

數位典藏計畫影像品質管理之探討

張志光

國立故宮博物院

alanpop@npm.gov.tw

摘要

本文從專案管理與品質管理的定義來強調影像品質的重要性，並以參與影像數位化工作的實務經驗，對照國內外相關典藏計畫或機構的作法，整理出數位典藏計畫影像品質問題與可能的解決辦法，最後參考品質管理的理論，提出影像品質改善方法，期能作為執行第一期數位典藏計畫之經驗分享，以及提供予第二期計畫參考。

關鍵詞：專案管理(Project Management)、品質管理(Quality Management)、影像品質(Image Quality)、影像數位化(Digital Imaging)

1. 前言

第一期數位典藏國家型科技計畫(以下簡稱數位典藏計畫)已執行到第五年，計畫成果雖然十分豐碩，然而對於計畫最重要的產出物之一：影像，似乎缺乏有關品質議題之討論。由於二期計畫即將登場，除了賡續未完成的台灣相關文物數位化工作外，部分重點將放在一期計畫產出成果之加值運用與國際交流。這些工作或多或少都涉及到影像的數位化、管理、交流與應用，影像品質的良窳將直接影響到二期計畫的成效。

儘管內容發展分項計畫已經發現這個問題，並著手進行藏品內容數位化的標準作業流程[2]，卻僅是確保部分產出物在數位化過程中有一個標準的作法，對於產出物的最終品質，例如影像，並未對是否滿足所有專案關係人(Stakeholders)進行調查與分析。

因此，本文參考美國專案管理協會(PMI)的專案管理知識體系導讀指南(PMBOK)[12]，探討數位典藏計畫的影像品質管理，並提出一個品質改善方法，與這個方法在數位典藏聯合目錄(以下簡稱聯合目錄)，有關一般使用者對影像的瀏覽品質不一致問題之可能應用。

2. 專案管理與品質管理的定義

依據PMBOK的定義，專案是一種承諾創造出一項獨特的產品、服務或結果的暫時性努力。專案管理是將知識、技能、工具與技術應用在專案活動上，以達成專案的需求。專案管理包括確認需求、建立清楚並可達成之目標、平衡專案品質、範圍、時間與成本之間的競爭性，以及採用專案規格、計畫與滿足不同考量與期待的專案利害關係人。成功的專案管理(或者高品質的專案管理)是在計畫範圍

與預算內，準時地產出符合需求的產品、服務或結果。因此，專案管理是藝術與科學的結合，一方面要求專案品質；另一方面又要在專案範圍、時間與成本這三重限制(Triple Constraint)間取得平衡[12]。

專案管理的品質可以區分為專案本身的品質與專案產出物的品質。專案產出物的品質隨著產出物的不同而有不同的作法，例如，數位典藏系統開發專案與影像數位化專案的產出物品質管理，前者屬於資訊系統的開發與建置，後者則是藏品的數位影像，其品質衡量的方式與技術有很大的不同，然而兩者在專案本身的品質管理則沒有太大地差異。本文將著重在探討計畫產出物品質管理問題，特別是影像品質[12]。

3. 影像品質問題與可能的解決辦法

影像為數位典藏計畫最重要的產出物之一，影像品質的好壞足以影響數位典藏計畫的成果。一般而言，影像有許多不同的分類：依時間性可分成靜態影像或動態影像；依空間性可分成平面(2D)影像與立體(3D)影像；依色彩性可分成彩色、灰階與黑白，本文探討的影像品質以靜態平面彩色影像品質為主。

以專案品質管理角度來看，影像的品質就是專案利害關係人對於影像的使用是否滿意。影像品質的好壞可以有主觀的判斷，也有客觀的度量分析[4]。前者因人而異，後者則依數位化原稿的種類而有不同的品質度量方式與項目，相同的品質項目也會有不同的加權。例如，立體典藏品的數位攝影，景深是重要的評估項目之一；而彩色畫作的色彩真實複製程度，則是最重要的評估項目[13]。因此，影像數位化原稿種類、使用者影像評估的專業程度與經驗、影像品質度量方式等，都會影響到典藏計畫的影像品質管理。

