

以角色動作調整與攝影機路徑規劃提升互動敘事體驗

Using Non-player Character's Motion Adjustment and Camera Planning to Enhance Interactive Storytelling Experience

李偉華

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
Email: 106701036@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 ext67642
E-mail: li@nccu.edu.tw

ABSTRACT

近年來，互動數位敘事(Interactive Digital Storytelling, IDS)在遊戲或是影視產業都有廣泛的應用。在互動敘事的系統中，故事設計者可以根據使用者對於故事的回饋，選擇性地給予使用者不同的感受或是不同的劇情走向。然而現今遊戲在兼顧互動性及沉浸感的營造，仍然有進步的空間，特別是在述說故事的攝影機擺設上，多缺乏彈性的規劃。本研究旨在開發一款互動敘事遊戲，能透過使用者的回饋，規劃攝影機路徑，以述說該情境下的故事，並在 Run-time 時調整非玩家角色(Non-Player Character, NPC)的對話，營造出不同的場景氛圍及細節。我們設計了實驗及問卷，根據使用者的回饋來探討此技術的成效，提出結論及未來發展的建議。

CCS Concepts

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

Keywords

Character Animation, Game Design, Interactive Storytelling

1. 簡介

在第三人稱的遊戲中，遊戲的非玩家角色(Non-Player Character, NPC)以及攝影機的規劃，對遊戲體驗有相當大的影響，兩者皆是扮演著「故事敘述者」的角色，非玩家角色會與玩家有直接的互動，對話的內容會影響到玩家的情緒以及獲得的資訊量。攝影機的擺放則會影響到畫面構圖，在視覺上渲染出不同的場景氣氛，也能透過能見度的調整，影響到玩家獲取資訊量的多寡。

在過去，第三人稱遊戲中攝影機擺放的方式主要是預先在環境中擺放數台攝影機，等待玩家走進特定區域，觸發攝影機的切換。然而這種方法相當的耗費設計者的人力成本與時間成本。因此近年來，有學者提出了自動擺放攝影機的技術以及動態切換攝影機的技術，目的是希望能降低人力成本，也希望能在遊戲進行時，動態評估玩家周遭環境給予玩家適當的畫面。而本研究旨在利用這兩項技術，加強攝影機與互動敘事遊戲的契合度，紀錄玩家在遊戲中的表現以及和非玩家角色的互動狀況，給予不同的攝影機安排，突顯互動敘事的遊戲特質。

為進行本研究，我們開發了一款第三人稱互動敘事解謎遊戲，使本研究有一個可實作的平台。在此平台中，我們將遊戲分為探索模式(Navigation Mode)以及敘事模式(Storytelling Mode)兩種，在探索模式時玩家可以在遊戲場景中隨意探索與場景中的遊戲物件進行互動，也可與非玩家角色進行對話，獲得解謎的線索。而在敘事模式中，玩家會觀賞遊戲動畫，以及玩家和非玩家角色的對話內容，也需要在這個模式中針對非玩家角色提出的問題做出回應。藉由這樣的互動傳達設計者想要提供的資訊，也讓遊戲系統能獲取玩家的即時狀態。

在對話產生的技術上，非玩家角色的動作表現以及對話是採用規則設定(Rule-Based)的方式，根據玩家的反應以及遊戲設計者的劇情安排，讓非玩家角色產生不同的對話內容。在攝影機的部分，則是分成前處理以及動態規劃過程兩個部分，前處理是參考 Alberto Jovane 使用的 Raycasting 技術[5]進行環境中的多台攝影機擺放，而動態規劃的部分則是使用動態評分的機制，即時替預先擺放好的每一台攝影機評分，考量攝影機的眾多條件，合成每一台攝影機的分數，接著再根據分數的比較進行攝影機的切換。

最後，我們透過實驗設計，針對沒有進行調整技術的控制組及加入動態調整技術的實驗組，邀請受試者進行比較與分析。

2. 相關研究

由於本計畫研究的方向以「互動敘事」和「攝影機自動規劃」為主，因此我們就這兩個主題探討國內外的相關論文，了解目前相關研究的情況並探討是否仍有可以延伸的地方。

2.1 互動敘事

過去的互動敘事產生的研究主要分為兩種機制：分支(Branching)和規劃(Planning)。而在[1]中，Cavazza 等人以參與遊戲角色為主，藉由互動對角色做出規劃，影響遊戲角色後續之行為，創造具有戲劇化的劇情，並導致不同的故事結局。然而在 Cavazza 等人之研究中，並未見有針對遊戲角色的動作做出鏡頭的調整，例如為避免大幅度的動作使角色離開鏡頭，應將鏡頭擺放位置較遠。甚至有些角色與角色之間的互動情形，也是需要動態的調整鏡頭，以凸顯故事敘說者欲擺放之重點，讓遊戲玩家可以更加沉浸於故事當中。

