

遊戲式學習對於高齡者注意力之影響

The Effect of a Serious Game on the Attention in the Elderly

顧竣翔

國立政治大學資訊科學系

台北市指南路二段 64 號

99753012@nccu.edu.tw

黃淑麗

國立政治大學心理學系

台北市指南路二段 64 號

slh@nccu.edu.tw

李蔡彥

國立政治大學資訊科學系

台北市指南路二段 64 號

li@nccu.edu.tw

摘要

本研究透過遊戲式學習的方式在平板電腦上設計了一個參數化的系統，藉以觀察超高齡年長者在使用這樣一個遊戲系統的前後，其注意力變化的狀況。本系統的實驗包含視覺搜尋與注意力網絡測驗兩種前後測驗，並在遊戲內以視覺搜尋訓練注意力，進而探討遊戲式學習是否適合用來改善超高齡長輩的注意力。從實驗結果中，我們發現受試者使用此系統後，在部分項目的認知能力有顯著的改變，且表示願意繼續利用平板電腦進行遊戲。因此，我們認為我們所設計的遊戲式學習系統不但能提高受試者的使用意願，並能有效改善其認知能力。

關鍵詞

遊戲式學習、認知能力、參數化、高齡、注意力

一、簡介

台灣早於 1993 年時，就已符合世界衛生組織高齡化社會之標準，人口中有越來越多隨年齡增長而認知能力衰退的高齡族群。吸引高齡族群使用遊戲式學習系統改善其注意力衰退的情況是本系統的主要目標。動機是驅使人們學習的主要動力，在 Slegers[8]的研究中顯示，高齡者對各類電腦應用程式（如文書處理、電子郵件或網頁瀏覽等）多無顯著的偏好，唯一例外的是相較於年輕人，高齡者對電腦遊戲有顯著的喜好。因此，利用此一現象，我們希望能藉由遊戲式學習的方式，設計一個能提供認知能力訓練的遊戲系統，並觀察此系統是否可以有效的減緩年長者注意力衰退的現象。我們將

此遊戲實現於平板電腦上，並善用其直覺的觸控介面進行遊戲，並於遊戲中融入注意力訓練的內容，以觀察受試者是否可透過這樣的一個遊戲系統，減緩退化或改善注意力的狀況。

本研究的主要貢獻在開發一套直接融合心理學測驗且具有參數化特色的遊戲系統，此系統是一個能提供適合於高齡長者們提升注意力的遊戲平台。我們以實驗的方式證明此類遊戲是學習系統的適用性與有效性。

二、相關研究

美國近年亦投入了龐大的經費在軍事模擬遊戲的開發，如之前的 Dismounted Soldier Training System 正是一例。而遊戲引擎是製作這些模擬或訓練時所常用的開發平台。Stefan Marks[6]於 2007 年時，分別以編輯(Editorial)、內容(Content)控制及遊戲性(Gameplay)三個因素做為評估，並對每一種遊戲引擎設計了一個模擬的訓練空間，測試其各種能力。

我們選定了 Unity Technologies 旗下的 Unity3D 遊戲引擎來做為開發平台。選用它的主要原因在於其跨平台的特性，在電腦上開發後可以快速轉移至行動裝置的平台上。而根據 Siriarya[7]探討了高齡長輩與 3D 虛擬環境互動的關係，發現高齡長輩對於 3D 的遊戲會有焦慮的情形產生，因此在我們的系統設計中，也將避免使用複雜的畫面呈現或場景佈置。

在本研究中，我們最關心的是認知能力變化。在 Berry[1]的研究中指出，透過程式的訓練，受試者的工作記憶(Working memory)是可被訓練改善的，甚至透過有效的語音訓練，精神紊

