

智慧型電腦動畫導演輔助編輯系統

Design of Intelligent Editing System for Computer Animation Director

王柔文
國立政治大學 資訊科學系
台北市文山區指南路二段 64 號
(02)29393091 ext 62266
102753004@nccu.edu.tw

吳蕙盈
IRISA/INRIA Rennes
hui-yin.wu@inria.fr

Quentin GALVANE
IRISA/INRIA Rennes
quentin.galvane@inria.fr

李蔡彥
國立政治大學 資訊科學系
台北市文山區指南路二段 64 號
(02)29393091 ext 62266
li@nccu.edu.tw

Marc Christie
IRISA/INRIA Rennes
marc.christie@inria.fr

摘要

電影是門用畫面說故事的藝術，除了劇情上的編排，導演也必須思考如何運用鏡頭配置和運鏡技巧來渲染氣氛並傳達故事。因電影拍攝製作上一直都是件費時費力的工程，儘管現在有不少電影後製工具，但專注在以電影內容、提升或改善拍攝手法上的工具卻不多。本研究目標為開發智慧型電腦動畫導演輔助編輯系統及互動操作平台，透過圖示化攝影機拍攝的結果作為選項的介面和推薦系統，讓導演可以快速簡單的設置虛擬攝影機，配合智慧型回饋提醒系統檢查各鏡頭間是否違反拍攝規則，達到輔助導演和攝影初學者的目的，提供創新的虛擬動畫電影拍攝方式。

Categories and Subject Descriptors

I.3.7 [Three-Dimensional Graphics and Realism]: Animations, Virtual Reality

General Terms

Design

Keywords

Virtual Cinematography, Real-Time Camera Planning, Intelligent Editing System

1. 前言

由於科技的進步以及各種攝影產品和手持裝置的興起，攝影的門檻降低，人人都可以拿起手機或是智慧型裝置拍照或是拍攝影片。但對於攝影方面的輔助工具大多集中於照片後製，而在影片編修方面，雖然也有像是威力導演 (CyberLink PowerDirector) 的工具，但也僅僅是對畫面加強、後製特殊效果或剪輯上的應用，並沒有太多工具是對於拍攝影片內容或是攝影手法本身的應用。

從古至今，電影技術上的演進從黑白電影、有聲電影、彩色電影再到現在融入電腦特效技術，畫面品質上的提升有顯著的發展，但拍攝技巧，也就是"說故事"的技巧部分卻仍有許多可被系統化研究的地方。電影是一種視覺表演的藝術，攝影方法是導演傳達想法的手法之一，透過不同的運鏡方式呈現不同的效果，就算是一樣鏡頭也會因為劇本的不同或是編排的異動而帶給觀眾不同的感官。然而對於一般初學

者來說，運鏡技巧及編排並不是短時間內就可以妥當運用的技術；另外，電影也存在一些拍攝規則，但這些攝影學上的相關基礎知識也只能從看書、網路搜尋或是請教相關人士入門。若是將這些規則或技巧歸納統整，讓初學者在拍攝虛擬世界動畫電影的過程中透過電腦運算及智慧型介面提示使用者，將讓初學者也能避免基本攝影規則的錯誤，從過程中學習並培養拍攝的技巧。

電影帶來許多感官上的刺激，除了現在普遍使用的後製特效，透過鏡頭編排及運鏡技巧的視覺敘事也帶來不同的效果，傳統上導演拿到劇本後會開始在內心構想每個場景如何呈現，利用人物、燈光、場景、時間等的因素構圖，再搭配各種拍攝技巧引導觀眾了解故事。

本研究的目標是希望以現有的 3D 場景和簡單的腳本為基礎，實作出可提供電影拍攝初學者或是搭配互動敘事創作者的一個智慧型拍攝鏡頭控制系統及平台，透過將攝影結果圖示化的介面，控制 3D 環境中攝影機擺放的位置。此外，系統會根據攝影規則推薦適合或是排除違反基本攝影規則的拍攝方式，使用者只要選擇故事中每個鏡頭的拍攝方式或調整相關參數細節即可操作。使初學者也能透過此系統所給予的攝影基礎知識和相關技術，提升動畫影片的製作效率及內容的價值。

