

以敘事結構理論與使用者模型為基礎之 3D 互動敘事創作模擬系統

Stories Animated: A Framework for Personalized Interactive Narratives using Filtering of Story Characteristics

吳蕙盈

國立政治大學數位內容碩士學程
台北市指南路二段 64 號
100462010@nccu.edu.tw

李蔡彥

國立政治大學資訊科學系
台北市指南路二段 64 號
li@nccu.edu.tw

Marc Christie

IRISA/INRIA Rennes
marc.christie@irisa.fr

摘要

互動敘事為敘事創作提供了比傳統敘事更擬真、深刻的說故事體驗。為設計符合互動敘事創作者的工​​具，本研究提出一個多媒體敘事創作及互動敘事腳本產生的框架，以故事建構者設定的條件與敘事理論為基礎的故事腳本產生機制，結合 3D 戲劇平台的互動敘事系統。使用者可針對條件（主題、視角、時間順序等）篩選由同一組故事片段產生各種敘事可能性，並在 3D 敘事系統上以即時的動畫、攝影機規劃與簡易互動呈現結果。

此研究貢獻為一個與平台獨立的互動敘事創作的架構與故事腳本產生機制，讓創作者的故事片段可重複利用。透過故事內容篩選，故事建構者在結構與內容上擁有高度的控制，確保產生出來的敘事腳本符合其所設定的條件，且具有良好的敘事理論基礎。

Categories and Subject Descriptors

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

General Terms

Algorithms, Design

關鍵字

互動敘事、故事產生、3D 虛擬實境、電腦動畫

1. 背景

過去傳統敘事中，大多為線性敘事，即故事從開頭（不見得為時間上的開頭，而是說故事的起點）說到故事結束為止，讀者與作者故事情境的互動有限，但讀者卻也是身在故事的世界中，對內容做思考、理解。過去許多作者對於「互動」這件事即便沒有現在的多媒體工具，也已警覺到文本作者/讀者的界線已經逐漸模糊。華格納於 1849 年提出未來的藝術中觀眾將有身歷其境的新體驗[14]，而羅蘭·巴特（Roland Barthes）即在他著名的文章中提出作者已死、讀者崛起的概念[1]。

此研究所關切的問題與說故事緊密相連，如何在數位時代裡，發揮不同多媒體工具的特色以說一個動聽的故事。但隨著不同平台的開發使得故事創作工作的困難度逐漸提高，

加上互動敘事即時的特性，體驗者也成為創作流程的一部分，使作者對於故事的駕馭與控制權減少了，無法確保故事符合作者原意。作者控制權（Authorial Control）與使用者自由度（User Autonomy）因此形成拉扯。如何在互動敘事中同時顧及使用​​者，但又不失作者控制，並提供創作者一個可以即時模擬敘事的平台，為我們透過此系統希望解決的核心問題。

因此，此研究主要目標有三個：（1）提出一個創作與呈現相互獨立的多媒體敘事系統架構（2）從敘事理論出發設計一個互動敘事的故事架構可供個人化以及故事邏輯上的篩選（3）於 3D 虛擬平台上面實作模擬互動敘事。

2. 相關研究

做為許多創意的來源，該如何說一個好的故事，搭配適當的表現方式、劇情安排才能展現敘事的藝術是互動敘事中很受矚目的議題，佐以互動科技與多媒體科技的發展，故事更添加多元呈現與個人化的色彩。

在互動敘事中，敘事體驗者可依照自己的意願即時透過不同的動作、操作調整故事內容述說、表現、及演進的方式，並以自主式角色、角色情緒、及敘事控制等觀念實作於數位敘事系統上。近年來，這個主題的發展相當蓬勃，也有研討會是以此主題為名定期舉辦國際研討會[8]。

在過去互動敘事相關的研究中，核心議題之一為敘事產生的機制。由於互動敘事中觀眾的互動會即時改變故事線，如何讓串聯出的故事合乎邏輯、有創意、甚至符合敘是理論模型的是近年來互動敘事研究中常被探討的問題。過去敘事產生的研究主要使用兩種機制：分支（Branching）與規劃（Planning）。早期 Façade 計畫介紹 Beat 的概念當作故事產生的單位，用條件篩選的方式根據使用者回饋與故事狀態尋找故事下一個適當的 Beat [12]。Young [15]則是最早使用人工智慧的規劃技術（Planning techniques）於互動敘事中的研究者。Cavazza 等人[2,4,5]也是採用規劃的技術，但規劃的對象是以參與的角色（Character）為主的角色目標導向規劃，而非故事劇情（Plot）。雖說規劃技術可增加故事重組的多樣性高，但近期相關研究也發現分支架構一大優點在於所產生的故事可以更切合敘是理論模型，使敘事的流暢度與邏輯大大提升，同時對於使用者的喜好也可以有較完整的管理與設計[10]。Szilas 則是首先將敘事學（Narratology）理論導入互動敘事，以敘事結構的方式自動產生故事情節[13]。

