科學教育學刊
2011, 第十九卷第三期, 237-256

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(3), 237-256

虛擬實境結合問題導向學習應用於行動化醫學教育之研究

廖述盛[1、*]　黃秀美[2]　賴崇閔[1]

[1]中國醫藥大學　醫務管理學系
[2]國立臺中技術學院　資訊管理系

(投稿日期：民國99年7月8日，修訂日期：民國100年5月16日，接受日期：民國100年6月10日)

摘要：本研究主要在建立一個「行動虛擬人體結構學習系統」用於輔助學生在人體結構學上的學習。本系統利用虛擬實境(Virtual Reality, VR)技術建置3D立體化人體器官，學習者可透過此系統觀察3D虛擬人體器官，使其瞭解人體器官的功能、運作方式及人體結構間的空間位置。本系統以網頁的方式呈現一個互動式的學習環境，運作於行動載具(如：PDA)，學習者可利用行動載具及無線網路進行行動學習，如此可在不受時間及空間的限制下進行學習，增加學習上的便利性和即時性。有鑑於問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)逐漸受到教育界的重視。因此，本系統結合問題導向學習，讓學生在學習情境中獲取問題解決的能力，如此可提供學生判斷思考的機會，並進而培養學生臨床上問題解決能力。本研究旨在探討3D虛擬實境結合問題導向學習及行動學習應用於醫學教育之研究，並依據問題導向學習、虛擬實境等文獻建立研究架構，其研究變數包括：虛擬實境三特性(互動性、融入性及想像力)、行動化虛擬實境教材的喜好及問題導向學習的態度。評估的方法是以採用問卷調查的方式瞭解學生對行動化醫學教育之態度，研究結果顯示虛擬實境的互動性、融入性及想像力皆可預測行動化虛擬實境教材的喜好、行動化虛擬實境教材的喜好可預測問題導向學習的態度。

關鍵詞：行動學習、問題導向學習、虛擬實境

壹、緒論

虛擬實境顧名思義就是「模擬真實的環境」，它是運用電腦繪圖技術仿製真實情境中的場景，並結合電腦相關軟硬體設備，使其產生一個讓使用者「信以為真」的三度空間虛擬環境。在虛擬實境中，虛擬場景的設計可提供使用者想像的空間，例如虛擬人體結構可呈現立體化的人體器官，如此可讓使用者想像真實器官的形狀及其在人體中的位

*通訊作者：廖述盛

置。因此，虛擬實境若應用在學習上，可幫助學習者對學習問題的分析與瞭解。另外，在虛擬實境中使用者可利用各種感應裝置(如3D立體眼鏡、立體音響等)來達到視覺及聽覺上的擬真感官刺激。因此，虛擬實境若應用在學習上，可讓學習者沉浸於學習環境中，以協助學習問題的發現。此外，在虛擬實境中使用者亦可藉由適當的人機介面與虛擬場景進行互動，並提供使用者反覆操作的機會，因此，虛擬實境若應用在學習上，可讓學習者能有嘗試錯誤及把握重點的機會，如此可協助學習問題的解決。

1969年加拿大McMaster大學首先採用問題導向學習作為醫學教育的一種教學方法，鑑於問題導向學習其培養學生解決問題能力及終身學習的觀念，世界各地的醫學大學，如北美、紐西蘭、英格蘭、德國、澳洲、荷蘭等，相繼引進及發展問題導向學習應用於醫學(medical)及健康學(health science)的教育(蔡哲嘉，2008；Chikotas, 2009; Hung, 2009)，由此可見，問題導向學習將成為醫學教育的主流之一。問題導向學習是一種以「學生為中心」的教學方法，它可以培養學生對自己的學習進行負責的態度，如此可啟發學生在未來執業時以「病人為中心」的醫療精神。此外，問題導向學習也是一種具有促進學生產生積極、主動學習活動的方法，如此能培養學生不斷追求醫療新知的精神，以達終身學習的目的(Williams & Pace, 2009)。

有鑑於問題導向學習應用於醫學教育所獲得的正面效果，其它的教學領域也開始嘗試融入學習導向學習於課程之中，如：建築學、商業管理、化學工程、自然、數學、護理、哲學等(尤煌傑，2008；許麗齡，2001；游光昭、蔡福興，2001；Hung, 2009; Moore, 2009)。隨著電腦科技的創新與發展，電腦多媒體技術運用於課程教材的設計已司空見慣，而在眾多電腦多媒體技術中又以虛擬實境(Virtual Reality, VR)技術最具有發展的空間，相關研究指出，虛擬實境可減少平面資料轉換成適合的心智模式時所產生的錯誤觀念(黃仁竑、游寶達，1995)或者刺激大腦的學習(朱經明，1999)。另外，同樣有研究指出，多媒體技術可以克服運用問題導向學習時可能產生的問題(Hoffman & Ritchie, 1997)，而虛擬實境即是多媒體技術的一種表現方式。

本研究的研究目的主要是利用虛擬實境技術建置一個「行動虛擬人體結構學習系統」，並以此系統做為行動化虛擬實境教材用以輔助人體結構學的教學活動。本研究評估虛擬實境的特性是否會影響到學習者對行動化虛擬實境教材的喜好、以及使用者對行動化虛擬實境教材的喜好是否會影響問題導向學習的態度。本研究建置的「行動虛擬人體結構學習系統」是一個網頁為基礎的學習環境，並且運作於行動載具(如：PDA)，使用者只要身在具有無線網路的區域中即可進行學習。另外，本系統利用虛擬實境模擬人體組織，呈現組織的形狀、大小、位置及構造等，讓學習者容易瞭解人體器官的功能及運作方式等。此外，本系統結合問題導向學習，讓學生在學習情境中獲取問題解決的能力，如此可提供學生判斷思考的機會，並進而培養學生臨床上問題解決能力。因此，本研究用以探討醫學相關科系的學生對3D虛擬實境技術應用於問題導向學習之接受度評估。此系統提供一個虛擬實境的學習情境，學習者可融入情境中進行問題導向學習。本研究依據相關文獻建立研究問題：虛擬實境三特性(互動性[interaction]、想像力[imagination]、融入性[immersion])對行動化虛擬實境教材的喜好及行動化虛擬實境教材

的喜好對問題導向學習的態度。本研究之研究結果可提供虛擬實境相關教學之參考。以下對相關文獻進行分析與歸納，以作為本研究之理論基礎。

貳、文獻探討

一、虛擬實境

1960年代Ivan E. Sutherland教授提出「ultimate display」觀念，主要在描述3D空間圖像在電腦上的呈現方式，即說明如何在電腦中「仿製」真實世界中情境或影像，具有模擬的概念，然而虛擬實境則是電腦模擬的一種極致的表現方式。虛擬實境是利用電腦相關軟硬體技術創造一個三度空間虛擬場景，在場景中提供視覺、聽覺等感官的模擬讓使用者具有身歷其境的感受，此外，使用者可藉由各種感應裝置(如3D立體眼鏡、立體手套等)與場景中的虛擬物件進行互動。

(一)虛擬實境的特性

相關的研究認為一個成功的虛擬實境應具備互動性、融入性及想像力三項重要的特性(梁朝雲、李恩東，1998；Burdea & Coiffet, 2003; Vince, 1995)，如圖1所示：

