

虛擬片場拍攝體驗之智慧型輔助系統

Practicing Cinematography in a Virtual Film-Making Studio

林毅聖
國立政治大學 資訊科學系
台北市文山區指南路二段 64 號
TEL : (02)29393091 ext62266
E-mail : 104753004@nccu.edu.tw

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
TEL : (02)29393091 ext62266
E-mail : li@nccu.edu.tw

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

ABSTRACT

電影的拍攝手法，影響觀眾對於故事的感覺與認知，鏡頭的畫面與攝影的風格，對於相同的劇情也會有不同的詮釋。不過拍攝時花費的資金與人力相當龐大，因此一般人較少有機會進入片場體驗拍攝。本研究的目的是以虛擬實境的技術模擬電影的拍攝片場，讓體驗者進入虛擬片場內，扮演片場拍攝時的各種角色（如導演及攝影師），模擬拍攝電影的情況。體驗的過程中，我們的系統透過智慧型取景提示輔助使用者學習攝影的技巧，同時也能分享自己拍攝的手法，最後也可以利用所提供的即時電影剪輯系統，完成自己個人化電影。我們以此雛形系統設計了一個先導實驗，以取得使用者的使用回饋，作為後續改進與評估實驗的參考。

Categories and Subject Descriptors

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

KEYWORDS

Virtual Cinematography, Virtual Reality, Intelligent Camera

1 簡介

在電影拍攝的過程中，攝影機扮演著敘事者的角色，因此即使是同一個劇本、演員，透過不同角度與拍攝手法，所表達出來的內容及重點也可能截然不同。而攝影師必須與電影導演有良好的溝通，才能夠完整傳達導演想表達的情境。

在傳統的拍攝片場，每一個鏡頭背後所需花費的金額都是相當龐大，除了場景環境的搭建之外，還有演員、攝影、導演、燈光還有各種工作人員的費用，一旦必須重新拍攝某個片段時，所花費的成本都是相當可觀的，更別說能讓初學導演或攝影師有練習拍攝的機會。

近年來虛擬實境(Visual Reality, VR)的技術蓬勃發展，除了頭戴式顯示器(HMD)能夠呈現擬真的立體影像外，更能準確透過的紅外線定位系統來追蹤體驗者的動作訊息，並同時提供手持式裝置作為與虛擬環境互動的橋梁。透過 VR 的技術，體驗者不只是透過平面螢幕觀看電影，更能進入虛擬環境空間裡，與環境場景作互動，體驗故事的發展。

在虛擬環境裡，攝影機的擺放與規劃變得更加自由，體驗者更能夠直接拿起攝影機，扮演導演、攝影師甚至是攝影機

角色，攝影師的拍攝過程也不再被環境因素所限制，導演更是能透過各種的電影運鏡與拍攝手法，傳達自己的情感與信念。因此我們希望透過虛擬實境的技術來模擬拍攝片場，不僅一般人有機會可以體驗電影拍攝的情境，專家更能藉此分享自己的拍攝經驗，初學者也能夠透過別人分享的拍攝技巧或是智慧化的推薦系統來學習與練習拍攝的能力。

2 相關研究

在虛擬環境中，攝影機的控制可分為第一人稱及第三人稱的攝影方式。若是第一人稱視角，攝影機是配置在故事體驗者的眼睛位置；若是第三人稱視角，攝影機的角色就像是旁觀者或導演，而故事的內容或類型也會影響虛擬攝影機的拍攝方式。

2.1 攝影描述語言

基於電影攝影學上的拍攝方式，有研究歸納出電影鏡頭的描述語言 (Prose Storyboard Language) [1]或是設計模式語言 (Pattern Language) [2]，透過攝影機的鏡頭型態 (shot type) 和運鏡動作 (operation) 的組合定義攝影鏡頭風格，計算虛擬攝影機最適合的擺放位置，以提供故事體驗者更好的視覺體驗。

