

影音數位典藏系統之技術研究— 以電子影音創意加值應用計畫為例

王祥安

中央研究院資訊所
台灣科技大學資訊工程系
sawang@iis.sinica.edu.tw

陳貴青

中央研究院資訊所
ching64@iis.sinica.edu.tw

林彥君

台灣科技大學資訊工程系
yclin@computer.org

李道明

台北藝術大學科技藝術所
dmlee@techart.tnua.edu.tw

摘要

影音數位典藏系統有別於一般的數位典藏系統，除了具備管理靜態的 metadata 文字資料之能力外，還必須具備影像、聲音、照片等多媒體資源之管理能力，並結合多媒體的檢索、展現等技術，才能成為完整的影音數位典藏系統。本研究以「電子影音資料庫加值應用之研究」之國科會數位典藏應用計畫為例，提供此計畫中，所建立的影音典藏系統與處理影音數位化流程所發展應用之資訊技術，及所獲得的經驗，期盼透過本研究提供未來相關數位內容提供者與研究人員在設計、發展影音數位典藏系統、加值應用影音資料時的參考，並了解其中可能遭遇的問題及解決的方式，使未來的影音典藏系統更趨完備。

關鍵字

影音數位典藏、影音數位化流程、非線性線上剪輯、跨系統安全認證

1. 前言

台灣社會人文電子影音數位博物館計畫，是一個以研究電子影音（video and audio）資料典藏為目標的應用性研究推廣計畫，主要是以國立台北藝術大學科技藝術研究中心李道明十多年來，從事台灣社會與人文相關紀錄片的製作工作所拍攝蒐錄的專業 16mm 電影與 Betacam 錄影帶六千多卷（約三千多小時）為基礎，免費提供成為民眾共享之資源。電子影音創意加值應用計畫即是以此具有豐富影音資

料的數位典藏資料庫為基底，進行商業流程的整合與延伸，加入了會員管理、線上剪輯影音資料、網路線上交易處理、跨網站資料整合等。使用者可以從電子影音資料庫中，購買自己所需的影音資料片段，進而使得電子影音資料庫達成創意加值的目標。

電子影音創意加值應用計畫是由國科會數位博物館計畫補助，以國立台北藝術大學科技藝術研究中心（北藝大）、中央研究院資訊科學所（中研院）及智慧藏學習科技股份有限公司（智慧藏）共同合作方式進行。北藝大主要負責影音資料數位化、metadata 資料建置、資料內容設計、資訊視覺化與使用者介面設計等。中研院主要負責資訊技術之提供與整合、metadata 資料庫與管理系統之建立，影音資料格式轉換系統、分鏡視訊資料偵測系統、metadata 資料檢索系統、串流發行整合支援環境建置、語音檢索系統、線上剪輯影音資料系統、跨網站資料交換、會員資料加密與安全認證整合等。智慧藏主要負責會員資料管理系統、交易流程設計、金流與物流設計之商業模式整合等。

本論文主要說明此研究計畫中所發展之影音數位典藏相關資訊技術，特別針對如何將已存在的數位影音系統與外部商業網站整合加值之機制做詳細的說明，以提供具有影音數位內容的擁有者，將其數位內容進行加值應用、結合商業模式時之參考，也可提供典藏技術發展者在發展相關技術時能有所依循。

2. 影音數位化流程與技術

如何建置影音數位化程序，以達到整個流程的一貫化，是建置影音數位典藏系統中，最先面臨的重要挑戰。以下說明本研究之數位化流程與數位化處理技術，並探討與本研究相似的 Open Video Digital Library 系統。

2.1 影音數位化流程

本研究之影音數位化流程，如圖 1 所示。數位化的處理流程是先從北藝大將原始拍攝資料片母帶，由 Betacam 的機器播放，透過視訊擷取卡將影音資料數位化成典藏級 MPEG2 格式；完成數位化後之 MPEG2 檔案，從北藝大以 FTP 傳輸至中研院計算中心的備份系統典藏，以保存珍貴的影音資料。北藝大工作人員，再至台灣社會人文電子影音數位典藏系統進行 metadata 之著錄工作，而中研院資訊所負責影像處理的人員則下載 MPEG2 檔案，進行後續視訊與語音之處理。