2.2 互動敘事開發平台

在[2]中，吳蕙盈建立的互動敘事創作模擬系統，協助故事創作者創作互動敘事腳本。其模擬平台有三個主要的模組，分別是角色動畫模組，攝影機控制模組和互動模組，幫助創作者提升遊戲重玩性。在該系統中，互動故事是以故事節點所組成的故事圖表示。使用者在體驗的過程中，系統會根據使用者在故事節點上的選擇，過濾故事圖中不合邏輯的故事節點，以確保使用者的體驗是合理的。

2.3 互動敘事中的攝影機路徑規劃

在[3]中，Halper 和 Olivier 設計了一套系統稱作 CamPlan，當中考量角色之 Position, Size, Orientation and Visibility，做出對應的拍攝類型規劃。在[4]中，陳嘉豪設計了互動敘事的腳本，腳本中的每一幕都包含了數個故事節點 (Plot Node)，每個節點又是由數個劇情動作 (Action Event) 組成，當玩家觸發了某些事件後，Conditional Base 便會檢查有哪些連結成立，便會跳至成立的故事節點。而關於攝影機路徑規畫，陳嘉豪使用了決策樹，來決定每個情境參數及攝影機架設的對應關係。

2.4 攝影機動態規劃

在攝影機的動態調整技術中，主要有兩大任務：一是攝影機位置的擺放，二是攝影機在遊戲當中的切換時機與方式。而過去大多是從電影的畫面中擷取攝影機軌跡，並計算軌跡之間的切換的可能性。在[6]中使用了 Camera Motion Graph 將評分過後的結果用無向圖記錄下來，並在 Run time 時，從圖中找尋最適合的轉換。

3. 系統設計

本研究計畫希望設計出一套攝影機動態調整系統以應用在遊戲上，並且在遊戲中能因應不同的狀況給予不同的 NPC 角色對話回饋，使玩家有不同的情緒感受。因此我們將遊戲內容設定在第三人稱互動敘事解謎遊戲，並且有一名陪伴型非玩家遊戲角色 (Companion)，伴隨玩家進行遊戲探索。

在攝影機的技術上，本研究參考了 Jovane [5] 所提出的方式，使用了 Ray Casting 的技術以及動態評分系統，結合互動敘事的遊戲劇情，給予適當的攝影機安排。也結合不同的構圖原理，企圖營造不同的場景氛圍。

在系統實作方面，我們使用了跨平台遊戲設計引擎：Unity3D，以 C# 作為主要開發語言，進行本研究所需系統的開發。玩家將使用一般的桌上型電腦進入遊戲，與遊戲的內容進行互動。

3.1 場景設計

本研究所設計的遊戲空間目前包含三個地點，分別是：街景、實驗室一樓、實驗室的地下室。其中實驗室一樓又可以分成六個子空間，實驗室的地下室可以分成十二個子空間。空間配置如圖 1 所示。

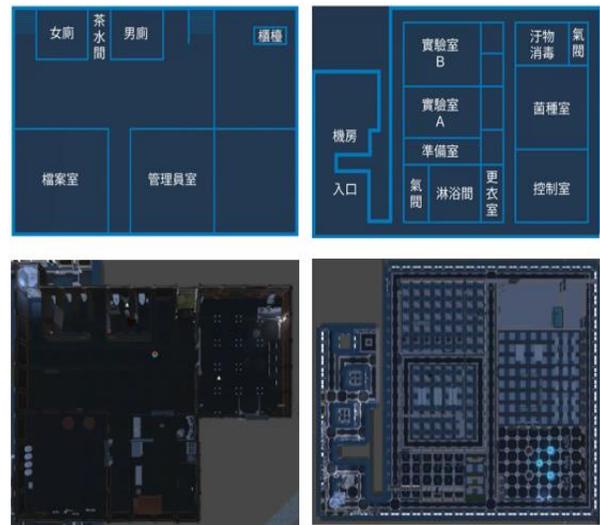


圖 1. 遊戲場景地圖

3.2 系統實作

本遊戲模型架構基於互動敘事的三個模型再向外延伸，架構如圖 2 所示。玩家的表現記錄於 User Model 之中，例如：玩家的遊玩時間，玩家面臨問題時做出的選擇，玩家在探索期間蒐集到的物品，參數化後供其他的模型參考與使用。而 Drama Manager 則是根據玩家和遊戲的互動情況，負責安排合理的遊戲劇情。而 Scene Controller 則是控制遊戲的場景，例如：需要觸發開關的門及電梯。