1. 互動性

所謂互動性即為使用者透過操作介面與虛擬實境所產生之人機互動。對於虛擬實境系統而言，人機互動是必需的。在虛擬環境中，使用者的舉動都必須在最短的時間內獲得回應，也就必須呈現即時性、動態與互動的場景。梁朝雲與李恩東(1998)指出虛擬實境系統應具備互動的功能，即時偵測使用者的動作，並立刻做出相對的反應。例如：使用者可以利用適當的工具對虛擬環境中的物件，進行移動、旋轉及縮放等動作。有研究指出，具有高互動性的虛擬實境可增加學習者的學習興趣及虛擬實境的應用性(Friedl et al., 2002; Monahan, McArdle, & Bertolotto, 2008; Temkin, Acosta, Hatfield, Onal, & Tong, 2002)。

2. 融入性

所謂融入性(或稱為沉浸性)即為使用者能夠融入利用電腦相關軟硬體技術所產生的3D虛擬環境。虛擬實境是利用電腦相關軟硬體技術，產生一個讓使用者「信以為真」

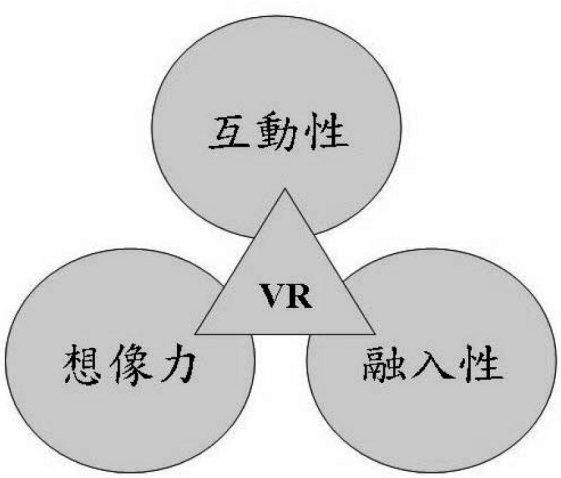

圖1：虛擬實境的三大特性

的3D虛擬環境，因此讓使用者能夠融入虛擬環境中，才是一個成功的虛擬系統。使用者可以利用各種感應裝置(如3D立體眼鏡、立體音響等)來達到視覺及聽覺上的擬真感官刺激。相關研究認為虛擬環境應能夠讓使用者直接的感受到，並且受使用者的控制，讓使用者能沉浸於虛擬的世界裡，當虛擬實境應用在教學上，則使用者沉浸於虛擬環境程度愈高則所獲得的學習成效亦愈高(Gutiérrez et al., 2007)。

3. 想像力

所謂想像力即為虛擬實境的製作能提供使用者想像的空間。人具備有豐富的想像力與創造力，虛擬場景的設計應提供使用者想像的空間，以創造生動活潑的題材，並增進使用者的使用意願或學習興趣。Krueger (1991)指出使用者受到虛擬場景中的視覺及聽覺等感官刺激後，可發揮個人的創造力並產生自我的想像空間。相關研究認為，虛擬實境所具備的想像力特性，可以讓使用者確實瞭解虛擬環境中各物件(如：人體器官)的空間關係(Brenton et al., 2007)。

另外，虛擬實境的相關研究如表1所示：

(二)虛擬實境應用於醫學教育

利用虛擬實境所製作的學習系統能讓學習者與學習教材進行互動，並提供學習者想像的空間，依據此特性，在醫學教育上利用虛擬實境技術將人體的器官立體化並使用虛擬實境的方式加以呈現，用以輔助傳統教學，期望能提高學習者對人體結構(human structure)的了解。Brenton等(2007)利用網頁為主的人體結構虛擬系統，以幫助在人體解剖學上的教導。另外，虛擬實境同樣也運用在外科手術、內視鏡手術的訓練及醫學教育(Brenton et al.; Grantcharov et al., 2004; Hassfeld & Mühling, 2001; Hsieh, Lee, & Tsai, 2010; Lange, Indelicato, & Rosen, 2000; Ornstein, 1995; Suzuki, Eto, Hattori, Yanaga, & Suzuki, 2007)，讓學習者具有身在其中的感受，以及反覆操作練習的機會。如此可以模擬各種病症，同時讓學習者熟悉整個手術過程，增加手術操作的技巧、減少手術操作的時間及增加學習的效果(Aggarwal et al., 2007; Larsen et al., 2009; Nicholson, Chalk, Funnell, & Daniel, 2006)。美國密西根州立大學虛擬實境實驗室開發一套虛擬醫療訓練系統，該系統結合病人人體模擬、融入式虛擬實境及

表1：虛擬實境相關研究

作者	研究內容
Gutiérrez等(2007)	研究發現，具有較高融入性的虛擬實境應用在醫學教育上，可獲得較高的學習成效。
Lu, Pan, Lin, Zhang與Shi (2005)	認為虛擬實境在未來的醫學教育上將扮演一個重要的角色，並著手進行融入性虛擬實境(immersion VR)應用於醫學教育的研究。
Brenton等(2007)	認為虛擬實境具有模擬人體結構的空間關係的能力，因此可利用虛擬實境進行解剖學的教學。
Monahan等(2008)	認為虛擬實境所具備的互動性可增加學習者的學習興趣。
Friedl等(2002)	認為虛擬實境提供高度的互動性及模擬的特性，可輔助心臟外科手術的教育訓練。
Temkin等(2002)	利用虛擬實境建立一個具有互動性及融入性的虛擬人體結構系統(W3D-VBS)，用以改進人體結構學的教導。

視訊討論，作為訓練急救人員的設備。

二、問題導向學習

問題導向學習是一種教學的類型，它的教學型態以學生為學習的主體，學生決定整個教學的步調，而教師則扮演指導者的角色(陸希平、王本榮、陳家玉，2006；蔡哲嘉，2008；Donner & Bickley, 1993)。問題導向學習的主要精神在於期望學生能在學習的過程中啟發思考及解決問題的能力，並產生積極、主動學習活動的方法。而在問題導向學習中，教師主要在學習上提出一系列引導的問題，讓學習者感到困惑，進而檢視自己的認知，並極力思考問題及尋找解決問題的方法，最後解決問題並加以應用(許麗齡，2001；黃光雄，1999；Donner & Bickley; Nelson, Sadler, & Surtees, 2005)。

(一)問題導向學習的特點

Donner與Bickley (1993)指出問題導向學習是一種較為自然的學習方法，它具有三個特點：引起動機、主動學習與多樣式學習。問題導向學習主要是以問題引起學習者的好奇心，並讓學習者因為好奇而積極尋求問題的解答，為了獲得問題的解答，學習者主動搜集相關的圖書、專題專作、期刊文獻等資料。同時，有研究指出問題導向學習應用在教育上可增加知識的長期記憶、提升問題的解決能力、促進批判式的思考及終生學習的概念(Williams & Pace, 2009)。

在問題導向學習過程中，首先必須提出能引起學習者的學習興趣與動機的學習問題，並鼓勵學習者由被動學習轉為主動思考，從各種不同的觀點來確定問題的性質，並搜集各種資料加以歸納整理，以獲得與問題相關的知識，並依此提出各種問題解決方案進行討論，以獲得共識。因此在這個學習過程裡，除了導引出學習者主動學習的能力外，同時可培養其批判思考、創造思考、解決問題及建構知識的能力(許麗齡，2001；陳榮邦，2004；游光昭、蔡福興，2001；Barrows, 1996; Donner & Bickley, 1993)。

