

應用機器人為兒童說故事之圖書館服務- 以國立公共資訊圖書館為例

Applying Humanity Robot to the Storytelling Service for Children in
a Library—A Case Study on National Library of Public Information

蔡明峰 Ming-Fong Tsai

國立聯合大學電子工程學系助理教授

Assistant Professor, Department of Electronic Engineering

National Union University

沈薇薇¹ Wei-Wei Shen¹

逢甲大學外國語文學系副教授

Associate Professor, Department of Foreign Languages and Literature

Feng Chia University

林志敏 Jim-Min Lin

逢甲大學資訊工程學系教授

Professor, Department of Information Engineering and Computer Science

Feng Chia University

賴忠勤 Chung-chin Lai

國立公共資訊圖書館副館長

Deputy Director General, National Library of Public Information

徐英洲 Ying Jhou Syu

國立中山大學資訊工程學系碩士班研究生

Graduate Student, Department of Computer Science and Engineering

National Sun Yat-sen University

林夏婷 ShiaTing Lin

逢甲大學資訊工程學系碩士班研究生

Graduate Student, Department of Information Engineering and Computer

Science, Feng Chia University

¹通訊作者，Email: wwshen@fcu.edu.tw。

【摘要 Abstract】

國立公共資訊圖書館與逢甲大學圖書館合作 105 年度教育部辦理補助大學以社教機構為基地之數位人文計畫，共同就「未來博物館/圖書館想像計畫」主題，進行「機器人於未來圖書館之加值應用與服務」研究。提升社會大眾的閱讀素養是圖書館的重要使命，尤其若能將資訊素養扎根於兒童讀者，將是更為深遠、有意義的工作，因此，為了吸引更多兒童前來圖書館一起享受閱讀的樂趣，本計畫結合了國立公共資訊圖書館於 2011 年起開始推動的「學生創作繪本數位典藏計畫」，完成了「機器人為兒童說故事之圖書館服務」。本研究設計了符合數位繪本劇情與情境的機器人動作，讓機器人可以在說故事的同時，也像人類一般以肢體動作來表演一個故事，吸引小朋友的興趣與注意力。本文會將設計說故事之作業流程以及機器人說故事模組的實作過程詳細說明，供有興趣的讀者參考製作自己的機器人說故事。此項服務已經在國立公共資訊圖書館實際進行初步展示，從現場觀察及問卷成果顯示，這項服務獲得了兒童讀者相當熱烈的反應，建議未來值得大力推動。

As enhancing the reading literacy of the public, especially the one of children, is an important and influential mission of libraries, the National Library of Public Information collaborated with the Feng Chia University Library in 2016 via the Fund of Imagining Future Museum/Library aided by the Ministry of Education to propose and conduct a study called "Using Robots to Give Better Service in the Library". On the basis of some digital stories as well as drawings which have been created by the National Library of Public Information since 2011, our current study attempts to create a storytelling service for children via the help of robots. In this article, the design regarding the operating process of the robotic storytelling module is depicted and illustrated. Furthermore, the paper consists of the approach to designing some robotic movements that are in line with the plots so that a robot can have several gestures like human beings when telling a story. It is hoped that such a robotic action may draw children's attention and arouse their interest. Through a preliminary investigation consisting of field observation and questionnaire, the paper shows that the robotic storytelling service indeed has obtained children's

positive responses, suggesting that this innovative idea can be further followed up or developed.

【關鍵詞 Keywords】

圖書館服務、人型機器人、NAO、閱讀素養、說故事機器人
Library services, Humanoid robot, NAO, Reading literacy, Storytelling robot

壹、前言

近年來國內外已經開發了各式各樣應用的機器人，可預見機器人科技對於人類未來生活型態、經濟產業、甚至文明發展，都將有極大的影響，因此人們必須開始適應與迎接機器人時代的到來。機器人是一個整合機械、計算機、網路通訊、物聯網、人工智慧等工業技術，以及具有語音辨識及合成、影像處理及辨識等人工智慧的擬人化互動系統，而且它具有人類所沒有的優點，包括：不會喊累、沒有情緒、絕對忠實地執行交辦的工作等特點，機器人甚至可以有各式各樣可愛的外型，如：動物、仿人外型、卡通人物、電影/神話故事角色等，來吸引由小到老不同年齡層的使用者。

另一方面，觀之世界各國，包括美、歐、日，甚至中國大陸，都已積極發展與智慧型服務機器人相關的產業，我國也在這兩年大力推動機器人科技的應用與發展。實際上，機器人已經被設計成各種不同的外形與功能，有些機器人的發展目的就在模仿真人的外形、動作行為、思考與表達情緒感受、或以口語跟人互動、交談。機器人不限定要具有人類的外形，只要是有上述的全部或部分特性，都可稱為人型機器人（Humanoid robot）（Wikipedia, 2017）。目前已經有一些人型機器人的商業產品，透過與人們的互動與溝通來提供服務，非常容易獲得人們的親近與喜愛，也因此受到人們的歡迎。

蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤（2017）的研究中，探討利用上述機器人的功能及特性，開發機器人在圖書館中加值應用與服務的可行性，期盼突破現有圖書館在空間場域、開館時間、服務深度之限制，增進圖書館之教育功能，降低圖書館員的負擔，提供讀者更加值，更多元，更具深度，更自動化，更不受時間場域限制的未來圖書館。蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤（2017）的研究認為，經由選用適當的機器人類型，搭配創意程式設計與運用，機器人可以協助圖書館部分營運工作，甚至取代許多單調乏味的勞力性工作，例如：圖書搬運、書庫上架、讀架、順架、查架、館舍巡邏等工作；若搭配新發展的雲端科技，讓網路連線的機器人可以從雲端系統下載所需的圖書館營運服務程式，以及最新館員的智慧內容，機器人甚至可以從事高度專業但運作固定的一些讀者服務，例如：作為一個移動式諮詢服務台或移動式借書櫃檯、實作具有陪伴閱讀功能的機器人功能互動式電子書、提供資料檢索/諮詢服務、擔任部分資訊素養課程講師、擔任具多語言能力之圖書館導覽員（例如：可導覽英、法、日、韓等不同國家來賓之服務）、視障讀者之牽引服務、聽某些問題讀者的非理性抱怨等多樣化讀者服務。

在圖書館提供的教育功能上，本研究則認為若應用機器人在圖書館閱讀空間發展，可以有一些不同的情境空間，比方說，可以利用機器人帶動兒童閱讀世界經典故事，或者利用機器人定時播放的一般讀者或兒童劇場（世界經典人文作品導讀/覽），以及利用機器人導覽隨選隨讀區可作系統推薦服務，借閱書籍或影片等。另外，利用可愛容易親近的人型機器人造型，再加上具有語音合成、語音辨識、人臉辨識、情緒感知等功能，人型機器人可以擔任在童書區幫小朋友說故事或互動式伴讀的工作。

國立公共資訊圖書館（以下簡稱國資圖）具有教育、資訊、文化與休閒等功能，致力於扮演民眾的生活和知識中心。隨著科技發展的進步和數位化時代的來臨帶來甚大的改變，傳播知識的方式不再是只

有紙本，電子書、電子期刊、電子資料庫、數位影音資源等。科技的數位化造成民眾的閱讀行為有所改變，影響長久以來文字的呈現方式，更顛覆了圖書館服務的刻板印象，只要人們對於學習的需求存在，以「閱讀」為根本的圖書館就需要面對數位化的挑戰。

隨著資訊科技的蓬勃發展與數位通訊應用的日益成熟，造就從數位化圖書館提升至智能化圖書館時代的來臨（歐陽宏吉，2017）。所以，目前國資圖也積極研究機器人相關的應用，期望將機器人服務導入到圖書館中提供服務，並藉由機器人來吸引更多的民眾前來圖書館，以便帶領民眾一起享受閱讀的樂趣。