筆者就實際從事器物影像數位化工作心得，整理出十個與影像品質有關且值得思考的問題，以及可能的解決方案。

3.1 影像分級

依計畫辦公室的規劃，數位產出物可區分典藏級、電子商務級與公共資訊級等三種等級，基本上，大部分的機構計畫所產生的影像也都遵守這個分類等級。然而這個分級並沒有將影像的規格與品質明顯地定義出來，各主題計畫依這個等級所產生的影像，並無法獲得一致性與客觀的品質。這個模糊的分級或許要給各參與計畫，在這個分級規範

下，依典藏主題的不同，自行訂定符合自己計畫需求的影像規格。但是，這三個分級是否真正符合影像品質的要求，以及滿足專案利害關係人的使用需求，值得深入討論。

從數位典藏的應用前景來看(如圖 1)，各式數位影像檔案的主要應用者為政府機構、民間產業與民眾。顯然地，專案利害關係人決不僅只有這些。就政府機構而言，其各部門也會因為任務之不同，而各有不同需求的影像使用者；民間產業也區分為直接對影像進行創意加值，或間接應用影像於印刷，甚至複製畫的製作等，對影像的需求也不盡相同。因此，影像分級可以簡潔明白，但是各級影像的規格與品質要求，需要依使用者或用途的不同，由計畫辦公室統一，詳細制定，以確保將來「臺灣數位典藏資料庫」的影像品質。



圖 1. 數位典藏的應用前景圖

From:

http://www.ndap.org.tw/1_intro/result.php

以公共資訊級的影像為例，一般在網路瀏覽數位典藏聯合目錄的民眾，是否可以接受：相同是由各計畫產出的公共資訊級影像，其在螢幕上呈現時，有大、有小、有清晰、有模糊甚至有馬賽克等品質不一致的現象。如果對於公共資訊級影像僅定義 72dpi 的 JPEG 檔，而沒有規定壓縮比與影像的尺寸(或維度 Dimension, 長與寬的 pixel 數)，不僅現在就不能滿足一般大眾，將會更會面臨「臺灣數位典藏資料庫」所蒐集的各級影像品質不一致問題。

圖 2 擷取自瀏覽數位典藏聯合目錄部份內容主題影像(螢幕解析度為 1024*768 像素)，文字說明來自該影像畫面之內容資訊，用以說明公共資訊級影像在相同觀看條件下的差異。

	書畫主題 品名：李石樵 1970 星系 大小：28,944 個位元組 維度：412 * 500 像素
	生物主題 品名：閃電燭光魚 大小：14,189 個位元組 維度：419 * 281 像素
	人類學主題 品名：女子頭帶 大小：50,039 個位元組 維度：800 * 535 像素
	新聞主題 品名：中華金隆少棒隊 大小：23,726 個位元組 維度：400 * 264 像素
	地質主題 品名：楔形雀鱗 大小：10,662 個位元組 維度：300 * 203 像素
	地圖與遙測主題 品名：山東省圖(索引圖) 大小：12,794 個位元組 維度：282 * 181 像素
	建築主題 品名：斗 大小：22,379 個位元組 維度：500 * 370 像素

圖 2. 聯合目錄之影像檔案大小及其於螢幕上之大小比例

From: <http://catalog.ndap.org.tw/>

3.2 影像規格

影像規格與影像的使用目的有關，相同的規格也會因為不同的典藏主題而有很大的差異。例如，書畫主題的電子商務級影像若沒有以 1:1 的比例，與使用較高解析度的設定來數位化，在日後因為加值應用製作複製畫時，影像的品質可能無法滿足商業需求。然而，一樣是電子商務級影像，在動物、魚類、報紙與檔案等主題上，或因典藏品來源



