

以服務及應用為導向之博物館數位知識庫建構模式

徐典裕

國立自然科學博物館

台中市館前路 1 號

886-4-23226940 ext 729

dan@mail.nmns.edu.tw

摘要

本文內容主要以服務與應用為導向，對整體數位博物館建構，博物館數位知識庫中知識物件、知識單元、知識群組及知識網路多層次知識結構進行概念模式化(conceptual modeling)之過程與方法，以滿足數位博物館知識庫建構、管理、存取及呈現之需求，並完成整體數位知識庫資訊系統架構之建置與實作，以印證數位知識自動化之生產過程之可行性，提供博物館建構大型數位典藏知識庫解決方案之參考範例，最後說明未來努力及發展方向。

一、服務與應用及知識導向數位典藏

『數位博物館(Digital Museum)』的構想與視野[1]，即是要結合數位化知識內容、整合式尖端資訊技術、網路化之應用與服務及經營管理與行銷，使博物館成為國際文化村及資訊高速公路上扮演主要之知識提供者及生產者角色。而數位博物館之知識的建構目標，是要以提供使用者與觀眾多元服務及應用為導向，將博物館長期累積成長之典藏及展示教育資源，從原始素材數位化、知識化加值處理到網路化呈現傳播之整體作業流程，結合資訊技術應用與發展作整體規劃，除建構制度化之數位化知識內容生產與建構流程，發展可長可久之整合

性資訊技術平台，提供專業人員主導內容建構卻不失延展性與擴充性的方式，將數位化資源依既定之內容組織架構，編輯組織各種不同型式與多元化之知識單元或知識產品。使數位博物館結合知識建構、管理與行銷機制，為博物館經營理念之實踐與表達，拓展無限的可能及想像空間。

建構數位典藏內容是博物館發展『數位博物館』的基礎，而數位典藏內容的價值，在於支援展示、科學教育及學術研究多元功能知識內容的建構。在此認知下，我們需要擴展數位典藏成為以服務與應用導向及知識導向數位典藏[3]，前者是要使所建構之數位典藏內容與博物館蒐藏研究與展示教育功能結合，擴展博物館知識累積與傳達無限的創作與想像空間，並使博物館成為社會大眾隨時隨地在生活上豐富且生生不息的知識寶藏。而知識導向數位典藏，就有關數位知識表示與組織模式化(Knowledge representation and modeling)[4]、知識關聯/分類(knowledge relationship and classification)、知識探索(knowledge discovery)與資料探勘(data mining)等主題，以建立大量關聯性、多樣性及長遠性知識內容，自

我認證(self-validating)及自我推演(self-instantiating)與學習，產生更多動態且有用的跨領域多元化知識。

二、數位博物館建構概念模式(Conceptual modeling of Digital Museum)

博物館數位知識之建構應以使用者之服務及應用需求為導向，使數位內容建構與產出、資訊技術架構與應用、組織運作與管理、數位內容行銷與傳播，都能以真正滿足博物館消費群的需求，建構之長期發展的架構及經營管理的模式 [5][6][7][8]，如圖一。



圖一 整體數位博物館建構概念化模式

(一)服務與應用

一般數位博物館服務與應用從學術研究教育、民生、經濟及休閒娛樂等用途可歸納下列幾種：(1)數位典藏庫及圖書館(digital repository and library)(2)數位與虛擬展示(digital and virtual exhibition)(3)遠距學習與教育 (distance learning and education)(4)數位媒體資源庫(multimedia resources repository)(5)生活百科知識庫(life encyclopedias knowledge

repository)(6)數位影劇院(digital cinema and theater)