(二)問題導向學習的程序

相關研究指出問題導向學習的運用可依循以下步驟(陳榮邦，2004；陸希平等，2006；黃光雄，1999)：

1. 提出問題

此步驟主要在發現學習的問題，問題的提出可分為二種方式，第一種方式由教師可在教學過程中依教學內容提出疑難問題，另一種方式為教師鼓勵學生自我發現問題並提出問題，不論是二者中的那一種方式，主要目的是要讓學生對學習的內容感到困惑，以激發學生的學習興趣。

2. 分析問題

此步驟主要在使學生能夠充分瞭解問題，此步驟的實施主要是由教師引導學生進行思考，並從各種不同的觀點來確定問題的性質，在引導的過程中教師亦可在旁協助說明及解釋問題。

3. 尋找解決問題的途徑

此步驟主要是讓學生學習思考解決問題的方法，學生可以根據過去學習的經驗、知識或自我想像提出一些假設，接著由教師指導學生逐一分析各個假設，以選擇合理的假設並加以驗證，最後取得結論。或是由學生根據問題的分析，搜集相關的資料，搜集的方式可透過圖書館、網路或專家，接者由學生對這些資料進行整理、分類、分析和組織，最後歸納出結論。

4. 解決問題並加以應用

當學生解決問題後，即習得問題解決的方法，當未來遇到類似問題的時候，可依循

相關的方法解決問題。而問題的解決是驗證學習成效的重要指標。

(三)問題導向學習應用於醫學教育

問題導向學習應用於醫學教育已有40年的歷史，1969年加拿大McMaster大學最早利用問題導向學習作為教育醫學院學生的一種教學方法；美國密西根州立大學人體醫學院(human medicine)同樣實行問題解決課程於臨床教學上。有鑑於此，1970年代荷蘭及澳洲的醫學相關學校也開始發展問題導向學習課程(蔡哲嘉，2008；Barrows, 1996)。

除此之外，美國的新墨西哥、南伊利諾及哈佛醫學院，同樣在試驗問題導向之學習成效後，全面導入問題導向學習於學習課程中。另外，加拿大的雪爾布魯克(Sherbrooke)及美國夏威夷大學醫學院，直接採用問題導向學習課程替代傳統的課程(尤煌傑，2008)。在國內，首先由臺灣大學醫學院引入問題導向學習，開啟國內各校探索問題導向學習在醫學教育中的可行性及成效(李孟智等，2004)。

隨著世界各地醫學院陸續採用問題導向學習做為主要的教學方法，它被預期達到三個目標：學生可取得生物醫學的知識、學生能將所學應用到病人照顧上、學生須習得終身學習的概念(陸希平等，2006；Donner & Bickley, 1993)。

三、行動學習(mobile learning)

隨著行動載具及通訊技術的出現，為數位學習開啟另一種可供學習者進行知識傳播的學習方式(Buchanan et al., 2001)。學習者可利用行動載具，在不受時間及空間的限制下，以同步或非同步的方式進行學習及知識的獲取(江明涓、劉晃溢，2006)。

行動學習即是一種透過行動載具進行數位學習的方法，而行動載具包含PDA及行動電話等(Quinn, 2000)。學習者可利用行動載具配合行動技術或無線網際網路技術，隨時隨地進行數位學習(Harris, 2001)。學習者所使用的行動載具需能有效的呈現學習的內容，並提供學習者間進行互動的學習(Dye, K'Odingo, & Solstad, 2003)。而Cortez等(2004)認為學習者利用行動學習進行合作學習時，能增加學習者之間的互動討論。

有研究指出，在美國有多所的藥學院已經購買行動載具或在未來五年內將配備行動載具應用於教學中(Cain, Bird, & Jones, 2008)。另外，護理教育也逐漸利用行動科技發展教學教材，以期能改善護理教育的教學效果，提升護士的專業技能及知識。(Farrell & Rose, 2008; Hao, Chang, & Chong, 2006)。同樣地，行動科技也被運用在大學的病理學的教育之中(Sharma & Kamal, 2006)。除此之外，行動科技也結合虛擬實境及問題導向學習應用在醫學上。Mosso等(2009)利用虛擬實境模擬手術情境並運行在行動載具，讓病人瞭解手術的情境，以降低病人對手術的焦慮。Buchauer, Werner 與 Haux (1998)運用行動科技於醫院中，以進行合作式的問題解決。

參、研究方法

本研究主要在建置一個「行動虛擬人體結構學習系統」，本系統可輔助教師於課堂中進行人體結構學上的教學。另外，學生亦可使用本系統於課後進行自主性學習。本研究即利用該系統進行實際學習評估，以探討虛擬實境特性、行動化虛擬實境教材及問題導向學習態度之間的關係。以下對本研究的研究方法進行說明：

一、研究架構

Gutiérrez等(2007)在研究中提到虛擬實境已經被使用作為提升學習效果的一種方法，並且如果虛擬實境具備較高融入性則提升學習者學習效率的程度較為顯著。同樣有研究指出，虛擬實境的互動性是影響虛擬實境系統使用率的主要因素(Chaudhry, Sutton, Wood, Stone, & McCloy, 1999)。而虛擬實境可讓使用者發揮自我的想像力察覺到不存在的事物(Burdea & Coiffet, 2003)。另外有研究指出，醫學相關科系的學生在虛擬問題導向學習環境中進行學習其效果較真實環境中來得好(Stevens et al., 2005)。

因此本研究根據問題導向學習、虛擬實境、數位學習系統設計因素與相關研究建立研究架構(Liaw, Huang, & Chen, 2007)，其研究變數包括：虛擬實境互動性、想像力、融入性對行動化虛擬實境教材的喜好與行動化虛擬實境教材的喜好對問題導向學習的態度(如圖2所示)，用以探討醫學相關科系的學生對3D虛擬實境技術應用於問題導向學習之接受度評估。

本研究依據研究目的訂定以下之研究假設：

H_1：虛擬實境互動性能預測行動化虛擬實境教材的喜好。

H_2：虛擬實境融入性能預測行動化虛擬實境教材的喜好。

H_3：虛擬實境想像力能預測行動化虛擬實境教材的喜好。

H_4：行動化虛擬實境教材的喜好能預測問題導向學習的態度。

二、系統介紹

(一)系統架構

本研究所建立的「行動虛擬人體結構學習系統」分成三個部分進行建置。第一部分為「3D人體器官建立」，本系統所使用的3D人體器官模型皆為Turbo Squid公司所製作。本系統利用3dsMax這套軟體對3D人體器官進行互動性操作設定，並利用Flash軟體將其轉換為Flash影像串流檔，如此即完成本系統的互動式虛擬人體器官動畫。第二部分為「學習網站設計」，此部分是利用PHP程式語言及Java Script程式語言，進行學習網頁與學習測驗之操作介面設計及學習內容的製作。第三部分為「PBL討論區設計」，此部分是利用PHP及JSP程式語言進行設計。系統架構如圖3所示。