近幾年，為因應數位化時代的來臨，國資圖採購了多樣化的電子資源，並積極推廣進入校園，尤其在針對兒童繪本的需求，已經投入大量的經費和人力在採購和推廣的工作。國資圖為增加兒童電子繪本的豐富度、經費額度及民眾閱讀等相關需求，建置兒童電子繪本的資料庫來源有三種：透過採購、搜集公用資源、自建共享，其中自建共享是由國資圖於 2011 年起開始推動的「學生創作繪本數位典藏計畫」，由在學的學生進行繪本內容的創作，並甄選廠商進行繪本數位化的工作，打造可「收藏」和「流通」的「圓夢繪本資料庫」，由於是原創的資源，因此不受到一般商業版權的限制，將原創者授權的繪本創作，提供社會大眾線上閱讀。目前兒童繪本資料庫資料眾多，國資圖所自建的圓夢繪本資料庫，以「為自己圓一個繪本創作的夢」為主要的目標，並以「原創精神」為其特色，打造繪本創意作品交流的園地與作品展示的舞台（藍銘凱、張琬甄，2016）。

本文將介紹國資圖導入以人型機器人為兒童講故事服務之實作經驗，以「圓夢繪本資料庫」中兒童繪本的故事為基礎，發揮創意與想像力。如前所述，由於發現了現有各種不同的外型與功能的機器人，因此在國資圖的機器人應用上決定挑選具有類似真人的外觀、行為動作、思考、與情緒表現等能力的人型機器人，來提供人們互動與溝通的服務，所以本文將描述如何設計人型機器人的表演程式，讓機器人

除了說出兒童繪本故事並佐以肢體動作表達，讓圓夢繪本的故事展示除了書面及數位化的呈現方式之外，有了更為生動的科技化方式展現，將更容易吸引讀者的注意力和喜愛。文中將實際以某兒童繪本的故事片段為例來說明機器人為兒童說故事的實作步驟與技術解析，及公開實際應用之讀者回饋情況，期盼作為將來其他公共圖書館導入機器人為兒童說故事服務之參考。

以下本文內容安排是先在第二部分將國內外目前機器人應用於圖書館的實例作一個整理，然後第三部分將說明機器人的相關規格與其軟體開發技術，本研究以《會說話的洞》兒童繪本故事片段為例詳細介紹與說明。第四部分則為機器人為兒童說故事的程式設計步驟與相關技術解析，緊接第五部分為研究成果的說明，包括實作成果的影片展現、在國資圖實地進行“機器人說故事見面會”的實驗與問卷調查結果。最後，在第六部分將做一簡短結論及提出未來相關機器人在學習輔助上的研發建議。

貳、文獻回顧

越來越多圖書館或博物館導入機器人服務，其服務範圍涵蓋了前台的讀者服務，如：來館接待、導覽、諮詢、尋書、活動展示、陪伴兒童學習，以及後台的書庫整理與書籍自動掃描等功能，詳細說明如下各段落。

一、入館接待與導覽、協助尋書及服務諮詢

由於圖書館空間廣大且樓層多，許多非常客型的讀者進館後都需要花一些時間與力氣來尋找欲前往的場地區塊，因此入館導覽諮詢的需求很大。這時擔任入館導覽的機器人就可以兼具圖書館門面迎賓的功能。例如：位於澳洲昆士蘭北部馬凱地區（Mackay）的達德利丹尼市立圖書館（Dudley Denny City Library）已經導入 Pepper 機器人於館內展示，並執行一些導覽的工作（Library Views 圖書館觀點，2016）。由於 Pepper 機器人具有胸前平板可以顯示資訊的特性（如圖

1) ，可以一邊將資訊顯示在平板、一邊和諮詢的人互動提供服務。且Pepper還有雙手的部分可以做一些吸引人注意的動作，以加強入館宣傳的吸睛度。

但也可以置放小型一點的機器人，如：NAO機器人。美國康乃狄克州韋斯特波特公共圖書館 (Westport Public Library) 引進「NAO Evolution」的兩位機器人—「文森特」(Vincent) 和「南茜」(Nancy) (The Westport Library, 2014a)。韋斯特波特公共圖書館設計了一些讀者服務工作，如：協助尋書、參訪導覽等，讓Vincent和Nancy去執行 (Wall Street Journal, 2014) (如圖2)。中國的國家數字圖書館也已經導入NAO機器人作為智能接待員(智能派, 2016)，搭配圖書館門口的大螢幕，生動有趣的為觀眾講解體驗區的狀況和解答來賓的問題的 (如圖3)。

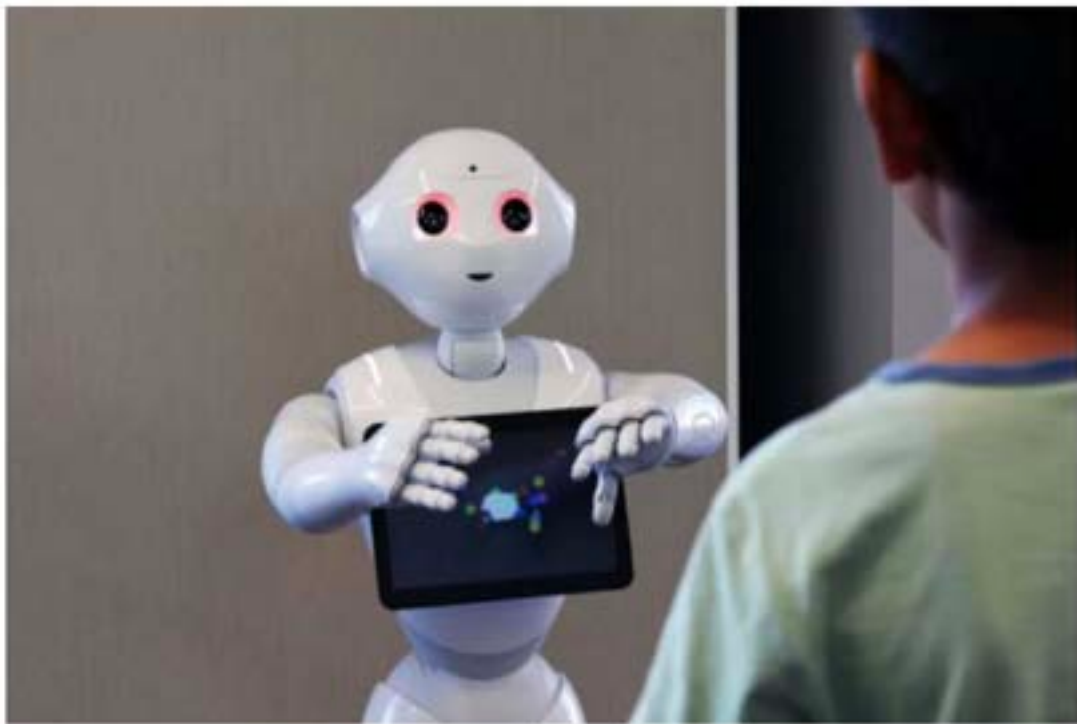


圖 1 Dudley Denny City Library的Pepper機器人利用胸前的平板作為導覽的媒介

圖片來源：ABC News (2016). *Pepper has been entertaining children at the Dudley Denny City Library in Mackay*. Retrieved from <http://www.abc.net.au/news/2016-12-22/pepper-at-the-library/8141680>.



圖2 NAO機器人進行圖書館協助尋書

圖片來源：Wall Street Journal (2014).When Robots Join the Library.

Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=J_KR0qtZwQ0.



圖3NAO機器人於中國國家數字圖書館導覽來賓

圖片來源：智能派（2016）。《2016 中国图书馆年会》国家图书馆采用 Nao 机器人导览展区。取自

<http://www.zhinp.com/article-10-1.html>。

二、圖書館書籍管理：掃描書籍蒐集書架陳列狀況或運書

新加坡 A*STAR 科技研究局已經研發一款名為 AuRoSS 的機器人，可以在晚上閉館後進行讀架的工作（Li, Huang, Kurniawan, &Ho, 2015），如圖 4。這款機器人利用雷射掃描的方式掃描書架，並且邊掃描邊記錄經過的書架上有那些缺少或錯置的書籍，讓圖書館的工作人員利用這份名單於隔天整理有問題的區域。經過思考各種書架的狀況與測試，如不同高低的書架，或者不同書架之間的距離等，並經過實際運作的測試，不論是傳統或有彎曲幅度的書架在試用機器人上都已不成問題。同時為了避免 RFID 偵測時，太遠會偵測不到訊號，太近又會導致機器人撞到書架，因此將機器人設計為直立式，裝設上下兩座 RFID 偵測器，身長如同梯子般，可以因應落地型書架，並裝有滾輪以利於機器人的行走，另有防撞機制等以配合圖書館書架擺放類型。

雖然在機器人設計上已盡量符合圖書館書架設置的各種可能情形，然而為防止於各館實際運用上有特殊書架需求，因而將機器人的機械手臂設計為可以橫向移動，以保持最佳偵測距離。機械手臂不僅可以修正路線，更可以將偵測到的距離回傳主機以修正導航路線。這款機器人的發明讓圖書館人員可以節省許多的工作時間。這款 AuRoSS 機器人目前已被實際運用於新加坡多所圖書館，根據使用報告，其準確率已經高達 99%。



圖4 AuRoSS機器人夜間掃描書架的情形

圖片來源：A*STAR RESEARCH (2016). *High-tech librarian knows its books*. Retrieved from http://moeimo2016.blogspot.tw/2017/06/blog-post_10.html.

目前國資圖也已經配置一款運書機器人，名叫「波比」(BOPI, BOok Public Information) (國立公共資訊圖書館, 2016)，如圖5，這款運書機器人運行時可以自動偵測判斷周圍的障礙物，並可隨時做路徑的掃描及行徑路線的規劃，同時也具備雷射掃描器、超音波、碰撞感測器及紅外線等功能。



圖5 波比機器人於國資圖執行運書工作 (林夏婷攝)

三、活動展示、機器人程式設計課程

人型機器人已經被應用在許多圖書館或博物館的定點諮詢及活動展示等用途，例如：高雄的科學工藝博物館也引進了 NAO 機器人表演吸引人潮（如圖 6），NAO 機器人光是它可愛吸睛的外表就可以成為活動的亮點。韋斯特波特公共圖書館則透過引進並運用 NAO 機器人在館內提供機器人程式設計 Python 課程的服務- “Hour of Code event” (The Westport Library, 2014a)（如圖 7），以達到推廣圖書館利用以及關於機器人程式體驗與訓練的教育目的。



圖6科工館機器人表演場景

圖片來源：Popworld 蹦世界(2017) - 國立科學工藝博物館導覽。取自 https://popworld.cc/guide/1071/preview?previous=popworld_recommend_0。

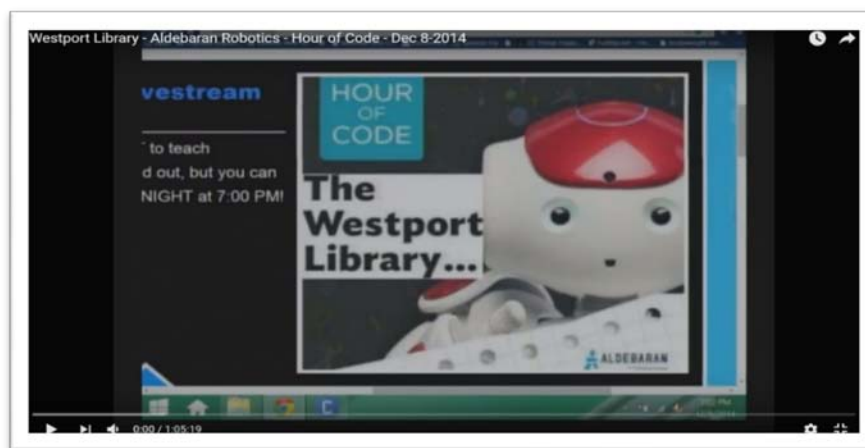


圖7圖書館應用NAO於機器人程式設計課程

圖片來源：The Westport Library (2014b). *Westport Library - Aldebaran Robotics - Hour of Code - Dec 8-2014*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=vMju7AeHxwk>.

澳洲昆士蘭達德利丹尼市立圖書館(Dudley Denny City Library)的 Pepper 機器人已經學會跳舞、玩遊戲，可和來館的民眾講述歷史故事。除了這些娛樂方面的應用，達德利丹尼市立圖書館也讓 Pepper 擔任圖書館大使的角色，介紹給一般來館的民眾知道，圖書館除了看書之外其實還提供很多其他的服務。

四、圖書掃描，數位化書籍並傳送至資料庫

趨勢科技為協助國家圖書館推廣漢學文化，於2015年4月捐贈由奧地利生產製造，要價300萬元，全臺第一台可自動翻頁掃描書本的掃描機器人ScanRobot (國家圖書館，2015)。在文獻典藏數位化合作計畫中，ScanRobot機器人並不需人工協助翻頁，可以自動將書籍翻面並掃描已獲授權的圖書，進行圖書內頁的數位化，然後將這些數位化書籍資料公開於資料庫平臺，免費開放給全球的讀者閱覽使用，這樣的作法將可提升臺灣正體字文獻的能見度。ScanRobot設定為全自動時，最快可進行掃描每小時高達2500頁，快速的將書籍掃描完成，然後以電子檔的形式，於網路上公開，以促進數位化圖書資源之推廣，如圖8(今日代誌，2015)。



圖8ScanRobot機器人進行掃描並書籍數位化的過程

圖片來源：今日代誌(2015)。國家圖書館獲贈圖書掃描機器人。
取自<https://www.new0.net/國家圖書館獲贈圖書掃描機器人-376245.html>。

蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤（2017）的研究針對機器人於圖書館各場區空間提供的各項服務工作，進行配對比較，結果歸納如表 1。

表1 機器人與圖書館場區服務之對應一覽表

服務類型	對應場區空間或服務	可應用之機器人建議
入館導覽，協助尋書	服務台，各樓層定點	NAO (SoftBank, 2017a) Pepper (SoftBank, 2017b)
掃描書籍搜集書架陳列狀況或運書	各樓層書架區	AuRoSS (Li, Huang, Kurniawan,&Ho, 2015) BOPI (國立公共資訊圖書館，2016)
定點服務，活動展示	展示空間，定點服務處	NAO Pepper
圖書掃描，數位化書籍並傳送至資料庫	書籍數位化掃描服務	ScanRobot (國家圖書館，2015)

經由上述機器人目前應用於其他圖書館或博物館等公共空間的情形有了一番瞭解後，以下將介紹國立公共資訊圖書館與逢甲大學研究團隊合作，接受“教育部 105 年度辦理補助大學以社教機構為基地之數位人文計畫，B 類：未來博物館/圖書館想像計畫”的補助(沈薇薇、賴忠勤、林志敏、蔡明峰，2017)，所建置之機器人說故事服務的系統設計與實作說明。