(二)內容建構

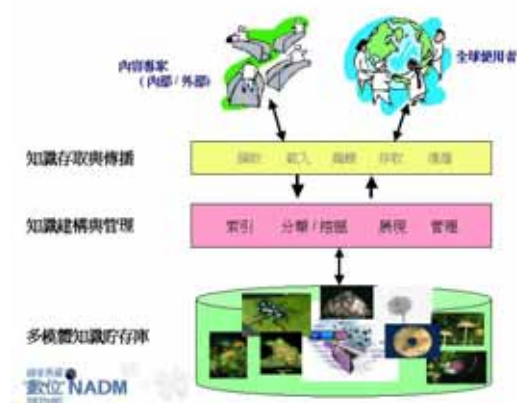
數位內容以使用者需求為建構方向，可以從最基本的多媒體物件，經由各種人工組合或系統自動挖掘建構方式，建立各種由小到大之知識內容族譜(Knowledge content spectrum)，更進一步亦可提供編輯介面讓使用者運用既有素材內容，自行加值組合延伸更多的知識內容。

另在考慮各類使用者群的需求，內容的製作應從普及到專業，提供各種不同分級版本，提供使用者可依專業背景，選擇適當的內容。且考量使用者存取及瀏覽內容之能力與環境，應建構各種不同傳輸品質需求之內容。

(三)資訊技術架構與應用

就資訊技術建構實務而言，可將整體數位博物館建構之過程，視為知識生產(Knowledge Generator)及知識管理(Knowledge management)之機制來思考，整體典藏資源數位化及網路化過程，就像一座線上自動化知識生產工廠般，也就是說網路上的數位知識內容無論是編輯、管理、存取及傳播，是透過素材專業人員及資訊技術人員群力合作之自動化生產流程(Collaborative Automatic Production Workflow)來加以完成。整體數位知識建構之資訊技術架構主要可由多媒體知識貯存庫(multimedia knowledge repository)(多媒體物件之儲存與管理)、知識建構與管理(knowledge creation and management)(擷取與索引、儲存與管理、編輯、搜尋與存取、權限管理)及

知識存取與傳播(knowledge access and distribution) (分類瀏覽、智慧型查詢、個人化服務、調適型高速傳輸) 等三層架構組成，如圖二。功能面則應含括(1). 數位典藏知識內容建構與管理(2). 分散式數位知識內容建檔及組織編輯介面 (3). 適合各類使用者之導覽與查詢功能設計(4)使用者個人化服務與管理介面(5)整體入口網站架構及行銷機制的建立。



圖二 建構知識庫資訊技術架構

(三)組織架構

數位博物館的建構與經營管理，已是世界各國博物館不可避免的趨勢，提昇並改變博物館經營的理念與方法，透過由上而下之決策及統合管理的力量，訂定長遠及整體發展目標，整合內容、技術及行銷人力各自發揮應有之專業能力，有關內容、技術及行銷含括專業人力分列如下：

- (1)內容部份：領域內容專家、腳本教材編撰、多語言編譯。
- (2)技術部份：專業攝影、資訊技術（多媒體、資料庫、網路通訊、視覺傳達及系統設計與整合等）。
- (3)行銷部份：教育推廣、網路展示設

計、市場評估。

(五)經營管理與行銷

在進行數位博物館計畫前應以滿足現代知識消費者(knowledge consumer)的需求，建立整體建構方向與目標，並進行博物館整體營運之再造工程(re-engineering)，從博物館人員工作方法及產出、組織與運作流程、資源之整合、新文化之建立與經營管理模式，都必須配合數位博物館之建構目標，與知識建構與行銷作結合並重新調整，使知識之創造，傳播與行銷成爲博物館整體經營的一部分，且爲傳統展示教育功能的延伸與提昇，達到實體展示與虛擬展示相互輝映，方能呈現博物館更多元化之功能及經營理念，在實務面應以知識行銷爲導向從產品市場需求、增值生產、定價收費、智慧財產保護及行銷策略等建立一套企業經營管理之運作模式(business model)。

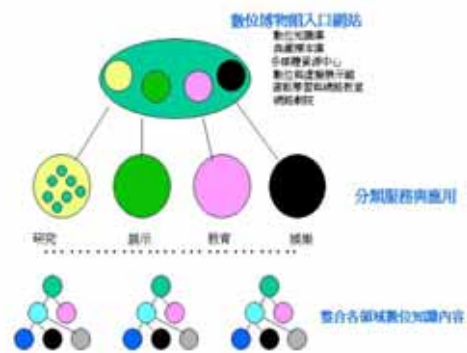
三、數位知識庫建構概念模式化

數位博物館整體資訊技術架構，數位知識庫之建構、管理、存取及展現爲核心，建構過程主要可分爲概念化模式設計(Conceptual modeling)及實作設計(Implementation)兩階段[9][10]。概念化模式設計是將數位博物館建構目標及整體資源，運用兼具周延之語法(syntax)及語意(semantic)工具與以具體表達及描述數位知識內容，如 RDF(Resource Description Framework)[11] 及 EER(Extended Entity Relationship)等模式。RDF Model 包含三種基本物件：資源(Resources)、特性(Properties)及陳述(Statements)，其常被應用在網際網路