亂的症狀也是可被改善的[5]。在 Green[4]的研究中也發現除了上述的工作記憶是可被訓練之外，連短期記憶(Short-term memory)也是可以改善的。而 Fan et al.[5]在他的研究中將警覺性作業、導向性作業以及執行網絡作業三種作業結合，進而發展出現今的注意力網絡作業(Attention Network Test, ANT)，用以量測受試者的注意力。而此注意力網絡測驗，也是我們在遊戲式學習實驗前後用來量測注意力學習成效的工具。此外，除了比較前後測資料外，不同於以往的研究利用現有的遊戲進行訓練，我們所設計的遊戲可記錄受試者在遊戲內的行為資料，因此我們不僅能透過前後測驗的資料進行分析，並且可以透過遊戲歷程進一步探討受試者的訓練狀況與執行成效。

過去相關研究多利用問卷調查方式探討受試者對電腦 3C 產品之使用習慣，而較少是針對心理學測驗開發具學習效果的遊戲系統。像是 Caste[2]曾對一般的商業遊戲進行研究，驗證利用遊戲可以訓練選擇性注意力。另外，由於遊戲是學習需要一直重複的進行訓練，所以為了能降低遊戲設計的成本並增加豐富性，我們需要的是一個能針對注意力訓練而客製化的遊戲系統，能因應不同的情境而調整遊戲內容甚至劇情等遊戲要素，以輕易創造出不同關卡來提高遊戲性。

三、系統設計

(一) 系統特色

本研究所開發的遊戲系統具備下列特點：

1. 具備完整的前測與後測

以視覺搜尋和注意力網絡作業兩種作業的反應狀況做為前後測記錄，以確認受試者在經過訓練期後，認知能力是否有所改變。

2. 可客製化的遊戲關卡

透過 XML 檔案，在系統內部依序創建每一關卡的資料，包含該關的測驗、場景和設定等資訊。遊戲創造者在設定這些注意力訓練時，可指定讀取的資料夾(Path)、物件類別(Object Type)、載入模型名稱(Model)、座標(Position)、旋轉(Rotation)及縮放比例(Scale)的 X、Y、Z 軸

之位置、角度或倍數等資訊，以及額外附加訓練的描述檔。

3. 可客製化的認知(注意力)能力測驗

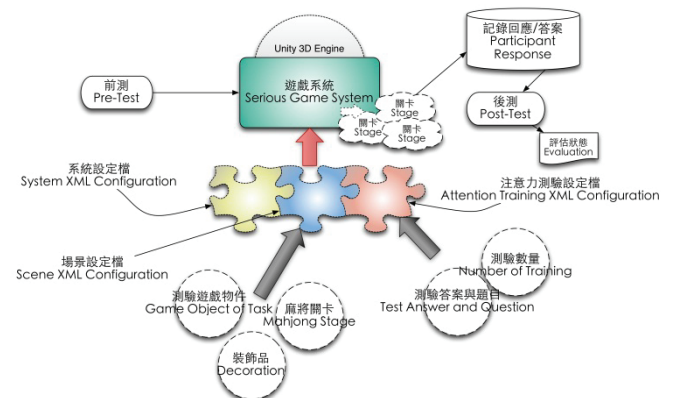
可因外部檔案的改變，遊戲內部諸多的圖像及測驗內容同時隨之改變，藉以因應各關、各版本故事不同所自訂的測驗內容。視覺搜尋在訓練注意力方面，又可分別利用不同的顏色、形狀、大小以及動態和靜態四種方式進行訓練。

4. 具有受試者反應的紀錄機制

我們將實驗資料輸出為 CSV 格式進行後續的系統評估。記錄下受試者的資訊包括，受試者編號、日期時間、關卡代碼、關卡模組、答案、反應時間、錯誤時選擇的遊戲組合(該回合的目標物,非目標物以及干擾物三者之名稱)。