視訊處理工作，以 MPEG2 影音檔案轉換成可供數位典藏系統展現的串流視訊格式 WMV (Windows Media Video) 檔。影音分鏡偵測系統根據 MPEG2 視訊資料進行分鏡的偵測，以產生 XML 格式的分鏡偵測結果，其中 XML 檔案記錄了鏡頭劇烈變換的時間點。精華片段萃取系統則根據分鏡偵測的結果，將每個換鏡後約兩秒片長之影片內容，擷取出來組合與轉換成一個 MPEG1 格式之精華片段影像檔，以提供使用者快速瀏覽概略的影片內容。關鍵畫面擷取系統會根據分鏡偵測結果，擷取出各個分鏡變換後的畫面，並儲存成 JPEG 影像格式之圖片檔，以提供靜態畫面 (image) 展示之用。

語音資料擷取系統將 MPEG2 影像檔中的 MP2 語音資料分離出來，經過重新取樣將 MP2 語音資料轉換成 Wave 格式之音訊檔，之後語音資料檢索系統則利用此 Wave 音訊資料，配合分鏡偵測的結果，進行語音資料的分段、語音資料辨識，以做為數位典藏系統之語音檢索服務使用。

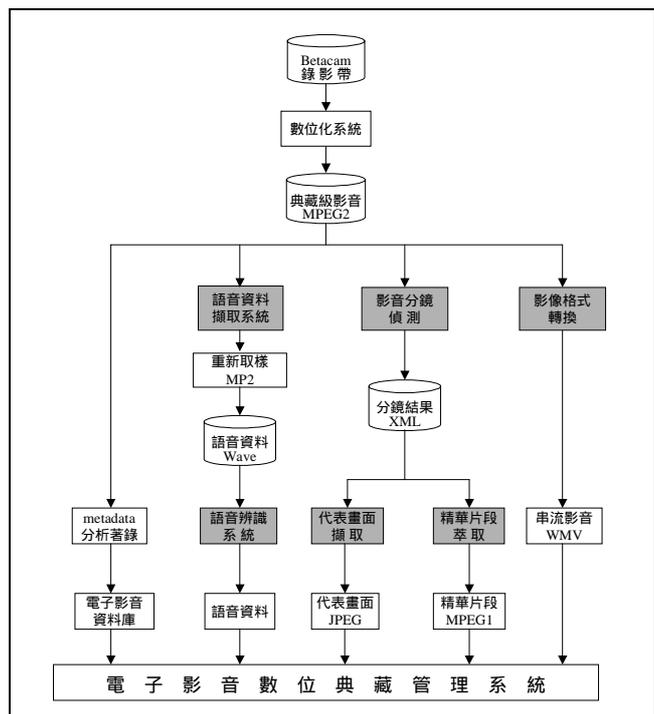


圖 1 電子影音數位典藏系統數位化流程

2.2 數位化處理相關技術說明

影音處理所使用的數位化相關技術，包含影音分鏡偵測、精華片段萃取、代表畫面擷取、語音檢索技術、串流視訊轉換、語音資料擷取等多項核心技術，皆由中研院資訊所發展，由於文章篇幅有限，以下僅針對電子影音創意加值應用計畫中所研發之多媒體轉檔程式實作部份說明。

多媒體轉檔程式主要負責將不同的影音檔格式進行轉換，例如可將 MPEG2 格式的檔案轉換成 MPEG1、Wave、MP2、WMV、RM 等格式的檔案。程式轉檔時可設定輸出檔案的 frame size 及 bit rate，並可轉換為多重頻寬 (multi-bitrate) 格式。本程式可進行多檔批次轉檔及多重檔案格式輸出之功能，以方便使用者進行大量批次轉檔工作。目前多媒體轉檔程式可支援 Microsoft Windows 2000 以上之作業系統。主程式使用 Borland C++ Builder 6.0 與 Microsoft Visual C++ 6.0 程式語言開發，使用的軟體套件包含 open source Sourceforge 的

