



研究論文

高齡與年輕族群對於不同體感遊戲之主觀心智負荷分析

*梁曉帆 李昀儒 邱博晟
國立臺北科技大學 工業工程與管理系

摘要

隨著醫療科技的進步，人類的壽命也因此延長。世界衛生組織(WHO)的統計指出許多國家將面臨人口老化的問題，所以如何增進高齡者福祉已然成為重要的議題。近年來許多研究都指出，運用身體動作互動的體感遊戲能有效延緩老化，並降低失智的風險，許多的長照健康中心也運用體感遊戲以協助高齡者達到健康保健的效果；然而，市場上的體感遊戲幾乎都以年輕人為對象而設計遊戲內容，較少從高齡者的觀點設計遊戲，往往忽略了因為年齡的增長，體能與心智逐漸退化而產生的差異。本研究的目的是在於了解高齡與年輕族群對於不同體感遊戲之主觀心智負荷，透過三種在體能與心智需求相對程度不同組合的體感遊戲，利用 NASA-TLX 心智負荷主觀評量表收集與分析高齡與年輕族群在不同種類遊戲的主觀心智負荷變化。結果顯示，高齡與年輕族群皆認為高操作與低心智需求的遊戲有較高的整體心智負荷。分析六項個別心智負荷維度發現兩年齡族群對於不同遊戲的主觀心智負荷無明顯的差異，唯獨在高操作與低心智需求的遊戲中，高齡族群認為對於心智的需求程度較年輕族群高；而不同遊戲種類主要影響了心智需求、操作需求，以及時間需求等的心智負荷評分。研究發現將有助於高齡體感遊戲的設計與開發。

關鍵詞：高齡者、體感遊戲、心智負荷

1. 緒論

醫療科技持續的進步，大幅延長了人類的壽命，加上出生率的下降，高齡人口比例逐年升高，許多國家開始面對人口老化的問題。國內外都有不少的高齡者需求研究。在台灣，衛生福利部「老人狀況調查報告 102 年」(2014)指出，高齡者要活的有尊嚴，首先就需要身體與心理的健康，再來是與家人的和樂，經濟上不虞匱乏；報告中還提到，隨著時代的轉變，高齡者逐漸重視社會的參與，大部分也希望能獨立生活，不願意去安養院終老一生。世界衛生組織的計畫也以提升高齡者生活品質為核心價值，重視他們的真正需求，制訂相關政策並協助相關產業發展，希望能確保高齡者們能保持健康的身心並協助其在地老化(aging in place) (WHO, 2002)。

為了能使高齡者們能夠自主生活，許多學者致力於研究減緩老化的方法，實驗證明藉由使用體感遊戲可以有效改善高齡者生理與心理方面的能力，例如在平衡能力、步行速度及姿態穩定性都有明顯的提高；並且幫助減低記憶力與反應速度的衰退。相較於傳統的復健，此方式更能有效提升高齡者參與的意願(Chiang et al., 2011; Nicholson et al., 2015)。

體感遊戲是指利用攝影機配合動作捕捉技術或是利用陀螺儀偵測人類肢體移動的位移量，藉以操控遊戲主機，達到與遊戲內容互動的遊玩方式。在國外常使用 Exergame 來稱呼體感遊戲，即由 Exercise 與 Video Game 二種元素所組合而成(Wright & Bogost, 2007)，不僅能夠運動健身，並且提供了娛樂效果，並具備以下五種特性：(1)提高參與者運動意願；(2)讓運動變成一種樂趣；(3)降低運動的門檻；(4)快速認識各種運動規則；(5)增進人際關係(張哲千，2008)。

然而，人類的知覺、認知與身體能力都會隨著年齡的增長而衰退(ISO/IEC GUIDE 71, 2001; Hawthorn, 2000; Collings, 2001; Bowling et al., 2003)，並且 Salthouse (2003)研究發現 50 歲開始退化的情況更為嚴重。Hawthorn (2000)也指出高齡者的各項能力雖然下降，但可以靠過去經驗來彌補，例如因為視覺能力的下滑，無法追蹤高速移動的物體，但可藉由過去的經驗來預測物體的移動軌跡。高齡者在各方面能力都開始退化，因此在與遊戲互動時，可能會與一般年輕人有所差異。

為了設計適合高齡者的遊戲，就必須考慮到他們認知與生理上的差異，過去研究指出高齡者相較於一般人來說會有較差的遊戲表現。另外，高齡者使用體感的操控方式會比使用搖控的操控方式有較高的得分，因為體感的操控方式比較直覺(McLaughlin et al., 2009)。Ijsselsteijn 等人(2007)認為一個適合高齡者的遊戲，不僅能提供良好的社交性、娛樂性，更可以為他們的健康加分，Whitlock 等人(2011)也認為如何設計一套適合高齡者的遊戲是值得討論的議題。