Gervás[7]等人亦提出一個以 case-based reasoning 方式產生故事主線 (plot)，以同時符合篩選條件以及 Propp 的故事架構，替換故事節點的方式來產生新故事，而非完全重組或是產生新故事。Yu 與 Riedl[16] 使用分支的架構，結合機器學習 (Machine Learning) 技術來尋找最符合體驗者喜好的故事組合。

過去敘事創作介面設計有帶入敘事架構理論，像是 PAN 敘事創造力開發系統即用 Propp 於童話故事中的元素分析當作故事建立單位，藉由文字介面結合圖像的方式協助使用者的敘事能力開發 [6]。為因應更具挑戰性的互動敘事創作工作，Spierling 等人將敘事形式 (Narrative Formalism) 觀念引入互動敘事，並以多模介面設計互動方式[11]。Spierling 進一步設計了一套工具讓作家可以把故事中的事件物件化，達到故事機動性增高以及事件可重複利用性增加的目的[12]。

關於故事引擎相關研究，歐洲著名的互動敘事研究團隊 IRIS 提出互動敘事的故事引擎應包含兩部分，一是管控對話、情緒、表達、以及記憶的角色引擎，另外還要有一個管控故事架構、節點、狀態的引擎，而故事節點的設定以及連結是使用[3]中提到的事件定義方式。故事引擎另外一個很重要的角色是產生互動腳本，除了上段提到的作者匯入腳本之外，也要顧及使用者以及故事本身邏輯、架構。

3. 系統架構

我們所設計的系統中，互動敘事的創作架構可以用圖 1 表示，系統主要包含故事引擎與動畫引擎。故事引擎協助作者的創作流程、計算故事的走向，以及管理使用者的決定。動畫引擎會根據故事引擎的規劃結果找出相對應的視覺、感官呈現。在此過程中，作者身為創作者對於故事的整體架構與邏輯與內容有絕對的控制權，而使用者或體驗者對於故事走向也有某一方面的決定權，某一程度也成為這個故事一個間接的創作者。

創作流程如圖 2 所示，首先，作者透過片段的編輯、串連與條件的設定後會產生一個故事網，故事網以前面所提的 XML 格式輸入故事引擎之後進行分析，並建構成電腦所能分析的故事片段與結構。接著作者可以針對故事裡的情境設計相對應的 3D 內容，包含人物、攝影機、文字等。

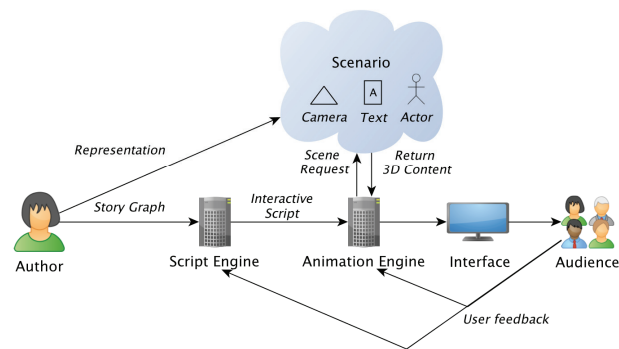


圖 1、互動敘事創作架構

接著故事引擎便會根據使用者模型與敘事理論篩選出一個符合所有條件的互動敘事腳本，由動畫引擎調配 3D 場景角

色動畫來透過特定介面呈現給觀眾，而觀眾也可以透過互動對故事進行提供回饋，故事引擎與動畫引擎也將根據此回饋作出呈現或是故事進行上的調整。

由以上系統架構我們可以将系統分成兩大部分：故事引擎 (Story Engine) 以及角色動畫引擎 (Animation Engine)。前者掌控故事腳本的產生與故事線規劃，後者負責產生相對應動畫，以下針對兩部份分別陳述其系統設計與功能。

