

3D 互動敘事中旁觀的介面設計

王暉律

國立政治大學資訊科學系

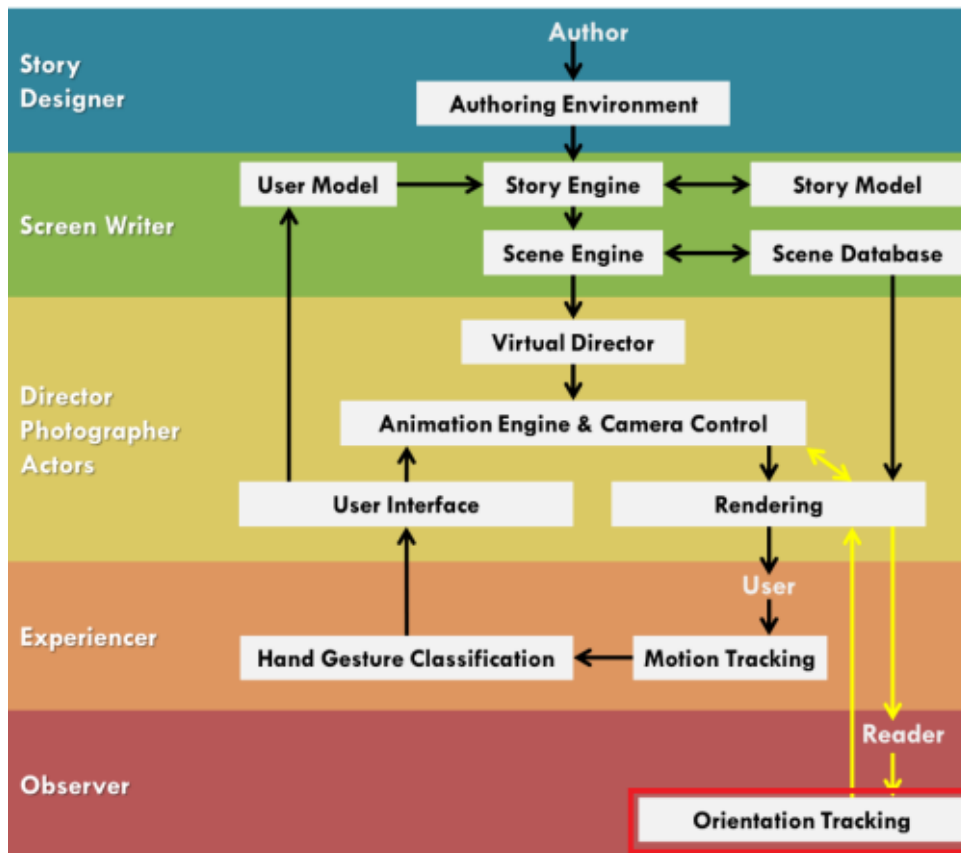
103703048@nccu.edu.tw

指導教授：李蔡彥

摘要

近年來科技逐漸普及，特別是穿戴式的虛擬實境系統可以提供使用者以穿戴式頭盔參與故事電影或遊戲的進行。目前多數互動敘事多僅限於使用者以第一人稱角色參與，旁觀者大多利用畫面投影在螢幕上觀看，因此旁觀者通常接收到的畫面即是體驗者第一人稱畫面，因為視角的自由度完全由體驗者掌握，較難與他人分享。本計畫擬在驗室現有的實驗平台上，開發虛擬環境中旁觀者的攝影鏡頭規劃模組，以 UNITY 3D 為開發環境，建立提供使用者在平板電腦、手機或電腦載具上參與線上即時或離線的故事進行。我們利用平板電腦上陀螺儀與虛擬搖桿控制視角，並以系統輔助操作至推薦的視角，再可控性與娛樂性間取得一個平衡。

