

數位博物館「互動式學習設計」之創意研究

許素朱 Su-Chu Hsu

國立台北藝術大學 科技藝術研究所

T:+886-2-28938751

Email: suchu@techart.tnua.edu.tw

摘要

新世紀的到來，網際網路的快速成長，國內外已有成千上萬的網站紛紛設立，在內容上更是玲瓏滿目，數位博物館的建置更是其中一項時代性的工作。目前全世界各國無不積極地投入這樣一個工作，用以保存國家的重要或即將流失的文化資產，並把成果透過全球資訊網分享出來。「互動式學習」單元的設計已逐漸成為數位博物館中數位內容(Digital Content)中不可或缺的重要資訊應用之一。它不但可使整個數位博物館的數位內容得以活潑的方式呈現，甚而使民眾從之學習到數位內容的延伸意義，達到教育或知識傳遞的功能。在本論文中，我們主要乃探討(1)如何從數位內容的特性(Content Characteristic)與資料格式(Content Format)，來研擬互動式學習單元之創意；(2)如何從資訊處理技術(Information Process Technology)與資訊視覺化技術(Information Visualization Technology)，來研擬互動式學習單元之創意。在「互動式學習」設計的創意產生過程中，數位內容本身的特性與技術的可能性，是息息相關且互相影響的。有時創意源自數位內容的特性或資料格式，進而激發資訊技術的研發。相反的，有時創意乃源自既有的資訊處理技術與資訊視覺化技術，進而啟發對數位內容的深入探討與分析。我們期望借此論文的探討，提供數位內容設計者在互動式學習單元的設計上能獲得啟發——“創意就在內容與技術上”。

關鍵字

全球資訊網、數位博物館、數位內容、互動式學習、創意、內容特性、資料格式、資訊處理、資訊視覺化、資料庫檢索、資料探勘、時空資訊技術、虛擬實境、隨機技術、Director、Flash、Java、環場 Panorama、浮水印、VRML、websensor

1. 前言

新世紀的到來，全球化、數位化的潮流已風起雲湧，全球正面臨一個全新的局勢。我國自1998年起由國家科學委員會成立「數位博物館」專案計畫，除典藏重要文物外，更透過數位化的保存方式，以多媒體的網際網路做為科學與文化知識推廣的媒介。2002年行政院通過「挑戰2008：國家重點發展計畫(2002-2007)」[1]，宣示將積極推動數位內容產業，發展文化創意產業。國科會更將「數位博物館」的成果加以運用，進一步將之擴大為「數位典藏國家型科技計畫」[2]，透過計畫的執行建立豐富的文化資訊，發展數位學習功能。在「數位內容產業」被定位為未來國家重點發展的明星產業後，行政院文化建設委員會也配合國家數位內容產業的推動，積極推動「國家文化資料庫計畫」[3]。其主要任務乃將我國豐富的文化藝術典藏數位化並上網，除可充實網路資訊內容、充實教育內涵、提昇國民素質，讓精緻文化普及化。行政院國科會於2003年1月通過「數位學習國家型科技計畫」[4]，目標乃創造一個有利環境，整合上、中、下游的研發資源，使得政府、產業界、學術界三方面密切合作，最終期能實現社會、產業、和研究三個面向的願景，尤其在教育上希望能達到全民終身學習的目的。有鑑於數位學習及數位內容產業之推動具有相輔相成的密切關係，因此，如何針對數位內容來研發相關之「互動式學習」創意，顯得特別重要。

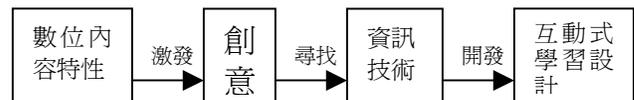
「互動式學習」的設計不但可使整個數位博物館的數位內容得以活潑的方式呈現，甚而使民眾從之學習到數位內容的延伸意義，達到教育或知識傳遞的功能。然，綜觀大部份的數位博物館，在互動式學習單元的設計上往往是一陳不變的拼圖、刮刮樂等遊戲，單調且了無新意。其主要原因並非只是視覺藝術性不夠，而是設計者對數位內容沒有充分的了解，對資訊處理技術與資