參、系統設計

在機器人為兒童說故事的服務中，有二部份工作需要完成：一個系統平台來展現故事內容，也就是機器人系統端的軟體功能設計；以及故事內容的媒體設計作業流程。本文將從這二部分來概述本系統的設計概念與運作方法，詳細內容可參閱以下三篇文獻：沈薇薇、賴忠勤、林志敏、蔡明峰，2017；蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤，2017；黃硯斌、蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤，2017。

一、機器人服務系統架構

國資圖導入之機器人服務系統軟體模組（請見圖 9）一共分為四項模組，包括三項服務模組及一項控制模組。以下逐一介紹各模組功能，本文的研究重點將放在如何實作機器人說故事服務模組。

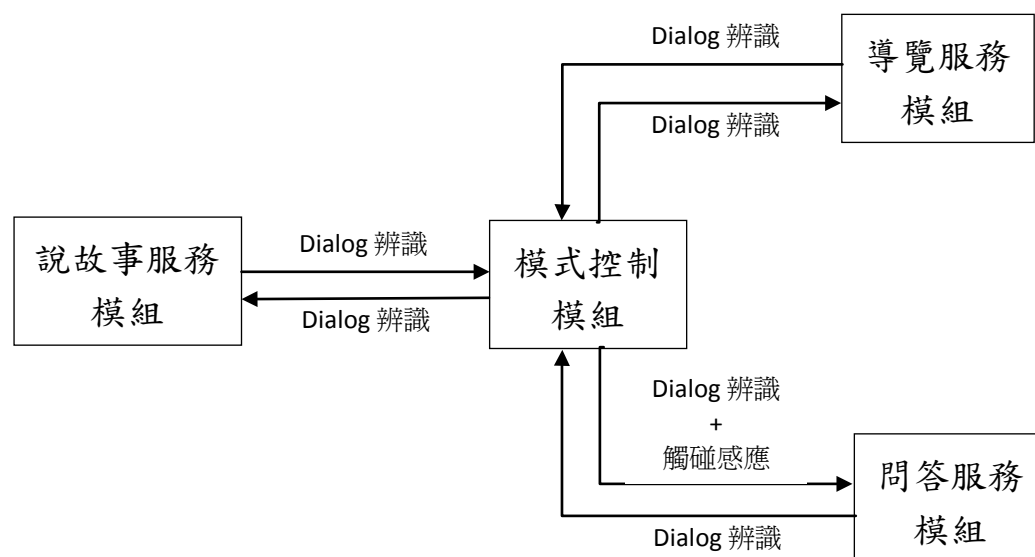


圖 9 國資圖機器人服務系統軟體模組架構圖

（一）模式控制模組

本模組為系統啟動時的最先執行的模組，此模組的功能為控制整個系統各模組間轉換的執行流程。目前本系統已經同時支援同步式與非同步式的模式跳轉機制。進入此模組後，機器人首先會說出一段歡迎詞及提示語，然後等待使用者的指令輸入再跳轉到對應的模組執行。觸發模式跳轉的使用者指令可透過同步式與非同步式的輸入，同步式跳轉控制是透過機器人對話（Dialog）中的語音辨識規則來達成，也就是說，機器人說完歡迎詞及提示語後即進入等待語音輸入的狀態，直到使用者跟機器人講出一段話才離開等待狀態，此種人機互動方式稱為同步式。而使用者與機器人對話時，可以說出機器人提示語中的服務（也就是模組）名稱，機器人聽到並辨識出服務名稱後，即可依指令跳轉到對應的模組，並開始執行。另一種稱為非同步式跳轉控制，

這是一種使用者可以在任意時候，即使機器人不是在等候語音輸入的狀態，而是在動作或講話當中，使用者可藉由碰觸機器人身上之特定感應器，目前 NAO 身上配置有 3 處感應器，分別在頭頂與左右雙臂，來觸發以下三種對應之服務模式，即導覽、問答、及說故事三項服務的跳轉與執行。

(二) 導覽服務模組

導覽服務模組提供二種解說順序的設定來進行圖書館導覽：第一種方式是讓機器人自動地依循預設的場地佈置順序與流程，以口語方式來逐一依序介紹各圖書館場區功能及解說相關重點特色；第二種方式則是透過使用者同步地與機器人的對話 (Dialog) 過程中，依照所設計的語音辨識規則，使用者說出所欲了解的特定展區位置，機器人可以從對話中辨識出他想了解知道的圖書館場區，然後直接以口語方式介紹該特定的圖書館場區功能及解說其重點特色。前面二種導覽方式的介紹過程中，均可再搭配機器人的肢體動作，使導覽過程更人性化，藉以達到以機器人生動活潑方式來導覽圖書館各展區的特色展示的目的。

(三) 問答服務模組

此模組的目的在提供使用者一個透過與機器人互動對答的方式，來進行答覆使用者想知道的一些圖書館常見問題查詢 (Q&A)。在作法上，可辨識預先建置一份圖書館常見問題一覽表，以及盡量收集各種可能的問答規則，搭配預先設定好的問題回答內容，及設計可適當表達問題/回答概念的機器人肢體動作，以此可達到用機器人代替圖書館員生動活潑地回答常見問題的效果，對於人力日漸短缺不足的各圖書館，是一項可以減輕人力負擔，提升讀者服務品質的功能。以此模組為基礎可以實作一部諮詢機器人，應用於無人化諮詢櫃檯，目前此模組已經設定約 30 組 Q&A 問題與答覆內容供使用者動態詢問，並可持續增加。

(四) 說故事服務模組

此模組的目的為陪伴兒童，為兒童說故事。本研究將館藏有聲電子書之聲音檔單獨抽出播放，同時結合設計符合劇情的機器人動作，讓機器人可以在說故事的同時，也像人類一般以肢體動作來表演完一個故事，這樣能吸引小朋友的興趣與注意力。當控制模式跳轉到此服務模組時，同樣的可以透過與機器人對話（Dialog）中的辨識規則，讓操作機器人的使用者或小朋友自己說出來想聽的故事書名稱，機器人可以從對話中辨識出故事書名稱，直接啟動播放該故事電子書聲音檔，而後開始該故事的說、動表演。

二、說故事設計之作業流程

在機器人說故事的服務中，機器人僅是一個系統平台來展示故事內容，是否能吸引兒童讀者，更關鍵的是故事內容，及其媒體展現的配合與設計，接下來將介紹如何設計說故事之作業流程。

步驟一、選定故事並取得其聲音電子檔（.mp3）

故事來源為國資圖的圓夢繪本資料庫所建置的電子書，選定故事的方式是從資料庫中挑選故事性較完整且內容較為感人的故事。由於本研究是要搭配機器人來展示，因此故事的選擇是以故事旁白者為第一人稱的樣式為主，如此機器人可以第一人稱的方式表現動作與聲音，搭配故事的情境，便可類似機器人自己在講現身說法的樣子，使得說故事可以更為生動真實。

步驟二、依照故事文字內容及時間順序，將原有故事聲音檔加以分段及切割成對應的數個分段聲音檔

機器人說故事的重點是在現有兒童故事電子書再加上機器人的動作表演，主要的做法是以每一段故事講述的文字為準，為其加上符合此段文字意涵或象徵的肢體動作，然後設計為相對應且機器人能夠表現的動作。因此在開始一個故事的動作編輯前，會先將故事分成數個可以搭配動作的小段落，然後將原有完整的故事聲音檔加以分割或

拷貝出來，成為對應的許多個分段聲音檔。本研究以故事《會說話的洞》作為範例，分段設計如圖 10。

故事段落順序	分段聲音檔	故事段落文字內容
1	會說話的洞 001.mp3	會說話的洞
2	會說話的洞 002.mp3	小熊冬冬很煩惱
3	會說話的洞 003.mp3	因為獅子大王下令
4	會說話的洞 004.mp3	要所有動物寫一張夢想卡
5	會說話的洞 005.mp3	冬冬想破頭也不知道該寫什麼才好
6	會說話的洞 006.mp3	當醫生最好，可以賺大錢
7	會說話的洞 007.mp3	老虎胖胖說得好有自信啊
8	會說話的洞 008.mp3	冬冬不想賺大錢
9	會說話的洞 009.mp3	兔子美美說
10	會說話的洞 010.mp3	成為鋼琴演奏家是最棒的夢想
11	會說話的洞 011.mp3	這樣就可以扮得很美麗
...