1. 系統介紹

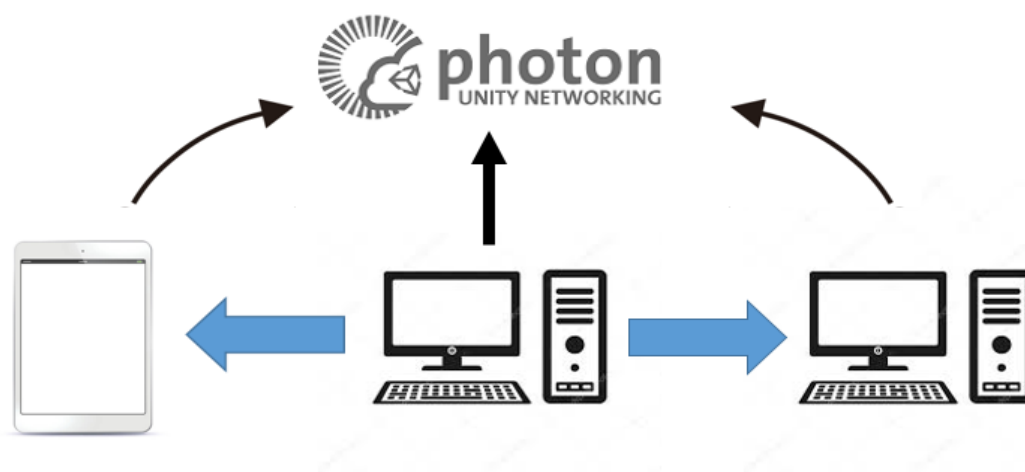


圖一、互動敘事架構圖

延續本實驗室研究團隊前期計畫的設計，我們認為一個理想的互動敘事系統架構與體驗者所扮演的角色如圖一所示。理想上，互動敘事系統應包含創作者設計的故事劇情、電腦產生之多種故事情節組合、故事體驗者個人偏好影響互動故事的產生、電腦控制的非玩家角色（Non-Player Character, NPC）的動畫產生、體驗者以第一或第三人稱所控制的虛擬替身（Avatar）、拍攝故事歷程的虛擬攝影機、和提供旁觀者完整的故事呈現等功能。系統中包含的角色：故事創作者（Story Designer）、編劇（ScreenWriter）、演出呈現者（Director, Photographer, Actor）、故事體驗者（Experiencer）以及故事旁觀者（Observer），而本系統以故事旁觀者為開發主軸。

故事旁觀者是由一至多個觀察者或觀眾所組成，可以是完全旁觀或透過互動進行參與。以旁觀者角度觀看故事演出的方式可分為即時或事後兩類，如果是即時的第一人稱，旁觀者可以透過方向偵測模組（Orientation Tracking Module）來進行舞台畫面觀看視角的調整。如果是事後觀賞，則可由系統透過第三人稱視角的攝影機規劃，產生能表達故事的呈現方式供旁觀者觀賞。

本研究以本實驗室研究團隊現有的平台下設計出基本故事線，以平板電腦做為旁觀者互動環境，運用了 Photon Cloud 套件所提供的配對 API 作為媒介，進行跨平台連線，進行故事體驗或即時旁觀故事動畫，以用戶端至伺服器端架構為基礎，實現跨平台連線功能。



圖二、系統簡易架構圖

在旁觀者攝影機的功能上，我們分為兩個部分，上帝視角攝影機及第三人稱攝影機視角，提供旁觀者不同視覺及角色下的故事體驗：

- **上帝視角攝影機：**提供兩個虛擬搖桿給旁觀者進行三維的移動。
- **第三人稱攝影機：**提供一個虛擬搖桿給旁觀者進行二維的移動。

兩者皆提供導引系統，選擇性輔助攝影機至當前劇情重點的最佳視角，確保

旁觀體驗者可以在每個重要劇情時間點不錯過劇情或被場景遮蔽，在不影響旁觀者自主移動的前提下引導攝影機，進行對旁觀者較為積極的輔助。另外我們提供一個提示系統，幫助旁觀使用者了解目前劇情的重點位置，提示系統並不會強制干涉旁觀者攝影機，達到以旁觀體驗者的意志為主，進行較為消極的輔助功能。

2. 文獻回顧與探討

對故事體驗者來說，最直接的感官來源就是視覺，如何從虛擬世界中決定故事體驗者的看到的畫面，就必須仰賴虛擬攝影機的配置。有關虛擬攝影機控制的研究，根據其解決問題的機制可分成以下三類[13]：