因此，我們需要完成下列項目來達到本研究的目標：

- 設計操作介面

電影是由一幕幕的鏡頭所組成，所以介面必須設計成讓使用者容易操控攝影機並知道拍出的畫面結果。在 3D 動畫環境中，通常是先建立一台虛擬攝影機後，調整攝影機位置及角度以確定拍攝出的畫面。因此本研究所設計的系統希望能直接以圖形顯示拍攝結果於編輯介面上，提供更直覺的選項，讓使用者操作點選，減少使用者一步步自行調整攝影機位置所需的時間。

另外，還有參數調整的操作介面。儘管系統已提供許多結果，但也可能出現系統計算出的所有鏡頭選項都不符合使用者期望的情況，即使沒有使用者想要的結果，也可選擇最接近的鏡頭選項，再調整攝影機的參數細節，保持每個鏡頭外，還有額外的自由度可供修改，再配合一些按鈕或下拉式選單指定單個或多個鏡頭的拍攝風格等，以達到每個鏡頭都可以符合使用者理想的目標。

- 建置系統環境及架構

由於本研究是以 3D 場景為基礎開發，系統必須了解人物模型、場景、人物動作等配置，規劃虛擬攝影機路徑及避開遮蔽物以及攝影風格模型等計算。此外，還須能和友善的 UI 設計平台相互溝通。所以我們預計使用 Unity3D 開發及 Unity plug-in NGUI 完成介面設計。

- 智慧型提示演算

透過使用者選擇的鏡頭以及特定的鏡頭規則後，系統會從鏡頭資料庫中選擇適合的結果，篩除不合理的分鏡，例如：剔除上下鏡頭不連貫、鏡頭規則相互衝突或是攝影機被場景遮蔽的鏡頭。此外，已選擇的鏡頭也會成為參數，影響前後鄰近鏡頭的資料庫篩選結果，且連貫的規則風格分鏡會有較高的優先序，會顯示在較前面的選項上。另外，後來選擇的分鏡結果也會帶回之前已選擇鏡頭做檢查，如果有違反攝影規則，也會顯示錯誤及警告訊息提醒使用者。我們希望透過這樣的協助，提高鏡頭配置和拍攝的成效。

我們的預期研究貢獻在於輔助電影導演，即時提供合適的鏡頭，篩去不合理、違反攝影規則的拍攝方式，縮短構思時間，在透過簡單操作的介面產生出一段符合簡單攝影規則的影片，簡化拍攝流程。此外，沒有攝影學概念的初學者也能透過此系統拍攝出有攝影技巧、合乎攝影邏輯原則的電影，提升影片的內容價值。

2. 相關研究

2.1 攝影機規劃

虛擬環境中的攝影機規劃和攝影學個別領域已經有不少的相關研究，Oskam[1]透過決定起、終點和關注點（focus）並配合環境建立的 roadmap 值規劃出對關注點可見度最高路徑，改善傳統跟在遊戲腳色後面的第三人稱相機造成畫面直接切換（jump cut）等問題，Christie[2]統整歸納並分析各種電腦圖學上攝影機控制的做法，而 He[3]有別一般路徑規劃的方式，以攝影學角度切入，建立狀態機（state machine）的機制來定義攝影準則的方法來控制攝影機，並應用在基於角色（character-based）的互動敘事中。

2.2 虛擬攝影機的應用

虛擬攝影機的路徑規劃也漸漸融入導演風格[4]以及注重情緒、畫面配置[5]，例如人物與攝影機距離形成的遠、中、近景配置以及配合故事腳本利用運鏡手法傳達演員情緒或是氣氛等的電影攝影學元素。此外，許多研究還融入互動敘事或共同創作的概念，逐漸開創出另一種新的領域。

Riedl[6]認為 Machinima 技術在動畫電影方面可減少成本和勞力的支出，但創造力和經驗還是必須的。他們相信人工智慧（AI）可以運用在創造輔助工具上，讓沒有經驗的使用者也可以創造出有意義的內容，並介紹創作和生產 Machinima 的兩個智慧型輔助工具- ReQUEST 以及 Cambot。一個負責劇情方面的創作，另一個則是影像的產生。ReQUEST 是做為腳本創作的智慧型輔助工具，讓非專業使用者創作出有意義的內容。基於使用者創作的故事，系統會假想自己是觀眾，對使用者提問（使用者也可以忽略問題），以刺激使用者創作，讓故事更完整。而 Cambot 利用 3D 環境和細節的資訊和描述讓系統呼叫的角色，以動作去實現整個場景，並模組化整個影片製作過程。但是此研究僅對兩種系統做介紹，尚未將兩個系統結合。