資源交換、數位圖書館及電子商務等知識的表達。EER Model 含括 是一種 -- IS-A、部分--PART-OF、類別 --Entity、關係--Relationship、屬性--Attributes 等描述功能，並兼具物件導向模式之特性（含括包裝性 --Encapsulation、繼承性 --Inheritance、再利用--Reuse、方法程序--Method 等描述功能），這些工具可將數位博物館中的數位知識資源群體間的關係及屬性描述加以具體表達，這些模式工具結合 XML(Extended Markup Language)具標準化及可攜性之特性，更可延伸博物館數位知識分享及館際聯合目錄之建立。實作設計則將概念化模式設計之結果，導入電腦化作業之資訊技術架構與系統。

(一) 整體知識關聯架構概念模式化設計

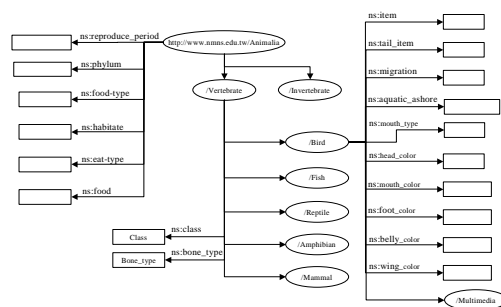
數位博物館整體數位化知識關聯模式化設計[9][10]，是要從提供給使用者各種應用及服務中，將博物館中與典藏資源相關之人、事、時、地、物各類知識、媒體資源、研究人員專業詮釋及使用者需求間，建立整體彼此緊密之關聯階層架構，在架構中某一領域之上層個體群可反應出下層個體群之共通屬性，下層個體群除繼承上層個體群之屬性外也具備其專有屬性，不同領域間彼此建立鏈結，使用者可從單一角度切入獲取需求範圍內蒐藏、研究、展示、教育等相關整合性資訊，如圖三。



圖三 整體數位化知識階層架構

如生物體系，地球生物包含動物及植物，動物則包括脊椎動物及無脊椎動物，脊椎動物又包含哺乳類、鳥類、魚類、兩棲爬蟲類等之階層架構，如此由上而下之規劃設計方式 (top-down design) 完成後各領域即可由下而上且各自平行導入 (bottom-up and parallel implementation)，將各領域之相關資源予以連結 (linking)，建構完整且關聯性知識結構，如圖四。