圖 10 故事《會說話的洞》之故事分段聲音檔範例

步驟三、設計符合故事情節的肢體動作

機器人動作設計人員須針對每一段故事反覆聆聽，了解該段故事大意後，設計出符合故事情境的肢體動作，或者以情節中某些字、詞為表現重點，例如，故事主人翁冬冬在“會說話的洞 005.mp3”中有一段“想破頭”的陳述，可以搭配設計出機器人用手抓抓頭的動作，讓聽故事的人可以容易聯想、加強印象到“想破頭”的故事情境，如圖 11。



圖 11 設計機器人抓頭的動作來配合故事情節中“想破頭”的陳述

步驟四、將故事的電子檔及機器人肢體動作加以結合

在這個步驟中，設計者將利用 Choregraphe(Aldebaran-Robotics 2010)這套 NAO 機器人程式發展工具，將故事的聲音檔及機器人肢體動作進行搭配結合。Choregraphe 可以幫助設計者編輯 NAO 的動作和行為，一個行為是以事件和時間順序為基礎連接在一起的一組基本動作。時間軸被用來表達時間順序，據此來創建和編輯 NAO 的肢體動作及在動作的同時所搭配的多媒體資料，如聲音檔、文字轉語音檔等，並可在不同的作業系統環境來進行轉換。透過時序及觸發 NAO 事件的管理，可以來組織 NAO 動作、行為並編輯這些行為及語音檔的啟動方式，即可達到機器人一邊說故事，一邊有動作的有趣效果。

Choregraphe 提供了一套預設的姿勢庫 (predefined positions)，面板顯示一個預設的 NAO 姿勢清單列表。點擊某一選定的 NAO 姿勢，預設參數值會自動傳遞給 NAO 的各關節，此時，設計者可以在螢幕上的透過一個 NAO 機器人模型，即時看到 NAO 模型變換姿勢的過程。當設計者需要創建 NAO 的一個動作時，可以透過姿勢庫來輕鬆地定義和獲得許多 NAO 的標準關鍵姿勢，例如：敬禮、舉左手、抬頭、彎腰、蹲下等數百個姿勢供設計者選用。設計者也可以利用 “delay” 的設定讓機器人的動作可以依據所要配合的語句時間長短來做調整

其持續時間，如此，下一個動作執行的時間間隔就可以精準的對上要配合的內容。例如圖 12 是故事的前面提到，設計機器人抓頭的動作來配合故事情節中“想破頭”的機器人肢體動作結合及動作時間延遲的設定範例。“想破頭”的完整動作設計包含四個基本姿勢的連動組合：

1. 左手在腰前微微揮動；
2. 右手舉到頭部；
3. 右手從腰擺動到胸口位置，類似要表達意見的動作；
4. 結合二個動作為一個連續動作並可重複執行，包括：抓抓頭+左手舉到胸前（像是想到了）。

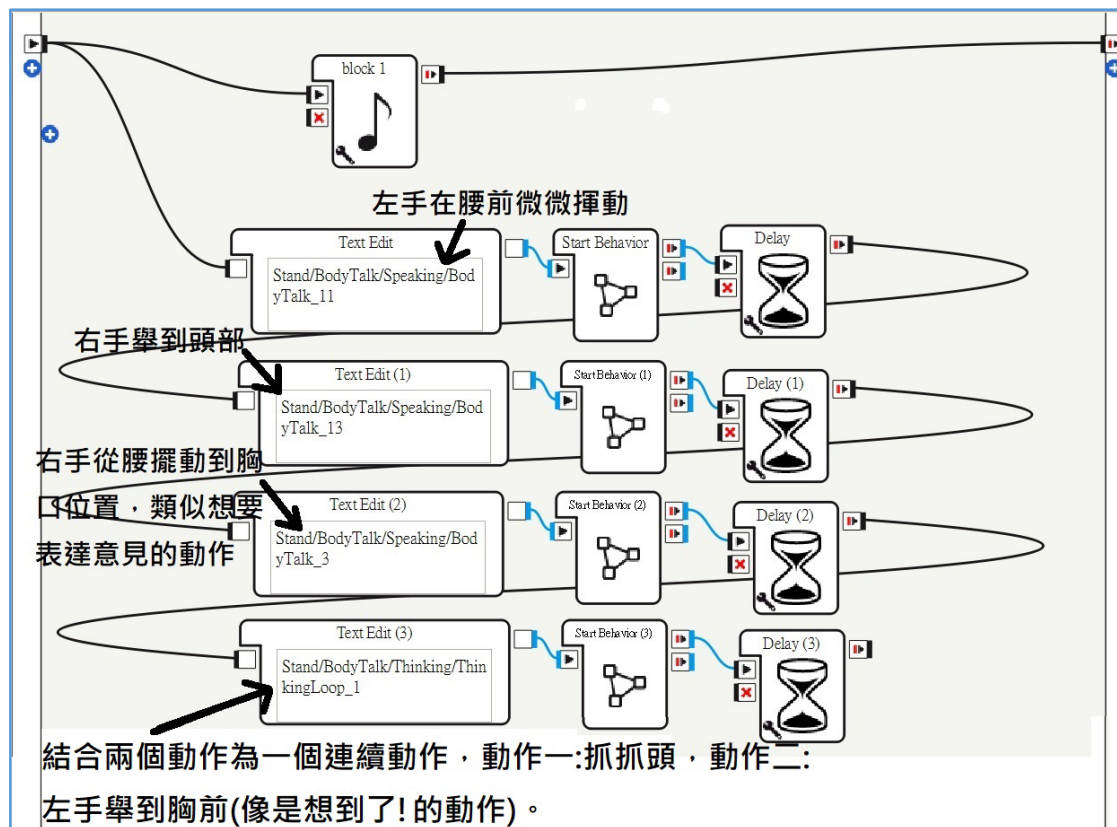


圖 12 機器人的“想破頭”肢體動作結合及動作時間延遲的設定範例

肆、實作環境與流程

一、實作環境

(一) 硬體設備

由法國 Aldebaran 公司研發製造的 NAO 機器人(如圖 11),其高度 58 公分,重量 5.4 公斤,是一部具有視覺、語音、觸摸感測器、移動性、連線性、以及思考能力的人型機器人(日鵬股份有限公司,2015)。