Davis[7]表示 Machinima 技術的出現，讓數位影片製作的門檻降低，但對於入門的初學者來說，並不一定能透過強

大工具去有效描述一個故事，他們作了兩個實驗，第一個實驗發現初學者作出的內容被專家指出經常違反攝影學的規則，第二個實驗則是基於第一個實驗中最不應該違反的 4 個攝影規則，設計了一個會提醒初學者違反規則的機制，且不強制使用者修正錯誤，發現有效降低初學者的違反攝影規則的次數。此研究證實了這樣的創造力輔助工具可以幫助使用者探索並評估不同攝影鏡頭的配置，並減少錯誤。

Christie 的 Director's Lens[8]是一款結合虛擬攝影的智慧型互動式助手，配合上動態追蹤的手持裝置讓他更貼近於真實攝影機，並提供智慧攝影引擎依導演的要求，計算出合適的攝影機擺放位置。這些建議會依當前的敘述提供語義上及運動學上不同的選擇。在演算建議方面，系統會考慮到電影規則建立的連續性以及導演之前選擇的建議，透過機器學習，將之前使用者編輯的鏡頭紀錄下來做編輯的優先選項。但在介面的開發上傾向簡單，對於拍攝手法的選擇自由度和互動性也不夠高。

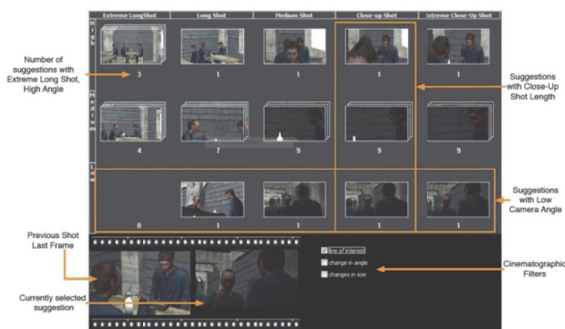


圖 1. Director's Lens 介面截圖（截自[8]）

2.3 攝影鏡頭風格模式化

在虛擬環境中，導演透過虛擬攝影機向觀眾表達虛擬環境中發生的事件，拍攝的方式如同電影般，應具有強烈的表達性，讓使用者了解故事的整體。而電影攝影學中提供如何控制攝影機有效傳達故事內容的敘事原理技巧，透過鏡頭語言將文字呈現的劇本轉換成影像。場面調度則是指導演對 frame 內事物的安排，透過場面調度配合攝影技巧，突破人物動作和相互關係在空間上表現，揭示人物感情變化，刻劃人物個性特徵等，藉此傳達故事。

導演的場面調度，由故事腳本的內容決定攝影機要拍攝環境中哪些畫面與事物，而攝影機的鏡頭角度、遠近、切換的節奏則由導演偏好的個人拍攝風格所決定。在 Lai 等人[5]的研究中，設計了以對話場景為基礎的攝影機模組，建立故事腳本元素解析故事結構，透過模式（pattern）將故事腳本元素中的情緒目標轉換的拍攝方式，再對應出攝影機的鏡頭型態（shot type）和運鏡動作（operation）的組合，再利用分析實際電影的鏡頭建立成鏡頭資料庫（shot database），並從中選出適合的鏡頭，再透過 Christophe[10]的方法，固定空間中兩個物體，其形成的解空間計算虛擬攝影機位置加上和環境的遮蔽偵測作為合適鏡頭排序的機制，客製化 3D 虛擬環境中的運鏡系統。

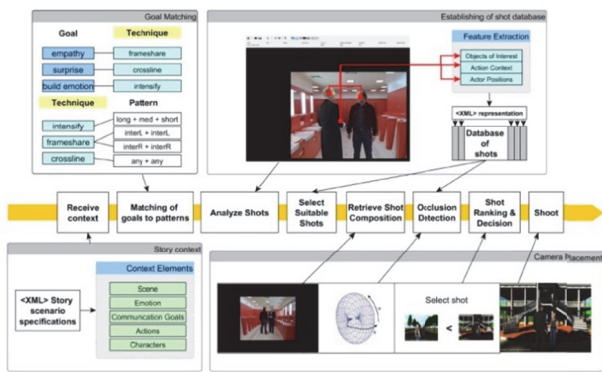


圖 2. 攝影機模組架構圖 (截自[5])