(二) 多媒體知識庫概念模式化設計

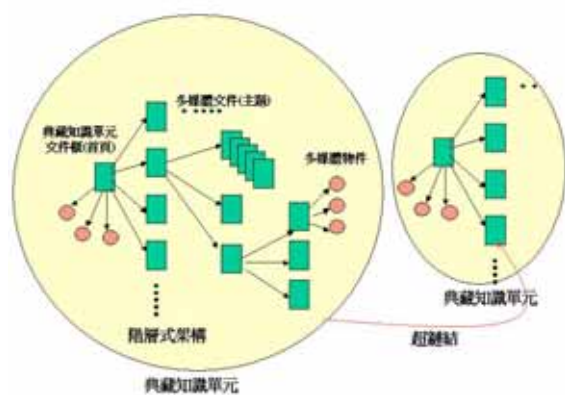


多媒體知識庫主要提供博物館研究人員可以長期不斷累積、編輯及生產各類數位知識之核心平台，多媒體知識庫內容之組成是由知識顆粒由小到大

之知識族譜(knowledge spectrum)所構成，數位影像、聲音、影片、文獻、圖形及 3D 模型等物件是建構多媒體知識庫中最基本單位。

知識單元是經研究人員考量使用者之需求及知識內涵，依所要傳達的知識主題作有系統的組織及分類而成，以呈現知識之結構化及系統化的方式，讓使用者更容易獲取及吸收相關知識外。知識單元以典藏物件或類別為對象，提供每項博物館典藏項目可整合各種角度(學術研究、展示教育及休閒娛樂)之主題來加以描述以建立一文件櫃，每個主題包含一份或多份多媒體文件，多媒體文件是一種組合結構，它整合與典藏品相關多媒體物件。將每一知識單元以多媒體文件櫃(Multimedia folder)、多媒體文件(Multimedia Document) 及多媒體物件(Multimedia Object)之從屬階層結構組織架構，如圖五。

進一步為了展現特定主題或相關知識類別，相關知識單元間則可經由人工靜態編輯及系統動態挖掘產生，形成可無限延伸之知識群組與網路。



圖五 知識單元組成階層及鏈結架構

(三)、內容展現及視覺化瀏覽與查詢介面設計

多媒體知識庫內容展現必須考慮四方面的特性，包括邏輯結構(Logical structure)、內涵結構(Content structure)、空間關係(Spatial relationships)及時間關係(Temporal relationships)，配合數位博物館各類應用之分類瀏覽架構及典藏知識單元結構，提供一致性展現之標準版面(template)，以讓使用者能獲得有系統、有結構且多彩多姿且的多元化資訊，同時在設計上能隨著研究、展示及教育人員不斷的研究或創作所產生之智慧資產，能快速且彈性加入原有之文件架構，使資訊之深度與廣度能不斷的累積延伸，使用者能不斷從中獲取新知識。

讓使用者很方便有效率擷取博物館資源，應設計包括導引式瀏覽及多種查詢方法，供研究人員、學生、老師及社會大眾各種使用者群以最適合自己的方式查詢資料。

配合多媒體知識庫存取的查詢方法，最主要有：

- (1)、專業術詞查詢(query by terminology)
- (2)、樣本查詢(query by example)
- (3)、媒體內涵查詢(query by content-base)
- (4)、語意查詢(query by semantic)
- (5)、全文檢索(Full-text search)
- (6)、描繪查詢(query by sketch)

四、建構實例：

以國立自然科學博物館數位博物館數位知識庫之建構為例

本館初期建構以典藏知識單元、典藏標本、多媒體資源為內容之數位知識庫，數位知識庫建構之實作過程主要將概念模式化設計之結果，應用軟硬體工具轉化為電腦化作業之資訊系統架構與系統。以下分別就建構過程有關數位化作業流程及標準規範之建立、知識庫系統平台架構及典藏知識單元建構程序說明。

(一) 建立數位化作業流程及標準規範

整體數位知識庫建構流程可歸納為下列幾個步驟：

■ **蒐集(accumulation)**：依據各類應用需求訂定產出規格，有系統且的蒐集彙整蒐藏研究及展示教育活動過程中，所累積相關之照片、錄音帶、錄影帶、幻燈片及文獻手稿等原始媒體記錄，作為數位化之準備。

■ **素材組織(organization)與詮釋(description)**：對每件數位化典藏及展示資源各類媒體資料賦予唯一性之命名及識別，再依規劃之系統與結構加以分類與組織，並進行典藏品本身之後設資料(metadata)分析，以作為典藏品本身及各種媒體資料知識化之註解說明及使用者查詢時之索引媒介。

■ **數位化(digitize)**：根據各類內容特性與後續加值應用需求，訂定各種媒體數位化規格標準及各種品質需求自動產出功能，並應用數位浮水印(watermark)等智慧財產保護功能。

■ **組織編輯(organization and authoring)**：提供專業人員應用階層式

知識單元建構及呈現版面(template)圖形化輸入界面，配合各種應用及各類使用者之需求，將數位化之媒體結合專業人員之描述註解，由加以編輯組合成各類知識服務及產品，並以自動化機制轉化為網路呈現內容與架構。