訊視覺化技術不熟悉所造成的。數位多媒體提供給觀眾的不僅是文字資料，它包含了互動式多媒體(Interactive multimedia)、超媒體(Hypermedia)、影像處理(Imaging processing)、數位視訊及音訊(Digital video and audio)、電腦動畫及繪圖(Computer animation and Graphics)、虛擬實境(Virtual reality)及多人參與之互動式環境(Participatory interactive environment)等。數位博物館的互動學習設計，將以傳遞與反應數位內容的內涵為首要目標，另外也期望達到高度互動性、趣味性、知識性與教育性。互動學習的設計的內容與品質對民眾的吸引力(attracting power)、持續力(holding power)與理解力(instructional power)等有很大的影響。良好的互動設計不僅能提高觀眾的學習興趣，更有助於資訊的學習與吸收，達到資訊利用與教育的功能。

在本論文中，我們主要乃探討(1)如何從數位內容的特性(Content Characteristic)與資料格式(Content Format)，來研擬互動式學習單元之創意；(2)如何從資訊處理技術(Information Process Technology)與資訊視覺化技術(Information Visualization Technology)，來研擬互動式學習單元之創意。在數位內容的特性方面，乃指數位內容本身的內涵意義，我們將舉例老照片、原住民祭典、淡水河諺語、絲路之旅、文字成語…等內容特性，來說明如何發揮資料本身的內涵於互動式學習單元設計。在數位內容的資料格式方面，我們針對不同的內容屬性如圖像(Image)、影音(Video)、音樂或聲音(Music, Sound)等，來說明如何針對數位內容的不同資料格式來設計互動式學習單元。在資訊處理技術方面，我們將針對資料庫檢索技術、時空資訊技術、虛擬實境、隨機技術…等技術，來探討這些技術如何應用於互動式學習單元的創意設計。在資訊視覺化技術方面，我們針對 Director、Flash、Java…等這些普遍被藝術創作者所使用的資訊視覺化設計軟體如何應用於互動式學習單元的創意設計。

2. 數位內容特性(Content Characteristic)

數位典藏國家型科技計畫的首要目標是將國家重要的文物典藏數位化，建立國家數位典藏資料庫與數位博物館，進而促進我國人文與社會、產業與經濟的發展。目前台灣數位典藏或博物館若干計畫的蒐藏涵蓋有老照片、歷史地圖、原住民、近代史料、動物、植物、考古拓片、銅玉陶瓷、書法、繪畫、善本古籍、檔案及期刊報紙等數位內容[5-20]。每一種數位內容都有其特性(Content Characteristic)，此特性指的是數位內容特有的內涵與意義。在數位博物館，這些特有的內涵與意義常被設計成「主題」展示。除此，這些數位內容的特性(內涵意義)也往往是「互動式學習」單元設計的創意主要來源。針對這些數位內容的內涵意義仔細分析與研究後，不難發現數位內容「內涵意義」是「互動式學習」創意之本。



以下是幾個針對數位內容的特性(內涵與意義)而設計的互動式學習範例：

- (1).「搜文解字-文國尋寶圖數位博物館」的「瀑布接龍(成語接龍)」遊戲[18] (中研院語言所與元智中文系共同研發)：乃針對成語的特性而設計的一個線上互動學習遊戲，讓學習者透過棋盤式多方向的成語接龍，能加強中文成語的學養。
- (2).「玄奘西域行數位博物館」的「西遊記互動式學習單元」[6] (台北藝術大學科藝所、佛研所共同研發)：乃針對西遊記文獻內容，擇選出西遊記中家喻戶曉的民間傳說如大戰紅孩兒、大鬧天宮、真假孫悟空、大鬧火焰山、取經功成…等，用卡通漫畫插圖及 3D 動畫的活潑生動方式以及白話文來詮釋來貫穿整個西遊記故事。西遊記是家喻戶曉的民間傳說，它是互動式學習設計的最佳題材。
- (3).「淡水河溯源數位博物館」的「淡水河諺語」互動學習單元 [10] (台灣大學圖書館、台北藝術大學科藝所共同研發)：乃針對淡水河流域的重要閩南話諺語，設計相關問題，透過猜猜看互動式遊

