

以三維擷取探索戲曲動作教與學之異同

Using 3D Motion Capture Study Chinese Opera Performance Movements

王台瑞 Tai-Jui Wang

中國文化大學大眾傳播學系 助理教授

Assistant Professor / Department of Mass Communication,
Chinese Culture University

有關本文的意見，請聯繫通訊作者王台瑞
For correspondence concerning this paper, please contact Tai-Jui Wang
Email: tyraywang@gmail.com

摘要

根據傳統戲曲的表演概念，戲曲動作可以被劃分為二種，一為可見的戲曲動作程式，二為不可見的動作。而這些動作元素將可以被應用在戲曲展演可視聽之呈現上的程序思維。研究使用 Perception Neuron 三維動捕設備進行並以「前實驗設計」為架構，資料蒐集方法則主要採用「單組後測設計」。統計方法則以多變量相關分析統計法來比對師生動作異同與相關性，分別以右手、左手、臀部、右腳、頭部等數據分析，樣本以 6,750 個數據（2.5 秒動作裡每秒 60 影格共 150 個數據，擷取動作之速度、加速度、角度 3 個變數之 XYZ 三軸數據）。本實驗研究的結果發現教與學之間會因舞臺經驗與學習體悟的不同，而有專業戲曲表演者與學習階段者的認知差異。戲曲領域數百年來發展出來的動作程式邏輯，教師與學習者之間動作異同的現象，不僅體現在可見動作程式亦體現在不可見的表演程序中。

關鍵詞：三維擷取分析、傳統戲曲、戲曲表演程式動作、戲曲教育學

Abstract

According to the procedural concepts of Chinese opera, performance proceedings can be divided into two types: visible and invisible. They both are applied to present the way of thinking how Chinese opera is been looking and hearing. This one-shot case study is conducted by using Perception Neuron, a motion capture equipment, for capturing the movements of instructor and participants into a pre-experimental design. In data analysis, a statistics method of bivariate correlation is used to compare the differences of body motions between instructor and participants variables such as right hand, left hand, hips, right foot, and head (Data $n = 6,750$ / per subject [2.5s. \times 60 frames \times 5 limbs \times 3 variables \times 3 axis = 6,750], capturing time, velocity, acceleration, and angular velocity of the five limbs). The results indicate that it has a high probability of causing variations in students' learning during teaching because the experienced quality of the teaching and learning clearly indicates how the high degree of cognition difference influence comes into being. This issue of differences of body motions between instructor and participants variables not only for the visible but also for the invisible performance proceedings, a procedural logic that has been developed over the centuries in the field of Chinese opera.

Keywords: 3D motion capture system, Chinese opera, performance movements of Chinese opera, Chinese opera pedagogy

壹、緒論

若論戲曲如何成就數百年的豐厚藝術地位，則必需要談及戲曲藝術訓練系統的根本基礎。戲曲訓練乃是建基於其所包含的表演內容、形式、和本質所建構形成的戲曲美學。在戲曲舞臺上，演員的眼神、表情、動作、招式等等，都是按照一定的戲曲表演程式來呈現，而非隨意性地任由演員自行發揮。基於長期的發展背景，本研究乃有感於臺灣文化創意產業之音樂及表演藝術產業範疇裡，傳統戲曲表演訓練與其展演的成果關聯極為密切。現今在其教學形式上依然僅是著重在師徒制之「經驗傳承」。技藝的訓練依然著重在「耗力」和「磨練」的傳統紮根模式。然而，針對教學現場學習或訓練效果的輔具效能或教學成果的研究並不多見。

本研究試圖對傳統藝術之戲曲表演教學，應朝數位科技支援戲曲相關的質量混合研究來探討教學成效的諸多影響因素之一。於現今 21 世紀數位化的時代，新世代的學習者對於學習如此艱苦技藝的意願相較於過往是每況愈下，深深的挑戰了在上個世代訓練系統培育出來的教學者之教學策略選用，甚至於直接影響教學現場最終的學習成效。因此現象來反思目前傳統戲曲教育現況，學習意願或成效與教學策略間之關係的實證研究仍然是相當地缺乏，甚或是應該要不斷的探究教與學之間有效性。更遑論教學者如何在為數不多的教學策略裡選擇，以應對難以掌握的「數位原生」(digital natives) 學習者在學習意願方面所產生的變異。

在傳統戲曲教育體制內，首當先反思有無做到依循百年傳承下來戲曲人才培養理論的法則，其次為是否已迫在眉睫的應當正視新世代的戲曲人材之培訓，如何應用數位化的傳播工具和教育科技來提高其養成素質。而專業知識和技藝的建構，是否能以數位科技輔助做到因材施教的分析，並能體認到科技發展下的數位化時代之知識傳遞，極需借重教育科技的創新和輔助建構的數位資料庫。另外，在過去的戲曲表演文獻裡以文字和圖片描述的表演動作程式規範甚多，但以具體且相對較為科學客觀的評估指標，並無一致性的存在於眾多的文獻之中，更在教學的實際場域裡多數依然以教師專業但易流於主觀的評估做為展演水準的唯一判斷。

因此，許多可能具有人為因素關聯性之表演動作訓練方式，是否能夠參照表演藝術教育相關研究所形成或後續再產出的評量方法，來建構戲曲表演肢體動作評量指標與評分規範，於展演期間施以除了教師專業評量外的學生自評和互評，最後加上戲曲專業資料庫建構的評量以做為客觀判斷的推論依據。以求凸顯出戲曲教育環境未來的兩種教育思維價值互為混合的觀念：

1. 戲曲藝術師徒養成之傳統意義：針對展演者來訓練，一種圍繞在主演者內容為中心目標所發展出來的現行教育體系。
2. 輔以數位方法教育之科學意義：不僅加強培養戲曲展演者外，同時兼顧戲曲藝術領域裡之創作、展演、教學、研究等，一種多元化發展的優秀戲曲全才為首要教育目標。

綜上，本研究主要針對如何分析和驗證戲曲表演動作，在師生之間水準現況為何而探索教與學之表現。然而戲曲表演者藝術成就高低的定義，在於表演者之心智和身體聯結性，並能得到多數觀眾的肯定與否。但藝術成就係屬於個案而無法以固定模式來複製量產。對於有名望的演員我們會疑惑與他們擅於扮演什麼角色，又通過什麼訓練和認知歷程後終至獲得其成就？其身心是否有相較於其他相同條件和年資的表演者更為異同的表現？戲曲領域對於「角兒」（頂尖的表演者或主演）的培育其恆久的行話「祖師爺賞飯吃」，如此的戲曲表演大師到底是如何做到眾人誇讚的表演身段動作？以及學習者又如何能夠習得該動作的精巧程度呢？因此，似乎戲曲表演者的身心學習表現只能在養成基礎的前端控制，即如戲曲程式性訓練過程，並在養成後端予以各種自我、團體，或場域給予之滋養來精進。基於如此的理解，本研究乃根據上述長期又普遍性的學習者現象，欲瞭解所謂好與不好的表演者個案之間，能否透過科學研究將個案深入分析並將結果變成教學的參照典範，依不同個案的深入研究與戲曲表演系統的各種項目的訓練形成模式關聯，以對應戲曲表演動作訓練時的項目程序和水準因子。

有鑑於此，相較於在表演藝術領域之各專業技藝方面，特別是音樂和舞蹈早已針對表演藝術工作者，以人體動作表現水準的角度進行了許多相關調查與研究。本研究將以戲曲表演者表演動作為本研究之目的，係為戲曲表演動作教與學之異同分析以三維擷取系統，分析專家與初學者在戲曲動作教學現場的表現。