3.1 故事引擎

互動敘事的故事建構者 (Story Creator) 透過系統所提供的創作軟體環境 (Authoring Environment) 設計互動故事。透過創作軟體，創作者可以設計一個個故事片段，並將片段串聯成故事的結構、情節 (Story Plot) 設定故事情節的調性類型 (例如浪漫、難過等)。我們將這些故事片段元素放進一個「故事池 (Story Pool)」。故事池裡面的故事片段可以是由不同故事建構者過去的創作而來，也可能是體驗者在體驗時所回饋的片段。這個故事池是許多互動敘事片段的集合，將這些故事池裡的片段透過由敘事理論建立的故事模型 (Story Model) 及使用者喜好與回饋建立的使用者模型 (User Model) 由故事引擎 (Story Engine) 進行篩選，規劃成符合邏輯及使用者偏好的互動故事線。故事引擎負責產生互動敘事腳本，再透過角色動畫模組與攝影機模組 (Character Animation and Camera Control) 及場景資料庫產生來組合及切換故事的 3D 場景。

敘事的創作依照每個人的創作習慣與流程而有所不同，即時、沒有特定順序，而互動敘事帶入了使用者互動，故事隨作者、使用者的抉擇改變，並結合多媒體影音素材加以呈現，創作流程難以套入任何制式化的框架中，技術門檻的提高更使創作理念不易實現。

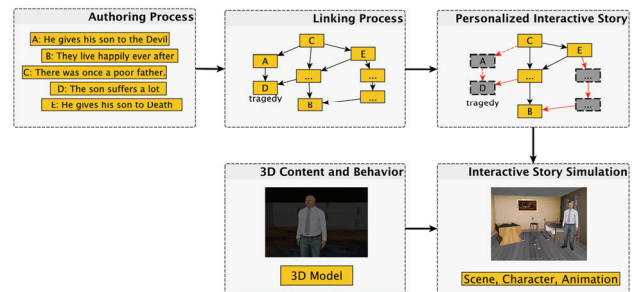


圖 2、互動敘事創作流程

為互動敘事我們設計了一個 XML 標籤來表現故事中的最小單位，稱為一個故事片段 (Story Fragment)，XML 片段大致概念如下：

```
<function id="M4F2" desc="Confronting the murderer."
char="confrontation" param="tension+=1">
  <decisions>
    <decision id="1" desc="The murder..."/>
    <decision id="2" desc="..."/>
  </decisions>
  <embed start="M1-F1" end="M1-F4"/>
</function>
```

故事片段以物件導向的概念來看，即可以當作重組故事的基本單位。我們由下而上逐漸建構故事特徵、故事片段、數個片段組成的情境 (類似於但並非僅限於 Propp 所定義的

情境)、以及由數個情境組成的故事。所謂情境 (Move) 是指一連串構成一個劇情 (Plot) 單位的片段組合, 我們把一個情境數量當作後面故事複雜度計算的一個指標, 愈多情境即為愈複雜的故事。

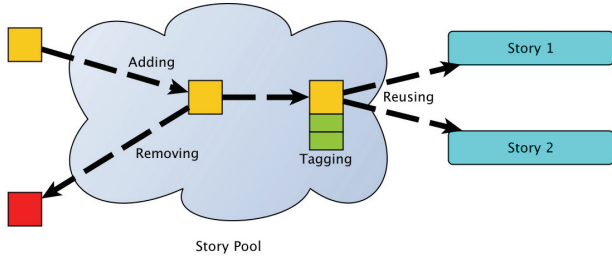


圖 3、互動敘事建構概念

故事片段與片段之間可以串聯形成含有多條劇情或是故事線的故事網 (Story Graph), 故事網象徵故事片段所組成故事線的所有可能性。接著故事引擎就會根據使用者模型跟敘事理論條件進行故事片段篩選, 為此我們設計一個 Depth-First Search (DFS) 的演算法來處理篩選的問題, 如下圖 4 所示。

```

Algorithm 1 Traverse (node  $N$ , constraints  $C$ )
1: if  $C$  violates descriptors of node  $N$  then
2:   remove  $N$ 's incoming and outgoing edges
3: end if
4: for all sons  $s$  of node  $N$  do
5:   if  $s$  has not been traversed then
6:     tag  $s$  as traversed
7:     Traverse( $s$ ,  $C$ )
8:   end if
9: end for
10: if all outgoing edges of  $N$  have conditions then
11:   for all outgoing edges  $e$  of node  $N$  do
12:      $cond \leftarrow cond \vee$  conditions on  $e$ 
13:   end for
14:   for all descriptors  $d$  of node  $N$  do
15:      $cond = negateCondition(d, cond)$ 
16:   end for
17:   for all incoming edges  $e$  of node  $N$  do
18:     add conditions  $cond$  to edge  $e$ 
19:   end for
20: end if
  