(二) 系統架構

在系統初始的設計上，我們希望以較直覺的操作方式為設計目標，而平板電腦利用觸控進行人機互動的方式，是現今資訊科技裡較直覺的一種，因此我們以平板電腦為目標平台進行遊戲設計與實驗。如圖一所示，本系統除前測與後測外，核心部分是由 XML 設定檔串起的系統設定、場景與關卡設定以及注意力訓練設定三大部分。透過改變這些設定檔的參數，我們的遊戲系統可於 Unity 3D 的平台中自動產生新的遊戲內容。



圖一、遊戲式學習系統的架構

(三) 系統設定

遊戲設定檔為 XML 格式檔案，主要是用來

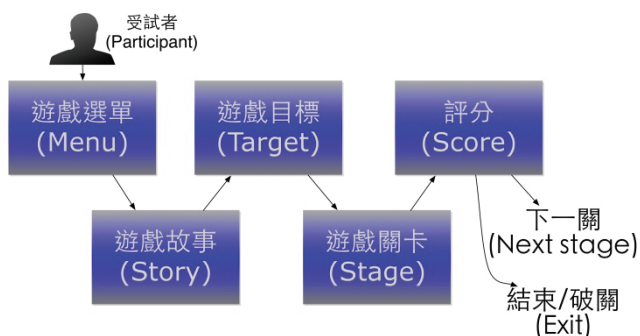
控制下列兩大類別的屬性：第一是關卡屬性，主宰遊戲關卡的劇情與對話，甚至場景布置及機關等內容；第二是測驗內容，控制測驗出現的項目、數量及位置等資訊。調整上述參數後系統便可載入新的關卡。在遊戲的過程中，系統將記錄每一關卡中受試者的訓練反應資料。

我們希望受試者在遊戲過關後仍盡可能持續玩遊戲以強化學習效果。我們的系統能利用 XML 檔案的設定，不斷創建新的關卡以避免受試者因重複的遊戲內容而失去使用興趣。本系統所使用的 XML 檔案分為四類：

- **關卡創建描述檔**：主要用於做場景布置以及裝飾道具等擺放使用。
- **遊戲物件設置檔/測驗設置**：提供更多物件及測驗可設置的參數，包括遊戲物件名稱、位置、旋轉、縮放以及夾帶描述檔。
- **遊戲物件設置檔(複數物件)**：用於關卡背景的建立，主要的目的是在於複製某一大量相同的物件，利用距離與縮放等參數控制甚至可以達到物件呈線性變化的效果。
- **事件觸發描述檔案**：觸發隱藏的遊戲物件或是透過遊戲道具的出現，呼叫出隱藏的關卡或是其他事件。

(四) 關卡流程

圖二為遊戲流程示意圖，一個故事的主要流程如下：



圖二、遊戲流程示意圖

- **故事背景描述**：透過貼近受試者日常經驗的設計希望喚起受試者對於關卡的情境認同感與共鳴。
- **關卡目標描述**：受試者將更清楚他們在此一

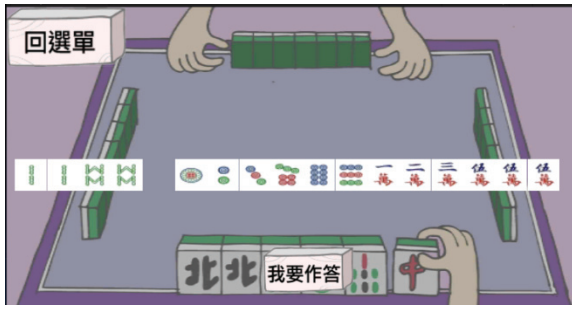
關卡中他們需要達到何種目的以及原因。

- **遊戲關卡**：我們將注意力訓練插入在遊戲關卡中，經過重複訓練後藉以提升注意力，並紀錄受試者的作答反應。每一關皆會讓受試者嘗試至少 24 次的注意力訓練後才算過關。如圖三所示，在畫面中會出現三種（共十五個）物體，這三種分別是目標物(Target)、干擾物(Distractor)、非目標物(Non-target)。目標物不會有變化，干擾物與目標物差異大，而非目標物會隨難度提高與目標物越來越相似。
- **評分畫面**：顯示受試者的個人得分、評等以及過關時間等資訊，刺激受試者們的好勝心。