貳、文獻探討

要談及戲曲藝術教育的根本基礎，乃是建基於其所包含的表演內容、形式，和本質所建構形成的戲劇美學。然而，正如同戲曲歷史長期的發展背景，臺灣現今各傳統戲曲劇種如京劇、歌仔戲、客家戲等，雖在內容表現因口語和聲腔而有不同，但各劇種表演形式與脈絡之內容傳播意義卻是趨近於相同。在教學的面向無不圍繞在戲曲表演程式規則來學習和傳承。戲曲教育為了能夠充分發揮戲曲程式的八種特殊屬性：「規範性」、「技巧性」、「形象性」、「節奏性」、「虛擬性」、「誇張性」、「間離性」、「應用性」等傳統戲曲美學特殊表演形式之屬性（朱文相，2004；萬鳳姝，2005），透過這八種表演屬性的特點，戲曲的技術與知識透過訓練系統之積累過程，創造出內涵豐富、色彩鮮明、舞蹈美姿、

武術形體等中華文化底蘊，以簡化的肢體編碼呈現給觀眾的形式化表演風格，即在戲曲專業領域裡被稱為「表演程式」。甚至於演員除了習得基本的表演程式，更有所謂以形體技能和服飾道具之「特殊表演技法」，使得戲曲舞臺表演豐富且多元（蔡欣欣，2003）。

一、傳統戲曲展演屬性的教學

就戲曲展演屬性之編導立場而言，焦菊隱（1988）曾提到：程式是有形的，構成法是無形的。構成法支配著程式，也就是戲曲展演的呈現；而它本身也有一定的無形的程式在其展演的背後支撐運作。戲曲表演「有形的程式」與「無形的程式」之關係的創作之所以會形成，可以被定義為戲曲程式是經由生活上的視覺感受物與聽覺感受物而來，再經由美感體驗後之戲曲舞蹈化過程，將表演動作呈現為一種具有規律邏輯性的有機實體，進而能在教與學的系統中傳承和延續。而整套教與學的系統裡之「有形的程式」，將會透過一種符合戲曲藝術邏輯的「無形的程式」，得以真實呈現完美的戲曲劇情和具體的角色人物，最終展現出戲曲綜合性藝術的美學境界。然而這種極為抽象的「無形的程式」所指稱的到底是什麼？又應當如何來分類呢？我們可以將其統稱為戲曲的構成法則，一種透過編劇和導演去精巧安排「有形的程式」之元素，然後組合成一套能融入戲曲劇情和人物內心的特殊表演。如圖 1 所表示以無形構成程式法則於戲曲表演的最終呈現上，於其背後以抽象概念推動著有形具體的動作程式，來呈現足以代表戲曲表演的形式。

這是使人物外在行為和思想感情，都能具體形象化的一種藝術程式。這也是中國戲劇學派的一種獨特的藝術程式。因此，傳統戲曲的程式其實是非常具有邏輯化的系統，如果以電腦程式語言來做為比喻，戲曲「有形的程式」可以將它視為電腦的「程式指令」，反之戲曲「無形的程式」即是組成各種電腦軟體功能的「程式語法」。「程式指令」般的戲曲有形程式是組成戲曲表演美學的根本基礎，而「程式語法」般的戲曲無形程式之組合方式與安排，在劇目的演出內容裡，能有各種巧妙的展現。



圖 1 「有形程式」與「無形程式」之關係。

二、傳統戲曲展演所需的訓練組成



圖 2 七大項有形程式系統的訓練與設計。

在戲曲專業領域裡被稱為「表演程式」之編碼形式化肢體表演，戲曲表演動作研究內容將依據戲曲的「有形的程式」邏輯概念及分類上探究，戲曲演員在舞臺上展演呈現之前，已具有下列七大項程式系統（圖2）的訓練與設計（王少洲、曹國麟，1988；余漢東，2006），其說明如下：

1. 戲曲五法（手、眼、頭、身、步）表演動作技藝之展現視覺形象分類。
2. 戲曲行當（生、旦、淨、丑）四大角色人物性格之本質體現視覺形象分類。
3. 戲曲四功（唱、唸、做、打）在編劇和導演的形式內容安排上之表演視覺和聽覺形象分類。
4. 戲曲化妝（生、旦、淨、丑）代表角色性格的忠奸善惡之臉譜面貌視覺形象分類。
5. 戲曲行頭（冠、盔、巾、帽、包、蟒、靠、褶、帔、衣、靴、鞋）服裝造型視覺形象分類。
6. 戲曲文武場（文場：管弦樂器，武場：打擊樂器）曲調伴奏之音樂聽覺形象分類。
7. 戲曲場景（切末：道具，佈景：桌椅組合）時空地點轉換之佈景道具視覺形象分類。

圖 2 中所示之箭頭符號就教育系統而論代表其依附關聯而非順序關係，戲曲特殊的表演形式，無論是在戲曲發源地中國大陸，亦或是臺灣本地的戲曲領域，在動作與服裝和道具之間的長期訓練過程裡，具有極高的技巧養成困難度與伴隨著演員的不適應情況之風險。一般說來並不易令人真正理解，為何傳統戲曲表演不同於其他展演產業之表演形式，乃因其過程必需在特殊的場域進行戲曲表演程式訓練，例如基本身段與武功表演技巧約能

分為八種類目共 333 項，另外還有毯子功、把子功、服飾功、和道具功等，皆在長達至少 12 年重複性的訓練過程，最終能夠產出專業的戲曲表演人才（余漢東，2006）。

綜上所述之重要性，若以戲曲武打戲裡經常出現的「打出手」程式動作套路為例（圖 3），武旦角色如何在打鬥中使用雙腳去踢轉纓槍，使能夠將纓槍踢回給投擲者，經觀察結果判斷其可能的因素為：踢槍和拋槍者的身高、纓槍長度和重量、表演者間的位置距離、踢纓槍者跳躍的方式與高度、投擲纓槍的拋物線運動和人為疏失之可能因素等足以影響投擲成功與否的可能性影響因子。這反映了戲曲表演者身體的一種以協調性為導向的技巧熟練程度。

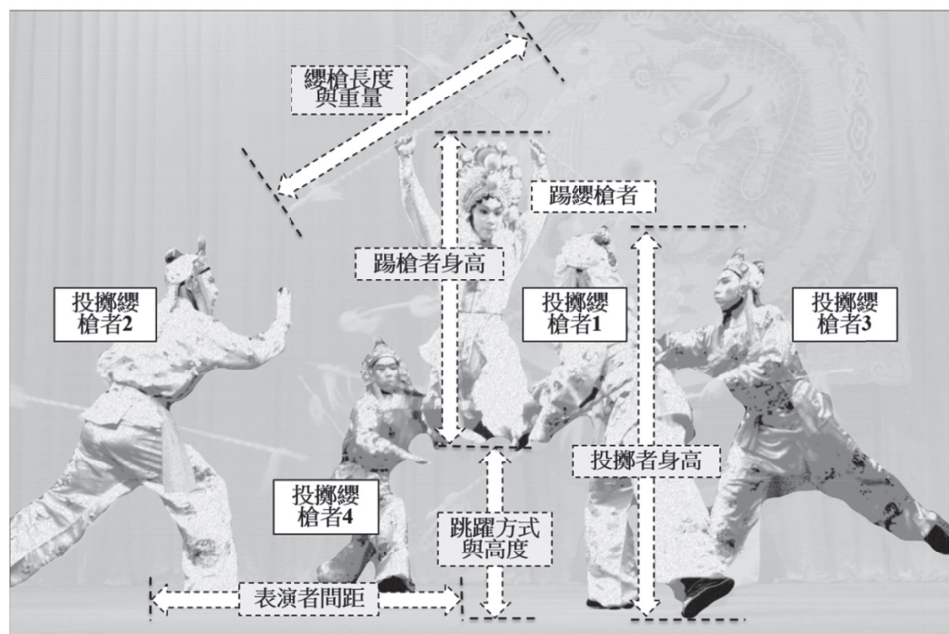


圖 3 戲曲表演動作之「打出手」關聯圖。

三、三維擷取科技與動作研究

根據上述戲曲訓練內容，若能將表演程式動作套路，以三維動作擷取技術（3D motion capture）予以數據化記錄來輔助動作資料的獲取與儲存，即能夠將戲曲基本標準動作，和許多深受推崇之流派動作予以記錄並進行動作分析。