目前市場上體感遊戲的內容設計都以年輕人為主，缺乏考慮高齡族群的遊戲內容。高齡者容易因為生理或是認知方面的能力不足，導致無法跟上遊戲速度而失去信心，影響到繼續遊玩的動力(Gerling et al., 2015)，若遊戲內容能符合高齡者的需求，則可以提升他們使用的動機。根據體感遊戲需求來區分，主要可以分成二個等級，一個為操作需求等級，另一個為心智需求等級，操作需求等級高的遊戲需要頻繁且大動作的肢體活動；而心智需求等級高的遊戲則需要多花頭腦思考或判斷。所以本研究的目的，希望透過不同遊戲的操作與心智需求等級，分析高齡與年輕族群在不同種類遊戲中的主觀心智負荷，進而了解高齡者對於體感遊戲的需求。

2. 研究方法

2.1 受試者

本研究受試者分為二個不同年齡層的族群，高齡族群人數為 30 位，年齡介於 50-63 歲，平均年齡為 57.2 歲，標準差為 4.5 歲；年輕族群人數也為 30 位，年齡介於 22-29 歲，平均為 24.0 歲，標準差為 1.7 歲。全部受試者皆為自述身心狀況良好的人。

2.2 遊戲介紹

本研究使用三種體感遊戲做為不同程度的操作與心智需求等級的遊戲，分別為水果忍者，屬於操作需求高而心智需求低的遊戲，見圖 1；引導車輛則為操作需求與心智需求皆為中等的遊戲，見圖 2；最後為機智問答，是操作需求低但心智需求高的遊戲，見圖 3。詳細的遊戲內容介紹如下：

如圖 1 所示，圖片為水果忍者遊戲中畫面，當玩家開始遊戲時，畫面左上數字顯示為得分，而右上數字表示剩餘時間；並從畫面下方隨機往上跳出各種不同的水果，數量也為隨機，玩家必須在時間之內盡情的揮動雙手，此時在遊戲裡雙手將化為利刃，依手劃過路徑的所有水果切成二半，時間內切愈多水果則得分愈高。由於此遊戲只需要來回揮動雙手，並無複雜的頭腦思考任務，所以此遊戲屬於操作需求高而心智需求低的遊戲。



圖 1. 水果忍者遊戲畫面

圖 2 為引導車輛的遊戲畫面，遊戲開始時畫面左邊的三條道路將不時出現車輛，共有紅、黃、藍三種不同顏色，這時玩家需要張開雙手，並且使用左手對應畫面左邊上、中、下三個位置的道路去接應即將到來的車輛，以圖 2 為例，玩家需要將左手擺向左下方位置去接應紅色車輛；並且當車輛行駛過身體時，右手則要放在與車輛相同顏色的對應道路上，以圖 2 為例，當藍色車輛通過身體時，右手要放在右下方對應藍色車道的位置，並讓藍色車子開往藍色車道；如果左邊車輛行駛出來，但玩家來不及接應，車子則會掉落，而當車輛通過身體，玩家沒有正確引導到相同顏色的車道時，遊戲會發出警告聲，當玩家引導愈多車輛到相對應顏色的車道則得分愈高。此遊戲並不需要太多激烈的身體活動，唯玩家需要根據車輛顏色與位置判斷接應車輛時雙手擺放的對應位置，強調的是手眼協調能力，操作與心智需求兩者兼具且平衡，屬於操作需求與心智需求皆為中等的遊戲。



圖 2. 引導車輛遊戲畫面

最後圖 3 為機智問答的遊戲畫面，上方題目為隨機出題，中間有 A, B, C 三個答案選項，玩家可以慢慢思考後，將手放在正確的答案選項上方做選擇，確認答案無誤後則可以將手移至下方「下一題」按鈕，回答問題直到遊戲結束，回答正確題數愈多則得分愈高。該款遊戲沒有任何大動作的身體操作，且可以依自己的速度答題，唯需要玩家仔細思考後再做出選擇，屬於操作需求低但心智需求高的遊戲。



圖 3. 機智問答遊戲畫面

2.3 實驗設計

本研究自變數為年齡（高齡／年輕）與遊戲種類（低操作高心智／中操作中心智／高操作低心智）；應變數為 NASA-TLX 心智負荷主觀評量問卷之整體心智負荷得分，以及其個別之六項維度評分。六項維度分別為：(1)心智需求，是指執行任務時頭腦活動的程度；(2)操作需求，為執行任務時所耗用的體力；(3)時間需求，執行任務時感受到的時間壓力；(4)完成程度，做完任務後對自我表現的感覺；(5)努力程度，需要花費多少努力才能勝任；(6)挫折程度，在執行任務時帶來的挫折感(Hart and Staveland, 1988)。年齡自變數採組間(between-subjects)設計，而遊戲種類為組內(within-subjects)設計。