FFMPEG[7]與Helix DNA Producer SDK，商業套件採用Microsoft Encoder 9 Series SDK。

2.3 Open Video Digital Library

Marchionini 及 Geisler 於 2002 年發表了一個整合性的影音數位典藏系統 Open Video Digital Library (OVDL) [8]。這個系統在數位化的流程上採用以下幾個步驟處理數位影片資料：(1)由 NTSC 或 BetaSP 的錄影帶影片進行數位化工作；(2)以馬里蘭大學發展的 MERIT 軟體擷取影片中的 key frames，偶爾使用人工方式來擷取 key frames；(3)以人工來挑選具代表性 key frames 放置於 Web 系統上，作為影片內容之呈現；(4)以人工方式產生文字及語音的關鍵字以供檢索；(5)將數位化後的影片檔案儲存於伺服器之上。

OVDL 系統是以多個 key frames 之組合，呈現影片內容的影像。它提供了三種檢索方式：(1)由預先分類所定義出的屬性來查詢，分類的依據是以影片內容、影片長度、色彩等項目區分；(2)以任意的文字輸入方式進行全文檢索；(3)以下拉式選單來選取人工產生的關鍵字進行資料查詢。

本研究與 OVDL 不同之處在於：(1)本研究具有語音辨識技術，使用者查詢時可進行語音檢索；(2)OVDL 是以多個 key frames 作為影片內容的導覽，而本研究則是以單一 key frame 結合完整影片之 WMV 串流視訊來播放影片內容。

3. 系統架構

在本研究計畫中，共包含兩個主要的系統，一個是過去已經發展完成，用來保存影音 metadata 與影音數位資料的「台灣社會人文電子影音數位典藏系統」，另一個是負責會員資料管理、系統認證處理、線上交易處理及後端金流系統結合的「電子商務交易系統」。為了使這兩個功能、架構、作業平台完全不同的系統可以用相同的權限管理方式整合運作，本研究整合了「跨系統之安全認證機制」。此外，

為了結合多媒體影音資料線上販售部份影片片段之需求，「非線性線上剪輯工具」亦被整合至這兩個系統之中。以下將針對上述幾個部份作較詳細的說明。

3.1 台灣社會人文電子影音數位典藏系統

電子影音數位典藏系統規劃設計了一個能夠提供電子影音儲存、應用的環境，並整合內容管理機制及資訊檢索技術，來管理與展現電子影音資料。整個系統依不同的功能導向，可劃分為兩個部份：

(1) 影音 metadata 管理系統

本系統負責著錄與管理電子影音數位化後的所有影音 metadata 資料，包含錄影帶資料、連續鏡頭資料、分鏡資料、聲音資料、視訊資料、文字稿等資料。

(2) 影音資料檢索系統

本系統負責影音資料檢索功能，除了提供 metadata 檢索方式外，亦整合了中研院資訊所開發的語音資料檢索之功能，同時為了能提供即時的影片欣賞功能、減低使用者端網路頻寬之需求，並保護數位影像內容的智慧財產權（使用者不易獲得影音之訊號），系統採用了視訊串流（streaming）技術來播放錄影帶之影音數位資料。影音資料檢索系統的架構如圖 2 所示。

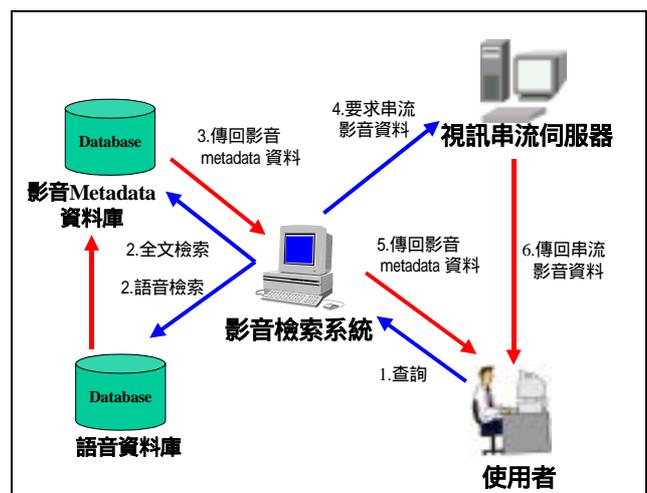


圖 2 影音資料檢索系統架構圖

3.2 電子商務交易系統

本系統扮演的角色為網路電子商務銷售商店，負責結合數位內容提供者，來代理其線上販售數位內容，並提供使用者在此平台上進行線上交易之功能，作為使用者與數位內容提供者交易的媒介。系統可區分為以下兩部份：