之後，Wu[9]延續了此概念，用更嚴謹的方式結構化整個轉換的過程，將模式 (pattern) 拓廣成了模式語言 (Pattern Language)，更新定義格式化的名稱並增加跨越多個鏡頭的模式以及多種模式作用在同一個鏡頭的功能，提高鏡頭拍攝方式的多樣性，還可偵測模式間是否互相衝突，以下為重點細節：

- Framing

相當於之前研究中截取並定義真實電影鏡頭格式的步驟，使用工具相同，但這邊對鏡頭新的定義上多了相對 (relative) 與絕對 (absolute) 兩種類型，其格式描述設定上的也有些許不同，兩種類型共同擁有的格式包含：螢幕上的位置 (position)、鏡頭型態 (shot type)、與目標的距離 (distance)。而相對類型多了連續 (continuity) 的格式，紀錄和上一個鏡頭的關係；絕對類型則是多了區域 (region)，將螢幕分割成四或九等分，紀錄目標在此個鏡頭的哪個區域和鏡頭角度 (shot angle) 的格式。

- Operations

Patterns 作為攝影風格模式可能橫跨複數個鏡頭，不同 Pattern 在鏡頭數目上也有不同的限制，不過因為在編輯上有序列的關係，所以特別定義了七種 Operations 類型的描述在 Patterns 序列上的限制關係：All 表示 pattern 序列中所有 frames、None 表示全部沒有、Initial 表示序列中的第一個、Next 表示連續相鄰兩個、Last 表示 pattern 序列中的最後一個、Ordered 是指特定一個、Transition 表示是 frame 之間的轉換的部分，如下圖所示：

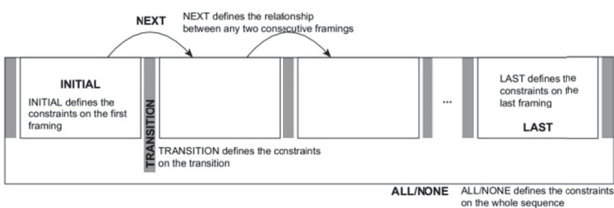


圖 3. [9]所定義的 Operations 作用在 pattern 序列中 frames 的限制關係

- Patterns

以下圖為例，Initial Operation 指定第一個 frame，並設為中遠鏡頭，之後的 Closer 有著 Next Operation 的限制關係，且 closer 會基於前一個 frame 的位置調整攝影機距離，使鏡頭越來越靠近。

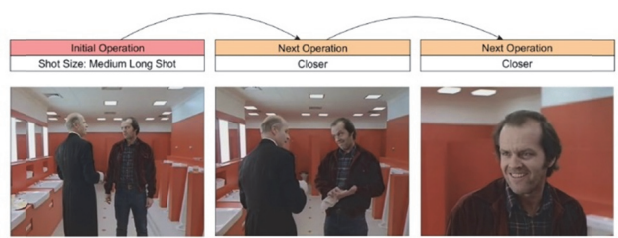


圖 4. Pattern 的作用過程範例 (截自[9])

透過設置 Operation 關係，建立並編輯鏡頭的方式，最後定義出一段的攝影風格的過程就稱為 "Pattern"，而 Patterns 的參數包含：Name、Targets 紀錄一連串 operation 限制關係的目標、Length 表示此 Patterns 的鏡頭數目限制。我們將以以上研究為基礎，並改善之前的鏡頭排序的機制，實作出本研究的 Pattern-Based 鏡頭推薦系統。

在電腦科學領域中，或許因為包含藝術主觀成分的關係，對於攝影學中電影內容拍攝表現手法的相關研究並不多，鏡頭風格類型及運鏡手法帶來的感受也很難被定義。不過，在攝影技術越來越成熟的現在，經過統整歸納後還是有一套經典的拍攝公式可依循，但目前為止都沒有個完整的互動平台系統，透過推薦以及偵錯提醒的功能和導演共同創作。藉此研究，我們希望在人類創造力和自動化智慧型互動合作基礎下，創造出一個新的電影製作流程。