2.4 過程

每位受試者都會遊玩以上 3 種不同的遊戲內容，遊玩順序隨機決定，每個遊戲皆玩 5 分鐘、重覆 3 次，每一個遊戲結束後都會休息 10 分鐘，並請受試者填寫一份 NASA-TLX 心智負荷主觀評量問卷。

3. 研究結果

整體心智負荷評分與個別之六項維度評分之平均值與標準差列於表 1。兩年齡群體之整體心智負荷在【高操作低心智】的遊戲中皆為最高；兩年齡群體在心智需求與操作需求兩維度的評分變化也反映了三種遊戲在此兩維度不同的需求；而時間需求在年輕族群的評分似乎與遊戲的操作程度成正比；其他三項維度（完成程度、努力程度、挫折程度）則比較看不出差異。

表 1. 各項應變數之平均值與標準差

	高齡			年輕		
	低操作 高心智	中操作 中心智	高操作 低心智	低操作 高心智	中操作 中心智	高操作 低心智
整體心智負荷	12.0±2.2	12.5±2.2	13.9±2.6	13.1±2.7	12.1±2.7	15.0±2.9
心智需求	71.4±26.1	51.6±29.7	30.2±23.8	88.3±15.3	53.1±36.6	15.2±20.4
操作需求	13.5±17.0	35.7±24.3	69.9±29.0	14.4±22.7	43.8±30.9	83.0±25.6
時間需求	16.5±22.0	42.8±30.6	41.0±30.7	9.1±17.9	25.1±27.8	54.8±26.7
完成程度	17.2±11.0	12.1±7.8	15.0±9.4	22.3±12.7	12.6±10.5	15.6±8.2
努力程度	40.0±21.6	32.4±22.4	44.1±22.8	37.5±22.2	27.8±19.3	40.0±25.2
挫折程度	21.5±26.2	12.9±25.7	7.6±18.5	24.3±20.8	19.4±26.3	16.5±24.4

以 Kolmogorov-Smirnov 檢定 NASA-TLX 整體心智負荷與其六個維度評分數的常態性，結果整體心智負荷分數與個別六個維度分數皆非常態分佈。因整體心智負荷分數較接近於連續變數，故採用 Templeton (2011) 的方法將其資料轉換(transformation)為符合常態的分佈，以利後續分析。而個別六個維度分數以無母數方法分析。

整體心智負荷評分以 2x3 雙因子單變量重複測量變異數分析檢定，結果如表 2。重複測量變數（遊戲種類）符合 Mauchly 的球形檢定(p=0.111)。評分受到不同遊戲種類顯著的影響，但不同年齡無顯著的影響，年齡與遊戲種類也無顯著的交互作用。

表 2. 整體心智負荷評分檢定結果

來源	平方和	自由度	均方和	F	顯著性
年齡	16.7	1	16.7	1.57	0.216
遊戲種類	176.9	2	88.4	18.53	< 0.001
年齡 x 遊戲種類	23.5	2	11.8	2.47	0.089
誤差	618.4	58	10.7		
誤差(遊戲種類)	553.6	116	4.8		

後續以 Bonferroni 法調整事後多重比較發現【低操作高心智】與【中操作中心智】兩類遊戲的整體心智負荷評分無顯著差異，但【高操作低心智】遊戲的評分顯著地比上述兩類遊戲高($p < 0.001$; $p < 0.001$)，如圖 1 所示。