2.2 電影編輯

從電影剪輯的角度來看，有研究在編輯系統[3]上提供不同人物風格鏡頭，讓導演在整個剪輯的過程中，能夠過濾不需要的畫面，快速找到自己想要的鏡頭，同時也提供各種攝影風格，讓整個運鏡與畫面的轉換變得更有層次感，透過這樣的智慧型電影編輯系統，能夠快速剪輯出自己想要電影片段。

2.3 虛擬拍攝的互動裝置

隨著體驗者在互動敘事中的自由度與互動模式越來越多元，故事的結構也跟著越來越複雜，讓攝影機在規劃工作上增加了許多挑戰。為了協助導演能夠更容易地在虛擬環境中擺放攝影機，有一些研究著手設計，以手持式的輔助裝置[4]，根據攝影的美學原理來協助拍攝。

2.4 攝影機的自動規劃

文獻中有些研究嘗試在虛擬環境中自動規劃攝影機的運動，根據故事演出時，每個角色的重要性與行為的權重，並分析其關鍵動作，進而分配畫面內角色的版面來表達故事的進行[5]。另外，也有研究是依照故事的情境情節或是人物情緒所產生的拍攝方式[6]。近年也有許多演算法嘗試解決如何在同一場景中拍攝多位角色，因此多角色攝影機位置自動產生的問題也因應而生[7][8]。以上都是關於攝影機自動規劃的發展，而這個領域尚有許多研究的空間，在即時動畫應用上，也還有許多關鍵且新穎的議題亟待解決。

3 系統設計

在開發環境上，我們採用跨平台的遊戲設計引擎(Unity3D)來進行軟體的程式開發，透過 HTC VIVE 的頭戴式顯示器(HMD) 呈現立體畫面，並以手持式裝置在虛擬場景中進行互動。最後，我們以一段簡單的電影動畫為範例，讓體驗者在虛擬片場體驗各種不同的角色。

3.1 角色模式

在虛擬片場裡，為了讓場景畫面不會過於雜亂、操作也不會過於複雜，我們放置了三台攝影機，讓體驗者進行操作使用。同時，我們希望參與者能夠完整體驗整個電影拍攝的流程，我們提供三種不同的身份讓體驗者進行切換，分別是導演、攝影師與攝影機：

(一) **導演**：身為整個片場的靈魂人物，所有的演員、工作人員、拍攝工作都是導演負責分配安排，對於整個片場配置與拍攝進度，導演是最清楚瞭解的領導人，因此體驗者在扮演導演角色的時候，我們提供一個監控 (Monitor) 板幫助導演監控每一部攝影機的拍攝狀況，監控板上總共有三個子畫面與一個母畫面 (Master Cam)。如圖一所示，透過雷射線的選取，導演可以即時將任一攝影機的子畫面切換至母畫面來模擬現場攝影機畫面切換的功能。



圖一：導演視角與雷射線選取

同時監控板可以透過互動手把提起，任意的拿取移動。例如，當監控板擋到場景畫面、或是導演想要同時監看監控板內容與演員的行為動作時，導演可以自由地調整監控板至最佳的擺放位置。另外，如圖二所示，為了幫助導演能夠快速瞭解整個片場的範圍及攝影機的相對位置，本系統也提供了上視圖的視角 (俗稱上帝視角) 來輔助導演，透過從上方

觀看片場中的相關訊息，像是場景的內容、演員的位置與走位、及攝影機的佈局等，以幫助導演在構思拍攝手法時，能更有脈絡與想法。



圖二：上帝視角

(二) **攝影師**：透過與攝影機直接的互動，擺放並控制攝影機的拍攝位置，同時可以近距離觀察演員的表情與身體角度，藉以調整攝影機拍攝的內容與風格，甚至能夠在演員移動的過程中，即時跟隨演員的動作與行為，進行動態的拍攝追蹤，加強整個畫面的張力與拍攝的彈性。