圖三、劇情關卡遊戲畫面之示意圖

除了擁有故事劇情的模式外，圖四為麻將關卡示意圖。我們增加一個趣味的麻將關卡，讓會玩麻將的受試者能進一步強化學習效果。此關卡流程如下：首先，系統將決定最後聽哪一張牌(答案)，接下來就是將其餘的 15 張牌組湊齊，根據規則隨機產牌完成牌組，接著對 15 張牌進行排序並顯示。在系統提供的選項中，請受試者進行回答，該牌組究竟缺少哪一張牌可以胡牌。我們提供給受試者一組候選牌組共九張，且其中一張為答案。答案牌組包含一張答案/目標牌(Target)以及七張非目標牌(Non-Target)和一張干擾牌(Distractor)。例如，假設我們以五筒當作目標牌為例，我們若將非目標牌與干擾牌都設定為條或萬子，則此一組屬於簡單的關卡，受試者可以較容易發現目標牌的存在。



圖四、麻將關卡遊戲畫面之示意圖

四、 實驗設計與結果分析

高齡者長輩們參與遊戲式學習實驗的總時程約為三至四週。我們將高齡的受試者們切割為實驗組及對照組兩組，並設定在系統介入訓練後，利用收集兩組的數據後進行比對與分析。受試者們參與為期五天的訓練，共有 23 位受試者參與實驗，年齡介於 69 至 92 歲之間，平均年齡為 83 歲，其中男性 5 位，女性 18 位。為確保受試者的心智狀態在正常範圍內，我們進行 SPMSQ 測驗，並排除受試者具失智症的情況。

我們將受試者分為 17 位實驗組與 6 位對照組，不過在完成實驗時受試者只剩 21 人，其平均年齡為 83 歲，分別是 17 位實驗組與 4 位對照組。由於對照組部分受試者的退出導致樣本數量較少，故在數據分析中，對照組的分析僅提供參考，而未直接與實驗組進行統計比較。

(一) 實驗設計

實驗時程分配上，第一週受試者個別接受前測(視覺搜尋，注意力網絡作業)，第二週則是訓練期，每位受試者第二週固定每人每天使用遊戲式學習系統 30 分鐘。我們請所有受試者每天下午 3 點至 5 點之間，分成三個梯次，每梯次同時約 7~8 人進行訓練。第三週我們對所有受試者進行後測。最後在第四週時我們對實驗組的受試者進行一般性的問卷調查。

每位完成此次實驗的受試者其經歷的實驗流程如下：

1. SPMSQ：確保受試者並無失智情形。
2. 前測：進行次數共 80 次的視覺搜尋(Visual Search)作業與 96 次的注意力網絡作業

(Attention Network Task)。

3. 訓練：實驗組每天使用遊戲式學習系統 30 分鐘進行訓練注意力；對照組每天利用平板電腦進行拼圖遊戲 30 分鐘。
4. 後測：進行方式與前測相同。
5. 問卷：詢問實驗組的受試者對此次實驗和遊戲式學習系統的相關問題。

(二) 實驗結果

1. 視覺搜尋之結果：

根據實驗結果，我們發現受試者在視覺搜尋的項目內，正確率有顯著的改善，然而我們發現高齡受試者並不擅長視覺搜尋作業，縱使年齡相似的受試者，但反應速度卻大不同。

表一是實驗組在前後測時我們所得到的正確率平均與標準差：

表 1、實驗組視覺搜尋前後測正確率及標準差

正確率	前測	後測
有干擾物	0.38 (0.13)	0.51 (0.11)
無干擾物	0.40 (0.14)	0.52 (0.08)

