

# 新時代的舞蹈與科技： 影像及電腦與數位化科技之遊走

王雲幼、謝杰樺\*

美國編舞家摩西康寧漢（Mercer Cunningham）於 1970 年代成功結合舞蹈與影像，建立了兩者之間的橋樑。台灣的舞蹈界在 1990 年代前後，多位舞蹈人亦熱烈嘗試各種科技之結合，唯大半以影像為背景，與舞者或舞蹈主題互相呼應，製造出不同於純人體展現之舞蹈動力。其中較具體呈現於表演藝術者，如古名申與陳瑤以影舞集呈現出舞蹈與影像之結合，以及舞蹈空間舞團於 2003 年在臺北的國家劇院演出之「實擬幻境舞蹈劇場」作品【@夢】。創作者將 3D 動畫結合舞蹈、劇場、幕後特效，並運用當時先進之投影技術將電腦動畫與舞者動作連結，創造具視覺震撼力之舞台 3D 場景。雖然舞蹈界抱著觀看之心看待此創作而無身感心受之感動，但其前瞻性是不可忽視的。

舞蹈與科技結合的另一例：舞蹈動作電腦軟體 Life Form 三度空間動畫電腦程式，於 1991 年由 Credo Interactive 電腦軟體公司發明、生產。新古典舞團藝術總監劉鳳學博士於 2000 年經曾瑞媛教授之推薦，邀請美國史密斯教授（William Smith）來臺六次介紹該舞蹈動作軟體，著重於運用電腦來編舞創作、擴展編舞者視野、豐富編舞者之想像，並於研習營結束時公開編創之成果。Life Form 除了用於動畫界，更與拉邦舞譜界數位美國大學教授合作，包括當年美國拉邦舞譜局（Dance Notation Bureau）的福克斯（Ilene Fox）主任與俄亥俄州立大學（Ohio State University）的瑪芮恩（Sheila Marion）和范兒博（Lucy Venable）兩位舞譜界資深學者教授。該合作計畫在 1997 年於亞歷桑納州立大學（Arizona State University）舉辦的國際舞蹈科技論壇中初試啼聲，但因經費短缺，在福克斯離開舞譜局之後便沉寂下來。

\* 王雲幼，國立台北藝術大學舞蹈學院教授；謝杰樺，國立台北藝術大學舞蹈學院助理研究員。

此外，本人（王雲幼）與藝術科技研究所林祺政教授及其團隊（包括謝杰樺助理研究員等二十多位舞蹈成員及電腦工程師），於 2006 年申請台灣經濟部學界科專三年策畫案通過，為國內第一所藝術學校獲得經濟部之專案。此案與國際組織如丹佛兒童舞蹈醫院及科羅拉多大學科泉分校合作。其中一個分項著重於運用舞譜之科學解析，來擷取舞蹈動作和動力。其成果除了輔助劇場內之舞蹈表演藝術，亦回饋於舞蹈復健醫療，更冀望舞蹈科技未來可應用於舞蹈教育及相關人類動作科學等發展。台灣的舞蹈表演發展，長年來緣自各種電腦影像科技與舞蹈劇場之互動，與世界舞蹈一樣仍止於投影在銀幕、人體上或運用 Sensor（感應器）與舞者在動與靜之間相呼應。然而，電腦與數位化科技在舞蹈界不僅止於單一走向，在表演藝術外，舞蹈科技的下一紀元將深入人類之生活。

## 一、舞蹈科技的下一紀元

科技應用於舞蹈領域的發展，除了上述的藝術表演，近幾年國內更開始重視以舞蹈理論為基礎的研究計畫案。例如，國立臺北藝術大學舞蹈學院向經濟部申請的「人體動作質地分析與肢體情緒數位傳達應用開發三年計畫」，即利用先進科技，將舞蹈中的質性分析轉化為量化的數據，進而應用舞蹈理論於科技領域中，優化我們的日常生活。預計透過舞蹈界對於人體動作的了解，並與資訊科學家合作，發展人類生活夢想實現的科技技術。因此，該計畫將能促成銀髮族的居家照護、健康器材的自動指導設施、貼心的虛擬管家，以及發展出協助動畫師調整角色情緒的自動模擬軟體、開發肢體創意的編舞軟體、豐富情緒互動的線上虛擬遊戲、甚至可以辨識人類情緒的機器人系統等。