以下為 NAO 的各項功能簡介：

1. 視覺

(1) NAO 擁有兩個攝影鏡頭,位在前額的鏡頭負責水平掃描,位在嘴巴的鏡頭負責掃描周圍環境。

(2) NAO 攝影或拍攝所得之影像,可以利用其內建軟體讓使用者取得所需的影像資料,NAO 具有人臉辨識的功能,亦可辨識出正在說話的人是誰。

2. 語音

利用 NAO 的四個麥克風可以聲援定位,因此 NAO 有能力找到發出聲音的聲源,並進行對話。NAO 具有智慧運算能力,不用經過使用者操作就可以與他人進行對話。

3. 觸摸感測器

NAO 具有三處的電容式感測器,使用者可以利用分別位於頭頂和雙臂觸摸感測器來觸發 NAO 執行預先設計好的動作。

4. 移動性

NAO 是一個仿人機器人,具有四肢和 25 個關節自由度,因此可以如人般行走,它具有慣性中心的設計因此在動作中可以保持平衡,跌倒也可以爬起。

5. 連線性

NAO 可以經由 3/4G 或者 Wifi 無線網路連線的方式連上網路。

6. 思考能力

NAO 內建一些演算法可以重複或回應互動者的動作，另外也支援擴充人工大腦的方式來強化 NAO 的思考能力及互動性。

(二)軟體環境

說故事服務模組之開發環境包括作業系統是 MacOS Sierra V10.12.5, 以及由 NAO 隨機附贈的軟體工具 Choregraphe V2.1.4.13, 其操作介面如圖 13 之紅字標示: 1.工具及機器人相關操作列、2.專案目錄及屬性區、3.Box Library、4.圖形介面編輯區、及 5.已燒錄程式區等區。Choregraphe 具有直覺的圖形介面、標準動作程式資料庫、以及支援高級程式設計功能。使用者可以從動作程式資料庫來複製和編輯行為動作轉到其自行開發的程式中, 亦可讓使用者自行設計適合個人化的行為動作。使用者可製作各種活動、循序或平行執行的程式, 其時序模式可提供使用者運用邏輯程式設計功能。此外 Choregraphe 亦允許開發者直接使用 Python 與 C++程式語言來設計機器人行為動作。

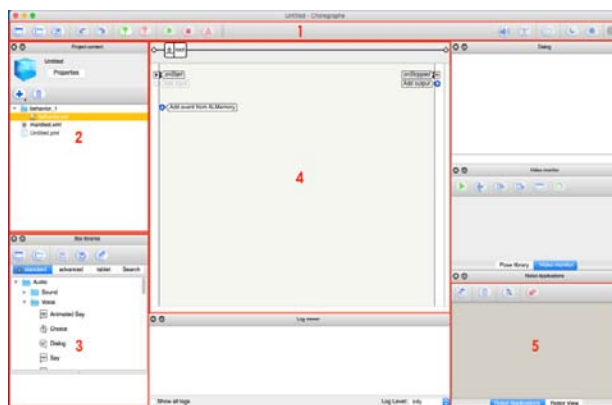


圖 13 軟體工具 Choregraphe V2.1.4.13 之操作介面

二、實作流程

NAO 機器人應用程式主要是使用 Choregraphe 來設計機器人動作，而 Choregraphe 有支援 “Behavior”與 “Time-Line”二種實作方式讓使用來細部規劃 NAO 機器人的一舉一動，一言一行。在實作上，“Behavior”也就是機器人動作的程式館，有一些呼叫特定的機器人 Behavior，例如：敬禮、揮手、蹲下、等待使用者講話等罐頭式的機器人動作可供利用，如此 NAO 的程式師可以輕鬆的完成機器人動作設計工作。另一個則是 NAO 的程式師以 “Time-Line”方式，以時間軸進度為參考軸，在一個連續動作的頭尾二個時間點，分別所設計其起始動作姿勢，以及結尾動作姿勢，以及動作的延續時間長度，即可完成自己所設計的機器人細部姿勢與動作。

(一) 使用 Choregraphe 設計機器人動作程式的步驟:

1. 在使用介面中紅色號碼標示 2 的區塊中，將已分段好之故事電子書語音檔放入專案資料夾。
2. 在使用介面中紅色號碼標示 4 的區塊中，針對每個段落新增一個 Diagram box，將其更名為各段落後將前後訊號線進行串接。每個 box 代表各個段落的故事及動作集合。
3. 雙擊某一 box，例如：001，開始編輯第一段落的內容。
4. 每個段落的程式流程皆設定為一面播放故事電子檔，一面控制延遲的時間執行機器人動作。
5. 點選 box 左下角的扳手，即可選擇故事電子檔段落。
6. 接著把前後訊號線接上，完成播放故事電子書語音檔段落的部分。
7. 機器人肢體動作設計的部分有兩種方式

(1)使用已經燒錄在實體機器人上之動作 behavior：透過一個 Text Edit 的 box 來指定要執行的 behavior 名稱，Start

Behavior 執行。一旦執行的 behavior 名稱為已燒錄之 behavior 名稱，即不可隨意更改。

(2)使用 Timeline 設計機器人肢體動作（圖 14），相關功能區塊（以紅字標示者）分別為：

‘1’ 時間軸視窗；

‘2’ Robot View（機器人狀態預覽視窗），可在工具列→View 中開啟/關閉；

‘3’ 系統內建之三種基本姿勢，同樣可在工具列→View 中開啟/關閉其進行步驟包含連線至虛擬機器人、進入 Timeline box 介面。

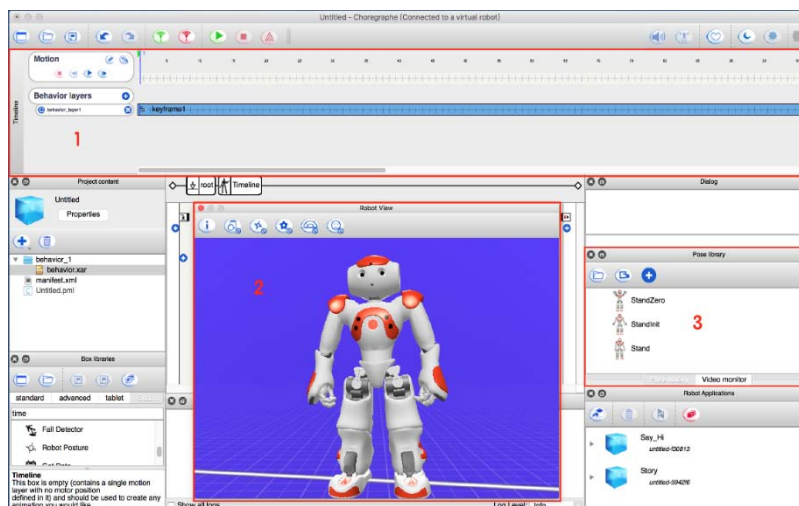


圖 14 Timeline box 介面

(3)Timeline 編輯模式下，時間軸是以「在指定的時間點完成什麼姿勢」的觀念做編排。例如，要做出手向上舉的動作，編輯時則是在時間點 0 的時候設定為上圖站直的姿勢，時間點 10 的時候是手舉高的姿勢。即可在時間點 0 開始，做出手向上舉的動作，而在時間點 10 完成此動作。動作的速度快慢是由兩個 keyframe 時間點相隔的時間差來調整。同樣的動作，越短的時間要做到則速度越快；相反的有較長

的時間則速度較慢。點選時間軸上的特定時間點，按右鍵→Store joints in keyframe→whole body 即可把 Robot View 中的姿勢存進該時間點。儲存成功後該時間點會出現深色方格。

(4)編輯動作時，點選欲編輯之關節（頭、手、腳或更細部關節），在 Motion 視窗內直接調整，並在 Robot View 內預視觀察機器人的肢體姿勢狀態。

(5)重複第三及第四步驟，編輯一連串的动作。按下時間軸視窗左上角的 Play 按鈕即可觀看完整的動作。

8. 加上時間的 Delay 使各個動作之間的時間間隔符合故事情境。

9. 重複第四步驟，完成故事的每個段落。

10. 將此故事 behavior 燒錄進機器人，使其他的 behavior 可透過與使用動作同樣的呼叫方式來執行此故事 behavior。

伍、研究成果

本研究的成果，包括“說故事互動服務機器人的閱讀故事服務”系統實作結果的影片展示，與對 52 位兒童讀者進行了一次實驗性展示後之問卷調查結果分析。

一、實作結果

(一) 為兒童說故事的機器人之展示

(讀者可以透過以下連結觀看展示影片:<http://bit.ly/nlpi001>)