第一、代數式系統：將攝影機規劃的問題轉換為代數問題，以計算出攝影機的位置。此種方法的好處是能夠經由快速的計算得到解，但相對的缺點則是缺少彈性，因為問題的轉換必須依靠預先選定的攝影學手法，因此結果較為死板[7]。

第二、條件限制式系統：將攝影機或畫面的屬性逐一轉換成數值的條件限制式[19]，藉由尋找符合限制的屬性來規劃攝影機[14]。

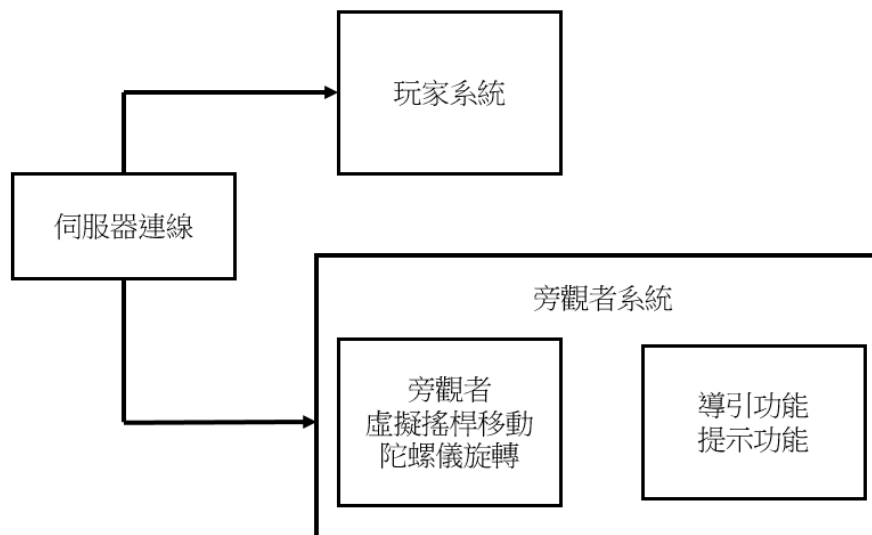
第三、運動計畫式系統：透過指定初始組態及目標組態，運動計畫的技術便能夠規劃一條不與障礙物碰撞，同時也能拍攝出平順畫面的移動路徑。另外，也有一些研究是針對特定應用目的而設計的攝影機運動模組：角色與動作的捕捉、聲光效果、視覺設計、畫面呈現與佈局等議題，即使在虛擬環境中，也經常沿用過去電影的拍攝經驗來使動畫更真實且生動[4]。由於攝影機擁有七個自由度：3D環境中平移、旋轉，以及縮放，在虛擬環境中做攝影機規劃本身就是有相當困難度。

對於互動敘事而言，由於故事進行中使用使用者參與所增添的不確定性，使攝影機規劃的工作增加了許多挑戰。有一些研究試圖設計協助導演的工具，根據攝影學的一些美學原則，輔以手持裝置，協助導演決定在虛擬環境中攝影機該如何擺放[6]；而虛擬環境中完全自動化的攝影機規劃研究，能夠根據目前故事中角色的重要性與行為的權重，同時分析角色的關鍵動作，分配畫面內角色的版面來表達故事的進行[17]。近年也有許多演算法嘗試解決同一情境多角色的畫面配置，因此多角色攝影機位置自動產生的問題因應而生[12][11]。以上都是關於攝影機自動規劃一些初步的發展，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。

攝影機的規劃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，虛擬攝影機的配置就是在故事體驗者眼睛的位置；若是第三人稱視角，虛擬攝影機的角色像是旁觀者，其拍攝方式也會依類型，甚至是故事內容而有所不同。Christie[12]統整歸納並分析各種電腦圖學上攝影機控制的做法，除了因應虛擬環境限制的路徑規劃，也有研究是在互動敘事上為呈現故事情節而做得攝影機規劃

[5]。此外，在基於電影攝影學上的拍攝方式，也有研究歸納出電影鏡頭的描述語言（Prose Storyboard Language）[18]或是設計模式語言（Pattern Language）[10]，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，計算虛擬攝影機最合適的擺放位置，以提供故事體驗者更好的視覺體驗。