## 二、舞蹈理論帶動舞蹈科技

在舞蹈的動作分析工具中最常用的、最被認可的，首推魯道夫<sup>1</sup>與其弟子共同發展出來的一套質化人體動作的方法，稱為拉邦動作分析（Laban Movement Analysis, LMA）。其最大貢獻，在於對動作的描述終於有了共通的

---

<sup>1</sup> 魯道夫·拉邦（Rudolf Laban 1879-1958），匈牙利人。他發展的拉邦舞譜（Labanotation）和拉邦動作分析（Laban Movement Analysis）廣泛應用於各領域，舉凡舞蹈、體育、心理學、犯罪學等，或多或少都援用其動作分析的理論與概念。

書寫及描述方法。如同學習外國語言，此方法是將抽象的舞蹈變成一個精細如數學，可一再討論、記錄、解析之學門。而除了分析身體要素，拉邦動作分析並以「勁力」(Effort)、「動作外型」(Shape)及「空間和諧」(Space Harmony)為三大分析工具。藉此，人與外在空間的形象加上內在心理動機，即可推測人類外顯或隱藏的情緒。以國立臺北藝術大學舞蹈學院為首的舞蹈科技團隊，利用科技與理論之結合，將舞蹈動作理論數位化，不只要應用於舞台上，更有教學及產業結合的展望。

### 三、了解動作分析學理與舞蹈科學科技之原理

上述三大舞蹈動作原理中首重勁力 (Effort)，臺灣各大學舞蹈科系近十年來皆以其為必修。勁力是用來描述動作的質地，為北藝大計畫案之研究重點。勁力包括順暢狀態 (Flow)、時間狀態 (Time)、重力狀態 (Weight)、空間狀態 (Space) 等四大分項。每個分項又分兩種動作細節，而涵蓋所有人類能量產生之要素，包括拘束 (Bound)、流暢 (Free)、突然 (Sudden)、綿延 (Sustained)、強力 (Strong)、輕飄 (Light)、直接 (Direct)、迂迴 (Indirect)。

表一：計畫案實驗室整理的資料

Effort 勁力		
以下為 8 項「勁力 (Effort)」的標準中文翻譯及其解釋與形容舉例。 注意：動作分析中的「勁力 (Effort)」主要是分析實際動作的質地，內文中的形容可能會因每個人對於文字的理解不同而略有出入，請以實際動作為主，其形容僅供參考。		
順暢狀態 Flow (How)		
釋義：物體運動的順暢程度		
Bound	拘束	註解：動作受控制的，呈現可以隨時停止的運動狀態。
		形容：控制地、緊繃地、可隨時停止地、拘謹地、小心翼翼地。
Free	流暢	註解：動作不受拘束，具有自由度以及流暢性。
		形容：自由地、流水般地、流動地。
時間狀態 Time (When)		
釋義：表現動作的時間狀態		
Sudden	突然	註解：動作具有令人驚訝之特性，與前一秒有較強的對比。
		形容：緊急地、驚訝地、急速地。
Sustain	綿延	註解：動作有持續不斷、綿延不絕的特性。
		形容：持續地、延續地、不打算停止的。

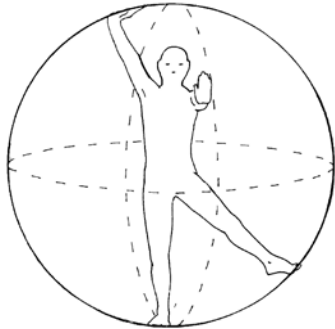
重力狀態 Weight (What)		
釋義：表現動作的重力狀態，大部分與地心引力有關，但主要為是否對抗某物，例如抵抗地心引力的芭蕾舞舞者時常呈現 Light 的動作。		
Strong	強力	註解：動作強而有力，且較容易出現於出力抵抗外在，例如：用力推牆壁。
		形容：強而有力地、抵抗某些東西似地、勁道很強地、通常是下沉的動作。
Light	輕飄	註解：大部分是在抵抗地心引力，使得動作看起來輕盈，有輕浮之感，譬如飄動的雲或煙。
		形容：輕盈地、輕如空氣般地、上升地、纖細地。
空間狀態 Space (Where)		
釋義：空間上的直接或是間接，與動作作者的意圖(Intention)相關。		
Direct	直接	註解：在動作上是直接的，非拐彎抹角的，動作的路徑相當單純，同時具有清楚的開始與結束點。
		形容：明確指出、瞄準地、目標清楚。
Indirect	迂迴	註解：動作迂迴，其路徑上出現多處轉折點，意圖沒有清楚且單一的目標。
		形容：不明確地、不定向地、間接地、摸索地。