說故事互動服務機器人的實作成果，本研究以大尺寸電腦螢幕代替投影呈現，如圖 15，說故事互動服務機器人會以第一人稱的方式扮演書中主角，閱讀故事給小朋友們聽，並且使用電子書輔助背景展示，以期讓聽眾更容易融入書中世界。不但利用圖文並茂的電子書將

聽眾帶入故事的情境，當故事進入高潮時，更可利用說故事互動服務機器人可愛的聲音和生動活潑的動作帶動氣氛，讓整個展演可以更加完整豐富。



圖 15 機器人說故事實作成果展現

(二) 機器人為兒童說故事之觀眾滿意度問卷調查

於 2017 年 9 月 5 日邀請臺中市立信義國小的 52 位小朋友前來國資圖，分成兩批進行機器人說故事見面會的實驗。實驗的流程如下：

1. 主持人開場介紹機器人。
2. NAO 自我介紹。
3. NAO 開始講故事並搭配故事投影片（兩個故事分別為：“會說話的洞”4 分 26 秒、“皮皮歷險記”2 分 57 秒）。
4. 聽完故事後將小朋友以每五個人為一組，讓協助的輔導員以口述問卷的方式協助小朋友完成問卷。
5. 離場前，讓 NAO 機器人跳一段 3 分 30 秒的機器人舞蹈，帶起活動最高潮，實驗順利結束。

現場的部份小朋友的參與度都很高，可以從現場紀錄中看出很多小朋友對於機器人說故事的反應是興奮的，且當聽機器人說故事時的

表情都非常專注 (圖 16-17)。



圖 16 機器人說故事現場 (一)



圖 17 機器人說故事現場 (二)

於機器人說故事展示之後，本研究採用問卷的方式來蒐集這個機器人說故事服務小朋友最直接的意見。由於受測的小朋友年紀較小，因此本研究採用 1~5 遞增的方式來表示喜歡的程度讓學生可以準確的表達出喜好。並由逢甲大學碩士班研究生分組替學生說明題目的意思，以免學生看不懂太過複雜的文字說明，來提高問卷的準確程度。

問卷結束回收後，經過簡單的分析，針對 A 部分基本資料的部分概述如下：

1. 參與兒童性別比例: 男生(59.2%)，女生(40.8%)；

2. 參與兒童年齡分布: 7 歲(28.7%)，8 歲(51.0%)，9 歲(18.4%)，10 歲(1.9%)；
3. 參與兒童居住地的分布: 臺中市南區(90.5%)，臺中市東區(1.9%)，西區(1.9%)，北區(1.9%)，烏日區(1.9%)，大里區(1.9%)；
4. 參與兒童使用國資圖兒童中心的頻率: 每天(1.9%)，常常來(一個星期二到三次)(22.4%)，偶爾來(每個月一到三次)(8.2%)，很少來(半年一到二次)(38.9%)，第一次來(28.6%)；
5. 參與兒童曾經來國資圖兒童中心聽故事的比例: 有(20.4%)，沒有(79.6%)。

由上面資料統計可看出，兩個班級的男女和年紀比例接近，都是大約 7 到 9 歲的學生，且居住在國資圖所在地，即臺中市南區居多。前來兒童學習中心的比例則以很少來和第一次來的比例最高，其次以常常來居次，每天與偶爾來的比例偏少。由此可對比接續問題“是否曾經來兒童中心聽故事”的數據，回答“沒有”的比回答“有”的來得多。

本研究針對 B 部分問卷內容的結果做數據分析，問卷資料係經由 SPSS 統計軟體分析，其可信度達到 0.898 的高信心水準，然後以平均數和標準差的方式來表現分析結果，如表 2。

表 2 問卷 B 部分之統計結果

	平均數	標準差
Q1. 我可以看清楚機器人的動作。	4.49	1.023
Q2. 我可以聽清楚機器人說什麼。	4.78	0.685
Q3. 我喜歡機器人說的故事內容。	4.59	0.840
Q4. 我覺得機器人說故事的動作很吸引人。	4.53	0.793
Q5. 我覺得機器人說故事的速度剛剛好。	4.65	0.830
Q6. 我覺得機器人說故事比聽故事 CD 吸引人。	4.51	0.938
Q7. 我覺得聽完機器人說故事後，會讓我 想把這本故事書找出來看。	4.08	1.336

Q8. 我下次還想來聽機器人說故事。	4.80	0.577
Q9. 我想帶朋友一起來聽機器人說故事。	4.39	1.239

由表 2 的平均數可以看出與實驗現場所感受到的現場氛圍類似的結果。由於現場實驗的過程感受到學生對機器人的期待度和當機器人說故事時的投入度都很高，因此得到的平均分數都高於滿意的 4 分，尤其最高分且標準差最小的題目是“問題 8：我下次還想來聽機器人說故事”，顯然，這項服務受到兒童讀者一致的殷切盼望。但當中最低分且標準差最大的部分是落在“問題 7：聽完機器人說故事後，會讓我想把這本故事書找出來看”，這可能跟機器人所說的故事長度偏短，以及跟故事劇情展現的起伏度不高，導致尚未引起兒童讀者對這個故事的興趣有關，或者可能也跟兒童平時不常到圖書館借書的經驗有關。

另外，從“問題 6：我覺得機器人說故事比聽有聲書故事 CD 吸引人”得到 4.51 高分數的結果，顯示出兒童讀者覺得有機器人的動作是立體的、真實的、可碰觸的，相對於單調平面式的有聲書故事 CD（僅有聽覺），更能成功地吸引兒童讀者們的注意，也更能讓兒童讀者覺得愉悅，這樣人類和機器人之間的互動型態若應用於教學，不僅可提升教學效率，也會提升學習動機。這也呼應了學者 Papert（1993）的研究，若學習過程能讓學生能感到較不焦慮及愉悅，將可以有效提高學生學習的動機與教師教學成效。

其餘的表現數值都不錯，可見學生對於機器人說故事這個模式的整體滿意度與需求度是高的，但是未來可能對於故事挑選的方面須多加一些考量，譬如：挑選故事內容建議選擇比較生動、可以有動作表現的故事，機器人才可以配合故事內容做出比較有趣味性的相對應動作，甚至更可以再搭配一些兒童喜歡的背景音樂，來達到吸引兒童讀者注意的效果。

另外，本研究想再探討男女生對於機器人說故事的喜好度與接受度的差異性，因此利用 SPSS 分析單一樣本 t-test 的檢驗再進行分析。

令人意外的，一般人可能認為男生對於機器人的接受度及喜好度應該高於女生，但從表 3 可以發現，其實女生對於機器人說故事的喜好度與接受度並不低於男生，甚至女生在各問題意見的平均數都高於男生，而且從標準差分析顯示出女生的意見更為一致。同時，從 Q7 與 Q9 二個問題的分析結果可以看到，相較於男生，女生對於機器人說故事服務的繼續使用及協助推廣，有更為積極的態度。再者，從 p 值分析可以發現性別因素對於機器人說故事服務的確是一個顯著重要的差異要素($p < 0.05$ ，如表 3 中 p 值有標示*者)，因為除了 Q2 與 Q8 之外，其餘各題 p 值均小於 0.05。以 Q7 來說，顯示女生相較於男生，更願意進一步利用圖書館資源來更找出、了解故事的原著內容，這些問卷結果可以提供圖書館，若希望藉由推出機器人相關服務，以提升讀者進館來借書或使用圖書館資源興趣的參考。