(1) 會員資料管理系統

本系統包含會員身分資料管理、會員權限控制管理、會員購物管理、會員個人影片片庫管理等功能。由於會員身分認證資料及使用權限是由本系統保管，因此系統也提供跨系統整合單一登入 (single sign-on) 機制，可與外部系統整合權限管理控制。會員管理系統與影音數位典藏系統之系統架構，如圖 3 所示。

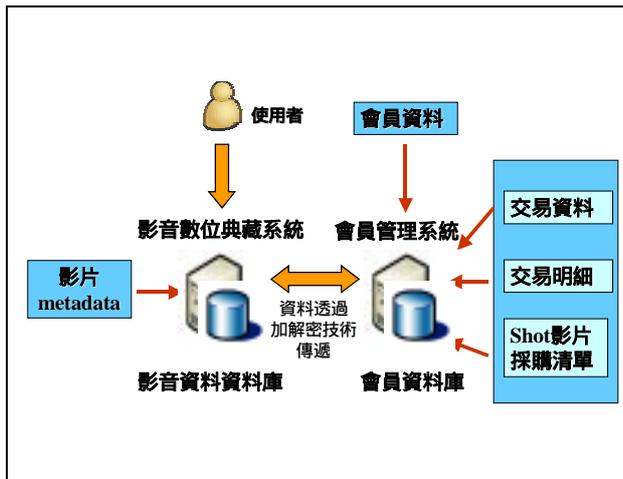


圖 3 會員管理系統與影音數位典藏系統架構

(2) 交易管理系統

本系統負責線上交易管理，主要提供會員線上選購 (如購物車) 與商品計價、付款之功能，系統亦整合金流端 (如銀行、信用卡公司等) 系統運作，以達成線上付款機制。

3.3 跨系統之安全認證機制

台灣社會人文電子影音數位典藏系統與電子商務交易系統是兩個完全不同功能且各自獨立運作的系統。如何將兩者整合，共同信賴同

一個權限控制管理機制，讓使用者可以流暢的在兩個不同的系統中操作，不需要重複登入系統，必需要有跨系統之安全認證機制輔助才能達成。本研究以 SSL 機制做為兩個系統間資料傳遞過程的保護，並使用 MD5 編碼方式做為會員資料的保護與檢查驗證之依據。跨系統安全認證機制之架構，如圖 4 所示。

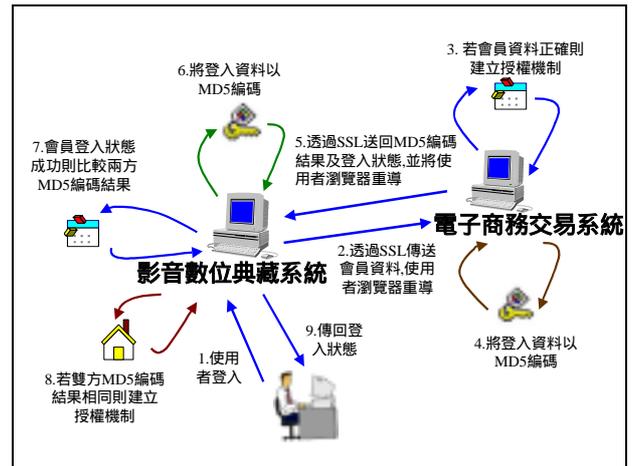


圖 4 跨系統安全認證機制之架構圖

整個安全認證機制的運作，使用者可以由兩個系統中的任意一方登入，雖然在兩方登入的流程與處理有部份的不同，但大體上差異性不大，因此以下僅介紹由影音數位典藏系統登入之流程，其流程如下：