根據 Pueo、Jimenez-Olmedo（2017）的一篇最新的研究顯示，在 892 篇論文相關於三維動作擷取系統研究運動效能表現的研究分別為運動力學分析（例：步態、彈跳分析）、新系統的應用檢測（例：三維演算法的精進與測試），和運動效能提升（例：速度、加速度分析）等面向。他們的研究也指出光學式系統雖然是精確度高但卻是價格昂貴不易取得，甚至於在執行操作時和後續處理方面所花費的時間也最多。因此，多數研究者隨

著非光學式系統的新科技發展下，選擇了以電磁式感應元件的動作擷取系統來進行相關研究（例：速度、加速度、角速度分析）。因而他們建議在應用三維動作研究方面若電磁式感應節點越多，則能夠充分的發揮效能並提升其動作記錄精確的程度。

另外，三維動作擷取系統在運動訓練或是舞蹈訓練等方面，相關的研究要不斷進行特殊運動肢體和舞蹈動作個案的探索，亦或是以新科技的發展設計虛擬訓練系統。例如 Chan、Leung、Tang、Komura（2011）在研究中提出了一種基於三維動作捕捉，和虛擬現實（virtual reality）技術的舞蹈訓練自學系統。Chan 等的系統開發研究讓學習者在學習動作過程可以有三種反饋的獲得，第一種為即時顯式重點差異肢體部位，第二種為分數的評量報告，第三種為慢動作重播；系統在設計上此三種回饋的統計演算方式，皆為學習者與虛擬人偶的標準動作數據進行相關性分析的演算比對。而系統在學生多次的學習後，以成對樣本 t 檢定的統計分析法，來進行學習者前後課程學習成效上的分析與評量。因此，在本文所要探索的戲曲動作異同分析研究方法上，則能以三維擷取系統進行量化的重點部位異同分析，並輔以教師的評量作為質量混合研究的設計。

四、戲曲訓練新研究取徑與方法

綜合文獻探討範疇所形成之研究取徑，應用三維動作擷取實驗方法來探討戲曲動作教與學之異同探討。因此，本研究將進行如下質性資料與量化資料混合研究的方法程序設計（圖 4）：

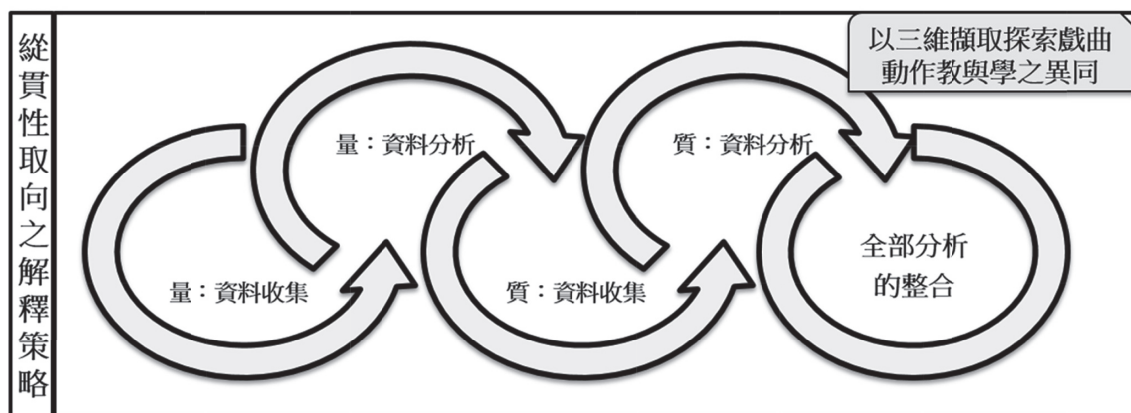


圖 4 研究方法設計之研究策略視覺模式。

本研究所採用之研究策略為「縱貫性取向之解釋策略」。如圖 4 所示，它是在混合研究方法六個取向中最為直接的。它的特質是以先選擇分析量化資料接著蒐集分析質化資料。優先權為量化資料，而這兩種方法在解釋的階段統整。此策略可能具有或可能不

具有一個特定理論觀點。連續解釋策略的目的，係特別設計去使用質化結果來支持解釋、詮釋量化研究的基本發現。當量化的研究出現無法預期結果時，它就顯得特別有用（宋曜廷、潘佩好，2010；Morgan，2007；Morse，1991）。因此，戲曲動作異同分析研究方法上得到的量化資料便可用來更詳細檢查大量的數據資料。而這種在教學現場探索真實的本質，是這個策略的主要力量，因為步驟是清楚而階段分明的，且這種設計特徵使它容易描述和報告。此取向之目的是為了決定在一個既定的群體中的顯著現象，特別是有益於正在建立一個新工具的研究者，正如本論文所要研究的論題方向和內容。

綜上，在研究者的戲曲專業實踐範疇內，戲曲理論家和舞臺上的戲曲科班表演者，實際上有某種值得以科學方法來探討的認知差異。理論家所認為的無形構成法則在於編導的詮釋（焦菊隱，1988），但卻與戲曲表演者動作所具備的有形和無形程式展現上，極可能存在認知上的差異。戲曲文獻在歷史洪流裡並不欠缺戲曲理論家之大作，但顯而易見的在以科班演員的觀點立場之論述卻極為缺乏！在戲曲藝術傳承的教學系統裡，科班演員的動作學習歷程主要係經由教師之口傳心授訓練過程，將表演動作程序經由記憶、領悟、內化、轉換和展現，來達成這種內外循環的腦內認知與肢體協調的一致性過程，最終能發展出符合演員自身的學習和創作模式，再藉以舞臺經驗的積累來創造屬於自己獨特的展演內涵與價值。

另外就批判的立場而論，鄒慧蘭（1985）提及事實上有一種論點是較輕視戲曲將表演程式化的。因為程式化後的結果可能導致理解不足而流於空洞、僵化；是一種為求表現的形式主義性質。戲曲表演的教育若真有如此情況，當然必需予以摒棄而回到藝術本質的核心議題上。以戲曲專業數百年的發展形成和傳承，亦無需諱言戲曲表演確實是一種高度發展的形式化藝術，因為她匯集了豐富的素材以編成或聚合而演變為可程式化的模組，予以呈現戲曲美的表演藝術風格。

因此，本研究在文獻的參考上以理論家焦菊隱（1988）、朱文相（2004）為引，戲曲演員且有論述的藝術家萬鳳姝（2005）、鄒慧蘭（1985）為參照；於本研究提出於教學現場多年來觀察到的現象，教與學的認知落差為何在舊時代不顯見而現今卻逐年浮現？教學現場會複製戲曲動作者居多，是否極可能在具體與抽象二個層次下，有形程式和無形程式的戲曲動作，在教師與學生認知上產生何種差異與變數？有鑑於此以質量混合研究來實踐，為了能夠解釋教學現場質變的現象，則必需基於教與學之異同論點切入。

參、研究方法

一、研究設計

本論文經由上述的研究背景、動機，和目的，戲曲表演動作在訓練水準現況是否一致性的依據程式性的規範，深入研究透過三維動作分析的介入教學現場，達到提升教與學之間的表現水準。研究架構如圖 5 所示。本研究執行時間為 2016 年 4 月至 5 月期間於大學戲曲基本功旦角表演身段課程教學現場。