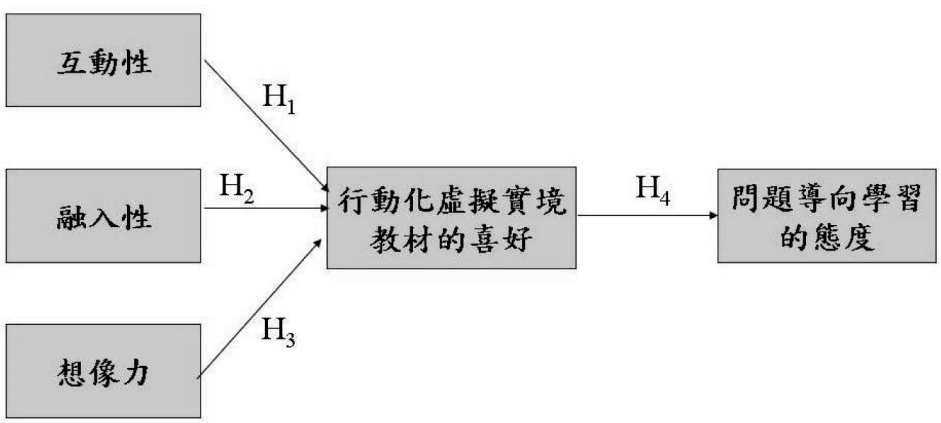

圖2：研究架構與假設

(二)課程內容

本系統提供使用者一個互動的學習環境，主要的教學課程包括人體結構中的消化系統、泌尿系統、肌肉系統、骨骼系統、皮膚系統及牙齒系統六大單元，本研究期望學生透過本系統進行學習後，能更深入了解人體結構間的空間的相對位置，期望提高學習者的學習興趣及學習成效。圖4為本系統的課程內容選擇頁面，使用者可透過觸控筆點選欲學習的課程單元，當使用者選擇課程單元後，隨即進入課程學習頁面並進行相關內容的學習。在課程學習頁面中，使用者可透過「子單元選單」選擇該單元的學習內容，其課程學習頁面如圖5所示。

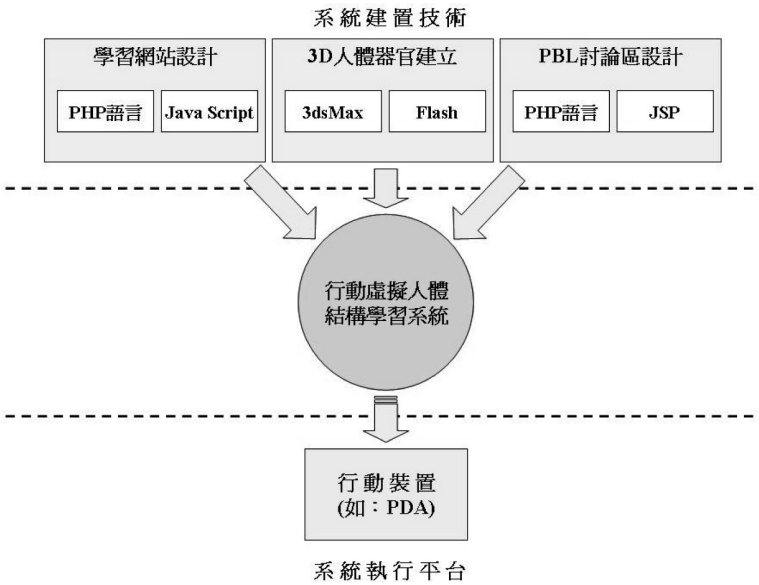

圖3：系統架構圖



圖4：課程內容選擇頁面



圖5：課程學習頁面

(三)虛擬人體結構

本系統所提供的課程單元除了一般的文字說明外，尚包含虛擬人體結構的展示動畫，學習者可透過點選「課程學習頁面」中的「觀看虛擬實境」按鈕即可進行3D人體器官之形狀、位置及大小的觀察，觀察的畫面如圖6所示。本系統共提供十四個虛擬人體結構的展示動畫。

(四)問題導向學習

本系統依據學者(黃光雄，1999)所提出的問題導向學習步驟，進行相關功能的製作，其結果如下所示：

1. 提出問題

本系統依各學習單元提出相關的學習問題，如圖7所示。



圖7：本系統學習單元之學習問題

2. 分析問題

為了使學習者能夠瞭解學習問題，本系統建置學習問題討論區，提供分組討論學習，如此可提供指導者引導學習者進行分組討論學習，如圖8所示。

3. 尋找解決問題的途徑並獲得解答

根據本系統所提出的學習問題，學習者可針對問題進行相關資料的搜集，搜集的方式主要是透過本系統所建置的學習內容(如圖4-圖6所示)，當學習者對這些搜集到的資

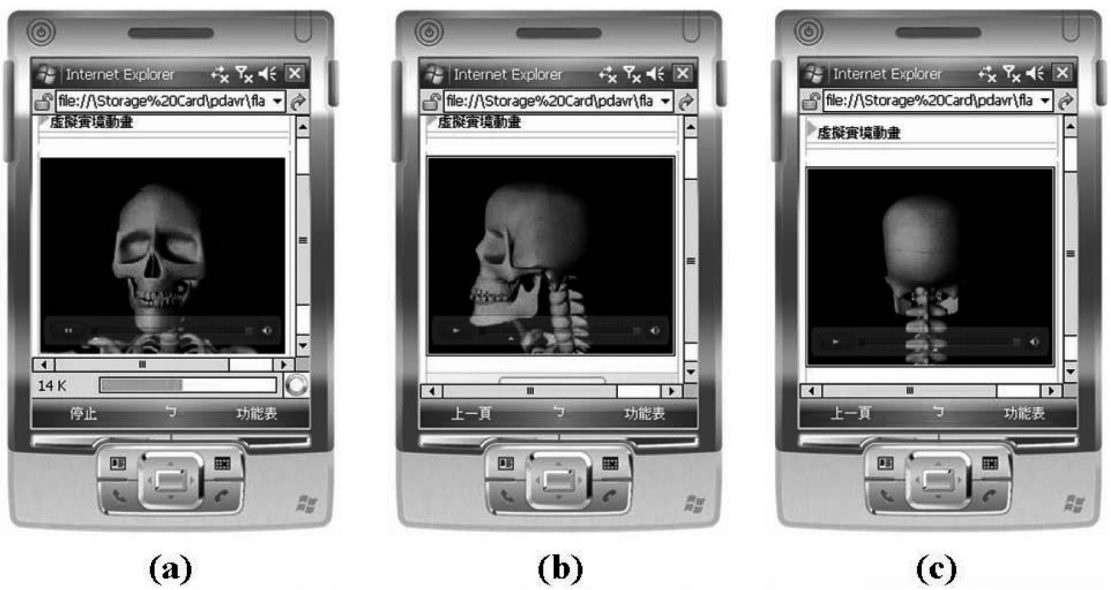

圖6：虛擬人體結構動畫展示：(a)旋轉前(b)旋轉90度後(c)旋轉180度後



圖8：本系統建置的問題討論區

料進行整理、分類、分析和組織後，進行學習問題的作答。除此之外，在本系統中，學習者亦可以根據過去學習的經驗、知識或自我想像，在學習討論區中提出個人的觀點(如圖8所示)，這些觀點可在同儕間進行分析討論，以求得合理的解答。本系統的學習問題作答畫面如圖9所示。

4. 解決問題並加以應用

在經過尋找與解決問題的途徑並獲得解答之後，學習者的後設認知應會提升，進而應用相關知識。達成問題導向學習的學習目的。



圖9：本系統的學習問題作答畫面

三、研究對象

本研究以中國醫藥大學學生為實驗對象，取樣的科系為醫學系、中醫系、牙醫系、醫管系、藥妝系、生物科技系及藥學系。在實驗過程中，不告知研究對象正在進行教學實驗，以避免霍桑效應之產生。本研究共回收159份有效問卷，其中男有65位，女有94位。受測者就讀科系中，藥學系佔69人，醫學系佔28人，牙醫系佔25人(如表2所示)。

