

3D 模型格式轉換應用之研究-以 Poser 軟體為例

張嘉仁¹ 林依秀¹ 吳崇榮²

¹嶺東科技大學數位媒體設計系研究生

²嶺東科技大學數位媒體設計系助理教授

摘要

本研究主要的目的是要說明研究者近年來針對 Poser 這套軟體的檔案轉檔方法之研究心得。Poser 這套 3D 軟體由於可以快速製作角色動畫並且其模型具有商品化的價值，一直以來在角色動畫以及角色插畫領域中都佔有一席之地。由於 Poser 軟體本身並沒有提供建模的功能，因此如果要自創角色模型或是配件模型的話，就必須要透過其它 3D 軟體先完成模型的建構後，再透過轉檔的方式轉換成 Poser 可接受的檔案。但其轉檔的流程不夠透明，官方文件只針對軟體的操作做介紹，對於轉檔部份的相關資料未多作著墨），因此使用者大多沒有辦法在自創角色的這個部份有更好的發揮。研究者希望透過這些年對於 3D 模型轉換成 Poser 軟體格式的研究心得，讓有興趣於 Poser 軟體中建立自創角色的朋友有個參考的方向。

關鍵字：Poser、FBX、Conform Cloth、Dynamic Cloth、格式轉換

Research in 3d file format conversion – a case study of Poser application

Chia-Jen Chang¹ Yi-Siou Lin¹ Chung-Jung Wu²

¹Graduate student, Institute of Digital Content Design, Ling Tung University

²Assistant professor, Institute of Digital Content Design, Ling Tung University

Abstract

The main purpose of this study is to share the researcher's experience in the implementation of Poser file conversion. Since Poser can be used to quickly create 3D character animation with commercialization potential, it has been a popular 3D character design and animation tool for artists and animators. Poser itself does not allow for original modeling of objects. If you want to create character model or props, you will have to create the model using other 3D software and then convert it into Poser's file format. However, the file conversion process is not sufficiently transparent (official documents only detail the operation of the software, but do not state the steps of file conversion), so most of the users can't create their own Poser's content model. This paper aims to fill the gap and provides directions for people interested in creating their own Poser content.

Keyword: Poser 、FBX 、Conform Cloth 、Dynamic Cloth 、format conversion

壹、緒論

一、研究背景

Poser¹是一套 3D 角色動畫軟體，由藝術家兼程式設計師 Larry Weinberg 所撰寫²，開發此軟體最主要的目的是用來取代傳統繪畫時參考的木偶人，讓程式中的“數位木偶人”可以隨意擺放姿勢與改變攝影機角度以方便藝術家參考作畫。軟體於 1995 年推出第一個版本，由 Fractal Design³這家公司所發行。最初 Poser 所提供的人物角色其人體與衣服是單一模型無法拆分個別使用，因此角色呈現出來的感覺是如同穿了緊身衣的美國超人一般，直到 2.0 的版本才陸續加入了道具以及動畫功能。在早期 3D 技術尚未成熟，大家對於 3D 角色的製作仍視為高級技術的時期，Poser 軟體的推出無疑讓動畫使用者有了一個非常得力的工具，而 Poser 也不負眾望的持續在軟體與角色動畫的功能設定上不斷的改進，加上第三方廠商的精美模型支援，讓 Poser 這套軟體如今在角色動畫的製作上也佔有了一席之地。不過，軟體的所有權在這些年中數度易主，目前擁有此軟體的開發與發行權的是一間名為 SmithMicro⁴的電信業者。