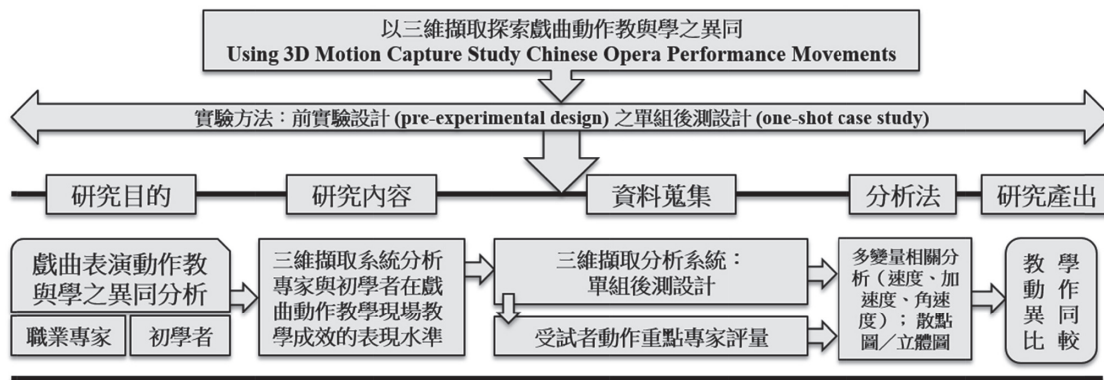


圖 5 研究設計與程序。

二、研究工具

本研究實驗所使用之三維動作擷取系統 (3D Motion Capture System) 設備名為 Perception Neuron 高精度動作擷取系統 (Noitom Ltd., Miami, FL) (如圖 6)。在戲曲表演動作分析量測方面，能夠匯出動作肢體的座標值進行量化數據分析。這是一套結合高彈性、高準確性與簡易使用者界面的慣性測量單元系統。慣性測量單元 (inertial measurement unit, 簡稱 IMU)，是測量物體三軸姿態角 (或角速率)，以及加速度的裝置，依不同數量組合之 IMU 慣性測量單元，其擷取速率分為 60 fps (19-32 neurons) 和 120 fps (18 neurons or less)。每一個 IMU 內會裝有三軸的陀螺儀和三個方向的加速度計，來測量物體在三維空間中的角速度和加速度，並以此計算出物體的各部位姿態。透過此動作擷取系統的應用，本實驗研究過程能夠做到：

1. 透過慣性測量單元擷取，可將人體動作數據計算三維空間定位。
2. 人體肢體動作擷取後之位移、速度 (velocity, cm/s)、加速度 (acceleration, g)，和角速度 (angular velocity, rad/s) 資料分析。
3. 系統可以顯示人體肢體動作軌跡追蹤，利於表演動作實驗分析。

4. 擷取數據以 SPSS（第 18 版）多變量相關分析進行教師與學生之異同比較。
5. 專家可透過擷取後動作影片，進行學生重點動作的質性評量。



圖 6 三維動作擷取實驗設備。

這套高精度動作擷取系統採用 31 個 IMU 元件置放在人體共 31 個關節或肢體部位。此套 31 個 IMU 元件組成的擷取系統，除了使用 17 個 IMU 元件在身體各部位，同時亦可擷取雙手各關節共 14 個 IMU 元件。此硬體配合了完整嚴格的演算法，共可以擷取記錄動作呈現出 59 個身體關節和肢體的數據。

三、研究對象

本階段研究之三維動作擷取實驗樣本，係以中國文化大學國劇系旦角表演身段課程學生為受試對象。該課程教師為戲曲專業演員 30 年經歷，教學資歷為 12 年，九位受試者則為大學一年級學生，學生戲曲學習經驗不大相同，實驗受試之樣本 S1 和樣本 S9 為國立臺灣戲曲學院畢業學生，樣本 S1 為京劇系專攻小生行當，樣本 S9 則是劇場藝術學系；另外樣本 S6 具有 13 年學習舞蹈的經驗，其餘樣本則無太多戲曲或表演相關基礎。

四、實驗設計

本階段研究「戲曲表演動作教與學之異同分析」之目的，乃針對學生受試者為對象，分析專家與初學者在戲曲動作教學現場教學成效的表現水準。實驗方法以「前實驗設計」（pre-experimental design）為架構，資料蒐集方法則主要採用「單組後測設計」（one-shot case study），這種研究設計雖未能符合實驗設計的嚴格要求，但是卻有簡單並且易於實施的優點，經常用於非正式的場合中，例如學校課程的評估。

在受試者身上施以三維擷取系統的動作擷取，測量受試者的動作數據，然後得以計

算出專業教師和受試者在相同動作內容的改變量。選擇此實驗設計是因為在沒有任何以科學研究戲曲動作可參照的文獻現況下，初步應用三維擷取系統為實驗工具，在戲曲動作的教與學之場域裡，探索是否能夠經由量化統計後的顯著高低，予以推論教學現場教與學之異同現況。然而，基於僅有的物理性統計數據並無法充分的證明師生之間的異同是來自於教與學的過程，因此再輔以質性的評量機制，將由授課教師針對動作組合裡的重點肢體部位區別出來，施予教師觀察受試者動作影片後評分的過程，最終得以做異同的比較與分析，完成基於量化統計與質性評量的結果進行討論。

五、實驗流程

實驗預計觀察四個變項（動作之時間、速度、加速度、角速度），針對配合本實驗之戲曲動作課程教師和受試者，實驗流程設計如圖 7 所示。於實驗之前，研究者即已與授課教師協調和討論關於施測的動作內容，並將教師確認後的動作組合錄影成影片檔案，以供實驗進行時受試者所需參照的動作指標。該組動作係為旦角持扇動作組合，乃該堂課程課綱裡教師所設計的戲曲動作組合。

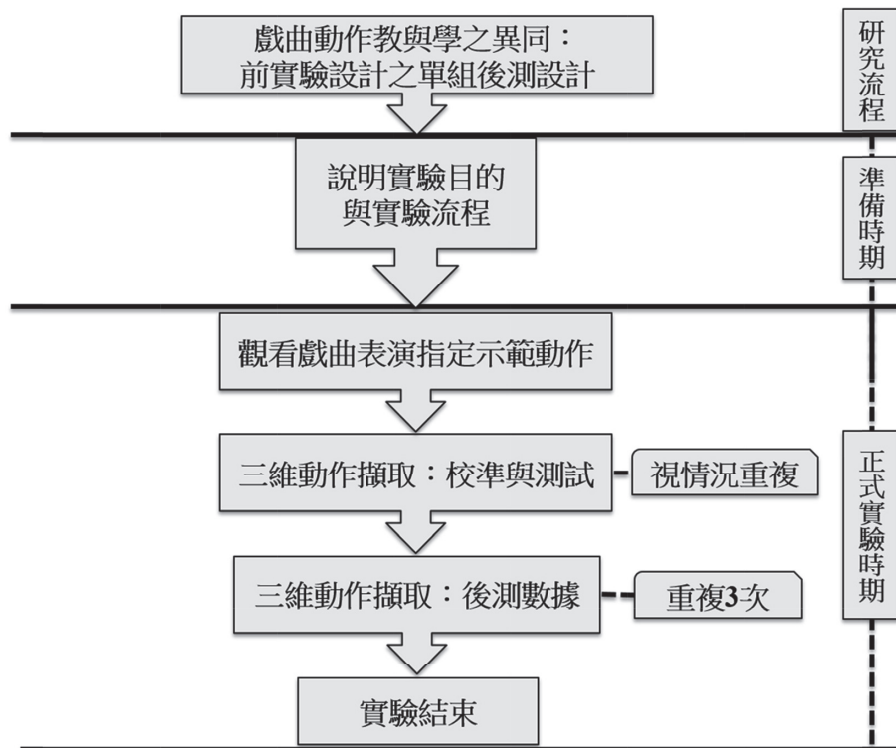


圖 7 前實驗設計之單組後測設計實驗流程。

肆、研究結果與討論

除了實驗預計觀察動作的四個變項（時間、速度、加速度、角速度）之外，針對配合本實驗之戲曲動作課程受試者，另將三維動作擷取實驗的同時所側錄之動作影片交由該課程教師評分。根據其專業予以評分，專注在指定受測動作組合裡所挑選出包含重點肢體部位之動作區段，由專家給予每位受試樣本最高 60 至 100 分的評量，並排序受試者分數的順位。輔以此質性的評量過程，最終得以做異同的比較與分析，且是基於量化數據與戲曲專家質性評量動作後的數據結果進行討論。以測定本研究階段研究方法設計程序策略「縱貫性取向之解釋」，達成如研究架構與設計圖 4 所形成之研究設計，和圖 5 研究方法設計之研究策略視覺模式所示，以質性評量輔助量化分析的混合研究過程。