戲，讓學習者對台灣過去特有的諺語有更深的認識。

範例說明：老照片數位博物館計畫之“放大鏡看台灣”互動式學習單元（台北藝術大學科藝所、傳研所共同研發）[5,22-25]

<http://www.sinica.edu.tw/photo/learning/magnifier/index.html>



「老照片數位博物館」蒐藏有台灣民國五十年前之老照片共計三萬張。在典藏照片中，有些照片的內涵經過微觀之觀察及分析，發現有意想不到的趣味與知識。每張照片在微觀下，可發現照片中又有許多有趣的關鍵物，而這些關鍵物有著特殊且值得學習的意義，且透過資料庫又可搜尋出關鍵物的相關照片。因此針對這些具有微觀意義的照片及其關鍵物照片作整體分析研究後，我們設計一互動學習單元「放大鏡看台灣」線上遊戲，於遊戲中我們提供一些線索(題目)，讓民眾藉由放大鏡之工具在老照片中找尋寶物(關鍵物)，一旦尋到寶物後系統會自資料庫又找出「寶物」的老照片，並輔以詮釋資料中的內涵解說。參與者不單是享受到找尋寶物的樂趣，亦從尋找的過程中學習到此照片中關鍵物的歷史典故。「放大鏡看台灣」的單元，共有日治台北鳥瞰圖、新竹城煌廟圖、台南億載金城四則遊戲。以「台南億載金城」照片為例，照片提供了十八噸英國阿姆斯脫朗前膛大砲、兵房、操練場、扶壁、三合土、隔堆、砲座、砲門、胸牆等微觀寶物(關鍵物)。我們從詮釋資料分析這些關鍵物的背景歷史意義，並搜尋出其相關照片，一一設計線索(題目)，讓民眾藉由放大鏡之工具在老照片中找尋寶物(關鍵物)。



說明：圖片中有八個寶物「關鍵物」，如十八噸英國阿姆斯脫朗前膛大砲、兵房、操練場、扶壁、三合土、隔堆、砲座、砲門、胸牆等微觀寶物。



說明：點選題目 1 後，出現題目「睜大眼瞧一瞧，找出日本兵在何處？」，再用放大鏡(mouse)找出照片中的日本兵。



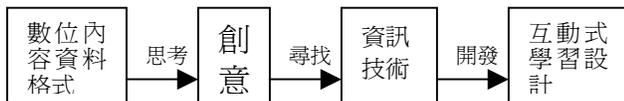
說明：找到「日本兵」後，系統會自資料庫再找出「日本兵」的老照片當作放大說明。



說明：在上個步驟再點選「知道更多」後，系統會出現其它更多相關老照片與詮釋資料的文字解說。爾後，再點下一個題目，繼續找照片中的其它關鍵物。

3. 數位內容資料格式(Content Format)

在數位內容的資料格式(Content Format)，不外乎有平面圖像資料(image data)、聲音資料(sound data)、影音(video data)。不同的資料格式，有著不同的數位處理方式，於網頁(Web)的呈現應用也不同，甚至相關的互動式學習單元設計的創作理念與方式也不同。



以下是幾個針對數位內容的資料格式而設計的互動式學習範例：

- (1). 針對平面典藏資料設計的有「淡水河溯源數位博物館」的「何處是神家」互動學習單元 [10] (台灣大學圖書館、台北藝術大學科藝所共同研發)：遊戲乃針對淡水河流域的重要神社(平面照片)，透過平面的翻圖遊戲，讓學習者記憶並學習其背景歷史。
- (2). 針對聲音典藏資料設計的「阿里山山脈與鄒文化數位博物館」中的「鄒族文化教室」互動學習單元 [19] (國立自然科學博物館研發)：主要乃針對原住民鄒族語言(聲音)而設計的一個線上語言教學教室，讓民眾用 mouse-over 互動方式即可 on-line 學習鄒族語言。
- (3). 針對影音典藏資料設計的有「玄奘西域行數位博物館」的「絲路之旅」互動學習單元 [6,21] (佛研所、台北藝術大學科藝所共同研發)：主要乃蒐集、錄製、剪輯絲路錄影帶，透過影音串流技術