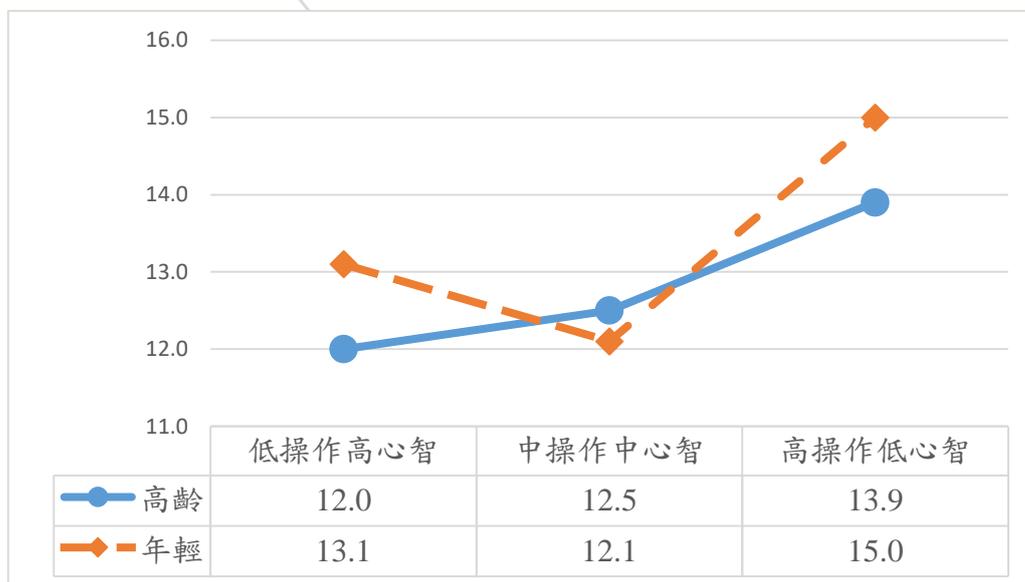


圖 1. 整體心智負荷評分

以下分別分析心智負荷主觀評量問卷之六項維度評分。每項維度在各年齡群組之三種遊戲評分先以 Friedman 方法檢定，若有顯著差異則後續以 Wilcoxon 方法事後成對比較評分；而在各遊戲之不同年齡群組的評分以 Mann-Whitney U 方法檢定。顯著水準以 Bonferroni 法修正為 $p < 0.006$ ，即原顯著水準 0.05 的九分之一。

首先檢定心智需求維度的評分。高齡族群在【低操作高心智】遊戲與【中操作中心智】遊戲的評分無顯著的差異，但此兩種遊戲的評分皆高於【高操作低心智】遊戲的評分($p < 0.001$; $p = 0.002$)。年輕族群三種遊戲之心智需求維度評分皆顯著地由高至低($p < 0.001$; $p < 0.001$)。兩年齡族群在【低操作高心智】與【中操作中心智】遊戲的評分無明顯差異，但在【高操作低心智】遊戲，年輕族群

的評分反而顯著低於高齡族群($p=0.003$)。綜合以上結果，年齡與遊戲種類兩自變數應有交互作用，如圖 2 所示。

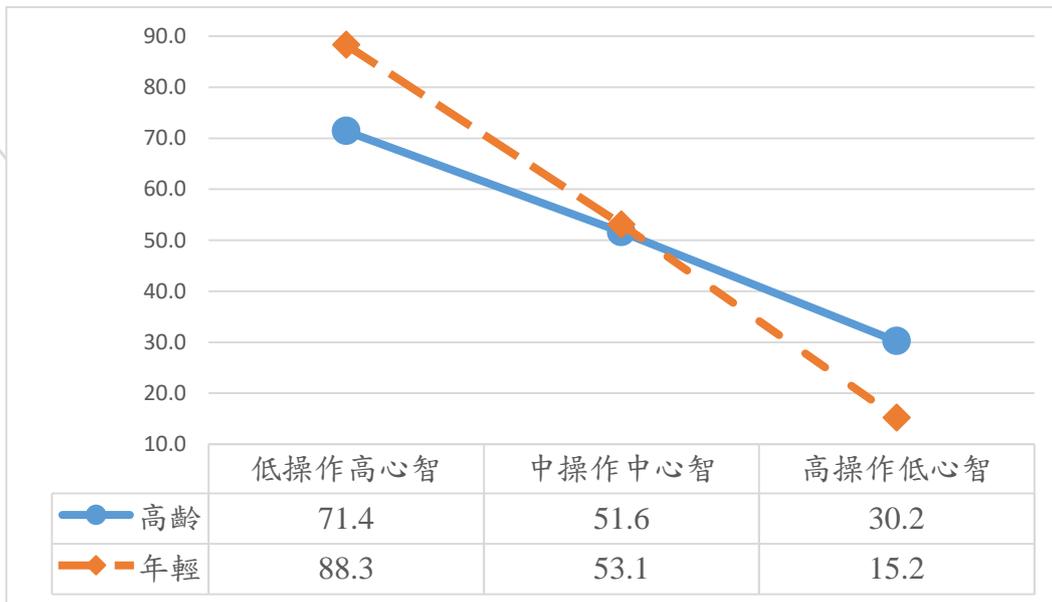


圖 2. 心智需求維度評分

其次檢定操作需求維度的評分。高齡族群在三種遊戲之操作需求維度評分皆有顯著的差異，即三種遊戲之操作需求維度評分皆顯著地由低至高($p<0.001$; $p<0.001$)。年輕族群對於三種遊戲之操作需求維度評分也皆顯著地由低至高 ($p<0.001$; $p<0.001$)。兩年齡族群在三種遊戲的評分皆無明顯差異，如圖 3 所示。