如圖三所示，體驗者在扮演攝影師的角色時，是透過手持式裝置的控制，在虛擬片場內直接抓取、移動虛擬攝影機，並透過虛擬攝影機左側的小螢幕，監看目前拍攝的畫面，同時能夠直接搬動攝影機，透觀察鏡頭外與演員們的相對位置及小螢幕監視器的畫面，找尋適合的拍攝角度與位置，定位理想的鏡頭畫面。



圖三：攝影師視角

(三) **攝影機**：當自己眼睛看到的人事物都能夠被記錄下來，並可以轉化成畫面時，這種拍攝方式是最直接且容易的，我們稱這種拍攝方式是扮演攝影機的角色。在真實世界中，攝影師通常嘗試透過攝影機觀景窗 (View Finder) 來達到即看即所拍的效果。在虛擬實境中，我們透過偵測頭戴式顯示器的旋轉及位移，讓體驗者的立體眼鏡所看到的畫面，直接變成指定攝影機所拍攝的畫面，能夠在虛擬片場內直接化身為攝影機的角色(如圖四所示)，不需要特過任何手持式裝置的輔助，只要單純透過頭部的位移與轉動，便能直覺地找到自己喜歡的視角。

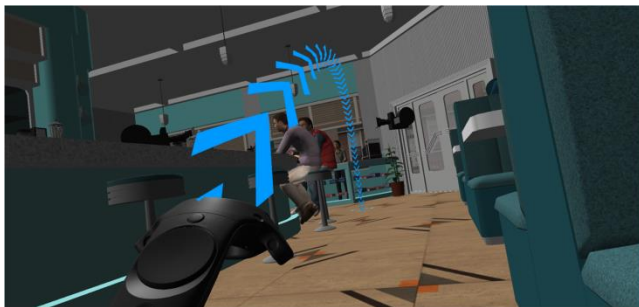


圖四: 攝影機視角

3.2 移動輔助

透過 HTC VIVE 本身的紅外線定位追蹤，體驗者能夠在限定的區域內直接作小範圍的走動，不過在虛擬空間中想要移動的範圍過大時，往往會因為真實場地的大小限制，而無法直接透過走動來前往片場中的目的地，因此本系統設計了兩種快速移動方式，來協助體驗者作大幅度的移動：

(一) 任意傳送：當體驗者想要巡視整個片場空間，走近演員面前觀察表情或動作或觀察現場物品擺設等，以進一步構思取景方式及拍攝手法時，可以透過所謂 teleport 的方式選擇想要前往的地方(如圖五所示)，就能立即順移過去。透過 HTV VIVE 系統所提供的簡單操作方法，使用者可以輕易的指定所要前往的遠方位置，並任意的在片場內進行中距離或遠距離的移動。



圖五: 任意傳送

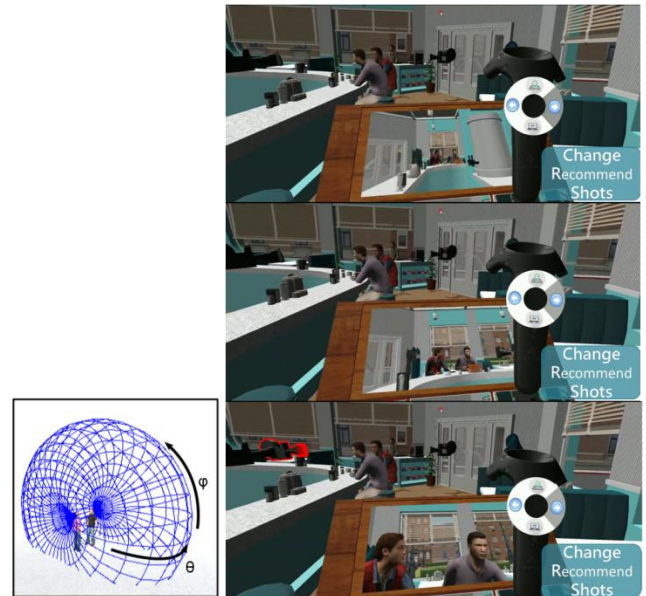
(二) 指定傳送：為了幫助體驗者能夠在虛擬片場內，快速移動到與拍攝相關的特定位置，我們提供了兩種移動輔助快捷鍵，分別能夠移動到目前指定的攝影機旁邊與回到監看的 Monitor 前面。如圖六所示，我們可以透過位置的快速切換，輕易地移動到每台攝影機所在位置的後方，以迅速調整攝影機的位置或取景，再快速回到 Monitor 前面監看所有攝影機的拍攝情況。同時，這兩種不同目標位置的移動，也代表著攝影師與導演身份之間的迅速切換。