- (1) 使用者由影音數位典藏系統 (以下簡稱甲方) 進行登入，輸入其會員資料。
- (2) 甲方將會員資料以 SSL 機制傳送至電子商務交易系統 (以下簡稱乙方)，並將使用者 client 端瀏覽器重導至乙方。
- (3) 乙方接收到使用者的會員資料後，與其會員資料庫做比對，判斷使用者是否為合法使用者。若使用者為合法使用者，則乙方建立授權機制；反之則否。
- (4) 乙方將會員資料及 key 值做 MD5 編碼。
- (5) 乙方將登入狀態及其 MD5 編碼結果送回甲方。
- (6) 甲方將會員資料及 key 值做 MD5 編碼，待之後做驗證使用。

- (7) 甲方檢查乙方傳回的使用者狀態，判定使用者是否為合法使用者，若為合法使用者，則比較甲乙雙方的 MD5 編碼結果是否相同。若使用者不為合法使用者，或甲乙雙方的 MD5 編碼結果不相同，則跳至 (9)。
- (8) 若使用者為合法使用者，且甲乙雙方 MD5 編碼結果相同，則甲方建立授權機制。
- (9) 甲方依使用者登入狀態傳回登入成功或失敗的訊息給使用者。

3.4 非線性線上剪輯工具 (e-Editing tool)

影音資料是儲存於台灣社會人文電子影音數位典藏系統中。為了讓使用者在購買影音資料時，可以先瀏覽該影片之內容，並且只剪輯自己所需的片段而不是整捲影片購買，我們發展了一套可以滿足這樣需求的軟體，非線性線上剪輯工具 (e-Editing tool)，它可以整合影音資料檢索系統來預覽影片資料，由使用者自行於線上剪輯設定影片片段，並將結果儲存至會員資料管理系統，系統架構如圖 5 所示。

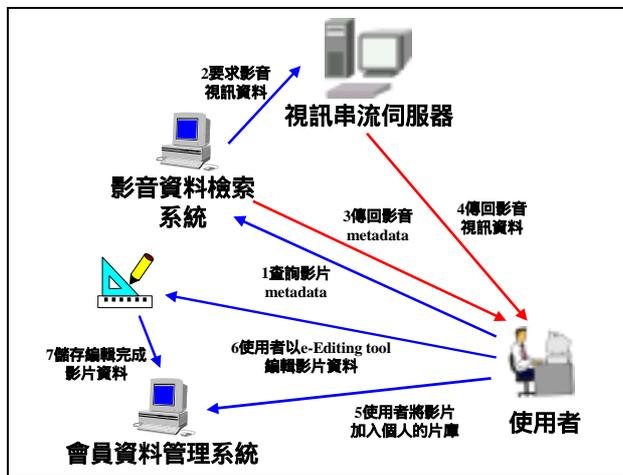


圖 5 非線性線上剪輯系統架構圖

線性線上剪輯工具的軟體使用流程如下：

- (1) 使用者在登入會員後，利用瀏覽器向影音資料檢索系統查詢影片 metadata。
- (2) 影音資料檢索系統向視訊串流伺服器要求，將使用者查詢的影音視訊資料傳送給使用者。

- (3) 影音檢索系統將使用者查詢的影音 metadata 資料傳回給使用者。
- (4) 視訊串流伺服器將使用者查詢的影音視訊資料傳回給使用者。
- (5) 使用者把喜好的影片加入會員管理系統的個人片庫之中。
- (6) 使用者選取個人片庫中欲編輯的影片後，開啟非線性線上編輯軟體 e-Editing tool 進行影片的剪輯與預覽。
- (7) 使用者以 e-Editing tool 進行影片剪輯後，將影片剪輯的資訊回存至會員管理系統之個人片庫中。

4. 系統實作

4.1 台灣社會人文電子影音數位典藏系統

影音數位典藏系統採用三層式架構開發，Server 端使用 Linux Red Hat 7.3 之作業系統，Application Server 使用 Apache 與 Tomcat Web server，資料庫採用 Oracle 8.1.6；網頁程式開發採用 Java Server Page (JSP)，共用元件部份採用 Java Bean 開發，檢索部份則加入了視訊串流伺服器的整合，系統採用了 Microsoft Windows 2000 Server 作業系統，視訊串流伺服器採用 Microsoft Media Server，streaming 格式為 WMV。硬體部份採用了兩台雙 Intel Xeon 處理器之 1U 型伺服器，分別處理影音數位典藏系統與視訊串流系統，另有一台 disk array 以 RAID level 5 方式保存錄影帶之精華片段與關鍵畫面等影音資料，總容量約 840 GB，原始影片以大型磁帶系統備份。