```

圖 4、故事篩選機制演算法

對於特徵篩選, 其主要包含三個步驟。第一步將不符合條件的故事節點從故事網中移除, 譬如說使用者不希望故事出現「魔法」標記的片段, 演算法遇到這個標記就會將該片段移除, 此動作不會將故事片段從整個故事中移除, 因為故事片段出現在故事中的他處可能是合理的, 因此我們的作法只是將此片段於故事網所篩選不符合的地方, 把所有與之連接的連結。接著系統會將使用者/敘事模型終結條件 (譬如說必須為悲劇、故事複雜度限制等), 由故事網由下往上進行檢查與調整故事片段之間的條件, 這個機制我們稱之為將條件提升 (Propagation), 把條件由下往上像是為連結加一些條件是必須在故事結束前完成的, 而如果有條件是已經達

到要求的, 譬如使用者要一個擁有 M 特質的節點, 而 MIF5 節點就完成了這個需求, 那這 M 就不需要再由 MIF5 繼續向上檢查。最後由於許多條件被加諸於故事網中, 演算法會再檢查一次故事網中是否有不可到達的故事片段, 將之移除, 並確保此故事網中仍然有可行的故事線。其篩選前後故事網範例可於圖 5 看到。

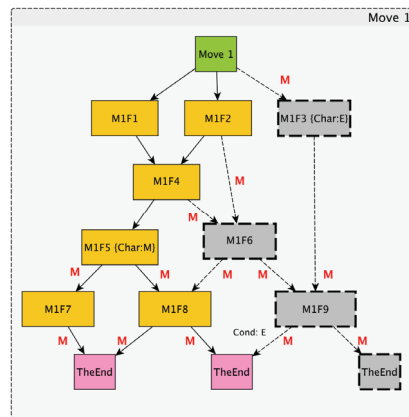
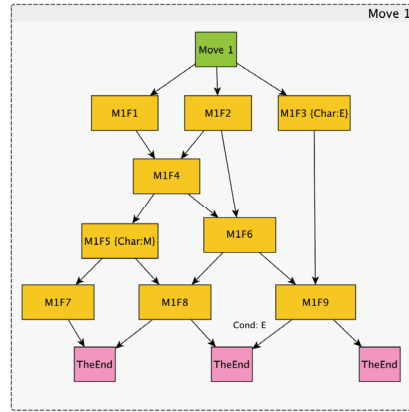


圖 5、故事網篩選過程, 以條件 $M=true$ 跟 $E=false$ ($M=Magic$ 代表含魔法的故事片段、 $E=Evil$ 代表含邪惡的角色的片段) 篩選, 上圖為原故事網, 下圖為篩選後的子集。其過程為: (1) 檢查是否有不符的特徵 (MIF3 節點有特徵 E) (2) 接著將 M 條件放在所有末支 (3) 並往上檢查, 以確保故事出發時條件即成立, 最後將無法到達的節點移除留下符合篩選條件的子集。

另一種篩選, 即參數的篩選 (像是複雜度/長度篩選) 也是用同樣的機制, 只是在將條件由底下往上推時, 會將數字依照所經情境數量, 或是有片段改變參數時, 作遞減或增加。圖 6 為參數篩選的範例。譬如說限制故事的複雜度最多為 4, 即代表於故事結束之前, 總共所經過的節點數必須小於等於 4, 若用一個變數 L 其起始值為 4, 每經過一個節點 L 便會 -1 , 則為符合條件, 在故事結束前 L 必須大於 0 (即經過最多 4 個節點), 依此類推, 經過倒數第二個節點時 (相鄰於最後一個節點) L 必須大於 1, 最終在故事出發時便需要檢查 L 大於等於 4、5 或 6 時, 才有可行的路徑。這種參數亦可以用於與故事劇情相關的變數, 譬如說一個角色的善良值、健康值在經歷不同故事時會有相對應的增減值, 最後故