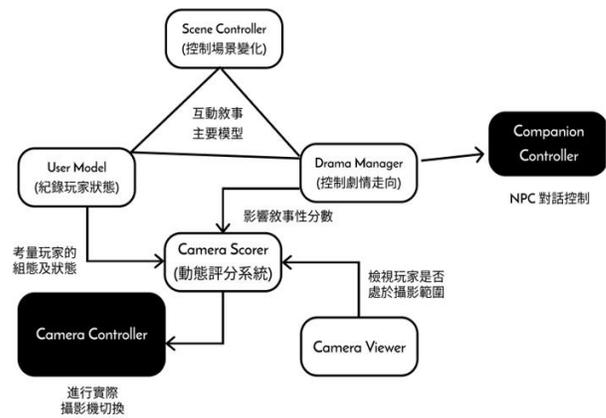


圖 2. 系統架構圖

在 NPC 的對話調整會由 Companion Controller 負責，與 Drama Manager 進行溝通，因應劇情的轉變改變 NPC 玩家的對話內容。在攝影機切換的部分包括了探索模式 (Navigation Mode) 以及敘事模式 (Storytelling Mode) 中的兩種情況下的攝影機調整。

3.2.1 探索模式(Navigation Mode)

在探索模式中，我們設計了動態評分的系統，其中根據攝影機的位置，計算以下三項分數：能見度(S_v)、敘事性分數(S_n)、碰撞分數(S_c)、以及時間的要素。

3.2.1.1 能見度(S_v, Visibility Score)

在遊戲遊玩的過程中，玩家可能走出攝影鏡頭外，或是被場景中的障礙物擋住，因此必須計算玩家所需被看見的身體部位之物理座標，是否能出現在攝影鏡頭內。根據身體部位出現的多寡比例，正規化後即可獲得能見度的分數 VS。

$$S_v(\text{Camera view}) = \begin{cases} x, & x \text{ fraction visible} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

3.2.1.2 敘事性分數(S_n, Narrative Score)

根據玩家過去的遊戲歷程，以及遊戲設計者設計希望可以產生的攝影機構圖，來判斷這台攝影機是否符合劇情規劃的攝影機鏡頭，若符合的話則會獲得敘事性分數 NS。在體驗過程中，系統會根據使用者所在的場景及所經過的故事節點決定符合的攝影機構圖。

$$S_n(\text{Camera View}) = \begin{cases} 1, & \text{fit the current plot} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

3.2.1.3 碰撞分數(S_c, Collision Score)

為了避免玩家太靠近攝影鏡頭造成畫面上的突兀感，因此在每一台攝影機前方設定一定的範圍，若玩家進入該範圍之中，便會產生一項負向的分數，因此當玩家太過於靠近攝影機時，系統會在剩下的攝影機中找尋合適的攝影機作轉換。

$$S_c(\text{player's position}) = \begin{cases} 1, & \text{in collider} \\ 0, & \text{not in collider} \end{cases}$$

3.2.1.4 時間要素

根據遊戲玩家在同一空間徘徊的時間，影響到攝影機的選擇，若實體攝影機在同樣的位置上超出一定的時間，則會嘗試在其餘的攝影機當中選擇最佳的攝影機，給予玩家不同的角度探索空間。另外，因為是第三人稱遊戲，玩家的操作會根據攝影機的座標來移動，因此切換的時機與時間必須和前一次的切換有一段間隔，避免玩家在遊戲時須頻繁地適應新的攝影機位置，影響到玩家的操作體驗。