稀有，或考量實際應用，其影像檔案大小與書畫主題有很大的差異。例如：同樣是典藏級影像，在中研院生物多樣性研究中心所數位化的青星九刺鮨影像檔是 5MB，國立自然博物館所數位化的赤尾青竹絲是 13.7MB，中國文化大學華岡博物館所數位化的青綠山水/樵逕臨澗圖是 58.6MB[1]，於是乎，典藏級因內容主題或典藏單位之考量而有了差異。

然而這些數位影像的來源可能不是典藏品本身，可能同是 35mm 正片或其他原始典藏品的複製品。因此，我們建議影像數位化規格的標的應該以原稿種類與數位化方式取代內容主題[7]。如此一來，依數位化原稿為 8*10、4*5、120 或 35mm 正片，使用掃描方式數位化，其影像規格應該是一致的，相同的原稿有相同的規格；典藏品如果是經由數位攝影直接擷取，其規格應該取數位相機之最佳規格，作為典藏級影像。如果典藏品是平面的書法、繪畫、地圖與善本，應該儘量考慮按原尺寸比例進行數位化，以符合數位影像之最大用途。

3.3 影像數位化技術標準

影像數位化技術標準是指與影像生產、處理、輸出與儲存有關的任何技術標準。要成功的生產與維護影像有賴於正式的技術標準與最佳範例指南[8][14]，目前的問題出在標準應用不夠普級，例如，ISO12233 是用來規範檢測影像數位化設備的解像力、ISO3664 是用來規範影像與印刷物的觀察環境、ISO12647-2 是規範影像的印刷標準、以及 ISO9660 是有關影像儲存光碟的燒錄標準等等，這些 ISO 標準並未普遍見於典藏計畫的工作流程中，或僅有部分被使用。當然，標準不只這些，要應用哪些標準在什麼地方、什麼流程、什麼時機以及如何使用，需要影像科學、光學與印刷等專家協助訂定合宜的標準與使用方式。

3.4 影像數位化設備

影像數位化設備與品質有直接關係。要求好的影像色彩品質必須要有好的數位化設備，如數位相機、掃描器、顯示器與印表機等等設備，更重要的是要有色彩校正儀器。色彩為影像品質最重要的項目之一，要做好影像在不同設備間傳遞時，還能保持相同的品質，需要科學且客觀的儀器協助。這並不非只單純是好的螢幕 20 萬，不好的螢幕 2 萬塊的價錢差異而已，可校正的螢幕，經過儀器校正後，可以顯示出一個影像的最大色彩再現率，或色域範圍，如 Adobe RGB 1998.ICC，並確保獲得與原稿最相近的影像色彩品質。唯有好的設備與校正儀器，配合正確的校正方式與影像處理模式，才能確保典藏品數位化後的影像品質。

3.5 影像數位化專有名詞

影像專業名詞的不瞭解或誤用，將造成錯誤的影像規格與溝通上的誤會，其中，誤以為「解析度」(resolution)就是影像大小者最多。ppi、dpi 與 lpi 這三個名詞都與解析度有關，尤其是前二者，最常被誤用。ppi (pixel per inch)，每一英吋像素量，主要

與影像的擷取有關，可以用來說明掃描器進行掃描時，從每一英吋原稿擷取多少像素。dpi(dot per inch)，每一英吋點數量，主要與影像輸出的設定有關，可以用來描述輸出到紙上的每一英吋，容納點的數量，影像 dpi 的設定會與輸出到紙張的尺寸有直接關係，相同的影像尺寸(長*寬的 pixel 數)與檔案容量其 dpi 設定越大時，可以輸出的尺寸越小。儘管有人認為用 dpi 取代 ppi，來描述影像本身的解析度是可以被接受[9]，但是瞭解正確概念來正確地使用專有名詞，才可以避免溝通上的誤會。