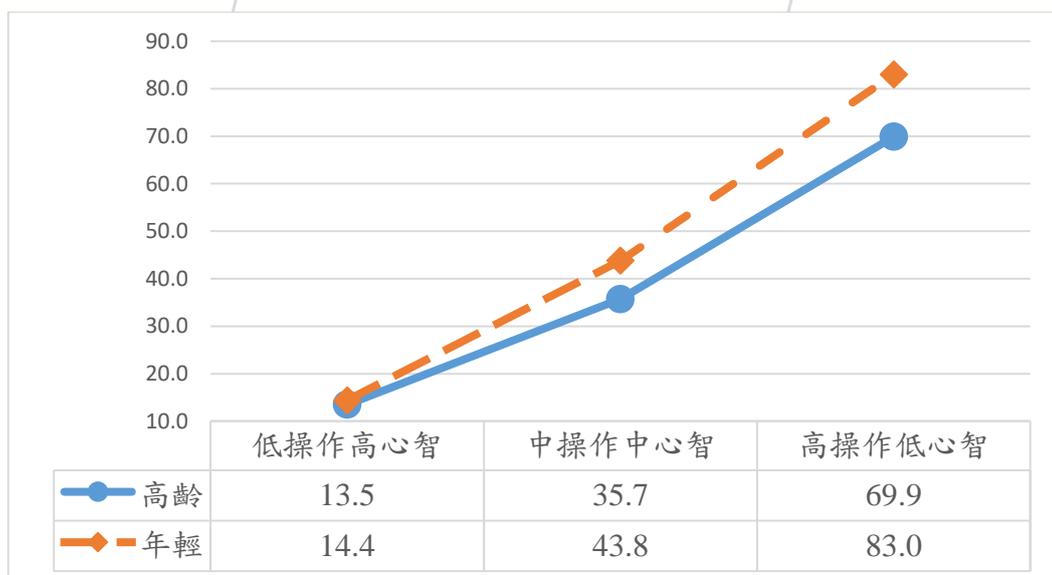


圖 3. 操作需求維度評分

接下來檢定時間需求維度的評分。高齡族群在【低操作高心智】遊戲的時間需求維度評分顯著低於【中操作中心智】與【高操作低心智】遊戲的評分($p=0.002$; $p=0.004$)，而【中操作中心智】

與【高操作低心智】遊戲的評分無顯著的差異。年輕族群對於三種遊戲之時間需求維度評分皆顯著地由低至高 ($p=0.005$; $p<0.001$)。兩年齡族群在三種遊戲的評分皆無明顯差異，如圖 4 所示。

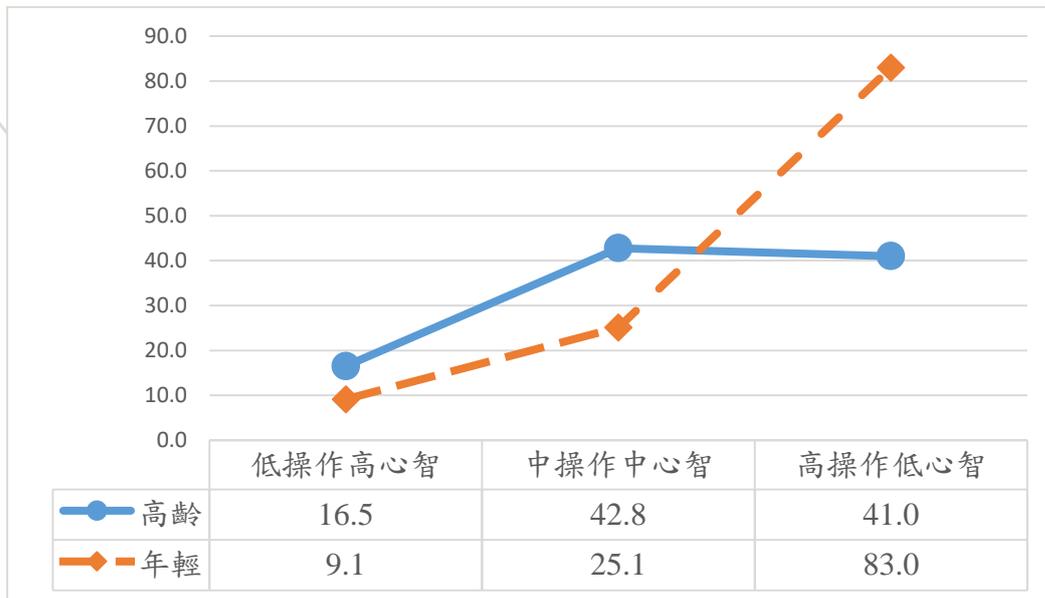


圖 4. 時間需求維度評分

完成程度維度評分的檢定發現三種遊戲之比較只有年輕族群在【低操作高心智】遊戲的評分顯著高於【中操作中心智】遊戲的評分($p=0.003$)，其他比較皆無明顯差異。兩年齡族群也無顯著差異，如圖 5 所示。