拉邦動作分析的第二原理、也是北藝大舞蹈科技案之工具為 (Shape)，共分為三種，包括自我動作 (Shape Flow)、包覆動作 (Shaping)、(Directional)。其中動作路徑又分為直線路徑 (Spoke-like) 和曲線路徑 (Arc-like) 兩種。表二為實驗室針對動作外型所整理的中文解釋：

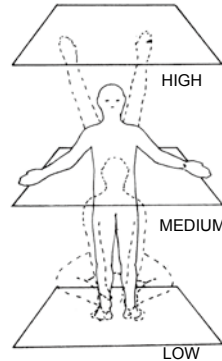
表二：Shape (動作外型) 名詞解釋

動作外型 (Shape)		
以下為 3 項「動作外型 (Shape)」的標準中文翻譯及其解釋。 注意：動作分析中的「動作外型 (Shape)」主要是用來分析實作的外型，內文中的解釋可能會因每個人對於文字的理解不同而略有出入，請以實際動作為主。		
1.Shape Flow (自我動作)		
釋義：代表自我 (Self) 的細微動作，範圍較小，通常關節呈現彎曲，不伸展的狀態。		
延伸解釋：代表自我的，與週遭環境不相干的，與外在世界隔離的 (可能) 不自覺的動作。較具神經質的外型表現，無意中顯露深層內心狀態。也包括嬰兒時期自我手腳玩弄之動作。		
2.Shaping (包覆動作)		
釋義：具有容積感或空間感的包覆動作，通常使用到軀幹，尤其是胸部，有時會加入腹部與骨盤的使用。動作具有強烈的三度空間感。		
3.Directionality (動作路徑)		
釋義：用來表示動作的路徑，具有清楚的目標點，分為直線路徑與曲線路徑兩種。		
Spoke-like	直線路徑	註解：直線狀的動作路徑
Arc-like	曲線路徑	註解：曲線狀的動作路徑

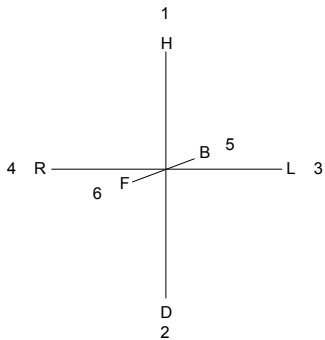
拉邦動作分析中的第三種原理為空間分析 (Space Harmony)，具有相當複雜的幾何概念。其基本概念為人可及的範圍 (Kinesphere，見圖一)，指的是人體自身的活動範圍，代表了人體活動的三度空間，為以自身為中心、四肢為半徑所建構的活動範圍。



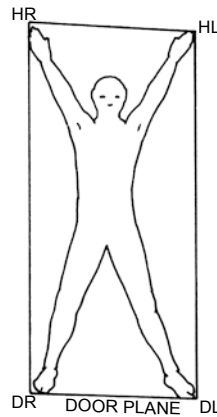
圖一：Kinesphere (動力空間)



圖二：Levels (水平高低)



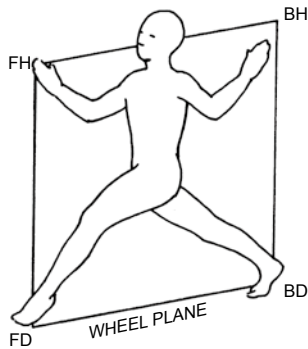
圖三：One-Dimensional (一度空間)



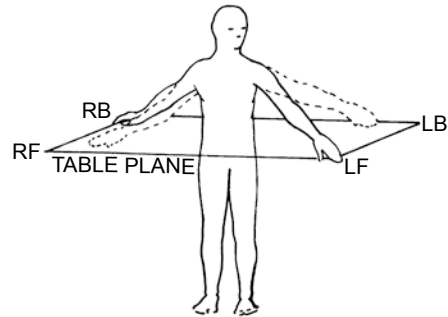
圖四：Vertical Plane (門面)