於網路上播放，讓無法親自走過絲路的民眾，亦能觀賞這橫跨半個中國、影響中國多個朝代貫穿中西的要道。而值得一提的是，透過串流技術，我們把內涵網頁連結點設於串流影片中，使得當影片在播放時內容網頁自動的跟著換頁，讓學習者一邊觀賞錄影帶也同時瀏覽網頁的內容。

範例說明 1：台灣社會人文電子影音數位博物館「原住民服裝比一比」互動式學習單元 (台北藝術大學科藝所研發) [8,25-28]

在台灣社會人文電子影音數位博物館中「影音互動式學習」單元的設計，我們主要考慮典藏品不同的資料格式(如平面圖像資料、影音資料)，而分別研發設計不同的互動式學習單元「服裝比一比(男人篇/女人篇)」、「影音問答」。

<http://www.sinica.edu.tw/~video/interactive>



「原住民服裝比一比」主要針對典藏資料庫中的原住民服裝的「平面照片」而設計的九宮格服裝拼圖遊戲。每次遊戲開始便從資料庫隨機選出一組九張不同的原住民服裝圖片，使用者必須一把服裝圖片拖拉至正確的九宮格族別位置。若答對了，圖片會吸附於格子內，若答錯了，圖片會彈回右邊的位置。藉由遊戲，我們希望學習者對原住民服裝能有進一步認識。由於每次服裝均是隨機出現，學習者不會因為玩過一次，便背住所有答案。



說明：mouse 需拖拉隨機出現的照片至正確的原住民族別位置。



範例說明 2：台灣社會人文電子影音數位博物館「影音問答」互動式學習單元(台北藝術大學科藝所研發)

環視目前的教學網站，我們發現一段短短的影片介紹往往勝過千字萬語的解釋。然，在影片的播放中，如何加強學習者對影片內容更深入了解？是值得努力的方向。於台灣社會人文電子影音數位博物館計畫，我們設計「影音問答」單元，乃讓學習者一邊觀賞影片，一邊回答相關問題。答對了，再繼續往下觀看影片。遊戲結束時，系統將統計出答錯題數與時間成績。主要目的乃讓學習者透過遊戲，反覆觀賞影片及提問問題，對影片內容能有深入的了解。



說明：遊戲開始時，可隨時暫停或播放。



說明：影片播放至暫停時，系統會出現相關問題。



說明：答對後，影片將自動繼續播放。



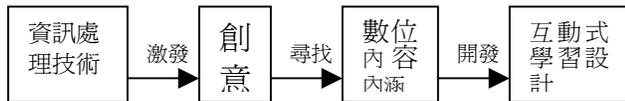
說明：遊戲結束時，系統將統計出答錯題數與時間成績。

4. 資訊處理技術 (Information Process Technology)

數位博物館中對數位內容的處理，近年來國際上已陸續研發有許多相關技術，如資料庫檢索 (Database)、資料探勘 (DataMining)、地理資訊系統 GIS (Geometric Information System)、浮水印 (Watermark)、影片鏡頭自動偵測 (shot-detection)、影音串流(Streaming Video)、紅外線感應...等。“When Artists And Engineers Work Together, The Result is Something Neither Can

Expect.”，這是 IEEE Spectrum 雜誌 1998 年七月份雜誌封面上的一句標語。這篇報導一刊出全球藝術界興奮躍雀，科學界驚訝讚歎。藝術家們興奮，此篇報導將號召更多科學家投身於技術的開發，予以提供藝術家運用；科學家們驚歎，經由此篇報導得知他們所開發的技術不知不覺已被藝術家神妙的運用於藝術創作上，而成為作品的主角。此篇報導正式為藝術與科技立下一新的里程碑－藝術與科技整合的時代來臨了。

因此，在數位媒體時代中，科技與藝術創意幾乎是不可分的。往往一個技術的產生，就激發創意設計者的靈感，而為該技術量身設計一件創意內容作品。如美國因 911 事件，而委託學術界研發出的 websensor 技術 [32-34]，此 websensor 無線又不需大量電源，體積小很適合植入 PDA、手機、人體。像這樣一個前瞻性的技術一出來，未來決對會改變許多人的生活行為模式。試想，未來數位內容的應用，可隨時隨身從自己身上的晶片獲得，這該設計出怎樣的互動式學習呢？