影像大小是一個不怎麼精確的用詞，除了容易與解析度搞混外，有些人認為是影像的長*寬(像素)；有些人認為是影像的檔案大小；有些人認為是影像的輸出大小。由於各自不同的詮釋，容易造成溝通的誤解。建議影像的技術規格要以影像的長邊*寬邊(像素 pixel)、色彩模式(color mode)、檔案格式(file format)、壓縮比(compress ratio)以及位元深度(bit depth)等專有名詞表示，這樣才能正確表達影像的大小。

3.6 數位化設備評估方式與影像品質檢測方式

儘管內容發展分項計畫自民國 92 年起即注意到各內容主題計畫，在執行影像數位化工作時缺乏標準作業流程的問題，也舉辦許多研討會並發行各主題的數位化工作流程刊物，以達到提昇影像品質的目的。然而，對於各計畫在選擇適當的設備上，與計畫產出的影像品質檢測方式上，似乎沒有辦法提供有效的解決方案[4]。標準的數位化工作流程(SOP)可以確保影像數位化作法正確，但是使用效能不佳的設備，與缺乏影像品質檢測方式，仍然無法保障最終的影像品質。

直到羅徹斯特理工學院(RIT)Berns 教授等人於 2005 完成的研究暨調查報告，才正式有一個系統化的影像數位化品質評估作法[13]。不過，儘管如此，可以由一般典藏人員進行，簡單容易的數位化設備評估方式與影像品質檢測方式，仍有待學者專家進一步研究與發展。

3.7 影像數位化專業人員

所有的數位化設備、工作流程與品質檢驗都需要人來執行，即使是將影像數位化作業委外，如果沒有專業的影像數位化人員把關，結果將可能是「Garbage In, Garbage Out」，甚至要重新來過。

由於計畫執行的模式，目前從事影像數位化的計畫人員的聘用大部分都臨時聘用，因此，人員流動率很高，缺乏有經驗的助理對影像品質影響很大。

3.8 影像檔的後設資料

除了典藏品即正片、負片或照片之外，其他主題數位化的影像幾乎未有建置後設資料者，典藏品與其影像檔的後設資料應該是提供不同的目的。目前 UPDIG Working Group 推薦數位攝影的影像檔應該採用國際新聞電信協會(International Press Telecommunications Council, IPTC)後設資料標準

[15]，這個標準允許使用影像處理軟體(例如，Photoshop)直接於影像檔編輯後設資料，例如將著作權資訊嵌入影像檔。此外，除了著作權宣告外，建置影像檔的後設資料也可以增加影像檢索的速度。雖然影像檔的後設資料與影像本身的品質沒有什麼直接關係，卻有助於影像品質的管理，而且可以提昇影像使用的品質。

3.9 影像品質需要研究

目前有許多與影像品質有關的問題有待專家進一步研究。例如，前面所提的影像數位化設備評估方式、數位化後的影像品質評估方式、以及影像應用品質的評估等等，如果有學術機構的研究作為基礎，對數位化的影像品質較有保障。

研究方式有很多種，調查後再以實作驗證以取得經驗，與對將來的規劃與發展作出建議。例如，RIT Berns 教授等人針對美國博物館的直接影像數位化，所進行的調查與研究報告[13]。這個調查結果發現，經過與四家博物館的實地測試，發現接受訪查的博物館普遍缺乏標準工作流程，且未把影像數位化流程文件化。相同的方式也可以適用於數位典藏計畫。由學者、專家組成影像評估小組(或品保小組)，對各計畫進行影像數位化工作的訪談與實作，並以科學的方法驗證各計畫數位化的影像品質，並將調查結果回饋給各計畫，並提出適合的影像數位化規劃與進一步研究。