空間分析的第二個概念為空間層次 (Levels) (見圖二)，其將水平高度分類為高 (High)、中 (Medium)、低 (Low) 三種層次，動作在空間中的高低位置於是有了明確而清楚的分類。

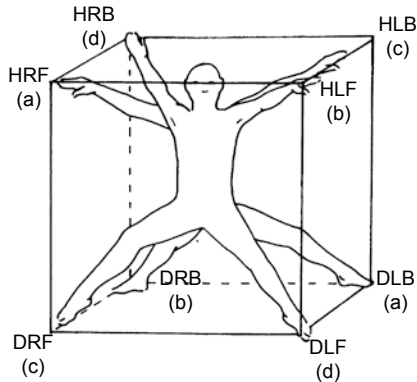
空間分析的第三個概念為依象限而分的三種平面 (Planes)。第一層為一度空間 (One-Dimensional) (見圖三)，這明確標示了人體在空間中的上、下、左、右、前、後的六大方向。第二層為二度空間 (Two-Dimensional)，定義了三個平面，如門面 (Vertical Plane) (見圖四)。在門面上又有兩種狀況，一



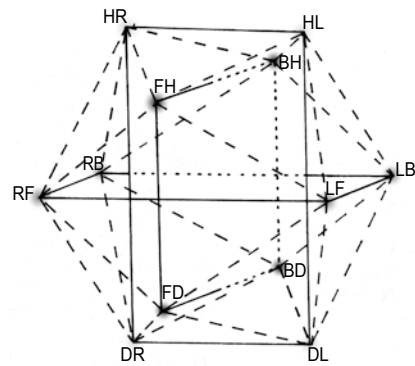
圖五：Sagittal Plane（輪面）



圖六：Horizontal Plane（桌面）



圖七：Cube（方塊）



圖八：Icosahedron（二十面體）

為上升，代表的是向上，相反的則為向下。另一個是輪面（Sagittal Plane）（見圖五），向前稱為前進，向後則稱為退縮。最後是桌面（Horizontal Plane）（見圖六），其中，水平外開的動作稱為向展開，水平合起則為向內關合。

第三層為三度空間（Three-Dimensional），以立方體（Cube）來簡單描述人在其中的動作模式（見圖七）。另外還有二十面體（Icosahedron），其構成原理為上述三種平面的連結（見圖八）：將這三個平面的各四個點兩兩相連，形成一個正二十面體<sup>2</sup>。

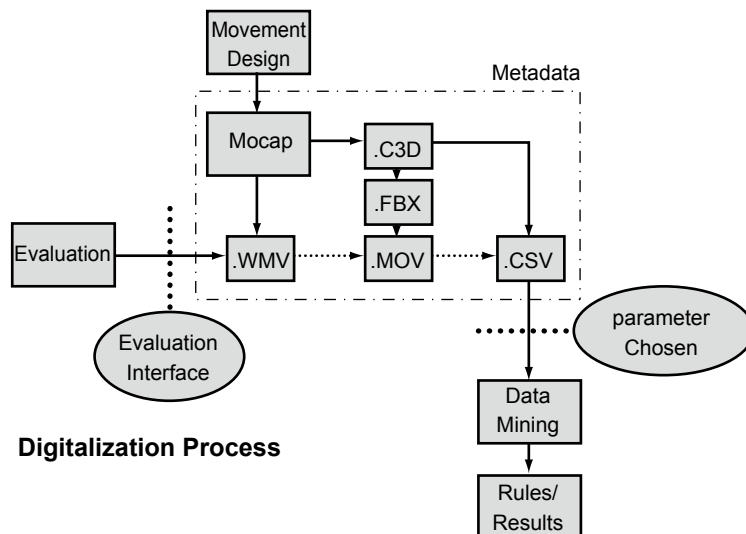
<sup>2</sup> 圖一到圖八的圖例出自 Irmgard Bartenieff 與 Dori Lewis 合著的 *Body Movement: Coping with the Environment*。

