clinical occupational therapists reported apply gardening tasks in rehabilitation can stable mood, establish self-confidence, and increase patients' therapy motivation. Therefore, this game system design was named as 'upper extremity rehabilitation gardening game (UERG game).'

UERG game is designed to use Kinect's motion sensors and skeletal tracking function, and to combine with the gardening activities (Fig. 1.a). Functions and contents of this system has been repeatedly discussed and revised with occupational therapy experts, digital media experts and product design experts. The design characteristics are described as following:

(1) Three difficulty levels of the games (Fig. 1.b): easy, medium, and difficult.

In easy level, the game includes three tasks: to dial the soil (Fig. 2. a), to pick up the seeds to sow, and to water the potting. These tasks are main training patient (Brunnstrom recovery stages of upper extremity in III-IV stages) [7] to do reaching-to-grasp activity and expend forward movement. When patients operate smoothly and the posture correct, the seed would grow into seedlings in fresh green (this color means the seed is healthy growing). On the contrary, if the user's operation is on and off, or the posture not correct (e.g. the Compensatory Movements occur or body barycenter offset), the color of the seedlings will present in tan (this color refers to the seedling is not healthy).

For medium level, the game includes three tasks: weeding (Fig. 2. b), de-insectization, and photosynthesis. These tasks are main training patient (Brunnstrom recovery stages of upper extremity in IV-V stages) to do reaching-to-grasp activity, expend forward movement, abduction movement and adduction movement. The seedlings color also the same the foregoing situation.

For difficulty level, the game includes three tasks: to block the wind for little tree, to block the lightening, and receive sunlight (Fig. 3. a). These tasks are main training patient (Brunnstrom recovery stages of upper extremity in V-VI stages) to do compositionality movement, fine movement, balance and coordination movement by both hands. The little tree color also the same the foregoing situation.

(2) Navigation function: In order to avoid the patients get lost in the process of operating, this system provides navigation function to guide patients operating menu and each task. At the login screen (Fig. 3. b), patient can chose the voice guider speaks in Chinese or Taiwanese. Before task execution, patients could watch animation with 3D virtual character to understand how to operate the task (Fig. 4. a).

(3) Feedback: to present operating time in one task, encourages slogans (Fig. 4. b) and the Compensatory Movement warnings (Fig. 5. a). Patients are asked to correct his/her posture, when the graphic warnings appear in screen. Once the posture is corrected, the graphic warnings will clear off, then the game starts.

(4) Recording movement data (Fig. 5. b): a single action of moving speed, spend time in complete one task, the time and date of user login the game, posture error times (e.g. the Compensatory Movements or body barycenter offset), and moving track of the each action. These data would help patients and therapists to know recovery progress situation in each therapy session.



Fig. 1. (a) Usage situation; (b) Three difficulty levels of the games.



Fig. 2. (a) Easy level: to dial the soil; (b) Medium level: weeding.



Fig. 3. (a) Difficulty level: receive sunlight; (b) The login screen



Fig. 4. (a) Navigation; (b) encourage slogans-good job!



Fig. 5. (a) the Compensatory Movement warnings; (b) recording movement data.

2.3. The usability and feasibility assessment

In order to confirm whether the UERG game design is feasible used in clinical, we applied participatory design in this part. The occupational therapists and Stroke patients were invited to actual use this system, and proposed their suggestions. The stroke patients were asked to complete a total of 5 training sessions in 2 weeks, scheduled at three 20-minute sessions per week (excluding set-up time). After 5 training sessions, each patient also completed the questionnaire.

Stroke patients were recruited from an outpatient occupational therapy department of ChungShanMedicalUniversityHospital in Taiwan. Inclusion criteria were as follows: (a) hemiparesis with upper extremity dysfunction following a single unilateral stroke, (b) a history of first-time stroke (3-24 months post stroke), (c) a need for upper extremity rehabilitation to levels of Brunnstromrecovery stages III to V, (d) ability to communicate, and to understand and follow instructions, and e) ability to maintain sitting and standing balance unsupported for two minutes under supervision (score ≥ 3 on the Berg Balance Scale). Exclusion criteria were as follows: (a) engagement in any other rehabilitation studies during the study and (b) serious aphasia or cognitive impairment. Each patient gave informed consent. This study was approved by the Human Research Ethics Board of a local hospital.

A questionnaire is designed based on the technology acceptance model (TAM) multi-item and related literature [8, 9]. The Technology Acceptance Model is an information systems theory that models how users come to accept and use a technology. This questionnaire contains two parts: 1) The characteristics of stroke patients, and 2) the TAM included five major variables, such as Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, Attitude toward using, attitude to use, and perceived usefulness. According to these factors and the game features, the questionnaire was completed. Each item was listed on a 7-point Likert-type scale with 1 signifying "strongly disagree" and 7 being "strongly agree". For the occupational therapists, they were invited to use the UERG game and propose suggestions.