圖六: 指定傳送

3.3 智慧型的拍攝推薦

本系統的特色之一，是能提供使用者（特別是初學者）在畫面取景上的建議。如圖七(a)所示我們的系統能透過分析演員的身體部位或是彼此的相對位置，套用從各種電影片段的收集而來的鏡頭資料，最後利用 Lino and Christie[9]提出的 Toric-Shaped 模型，進而產生鏡頭資料庫，自動化調整虛擬空間內，虛擬攝影機的位置與角度。這個模型是一種鎖定螢幕中特定物件定點的計算模型，可以用來精確鎖定物件之特定點在畫面中的位置，也就是一般所謂 Through-The-Lens 控制。如圖七(b)所示，透過此功能，體驗者就能依照故事情節或角色的重要性，挑選想要的推薦鏡頭，快速完成每個片段鏡頭的選擇。我們相信，此類功能對初學者學習攝影機的擺放方法與畫面配置會有相當大的幫助。



(a) Toric surface

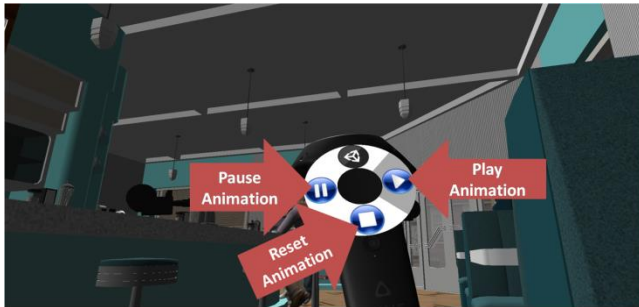
(b) 鏡頭推薦

圖七: Toric surface 與推薦鏡頭

3.4 動畫的即時播放控制

在真實的電影拍攝過程中，為了要取得最好的畫面與效果，拍攝通常沒有辦法一次完成，因此演員經常需要不斷地

重演，現場特效也必須重來，所以想要拍出滿意的鏡頭，背後需要花費的成本與資金相當的龐大。但是，在虛擬片場內，如圖八所示，我們提供即時的動畫控制功能，透過動畫的播放控制，可以無限次的反覆重來或是暫停演員的動作，在重複演出的過程中，體驗者可以藉此觀察每個的演員細節動作，並找出適當的拍攝角度，同時也可以在演出的過程中，即時暫停所有演員的動作，調整攝影機的位置角度，找出自己想要的鏡頭畫面。在正式拍攝時，也能構思如何在每台攝影機之間作畫面的切換，以達到導播工作的目的。



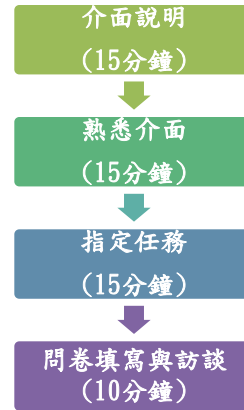
圖八：即時動畫控制

4 實驗結果

為了要瞭解目前本系統設計的優缺點，並取得使用者的初步回饋，我們設計了一個使用者評估的先期研究，邀請使用者進行使用體驗。在此先期研究中，我們邀請六位年齡相近（22~25）的大學學生做為的實驗對象。這些受測者對於虛擬實境的熟悉程度有不同的經驗（兩位不曾體驗過、兩位曾經體驗過，剩餘兩位則具有開發經驗），其中有一位擁有拍攝過電影短片的經驗。