四、研究教學實驗

在教學實驗方面，首先負責實驗的研究者向受試對象進行系統介紹，包括教學內容介紹、虛擬實境的操作、討論區的使用及系統的操作方式等。接著，將受試對象分組以進行問題導向學習，分組的方式為3-4人為一組。研究者在系統討論區中建立不同的學習問題，並指定各組選擇其中一個學習問題進行分組討論。各組可針對學習問題進行相

表2：受測者基本資料分析表

變數名稱	項目	計數
性別	男	65人
	女	94人
科系	醫學系	28人
	牙醫系	25人
	藥用化妝品系	26人
	藥學系	69人
	其它	11人

註：其它：中醫系2人、醫管系7人、生科系1人、護理系1人。

關資料的搜集，搜集的方式主要是透過本系統所建置的學習內容，當學習者對這些搜集到的資料進行整理、分類、分析和組織後，進行學習問題的作答。在實驗對象使用4週後，發放問卷瞭解他們對此系統的認知。

五、研究工具

本研究為行動學習系統設計之研究，因此研究工具包含學習工具及評量工具。學習工具為本研究所設計之行動虛擬人體結構學習系統，評量工具為問卷調查表，問卷的設計包含五個部分(如表3所示)：虛擬實境互動性、虛擬實境想像力、虛擬實境融入性、行動化虛擬實境教材的喜好及問題導向學習的態度，並採用李克特式七點量表形式作答，受試者依自己的感覺從「非常同意」、「同意」、「稍同意」、「沒有意見」到「稍不同意」、「不同意」、「非常不同意」中，予以7分至1分區間尺度衡量之。以下敘述本研究的研究變數之操作型定義：

(一)互動性

本研究將此變數定義為：「使用者透過操作介面與虛擬實境所產生之人機互動」。例如：「使用本系統可進行3D物件的移動」、「使用本系統可進行3D物件的旋轉」、及「使用本系統可進行3D物件的縮放」等評量互動性。

(二)融入性

本研究將此變數定義為：「使用者能夠融入利用電腦相關軟硬體技術所產生的3D虛擬環境」。本研究中使用者可透過配戴3D眼鏡觀察立體化的人體器官並沉浸其中而獲得視覺上的擬真感官刺激。例如：「我覺得本系統能使我更瞭解器官的真實形狀」、「我覺得本系統的3D模擬環境令人感覺逼真的」、及「我覺得本系統的3D模擬環境有身歷其境的感覺」等評量融入性。

(三)想像力

本研究將此變數定義為：「虛擬實境的製作能提供使用者想像的空間」。本研究中使用者透過對3D虛擬人體器官的觀察，能對人體器官間的空間位置產生聯想。例如：「我覺得本系統比平面影像更容易瞭解學習人體結構」、「我覺得本系統能使我更瞭解人體器官的空間位置」、及「我覺得本系統能使我更瞭解器官間的相對位置」等評量想像力。

(四)行動化虛擬實境教材的喜好

本研究將此變數定義為：「使用者對於行動虛擬人體結構學習系統的喜好程度」。

表3：問卷的平均值及信度與因素分析

測 量 題 目	負荷量	平均值	標準差	Cronbach's α
因素一：互動性				
1. 使用「本系統」可進行3D物件的移動	.87	5.32	1.26	
2. 使用「本系統」可進行3D物件的旋轉	.53	5.84	1.03	.76
3. 使用「本系統」可進行3D物件的縮放	.84	5.03	1.36	
因素二：想像力				
4. 我覺得「本系統」比平面影像，更容易瞭解學習人體結構	.79	6.10	0.96	
5. 我覺得「本系統」能使我更瞭解人體器官的空間位置	.84	6.14	0.83	.91
6. 我覺得「本系統」能使我更瞭解器官間的相對位置	.81	6.11	0.88	
因素三：融入性				
7. 我覺得「本系統」能使我更瞭解器官的真實形狀	.66	5.92	1.16	
8. 我覺得「本系統」的3D模擬環境，令人感覺逼真的	.82	5.55	1.17	.88
9. 我覺得「本系統」的3D模擬環境，有身歷其境的感覺	.78	5.23	1.27	
因素四：行動化虛擬實境教材的喜好				
10. 我願意分享使用「本系統」的經驗	.61	5.59	1.16	
11. 我覺得「本系統」可增進學生間互動	.61	4.84	1.28	
12. 我喜歡「本系統」數位教材透過網頁的表達方式	.74	5.43	1.25	.83
13. 我喜歡「本系統」數位教材透過影片(像)的表達方式	.72	5.67	1.07	
14. 我喜歡「本系統」數位教材透過立體影像的表達方式	.63	5.89	0.97	
因素五：問題導向學習的態度				
15. 透過「本系統」學習提升我學習的能力	.77	5.38	1.20	
16. 透過「本系統」學習提升我解決問題的能力	.80	4.94	1.40	
17. 透過「本系統」學習提升我建構知識的能力	.72	5.45	1.17	
18. 使用「本系統」進行學習後，讓我有信心更能瞭解人體的構造	.69	5.48	1.12	.92
19. 使用「本系統」進行學習後，讓我有信心學好人體結構	.63	5.38	1.14	
20. 我覺得「本系統」可增進師生間互動	.56	4.62	1.31	
21. 我覺得「本系統」的3D模擬環境，令人更專注的學習	.57	5.21	1.28	

例如：「我願意分享使用本系統的經驗」、「我覺得本系統可增進學生間互動」、「我喜歡本系統數位教材透過網頁的表達方式」、「我喜歡本系統數位教材透過影片(像)的表達方式」、及「我喜歡本系統數位教材透過立體影像的表達方式」等評量行動化虛擬實境教材的喜好。

(五)問題導向學習的態度

本研究將此變數定義為：「使用者行動虛擬人體結構學習系統有助於提升問題導向學習的學習態度」。例如：「透過本系統學習提升我學習的能力」、「透過本系統學習提升我解決問題的能力」、「透過本系統學習提升我建構知識的能力」、「使用本系統進行學習後讓我有信心更能瞭解人體的構造」、「使用本系統進行學習後讓我有信心學好人體結構」、「我覺得本系統可增進師生間互動」、及「我覺得本系統的3D模擬環境令人更專注的學習」等評量問題導向學

習的態度。

六、問卷之效度、信度

本研究邀請三位專家學者對問卷的內容效度進行審查，審查上依研究目的與題目之相關性及措詞合適性進行評量，依據評量結果，將鑑別度較低的若干問題刪除，並針對語意不清者加以修改以提高問卷的內容效度。而問卷信度Cronbach's α值為 .93，因此本問卷具有高信度。

本研究採用SPSS for Windows 17.0版本之統計軟體進行資料分析。在進行因素分析之前，將利用KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)樣本適切性檢定與Bartlett's球形檢定進行變項之間相關情形的檢定，判斷變項是否適合進行因素分析。本研究資料檢定之結果，KMO檢定值為0.88，顯示各變項彼此之間具有極佳的相關性。另外，Bartlett's球形檢定的卡方值為2524.95，達顯著性，表示本研究之調查資料適合進行因素分析。

為確認本問卷之因子，本研究利用主成分分析法進行因素分析，並經過直交轉軸的最大變異法分析後，21個測量題目抽離出五個主要的因子(互動性、想像力、融入性、行動化虛擬實境教材的喜好與問題導向學習的態度)，經因素分析後也顯示相同維度的題目被歸類為同一因素。各因素的題目及負荷量(factor loading)請見表3。