Poser 軟體的開發至 2016 年已邁入第 21 年，發行的版本也已經進入了第 11 版。而從第 8 版開始，開發廠商便將軟體的版本區分為給動畫人員使用的一般版本與可以開發模型素材的 Pro 版。這是因為隨著 Poser 軟體不斷的進化，使用者對於軟體所提供的模型素材需求愈來愈多，對於品質的標準也愈來愈高。由於模型素材的需求廣泛，除了角色之外，服裝、頭髮、鞋子、配件乃至場景、交通工具、生物...等使用者都有所需求，但製作這些素材必須要有對應的工具來處理，Poser 軟體本身並沒有建模的功能，因此須要透過其它的 3D 軟體做模型的設計，再轉成 Poser 軟體的檔案格式才能在 Poser 裡使用。對於場景與配件來說，其轉換過程是容易的，但對於角色的服裝，造型等部份就有一定的轉換條件，因此軟體廠商將一般版本定位為角色動畫創作用途，而 Pro 版則加上了模型要轉換成 Poser 專屬檔案時可使用的一些功能，亦即商品開發的功能。

模型素材的需求讓當年 Zygote Media Group⁵這家公司專門從事 3D 角色素材開發的公司嗅到了商機，他們將技術投入到 Poser 角色的開發上，由於其角色模型的品質明顯優於 Poser 軟體開發廠商，因此廣為 Poser 軟體的使用者所接受。後來內部的開發團隊更離開該公司創立了 Daz 3D⁶這家公司目前為 Poser 角色模型指標性的大公司，該公司為了 Poser 軟體所開發的人物角色 Victoria 與 Michael 模型系列現在已成為 Poser 軟體在使用時必用的主流角色，至今已發展到第 7 代。該公司並於 2005 年推出 Daz Studio⁷這套與 Poser 性質相同的軟體來搶佔 Poser 的市場。由於模型素材開發須要大量的人力，因此 Daz3D 索性讓全世界各地的創作者也加入模型開發的行列，如同目前蘋果的 App Store 以及 Google

¹ <http://my.smithmicro.com/poser-3d-animation-software.html>(2016/03/02)

² 出處參考：《Poser 8.0 高級應用及商業模型開發》/葉洪濤 賀方 等編著/清華大學出版社/ISBN 978-7-302-22782-3/前言 (2016/03/18)

³ <http://fractalfoundation.org/resources/fractal-software/>(2016/03/02)

⁴ <http://www.smithmicro.com>(2016/03/02)

⁵ <http://www.zygote.com/>(2016/03/02)

⁶ <http://www.daz3d.com>(2016/03/02)

⁷ https://www.daz3d.com/daz_studio(2016/03/02)

的 Android Market 的運作模式(嚴格說來 Daz3D 該是此機制的創始公司), 他們在網站上納入了外部創作者製作的模型素材於網站上販售, 並使用拆帳的方式讓公司與創作者雙方都能因此獲利。此方法除了讓 Daz3d 網站的商品更多元之外, 更使得商品的品質與獲利上有著驚人的成長, 也因此陸續有其它廠商投入了這個領域。目前提供 Poser 模型商品販售的網站主要以 Daz 3D、RuntimeDNA⁸以及 Renderosity⁹這三家廠商為主, 前兩者對於開發者的要求較為嚴格且有條件限制, 而 Renderosity 這家廠商則相對寬鬆。

為何 Poser 的模型商品會成為主流? 研究者分析有以下幾個原因:

(一) Poser 的所有模型素材其尺寸的標準建立在其人物角色的相對尺寸上, 例如一台摩托車的模型轉成 Poser 的格式後其尺寸肯定要能讓 Poser 人物騎上去而不會有尺寸過大或過小的問題。這跟目前國外一些專門販售 3D 模型的網站所販售的模型不同, 因為這些模型沒有一個制式的尺寸可參考, 因此常有買來過大或過小需要調整的問題。

(二) Poser 的素材是可以交替使用的, 同一個素材可以給 A 角色使用, 也可以給其它角色使用。例如道具、服裝。

(三) Poser 模型由於市場競爭激烈, 因此模型的品質相對較高但售價卻相對低廉。

(四) Poser 模型可以透過轉檔的方式轉到 3D 軟體使用。除了傳統的 OBJ 檔案格式之外, 軟體本身提供的 Fusion 外掛程式可讓 Maya¹⁰、3DS Max¹¹、Cinema4D¹²、Lightwave3D¹³這些軟體直接讀取 Poser 檔案, 讓使用者在 Poser 所設定的角色動作以及材質貼圖都能在 3D 軟體中重現。而在 10.0 的版本中更提供了 FBX¹⁴的輸出格式讓所有支援 FBX 檔案讀取的 3D 軟體都能讀入 Poser 的角色與動態設定。

