

虛擬實境遊戲之復健系統研究

葉士青 黃子權 劉文港
中央大學資訊工程學系 中央大學資訊工程學系 中央大學資訊工程學系
助理教授 博士生 博士生
shihchiy@csie.ncu.edu.tw ladioussuapp@gmail.com djkong123@yahoo.com.tw

摘要

因應新世代的科技導入復健醫療，目前迫切需要新的方法，以及有效的管理方式，針對復健醫療，我們發展虛擬環境遊戲的訓練，環境主要整合聲音、影像、主動觸覺等相關資訊，復健系統主要由兩個子系統組成：動作復健系統和通訊系統，經由一個飛機模擬飛行任務，透過病人端的操控及不斷練習，以達到對於手臂旋前/旋後動作技能的復健，研究使用社會心理學變項來評估人機互動的過程，在使用這套復健系統後，負向的感覺顯著降低(混淆感, $t(13)=2.54, p<.05$, 憂慮感 $t(13)=2.58, p<.05$, 壓力感, $t(13)=2, p<.1$)。整體滿意度病人與治療師合作的感覺呈正相關 ($r(8)=0.770, p<.05$)。運用此一復健系統個案在進行復健療程前的主動情緒，與復健療程後持續參與治療是呈現正相關 ($r(14)=0.699, p<.05$)，研究表示復健明顯的改善中風個案的心理狀態。

關鍵詞：復健、虛擬實境、人機互動。

1. 前言

實驗室與南加大合作之大型跨學科研究團隊，多年來致力於一系列虛擬實境遊戲開發，對於中風後動作功能復健相關研究有：1.創造復健運動場景，最大化具有皮質重組意含的治療性動作 2.促進個案使用遊戲的特色，例如獎勵、競爭、持續訓練 3.提供即時的資訊回饋 4.提供重復量數的數據設計，讓結果有助於真實世界的功能，這方面的一些成果已經發表於這些刊物[1-9]，我們也擴展我們的研究範圍，進一步延伸這項研究到個案中，病患與治療師分屬在不同的地點環境探討[10]。

因應新世代的科技導入復健醫療，目前迫切需要新的方法，以及有效的管理方式，如何降低病患及看護者的往返負擔，改善傳統中風復健方法，普遍的易於部署技術應用，這對於個人臨床護理是一個經濟有效的選擇。針對復健醫療，我們發展虛擬環境遊戲的訓練，環境主要整合聲音、影像、主動觸覺等相關資訊，以多種形式的資料流同步表現，例如依照治療時段分別提取儲存個案資料[10]。我們的目的主要在於：1.評估不同遞送模式對於復健有效性的影響 2.記錄個案運動參數各種低價位的輸入設定可用性 3.復健計劃對於個案功能恢復、運動軌跡、皮質重組的影響 4.復健個案對於家庭、科技接受度、照顧負擔的影響。

2. 文獻探討

許多研究已經測試了虛擬實境系統對於傳統的臨床病人，在腦中風患者復健各方面的表現上相比，能有效改善中風所引起的肢體運動障礙。在傳統虛擬復健系統要數位化它的有效性是很困難的，因為使用於臨床試驗的介質和環境往往都不同。然而，虛擬實境施行於慢性中風個案的改善照護，與沒有治療或是各種中風狀態的個案，相關復健稍作改變的常規治療形成對比[11-13]。

學者 Gövercin, M.於 1965 年至 2008 年間，所發表的 41 篇虛擬實境復健文獻中，有 32 篇提出了正向或至少類似的效應，在虛擬實境對中風引起的上肢肌肉骨骼問題，大多數研究採用的標準主要在感覺動作測驗，特定關結活動的相關測試成效，在虛擬實境復健系統實現，如傅格梅爾測試或箱子和積木測驗 (Box and Blocks

Test, BBT), 復健研究所引用明確且標準化的結果, 指出在處理運動障礙進展, 可能要依靠遠端遞送的治療方案處理[14-16]。此研究敘述電視遊樂器般的虛擬實境環境中, 對於多種手腕及手臂的動作訓練, 如何影響個案的心理狀態, 以及感覺正與治療師一起進行復健, 如同一般的傳統治療一樣, 以先導性臨床試驗設計對應個案的情緒變化, 模擬手腕與手臂移動練習的動機水準(需要較高的認知技巧與注意力), 綜合滿足病人的幸福感和不同的心理狀態, 例如動機、毅力、合作意識等的重要關鍵因素, 會造成復健運動的目標時間長短不一。