肆、研究結果與討論

一、描述性統計分析

本研究的有效樣本數為159人，問卷項目填答4分表示同意程度普通。由表3可知，在因素「互動性」、「想像力」與「融入性」方面，各項目的平均數皆高於5，表示學習者對本系統所建置的虛擬實境有正面的態度。

二、相關分析

本研究利用相關係數的分析，用以檢驗研究假設，辨別各變項之間的關聯強度。相關分析採用Pearson積差相關係數，並使用雙尾檢定，其分析結果如表4所示。

三、路徑分析

本研究為了更進一步探討變項間的影響效果與預測關係，採用結構方程模式(Structural Equation Modeling, SEM)中的PA-OV (Path Analysis with Observed Variables)模型進行路徑分析。分析的工具為Amos 5.0，其分析結果(如表5所示)顯示，其整體適配度的卡方值為45.58 (df = 3)，顯著性機率值 p = .000 (< .001)，達顯著水準。本研究利用GFI, NFI與CFI做為模型檢驗指標，相關學者(吳明隆，2009；Henry & Stone, 1994)認為此

表4：研究變項相關矩陣(雙尾)

	互動性	相像力	融入性	行動化虛擬實境教材的喜好	問題導向學習
互動性	--	.37**	.36**	.37**	.43**
相像力		--	.60**	.57**	.62**
融入性			--	.60**	.67**
行動化虛擬實境教材的喜好				--	.72**
問題導向學習的態度					--

**$p \leq .010$

表5：路徑分析各項效果說明

	R^2	直接效果	間接效果	整體效果
行動化虛擬實境教材的喜好	.44			
互動性		.13*	--	.13
融入性		.38***	--	.38
想像力		.30***	--	.30
問題導向學習的態度	.51			
行動化虛擬實境教材的喜好		.72***	--	.72
互動性		--	.01	.01
融入性		--	.27	.27
想像力		--	.21	.21

*$p \leq .050$, ***$p \leq .001$

三項指標大於0.90為理想水準，而Segars與Grover (1993)認為此三項指標只要大於0.80即可。而本研究的檢驗結果GFI = 0.91, NFI = 0.87, CFI = 0.87符合檢驗標準。虛擬實境的互動性、融入性及想像力對於行動化虛擬實境教材的喜好均有直接效果，標準化迴歸係數β(路徑係數)分別為0.13 ($p < .050$)、0.38 ($p < .001$)及0.30 ($p < .001$)。同時行動化虛擬實境教材的喜好對於問題導向學習的態度亦有顯著的直接效果(β = 0.72，$p < .001$)，因此，虛擬實境的互動性、融入性及想像力可藉由行動化虛擬實境教材的喜好來間接影響問題導向學習的態度。

由以上的分析結果得知，虛擬實境的互動性、融入性及想像力對行動化虛擬實境教材的喜好具有顯著的相關性及預測能力。另外，行動化虛擬實境教材的喜好對問題導向學習的態度同樣具有顯著的相關性及預測能力。圖10為本研究的研究假設之檢驗結果與迴歸係數β值。

伍、結論與未來研究

一、結論

本研究利用虛擬實境技術建置一個「行動虛擬人體結構學習系統」，以探討虛擬實境特性、行動化虛擬實境教材及問題導向學習態度之間的關係。本研究依據問題導向學習、虛擬實境及行動學習等相關文獻作為研究的理論基礎，發展一套行動人體結構學習教材，該教材除了利用虛擬實境技術建置虛擬人體器官外，並搭配3D動畫、2D影像及文字說明建立出一系列人體結構相關的教學內容，最後結合網頁技術建構出網頁化的行動虛擬人體結構學習系統。系統提供學習者一個問題導向為基礎的學習環境，並利用虛擬實境技術建置虛擬人體結構，以幫助學習者在發現問題後提升對問題的瞭解及解決問題的能力。

本研究的研究成果可分成兩部分，第一部分評估虛擬實境的三大特性對本研究所建置的行動虛擬人體結構學習系統的接受度是否會產生影響，其結果顯示互動性、融入性及想像力對行動化虛擬實境教材的喜好皆具有預測性。第二部分評估本研究所建置行

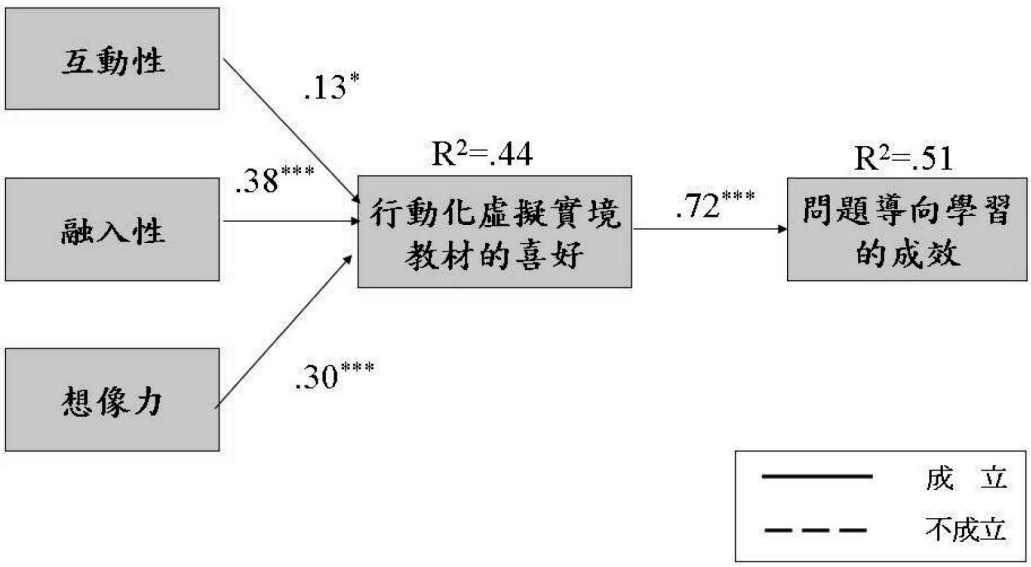

圖10：研究假設之檢驗結果

*p < .050, ***p < .001

動虛擬人體結構學習系統對問題導向學習是否會產生預測的效果，其結果顯示具有預測性。從結果來看，本研究發現虛擬實境很適合應用在醫學教學教材上的製作及問題導向學習上。評估結果說明如下：

(一)虛擬實境三特性：「互動性」、「融入性」及「想像力」對「行動化虛擬實境教材的喜好」之影響

本研究利用相關係數分析發現，虛擬實境的互動性、想像力及融入性與行動化虛擬實境教材的喜好具有正相關。在預測關係方面，互動性、融入性及想像力對行動化虛擬實境教材的喜好具有預測性，這表示虛擬實境的互動性、融入性及想像力對將影響行動化虛擬實境教材的喜好的接受度程度。其中融入性可以解釋行動化虛擬實境教材的喜好達到38%變異量，較想像力及互動性可以解釋行動化虛擬實境教材的喜好30%及13%的變異量為高。換句話說，虛擬實境所具備的融入性為最主要學生能接受行動化虛擬實境教材的喜好的原因。Gutiérrez等(2007)指出虛擬實境應用在醫學教育中，其具有較高的融入性，則學習者亦可獲得較高的學習成效。如此可知融入性在虛擬實境中是重要的因子，而本研究之研究結果也顯示融入性對虛擬實境教材喜好影響最為關鍵。另外，本研究結果顯示想像力的影響程度雖然低於融入性，但兩者之間差異不大，本研究認為兩者之間可能存在著影響的關係，建議未來進行虛擬實境的研究，可針對融入性與想像力兩者之間的關係進行研究。