3. 導演輔助編輯系統設計

3.1 系統架構

我們的系統以 UNITY 3D 為基礎建構並整合環境，並配合 UNITY plug-in NGUI 製作介面設計和過去相關研究[8] 作為 Pattern-Based 鏡頭推薦系統，以下為系統架構圖：

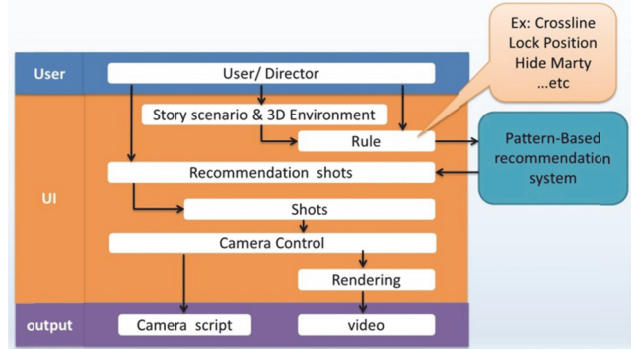


圖 5. 系統架構圖

而我們的系統所設定的主要使用者為電腦動畫的導演，透過介面讀入腳本及 3D 環境資料，並依導演喜好決定鏡頭的分配及設置，或是對特定鏡頭指定風格規則，例如：Crossline 或指定鏡頭內的人物等，之後這些規則會作為參數傳入 Pattern-Based 鏡頭推薦系統，並將鏡頭的推薦結果顯示在介面上導演做選擇，最後設置完所有鏡頭就可以輸出成影片及鏡頭資料檔。

3.2 故事腳本

3D 虛擬環境及腳本參考原型為 1985 年由羅勃·辛密克斯 (Robert Zemeckis) 擔任導演的回到未來 (Back to the future)，整部電影是描述主角 Marty McFly 搭乘由 Brown 博士

發明的時光車，穿越時空到過去與未來世界種種發生的故事，而我們研究所引用的片段內容是主角回到過去在餐廳遇到自己年輕時的爸爸 George，在目睹 George 被上司欺負後約 80 秒的片段。



圖 6. 實際電影場景截圖和虛擬環境場景截圖

此片段主要角色有：主角 Marty、主角父親 George 和餐廳店員 Goldie 及 Lou。而故事腳本檔主要結構依序包含：事件起始及結束時間、事件類型、角色（主詞）、角色或物品（受詞主體）、事件描述句，其中事件類型包含移動（Moving）、對話（Speaking）、反應（Reacting）、動作（Handling）共四種，另外若事件類型為 Speaking，則後面的描述句就為對話內容。如下：

Happens(228,275,Reacting(Marty,George,'Marty stares at George, mesmerized'))

Happens(250,291,Speaking(Marty,George,'You're George McFly.'))

3.3 平台介面設計

我們的導演輔助編輯介面以跨平台系統 Unity 3D 為開發平台，不需要另外安裝其他驅動程式或開發環境的設定，以降低系統安裝的困難度。在編輯介面方面，我們希望能根據一般導演的思維設計，讓使用者可以更直覺的操作。

3.3.1 系統介面

我們的系統介面主要分四個區塊，左上藍色範圍為預覽視窗區域，包含下面鏡頭序列 sequence 所選鏡頭的時間總和、撥放器功能以及此時間相關所有的腳本描述顯示區。中間上方紫色區域為功能按鈕，執行基本讀取、儲存按鈕，可以讀取故事腳本以及攝影機腳本，並對下方橘色 sequence 區作用，例如增加、複製或刪除鏡頭，對鏡頭設置規則等。右上紅色範圍為鏡頭推薦系統資料庫顯示區域。下面橘色區域包含整個鏡頭序列及規則設置的細節資訊。



圖 7. 輔助編輯系統功能分區示意圖

介面設計原型是參考蘋果電腦開發的影片剪輯軟體 iMovie（如下圖 8）分上下兩個區域作業，集中按鈕區域，介面背景色調為黑底是希望可以讓使用者集中注意在圖形化的鏡頭顯示上。然後我們再以按鈕顏色區分操作區域，例如：