3.2.1.5 動態評分系統

當動態評分的系統(Camera Scorer)獲得各個虛擬攝影機的各项分數，在將分數標準化後，以下方的公式進行線性組合。

$$\text{Camera Score} = W_v * S_v + W_n * S_n - W_c * S_c$$

將每一台攝影機評分後，系統比較環境中的所有攝影機的分數，並考量時間的要素，判斷這次的切換時間是否距離前

一次的切換長達一定的時長，若沒有則不會進行切換。若超過一定的時長，則會呼叫攝影機切換模型(Camera Controller)將實體攝影機，切換到理想的虛擬攝影機位置，進行實際的切換。

3.2.2 敘事模式(Storytelling Mode)

在敘事模式中，我們使用了 Unity 中的 Timeline 來進行劇情動畫的播放。在播放劇情動畫期間，實際的攝影鏡頭可以切換至遊戲設計者擺放於空間中的虛擬攝影機(Cinemachine 套件中的 Virtual camera)，因此僅需在播放動畫之前，參考玩家過去的遊戲歷程，將虛擬攝影機移動至理想的位置上，便可以在播放動畫時，呈現不同的攝影畫面。

在實作上，負責記錄玩家狀態的 User Model 會將玩家在遊戲中所做的選擇以及表現(e.g. 花費的時間、蒐集到的物品)，傳遞給 Drama Manager 使遊戲劇情的走向受到影響，當走到不同的劇情時會觸發使用 Camera Controller 來進行虛擬攝影機的位置調整(此處的位置選擇使用 Rule-based 的方法決定)。

4. 實作成果範例

4.1 NPC 對話調整

根據玩家和 NPC 角色的互動，會影響兩者之間的友好度，不同的友好度，會使 NPC 角色有不同的對話結果，也會影響玩家能夠做出的選擇。

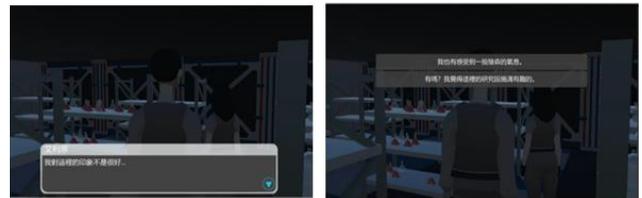


圖 3. NPC 友好度低的遊戲畫面截圖

在圖 3 中為玩家和 NPC 角色友好度低時，會產生的對話。NPC 會變得冷漠且寡言。遊戲玩家能夠做的選擇也會變少。



圖 4. NPC 友好度高的遊戲畫面截圖

圖 4 中則為友好度高時的遊戲畫面。NPC 角色較願意交代自己的背景，願意和玩家有較多的互動。

4.2 敘事模式下的攝影機調整技術

在遊戲中應用了 Timeline 來實做 Storytelling mode 的劇情，根據玩家截至當前的表現，對應不同的鏡位。如圖 5 所示，若花費至當前故事的時間較短則會獲得左圖的攝影機位

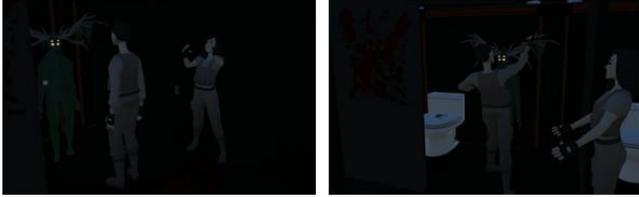


圖 5. 敘事模式下的遊戲畫面截圖

置，反之則會獲得右邊的。

4.3 探索模式下的攝影機調整技術

如圖 6 所示，在探索模式中攝影機評分系統會參考能見度、敘事性和攝影機的距離，自動地切換至環境中的攝影機。



圖 6. 探索模式下的遊戲畫面截圖

如圖 7 所示，在虛擬攝影機的外圍會放上可調整大小的碰撞器，當玩家靠近時便會產生扣分的效果，以讓系統切換到其他的攝影機。

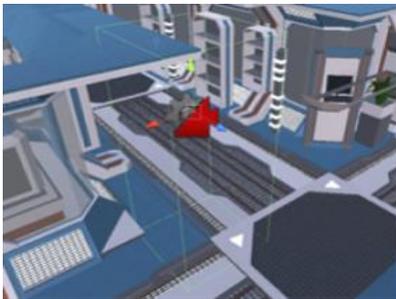


圖 7. 遊戲場景圖及攝影機碰撞模型

5. 評估實驗

為了解本遊戲設計的成效，我們徵得了十二位受試者體驗此第三人稱解謎遊戲。我們依據十二位受試者對於 3D 遊戲的孰悉程度平均分成兩組，設計 Between-Subject 的實驗。實驗進行時間為 40 分鐘。在控制組的遊戲裡攝影鏡頭皆是跟隨在玩家後頭的第三人稱鏡頭，畫面上會從頭到尾都跟隨在遊戲玩家的後頭。而實驗組的玩家會接受我們系統的動態調整，