以一個先導性臨床試驗來說, 調查使用復健系統的治療師, 與個案一些影響滿意度的因子, 利用遊戲對情緒狀態進行復健, 會影響持續治療的意願情形, 目前主要有爭議的是用於動作復健的遊戲, 或類似運動的遊戲, 遊戲本身可能有足夠的樂趣促進個案持續訓練, 而其他少參與的個案, 會導致整個療程關切注意大量減少。Klimmt and Hartmann 學者指出一些考量遊戲性的機制: 遊戲玩家享受成就感, 而成就感來自遊戲世界中, 輸入資訊便有所改變的主要關係者, 特別是當成功地克服遊戲中的挑戰, 在虛擬環境中設計玩家所選擇進行的遊戲, 經由存在感探討玩家, 當發覺遊戲的物理地點已經消失, 一種“我在這”的感覺, 可能會影響興致[17]。

在復健過程中, 合作感是一個重要的關鍵重點, 良好的設計將需要參與的玩家彼此感覺, 如同在一起般的互相了解、回應、共同合作。在個案與治療師在一起的情況下, 系統要求不設限在同一地點, 數據採集是可用於創建和維護的共享方向。根據上述情況, 我們期望復健經驗將創造高昂的情緒狀態, 並在病人和治療師彼此之間互動, 講究合作感的存在意義, 病人將滿意的進行遠程復健系統, 以及持續治療意願, 研究提出下列假設:

假設 1: 個案進行復健遊戲後: 負面情緒、迷惑感、憂鬱感、壓力感, 平均分數會較遊戲前低。

假設 2: 個案使用健康系統的遊戲過程中, 總體滿意度與治療師存在的程度呈正相關。

假設 3: 個案在遊戲前的積極情緒, 遊戲後將表示持續治療的意願呈正相關, 並增加日間治療計劃時間, 即使很疲累。

3. 方法

研究在南加州大學機構審查委員會獲得批准, 提供了一份描述實驗目的書面說明給所有參與者, 並取得參與者的要求同意, 病人及治療師都是招募的對象, 收案標準為中風後上肢協調受損、創傷性腦傷、脊髓損傷、截肢個案的志願者。排案標準為感覺、認知、語言上的障礙, 這些障礙會使他們難以使用電腦介面、遵行實驗口令、完成問卷、口頭答覆的英語面試, 符合計劃標準的治療師, 是目前執業中的職能治療師或是物理治療師。

3.1 實驗架構

復健系統主要由兩個子系統組成: 動作復健系統和通訊系統, 經由一個飛機模擬飛行任務, 透過病人端的操控及不斷練習, 以達到對於手臂旋前/旋後動作技能的復健, 遊戲難易度級別和進展情況都可以進行調整監測, 配對的治療師與病人分屬於不同的兩個房間, 第三個房間用於行政業務和問卷調查, 房間的每一個門, 都是處於關閉狀態, 在問卷調查和電腦遊戲期間, 與實驗無關的人員不會干擾實驗進行。

我們對參與實驗者會解釋實驗行程, 解答問題疑惑, 讓個案知情後取得同意進行實驗, 並且會提供給治療師一份復健的指令手冊, 其中包括治療病人任務進行的腳本, 參與者在房間的溝通將全由網路連結負責, 在任何時候我們都能夠透過網路處理技術問題, 例如協助病人操作設備。治療師的作用是引導病人經由設定完成的系統, 讓參與者通過提供上肢運動復健的電腦遊戲。在完成復健後, 我們會要求病人和治療師填寫一份問卷, 回答一系列開放式和封閉式等可用性的問題, 以及是否持

續訓練意願的後測問卷。

3.2 動作復健系統-飛機飛行任務

任務的目的是為施行手腕內旋/外旋，在虛擬環境中有一架飛機以恆速向前飛行，受測者透過手腕的內旋或外旋，控制飛機的上下左右及旋轉，以穿過序列不同角度的空心方型障礙物，操縱飛機穿越障礙物並避免撞擊，系統使用「全方位觸覺裝置」與虛擬環境進行互動(圖 1)，全方位觸覺裝置主要提供力回饋功能，會讓操作人員感受到飛機撞擊方型的障礙物，為了讓參與者能夠一再挑戰目前動作能力的限度，系統有提供參數調整，可以組合形成不同的等級難度測試。矩形障礙的大小(寬度和高度)參數，決定運動如何精確穩定的在適當位置，以及是否有碰撞到護欄，越小障礙所形成的通道，就越需要更精準穩定的手腕運動(圖 2)。