■ **擷取(accessing)**：配合各種使用者群，設計多種資訊存取方法包括瀏覽(browsing)及查詢(query)，以提供使用者快速取得所需之內容。

■ **傳播(dissemination)**：將提供之資訊服務及產品利用網際網路或電子媒體(E-media)傳達給使用者，傳送過程必須考量個人化(personalization)環境之需求及使用者端設備之差異調適(adapting)與互動之遠距學習機制。

除共同作業流程的建立外，其中考量數位建構之整體性、長遠性及互通性，數位典藏資源命名規則、數位化檔案格式標準化、數位典藏知識內容組織架構、內容導入及轉出格式標準化等規範的建立亦必須納入整體作業流程。

(二)、知識庫系統平台架構

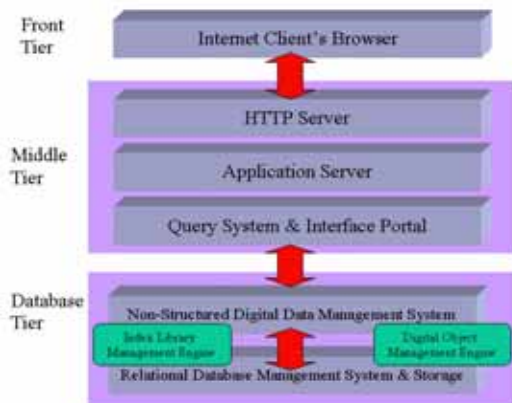
數位典藏知識庫系統，後端採用關聯式資料庫(RDBMS)儲存系統之詮釋資料及多媒體應用資料內容鏈結，作為應用系統骨架(Application Framework)外，且為達到系統於Internet/Intranet整體的執行效率，運用多層次式主從架構(Multi-Tier Client/Server Architecture)為本系統之主幹；系統之建構採用分散式資料儲存與集中式查詢管理方式，後端儲存資料透過應用程式伺服器整合與規劃後，經由網路伺服器展現於前端使用者。

應用系統開發以跨平台物件導向語言 Java 為主，並朝向元件化 (Component Model) 模式 (包含視覺化及非視覺化) 架構伺服器端應用系統，故對系統核心程式的開發使用 Java Servlet 與 Java Bean 技術，前端網頁之展示則透過 JSP (Java Server Page) 動態產生所需處理資料內容。

本系統之建構重心在於三層架構部分，如圖六：

1、後端內容結構的分析與儲存對於資料內容的管理採取的是結構化資料與非結構化資料分開儲存但相互關聯的方式，Index Library Database 與 Digital Object Database 分別扮演結構化與非結構化資料的角色，而運用資料庫關聯模型方法，將資料與資訊運用樹狀結構的邏輯概念加以串聯。

2、中間層的系統架構為配合網際網路環境，資料的傳遞達無遠弗界的地步，將資料傳送到遠端使用者的手中，其實應是本層架構最主要的功能。資料儲存後必需提供相關的查詢檢索與資料展示能力，故中間層的應用程式擔負起資料整合與傳遞的功能。透過單一且一致的查詢介面至後端資料庫擷取所需資料，經處理後送至前端瀏覽介面。



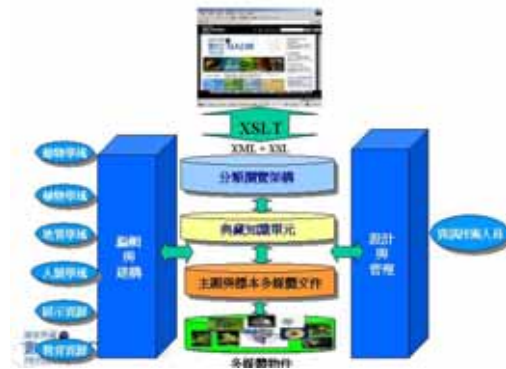
圖六、各應用階層間之互動關係

3、前端的檢索瀏覽與系統驗證由於網頁資料的取得是使用拉引(pull)方式，針

對隸屬典藏知識單元下各主題之多媒體物件，提供版面配置(Template Layout)由專業人員自主內容呈現之編排，最後系統自動將知識庫內容以 XML 方式描述資料內容，並以對應之 XSL 呈現內容。