攝影鏡頭會根據玩家處於的地點、遊戲的表現以及歷程有所變化。在實驗結束後各自完成問卷，問卷內容如表 1 所示。

表 1. 問卷設計

問題	
Q1.	我會因投入遊戲而忘記遊玩時間。
Q2.	我感到有趣，會期待遊戲的後續劇情。
Q3.	我想從頭再玩一次遊戲體驗不同的選擇。
Q4.	我覺得煩躁，會想退出遊戲。
Q5.	我彷彿是遊戲世界的一份子，獲得進展時會有成就感。
Q6.	我覺得遊戲的操作方式很容易。
Q7.	我可以因攝影機擺放的變化，輕鬆關注到關鍵物品。
Q8.	遊戲畫面會使我暈眩。
Q9.	在畫面中，玩家不會被周遭環境擋住。

5.1 實驗結果

受試者所填問卷各題之結果(平均及標準差)如表 2 所示。我們也對實驗對照組各題的數據進行檢定，如表 3 所示。其中，Q4 與 Q8 為反向題，因此虛無假說(Null Hypothesis)與其他題目不同。實驗與對照組在 Q1 及 Q2 的差異達到顯著的程度($=0.05$)。Q4, Q5, 及 Q9 的結果亦接近顯著。

表 2. 實驗結果

	控制組		實驗組	
	AVG1	SD1	AVG2	SD2
Q1	2.83	1.47	4.00	0.89
Q2	3.33	1.37	4.50	0.55
Q3	3.33	1.21	3.00	0.89
Q4	3.50	1.05	2.83	0.75
Q5	3.17	0.75	3.83	0.75
Q6	2.17	0.41	2.50	0.84
Q7	2.33	0.82	3.00	1.41
Q8	3.00	1.90	3.00	1.67
Q9	2.17	0.98	3.00	0.89

表 3. 檢定結果

	Null Hypothesis	Test		
		p	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.05$
Q1	$Avg2 \leq Avg1$	0.05	reject	reject
Q2	$Avg2 \leq Avg1$	0.03	reject	reject
Q3	$Avg2 \leq Avg1$	0.71	fail to reject	fail to reject
Q4	$Avg2 \geq Avg1$	0.10	reject	fail to reject
Q5	$Avg2 \leq Avg1$	0.06	reject	fail to reject
Q6	$Avg2 \leq Avg1$	0.19	fail to reject	fail to reject
Q7	$Avg2 \leq Avg1$	0.16	fail to reject	fail to reject
Q8	$Avg2 \geq Avg1$	0.50	fail to reject	fail to reject
Q9	$Avg2 \leq Avg1$	0.06	reject	fail to reject

5.2 結果分析

在本節中，我們將根據上述統計結果(表 1 及表 2)進一步分析。第一題是有關沉浸感的問題，結果顯示在接受調整後的實驗組，會有較高的沉浸感，和預期中的結果相符。第二題是有關劇情設計，結果顯示經過調整後更能凸顯劇情上的張力，也能提升玩家對於後續劇情的期待，和預期結果相符合。

在第三題有關重玩意願的分數上，雖然得到的結果並不如預期，實驗組的結果會比控制組來得差，但尚未達統計上的顯著。而我們也根據玩家的回饋推測是因為我們的遊戲有些困難，導致玩家想要再次遊玩的意願降低。第四題是有關遊戲的體驗，接受調整的組別，平均而言會降低煩躁的程度，我們推測是因為實驗組玩家需要探索的物件，較不會被障礙物擋住，減少了煩躁的負面感受。

第五題是有關遊玩成就感，探討玩家是否有融入遊戲過程，是否能與遊戲玩家有相同的感受。從實驗結果上來看實驗組較能讓玩家沉浸在遊戲之中，但未達顯著。在第六題的問題上，我們想要探討的是實驗組是否會在接受調整後，常常需要切換座標位置，是否會使操作上有些不好的影響。而實驗後的結果顯示是沒有顯著差別的。第七個問題是有關攝影機擺放對尋物的幫助，實驗組獲得較高的分數，但沒有達到顯著的水準，我們推測是玩家在凌亂複雜的環境中，較難因為攝影機的拍攝而關注到其中特定的物品。