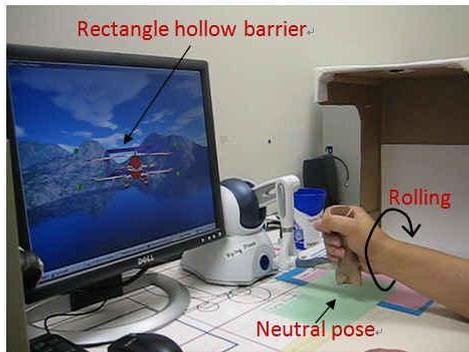


圖 1 全方位觸覺裝置

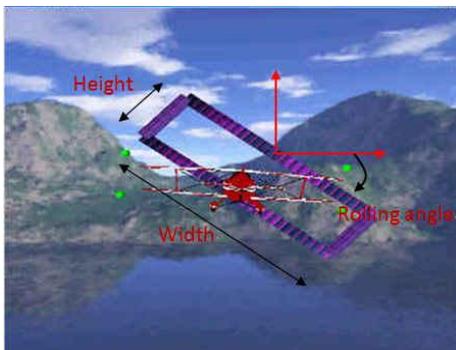


圖 2 不同難度設定

障礙物滾動角被設置為手腕置於自然姿勢下的轉動偏移量，障礙物擺設的滾角

越大，手腕也需要越大的轉動，飛機移動的速度參數，會決定個案操作的飛機，多快會接近下一個框型障礙物，較高移動速度的飛機，將使得個案只有較短的時間必須作出反應。以上敘述幾個參數綜合，利用量測參與者的表現，定義穿越障礙物的成功比例，為穿越障礙物的成功次數除以總測試次數，評分表會進一步的定義每種難度穿越率的總和，而權重則依難度而定，越高的分數代表較佳的表現。

在復健進行中，我們可以依據病患手部的動作時間，彙整施力角度與方向，藉以瞭解復健過程中，實驗數據的正確性，以及是否要調整關卡參數(圖 3)。

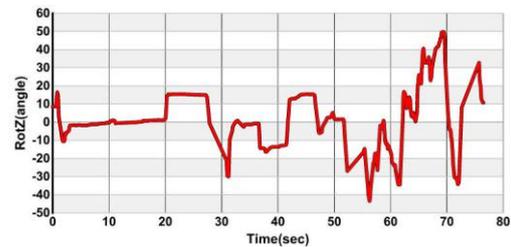


圖 3 彙整病患手部整個動作狀況

例如設定 FP1、FP2、FP3 三個關卡，分別代表了難度分級，由簡單到困難，計算了病患在各關卡成功與失敗的次數，可以讓我們知道遊戲過程中，病患復健是否有好轉的跡象(圖 4)。

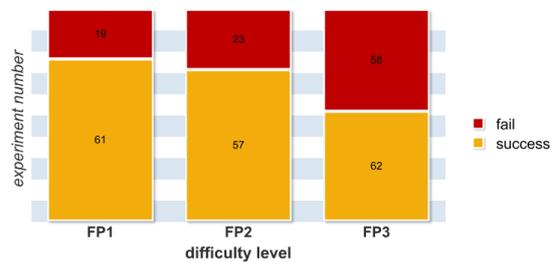


圖 4 病患在各關卡成功與失敗的次數

針對各關卡各目標角度，可以統計病患的失敗次數，讓醫師瞭解病患在復健過程中，手部轉動在某一特定角度是否較有障礙，以加強病患容易失敗的角度來進行復健訓練(圖 5、6、7、8)。