橘色 Scene 執行的區域、紫色對 Shot 作用的區域、下方做為整段故事顯示的白色 Sequence 區及右上灰色系統鏡頭推薦 Camera List 的顯示區。



圖 8. 介面參考原型 iMovie（截自蘋果電腦網站）

位於介面左上的預覽視窗（如下圖 9），時間軸長度為鏡頭序列中被選擇的鏡頭時間總和，在播放器時間軸兩端的加減按鈕可以微調時間，播放器下方也會顯示目前被選擇的鏡頭編號，再往下的綠色背景區域顯示此刻時間發生的腳本事件描述（同一時間可能橫跨複數個事件），以及已發生時間長度。在鏡頭序列 Sequence 中顯示的鏡頭有著獨立的 ID、該鏡頭目前拍攝結果的圖示、下方為開始時間及結束時間，當鏡頭被選擇時，邊框顏色會從白色變為紅色。

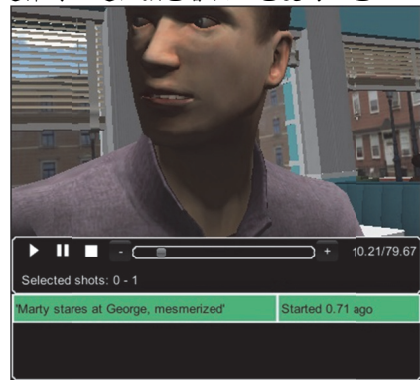


圖 9. 介面中的預覽視窗

左邊橘色 Scene 按鈕的功能為儲存、讀取及重新設置整個腳本檔，另外還有回到上一步及下一步的功能，且系統初始沒有經過任何操作時此兩個按鈕會呈現灰色，無法點選作用，直到操作系統後按鈕顏色才會改變成橘色，發揮正常功能。右邊紫色 Shot 區是對鏡頭操作的按鈕，可以分割、刪除或是複製鏡頭序列裡的鏡頭，下方 rule 為下拉式選單，可對被選擇的鏡頭設置攝影風格規則。規則詳細如下表 1。

表 1. 規則分類表

規則類型	規則
Lock Properties	Lock Framing Lock Length Lock Type Lock Position Lock Side Lock Number of Characters
Visibility	Hide All Hide Marty Hide Goldie Hide George See All See Marty See Goldie See George
Continuity	All Continuity Gaze Match Action Match 180-Rule 30-Rule Crossline Jump Cut
Style	Intensify Shot-Reverse Shot Frameshare

3.3.2 輔助編輯介面設計

我們預想的編輯系統使用流程為：一開始啟動時會讀入預設的場景及故事腳本，也就是電影回到未來的片段，鏡頭序列中也會顯示一個初始狀態的鏡頭 Shot 0。此鏡頭的時間預設為整段故事腳本的時間，鏡頭風格預設是 intensify 且是被點選的狀態。之後透過左上預覽區的撥放功能撥放 Shot 0，在撥放的過程中導演可以利用 CUT 按鈕分割鏡頭，或是複製刪除去編輯鏡頭序列，再利用規則下拉式選單設置規則，並從鏡頭推薦系統計算出的結果中選出符合理想的拍攝鏡頭，如果沒有符合理想中的鏡頭也可以選擇結果最相近的推薦鏡頭再做微調，反覆此步驟直到所有鏡頭設置完成就可以輸出影片及攝影機鏡頭的腳本檔。操作中的編輯系統介面如下圖：



圖 10. 操作中的介面

在介面的配置設計上也盡量讓鏡頭圖示和預覽畫面可以最大化，希望導演可以專注鏡頭的結果並觀察到鏡頭中的細節，另外預覽視窗還設計了和 Unity 中 Scene 場景視窗一樣鏡頭操作設計：Ctrl 鍵+滑動滑鼠滾輪使鏡頭放大或縮小、Ctrl 鍵+滑鼠滾輪平移鏡頭視角及 Ctrl 鍵+滑鼠右鍵改變鏡頭角度

的功能，讓導演可以自由移動視角掌握場景細節，也讓操作過 Unity 的使用者可以更容易上手，此外，也有 Log 功能顯示編輯的過程紀錄，而介面右上有綠色的 "?" 按鈕可以顯示介面的操作提示，幫助使用者回憶介面的使用方式。