3.10 影像品質的限制與影響因素

除了上述較屬於影像品質的技術性問題外，有些因素是針對不同主題或計畫，且證實會影響品質，也是現階段提昇影像品質的限制因素。

數位化數量會影響影像品質：這是品質與範圍、時間及成本間的平衡問題，某些影像數位化計畫通常會面臨因為數量與速度的關係，而被迫犧牲部分的品質要求。

新影像規格或標準的制定：JPEG 是目前計畫最主要的靜態影像壓縮標準，但是新一代 JPEG2000 標準已經逐漸普遍化，像國史館即採用此一標準。此外，影音標準如 MPEG-2 也逐漸被 MPEG-4 取而代，成為新的影音標準。色彩複製技術的限制：目前用來進行色彩校正的色彩導表(Color Chart)大都是平面的，例如，GretagMacbeth 公司與 Kodak 公司所製作的色彩導表。然而，在拍攝像器物這樣立體的文時，一個可以反應光線明暗程度的色彩立體導表技術，卻仍未成熟到可以量產。

設備的更新會影響影像品質：今日最高標準變成明日的基本規格。數位化設備的快速更新，也會影響對典藏的影像品質的看法。例如，在影像顯示技術方面，冷陰極管(CCFL)高階液晶顯示器雖是目前的主流，但是已經有發光二極管(LED)的高階螢幕已經開發完成[10]，性能更勝前者。此外，在影像數位化技術上，一款名為 JumboScan(如圖 3)的多頻譜掃描機背也已經問市多年，不僅可以產生 720MB 到 2.88GB

大小的影像，6 色頻譜擷取影像方式的色彩真實複製幾乎達到 90%-100%，比起一般標準 RGB 三色 CCD 的色彩真實複製率 50%-70% 要高出許多[3][11]。

影像後製程度會影響品質：在滾筒掃描器時代，電腦修圖是一項非常專業的工作，即使現在，也不例外。攝影師需要會使用影像編輯軟體對影像進行調整與修飾，才可以獲得影像的最佳的印刷或輸出品質。

不同內容主題有不同的影像品質要求：各種計畫對於各種數位化物件的品質的好壞有不同的定義與限制。例如，動態影像除了影像品質外，仍須考慮到聲音品質。即使同樣是平面影像，繪畫重視色彩品質，書法則以階調或層次為品質主要評鑑項目。又如器物在棚內拍攝，變數較好控制，動植物在戶外，拍攝變數較大。特別像是瀕臨絕種動物，能拍到一張影像已是不容易，影像品質的考量反而在有沒有拍到影像之後。



圖 3. JumboScan Camera

From: <http://www.lumiere-tech.com/>

4. 影像品質管理與改善方法

品質管理已經發展數百年，但是其發揚光大卻是在最近幾十年。品質管理理論很多，其中以 W. Edwards Deming 的全面品質管理(TQM)與 Walter A. Shewhart 的 PDCA 循環，對於數位典藏計畫影像品質的管理，較為實用。

4.1 從專案管理角度來看影像品質管理

根據 PMBOK 指南，專案的品質管理知識領域主要有三個流程：品質規劃(Quality Planning)、執行品質保證(Perform Quality Assurance)與執行品質控制(Perform Quality Control)[12]。應用上，數位典藏計畫在進行影像數位化的品質管理時，需先定義數位影像的品質標準，以及如何滿足這些標準。其次，應用計畫性與系統性的品質活動，來確保典藏計畫能採用所有的流程來滿足影像需求。最後，監控影像數位化結果，來判斷相關的品質標準是否被遵循，並找出方法以減少導致品質不良影像的原因。

4.2 從數位化流程來看影像品質管理

由於品質管理的理論與技術眾多，在不同的領域也採用不同品管作法，像軟體工程的品質管理與影像數位化的品質管理就有很大的不同[6]，Ian

Sommerville 認為在自動化大量化生產系統中,只要流程的品質標準化,產品的品質自然可以受到控制。然而,因為軟體富有創造性,改善軟體流程不見得能改善產品品質,亦即,品質管理方式會受到產品或產出物之不同而異。