第八題是詢問受試者的暈眩程度，分數顯示並沒有差別，但我們發現此項分數和受試者對於 3D 遊戲的熟悉程度較有關係。第九題是有關能見度的提升，接受調整後的鏡頭(實驗組)，較不容易被周遭環境擋住，結果和預期相符。

5.3 結果與討論

這次的實驗一共有六位玩家接受實驗組的實驗，六位玩家接受控制組的實驗。在接受遊戲後十二位玩家皆認為遊戲相當的完整，也能理解遊戲的故事背景，認為是好玩的。

但有一位較少玩電腦遊戲的玩家，在體驗實驗組的遊戲時感到暈眩，需要休息一陣子才能繼續遊戲。他表示因為走到不同空間時，攝影機會被切換，使他必須重新適應環境，如果要反覆的在兩個空間走動，會在操作上造成混亂。

整體而言，實驗結果與我們預期並無太大的差異，實驗組加入的效果對玩家未產生不佳的視覺效果(如暈眩)，對沉浸感與故事趣味性能顯著提升，對趣味性及降低遮蔽效果的提昇已接近顯著。唯一與預期不同的是實驗組的設計對提升遊戲重玩性的效果有限。

6. 結論與未來研究

在本研究中，我們設計了一個探索類型的遊戲，作為我們研究互動敘事各項設計的平台。本研究以 NPC 的互動內容與

攝影機的規劃為例進行研究實驗，並從使用者評估實驗中得到第三人稱攝影機規劃設計的評估回饋。整體而言，在經過 NPC 角色以及攝影機的動態調整技術後，可以使玩家在遊戲中獲得較高的沉浸感也能有較好的視野，也提供了遊戲設計者在互動敘事遊戲中一個可以被客製化的元素。但因為本研究沒有考量暈眩以及操作方面的問題，所以在遊戲的體驗上應是有可以提升的空間。在兼顧互動敘事及畫面構圖的情況下，需要將攝影機的切換變得更加自然，或是加入動畫進行轉場的動作，讓玩家在動畫期間可以有時間適應新的座標。也希望未來在搜尋空間中找到適合的攝影機位置後，能沿著平滑的軌道進行攝影機的轉換，減少劇烈的鏡頭變化。

另外，由於目前的研究是以互動敘事遊戲為主，但攝影機調整的技術應可應用在不同類型的遊戲，希望未來能將本研究的技術應用在其他類型的遊戲上。而我們開發的互動敘事遊戲平台，應仍有許多技術可以應用在當中。若有機會希望將目前的遊戲優化，讓玩家能有更好的遊戲體驗。

7. 致謝

本計劃在科技部計畫(編號 MOST 109-2813-C-004-080-E 及 MOST 108-2221-E-004-007-MY3)資助下完成，特此致謝。

8. 參考文獻

- [1] M. Cavazza, F. Charles, and S.J. Mead, "Character-based Interactive Storytelling," IEEE Intelligent Systems, special issue on AI in Interactive Entertainment, pp. 17-24, 2002.
- [2] 吳蕙盈(2013)，0 打破第四道牆：以敘事理論為基礎之個人化 3D 互動敘事創作系統”動碩士論文，台北：國立政治大學數位內容碩士學位學程。
- [3] N. Halper, and P. Olivier, "Camplan: A camera planning agent," in Proc. of Smart Graphics 2000, AAAI Spring Symposium, 2000.
- [4] C. Chen and T. Li, "Context-aware Camera Planning for Interactive Storytelling," in Proc. of 2012 Ninth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization, Hsinchu, 2012, pp. 43-48.
- [5] A. Jovane, A. Louarn, M. Christie, "Topology-aware Camera Control for Real-time Applications," in Proc. of MIG 2020: Motion, Interaction and Games, Oct 2020, N. Charleston, United States.
- [6] C. B. Sanokho, C. Desoche, B. Merabti, T. Y. Li, and M. Christie, "Camera Motion Graphs," in Proc. of Symposium on Computer Animation, 2014, pp. 177-188.
- [7] W. Bares, et al. "A model for constraint-based camera planning," in Proc. of AAAI spring symposium on smart graphics, 2000