以上為拉邦動作分析中的基本工具，取代了肉眼觀察的分析方式，且其分析必須具有一定的課程訓練及專業證照檢核。研究團隊的首要工程在於將這套舞蹈分析知識數位科技化。

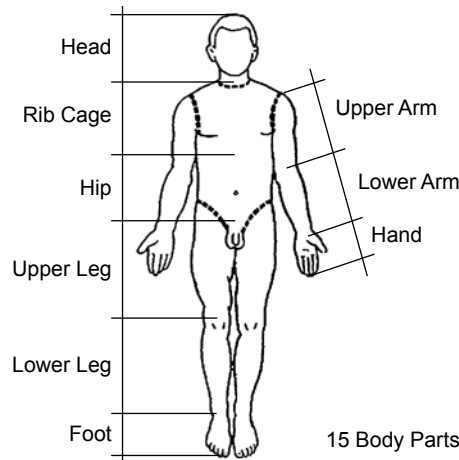
#### 四、舞蹈科技科學化

將舞蹈藝術的感性與無限空間的神遊擱在一邊，此一橫跨新時代的舞蹈科技團隊先針對動作進行資料庫的建立與動作知識的分析。其中，運用林口國立體育學院的動作擷取（Motion Capture, MOCAP）系統，對舞蹈專家預先設計的動作樣本作動作擷取，以建立動作的 Raw Data（初步資料）資料庫。然後舞蹈動作分析專家以人工方式，操作「專家評分系統」並進行研判與記錄，且以 Frames（結構）為記錄單位，由科技人員利用資料採礦（Data Mining）的方式分析出人體動作的動作質地與動作因子的關聯性與量化數據。

在大量的動作截取與歸納後，實驗室建立起量化且數位化的動作知識庫。討論後發現，運動生物力學領域中的運動學（Kinematics）與動力學（Kinetics）的各種參數，可描述人體在運動時肢段與肢段間或關節的變化，因此動作資料庫中除了舞蹈動作分析學理，也加上由運動學與動力學的參數稍作修改後的人體動作因子。經資料採礦的方法歸納，進而導出動作因子與質地之關聯性。



圖九：動作知識分析與資料庫建立過程



圖十：人體肢段分類法

為便於動作推理及模擬，在前端的資料收集及歸納的過程中，實驗室將人體分為 15 個肢段。而上述動作質地與因子的關聯性則記錄在每個肢段上。

著眼於產業應用，在舞蹈動作偵測上，實驗室利用了與目前任天堂遊戲機 Wii 相仿的加速感測器與紅外線偵測模組，另外還增加了心跳與壓力感測器作為輔助偵測元件。加速感測模組除了偵測動作加速度，再利用積分等其他方式，亦可獲得動作速度，而基本資料大致確定後，利用動作推理系統即可得出動作質地。但受限於加速感測模組以加速度的資料擷取為主，偵測與加速度相關的動作質地的效果最為顯著。為了彌補此缺陷，實驗室另外進行了商業型視訊動作捕捉系統的研發，期提供動作外型的辨認資料，補足加速感測模組的不足。唯硬體設備限制及偵測環境掌握困難，目前這個系統僅只於速度較緩慢的靜態動作。

## 五、舞蹈科技與產業互動

舞蹈科技之走向，著重於產業應用，所以實驗室先針對舞蹈健康產業進行產出，產品包含舞蹈健康帶與健康椅，其中運用了專家建立之動作指導語系統。在此系統上，實驗室以人體動作及舞蹈動作的模式（pattern）做為判斷依據。首先依舞蹈動作專家的意見，找出適合的動作質地，尋找出相關的動作因子。之後，請舞蹈動作專家進行正確的示範，擷取其動作資料，從中得出該因子的波形變化後，分析其變化模式。再請非舞蹈人員試用由此發展

的健康產品，期間有多次的訓練課程，直到該實驗對象達到正確的運動姿勢為止。而過程中，實驗室記錄了錯誤動作、指導術語、正確動作這三者間的關係。因此，實驗團隊可以針對錯誤的動作進行模式分析，找出指導術語中的關鍵詞，讓使用者可以了解並糾正動作。最後藉由各案例的差異，搭配專家的指導，歸納出適用於不同人的指導方法。

## 六、舞蹈與科技的未來

當科技可以經由舞蹈隊動作之瞭解，當舞蹈科技不只是帶著觀眾進入假象的幻境，當舞蹈劇場不只是滿足心理的美景或深入戲劇情境，當舞蹈科技不只是人類生活的附帶品，上述舞蹈的數位科技化，再加上舞蹈藝術家的豐富想像，未來的世界是值得期待的。