本階段實驗並無設定任何虛無假設，單純為探索以三維動作分析的科技系統來分析教師與學生之間的動作差異。關於統計數據在九位受試樣本裡，每一個都以 6,750 個數據資料（2.5 秒關鍵動作裡每秒 60 影格共 150 個數據，經由與授課教師比對右手、左手、臀部、右腳、頭部共五個在動作組合裡之重點肢體部位，每一部位動作擷取其速度、加速度、角速度三個變數之 XYZ 三軸向的三種數據；即 $2.5 \text{ 秒} \times 60 \text{ 格} \times 5 \text{ 肢體部位} \times 3 \text{ 變數} \times 3 \text{ 軸向} = 6,750 \text{ 個數據}$ ），來跟教師樣本的數據以多變量相關分析統計法來比對其相關性。

就統計分析說明教學現場的受試樣本，在教師教學的過程裡學習的動作表現得分為何，與教師的動作相似程度有多高並無法充分表示學習者的戲曲表演為正確。如前所提關於戲曲表演功夫紮實者，其在舞臺表現卻未必能夠被同業甚至觀眾所讚賞。因此在質性問題的探究方面（如表 1 所示），除了實驗預計觀察動作的四個量化變項（時間、速度、加速度、角速度）之外，經研究者側錄受試者之動作影片交由專業教師專注在指定受測動作組合裡與戲曲專家討論後，所挑選出重點肢體部位之動作區段給予評量。

表 1

教師針對受試者之 2.5 秒亮相動作的右手、左手、臀部、右腳、頭部共五個重點部位總評分

編號	動作分數	備註
S1	84	戲曲學校科班生（京劇學系）
S2	72	
S3	65	
S4	74	
S5	68	
S6	75	
S7	78	
S8	72	
S9	77	戲曲學校學生（劇場藝術學系）

資料來源：授課專家提供。

表 2

多變量相關分析：右手、左手、臀部、右腳、頭部 2.5 秒 VAW 總表

樣本	VAW_p 值	相關總平均	統計排名	教師評分	教師排名
S1	.092	0.279	5	84	1
S2	.083	0.210	7	72	6
S3	.205	0.092	8	65	8
S4	.086	0.389	3	74	5
S5	.077	0.266	6	68	7
S6	.057	0.349	4	75	4
S7	.233	0.062	9	78	2
S8	.061	0.412	2	72	6
S9	.020	0.475	1*	77	3

註：每一受試樣本動作擷取其速度（V）、加速度（A）、角速度（W）3 個變數之 XYZ 三軸向（2.5 秒 × 60 格 × 5 肢體部位 × 3 變數 × 3 軸向 = 6,750 個數據資料）。V = velocity (cm/s) ; A = acceleration (g) ; W = angular velocity (rad/s) ; p = two-tailed significance。

* $p < .05$

表 1 輔以此質性的專家評量過程，最終得以做三維動作擷取所得到的量化數據之異同比較與分析的輔助參考，且是基於量化數據與質性數據的結果來做進一步的交叉驗證和討論。因此，表 2 多變量相關分析統計總表所顯示，在五項重點肢體部位就統計學的顯著性來看，樣本 S9 的排名為第一順位且 p 值 $< .05$ ，但在教師的質性評分方面則是給予第三順位的評量。而樣本 S1 的統計排名為第五順位，教師的質性評量反而是第一順位。另外，樣本 S6 的舞蹈學習基礎紮實，在其量化統計和質性評量比對下具有一致性的結果。總體九個樣本看來，在量化統計排名和專家評分排名比較之下，此間相差一至二個順位的樣本較不具有探究與討論的價值；接續的討論將專注在排名差距二個順位以上的樣本。因此，在戲曲表演的藝術質性意涵裡，表 1 呈現了戲曲專業教師的質性評量結果，而表 2 則呈現了戲曲動作表現的量化事實。

表 1 的質性評量結果針對戲曲表演之現有基礎訓練課程內容，為了能夠察覺來自教學現場實地觀察和記錄的資料中所可能產生的概念和假設。在資料蒐集過程實際發現之理論，將比研究開始前即已認定之理論，更加能夠適用於戲曲專業訓練與動作表演的情境，教師提供的質性評量數據與三維動作擷取後的量化數據，在此混合研究之轉換應用上得到收獲。至此予以說明在實驗的量化屬性獨變項之觀察下，以三維動作擷取後的數據統計呈現本實驗之介入教與學的現場具有高度顯著性的異同變化。透過與專業教師的討論重點肢體部位之改變量從多至少依序為：右手（主要亮相肢體）、臀部（重心位移）、左手（搭配右手的姿態）、右腳（重心平衡支點）、頭部（亮相擺頭重點）等。至此，教師評量受試樣本的重點表現於表 1 內的前三名依序為 S1、S7、S9，表示在戲曲專家方面得到相較於其他受試樣本更高的評價。

而另外於表 2 的物理性數據分析目的在於研究分析動作訓練內容和教學過程的異同性，分析戲曲表演動作教與學之間的物理改變量，以便推論教與學之現象並提出初步相關結果之分析和建議，期能改善戲曲表演教與學之間的落差，並經由動作擷取後的數據比較與分析，進而瞭解到戲曲藝術對表演動作的要求和期望的精緻程度，能夠探究和發現戲曲的哪些表演屬性可能造成展演水準方面的影響因素。因此，受試樣本在量化排名依序為 S9、S8、S4。表示動作重點肢體顯著差異相較於其他受試樣本，與教師的物理性數據較為相近。至此，尚不足以推論顯著差異多者其學習的程度較差。

本實驗研究之量化資料蒐集後的數據統計，經統計整理後呈現教師和各受試者五個部位 2.5 秒動作之軌跡。而三維擷取動作物理數據分析（參照圖 8、圖 9 和表 3、表 4），將各樣本的右手肢體重點部位動作三維立體 XY 軸都以正負方向呈現，速度和加速度已將最大值減去最小值來顯示 2.5 秒內增加的總量；然而角速度是在物理學中定義為角位移的變化率，描述物體轉動時在單位時間內轉過多少角度以及轉動向量。

有鑑於此，傳統戲曲的程式是非常具有邏輯化的系統，戲曲編導的責任為戲劇性呈現透過無形法則說故事並善用有形程式來具體化；而戲曲科班教與學則在四功五法系統來做為傳承的架構與脈絡。因此，本研究所提出的教學現象在量化統計和質性評量的差異上，可以解釋並進行推論受試樣本 S1、S4、S7、S8、S9 在學習教師動作方面，即使在物理性數據相似度呈現高度或低度相關，但就戲曲表演專家的認定立場上，未必是戲曲舞臺上適當的動作表現應具備的線條美和節奏感。