以下是目前台灣幾個針對資訊處理技術而設計的互動式學習範例：

(1). 「故宮文物之美數位博物館」中的“文化地圖” [20] (國立故宮博物館、中央研究院共同研發)、「阿里山山脈與鄒文化數位博物館」 [19] (國立自然博物館、中央研究院共同研發)：乃應用 GIS 技術而設計，透過 GIS 地圖分析探討典藏品的分佈位置及觀賞其典藏內容。

(2). 「台灣社會人文電子影音數位博物館」的“e-Moving” [8,26-28] (台北藝術大學科藝所研發)：乃應用影音串流技術而設計，單元中透過研發的串流發行技術，以主題館的影音資料為主，學習者可選擇不同的網路頻寬來播放影片。並配合檢索功能，使用者則可以輸入相關人物、事件、族別等關鍵詞彙，搜尋希望播放的影片。

(3). 「關渡花卉藝術節」的“e-Flower” [31] (台北藝術大學科藝所研發)：乃應用紅外線感應技術設

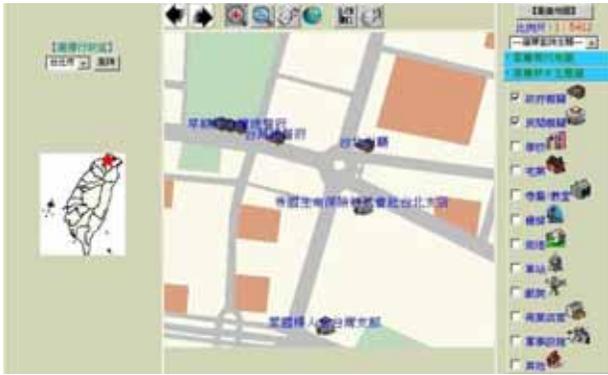
計，其主要乃將花卉的網路裝置藝術作品除於網路 on-line 展示出來，也於實體展場展出，觀賞者以其位置、聲音、觸摸透過紅外線感應取代 mouse 來與花卉藝術內容作互動表現與學習。

範例說明：台灣老照片數位博物館計畫“台灣走透透”互動式學習單元(中研院計算中心、台北藝術大學科藝所、傳研所共同研發) [5,22-25,29]

GIS 是以地理關聯資料 (geo-referenced information) 為處理對象的電腦輔助資訊管理系統。就資料架構而言，GIS 係由空間 (位址) 及屬性 (統計) 資料二大部分所構成。前者包含由座標形式表現之點、線、面等空間物件；後者則為描述空間屬性的特徵或量化資訊。「台灣老照片數位博物館」中的“台灣走透透”單元，我們主要利用地理資訊系統擷取、儲存、處理、分析與顯示的特性呈現本計畫的主題，包括「GIS 照片檢索查詢」、「GIS 照片統計與分佈查詢」，並建立以 Web 為主要應用環境，完整的時空資訊處理應用平台與程序。當我們拜訪中研院計中得知 GIS 技術，我們便開始思考如何將它應用使之與老照片有關，由於資訊處理技術的激發，我們設計了 GIS 照片檢索查詢與 GIS 照片統計與分佈查詢兩個互動式單元。

(1).GIS 照片檢索查詢

台灣老照片數位博物館計畫的照片資料屬性兼具了空間、時間與屬性的資料特性。因此，配合中央研究院計算中心的 GIS 技術[29]，我們挑選出與地理位置有關的照片，如政府機關、學校、寺廟、教堂、車站、商店、橋樑…等與空間分佈有關的照片。我們將照片的地理位置與 GIS 座標位置作結合。經由 GIS 系統可框選與 zoom-in 放大台灣地圖，並勾選想要檢索的照片類別，經過檢索過程，GIS 系統會自老照片資料庫檢索出相關的照片，並在地圖上座標位置上顯現出不同的類別照片 icon。點選 icon 後，則會出現該地點類別的照片原圖以及照片的詮釋文字說明。除此，亦可套疊日治時代老地圖、現代地圖、道路、水系…等，分別擷取、儲存在不同圖層，使用者可以根據其需求作不同主題的呈現與探討。