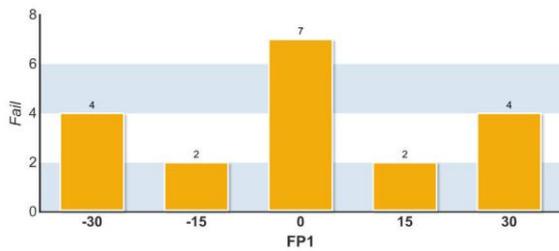


圖 5 依據 FP1 Target Angle 計算失敗次數

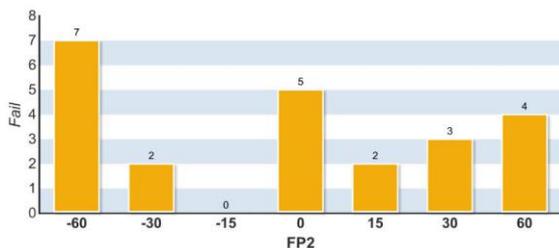


圖 6 依據 FP2 Target Angle 計算失敗次數

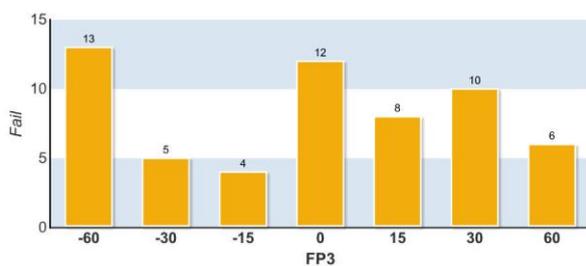


圖 7 依據 FP3 Target Angle 計算失敗次數

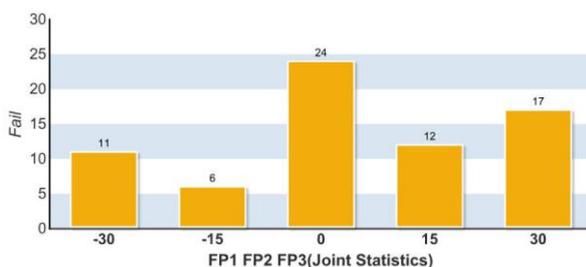


圖 8 依據 FP1 FP2 FP3 共同 Target Angle 計算失敗次數

3.3 數據量測

從病人收集的數據包括人口學和電腦使用問卷，情緒以 POMS-A (Profile of Mood States-Adolescents, Brunel Mood Scale) 來測量：復健存在經驗、持續治療意願、復健可用性問卷，實驗者對治療師實施人口學和使用電腦問卷，存在測量和可用性

的問卷調查，綜合三種情緒項目指數：(1) 負 (2) 混亂和 (3) 積極的情緒，以配合抑鬱症的測量，得出有關 POMS 心境狀態圖的項目。

評價創建來自負面情緒 11 項，選擇了其中 5 項進行量測 (Chronbach $\alpha=0.953$)，11 項包括以下個人情緒評估：感覺沮喪、煩躁、疲憊、痛苦、不開心、焦慮、擔心、痛苦、憤怒、疲倦、壞脾氣，混亂是從 POMS-A 下四個項目相結合：感到迷惑、混合、昏昏欲睡、不確定 (Chronbach $\alpha=0.819$)，評估積極情緒指數由以下四個項目組成：感覺活潑、精力充沛、活躍、警醒 (Chronbach $\alpha=0.952$)。對病人而言，復健系統的可用性指數，由 37 項 7 分量表 (7-point scale) 組成：復健系統易於使用、使用這個系統感覺舒服、操作指令讓我完成任務、使用視訊會議學會了迅速動作、總體來說我很滿意運動所花費的時間 (Chronbach $\alpha=0.917$)。

對治療師而言，復健的可用性是由 26 項 7 分量表組成：我滿意回饋系統、回饋視窗很容易讓我看到病人表現的變化、我會建議復健系統給其他人、總體來說，我的印象是復健系統將幫助病人照護、總體來說，治療的範圍在我印象，復健系統將增加病人臨床的可及性 (Chronbach $\alpha=0.909$)。持續治療的意願是衡量兩個 7 分量表的項目：我相信我能做到每天排定的治療、再累我也可能感覺，我相信我可以做治療。

病人在復健環境存在感的評量，有五項 7 分量表：我覺得我與治療師在一起、有好幾次我覺得治療師與我在同一個房間、我覺得治療師和我合作很好、我覺得練習使用復健系統，與治療師面對面是一樣的工作、我覺得有另外一個人和我一起練習 (Chronbach $\alpha=0.815$)。相同地對於治療師也同樣量測存在感，五項 7 分量表：你有一種與病人共處的感覺，如果有的話，到什麼程度、到什麼程度是你和病人中在課程中和諧的練習、總體來說，你有一種與一個人交往的感覺，有多少比例 (Chronbach $\alpha=0.882$)。