影像數位化可視為大量生產系統的一種,因此,在不考慮數位化設備性能的情況下,標準的作業流程可以確保影像品質的一致性。依據 Ian Sommerville 的品質流程基礎(如圖 4),即可制定出影像標準化流程。目前,內容發展分項計畫與各典藏機構,都有標準化的作業流程可供參考。

然而,對於影像品質經評估後,影像品質有改進之必要,且非經改善之道以臻完美,就必須採用 PDCA 循環來進行。

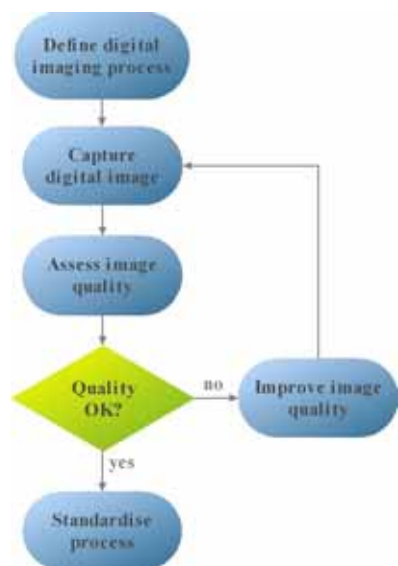


圖 4. 影像品質流程基礎
(重繪自 Ian Simmerville, 2001, p. 543)

4.3 影像品質改善循環—PDCA

品質管理大師 Walter A. Shewhart 與 W. Edwards Deming 提出 PDCA 循環作為品質改善的方法論,透過 Plan→Do→Check→Act→Plan 的循環,來改善品質,目的就是要達到全面品質管理的零缺點境界[5]。

Plan the experiment
Do it – perform the experiment
Check the result of the experiment
Act according to what you observed



圖 5. PDCA 循環[5]

以下藉由數位典藏聯合目錄中的影像品質不一致問題,透過 PDCA 品質循環的應用,說明如何進一步改善影像品質。

在進行影像品質改善之前,首先須對影像品質問題加以定義。數位典藏聯合目錄匯集來自各計畫的公共資訊級影像,但是各計畫產出的影像尺寸(Dimension)不一,且部分有模糊現象。改善問題的範圍是要能提高影像在螢幕上顯示的品質,且要在儘量不干擾各計畫的工作進度下,提升影像品質,滿足一般使用者的瀏覽需求。

其次,訂定影像品質可改善的具體目標。以使用者螢幕解析度設定為 800*600 像素,調整各計畫影像的長邊符合 800 像素或寬邊符合 600 像素,任一邊符合即可,並調查各計畫影像例外情形。比如說長寬比例太懸殊,可訂定長寬比低於 2 倍時為例外狀況。即使一邊符合規定的像素,另一邊不足規定的 1/2,就必須以個案進行調整。

另外,由於影像壓縮比較不易控制,且不一定影響螢幕瀏覽品質,不特別要求。至於影像清晰與否,屬於較主觀的判斷,需針對各計畫匯集的影像進行抽樣,訂定 2 個 Sigma 為品質檢驗基準,即需要 95% 的合格率,如果在螢幕上的顯示若無法讓使用者看清楚的比例超過 5%,則通知該計畫進行改善。