In order to confirm whether the UERG game design is feasible used in clinical, we applied participatory design in this part. The occupational therapists and Stroke patients were invited to actual use this system, and proposed their suggestions. The stroke patients were asked to complete a total of 5 training sessions in 2 weeks, scheduled at three 20-minute sessions per week (excluding set-up time). After 5 training sessions, each patient also completed the questionnaire.

2.4. The effectiveness of UERG game

Extra recruited stroke patients from an outpatient occupational therapy department of Chung Shan Medical University Hospital in Taiwan. Inclusion criteria and Exclusion criteria were the same above.

This study was a single-blind clinical trial and used a pretest–posttest control group design. First, clinical therapists reviewed their patients with the inclusion criteria and asked about their willingness to participate in this trial. Subjects who accepted were asked to sign an informed consent form. The two assessors were blinded to the group assignment. The functional ability of each subject's affected upper extremity was assessed by one of the

assessors in two stages: (1) prior to the interventions, and (2) immediately after completing all the training sessions. All subjects were asked to complete a total of 24 training sessions over eight weeks, scheduled at three 30-minute sessions per week (excluding set-up time). In addition to the training sessions in this study, all subjects also received at least one hour of occupational therapy and physical therapy, respectively.

The Fugl-Meyer Assessment of motor function (FMA) [10], Box and Block Test of Manual Dexterity (BBT) [11], and Functional Independence Measure (FIM) [12] was used at baseline and post-intervention.

3. Data analyses

All data were analyzed with SPSS for Windows version 13.0. The characteristics of the stroke patients were analyzed with descriptive statistics. The Wilcoxon signed ranks analysis was used for within-group analyses. The mean and standard deviation were calculated for each question on the questionnaire.

4. Results

4.1. The results of the usability and feasibility assessment

A total of ten stroke patients were recruited, four males and six females, with an average age of 52.9 years (SD: 14.7). For their upper extremity levels of Brunnstrom recovery stages (proximal), five patients were in IV stage, and five patients in V stage. For their upper extremity levels of Brunnstrom recovery stages (distal), two patients in III stage, three patients in IV, and five patients in V stage. All subjects were never use digital games for upper limb rehabilitation.

Stroke patients agreed the game is feasible and acceptable (mean 5.4). 90% of patients reported that using UERG game in treatment increased their treatment motivation (mean 5.3); 70% of patients reported that this game has high interactivity, they still want to use it in their rehabilitation (5.7); 80% of patients considered that UERG game is conducive to recovery their upper extremity functions (mean 5.0); 80% of patients considered that the recorded movement data can help to understand their performance of each session after training (mean 5.0); 60% of patients indicated that the interfaces were easy to operate and learning (mean 5.1); 90% of patients reported that this game is enjoyment and satisfied with this game for rehabilitation, and are willing to continue to use (mean 5.6). Overall, stroke patients showed positive attitudes toward the UERG game in rehabilitation.

Three clinical occupational therapists proposed two suggestions as following: 1) The Compensatory Movement warnings is too sensitive to break off the game. They suggest that the motion sensor sitting should expand the area. 2) For the game's induction system, it is suggested that adjust the sensor high sensitivity and synchronization of action.

4.2. The results of the effectiveness assessment

A total of six post-stroke patients were recruited from the Occupational Therapy Department of Chung Shan Medical University Hospital from October 2014 to February 2015. The characteristics of the patients are shown in Table 1. The results showed significant improvements in upper extremity function (Table 1) on FMA.

Table 1. The characteristics and Outcome measures of stroke patients

Outcome measures	Pre-test, mean (SD)	Post-test, mean (SD)	p-value
Characteristics			
Gender, male/female (n)	2/4		
Age in years (mean, SD)	68.5 (14.6)		
Time from stroke, months (mean, SD)	14.7 (7.6)		
Paretic side, left/right (n)	3/3		
FMA (Fugl-Meyer Assessment of motor function)	53.3 (10.7)	62.7 (5.5)	0.016*
BBT (Box and Block Test of Manual Dexterity)	30.5 (12.1)	36.5 (16.1)	0.151
FIM (Functional Independence Measure)	111.8 (10.7)	117.8 (6.6)	0.267

*Significant at ≤ 0.05 level.