4.1 實驗流程：

如圖九所示，實驗總共分三個階段。在實驗開始前，先透過 12 分鐘的書面介紹以及 3 分鐘的影片說明，讓受測者在體驗虛擬實境前，能夠對片場的配置與手把的按鈕有初步的瞭解。接著讓受測者進入虛擬片場內，依照剛剛影片示範，自行操作每個功能與介面。接著，使用者被要求完成所指定的拍攝任務。在拍攝的過程中，所有的操作內容都會被記錄下來，以便之後使用者行為的分析。最後，我們透過問卷與深度訪談來瞭解使用者體驗的感受。



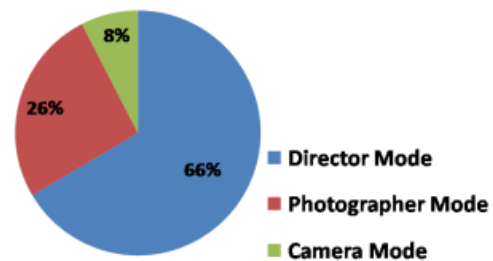
圖九：實驗流程圖

4.2 指定任務之使用者紀錄分析：

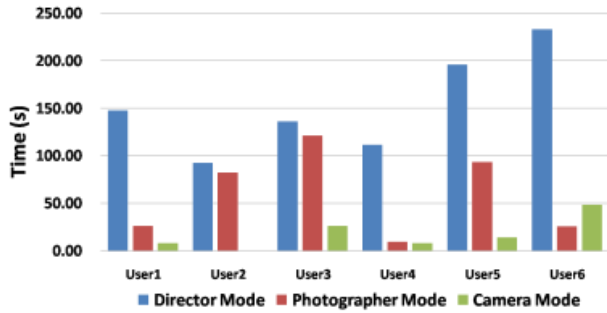
圖十所式為受測者扮演各種不同角色的時間分配圖。我們可以發現受測者扮演導演所花費的時間最多，或許是因為導演在整個片場內要觀察場景與監控所有攝影機的拍攝狀況，同時系統所提供的輔助與功能也是最多的，因此這樣的結果是在預期之內。

然而，在從個別的行為分析來看(如圖十一)，我們可以發現在導演模式外，受測者普遍在攝影師模式花最多時間，原因是比起與人機介面互動，受測者更喜歡與場景內的物品進行互動，因此相較之下，提起動攝影機並進行操作是較為有趣的體驗，而在體驗的過程中，拍攝的限制較小、移動的自由度也比較大。

在操作動作上，我們可以發現有些受測者沒有利用推薦鏡頭來完成自己拍攝動作，原因是大多的體驗者喜歡直接跟攝影機作互動，而且也有人認為推薦的按鈕較不顯眼，很容易會被忽略。



圖十：整體受測者扮演不同角色的平均時間分配圖



圖十一:個別受測者扮演不同角色的時間分配圖

4.2 問卷分析：

在受測者體驗過本研究所設計的系統後，填寫一份總共有 16 題的問卷，其中包含 16 個主觀評量的問題，及一個開放性的問題。主觀評量問題的分數是採用五分 Likert Scale（一分到五分代表從不同意到同意），分別對於移動操控(1-3)、導演體驗(4-10)、攝影師體驗(11-12)、攝影機體驗(13-14)以及整體表現(15-16)進行評估。問卷分數結果如表一。以下謹就各類問題的結果及深度訪談中所獲知的背後原因說明如下：