4.2 電子商務交易系統

本系統使用三層式架構開發，Microsoft Windows 2000 作業平台，Application Server 使用 Microsoft Internet Information Services，資料庫採用 Microsoft SQL Server；網頁程式開發採用 Active Server Page (ASP)。

4.3 跨系統之安全認證機制

本研究兩個主要的系統分別以 Linux 作業系統，Java、JSP 程式開發技術，或 Windows 作業系統，ASP 程式開發技術發展。雖然系統平台與程式技術不同，但都使用了 Web 架構運作，因此在跨系統之安全認證機制之設計，本研究也採用 Web-based 的方式整合。

本研究曾經嘗試下列兩種資料傳送及保護的方式：

- (1) 以 RC4+Base64 加密編碼運算，對登入會員資料做加密演算，並以 HTTP 協定傳送會員資料，接收方再以 RC4+Base64 反解運算後取得會員資料。
- (2) 將登入的會員資料配合隱藏特定資訊之後，以 MD5 做編碼，並以 SSL 的機制對登入會員資料做保護及傳送到接收端。接收方取得會員資料，並以接收的會員資料配合隱藏特定資訊使用 MD5 進行編碼。之後驗證兩方利用 MD5 編成之結果是否相同，以確保使用者資料未被攔截篡改。

嘗試以上兩種方法後，方法(1)在會員登入資料後，需要將會員資料導至實作加密編碼的頁面，在此傳遞過程中，會員資料會以一串未編碼的文字傳送，此做法容易被有心人士破解。最後以方法(2)做為會員資料傳送及保護的方式。表 1 為跨系統安全認證機制比較表。

表 1 跨系統安全認證機制比較表

會員資料傳送之保護方式	以 Base64+RC4 加密，並以 HTTP 機制傳送加密資料	SSL 機制做資料傳送的保護，並以 MD5 編碼做資料驗證
公鑰	需要公鑰	N/A
是否有驗證會員資料的方式	否	是
整體安全性	低	高
說明	需要先將會員資料導至實作加密編碼的頁面，此過程中資料完全沒保護	會員資料傳送時使用 SSL 機制保護，且以無法反解的 MD5 做資料驗證

因為本機制必須要橫跨 Windows 平台與 Linux 平台，並且雙方使用網頁程式 ASP 與 JSP 技術不相同，在實作時曾發生兩系統所產生之 MD5 編碼值不相同。原因為系統運作時，處理程序的文字內碼語系設定 Big5 編碼與 Unicode (UTF-7, UTF-8) 會造成不相同的結果。此一問題在系統語系都設定為 Big5 後，已完全克服。

4.4 非線性線上剪輯工具

非線性線上剪輯工具的主要功能，可以設定自己喜歡影片的時間片段，並將影片的片段資料回存至個人購買影片的交易資料庫，以提供原始影片提供者根據購買者所設定影片片段的時間點訊息，切割實際影片的片段，進行後製作處理以販售給使用者。

非線性線上剪輯工具使用 Visual C++ 6.0 開發，目前可支援 Microsoft Windows 2000 / XP 及 Internet Explorer 與 Netscape 瀏覽器。執行後程式所耗用的記憶體 (RAM) 容量約 3.5MB。我們制定新檔案類型為 .edl 檔案，MIME Type 屬性設定為：application/edit，由瀏覽器負責將本程式啟動。本軟體安裝在使用者端 (client 端)，因此在執行及操作前，需先安裝程式於系統之中。非線性線上剪輯工具畫面如圖 6 所示。



圖 6 非線性線上剪輯工具畫面

5. 結論與未來發展

電子影音創意加值應用計畫整合了台灣社會人文電子影音數位博物館之研究成果，並加入線上交易處理、會員管理、跨系統之安全認證、非線性線上剪輯等技術。本研究計畫進行了三年，從影音原始錄影帶數位化需求，到 metadata 的制定、著錄與管理，到影音資料的檢索，到最後的加值應用與線上交易的最後目標，一個完整的數位典藏應用的工作流程，都在本研究中獲得實際的印證。本研究呈現了豐富的研究成果，特別在影音加值應用上所發展的技術，有較詳細的說明。