5. Conclusion

This study develops an upper extremity rehabilitation gardening game and to assess their feasibility. The results of this study can be summarized as follows: 1) the UERG game is specially designed for patients with upper limb deficits. 2) This UERG game uses Kinect's skeletal tracking features and motion sensor to interact with patients. 3) design features of UERG game include the following: game contents include three difficult levels according to different upper limb motor function recovery stages; to record user's motor performance; to provide feedback information (for example: to record the completed task time and to detect whether the user has compensatory action, etc.). 4) A total of 10 patients assessed this set of games. The results showed that 90% of patients reported that using UERG game in treatment increased their treatment motivation.; 70% of patients reported that this game is more interactive, they still want to use it in their rehabilitation; 80% of patients considered that this game is conducive to recovering their upper extremity functions; 80% of patients considered that the feedback information provided can help to understand their performance of each session after training; 60% of patients indicate that the game interfaces were easy to operate and learn; 90% of patients reported that this game is enjoyable and satisfied with this game for rehabilitation, and are willing to continue to use. For the effectiveness assessment, the result showed significant improvements in upper extremity function on FMA. Overall, the UERG game is feasible to use in rehabilitation. The results of this study could be used to improve existing UERG to meet the practical needs of practitioners providing treatment and quality care.

Based on the results of the study, the authors provide suggestions (i.e. recruiting from more sources and increasing sample sizes) for a larger study to develop further support for the increases in effectiveness.

Acknowledgements

This study is supported by the the Ministry of Science and Technology with grant No: MOST 103-2221-E-040 -009.

References

- [1] G. Saposnik, R. Teasell, M. Mamdani, J. Hall, W. McLroy, D. Cheung. Effectiveness of Virtual Reality Using Wii Gaming Technology in Stroke Rehabilitation: A Pilot Randomized Clinical Trial and Proof of Principle. *Stroke*. 2010, 41; 1477-1484.
- [2] M. H. Chen, L. L. Huang, C. F. Lee. Usability Evaluation of Digital Games for Stroke Rehabilitation in Taiwan. 2014, in Proc. IARIA 2014; 371-376.
- [3] K. Jacobs. *Ergonomics for therapists* (3rd ed). 2008, Mosby Elsevier, Louis, Missouri 63146.
- [4] P. D. Relf. The therapeutic values of plants, *Pediatric Rehabilitation*. 2005, 8(3); 235-237.
- [5] P. D. Relf. Horticulture: A therapeutic tool, *Journal of Rehabilitation*. 1973, 39(1); 27-29.
- [6] J. Sanford, J. Moreland, R. Swanson, P. Stratford, C. Gowland. Reliability of the Fugl-Meyer Assessment for Testing Motor Performance in Patients Following Stroke, *Physical Therapy*. 1993, 73(7); 447-454.
- [7] K. A. Sawner, J. M. LaVigne. *Brunstrom's Movement Therapy in Hemiplegia: A Neurophysiological Approach* (2nd Ed.), 1992, J. B. Lippincott Company, New York: Philadelphia.
- [8] F. D. Davis. A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results. 1986, in: Sloan School of Management. MIT. Cambridge. MA.
- [9] T. H. Tsai, H. T. Chang, Y. M. Chang, G. S. Sharetouch: A system to enrich social network experiences for the elderly, *The Journal of Systems and Software*. 2012, 85(6); 1363-1369.
- [10] A. R. Fugl-Meyer, L. Jaasko, I. Leyman, et al. The poststroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med*. 1975, 7; 13-31.
- [11] V. Mathiowetz, G. Volland, N. Kashman, et al. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *Am J Occupat Ther*. 1985, 39; 386-391.
- [12] C. Granger, B. Hamilton, J. Linacre, et al. Performance profiles of the Functional Independence Measure. *Am J Phys Med Rehabil*. 1993, 72; 84-89.

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2015/08/26

科技部補助計畫	計畫名稱: 國內研發之上肢復健數位遊戲軟體 - 療效, 使用性及滿意度評估 (II)
	計畫主持人: 陳美香
	計畫編號: 103-2221-E-040-009- 學門領域: 人因工程與工業設計
無研發成果推廣資料	

103年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：陳美香		計畫編號：103-2221-E-040-009-				計畫名稱：國內研發之上肢復健數位遊戲軟體－療效，使用性及滿意度評估（II）	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明： 如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	0	100%		
		研討會論文	0	2	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	0	100%	人次	
		博士生	1	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
其他成果 （無法以量化表達之 成果如辦理學術活動 、獲得獎項、重要國 際合作、研究成果國 際影響力及其他協助 產業技術發展之具體 效益事項等，請以文 字敘述填列。）		無					

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以100字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）