3.4 數據結果

配對 t 檢定，以評估病人進行復健遊戲後是否減輕負面情緒，社會心理因素評估顯示，遊戲後負面情緒明顯減少，迷惑感平均得分從遊戲前（平均= 6.58，標準差= 3.07），到遊戲後（平均= 4.50，標準差= 0.76）的得分明顯降低 $T(13) = 2.54$ ， p 值 $< .05$ （所有的樣本為 14 人）。參與遊戲者報告遊戲後（平均=5.17，標準差= 1.49），比遊戲前玩（平均=6.67，標準差=3.15）感覺沮喪較少， $T(13) = 2.58$ ， p 值 $< .05$ 。遊戲後緊張感覺平均得分也顯著降低，玩遊戲（平均= 6.00，標準差=2.08），比以前（平均=7.08，標準差=3.00）和 $T(13) = 2$ ， $p < .1$ 。總體來說，遊戲後我們發現，參與者感到困惑少，不再憂鬱且輕鬆玩遊戲，支持假設 1。

病人使用復健系統整體滿意度的相關係數計算，與遊戲中治療師之間存在合作程度的關係，結果顯示，參與者的整體滿意度，和治療師感覺存在的相關性，有統計學上顯著的意義， $r(8) = 0.770$ ， $p < .05$ ， $n=8$ 。總體而言，患者評價復健系統令人滿意且更加有用時，其治療師在遊戲中更容易感到更高的共存感，反之亦然，支持假設 2。

實驗前的積極情緒，病患參加復健遊戲後持續治療的意願呈正相關（ $r(14) = 0.699$ ， p 值 $< .005$ ， $N=14$ ）。如果患者記錄說他們感到有興趣，他們往往傾向在遊戲後，願意繼續使用復健的治療經驗。配對 t 檢定比較了測試前和測試後，病人持續治療意願的分數，結果數據並沒有支持假設 3。患者報告說他們在復健遊戲後，明顯感覺不能負荷日常治療方案， $t(5) = 2.71$ ， p 值 $< .05$ （測試前平均值=6.83，標準差=0.41，測試後平均值= 6，標準差=0.63），在整體復健遊戲之後與遊戲之前相比，他們明顯感覺無力持續治療， $t(5) = 2.67$ ， p 值 $< .05$ ， $N=6$ （測試前平均值=6.16，標準差=0.75，測試後平均值=5.35，標準差=0.50），結果顯示病患在日常持續復健的情形，在參與復建後，對持續治療感到較無興趣。

4. 討論

虛擬實境遊戲復健平台功能的優點，在促進中風病人的治療性運動後，與大腦皮質重組和恢復上肢功能。這一系列發現表明了，復健運動使用電視遊戲中即時獎賞和鼓勵的特色，能夠積極地影響病人心理情緒狀態的障礙，如肢體殘疾和中風造成的智力障礙，腦中風後的患者，憂鬱焦慮伴隨是普遍存在的狀況[18-20]。

在神經心理學上的研究亦有表示，中風後的消極負面情緒常影響運動，會減少認知和智力的恢復，如缺乏動機參與治療，將造成復甦進展緩慢，待在醫院的時間變長，從事休閒活動變少，以及較低的存活率[19, 21-24]，參與復健過程經驗的治療師，應與在病患旁的臨床治療品質相比較[25]，例如空間共處、互相理解、情感親近，在虛擬環境創造更好的共存感，是極為重要的關鍵[26]。

病人在預先測試動機會感到積極，在遊戲後似乎有增加持續治療的動機，許多研究都陳述了較低的健康功效，以及缺乏動機將造成健康結果的差異[27]，但是並沒有廣泛的調查，在虛擬復健設備中，刺激的程度和高昂的情緒，是否與患者持續治療的意願有著關連性，這一結果證實了前面提到的情緒狀態之間關係，潛在影響的有效性復健，發現表明缺乏動機和負面的情緒，可能與在虛擬復健訓練，未能適應運動處方有關。