表 3 男女學童對問卷看法的差異性

	性別	平均數	標準差	p 值
Q1. 我可以看清楚機器人的動作。	男	4.21	1.236	0.007*
	女	4.90	0.308	
Q2. 我可以聽清楚機器人說什麼。	男	4.66	0.857	0.086
	女	4.95	0.224	
Q3. 我喜歡機器人說的故事內容。	男	4.38	1.015	0.014*
	女	4.90	0.308	
Q4. 我覺得機器人說故事的動作很吸引人。	男	4.34	0.897	0.030*
	女	4.80	0.523	
Q5. 我覺得機器人說故事的速度剛剛好。	男	4.48	1.022	0.046*
	女	4.90	0.308	
Q6. 我覺得機器人說故事比聽故事 CD 吸引人。	男	4.31	1.105	0.044*
	女	4.80	0.523	
Q7. 我覺得聽完機器人說故事後，會讓我想把這本故事書找出來看。	男	3.66	1.542	0.002*
	女	4.70	0.571	
Q8. 我下次還想來聽機器人說故事。	男	4.69	0.712	0.074
	女	4.95	0.224	
Q9. 我想帶朋友一起來聽機器人說故事。	男	4.07	1.510	0.012*
	女	4.85	0.366	

(男 29 人; 女 20 人)

雖然機器人為兒童說故事這項服務已經受到兒童的極大歡迎，但在本研究的經驗中，實踐這類型服務的最大困難並不是在於機器人程式設計的工程技術問題，而是在於如何讓機器人能夠做出有趣而不乏味的表演，這當中需要結合聲光效果，以及豐富有趣的機器人肢體動作表演等藝術設計的問題，所以機器人表演設計師很可能是未來國家大力發展機器人應用時，一項非常有市場性的新興工作及人才需求領域。

陸、結論與未來研究

由於機器人的開發應用技術越來越成熟，對於人型機器人的「人性」的發展也就越來越成真。本研究之重點在於以 NAO 機器人為兒童說故事服務之實作經驗分享，初步的展示成果已經獲得兒童讀者相當熱烈的反應。展望未來，是否能透過機器人的帶領與陪伴來提升兒童讀者們的進館習慣與長期閱讀興趣，甚至能夠透過專注力的集中而提升閱讀的效果，將是本研究未來更值得進一步探討的議題。此外，除了本研究利用 NAO 人型機器人所完成的說故事展示之外，未來也可以利用更多不同類型的機器人，例如：具有人型外表但體型較大且具有平板可顯示資訊的 Pepper 機器人，以及體型外型可愛小巧具有平板可表現表情和滑動的 Zenbo 機器人，來開發更多機器人的智慧型服務給圖書館使用者。舉例來說，機器人在陪讀者吟唐詩接龍、下棋、陪伴兒童閱書、口語式資訊檢索、展演主題解說，都是在未來圖書館可以提供的機器人服務。

【謝誌】

作者感謝教育部支持本研究計畫之經費 (105 年度教育部辦理補助大學以社教機構為基地之數位人文計畫，計畫編號：B04)，以及感謝逢甲大學資訊工程學系碩士班荊輔翔，以及大學部張淮翔、黃硯斌、朱晏慶、唐紹維、林宸宇，外國語文學系江嫻洛等六位同學協助本計畫的各項資料收集、展區觀察訪問、報告的撰寫、問卷實驗的進行、

以及機器人雛形系統實作等工作。作者也要對國立公共資訊圖書館許瓊惠科長、蔡素娥科長、俞維濤先生、藍銘凱先生，以及逢甲大學圖書館館員張巧駢小姐協助問卷實驗的設計，以及陳新蓉小姐、張巧駢小姐支援許多行政上的協助以及提供圖書館營運服務的寶貴經驗，在此一併致謝。

【參考書目】

- 日鵬股份有限公司 (2015)。NAO 機器人產品介紹。
取自 <http://www.nao.com.tw/product>。
- 今日代誌 (2015)。國家圖書館獲贈圖書掃描機器人。取自
<https://www.new0.net/國家圖書館獲贈圖書掃描機器人-376245.html>。
- 沈薇薇、賴忠勤、林志敏、蔡明峰 (2017)。機器人於未來圖書館之加
值應用與服務。105 年度教育部辦理補助大學以社教機構為基地
之數位人文計畫期末報告。逢甲大學圖書館，臺中市。
- 國立公共資訊圖書館 (2016)。運書機器人。取自
<http://www.nlpi.edu.tw/ReaderService/Utility/utilization09.htm>。
- 國家圖書館 (2015)。國際漢學推廣成果暨趨勢教育基金會捐贈
ScanRobot 圓滿成功！。取自
https://www.ncl.edu.tw/information_236_2892.html。
- 黃硯斌、蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤 (2017)。以服務型機器人
實作圖書館導覽系統。2017 科普論壇大會手冊-海報論文發表摘
要，頁 72。
- 智能派 (2016)。《2016 中国图书馆年会》国家图书馆采用 Nao 机
器人导览展区。取自 <http://www.zhinp.com/article-10-1.html>。
- 蔡明峰、林志敏、沈薇薇、賴忠勤 (2017)。機器人應用於圖書館服務
之可行性初探。《國家圖書館館刊》，1, 153-180。
- 歐陽宏吉 (2017)。圓夢繪本計畫推動經驗分享。《公共圖書館》，5，
5-1~5-14。

藍銘凱、張琬甄 (2016)。國立公共資訊圖書館電子繪本閱讀服務—以「圓夢繪本資料庫」為例。《公共圖書館》，3，6-1~6-21。

Library Views 圖書館觀點(2016)。澳洲圖書館導入 Pepper 機器人。取自 <https://libraryview.me/2016/12/30/10842/>。

Popworld 蹦世界(2017) - 國立科學工藝博物館導覽。取自 https://popworld.cc/guide/1071/preview?previous=popworld_recommend_0。

SoftBank (2017a)。NAO 是誰?他們的 NAO 體驗。取自 <https://www.ald.softbankrobotics.com/zh/xuan-ku-ji-qi-ren/naoshi-hui>。

SoftBank (2017b)。Pepper 機器人。取自 <https://www.ald.softbankrobotics.com/zh/>。

A*STAR RESEARCH (2016). *High-tech librarian knows its books*.

Retrieved from

http://moeimo2016.blogspot.tw/2017/06/blog-post_10.html.

ABC News(2016). *Pepper has been entertaining children at the Dudley Denny City Library in Mackay*. Retrieved from <http://www.abc.net.au/news/2016-12-22/pepper-at-the-library/8141680>.

Aldebaran-Robotics (2010). *Choregraphe*. Retrieved from http://ii.tudelft.nl/naodoc/site_ch/greendoc/choregraphe/choregraphe.html.

Li, R., Huang, Z., Kurniawan, E., & Ho, C. K. (2015). AuRoSS: an autonomous robotic shelf scanning system. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp.6100-6105), Hamburg, Germany.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). New York, NY: Basic Books.

The Westport Library (2014a). *Robot Training Classes*. Retrieved from

<http://westportlibrary.org/events/robot-training-classes-schedule>.

The Westport Library (2014b). *Westport Library - Aldebaran Robotics - Hour of Code - Dec 8-2014*. Retrieved from

<https://www.youtube.com/watch?v=vMju7AeHxwk>.

Wikipedia (2017). Humanoid Robot. Retrieved from

https://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid_robot.

Wall Street Journal(2014).When Robots Join the Library.

Retrieved fromhttps://www.youtube.com/watch?v=J_KR0qtZwQ0.