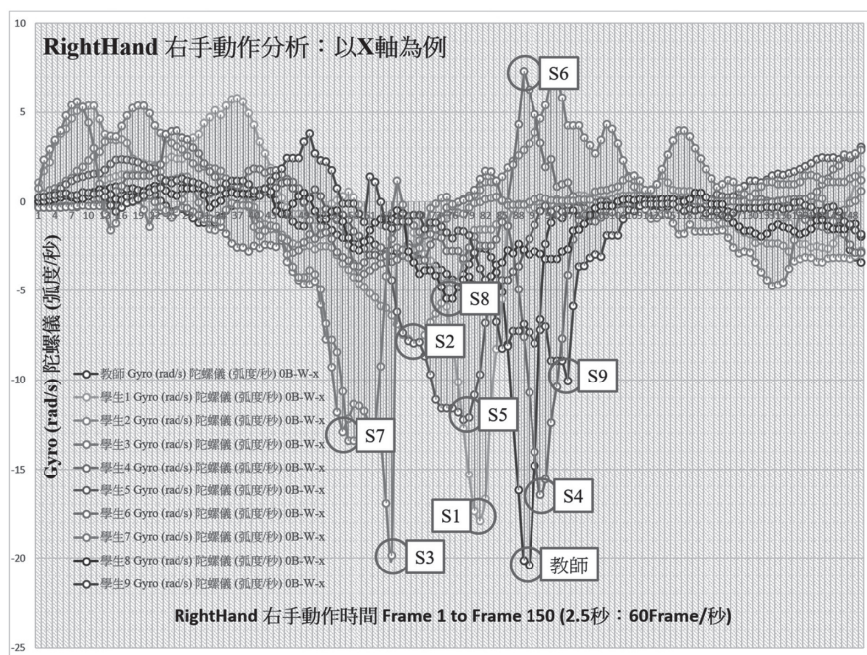


圖 8 表演動作分析：右手之 X 軸數據。

表 3

戲曲表演動作分析：右手之 X 軸數據

右手：X 軸	時間 (s)	速度 (cm/s)	加速度 (g/s)	角速度 (rad/s)
教師	F82-F90 = 0.15	1.86/0.15	1.58/0.15	17.78/0.15
樣本 S1	F71-F82 = 0.20	0.41/0.20	0.59/0.20	14.29/0.20
樣本 S2	F55-F69 = 0.25	0.67/0.25	0.33/0.25	5.37/0.25
樣本 S3	F51-F65 = 0.25	0.38/0.25	1.02/0.25	15.96/0.25
樣本 S4	F78-F92 = 0.25	0.07/0.25	0.52/0.25	13.71/0.25
樣本 S5	F58-F78 = 0.33	0.20/0.33	0.34/0.33	11.18/0.33
樣本 S6	F78-F89 = 0.20	3.39/0.20	1.86/0.20	7.31/0.20
樣本 S7	F51-F62 = 0.20	0.34/0.20	0.94/0.20	7.81/0.20
樣本 S8	F81-F92 = 0.20	2.56/0.20	2.40/0.20	1.74/0.20
樣本 S9	F78-F98 = 0.33	1.10/0.33	1.73/0.33	4.22/0.33

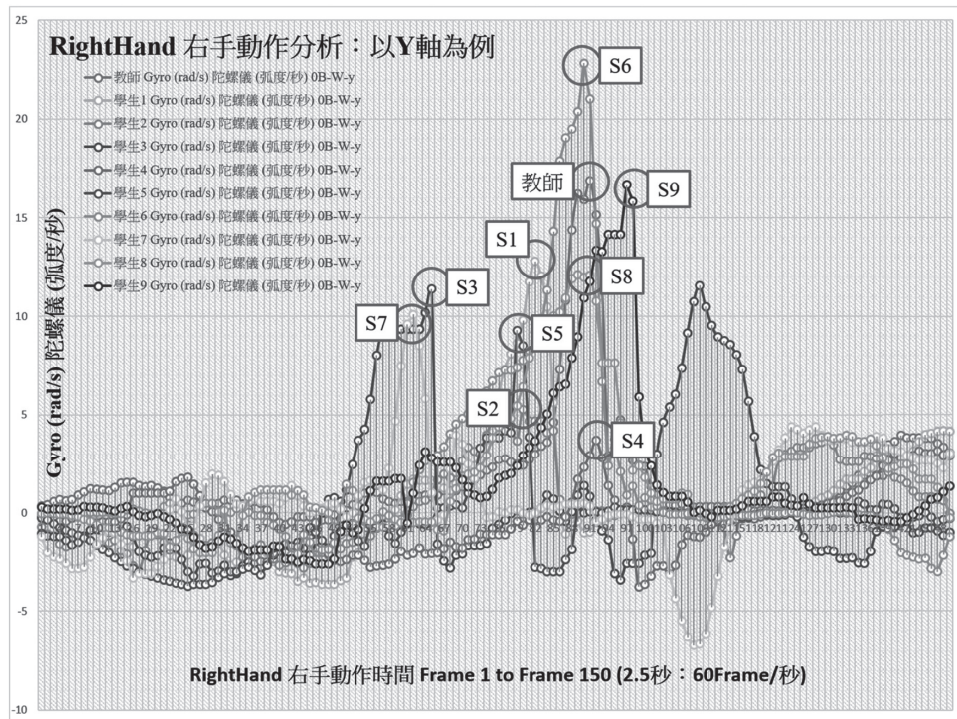


圖 9 表演動作分析：右手之 Y 軸數據。

表 4

戲曲表演動作分析：右手之 Y 軸數據

右手：Y 軸	時間 (s)	速度 (cm/s)	加速度 (g/s)	角速度 (rad/s)
教師	F82-F90 = 0.15	0.12/0.15	0.65/0.15	13.19/0.15
樣本 S1	F71-F82 = 0.20	1.33/0.20	1.16/0.20	11.10/0.20
樣本 S2	F55-F69 = 0.25	0.12/0.25	0.65/0.25	3.47/0.25
樣本 S3	F51-F65 = 0.25	1.74/0.25	0.98/0.25	10.82/0.25

表 4
戲曲表演動作分析：右手之 Y 軸數據（續）

右手：Y 軸	時間 (s)	速度 (cm/s)	加速度 (g/s)	角速度 (rad/s)
樣本 S4	F78-F92 = 0.25	0.72/0.25	0.75/0.25	4.81/0.25
樣本 S5	F58-F78 = 0.33	0.28/0.33	1.16/0.33	4.71/0.33
樣本 S6	F78-F89 = 0.20	0.14/0.20	0.65/0.20	13.08/0.20
樣本 S7	F51-F62 = 0.20	1.25/0.20	0.71/0.20	9.91/0.20
樣本 S8	F81-F92 = 0.20	0.53/0.20	0.05/0.20	4.32/0.20
樣本 S9	F78-F98 = 0.33	0.47/0.33	0.50/0.33	13.94/0.33

如上圖 8、圖 9 和表 3、表 4 所示，先以樣本 S1 和樣本 S8 來討論多變量相關分析統計結果，此二樣本皆為統計排名與教師排名在所有九個樣本裡相差四個順位。樣本 S8 在右手和臀部的動作數據與教師樣本相關性有高顯著，但在微觀的數據圖裡，樣本 S8 右手的 Y 軸來觀察其加速度所表現的量明顯力道不足，而角速度量亦與教師差距近 3 倍；而樣本 S8 的 X 軸加速度量為九個樣本裡最大，弧度量卻是九個樣本裡最小。反觀樣本 S1 的右手和臀部統計數據雖然與樣本 S8 比起來較為低度顯著，但在微觀的數據圖來看，樣本 S1 的 X 軸和 Y 軸之加速度雖然與教師樣本尚有差距，但在角速度量的總弧度於九個樣本裡是最為接近教師的數據。

再將樣本 S9 與樣本 S1 做比較，雖然樣本 S9 在統計上最終是呈現唯一相關性的顯著，但在教師的評分方面並非排名第一，因此觀察微觀數據圖來說明（如圖 8、圖 9 和表 3、表 4 所示），樣本 S9 在 Y 軸的表現上不論是速度、加速度、角速度皆表現良好，但在 X 軸弧度量的變化裡卻與樣本 S1 相差了近 10 個弧度。因此，可以推論戲曲專家在評分時對於右手的亮相動作之重視程度極高，特別是在右手 X 軸的弧度改變量上，右手在持扇子翻轉手腕時符合戲曲程式所要求的角度甚為重要。

本階段實驗樣本數據在右手 XYZ 軸數據之軌跡圖，以此圖像可以視覺方式來判別受試樣本動作與教師的異同，甚或是以動作軌跡即可以視覺判斷動作之差異（如圖 10 所示）。三維立體散點圖數據相對於動作樣貌的狀態，可以受試樣本的數據呈現三維立體圖（礙於篇幅僅列出教師和樣本 S1、S7、S9），動作亮相之角速度 XYZ 軸數據來呈現軌跡圖，可以視覺方式來觀察教師與受試樣本之動作的異同。若直觀圖像的點和點的聚合程度，多數受試樣本數據之點和點所形成的樣貌較教師的零散，且不大具備一種明確的形跡。教師各點的聚合性和軌跡則比受試樣本的結果要高和流暢，甚至以動作軌跡散點的位置距離，即可以視覺判斷各樣本動作，在加速度和角度方面之差異，那些較為離散的點之區段，係為加速度時的狀態，與其他的點相較之下，即為在均速距離的數值，突然在短時間內產生較大數值的點距離，因而造成視覺軌跡圖點和點的離散情形。