Pattern-Based 鏡頭推薦系統的推薦鏡頭顯示是經過攝影風格規則設置計算出的結果，也就是 Camera List 裡顯示的各個鏡頭，每個風格鏡頭有著獨立的 ID 及圖式，右上還有搜尋功能，讓導演可以更快找到想要的結果，操作上只要點選其中一個結果即會將取代鏡頭序列中的被選擇的鏡頭，推薦鏡頭中被選擇的鏡頭邊框也會顯示為紅色，且之後編輯過程中再點回之前操作過的鏡頭，推薦鏡頭中依然會顯示被選擇的紅色邊框。

關於攝影風格規則的設置與顯示（如圖 11），選擇序列中欲設置的鏡頭，再透過規則下拉式選單選取規則並按下 "SET" 按鈕即可設置，也可選取複數鏡頭同時設置規則。另外顯示介面安排在鏡頭序列下方，並一個個對齊上方的鏡頭，每一行顯示此鏡頭所設置的所有攝影風格規則，由上而下的排列跟設置規則的下拉式選單相同，可透過滑鼠拖曳看見下方其他規則，每一橫列都顯示同一規則，滑鼠左右拖曳規則區塊會同時拉動上方鏡頭，使鏡頭和該鏡頭所設置的攝影風格規則隨時保持在同一行。



圖 11. 攝影風格規則呈現介面

另外編輯系統還有鏡頭時間的微調功能，可對單獨鏡頭的開始結束時間做調整，調整方式可透過介面直接輸入或是利用時間兩邊的加減按鈕做微調，每點選一次就會加減微調（如 0.1 秒），希望藉此提高導演安排配置鏡頭的自由度。

3.4 智慧型使用者介面設計

由於我們編輯系統的使用者對攝影的經驗及相關知識並不相同，所以也我們的系統也設計了智慧型介面及提示視窗，幫助導演們能夠更簡單的介面操作的使用者經驗並且快速發現有問題的鏡頭設置、避免錯誤操作，實現我們系統能夠加快導演拍攝流程時間的目標。我們系統的智慧型檢測包含下面幾點：

3.4.1 介面顯示及隱藏

- 預覽區
預覽區作用並顯示目前正被選擇的鏡頭，一旦鏡頭序列中沒有任何鏡頭被點選，此區也無法觸發任何功能，並用灰色濾鏡覆蓋。
- 推薦鏡頭及時間調整

Pattern-Based 鏡頭推薦系統的結果顯示及鏡頭開始及結束時間調整都是對單獨的鏡頭作用，所以當鏡頭序列中有兩個以上的鏡頭被選取時，Camera List 的內容和鏡頭時間調整

介面都會隱藏，無法點選推薦鏡頭及調整鏡頭開始及結束時間。

3.4.2 檢查攝影規則的合理性和衝突

我們在攝影風格規則上有設置特定的參數限制，以符合現實攝影風格上的情況，並幫助系統進行以下的檢查：

3.4.2.1 檢查規則是否重覆設置

檢查此鏡頭是否已設置過一樣的攝影風格規則，若是已經設置過相同規則，則會出現 "Duplicate! : Rule + (Rule Name) + was already added to shot + (Shot ID)" 的訊息提醒。

3.4.2.2 檢查設置規則鏡頭個數限制或是否連續

部分攝影風格規則限制被設置單獨獨立的鏡頭，若是同時對連續兩個鏡頭設置此規則，則會跳出視窗提醒；另外有些攝影風格規則必須設置連續 3 個鏡頭以上，若是被這是到非連續的 3 個鏡頭或是少於 3 個鏡頭，也會出現 "Length Error: Rule + (Rule Name) + cannot be added to + (Rule maxLength) + shots" 的提醒。

3.4.2.3 單個鏡頭的規則衝突檢查

攝影風格規則之間有些是無法共存的，例如：Hide All 和 See Marty，不可能同時存在著隱藏所有角色又可以看到主角 Marty 的鏡頭，此時的 Camera List 沒有任何可以推薦的鏡頭，為了避免這樣的狀況，每次設置規則都會檢查，一旦沒有可以推薦的鏡頭將會跳出警告視窗，防止導演在此狀況下繼續設置規則。