而根據 2(前後測:前測、後測)×2(干擾物:有干擾、無干擾)重複量數二因子變異數分析，正確率在前後測的主要效果達到顯著， $F(1, 16)=11.398, MSe=0.293, p<.01$ 。

表二是對照組在前後測時我們所得到的正確率(機率)與標準差：

表二、對照組視覺搜尋前後測正確率及標準差

正確率	前測	後測
有干擾物	0.41 (0.11)	0.58 (0.01)
無干擾物	0.47 (0.05)	0.54 (0.12)

此一結果顯示無論是否有干擾物，正確率改善的結果都為顯著，表示受試者在訓練後注意力是有提升的，而在對照組我們則並無觀察到此狀況。

在視覺搜尋的部分我們觀察到實驗組正確率上升且有顯著差異，而在反應時間上，我們發現兩組均有微幅的進步但不顯著。

2. 注意力網絡測驗之結果：

表三是由注意力網絡測驗前後測所得資料加以分析，可以觀察受試者訓練後各種不同類型的注意力改變情形。我們可以觀察出實驗組除了在執行網絡作業外，剩餘四項指標在前後測皆有顯著改變。各項指標的意義為，警覺性網絡是讓大腦維持在一個警醒狀態隨時做出反應動作；導向性網絡是在眾多視覺刺激中注意需要的相關空間資訊；執行網絡是負責衝突解決。

表三 實驗組注意力網絡測驗之各項指標及其標準差

	前測	後測
警覺性	-0.06 (0.19)	0.04 (0.14)
導向性	-0.07 (0.17)	0.01 (0.15)
執行網絡	0.11 (0.17)	0.28 (0.43)
反應時間	1.82 (0.61)	1.58 (0.44)
正確率	0.86 (0.18)	0.98 (0.03)

實驗組的前測與後測在進行 t 檢定後，受試者在警覺性作業 $t(16)=-1.72, p=.05$ 、導向性作業 $t(16)=-1.70, p=.05$ 、正確率 $t(16)=-2.81, p=.01$ 以及反應時間 $t(16)=2.44, p=.01$ 都有顯著的不同。

表四 對照組注意力網絡測驗之反應時間各項指標

	前測	後測
警覺性	-0.13 (0.09)	-0.13 (0.23)
導向性	-0.19 (0.30)	-0.10 (0.17)
執行網絡	0.19 (0.10)	-0.06 (0.35)
反應時間	2.03 (0.64)	1.71 (0.85)
正確率	0.84 (0.27)	0.87 (0.23)

表四為對照組之描述統計結果，我們發現大部分的項目差異不大，僅執行網絡作業這項

指標與前測相比是進步的，其他指標在 t 檢定也都指出並無任何顯著的改變。

最後，從視覺搜尋與注意力網絡測驗中可以得知，注意力網絡測驗在反應時間的部分與視覺搜尋呈現不同的結果。實驗組受試者在不擅長的視覺搜尋作業中，在經過遊戲式學習後仍無改善在作答時間上認知能力反應，但卻提升了的正確率。此外，視覺搜尋作業對於高齡受試者來說難度太高，因此作業正確率偏低，所以在視覺搜尋作業的結果來說，我們不認為反應時間具有參考價值。而在注意力網絡測驗中，實驗組則是在反應時間與正確率兩者皆呈現顯著差異的狀態，此項指標表示本研究的系統具有改善實驗組在注意力網絡測驗中，對特定刺激物的反應，如目標物之速度與正確率，只是在視覺搜尋作業中雖有進步但未達全面性的改善。