(2).GIS 照片統計與分佈查詢

透過 GIS 對於資料的分析與統計，產生統計圖表，讓學習者點選了地理城市，即可得到各縣市老照片的分佈數量、類別的統計分析。此統計資料，也提供資料處理者作為資料管理、分析之用。



5. 資訊視覺化技術(Information Visualization Technology)

互動性網頁設計已漸成下一世紀網頁設計的主流，可輕鬆地整合圖像、聲音、動畫、3D 物件，並且毫無問題地在多種瀏覽器與作業平台下，透過資訊視覺化技術 (Information

Visualization Technology) 呈現，如 Java、Javascript、Dhtml、Director/Flash、VRML、環場 Panorama 技術、電腦動畫、Max 等。這些軟體與技術本身就是為資訊作視覺化呈現而設計或研發。因此，對「互動式學習」設計創意者而言，這些幾乎都是必備的工具。而針對不同的資訊視覺化工具特性，往往都可激發出不同的著創意，亦即設計的源發點乃根據資訊視覺化技術的特性去思考、去設計互動式學習腳本，使得數位內容搭上資訊視覺化技術展現出來具有絕妙的效果。但值得關切的是，若沒有好的互動式學習腳本配合，數位內容反而失去其資料的“呈現直接性”與“理解的快速性”，往往只會流於技術層面的展示。



以下是幾個針對資訊視覺化技術而設計的互動式學習範例：

(1).「人體奧秘數位博物館」中的“血球保衛戰” [12] (國立自然博物館研發)：乃運用 Director/Flash 資訊視覺化技術而設計。其運用 flash 中 mouse 極強的互動性功能，設計讓學習者敲打細菌來模擬血球保衛之戰。

(2).「玄奘西域行數位博物館」“博覽絲路文化·悠遊西域佛國” [6]及「台灣佛教數位博物館」“小沙彌遊台灣” [7] (台灣大學資工所、佛研所、台北藝術大學科藝所共同研發)：乃運用 Java 程式資訊視覺化技術而設計。兩個遊戲都是運用 Java 程式而設計的一個類似大富翁遊戲。學習者丟骰子前進，並隨時回答題庫中的題目，決定是否前進還是退後。而值得一提的是本遊戲題庫乃蒐集有絲路的所有歷史、地理、文物相關題目，參加此遊戲，事實上就是在參加一場模擬考，此遊戲目前已被許多中小學選為課外模擬測驗學習網站。

(3).「商王大墓重現數位博物館」中的“漢墓重現” [14]：乃運用 VRML 資訊視覺化技術而設計。其主要乃使用 VRML 設計 3D 虛擬漢墓，讓學習者於網路虛擬實境中觀賞漢墓。

(4).「玄奘西域行數位博物館」的“敦煌連環壁畫” [6,21] (台北藝術大學科藝所、佛研所共同研發)：乃運用環場資訊視覺化技術而設計。其主要乃使用環場技術把敦煌的連環壁畫環接起來，並透過環場連結點解說每個連環單元的傳說故事。

範例說明：台灣老照片數位博物館計畫“繞著台灣走”互動式學習單元(台北藝術大學科藝所、傳研所共同研發) [5, 22,23, 24]

Flash 對藝術創作者是個很好的互動式資訊展示的科技，它將多媒體的互動帶到更深、更廣的層次，尤其是互動式的特性。針對此，我們針對台灣老照片設計「繞著台灣走」的互動式學習單元。在老照片豐富的典藏當中，有不少照片是主題鮮明又極具文化或歷史的意義，我們特地將它挑出選擇其詮釋資料(metadata)並整理成相關的題庫，利用類似闖關遊戲的方式來設計「繞著台灣走」。遊戲中由一猿猴，一邊搭火車遊歷台灣，一邊回答隨機出現的問題，答對題目猿猴則繼續演化，答錯題目猿猴則退化。本互動學習遊戲，繞著台灣不同地點分別為台北、新竹、台中、彰化等九道關卡進行提問，以進化退化取代獎懲，增加了遊戲的趣味性。遊戲由 flash 所製作完成，題目採隨機的方式出現。透過遊戲我們期盼讓學習者能對台灣歷史發展有更進一步認識。