3. 系統設計與實作



圖三、系統實作架構圖

本研究可以分為三部分：連線系統、旁觀系統、玩家系統。圖三為本研究的系統實作架構圖，玩家系統本研究引用 Unity 內建 Character 套件作為初步的觀察對象。圖四、圖五、圖六分別為玩家、上帝視角、第三人稱攝影機場景圖。



圖四、玩家視角場景圖



圖五、上帝視角攝影機場景圖



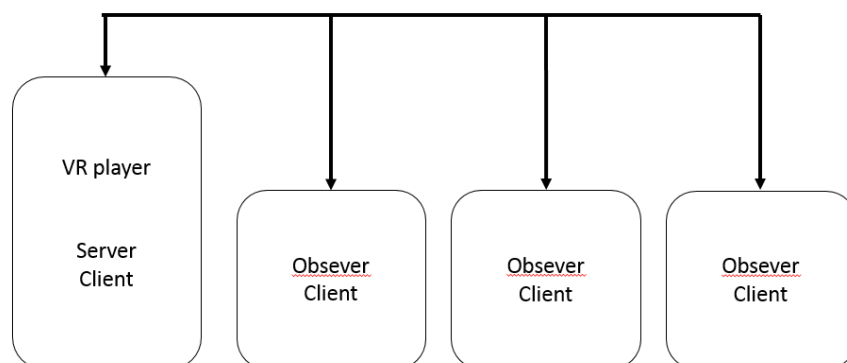
圖六、第三人稱視角攝影機場景圖

● 連線系統

連線系統功能主要在建立跨平台載具連線，以達到即時觀看及互動效果。我們參考了 Unity NetworkManager 與 Photon Unity Network 兩種不同的連線方式

● Unity NetworkManager

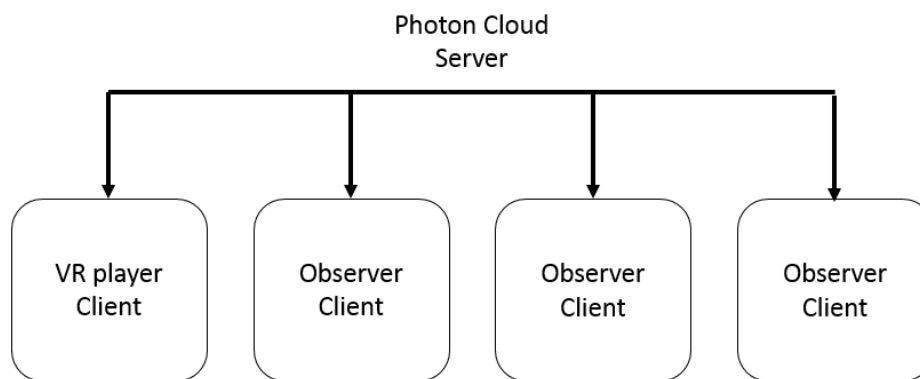
網路管理器可以使用 HLAPI 控制，它提供了簡單的方法來啟動或停止，客戶端與伺服器以及管理場景，並可以在編輯器中使用 Inspector 控制，以 NetworkManagerHUD 提供簡易的用戶介面，並可以在運行時允許被用戶控制的網路連線，透過重寫函數，提供任何自定義行為。圖七為 NetworkManager 的連線架構圖，玩家開啟伺服器同時兼具用戶的身分，其他旁觀者則以用戶身分連線觀賞。



圖七、NetworkManager 連線架構圖

● Photon Unity Network

一般而言，開發多人連線需要伺服器架設等工作，而 Photon Unity Network (PUN) 則是多人連線的解決方案，擴充 Unity 遊戲引擎原有的網路功能。PhotonNetworkAPI 與 Unity 提供的解決方案非常類似。不同的是，所有使用者皆以用戶身分連線至雲端伺服器如圖八。由於我們的主題並非著重於伺服器架構，使用 PhotonNetwork 使用 HLAPI 串接可以更方便管理，最後我們連線系統採用 PhotonNetwork。