(三) 遊戲歷程分析

我們進一步根據遊戲訓練過程中所記錄下來的歷程資料進行分析。在 17 位的受試者中，有 10 位對顏色的反應時間在每天的訓練中有逐漸變快的現象；有 7 位受試者在第二天對於顏色或是形狀的正確率一口氣提高較多，第三天到實驗最後則是與第二天維持相同的水平或是僅有微幅提升。另有一位受試者在訓練時對形狀的反應時間呈現逐漸的退步。我們進一步又將受試者依照使用次數細分為兩個族群：輕度使用（8 人）、高度使用（9 人）。輕度使用者每人平均 416 次（使用次數介於 251 至 504 次），而高度使用者每人平均 712 次（使用次數介於 507 至 1179 次）。再與前後測結果中有明顯進步者對照則可看出，輕度使用者變化較小，在 8 位輕度使用者中只有 4 位有明顯變化，而高度使用者的 9 位則是全數皆有明顯的變化。

我們想了解使用本遊戲式學習系統時間長短是否會影響注意力網絡測驗的正確率。我們以皮爾森相關係數對遊戲次數與認知能力改善的幅度是否成正相關進行統計考驗，得到 $r=.551, t(15)=2.55, p<.05$ （單側考驗），達到顯著水準。此結果與前面實驗結果呼應，說明實驗組在經過遊戲式學習之後可以提高搜尋目標的正確

率。

五、 結論與展望

從實驗結果我們可以看到遊戲系統如能結合認知心理學的訓練可有效提高年長者的注意力。在訓練注意力網絡測驗的三種指標中，本系統在改善警覺性分數、導向性分數兩者具有顯著差異，以警覺性分數來說，表示受試者在經過訓練後，對於突然出現的目標物具有比實驗之前更快的反應。而導向性分數是指，空間中若出現提醒目標物接下來可能會出現的位置時，受試者對這樣的情境同樣也改善了反應速度。此外，我們針對此注意力訓練的需求進行客製遊戲的設計，不僅能達到提高客製化程度及降低遊戲設計成本的目的，還可以記錄受試者的遊戲使用歷程，進一步探討與學習成效間的關係。

目前市面上大部分的商業化遊戲所鎖定的目標族群為年輕人或成年人，鮮少會有針對高齡者所設計的遊戲與介面。因應高齡長者生理狀況之不同我們調整了遊戲中的介面設計，來降低遊戲操作的複雜度與降低視覺的混亂。

在系統設計的部分，未來我們將嘗試擴增客製化遊戲的程度。目前我們可以控制的部分是關卡、故事、圖像以及測驗內容，未來可以在另外新增一使用者介面，使用更直覺的方式創建關卡與測驗內容，甚至可以透過遊戲設定的參數檔，調整遊戲中的音效與粒子特效。

六、 參考文獻

[1-8]

- [1] Berry, A.S., et al., *The influence of perceptual training on working memory in older adults*. PloS one, 2010. **5**(7): p. e11537.
- [2] Castel, A.D., J. Pratt, and E. Drummond, *The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search*.

- Acta Psychologica, 2005. **119**(2): p. 217-230.
- [3] Fan, J., et al., *Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks*. Journal of Cognitive Neuroscience, 2002. **14**(3): p. 340-347.
- [4] Green, C.S. and D. Bavelier, *Enumeration versus multiple object tracking: the case of action video game players*. Cognition, 2006. **101**(1): p. 217-245.
- [5] Kostoulas, T., et al., *Affective speech interface in serious games for supporting therapy of mental disorders*. Expert Systems with Applications, 2012. **39**(12): p. 11072-11079.
- [6] Marks, S., J. Windsor, and B. Wünsche, *Evaluation of game engines for simulated surgical training*, in *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia 2007*, ACM: Perth, Australia. p. 273-280.
- [7] Siriaraya, P. and C. Siang Ang, *Age differences in the perception of social presence in the use of 3D virtual world for social interaction*. Interacting with Computers, 2012. **24**(4): p. 280-291.
- [8] Slegers, K., M.P.J. van Boxtel, and J. Jolles, *Computer use in older adults: Determinants and the relationship with cognitive change over a 6-year episode*. Computers in Human Behavior, 2012. **28**(1): p. 1-10.