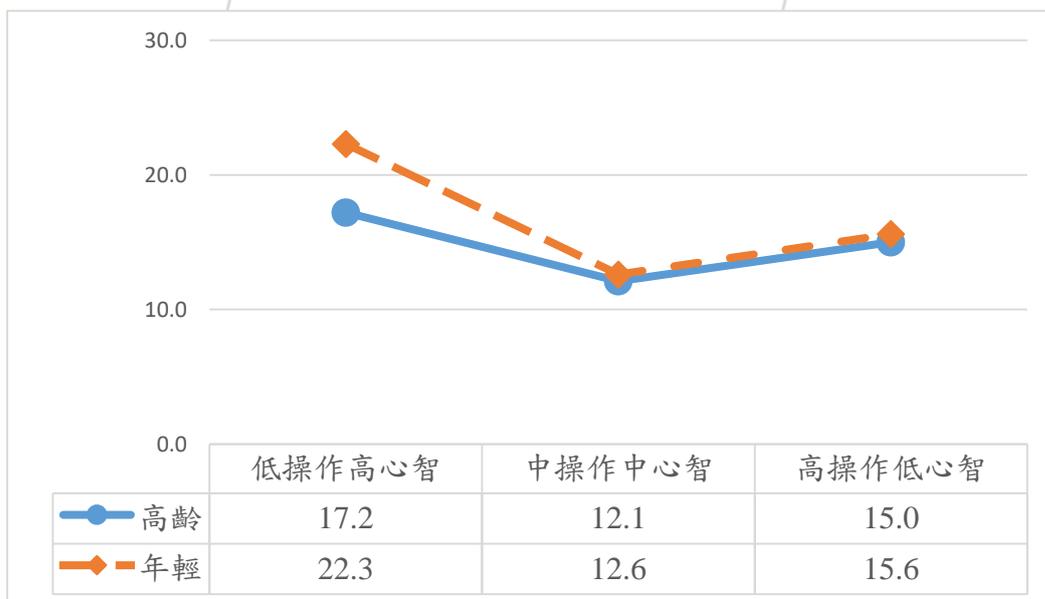


圖 5. 完成程度維度評分

努力程度維度評分的檢定發現三種遊戲與兩年齡群體之比較皆無顯著差異，如圖 6 所示。

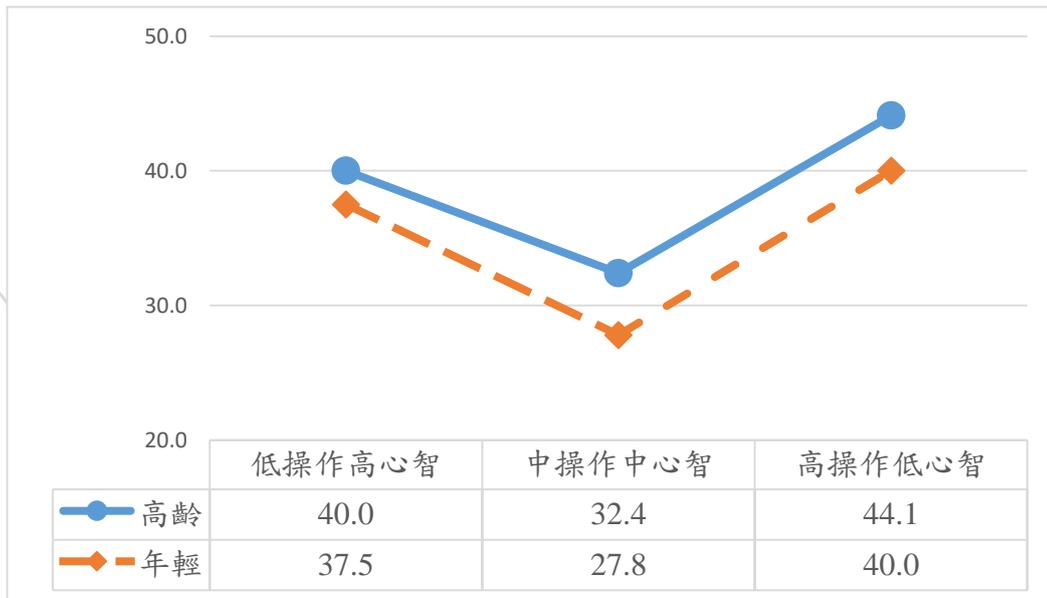


圖 6. 努力程度維度評分

最後挫折程度維度評分的檢定發現三種遊戲之比較只有高齡族群在【低操作高心智】遊戲的評分顯著高於【高操作低心智】遊戲的評分($p=0.004$)，其他比較皆無明顯差異。兩年齡族群也無顯著差異，如圖 7 所示。