3.4.2.4 複數鏡頭間的規則衝突檢查

有些攝影風格規則的效果是橫跨複數個鏡頭，若是兩種衝突規則所作用的鏡頭有重疊，也會出現 Camera List 沒有任何推薦鏡頭的結果，處理方式跟上個檢查相同，每次設置規則都會檢查，只要出現沒有可以推薦的鏡頭的情況就會跳出警告視窗提醒導演。

4. 結論與未來發展

我們結合模式語言和自行設計的介面建構了智慧型導演編輯系統，利用模式語言將我們從介面上設置的規則轉換成攝影學上的鏡頭，再透過系統將圖形化的鏡頭推薦結果顯示提供給使用者做選擇，並且在每次設置規則及鏡頭選擇時做計算偵測，藉由智慧型系統對單個鏡頭的規則衝突和各鏡頭間的規則衝突檢查提醒導演避免基本攝影規則錯誤，也希望可以從中引導攝影初學者，逐漸建立攝影學上的基礎，提供導演或使用者在拍攝上另一種嶄新的智慧型互動體驗。

之後我們將對新系統進行使用者實驗，評估系統的效能及實用性，實驗及評估方式預計參考[11]的方法進行兩種使用者實驗，實驗前將請受試者先填寫我們設計的問卷，將使用者依攝影相關知識背景的了解程度做分群，希望減少背景知識所帶來的影響，再對受試者介紹系統的基本操作，第一種評估在相同的 Unity 環境下拍攝一段指定的影片片段之後再加上我們的系統重新拍攝相同一段影片，分析我們系統是否有幫助，並觀察由攝影背景知識分配的各群組間使用系統上的差異；第二種實驗則是在自由無限制地拍攝環境，我們系統是否會影響受試者的創造力測試。也希望透過使用者的回饋幫助我們建立、修改出更符合導演需求、更完善的系統。

5. 致謝

本研究在國科會計畫 (MOST 103-2221-E-004-011-) 及 (MOST 104-2911-I-004-502) 資助下完成，特此致謝。

6. REFERENCES

- [1] T. Oskam, R. W. Sumner, N. Thuerey, and M. Gross, "Visibility transition planning for dynamic camera control," in *Proceedings of the 2009 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*, 2009, pp. 55-65.
- [2] M. Christie, P. Olivier, and J. M. Normand, "Camera control in computer graphics," in *Computer Graphics Forum*, 2008, pp. 2197-2218.
- [3] L.-W. He, M. F. Cohen, and D. H. Salesin, "The virtual cinematographer: a paradigm for automatic real-time camera control and directing," in *Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 1996, pp. 217-224.
- [4] C. Lino, M. Christie, F. Lamarche, G. Schofield, and P. Olivier, "A real-time cinematography system for interactive 3d environments," in *Proceedings of the 2010 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*, 2010, pp. 139-148.
- [5] P.-C. Lai, H.-Y. Wu, C. Sanokho, M. Christie, and T.-Y. Li, "A Pattern-Based Tool for Creating Virtual Cinematography in Interactive Storytelling," in *Proceedings of Smart Graphics*, 2014, pp. 121-132.
- [6] M. O. Riedl, J. P. Rowe, and D. K. Elson, "Toward intelligent support of authoring machinima media content: story and visualization," in *Proceedings of the 2nd International Conference on INtelligent TEchnologies for interactive enterTAINment*, 2008, p. 4.
- [7] N. Davis, A. Zook, B. O'Neill, B. Headrick, M. Riedl, A. Grosz, and M. Nitsche, "Creativity support for novice digital filmmaking," in *Proceedings of the 2013 ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 651-660.
- [8] C. Lino, M. Christie, R. Ranon, and W. Bares, "The director's lens: an intelligent assistant for virtual cinematography," in *Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia*, 2011, pp. 323-332.
- [9] H.-Y. Wu and M. Christie, "Stylistic Patterns for Generating Cinematographic Sequences," in *4th Workshop on Intelligent Cinematography and Editing Co-Located w/Eurographics*, 2015.
- [10] C. Lino, and M. Christie, "Efficient composition for virtual camera control," in *Proceedings of the ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*, 2012, pp. 65-70.
- [11] E. Cherry and C. Latulipe, "Quantifying the Creativity Support of Digital Tools through the Creativity Support Index," in *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 2014.