在進行本研究的過程中，我們發現了幾個未來值得繼續研究發展的方向：

- (1) 加速影音數位化流程自動化。目前在影音數位化流程中，仍然需要部份人工介入處理，尚未將整個流程完全自動化，例如：關鍵畫面的挑選。未來可將系統與系統間整合，減少人工處理的部份，亦可減少系統出錯的機率並增加系統處理的速度。
- (2) 增強語音檢索技術。從數位影音檔案進行語音辨認的工作，仍然無法達到很好的辨識率，此部份之研究仍有相當大的進步空間。
- (3) 增強數位財產權保護技術。目前在影像數位財產權保護上，常使用加入浮水印的保護方式。然而影像浮水印的加入會耗用系統大量時間來運算，使用顯性浮水印也會破壞部份畫面。而目前浮水印的強健性 (robustness) 也尚未能提供足夠的保證。另外，數位版權管理 (digital right management) 技術亦被廣泛的討論與發展。未來可以朝這兩個方向研究與發展相關技術。
- (4) 增強非線性線上剪輯功能。目前本研究之線上剪輯功能，可提供結合多段影片開始點與結束點的位置記錄，配合 streaming 技術成為可線上預覽剪輯結果之工具，未來將持續發展可將剪輯結果之視訊檔案儲存

於使用者的片庫或使用者端 (client) 之中，增加使用者的方便性，並且可加快播放影片的速度。

- (5) 建立商業模式 (business model)。影音數位典藏系統與商業販售模式之整合，已實際測試模擬完成，未來如何將數位內容銷售，結合電子商務之營運，建立可運作之商業模式，是未來數位內容提供者與商業經營者必需思考的重要問題。

整個台灣社會人文電子影音數位博物館與電子影音創意加值應用計畫的內容非常豐富，本文僅提供整個計畫之部份介紹，並針對部份影音數位典藏系統之技術與架構進行探討，其中仍有許多影音資料內容、e-Learning系統、metadata設計、資訊技術研發等細節部份，受限於篇幅無法詳細的說明。未來也將繼續在此方面進行更深入的研究與發展，期望可以建立一個更加完備、先進的數位影音博物館。

誌謝

本研究計畫部份經費由行政院國家科學委員會補助，計畫編號：NSC 90-2750-H-119-230、NSC 91-2422-H-119-0601、NSC 92 - 2422 - H - 119 - 091。作者也感謝數位典藏國家型科技計畫的技術發展組 (DAAL) 協助本研究之系統建置與技術發展及整合工作。

參考文獻

- [1] 王祥安、范紀文、何建明，「影音數位典藏系統—以台灣社會人文電子影音數位博物館為例」，第二屆數位典藏技術研討會，頁 57 - 62，2003 / 07
- [2] 李道明，「電子影音資料庫加值應用之研究計劃結案報告」，2003 / 04
- [3] 國立台北藝術大學、中央研究院，「台灣社會人文電子影音數位典藏系統」，網址：<http://twemovie.iis.sinica.edu.tw/>

- [4] 國立台北藝術大學、中央研究院，「台灣社會人文影音資料庫」，網址：
<http://ec-video.iis.sinica.edu.tw/>
- [5] Carnegie Mellon University, “Informedia, digital video understanding research”, Project Web site: <http://www.informedia.cs.cmu.edu/>
- [6] D. Green, “Beyond Word and Image: Networking Moving Images: More Than Just the ‘Movies’”, D-Lib Magazine, Vol. 3, No. 7/8 (July/August 1997).
- [7] FFMPEG, “FFMPEG Multimedia System”, Web site: <http://ffmpeg.sourceforge.net/>
- [8] G. Marchionini and G. Geisler, “The Open Video Digital Library”, D-Lib Magazine, Vol. 8, No. 12 (December 2002), Project Web site: <http://www.open-video.org/>
- [9] M. Christel, “Visual Digests for News Videos Libraries”, Proceedings of the ACM Multimedia '99 Conference, Orlando, FL, Nov. 1999.