二、研究動機

研究者使用Poser軟體多年, 於數年前投入模型開發行列後卻發現關於Poser軟體使用的文章與教學在網路上雖然很多, 但對於模型素材開發這個領域卻幾乎等於空白。這是一個非常有市場潛力但資訊內容卻十分封閉的領域, 在國外是如此, 在國內更是如此。研究者在投入這個模型開發領域後唯一能夠獲得相關資訊的大多是透過上述網站的收費教學或是從該網站論壇中的相關討論文章, 但這些來源都屬於未經整理的資訊, 雖然有其教學主軸, 但卻沒有系統, 對於想踏入此領域的人來說需要花費不少時間來理解與消化, 一路走來, 總覺得在學習的過程中跌跌撞撞, 非常的不順利。

三、研究目的

由於Poser商品開發的範圍是很廣泛的, 因此在開發的過程仍常會因為商品化檔案處理的規範而有新的發現或需要再做瞭解, 這是因為商品化的目的除了要讓消費者能夠使用之外, 還要能夠"容易使用"。在這樣的前提下, 單純把商品"完成"並不夠, 還必須要將商品"完善"才符合商品化的要求。本論文的撰寫目的之一是希望藉此讓自己有動力更

⁸ [http://www.runtimedna.com/\(2016/03/02\)](http://www.runtimedna.com/(2016/03/02))

⁹ [http://www.renderosity.com\(2016/03/02\)](http://www.renderosity.com(2016/03/02))

¹⁰ [http://www.autodesk.com.tw/products/maya/overview\(2016/03/02\)](http://www.autodesk.com.tw/products/maya/overview(2016/03/02))

¹¹ [http://www.autodesk.com.tw/products/3ds-max/overview\(2016/03/02\)](http://www.autodesk.com.tw/products/3ds-max/overview(2016/03/02))

¹² [http://www.maxon.net/\(2016/03/02\)](http://www.maxon.net/(2016/03/02))

¹³ [http://www.lightwave3d.com\(2016/03/02\)](http://www.lightwave3d.com(2016/03/02))

¹⁴ [http://www.autodesk.com/products/fbx/fbx-review\(2016/03/02\)](http://www.autodesk.com/products/fbx/fbx-review(2016/03/02))

深入的瞭解商品開發的相關規格並解決可能碰到的問題；而第二個目的是為了讓日後對此領域有興趣的人能夠快速的進入這個領域，研究者希望在此論文中整理出比較有條理的方式，讓讀者能夠更容易的瞭解Poser檔案的結構以及格式轉換與設定上的方法。

研究者投入教學領域數年，常覺得每年相關科系的畢業生在其畢業製作專題花費了許多心力於模型製作上，但隨著學生們畢業後這些模型檔案從此便陳封了起來不再見天日，這樣的結果實為可惜。若能透過轉換成Poser商品後在網路上販售，豈非讓模型有了新的發展空間？唯雖然這樣的理念同學能夠認同，但卻因為沒有時間做詳細的說明與教學不得不放棄，這也是促使研究者以此做為論文主軸的原因之一。

貳、文獻探討

一、關於 3D 軟體的檔案格式

目前市面上的 3D 軟體種類繁多，由於每套 3D 軟體都有其專屬格式，而不同的 3D 軟體檔案彼此之間又無法互相讀取，一直以來不同軟體之間檔案轉檔的問題就是一件令人相當困擾的事情。根據國外一家專門開發檔案轉檔軟體的公司¹⁵所支援的 3D 轉檔格式列表，目前其軟體所支援的市面上的 3D 檔案格式就已經高達 700 多種。檔案的轉換之所以令人困擾，主要還是因為各軟體對於 3D 模型的構成要素端點(Point)、邊線(Edge)、多邊形(Polygon)以及模型的材質設定資訊...等記錄的方法不同所致；另外，軟體所提供的建模方式不同也會影響檔案轉換的結果，例如多邊形建模(Polygonal Modeling)、NURBS 曲線¹⁶建模(NURBS Modeling)以及曲面建模(Patch Modeling)就是三種完全不同概念的建模方式。