(二)「行動化虛擬實境教材的喜好」對「問題導向學習的態度」之影響

本研究利用相關係數分析發現，行動化虛擬實境教材的喜好與問題導向學習的態度具有正相關。在預測關係方面，行動化虛擬實境教材的喜好對問題導向學習的態度同樣具有預測性，這表示系統的行動化虛擬實境

教材的喜好將影響使用者對問題導向學習系統的接受度程度。Massey, Ramesh與Khatri (2006)將問題導向學習的觀念導入行動學習中，並獲得良好的學習效果。Buchauer等(1998)認為行動設備的運用亦可增加合作討論的效率及問題解決能力。而本研究的研究結果也顯示行動化的學習對問題導向學習有正向的影響。另外，本研究進一步認為，在未來的發展上可加強虛擬實境的融入性及想像力設計，以提升行動化虛擬實境教材的喜好對問題導向學習系統的製作的影響程度。

本研究依據問題導向學習的三個特點：引起動機、主動學習與多樣式學習，設計問題導向學習的態度之測量題目。本研究製作的學習系統藉由學習問題的提出，希望能引起學習者對人體結構學上的疑惑，並依此期望能提升學習者的學習動機及自信心。另外，本研究提供結合文字、圖片及3D模型的學習內容，如此學習者可搜集到更為多樣的資料並進行整理、分類、分析和組織後，對學習問題提出解決方案。本研究提供問題討論區，讓學習者分享自己的問題解決方案，並與同儕及教師進行互動式的討論以獲得共識。藉由這個過程引導出學習者主動學習、解決問題及建構知識的能力。如此亦符合相關學者所提出的論點(許麗齡，2001；陳榮邦，2004；游光昭、蔡福興，2001；Barrows, 1996; Donner & Bickley, 1993)。

二、研究限制與未來研究方向

本研究主要在探討虛擬實境結合問題導向學習與行動學習在醫學教育的應用，但因為行動載具本身具有執行效能不足的缺點，因此本研究在建置系統時受限於載具而只能設定基本的互動(如：旋轉)，而其它較耗資源的動作(如：放大、縮小、拖拉物件)則無法進行設定。然而虛擬實境技術隨著電腦科技的發展而逐漸成熟，以下建議二個未來研究的方向：(一)可增加虛擬實境的互動性功能及更友善的操作介面，如利用Virtools或X3D等軟體工具設計人體器官的組裝及拆解等互動模式，以便學習者能更方便的觀察人體器官。(二)可發展融入性的虛擬實境CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)系統，系統結合病人人體模擬、融入式虛擬實境及視訊討論，可運用此系統於問題導向學習課程中。

誌謝

感謝國科會計畫NSC97-2511-S-039-001-MY3, NSC99-2511-S-039-001-MY2，與中國醫藥大學CMU99-S-45經費支持。

參考文獻

1. 尤煌傑(2008)。PBL與哲學：「以問題為基礎的學習」(PBL)教學法在「西方美學理論及其批判」課程的應用。**哲學與文化**，**35**(5)，109-121。
2. 朱經明(1999)。多媒體與身心障礙兒童。**特殊教育季刊**，**72**，13-15。
3. 江明涓、劉晃溢(2006)。**Mobile e-Learning——延伸數位學習之無線行動力**。查詢日期：2006年5月20日，檢自http://www.elearn.org.tw。
4. 吳明隆(2009)。**結構方程模式：AMOS的操作與應用(第二版)**。臺北市：五南。
5. 李孟智、蔡嘉哲、陳進典、翁國昌、黃建寧、蘇本華等(2004)。加拿大麥克馬斯特大學PBL課程參訪記要。**醫學教育**，**8**(2)，211-215。
6. 梁朝雲、李恩東(1998)。虛擬實境的發展與種類。**視聽教育雙月刊**，**40**(3)，18-26。
7. 許麗齡(2001)。問題導向學習於護理教

育上之應用。**護理雜誌**，**48**(4)，31-36。
8. 陳榮邦(2004)。問題導向數位學習在影像診斷學課程之應用。**醫學教育**，**8**(2)，135-146。
9. 陸希平、王本榮、陳家玉(2006)。問題導向學習。**醫學教育**，**10**(2)，89-97。
10. 游光昭、蔡福興(2001)。網路化問題導向式學習環境之設計。**生活科技教育**，**34**(12)，18-23。
11. 黃仁竑、游寶達(1995)。遠距教學與虛擬實境(Virtual Reality)。**資訊與教育**，**50**，24-27。
12. 黃光雄編(1999)。**教學原理**。臺北市：師大書苑。
13. 蔡哲嘉(2008)。問題導向學習法(Problem-Based Learning, PBL)之基本原則和實務技巧。**醫療品質雜誌**，**2**(2)，81-85。
14. Aggarwal, R., Ward, J., Balasundaram, I., Sains, P., Athanasiou, T., & Darzi, A. (2007). Proving the effectiveness of virtual reality simulation for training in laparoscopic surgery. *Annals of Surgery*, *246*(5), 771-779.
15. Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, *68*, 3-12.
16. Brenton, H., Hernandez, J., Bello, F., Strutton, P., Purkayastha, S., Firth, T., et al. (2007). Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. *Computers & Education*, *49*(1), 32-53.
17. Buchanan, G., Farrant, S., Jones, M., Thimbleby, H., Marsden, G., & Pazzani, M. (2001, May). *Improving mobile internet usability*. Paper presented at the 10th International Conference on World Wide Web. Hong Kong, China.
18. Buchauer, A., Werner, R., & Haux, R. (1998). Cooperative problem solving with personal mobile information tools in hospitals. *Methods of Information in Medicine*, *37*(1), 8-15.
19. Burdea, G. C., & Coiffet P. (2003). *Virtual reality technology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
20. Cain, J., Bird, E. R., & Jones, M. (2008). Mobile computinginitiatives within pharmacy education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, *72*(4), 76.
21. Chaudhry, A., Sutton, C., Wood, J., Stone, R., & McCloy, R. (1999). Learning rate for laparoscopic surgical skills on MIST VR, a virtual reality simulator: Quality of human-computer interface. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, *81*(4), 281-286.
22. Chikotas, N. E. (2009). Problem-based learning and clinical practice: The nurse practitioners' perspective. *Nurse Education in Practice*, *9*(6), 393-397.
23. Cortez, C., Nussbaum, M., Santelices, R., Rodriguez, P., Zurita, G., Correa, M., et al. (2004, March). *Teaching science with mobile computer supported collaborative learning (MCSCL)*. Paper presented at the 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education. Beijing, China.
24. Donner, R. S., & Bickley, H. (1993). Problem-based learning in American medical education: An overview. *Bull Med Libr Assoc*, *81*(3), 294-298.