事結局會依照腳色的改變選擇不一樣的結局，而如果體驗者希望選擇特定個人化的故事內容，這個篩選演算法就可以在初始處即判斷要如何規劃故事線與故事內容，以達到使用者的期待。

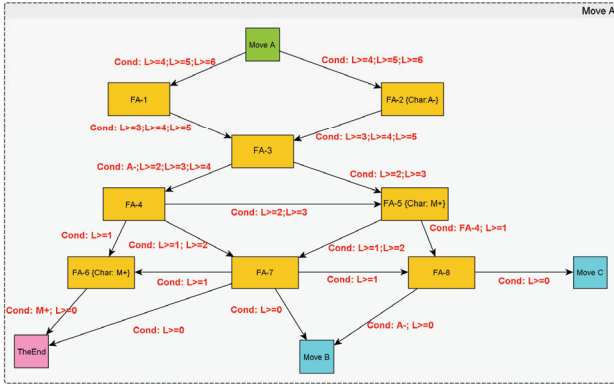


圖 6、以複雜度作為篩選條件產生的故事網

此篩選演算法另外著重的是最後所產生的故事並非一個線性腳本，而是一個符合條件的所有故事線的子集，或可以說是故事網的子集，因此在實際模擬時仍然可以由使用者或是電腦做一些選擇，決定在分支時故事接下來進行方向，故事也會因此有所變化。故事網經過篩選之後所得到一個符合使用者與敘事模型的子集，在角色動畫引擎中進行模擬。

3.2 角色動畫引擎

目前我們所使用的模擬平台稱為 *The Theater*，是與法國 INRIA 的 MimeTIC 團隊共同開發、維護的 3D 虛擬模擬環境平台，此系統具備角色動畫產生機制，可以用高階的指令支

配場景中的人物動作、表情與場景中物件互動，並有一些基本的自動攝影機規劃或是以手動方式控制視角。另外，此系統也提供了基本的互動模組。模擬平台有三個主要模組：模擬引擎、角色行為引擎、攝影機控制引擎、互動模組。

- (1) 模擬引擎 (Simulation Engine)：延伸故事引擎，將所產生的互動敘事腳本讀入，然後依照劇情操控角色行為與攝影機運鏡。
- (2) 角色動畫模組 (Character Animation Module)：動畫引擎的第一部分，結合過去動作圖與角色動畫的成果，以產生自然且流暢的角色動作、表情、動畫銜接。
- (3) 攝影機控制模組 (Cinematography Module)：動畫引擎的第二部分，將從過去關於情境式攝影機規劃的研究，配合現在故事標籤與產生機制，將根據故事線自動規劃場景視角，以呈現最符合劇情的畫面、攝影機動作。
- (4) 互動模組 (Interaction Module)：為讓故事可以達到與使用者互動，我們將建立一個簡單的互動模組，可透過基本滑鼠、鍵盤操作，並在畫面上提供互動選項。

以下我們用一個模擬的例子說明此系統所產生的故事腳本如何與動畫系統做結合。

4. 模擬成果

我們以一個改編過的格林童話〈死神教父〉來模擬一個互動敘式產生的過程，其故事主軸為一個貧窮父親生下兒子之後，因為撫養不起，決定為兒子找教父，找上了死神，而死神讓兒子變成一個出名的名醫，兒子卻多次濫用醫術違背死神的命令，死神便把兒子象徵生命的蠟燭吹熄。

Authorial Constraints: "tragedy=false" "complexity=1"

Authorial Constraints: "tragedy=true" "complexity">>=4"

Demonstration Screenshots

圖 7、系統於 3D 環境中模擬產生兩個不同條件的例子，左邊條件為「非悲劇、複雜度=1」右圖「非悲劇、複雜度>=4」

我們所改編的死神教父的故事共設計 79 個故事片段，分成 7 個情境，總共可以產生超過 1000 種不同的故事可能性，其中改編的依據是將原本德國的版本融合後來愛爾蘭、墨西哥等國民間改編的版本，可改變教父的身分、最後結局、主角性別等元素。

在改編的故事中，使用者可以選擇兒子要哪一個教父（天使、惡魔與死神）、要如何面對各種困局以及培養主角的人格。模擬之前，五們分別下了兩組篩選參數：第一個故事條件為「故事複雜度 ≤ 1 ；結局非悲劇」，第二個故事條件為「故事複雜度 ≥ 3 ；結局悲劇」，其中複雜度意思為故事所含的衝突次數，越多衝突，劇情亦會比較複雜。