(一) 移動操作：大多的受測者喜歡利用拋物射線任意傳送到選擇的位置(4.33 分)，因為能夠恣意的在片場移動觀看，而且操作方法也很簡單。然而有受測者建議傳送指定攝影機(3.83 分)的時候，會需要稍微轉身才能看到攝影機。因此，他們建議除了移動到攝影機旁外，也能夠同時轉向面對攝影機的小螢幕，以增加操作上的方便性。

(二) 導演體驗：透過小螢幕監看所有攝影機的拍攝畫面(4.83 分)與即時控制動畫播放(4.50 分)對於導演而言是相當方便的設計，因為在拍攝的過程中，能夠反覆觀看演員的表情、走位、動作，藉此安排每一個鏡頭畫面，同時透過小螢幕監控所有攝影機的拍攝狀況。分數最低的上帝視角功能(3.00 分)，大多的受測者還是認為是有幫助的，只是因為在介面的顯示設計上，上帝視角的畫面是以 2D 圖示直接貼在頭戴顯示器前，因此在透過選單的方向鍵作移動觀看或在轉頭時，視野不會跟著改變，很容易會感到暈眩與不舒服，因此分數較低。

(三) 攝影師體驗：大部分的受測者認為，直接與攝影機互動是最有趣且簡單自然的，能夠非常容易控制自己拍攝的畫面，不過有受測者反應當攝影機拿太高或在某些角度會看不到鏡頭畫面，因此希望在拿動攝影機的同時，鏡頭畫面也能顯示在更方便的地方觀看。

(四) 攝影機體驗：對於直接扮演攝影機來拍攝，受測者們都感到新奇，也認為有體驗攝影機的感覺(4.17 分)，不過目前的設計只能跟著頭部轉動而改變拍攝視角，在過程中會較為容易產生暈眩感，因此建議攝影機有穩定或防手震的功能。另外，也有受測者希望能夠在攝影機模式的時候，能移動或走動，而不只是單純的旋轉拍攝視角而已。

(五) 整體評估與建議：受測者的建議中，最多認為在選單上的圖示不夠清楚明確，很容易在體驗的過程忘記按鈕所代表的功能，因而在體驗的過程中會比較差一點的評分(3.83 分)；不過，在熟悉所有操作內容之後，普遍的受測者都認為對於練習拍攝的技巧的提升是有幫助的(4.5 分)。

表一：問卷統計

#	Questions	AVG	STD
1	傳送到指定攝影機的功能是有幫助的	3.83	0.37
2	傳送到監控螢幕的功能是有幫助的	4.17	0.37
3	拋物線射線任意傳送的功能是有幫助的	4.33	0.75
4	以上帝視角觀看片場佈局的功能是有幫助的	3.00	1.00
5	即時播放控制動畫是有幫助的	4.50	0.50
6	系統提供的鏡頭推薦是有幫助的	3.50	0.50
7	在片場內，能讓我體驗扮演導演的角色	4.00	0.58
8	監控小螢幕對於導演監控整個片場的拍攝是有幫助的	4.83	0.37
9	監控小螢幕的操作是簡單、自然的	3.83	0.37
10	拿動監控小螢幕的動作是簡單、自然的	4.83	0.37
11	在片場內，能讓我體驗扮演攝影師的角色	4.50	0.50
12	拿動攝影機的拍攝方法是簡單、自然的	4.50	0.76
13	在片場內，能讓我體驗扮演攝影機的角色	4.17	0.37
14	在片場中扮演攝影機的拍攝方式是簡單、自然的	3.67	0.94
15	以後需要體驗電影拍攝過程，會推薦使用此系統	3.83	0.69
16	以後需要練習電影拍攝技巧，會推薦使用此系統	4.50	0.50