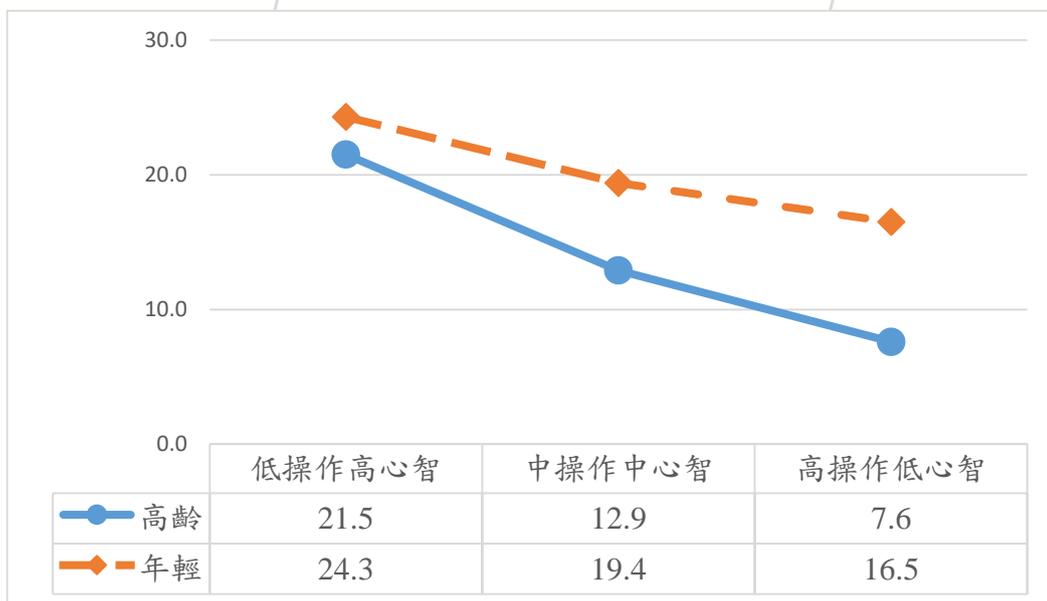


圖 7. 挫折程度維度評分

4. 討論與結論

兩年齡族群對於整體心智負荷的主觀評分無顯著差異，且皆認為【高操作低心智】的遊戲心智負荷較高，平均約增加 16% 的心智負荷，顯示心智負荷主觀評比不會受到年齡的影響，而較依據遊戲的操作需求程度而定。

三項遊戲主要以心智需求與操作需求的不同組合分類，這也反映在這兩項維度的主觀評分上。尤其以操作需求維度最為明顯，兩年齡族群的主觀評分皆一致的隨著遊戲操作需求的增加而增加，高齡族群評分增加幅度平均約 226%，而年輕族群平均增加幅度約 257%。心智需求維度雖然也有相同趨勢，但兩年齡族群的主觀評分仍有些差異。高齡族群認為三項遊戲心智需求的差異幅度較小，平均約 82%；反之年輕族群認為的差異幅度較大，平均達 266%。特別是在【高操作低心智】遊戲的心智需求維度評分高齡族群明顯高於年輕族群，是否因為高齡族群在操作能力上較不足，故以心智能力補償而造成主觀感覺遊戲心智需求較高(Hawthorn, 2000)；或是在【高操作低心智】遊戲所需要的手勢操控影響高齡者對於心智需求的感覺(Hwangbo et al., 2013)，值得後續探討。

時間需求維度的結果發現高齡族群覺得【低操作高心智】的遊戲時間壓力較低，其他兩項遊戲的時間需求評分平均高出 154%。而年輕族群在時間需求維度的評分則隨著遊戲操作需求的增加而增加，平均增加達 406%。此結果顯示時間需求維度評分與遊戲操作需求程度呈正相關。相對於高齡族群，年輕族群覺得三種遊戲的時間需求皆有差異。此結果是否反映了高齡族群對於中等操作以上的遊戲就感覺具有同樣的時間壓力；或是年輕人比高齡者更在乎遊戲的成績，而使得其時間壓力節節升高，值得後續探討。

本實驗設計並未針對其他三項維度（完成程度、努力程度、挫折程度），因此結果如預期只有零星的顯著差異，或無顯著差異，而暫時不在此討論，但其顯著差異或許也值得後續探討。

整體而言，三項遊戲的心智負荷都在可接受的範圍，原因是並無設計心智與操作需求皆高的遊戲，故不論高齡或年輕族群皆能享受遊戲的樂趣。相較於遊戲心智需求程度，研究發現整體心智負荷受到遊戲操作需求程度的影響較大，另外主觀時間壓力也受到遊戲操作需求程度的影響較大。了解高齡者內在的心智能力、操作能力與遊玩不同種類遊戲時的主觀感受之間的關係，將有助於高齡體感遊戲的設計與開發。

參考文獻

1. Wright, W., & Bogost, I. (2007). *Persuasive games: The expressive power of videogames*. MIT Press.
2. Bowling, A., Gabriel, Z., Dykes, J., Dowding, L. M., Evans, O., Fleissig, A., ... & Sutton, S. (2003). Let's ask them: a national survey of definitions of quality of life and its enhancement among people aged 65 and over. *The International Journal of Aging and Human Development*, 56(4), 269-306.