最後進入 PDCA 循環,針對擬定的各項方案,逐一測試,等到品質可以接受,並訪談一般使用者,獲得滿意的回覆時,即修訂工作流程與各項參數,改善完成。

Plan: 針對影像品質改善目標,設計影像品質改善實驗。例如,先將少量影像檔調整成 800*600 像素。

Do: 直接在聯合目錄上瀏覽這些影像,以及對數個個別計畫的所有影像進行抽樣品檢。

Check: 判斷瀏覽品質是否可接受,以及進行抽樣品檢計畫影像的合格率。

Act: 記錄這個實驗的結果,如果發現抽樣檢查合格率太低或太高,則考慮是否降低獲調高合格率。

最後,將最佳範例回饋到工作流程,並將之文件化。

五、結語

影像數位化是數位典藏計畫投入最多人力、經費與時間的工作任務之一,而影像是最重要的數位產出物與計畫成果。特別是在二期計畫加值應用上,影像品質更是計畫使用者滿意與否的重要效益評估項目,關注與專致於影像與影像品質的議題,是確保計畫執行成效與維護國家數位資產的必要態度。

筆者透過專案管理與品質管理於數位典藏計畫執行與影像數位化工作之應用,以及影像數位化實務經驗,整理出影像品質問題與可能的解決辦法,並提出影像品質的管理與影像品質的改善方法,供各數位典藏計畫參考。

參考文獻

- [1] 數位典藏國家型科技計畫計畫辦公室, 數位典藏樣品集, 2005
- [2] 數位典藏國家型計畫內容發展分項計畫, 數位化工作流程參考標準, 2005, http://content.ndap.org.tw/main/doc_c.php?class_format=18&format_type=數位化工作流程參考標準
- [3] Christian Lahanier, Georges Alquié, Pascal Cotte, Constantinos Christofides, Christophe de Deyne, Ruven Pillay, David Saunders, Francis Schmitt, CRISATEL : High Definition Spectral Digital Imaging of Paintings with Simulation of Varnish Removal, http://www.eculturenet.org/data/FP5/publicPDF/lahanier_crisatel.pdf
- [4] Digital Library Federation, Report of Imaging Practitioners Meeting on 30 March 2001 to Consider How the Quality of Digital Imaging Systems and Digital Images May be Fairly Evaluated, 2001, <http://www.diglib.org/standards/imqualrep.htm>
- [5] Francis To, 「6 Sigma」品質管理的研究, 2001, <http://mail.knu.edu.tw/~stanleyw/QM/6%20Sigma%AB~%BD%E8%BA%DE%B2z%AA%BA%AC%E3%A8s.doc>
- [6] Ian Sommerville, Software Engineering 6th Edition, 2001
- [7] Indiana LSTA Digitization Projects, Proposed Digital Imaging Standards and Best Practices, 2004, <http://www.statelib.lib.in.us/www/isl/diglibin/Digstandard3-24-04.pdf>
- [8] Kit A. Peterson, Standards Related to Digital Imaging of Pictorial Materials, 2004, <http://www.loc.gov/rr/print/tp/DigitizationStandardsPictorial.pdf>
- [9] Kit A. Peterson, Introduction to Basic Measures of a Digital Image for Pictorial Collections, 2005, <http://www.loc.gov/rr/print/tp/IntroDgtlImage.pdf>
- [10] NEC LCD Technologies Announces High-End 21.3-Inch LCD with RGB LED Back-Light Technology, http://www.eu.necel.com/news/documents/pr05-03-09_E.pdf
- [11] New generation camera digitally preserves Europe's treasures, 2004, http://www.innovations-report.com/html/reports/communication_media/report-25967.html
- [12] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) Third Edition, 2004
- [13] Roy S. Berns, Franziska S. Frey, Mitchell R. Rosen, Erin P. Smoyer, and Lawrence A. Taplin, Direct Digital Capture of Cultural Heritage-Benchmarking American Museum Practices and Defining Future Needs, Final Report 2005, Rochester Institute of Technology, http://www.cis.rit.edu/museumSurvey/document/s/Benchmark_Final_Report_Web.pdf
- [14] U.S. National Archives and Records Administration (NARA), Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access, 2004, <http://www.archives.gov/research/arc/digitizing-archival-materials.pdf>
- [15] UPDIG Working Group, Universal Photographic Digital Imaging Guidelines (UPDIG), 2005, <http://www.updig.org/guidelines/index.html>