圖八、PhotonNetwork 連線架構圖

● 移動系統

由於有兩種旁觀攝影機：上帝視角、第三人稱視角。本研究分成三維與二維的移動方式，分別使用兩個虛擬搖桿，一個控制攝影機在 XY 軸構成的平面上做垂直移動，另一個控制攝影機在 XZ 軸構成的平面做水平移動如圖九。

● 旋轉系統

由於本系統提供旁觀者在平板、手機等進行觀賞，攝影機旋轉的方式我們選擇使用陀螺儀進行控制，讓旁觀體驗者增加更多的沉浸感。

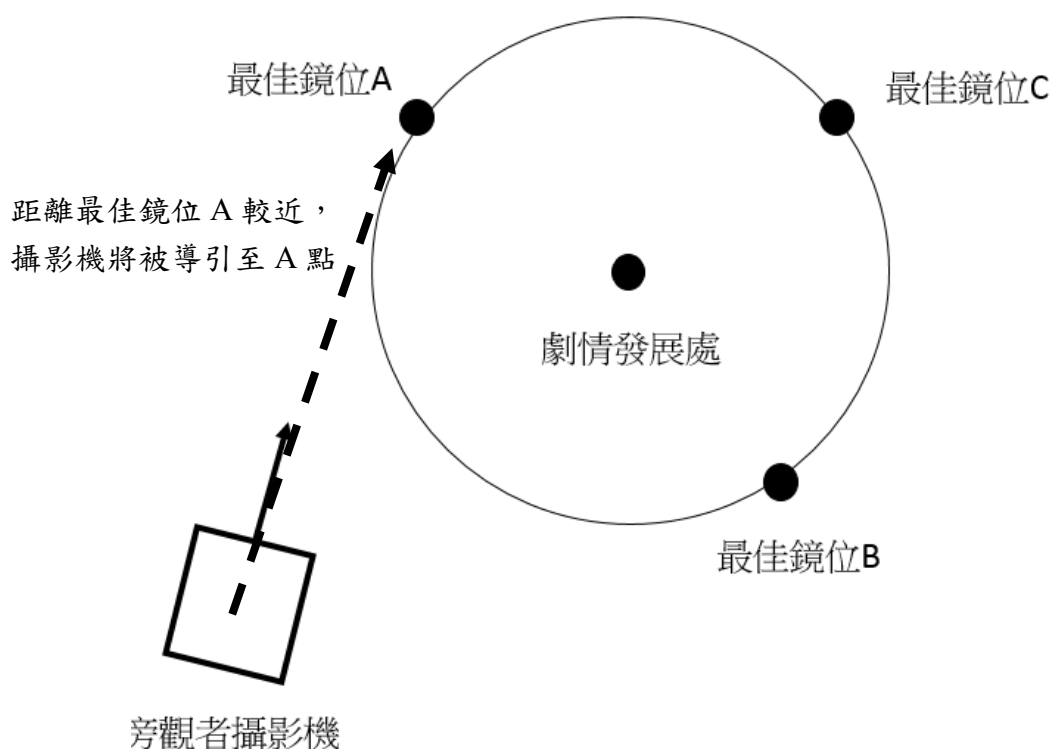
● 輔助系統

本研究欲提供旁觀體驗者更多沈浸感，故加上兩個輔助系統幫助使用者了解劇情重點，分別為攝影機導引系統與提示系統，兩者最大區別在於導引系統啟動後將自動牽引鏡頭至設定的最佳鏡位，前提是不影響旁觀使用者移動攝影機的意願，做較為積極的幫助，提示系統則是根據使用者的旋轉視角提示使用者劇情發展重點的方向，利用提示符號幫助使用者轉向。