3. Chiang, I. T., Chen, M. L., Chang, P. S., & Lee, J. Y. (2011, May). Effects of a video game-based intervention on balance learning for institution-dwelling elderly in veterans home. In *The 2011 International Educational Technology Conference Proceedings Book* (Vol. 1, pp. 393-398).
4. CNNMoney. (2014). See the 'super-aged' nations. Retrieved June 31, 2018, from <http://money.cnn.com/interactive/news/aging-countries/index.html>
5. Collings, P. (2001). "If you got everything, it's good enough": perspectives on successful aging in a Canadian Inuit community. *Journal of cross-cultural gerontology*, 16(2), 127-155.
6. Gerling, K. M., Mandryk, R. L., & Linehan, C. (2015, April). Long-term use of motion-based video games in care home settings. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1573-1582). ACM.
7. Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology* (Vol. 52, pp. 139-183). North-Holland.
8. Hawthorn, D. (2000). Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with computers*, 12(5), 507-528.
9. Hwangbo, H., Yoon, S. H., Jin, B. S., Han, Y. S., & Ji, Y. G. (2013). A study of pointing performance of elderly users on smartphones. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29(9), 604-618.
10. 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.
11. ISO/IEC GUIDE 71 (2001). Guideline for standardization to address the needs of older persons and people with disabilities. Retrieved June 31, 2018, from https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_iec_guide_71_2001.pdf
12. McLaughlin, A. C., Rogers, W. A., & Fisk, A. D. (2009). Using direct and indirect input devices: Attention demands and age-related differences. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 16(1), 2.
13. Nicholson, V. P., McKean, M., Lowe, J., Fawcett, C., & Burkett, B. (2015). Six weeks of unsupervised Nintendo Wii Fit gaming is effective at improving balance in independent older adults. *Journal of aging and physical activity*, 23(1), 153-158.
14. Salthouse, T. A. (2003). Interrelations of aging, knowledge, and cognitive performance. In *Understanding human development* (pp. 265-287). Springer, Boston, MA.
15. Templeton, G. F. (2011). A two-step approach for transforming continuous variables to normal: implications and recommendations for IS research. *CAIS*, 28(1), 41-58.
16. Whitlock, L. A., McLaughlin, A. C., & Allaire, J. C. (2011, September). Video game design for older adults: usability observations from an intervention study. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 55, No. 1, pp. 187-191). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.
17. World Health Organization. (2002). *Active ageing: A policy framework* (No. WHO/NMH/NPH/02.8). Geneva: World Health Organization.
18. 張哲千(2008)。遊戲機 Wii 的運動體驗。大專體育，(98)，88-93。
19. 衛生福利部(2014)。老人狀況調查報告 102 年。臺北市：衛生福利部。

Analysis of Subjective Mental Workloads of Old and Young People when Playing Exergames

*Liang, S.-F., Lee, Y.-J., Chiu, B.-C.

Department of Industrial Engineering of Management, National Taipei University of Technology

Abstract

Human life has been extended because of the advancement of medical technology. According to statistics from the World Health Organization (WHO), many countries will face the problem of population aging. Therefore, improving the well-being of older adults has become an important issue. In recent years, many studies have pointed out that exergames with body movement interaction can effectively delay aging and reduce the risk of dementia. Exergames were also applied by many long-term care centers to help seniors achieve health care. However, the contents of exergames on the market were almost all designed for young people, making them less suited for older adults who might have declined physical or mental abilities. This study aims to understand the subjective mental workload of old and young people when playing different exergames. Through three exergames with different relative physical and mental demands, the NASA-TLX mental workload questionnaire was used to collect data for further analysis. The results show that the overall mental workload was rated higher in both old and young groups for the exergame with high physical demand and low mental demand. Analysis of the six individual mental workload dimensions revealed that there was no significant difference between the two age groups in general. However, for the exergame with high physical demand and low mental demand, the older adults' rating in mental demand was higher than that of the young group. Different game types mainly affected the ratings in three mental workload dimensions: mental demand, physical demand, and time demand. The research findings could contribute to the design and development of exergames for older adults.

Keywords: older adults, exergames, mental workloads