25. Dye, A., K'Odingo, J. A., & Solstad, B. (2003). Mobile education – A glance at the future. Retrieved October 15, 2003, from http://www.dye.no/articles/a_glance_at_the_future/index.html
26. Farrell, M. J., & Rose, L. (2008). Use of mobile handheld computers in clinical nursing education. *Journal of Nursing Education*, *47*(1), 13-19.
27. Friedl, R., Preisack, M. B., Klas, W., Rose, T., Stracke, S., Quast, K. J., et al. (2002). Virtual reality and 3D visualizations in heart surgery education. *Heart Surgery Forum*, *5*(3), E17-21.
28. Grantcharov, T. P., Kristiansen, V. B., Bendix, J., Bardram, L., Rosenberg, J., & Funch-Jensen, P. (2004). Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *British Journal of Surgery*, *91*(2), 146-150.
29. Gutiérrez, F., Pierce, J., Vergara, V. M., Coulter, R., Saland, L., Caudell, T. P., et al. (2007). The effect of degree of immersion upon learning performance in virtual reality simulations for medical education. *Studies in Health Technology and Informatics*, *125*, 155-160.
30. Hao, A. T.-H., Chang, H.-K., & Chong, P.-P. (2006). Mobile learning for nursing education. *AMIA Annual Symposium Proceedings*, *2006*, 943.
31. Harris, P. (2001). *Goin' mobile*. Retrieved November 11, 2003, from http://www.astd.org/LC/2001/0701_harris.htm
32. Hassfeld, S., & Mühling, J. (2001). Computer assisted oral and maxillofacial surgery – A review and an assessment of technology. *International Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, *30*(1), 2-13.
33. Henry, J. W., & Stone, R. W. (1994). A structural equation model of end-user satisfaction with a computer-based medical information system. *Information Resources Management Journal*, *7*(3), 21-33.
34. Hoffman, B. O. B., & Ritchie, D. (1997). Using multimedia to overcome the problems with problem based learning. *Instructional Science*, *25*(2), 97-115.
35. Hsieh, M.-S., Lee, F.-P., & Tsai, M.-D. (2010). A virtual reality ear ossicle surgery simulator using three-dimensional computer tomography. *Journal of Medical and Biological Engineering*, *30*(1), 57-63.
36. Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, *4*(2), 118-141.
37. Krueger, M. K. (1991). *Artificial reality II*. Boston: Addison-Wesley Professional.
38. Lange, T., Indelicato, D. J., & Rosen, J. M. (2000).Virtual reality in surgical training. *Surgical Oncology Clinics of North America*, *9*(1), 61-79.
39. Larsen, C. R., Soerensen, J. L., Grantcharov, T. P., Dalsgaard, T., Schouenborg, L., Ottosen, C., et al. (2009). Effect of virtual reality training on laparoscopic surgery: Randomised controlled trial. *BMJ*, *338*, b1802.
40. Liaw, S.-S., Huang, H.-M., & Chen, G.-D. (2007). An activity-theoretical approach to investigate learners' factors toward e-learning systems. *Computers in Human Behavior*, *23*(4), 1906-1920.

41. Lu, J., Pan, Z., Lin, H., Zhang, M., & Shi, J. (2005). Virtual learning environment for medical education based on VRML and VTK. *Computers & Graphics*, *29*(2), 283-288.
42. Massey, A. P., Ramesh, V., & Khatri, V. (2006). Design, development, and assessment of mobile applications: The case for problem-based learning. *IEEE Transactions on Education*, *49*(2), 183-192.
43. Monahan, T., McArdle, G., & Bertolotto, M. (2008). Virtual reality for collaborative e-learning. *Computers & Education*, *50*(4), 1339-1353.
44. Moore, J. (2009). An exploration of lecturer as facilitator within the context of problem-based learning. *Nurse Education Today*, *29*(2), 150-156.
45. Mosso, J. L., Gorini, A., de la Cerda, G., Obrador, T., Almazan, A., Mosso, D., et al. (2009). Virtual reality on mobile phones to reduce anxiety in outpatientsurgery. *Studies in Health Technology and Informatics*, *142*, 195-200.
46. Nelson, L., Sadler, L., & Surtees, G. (2005). Bringing problem based learning to life using virtual reality. *Nurse Education in Practice*, *5*(2), 103-108.
47. Nicholson, D. T., Chalk, C., Funnell, W. R. J., & Daniel, S. J. (2006). Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Medical Education*, *40*(11), 1081-1087.
48. Pimentel, K., & Teixeira, K. (1993). *Virtual reality: Through the new looking glass*. New York: Intel/Windcrest, McGraw-Hill.
49. Ornstein, M. H. (1995). Virtual reality and laparoscopic surgery. *British Journal of Surgery*, *82*(6), 854-855.
50. Quinn, C. (2000). *mLearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning*. Retrieved July 15, 2000, from http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm
51. Segars, A. H., & Grover, V. (1993). Re-examining perceived ease of use and usefulness: A confirmatory factor analysis. *MIS Quarterly*, *17*(4), 517-525.
52. Sharma, P., & Kamal, V. (2006). A novel application of mobile phone cameras in undergraduate pathology education. *Medical Teacher*, *28*(8), 745-746.
53. Stevens, S. M., Goldsmith, T. E., Summers, K. L., Sherstyuk, A., Kihmm, K., Holten, J. R., et al. (2005).Virtual reality training improves students' knowledge structures of medical concepts. *Studies in Health Technology and Informatics*, *111*, 519-525.
54. Suzuki, S., Eto, K., Hattori, A., Yanaga, K., & Suzuki, N. (2007). Surgery simulation using patient-specific models for laparoscopic colectomy. *Studies in Health Technology and Informatics*, *125*, 464-466.
55. Temkin, B., Acosta, E., Hatfield, P., Onal, E., & Tong, A. (2002). Web-based three-dimensional virtual body structures: W3D-VBS. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *9*(5), 425-436.
56. Williams, B., & Pace, A. E. (2009). Problem based learning in chronic disease management: A review of the research. *Patient Education and Counseling*, *77*(1), 14-19.
57. Vince, J. (1995). *Virtual reality systems*. Essex, UK: Addison Wesley Longman.

科學教育學刊
2011, 第十九卷第三期, 237-256

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(3), 237-256

A Study of Virtual Reality and Problem-Based Learning Applied in Mobile Medical Education

Shu-Sheng Liaw[1,*], Hsiu-Mei Huang[2] and Chung-Min Lai[1]

[1]Department of Health Services Administration, China Medical University
[2]Department of Information Management, National Taichung Institute of Technology

Abstract

In this study the authors built a Mobile Virtual Body Structures Learning System to support learners in studying human structure. This system used Virtual Reality (VR) to create three-dimensional models of the human organs that help learners to memorize the human structure, organ functions and knowledge of 3D spatial relationship between organ structures. This system is a Web-based interactive learning environment executed by a mobile device (such as PDA). Therefore, learners can use this 3D VR learning system at any place when they need. Specially, this system adopted Problem-Based Learning (PBL) approach as the learning and teaching strategy in order to enhance learner's problem solving ability. The purpose of this study attempted to evaluate learners' perceptions of virtual reality and problem-based learning applied in mobile medical education. There search variables: virtual reality features (immersion, interaction, imagination), learners' preferences of mobile virtual reality learning and learning attitude of problem-based learning were investigated in this study. Finally, a questionnaire was developed for evaluating learners' attitude toward the mobile medical education. Results indicated that immersion, interaction and imagination can predict learner preferences of mobile virtual reality as well as learner of mobile virtual reality material and learning attitude of problem-based learning.

Key words: Mobile Learning, Problem-Based Learning, Virtual Reality

* Corresponding author: Shu-Sheng Liaw