● 攝影機導引系統

為了有效幫助旁觀者在每個劇情發展的重要時間點不錯過劇情正在發展的重要位置，我們在幾個特定時間點設置多個座標作為最佳鏡位，開啟導引功能後，

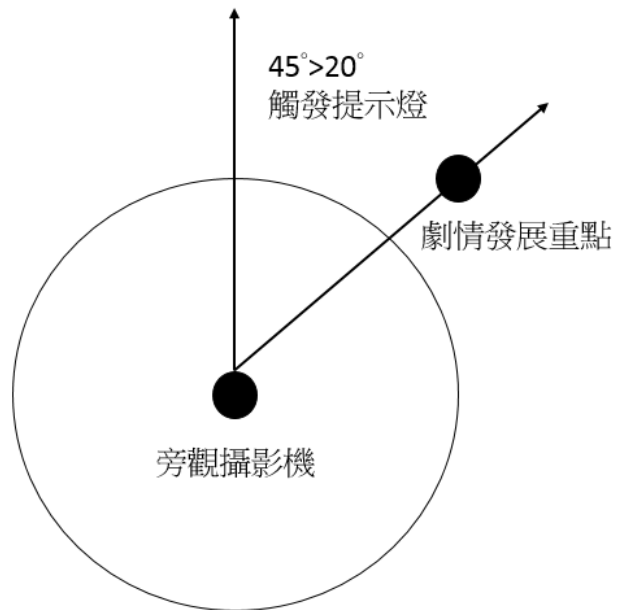
自動牽引攝影機至距離最近的最佳鏡位。同時我們考慮到導引系統是否影響到旁觀使用者移動攝影機的自主性，為了避免兩個執行緒相互影響導致鋸齒狀移動影響使用者體驗，我們在導引系統啟動後監聽虛擬搖桿移動的參數 δ (虛擬搖桿被使用者拖曳距離，不拖曳時 δ 為 0)，在不影響使用者自主意志下進行較為積極的干涉，圖九為導引功能架構圖。



圖九、導引功能架構圖

● 攝影機提示系統

旁觀使用者在關閉導引功能時，我們希望利用提示燈輔助旁觀攝影機察覺劇情發展的重點方向，我們計算出攝影機直視的方向向量及劇情發展處與攝影機的方向向量，接著計算出兩個方向的向量夾角，只要夾角大於 20 度，便觸發提示燈信息，確保旁觀使用者隨時可以收到提示燈信息，圖十為提示功能架構圖，圖十一為實作後提示燈的示意圖。