<http://www.sinica.edu.tw/photo/learning/taiwan/train.html>

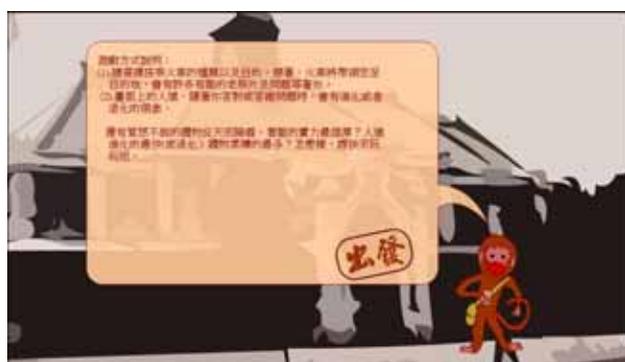
說明：遊戲開頭你是以一隻猩猩的角色，進行闖關遊戲，準備坐著火車進行環繞台灣之旅，以下為簡單的遊戲簡介及說明，按出發即可進入下一個畫面。



說明：選擇搭車種類(車種圖像亦為資料庫典藏照片)到下一個畫面。



說明：遊戲一輪共分台北、新竹、台中、彰化、雲林、台南、屏東、台東、花蓮等地點，共九個問題。





說明：到達第一站會出現第一個問題，回答方式採對和錯二選一的方式，以下為提問的畫面。



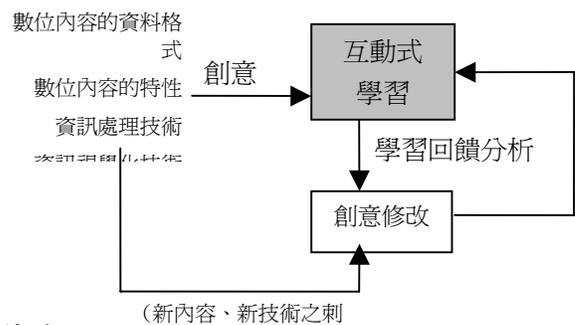
說明：退化的結果，你由猩猩的角色變成大毛怪，要想恢復原來來的樣子，你可需要努力答對才能達成，順利的話，遊戲結束你可到達進化的最頂端。



說明：回答問題完，不論答對或答錯，左下角會出現題目的解答，右下角會出現答對或答錯的結果，並告訴你即將退化或進化。

6. 學習者使用結果回饋分析

上述之探討，乃提供互動式學習設計者之初始創意啟發。然而，互動式學習設計後的結果是否具有教育學習、知識傳遞、趣味活潑等功能、使用者介面操作是否夠清楚與友善、題目難易度是否洽當、適合的學習對象是否掌握得宜...等等，更是一個數位博物館互動式學習單元需考慮的。經由相關的問卷調查分析，則可了解學習者的學習情形，並進一步提供設計者修改創意。甚至，未來新的內容增加或新的資訊技術產生，都可能再激發出新創意再進行修改原有設計。



7. 結論

自 2002 年起行政院正積極推動「挑戰 2008—國家重點發展計畫」，政府頒佈「加強數位內容產業發展推動方案」，並積極推動「數位學習國家型科技計畫」以來，已獲得許多學界、文化界、業界的期待。有鑑於數位學習及數位內容產業之推動具有相輔相成的密切關係，都將牽動未來國家知識經濟產業的發展。因此，如何透過「數位學習」設計把「數位內容」作加值應用，是不容忽視的重要課題。其中如何提昇台灣「數位學習」加值應用，主要重點乃在創意的提昇與研發。

「互動式學習」的設計是「數位學習」加值應用不可缺的項目，尤其是對數位內容應用扮演著極重要的知識傳遞任務。在「互動式學習」設計的創意產生過程中，數位內容本身的特性與技術的可能性，是息息相關與互相影響的。有時創意源自數位內容的特性或資料格式，進而激發資訊技術的研發。相反的，有時創意乃源自既有的資訊處理技術與資訊視覺化技術，進而啟發對數位內容的深入探討與分析。本論文僅就互動式學習設計的創意作初步研究，未來將針對學習者的使用回饋分析，繼續深入探討如何改進互動式學習設計。