(三)、典藏知識單元建構程序

典藏知識單元建構過程，專業人員運用數位典藏內容管理及知識庫建構系統，自主性的逐步建構及維護典藏知識單元階層式內容，完成每個典藏知識單元之編輯及分類瀏覽架構嵌入作業後，系統將自動產生整體典藏知識單元之網頁呈現結構及內容，程序如圖七。



圖七 典藏知識庫建構程序

1、多媒體實體層資料維護：提供典藏知識單元所需多媒體資料之載入與詮釋資料輸入，及查詢、修改及刪除等功能，如圖八。



圖八 多媒體實體層資料維護

2、典藏標本資料維護：提供典藏標本詮釋資料輸入與實體層標本影像

檔資料鏈結處理，及查詢、修改及刪除等功能，如圖九。



圖九典藏標本資料維護

3、典藏知識單元建構作業---建置典藏知識單元所需內容鏈結，套版化之呈現編輯作業及自動化網頁內容產出功能。如圖十。



圖十 典藏知識單元建構作業

4、分類瀏覽架構維護：提供專業人員將編輯完成之典藏知識單元鏈結於各典藏分類展示層架構，並提供內容之新增、修改及刪除等作業，任何資料更動後自動展示網頁顯示變更內容，以達到資料及時動態更新之功能。如圖十一。



圖十一 分類瀏覽架構維護

5、整體網頁自動轉化：將多媒體實體資料庫、標本資料庫、典藏知識單元資料庫及典藏分類瀏覽架構，自動轉換成網頁及階層式呈現架構。如圖十二。



圖十二 典藏知識單元網頁展現架構

(四)未來發展方向

本系統目前已完成以數位典藏內容管理系統為核心，提供本館各蒐藏學組專業人員自主建構多媒體資源庫、典藏標本庫及數位知識庫等數位內容及呈現之分類瀏覽架構，自動化網頁產生之機制。後續將更進一步發展更多元化服務與需求之數位知識內容，建立跨不同典藏領域之知識鏈結及索引結構之建立，研發知識自動化挖掘及建構能力，提供個人化之查詢及服務，整合式入口網站檢構及管理機制，商業模式之管理及行銷機制等功能，建立數位博

物館大型數位知識庫長遠之發展模式，真正滿足各類之使用者群之需求，提昇博物館存在的功能與價值。

【參考文獻】

- [1]George F.MacDonald, " Digital Visionary " ,Museum news March/April 2000
- [2]Moore, R., C. Baru, A. Rajasekar, B. Ludäscher, R. Marciano, M. Wan, W. Schroeder, and A. Gupta, "Collection-Based Persistent Digital Archives - Parts 1&2," D-Lib Magazine, March/April 2000
- [3]B. Ludäscher, R. Marciano, R. Moore, Towards Self-Validating Knowledge-Based Archives, 11th Workshop on Research Issues in Data Engineering (RIDE), Heidelberg, Germany, IEEE Computer Society, April 2001.
- [4]Francisco J. Ricardo," Aspects of knowledge representation in digital culture" , The Fourth International Digital Arts and Culture Conference, April 2001
- [5]Alonzo C. Addison, " Emerging Trends in virtual heritage" , IEEE multimedia April-June 2000
- [6]Ken Sakamura, "Digital Museum Distributed Museum Concept for the 21st Century", The University of Tokyo Digital Museum 2000
- [7]Paul Marty, "On-line Exhibit Design: The Socio-Technological Impact of building a Museum over the World Wide Web" , Archives & Museum Informatics:MW99 , 1999
- [8]Rosenberg, M. J." E-learning: strategies for delivering knowledge in the digital age" , McGraw-Hill Professional Publishing ,2000
- [9]Yin-Fu Huang, Tien-Yu Hsu, "A Design and Implementation of Museum Multimedia Information System" , Journal of Information Science and engineering 15,273-286 (1999)
- [10]C. Baral, G. Gonzalez, T. Son, "Conceptual modeling and Querying in multimedia database" ,Multimedia Tools and Applications 7, 37-66(1998)
- [11]Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification , World Wide Web Consortium recommendation ; <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>