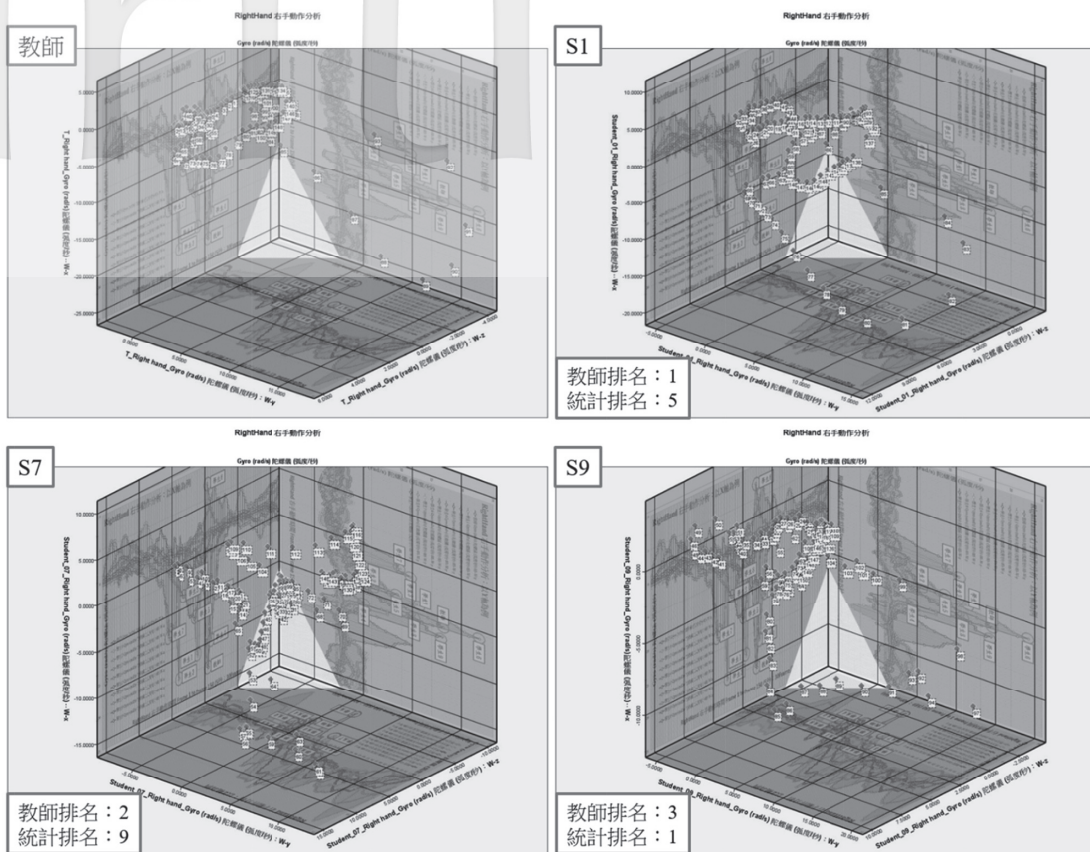


圖 10 三維立體散點圖。

綜上再以時間變項的微觀方式，來探討在教師和受試樣本於右手翻手腕亮相時 0.15–0.33 秒內各樣本之間的細微差異做異同比較（如圖 8、圖 9 和表 3、表 4 所示），在右手翻手腕時依 X 軸向來觀察數據，以教師樣本來說明，教師只用 0.15 秒以內的角速度將手腕翻轉弧度增加 17.78；所使用的加速度在 0.15 秒內的翻轉力平均提升 1.58（g-force）；0.15 秒的速度下平均距離 1.86 公分。而九組受試樣本與教師的數據比較下，俱有 13 年舞蹈訓練經驗的樣本 S6 實驗擷取與其他的受試者呈現不同的結果。數據中出現手腕翻轉弧度雖如其他受試樣本一樣小於教師，但樣本 S6 所使用的加速度和速度平均位移距離都大於教師。若是再細究以五個肢體部位的數據表現，來分析樣本 S6 為何在統計排名和教師排名順位皆為第四。如本實驗統計後的數據顯示出，樣本 S6 僅在右手和左手的表現上呈現與教師動作俱高度相關且顯著外，其餘在臀部、右腳、頭部的表現上與教師樣本數據差異較大，動作在戲曲專業的視覺樣貌必需符合有形的動作程式「亮相」過程之規範。

伍、結論與建議

結論本實驗二層次的意義，其一是科技輔助詮釋教與學的有效性，其二是跟戲曲本

質屬性在教學現場的重要性探索。在這二層之交織下試圖解釋經由實驗的設計，而能夠詮釋只有戲曲科班訓練系統出身的表演者才能體悟的表演動作本質屬性。因此，藝術性表演動作雖不同於運動競賽所要求的物理性時間、速度、角度的精準或優劣，在一組表演動作的時間差異每人不同，是因為無形程式的藝術表達趨向於自主性，但在戲曲動作的亮相時間差別基本上應當是趨近相同的，因為亮相動作當下的物理性時間長短，表演者是該表達急促、緊張或是悠閒、自然等情境，則屬於無形程式構成法則來做定義。所以，量化數據統計後相似度若高且有顯著性，則表示受試樣本「亮相」動作模仿教師趨近相同。但這個意義只是統計方面的並非真實戲曲本質的表現。因而本研究再用微觀的方式去解釋教師與受試樣本的最大值之間的差異變化。

本研究呈現的實驗量化結果，受試樣本在數據上縱然跟老師相似，卻並非戲曲領域裡專家所認可的動作程式。因為即便是統計排名較前面的，卻是無法表現出戲曲表演應該要有的「味道」和「風格」。因此，戲曲表演動作程式絕對不等同於泛論的程式化模組；而其豐富的表演形式亦絕不等於表徵上的形式主義。至要的關鍵在於戲曲表演者對於表演教學內容編排方面，是否依循了此門技藝傳承的「有形的程式」與「無形的程式」之間互為運用的精神奧義。而此奧妙之處在教與學的互動裡，教學者將動作程式在傳授過程裡若同時能傳達戲曲程式的八種特殊屬性，則學習者一招一式舉手投足之間必然能同時具備戲曲應有的線條美和節奏感。如此才能呈現戲曲表演者通過動作程式並與所要刻劃的戲曲故事裡的角色人物，呈現出高度聯結關係，一種由內而外的涵養，收放自如的表演藝術風格體現。

有鑑於此實驗階段的結果，關於具備舞蹈背景的受試樣本 S6 對於戲曲動作程式來說或許只是單一的個案，但若是日後有更多與其相同背景的樣本也有此現象發生的情形，則可以探索並深入另一個論題，即是關於舞蹈與戲曲在動作之力與美的訓練方面，二門專業藝術間之肢體訓練差異為何。至此，樣本 S1 和樣本 S9 之間的統計結果與微觀物理性數據探討後的結論，則讓本論文研究所規劃的研究設計，在量化與質性的互為探索裡，確立了更為需要深入後續除了三維動作擷取科技能否輔助教學成效之外，在學習者的戲曲程式動作上被戲曲專家要求質的明確性——戲曲動作可見與不可見的程式屬性，有多少戲曲領域專業表演者才能懂得運用的重點項目，於統計結果在直觀上和物理性改變量之間呈現了緊密的關聯。

上個世紀的傳統劇目紮實不可撼動，因此訓練演員的系統機制明確為特定劇目而服務；反觀現代戲曲的多樣性，傳統戲曲演員訓練系統難道不該被挑戰甚或質疑其教學的有效性，也或許這正是現今教學現場的窘境，教者不知為何程式邏輯而教，而學習者自