IEEE Spectrum 1998 年的雜誌封面如是說：
"ART & TECHNOLOGY - When Artists And Engineers Work Together, The Result is Something Neither Can Expect. "；同樣的，"CONTENT & TECHNOLOGY - When Content Creator And Engineers Work Together, The Result is Something Neither Can Expect. "我們期望借此論文的探討，提供數位內容設計者在互動式學習單元的設計上能獲得啟發——“創意就在內容與技術上”。

7. 參考文獻

- [1] 行政院，挑戰 2008：國家發展重點計畫（2002—2007），2003 年 5 月。
- [2] 數位典藏國家型科技計畫，中央研究院，<http://www.ndap.org.tw/>
- [3] 國家文化資料庫，文建會，<http://km.cca.gov.tw>
- [4] 數位學習國家型科技計畫 <http://elnp.ncu.edu.tw>
- [5] 台灣老照片數位博物館，
<http://www.sinica.edu.tw/photo>
- [6] 玄奘西域行數位博物館，
<http://mars.csie.ntu.edu.tw/silk>
- [7] 台灣佛教數位博物館，
<http://mars.csie.ntu.edu.tw/formosa>
- [8] 台灣社會人文電子影音數位博物館，
<http://www.sinica.edu.tw/~vido>
- [9] 台灣民族藝師數位博物館，
<http://twmemory.tnua.edu.tw/folkart>
- [10] 淡水河溯源數位博物館，
<http://mars.csie.ntu.edu.tw/tamsui>
- [11] 民族音樂數位典藏「聽聽在台灣的音樂」
<http://210.69.67.75/nmusic1/maintopic/>
- [12] 生命科學數位博物館 - 生命密碼館，
<http://d1m.tmu.edu.tw/phase1.htm>
- [13] 平埔文化資訊網，
<http://www.sinica.edu.tw/~pingpu/>
- [14] 漢代墓葬與文化，
<http://www.sinica.edu.tw/~hantomb/>
- [15] 台灣魚類資料庫，
<http://fishdb.sinica.edu.tw/>
- [16] 台灣蝴蝶面面觀數位博物館，
<http://turing.csie.ntu.edu.tw/ncnudlm>
- [17] 搜文解字(I) 數位博物館，
<http://cls.admin.yzu.edu.tw/swjz/>
- [18] 搜文解字(II) - 文國尋寶圖數位博物館，
<http://www.sinica.edu.tw/wen/>
- [19] 阿里山山脈與鄒文化數位博物
<http://digimedia.nmns.edu.tw/theCou>
- [20] 故宮文物之美位博物館，
www.npm.gov.tw/dm
- [21] 許素朱，玄奘西域行數位博物館--互動式、3D 虛擬視覺藝術設計與展示，NSC89-2750-P-119-002
- [22] 許素朱，台灣老照片數位博物館之展示與視覺設計，NSC89-2750-P-119-005，2001
- [23] 許素朱，台灣老照片互動式資訊視覺化設計與研究，NSC90-2750-H-119-182，2002
- [24] 許素朱，「台灣老照片數位博物館」建置機制之探討，地方文獻學術研討會，Oct. 2002。
- [25] 許素朱，解構數位博物館之網頁設計，第一屆數位典藏技術研討會，July 2002。
- [26] 許素朱，電子影音資訊應用與視覺化設計，NSC 90-2750-H-119-232，2002
- [27] 許素朱，電子影音互動式虛擬應用與視覺化設計，NSC 91-2750-H-119-232，2003
- [28] 李道明，電子影音資料數化與建置，NSC 90-2750-H-118-232，2002
- [29] 林誠謙，台灣老照片時空與知識結構管理研究，NSC89，2002
- [30] 許清琦、歐陽彥政，數位博物館中知識庫系統之研發，NSC 89-2750-P-002-004，2002
- [31] 花想花卉藝術節，台北藝術大學，
<http://flower.tnua.edu.tw>
- [32] Intel UC Berkeley –
<http://www.intel-research.net/berkeley/>
- [33] TinyOS -- <http://www.cs.berkeley.edu/~jhill/>
- [34] WebDust-<http://athos.rutgers.edu/dataman/webdust>