所產生的故事如圖 7 中所示確實是符合所有指定的條件。綠色節點為每一個衝突點的進入點、黃色為經過篩選之後故事引擎協助規劃的故事、黑色為原故事網的分支，而紅色為一衝突點結束。由截圖中可以看到數個由動畫引擎自動產生的不同視角、角色動畫以及場景建構。

所產生的兩個範例故事展示於可於以下網址觀看：
<https://vimeo.com/63299165>。

5. 結論與展望

此平台貢獻為設計一個 3D 虛擬互動敘事的創作架構，其應用在各種敘事創作情境下，像是電影、數位遊戲、多媒體影音等，藉由故事與互動敘事腳本產生，協助故事建構者的創作流程與模擬。

在接續的研究中我們希望將此創作架構轉為視覺化的創作工具，以降低使用者的門檻，並透過使用者實驗理解此架構是否符合創作者的需求。在故事多樣性方面我們也希望可以考慮到如不同視角、時間順序的敘事，以提供更多元的故事產生，提昇故事的多樣性、豐富度。

6. Acknowledgements

本研究在國科會專題計畫（NSC-101-2221-E-004-014）資助下完成，特此致謝。

7. REFERENCES

- [1] R. Barthes. "The Death of the Author," *Image / Music / Text*, Trans. Stephen Heath, pp.142-7, New York, Hill and Wang, 1977.
- [2] M. Cavazza, "AI in computer games: Survey and perspectives," *Virtual Reality*, vol. 5, pp.223-235, 2000.
- [3] M. Cavazza, S. Donikian, M. Christie, U. Spierling, N. Szilas, P. Vorderer, T. Hartmann, E. Andre, C. Klimmt, R. Champagnat, P. Petta, and P. Olivier. "The iris network of excellence: Integrating research in interactive storytelling," In *Proceedings of ICIDS*

- [4] M. Cavazza, F. Charles, and S.J. Mead, "AI-based Animation for Interactive Storytelling," In *Proc. of Computer Animation*, Seoul, Korea, pp. 113-120, 2001.
- [5] M. Cavazza, F. Charles, and S.J. Mead, "Character-based Interactive Storytelling," In *IEEE Intelligent Systems, special issue on AI in Interactive Entertainment*, pp. 17-24, 2002.
- [6] Y.-T. Chang, T.-Y. Li, S.-C. Chen, and M. Christie, "A Computer-aided System for Narrative Creation," In *TERA Intl. Conf. on Education (TICE 2011)*, 2011.
- [7] P. Gervás, B. Díaz-Agudo, F. Peinado, R. Hervás: "Story Plot Generation Based on CBR," *Journal of Knowledge-Based Systems* 18 (4-5), pp.235-242., 2006.
- [8] ICIDS-International Conference on Interactive Digital Storytelling. (<http://www.icids.org/>)
- [9] A. S. M. Mateas, "Structuring content in the Façade interactive drama architecture," In *Proc. of the First Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment Conf.*, 2005.
- [10] M-L. Ryan, *Avatars of Story*. U of Minnesota Press, (2006).
- [11] U. Spierling, N. Braun, I. Iurgel, "Setting the Scene: Playing Digital Director in interactive Storytelling and Creation," *Computers and Graphics*, vol. 26, pp. 31-44, 2002.
- [12] U. Spierling, S. Weiß, and W. Müller, "Towards Accessible Authoring Tools for Interactive Storytelling Technologies," *TIDSE 2006. LNCS*, vol. 4326, S. Göbel, et al., Eds., ed: Springer Berlin / Heidelberg, pp. 169-180, 2006
- [13] N. Szilas, "Interactive Drama on Computer: Beyond Linear Narrative," In *Proc. of The AAI Fall Symp. on Narrative Intelligence*, 1999.
- [14] R. Wagner, *The artwork of the future, and other works*, University of Nebraska Press, 1993.
- [15] R. M. Young, "Creating Interactive Narrative Structures: The Potential for AI Approaches," In *Proc. of the AAI Spring Symp. on Artificial Intelligence and Entertainment.*, 2000.
- [16] H. Yu and M. O. Riedl, "A sequential recommendation approach for interactive personalized story generation," In *Proc. of the 11th Intl. Conf. on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, Valencia, Spain, 2012.