圖十、提示功能架構圖

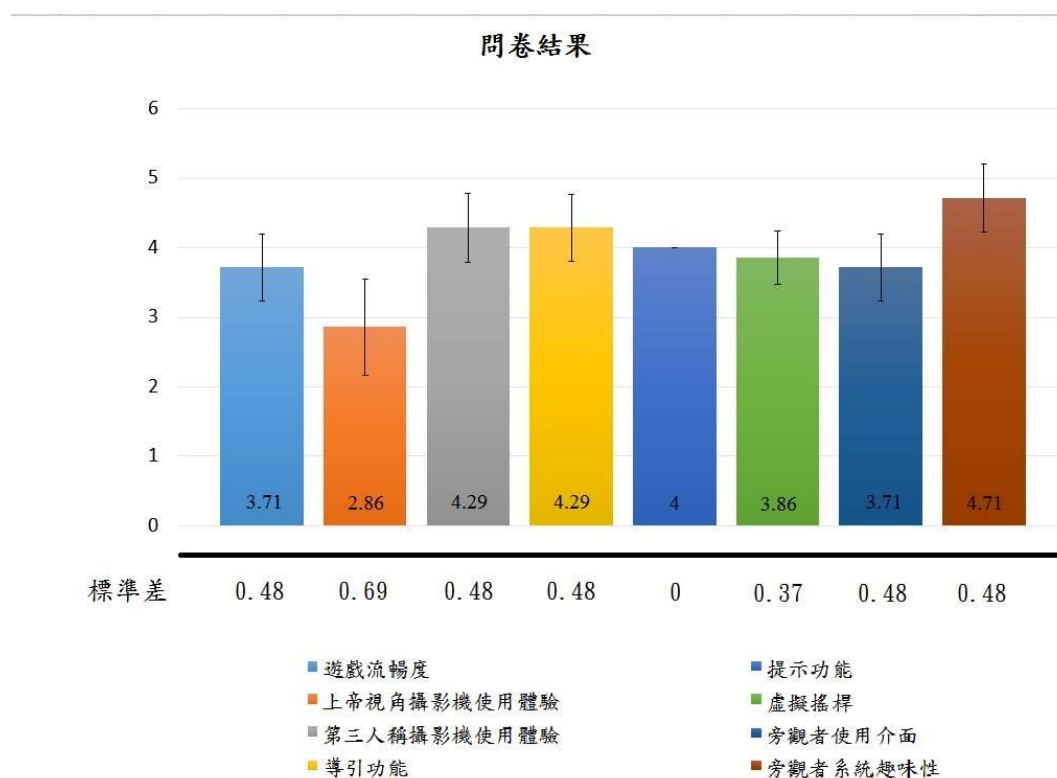


圖十一、提示功能介面截圖

● IOS 輸出

IOS 的安裝檔為.api (Application Programming Interface)，限制比 Android 的.apk 檔(Android Package)多，必須使用 Mac 系統上進行開發，將 Unity 輸出成 Xcode 專案，使用 Xcode 開啟專案並設定開發者帳號，開啟平板上的信任設置，完成後將 Unity 導出到 IOS 實機上做測試。

4. 實驗設計分析



圖十二、問卷實驗分析圖

本問卷徵得七位自願者進行旁觀者介面的體驗與訪談，我們以 80 秒的動畫 Back to Future 作為動畫場景，玩家由我們控制在動畫中與劇情互動，並給每位體驗者一台平板電腦，在沒有任何提示下進行旁觀體驗。問卷實驗分為八題，分別討論對本研究每個功能的使用者體驗，由體驗者的回答進行分析，選項分別有非常同意(5 分)、同意(4 分)、普通(3 分)、不同意(2 分)、非常不同意(1 分)。另外，我們除了問卷题目的勾選回答外，特別針對每個系統的體驗進行口頭問答，方便我們更清楚體驗者對每個功能的優缺點評價。

如圖十二問卷結果顯示，可以看出在連線流暢度上的平均為 3.71 分，分析原因是前面幾秒為連線是雲端伺服器的載入時間導致出現 3 秒左右的延遲，影響了使用者體驗，載入後可以順暢的即時觀看到玩家與劇情互動。上帝視角與第三人稱視角攝影機的使用者體驗上，實驗結果顯示第三人稱相較於上帝視角更可以讓旁觀者融入劇情，輔助系統中的導引功能得到平均 4.29 分，多數評論在一開始進入旁觀者系統時往往無法即時進入狀況，開啟導引功能後可以幫助初次旁觀使用者更有效率追蹤劇情重點。輔助系統中的提示功能得到 4 分，經由問卷參與者口述原因，提示燈的標示過於顯眼容易分散使用者注意力，未來預計修改為半透明的動態圖示較為恰當。輔助系統中的兩個功能皆高於 4 分，可以看出輔助系統對於旁觀使用者提供了實質性的幫助。由兩個虛擬搖桿建構的移動系統得了

3.86 分，再經由分析後得知，第三人稱攝影機做 XZ 軸的平面移動時，一個虛擬搖桿的控制方式較為直覺，上帝視角攝影機的兩個虛擬搖桿提供 XZ 軸與 XY 軸平面的移動需要時間適應，但適應後還是可以搭配陀螺儀的旋轉視角流暢的操作攝影機，平板上操控攝影機的使用者體驗相較於電腦上方向鍵與滑鼠的操控增加了更多娛樂性，讓旁觀使用者更能融入整體劇情。整體介面設計得到 3.71 分，評價為介面簡單明瞭，但視覺設計上過於單調，問卷參與者希望加上功能提示提醒使用者，整體趣味性得到 4.71 分，多數有較高評價。整體而言，以往旁觀者的角色是透過串流即時觀看玩家視角，無法自主觀賞，旁觀者系統給予使用者更多自主性與參與感，加上有別於按鍵的操控方式，使用者也有更多融入感。

5. 結論

本研究突破了不同裝置的限制，幫助旁觀者能以更多元化的方式參與劇情或觀賞玩家與劇情的互動，同時以輔助系統增加更多融入感，考慮到旁觀者的用戶體驗，增加更具趣味性的虛擬搖桿取代按鍵，上帝視角攝影機與旁觀者攝影機可以給使用者帶來不一樣的視覺效果增加更多娛樂性，輔助系統有效的解決使用者在劇情中迷失的可能性，幫助使用者在最短時間找到劇情重點，離線觀賞與即時旁觀的功能也帶來不一樣的體驗。