然就成爲程式複製的載體，逐年下來則讓現代戲曲科班演員難以昇華至具備能處理無形且抽象層次的藝術成就。本研究的意義除了以科學方法來證實教學現場的異同現象之外，也在於從模式裡探索出優秀表演者的訓練建構過程，到底是經由何種量或質之屬性混合的模式下，因而最終可以在舞臺上除了展現戲曲的傳統表演形式外，並且能夠保有自我獨特的藝術風格。在現代的表演藝術中，那些能夠自我追求藝術造詣而成爲流派創始代表人物，成爲學習者爭相學習的楷模和範式。最後總體性的建議，基於戲曲領域較缺乏表演動作教學現場相關的實證研究，戲曲演員訓練與表演所具有的關聯性，在教學現場教與學的成效或是道具設計使用等人因問題、傳播科技應用、教學科技輔助環境建置，和戲曲課程數位化等方面，那些被藝術家所創造出來的可見與不可見動作程式，在難以系統化描述或計量的情況下，三維動作擷取科技的支援與教學輔助，能爲未來的教學或訓練提供客觀具體的訊息和學習內容。

引用文獻

中文部分：

- 王少洲、曹國麟（1988）。*國劇臉譜藝術：彩筆譜出人生百態*。臺北市：漢光文化。
- Wang, Shao-Zhou, & Cao, Guo-Lin (1988). *The face of Chinese opera*. Taipei: Han Guang Culture.
- 朱文相（2004）。*中國戲曲學概論*。北京：文化藝術。
- Chu, Wen-Xiang (2004). *Chinese opera subject outline*. Beijing: Culture and Arts.
- 余漢東（2006）。*中國戲曲表演藝術辭典*。北京：中國戲劇。
- Yu, Han-Dong (2006). *Dictionary of the stagecraft of traditional Chinese drama*. Beijing: Chinese Drama.
- 宋曜廷、潘佩妤（2010）。混合研究在教育研究的應用。*教育科學研究期刊*，55(4)，97-130。
- Sung, Yao-Ting, & Pan, Pei-Yu (2010). Applications of mixed methods research in educational studies. *Journal of Research in Education Sciences*, 55(4), 97-130.
- 焦菊隱（1988）。*焦菊隱文集：第四卷*。北京：文化藝術。
- Jiao, Ju-Yin (1988). *Jiao Juyin set: Vol. IV*. Beijing: Culture and Arts.
- 鄒慧蘭（1985）。*身段譜口訣論*。甘肅：甘肅人民。
- Chou, Hui-Lan (1985). *The formula theory of Chinese opera performance proceeding*. Gansu: Gansu People's.
- 萬鳳姝（2005）。*戲曲身段表演訓練法*。北京：中國戲劇。
- Wan, Feng-Chou (2005). *The training methods of Chinese opera acting*. Beijing: Chinese Drama.
- 蔡欣欣（2003）。戲曲特技之舞臺表演藝術類型，*中華學苑*，56，147-173。
- Tsai, Hsin-Hsin (2003). The performance types of Chinese drama. *Journal of Chinese Arts*, 56, 147-173.

外文部分：

- Chan, J. C. P., Leung, H., Tang, J. K. T., & Komura, T. (2011). A virtual reality dance training system using motion capture technology. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(2), 187-195.
- Morgan, D. L. (2007). Paradigms lost and pragmatism regained: Methodological implications of combining qualitative and quantitative methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 48-76.
- Morse, J. M. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research*, 40, 120-123.
- Pueo, B., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2017). Application of motion capture technology for sport performance analysis. *Retos*, 32, 241-247

Using 3D Motion Capture Study Chinese Opera Performance Movements

Tai-Jui Wang¹

Summary

Chinese traditional opera has been a part of Chinese culture for 800 years, and the skill of the performers is of great importance. Each learner's training process has a specific pattern, which makes it possible to explore the process of training and presentation of excellent performers. In recent years, a modern method has developed. The training of Chinese opera performers now depends on the availability of a national college. The college is divided into advanced elementary school, middle school, vocational high school, and college. During the total study period of 12 years, most students are supported by the government and receive a vocational high school diploma followed by a bachelor's degree when they graduate. The curriculum includes general subjects, professional courses, and professional skills. The general subjects and professional courses meet the standards established by the Ministry of Education, whereas the professional skills vary according to the department requirements.

In addition to the traditional performance that can be put on the stage, what kind of quantity and quality creates a mixed mode with causal relationships that can maintain its own unique art style? Training related to sports or human factors and ergonomics (HF&E) are designed to prevent human bodies from being injured, but their exploration directions and significance are completely different in essence. Performing expresses the content of the artistic creation, while the emphasis of sports is about the possibility for humans to pursue the limits in competition. HF&E puts emphasis on how to prevent humans from being injured during work. Therefore, in terms of the training on performing motions, Chinese opera art has been creating a complex modular system mode evolved from training for hundreds of years, which has caused the learning

¹ Assistant Professor / Department of Mass Communication, Chinese Culture University

requirements for motion training to turn into a combination of procedural motions due to the abundant creations made by artists.

This paper investigated whether the teaching methods for Chinese opera performance would cause teaching and learning improvements due to the use of 3D capture motion analysis system and whether digital media technology could help improve the effectiveness of Chinese opera motion teaching. Teaching effectiveness was achieved in the teaching and learning process by means of media technology, and the effectiveness of the process was verified by research methods and analytic logic. This study presented an unprecedented research method in Chinese opera history. Other than the related course design required by modern Chinese opera schools, this study investigated whether the formalism causes the loss of Chinese operas beautifulness over time. To answer this question, the researcher scouted the existence of causal relationships by means of scientific research on the teaching scene.

There is an argument that the stylization of performance is looked down because people cannot understand the essential meaning of it. It is believed that the emphasis of formalism will shape Chinese opera into a meaningless and rigid style. If the aforesaid situation happens to the education of Chinese opera performance, it must be abandoned and the participants forced to go back to the core issue of art essence. Of course, as to the development and inheritance of Chinese opera, there is no doubt that Chinese opera is indeed a highly-developed formalized art due to the integration of abundant materials that evolve into a module which can be procedural by means of compiling or aggregating so as to demonstrate the beautiful artistic style of Chinese opera.

As can be seen, Chinese opera performance is not the same as a general procedural module, and its rich performance is by no means equal to the formalism on the representation. Therefore, Chinese opera performers present a highly-connected relationship, a natural essence, and an appropriate performing style through the motions and the characters in opera stories. This paper argues that the two groups of Chinese opera teaching hold different views in terms of quality and quantity. It is not that the training methods used for hundreds of years do not work today, but their effectiveness is different from that in the past. We therefore question how Chinese opera education should re-activate to make a further study on “the causal relations that are familiar to the artists.”

According to the procedural concepts of Chinese opera, performance proceedings can be divided into two types: visible and invisible. They both are applied to present the way of thinking how Chinese opera is been looked and heard. This one-shot case study is conducted by using Perception Neuron (Noitom Ltd., Miami, FL), a motion capture equipment, for capturing the

movements of instructor and participants into a pre-experimental design. In data analysis, a statistics method of bivariate correlation is used to compare the differences of body motions between instructor and participants variables such as right hand, left hand, hips, right foot, and head (Data $N = 6,750$ / per subject [$2.5 \text{ s} \times 60 \text{ frames} \times 5 \text{ limbs} \times 3 \text{ variables} \times 3 \text{ axis} = 6,750$], capturing time, velocity, acceleration, and angular velocity of the five limbs). The results indicate that it has a high probability of causing variations in students' learning during teaching because the experienced quality of the teaching and learning clearly indicates how the high degree of cognition difference influence comes into being. This issue of differences of body motions between instructor and participants variables not only for the visible but also for the invisible performance proceedings, a procedural logic that has been developed over the centuries in the field of Chinese opera.

This research investigated the specific movements of Chinese opera performances from the instructor and nine subjects. The results suggested that the skill of accomplished performers not only lies in their movements but also in specific regulations of movements. This research was to explore the nature of Chinese opera and the teaching and learning assisted by 3D motion analysis and technology experiments so as to verify whether there were correlation coefficients and expressions. In addition to the effectiveness of teaching, it also explained the professional attributes that could be understood by the Chinese opera performers. This method can be used to educate Chinese opera learners to avoid certain unexpected interferences from the routine training.