5. 結論

研究假設了患者在參與復健遊戲後，會增加持續治療的意願。然而，患者在進行復健後明顯感覺較低的意願，堅持他們的日常傳統治療，參與後引起的疲勞，會降低持續治療的意願，從最初的復健訓練分析，似乎對病人的毅力和動機水準有負面影響，但是當考慮個案的情緒基準時，趨勢會逆轉。

瞭解在較少正面與消極負面情緒會影響中風復原進度，目前重要的是如何解決

在復健系統中，提高患者的興趣和幸福
感，共存感也會影響病人完成任務與否，
因此建立了這項先導性臨床試驗，檢驗治
療師和中風患者之間，是否能有效地改善
心理狀態和持續訓練的意願，顯示復健遊
戲對運動功能缺陷恢復，確實能有效的產
生心理增強和共存感，在復健遊戲進行
前，一些不斷變化的情緒條件，與心理狀
態密切相關，治療師的感受以及病人操
作復健系統的整體滿意度，會影響病人消
極情緒狀態，在完成虛擬復健任務後，顯
著降低了三個方面的負面情緒：混亂、抑
鬱緊張、心理社會因素。

透過建置的復健平台系統設計，治療
師和參與者在復健遊戲中，感覺有較高
的共存感以及整體滿意度，治療師感到
沉浸在復健經驗，與在場的病人一同參
與，病人對於復健的接受度及正面評價
增加，治療師可以仔細評估病人的運
動過程，例如進步情形、情緒狀態、操
作困難度、對映的遊戲節奏感，讓患者
和治療師能夠彼此溝通瞭解，電腦科
技的進步造就復健平台，實現了一個治
療師與病患共處的環境，病人與治療
師若有著良好的合作感覺，相信定能讓
復健過程，由枯燥轉變成為愉悅，本研
究盼能對復健過程作出貢獻。

參考文獻

- [1]Jung, Y.,Yeh, S., McLaughlin, M., Rizzo, A., & Winstein, C. (2009). Three-dimensional game environments for recovery from stroke. In U. Ritterfeld, M. Cody, & P. Vorderer (Eds.), *Serious Games: Mechanisms and Effects*. Routledge.
- [2]McLaughlin, M. L. (2005). Simulating the sense of touch in virtual environments: Applications in the health sciences. In P. Messaris and L. Humphreys (Eds.), *Digital Media: Transformations in Human Communication*. Peter Lang Publishers.
- [3]Yeh, S-C., Stewart, J., McLaughlin, M., Parsons, T., Winstein, C., & Rizzo, A. (2007). Evaluation approach for post-stroke rehabilitation via virtual reality aided motor training. In *Lecture Notes in Computer Science: Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers* (378-387). Springer: Berlin/Heidelberg.
- [4]Yeh, S-C., Rizzo, A., McLaughlin, M. L., & Parsons, T. (2007). VR enhanced upper extremity motor training for post-stroke rehabilitation: task design, clinical experiment and visualization on performance and progress. *Studies in Health Technologies and Informatics*, 125, 506-511
- [5]Stewart, J. C., Yeh, S., Jung, Y., Yoon, H., Whitford, M., Chen, S., Li, L., McLaughlin, M., Rizzo, A., & Winstein, C. (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*, 4, 21 doi:10.1186/1743-0003-4-21.
- [6]Yeh, S-C, Parsons, TD, McLaughlin, M, Rizzo, AA. (2007). Virtual Reality Upper Extremity Motor Training for Post-Stroke Rehabilitation. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13, Supplement S1, 58 (Abstract).
- [7]Shahabi, C., Marsh, T., Yang, K., Yoon, H., Rizzo, A., Mun, M., & McLaughlin, M. (2007). Four case studies in immersidata analysis. *IEEE Computer*, 40 (7), 45-52.
- [8]Shih-Ching Yeh, Albert Rizzo, Margaret McLaughlin and Thomas Parsons (2007). VR Enhanced Upper Extremity Motor Training for Post-Stroke Rehabilitation: Task Design, Clinical Experiment and Visualization on Performance and Progress. In J.D. Westwood, R.S. Haluck, H.M. Hoffman, G.T. Mogel, R. Phillips, R.A. Robb and K.G. Vosburgh (Eds.), *Medicine Meets Virtual Reality 15: In vivo, in vitro, in silico: Designing the Next in Medicine*, *Studies in Health Technology and Informatics*, Amsterdam: IOS Press.
- [9]Yeh, S., Rizzo, A., Zhu, W., Stewart, J., McLaughlin, M., Cohen, I., Jung, Y., & Peng, W. (2006). An Integrated System:

- Virtual Reality, Haptics and Modern Sensing Technique (VHS) for Post-Stroke Rehabilitation. Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology.
- [10] McLaughlin, M., Zimmermann, R., Liu, L., Jung, Y., Peng, W., Jin, S., Stewart, J., Yeh, S., Zhu, W., & Seo, B. (2006). Integrated voice and haptic support for telerehabilitation. Proceedings of UbiCare2006: First Workshop on Ubiquitous and Pervasive Healthcare (pp. 590-595).
- [11] Henderson, A., Korner-Bitensky, N., & Levin, M. (2007). Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(2), 52-61.
- [12] Huijgen, B. C. H., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., Zampolini, M., Opisso, E., Bernabeu, M., Van Nieuwenhoven, J., et al. (2008). Feasibility of a home-based telerehabilitation system compared to usual care: arm/hand function in patients with stroke, traumatic brain injury and multiple sclerosis. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 14(5), 249.
- [13] Jang, S. H., Ahn, S. H., Yang, D. S., Lee, D. K., Kim, D. K., & Son, S. M. (2005). Cortical reorganization of hand motor function to primary sensory cortex in hemiparetic patients with a primary motor cortex infarct. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(8), 1706-1708.
- [14] Gövercin, M., Missala, I.M., Marschollek, M., Steinhagen-Thiessen, E., "Virtual rehabilitation and telerehabilitation for the upper limb: A geriatric review", *GeroPsych: The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*. vol. 23, no. 2, pp.79-90, 2010
- [15] Holden, M.K., Dyar, T.A., Dayan-Cimadoro, L. (2007) Telerehabilitation using a virtual environment improves upper extremity function in patients with stroke. *Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 15(1): 36-42.
- [16] L Piron, A. Turolla, P. Tonin, F. Piccione, L.Lain, and M. Dam, "Satisfaction with care in post-stroke patients undergoing a telerehabilitation programme at home," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 14, no. 5, pp, 257-260, 2008
- [17] Klimmt, C., & Hartmann, T. (2008). Mediated interpersonal communication in multiplayer video games. Implications for entertainment and relationship management. In Konijn, E. A., Utz, S., Tanis, M., & Barnes, S. B. (Eds.), *Mediated Interpersonal Communication*. New York: Routledge.
- [18] Berg, A., Lonnqvist, J., Palomaki, H., & Kaste, M. (2009). Assessment of depression after stroke: a comparison of different screening instruments. *Stroke*, 40(2), 523.
- [19] House, A., Dennis, M., Warlow, C., Hawton, K., & Molyneux, A. (2009). The relationship between intellectual impairment and mood disorder in the first year after stroke. *Psychological Medicine*, 20(04), 805-814.
- [20] Sarkamo, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M., et al. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(3), 866.
- [21] Spencer, K. A, Tompkins, C.A., Schulz, R. (1997). Assessment of depression in patients with brain pathology: the case of stroke. *Psychological Bulletin*, 122, 132-152.
- [22] Johnson, G., Burvill P.W., Anderson, C.S., Jamrozik, K., Stewart-Wynne, E.G., Chakera, T (1995).. Screening instruments for depression and anxiety following stroke: experience in the Perth Community Stroke Study. *ActaPsychiatr Scand.*, 91, 252-257.
- [23] Diller, L., Bishop, D.S. (1995). Depression and stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2:44-55.
- [24] House, A., Knapp, P., Bamford J.,

Vail, A.. (2001). Mortality at 12 and 24 months after stroke may be associated with depressive symptoms at 1 month. *Stroke*, 32, 696-701.

[25] Lewis, J. A., Boian, R., Burdea, G., & Deutsch, J. E. (2005). Remote console for virtual telerehabilitation, in Proc. MMVR 2005, Long Beach, CA, Jan. 2005, pp. 294–300.

[26] Biocca, F., Burgoon, J., Harms, C. & Stoner, M. (2001). Criteria and scope conditions for a theory and measure of social presence. E. Lansing, MI: Media Interface and Network

[27] Miller, W. R., & Rollnick, S. *Motivational Interviewing: Preparing People for Change*, 2nd ed. New York: Guilford Press; 2002.