本系統的主要功能皆已完成，但在使用者介面上仍有改進的空間，例如，在介面設計上，我們希望修正功能按鈕並加上提示訊息幫助使用者在第一時間進入狀況；在輔助功能方面，我們預計設置動態最佳鏡位的導引功能，抓取每個時間點玩家位置，結合運動規劃的演算法，即時生成更客觀的最佳鏡位並且在引導攝影機時，避開破圖的問題。

6. 參考文獻

- [1] "13th Street – Last Call (The First Interactive Horror Film)" [Online]. Available:<https://thisisnotadvertising.wordpress.com/2011/07/18/13th-street-last-call-the-first-interactive-horror-film/> [Accessed: 3-Dec-2015].
- [2] B. Merabti, H.-Y. Wu, C.B. Sanokho, Q. Galvane, C. Lino, M. Christie:Insight, "An Annotation Tool and Format for Film Analysis,"in Proc of Workshop on Intelligent Cinematography and Editing 2015, pp. 57.
- [3] C.C. Yang, and T.-Y. Li, "Participating in Narratives with Motion-sensing Technologies in a 3D Interactive Storytelling System," in *Proc. of Computer Graphics Workshop*, Taipei, 2015.07.
- [4] C.J. Bowen and R. Thompson. *Grammar of the Shot*. Taylor & Francis, 2013.
- [5] C.-H. Chen and T.-Y Li, "Context-aware Camera Planning for Interactive Storytelling," in *Proc. of 2012 Ninth Intl. Conf. on Computer Graphics, Imaging and Visualization*, 2012, pp.43-48

- [6] C. Lino, M. Christie, R. Ranon, and W. Bares, "The director's lens: an intelligent assistant for virtual cinematography," in *19th ACM Intl. Conf. on Multimedia*, 2011, pp. 323-332.
- [7] D. B. Christianson, S. E. Anderson, L.-w. He, D. H. Salesin, D. S. Weld, and M. F. Cohen, "Declarative camera control for automatic cinematography," in *AAAI/IAAI*, Vol. 1, 1996, pp.148-155.
- [8] F.C. Liang, and T.-Y. Li, "Design of an Intelligent Collaborative Authoring Platform for Interactive Storytelling," in *Proc. of Computer Graphics Workshop*, Taipei, 2015.07.
- [9] H.-Y. Wu, T.-Y. Li, M. Christie, "Logic Control for Story Graphs in 3D Game Narratives," in *Proc. of 13th Intl. Symp. on Smart Graphics*, Chengdu, China, 2015.08.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] M. Christie and P. Olivier, "Camera control in computer graphics: models, techniques and applications," in *ACM SIGGRAPH ASIA 2009 Courses*, 2009, pp.3.
- [13] M. Christie, P. Olivier, and J. M. Normand, "Camera control in computer graphics," *Computer Graphics Forum*, 2008, pp. 2197-2218.
- [14] O. Bourne and A. Sattar, "Applying constraint satisfaction techniques to 3D camera control," in *AI 2004: Advances in Artificial Intelligence*, 2005, pp.658-669.
- [15] 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 *Proc. of 12th Intl. Symp. on Smart Graphics*, Taipei, 2014.
- [16] Q. Galvane, M. Christie, R. Ronfard, C.-K. Lim, and M.-P. Cani, "Steering behaviors for autonomous cameras," in *Proc. of Motion in Games*, ACM, 2013.
- [17] Q. Galvane, R. Ronfard, M. Christie, and N. Szilas, "Narrative-driven camera control for cinematic replay of computer games," in *Proc. of the Seventh Intl. Conf. on Motion in Games*, ACM, 2014.
- [18] R. Ronfard, V. Gandhi, L. Boiron, "The Prose Storyboard Language," in *Proc. AAAI Workshop on Intelligent Cinematography and Editing*, vol. 3, 2013.
- [19] W. Bares, J. Gregoire, and J. Lester, "Realtime Constraint-Based Cinematography for Complex Interactive 3D Worlds," in *Proc. of AAAI*, 1998, pp.1101-1106.