4 結論與未來研究

本系統透過模擬電影片場，讓體驗者能夠在虛擬片場中，可以扮演導演、攝影師、攝影機等角色，並且透過移動、視角切換與動畫的即時播放控等輔助功能，幫助體驗者在拍攝過程中，快速瞭解片場的整個架構、演員的表情及位置，以決定攝影機位置的畫面構圖，更透過鏡頭的推薦與虛擬攝影機自動擺放等輔助功能，幫助攝影初學者在體驗的過程中，學習拍攝的技巧與手法，充分發揮以虛擬實境模擬拍片現場，解決實景不易親近的問題。

在未來研究上，首先我們會先針對這一次實驗結果使用者的回饋進行改進，例如提升選單圖示的識別度、改善上帝視角與攝影機模式造成的暈眩感，以及拿取攝影機拍攝時，螢幕的觀看可以更友善等等，讓體驗者的操作能夠更友善自然。

同時也有半數的受測者希望系統能夠過濾並分類推薦的鏡頭以及提供即時剪輯的功能，因此我們希望可以利用各種攝影風格鏡頭，例如遠景 (long shot)、中景 (medium shot)、特寫 (close-up) 等攝影風格分類，過濾資料庫的每個鏡頭，幫助攝影初學者可以快速找到想要的鏡頭畫面。另外，在體驗者移動攝影機進行拍攝的同時，我們希望能記錄移動的軌跡，藉以達到動態拍攝的目的，最後提供即時剪輯的功能，希望在每部攝影機完成取景之後，能即時剪輯出自己的電影。

在之後的正式評估實驗中，我們希望能尋找多名不同攝影經驗的體驗者，透過不同層次的拍攝輔助，測試是否能幫助體驗者提升拍攝的技巧，並分別探討不同攝影經驗、拍攝輔助的受測者，所拍出來的電影片段是否有差異，最後同樣再透過問卷與訪談的形式，進而瞭解實驗過程的體驗感受，藉以評估本系統是否達到設計目標。

致謝

本研究在國科會計畫（MOST 105-2221-E-004-011-）及（MOST 105-2911-I-004 -505）資助下完成，特此致謝。

參考文獻

- [1] R. Ronfard, V. Gandhi, L. Boiron, "The Prose Storyboard Language," in *Proc. of AAAI Workshop on Intelligent Cinematography and Editing*. Vol. 3. 2013.
- [2] H.-Y. Wu and M. Christie, "Stylistic Patterns for Generating Cinematographic Sequences," in *Proc. of 4th Workshop on Intelligent Cinematography and Editing Co-Located w/Eurographics*, 2015.
- [3] J.W. Wang, H.Y. Wu, Q. Galvane, T.-Y. Li, and M. Christie, "Design of An Intelligent Camera Editing System for Computer Animation," in *Proc. of Computer Graphics Workshop 2016*, Taipei, 2016.
- [4] C. Lino, M. Christie, R. Ranon, and W. Bares, "The director's lens: an intelligent assistant for virtual cinematography," in *Proc. of the 19th ACM International Conference on Multimedia*, 2011, pp. 323-332.
- [5] Q. Galvane, R. Ronfard, M. Christie, and N. Szilas, "Narrative-driven camera control for cinematic replay of computer games," in *Proc. of the Seventh International Conference on Motion in Games*. ACM, 2014.
- [6] P.-C. Lai, H.-Y. Wu, M. Christie, and T.-Y. Li, "An Experimental Platform for Customized Virtual Cinematography in Interactive Storytelling," in *Proc. of Computer Graphics Workshop 2014*, Taipei, Taiwan, 2014.
- [7] R. S. Johansen, *Automated Semi - Procedural Animation for Character Locomotion*, Master's Thesis Department of Information and Media Studies Aarhus University, 2009.
- [8] I. C. Yeh, W. C. Lin, and T. Y. Lee, "Social-Event-Driven Camera Control for Multi-character Animations," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 18, 2012, pp. 1496-1510.
- [9] C. Lino, and M. Christie, "Efficient composition for virtual camera control." in *Proc. of the ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*. Eurographics Association, 2012.