多邊形建模的做法是透過編輯端點、邊線以及多邊形的方式來產生3D模型，這種方式可以說是大多數的3D動畫軟體都採用的建模功能，其優點是可以創建的模型範圍相當廣泛，但以此種方式建構的模型其細節度往往跟多邊形的數量有較大的關係，因此愈精緻的模型相對的其檔案也會因此而變大；而NURBS曲線建模的方式則是透過連接自由曲線的方法來建構模型，由於此種建模方式的優點是在製作圓滑的表面有著很好的效果而且不需要大量的點線面即可產生細膩的模型，因此檔案也較小，但有著貼圖不易處理以及操作比較困難(因受限需為四邊型結構)的問題，目前大多為工業設計軟體所採用；曲面建模則是透過邊線(貝茲曲線)來建構模型，其方法是透過連接曲線並調整線上端點的位置以產生造型，然後經由執行指令將曲線與曲線之間補上多邊形以產生實際的外觀。其優點類似NURBS建模方式可以產生較平滑的表面，而且這些表面可以透過不斷連接的曲線得以擴展，但缺點是直覺性不夠，當曲線跟曲線連接時操作者並沒有辦法立即看到最終結果，必須執行了相關指令後才能看到最終的狀態，也因此若造型與原本想法有落差時就必需將產生的多邊形刪除後重新調整曲線(許春祥 2010)。

嚴格說來曲面建模由於最終產生的結果仍然是多邊形面，因此與多邊形建模的結果相同，並不會有轉檔上的問題，而NURBS曲線建模由於是使用曲線方式建構模型，因

¹⁵ 參考 3D Object Converter 軟體開發公司官方網站的轉檔格式支援列表。
<http://3doc.i3dconverter.com/formats.html> (2016/07/12)

¹⁶ Non-Uniform Rational B-spline (NURBS)，國內譯為“非均勻有理數 B-樣條線”，一般仍簡稱為 NURBS 曲線。相關內容說明請參閱 http://hi3d.tw/3dsmax7_w/nurbs_concepts.html(2016/07/17)

此若要轉換成多邊形結構的模型就會有模型結構與細膩度的問題，畢竟其原始的模型是由曲線所構成，模型本身就很平滑，不像多邊形建模方式要讓模型平滑須要更多的多邊形面來支撐，轉成多邊形模型後的造型可能會跟原本的模型有所差異；而多邊形面的模型要轉換成NURBS曲面模型也是有其困難度的，就目前研究者的理解是使用者需要在軟體中將原本多邊形類型的模型以重新佈線的方式來呈現其原本的造型，基本上來說等同重製，目前唯一透過演算法可以將多邊形模型轉為曲面的軟體，就研究者搜尋資料的結果僅有Autodesk公司所推出的一套名為TSplines¹⁷的軟體可以辦到。但軟體本身的轉換上亦有其限制，例如多邊形只能是四邊型的結構，而多邊形的面數若是太高一樣會有無法轉換的問題，諸如以上的限制，多邊形轉曲面除了相對困難許多之外，轉換的結果可能也不盡令人滿意。

早期 3D 動畫軟體支援的輸出格式幾乎只有 Autodesk¹⁸所開發的 3D 檔案格式.3DS 以及其 AutoCAD 軟體的檔案格式.DXF 而已。而這兩種 3D 格式其實限制頗大，基本上你只能將模型轉出，而轉出的模型既沒有材質資訊，也不會有 UV 資料¹⁹，更甚者，3DS 檔案格式是以三角面為主，也就是說當你的模型存成此格式後，原本模型的多邊形將自動被轉換成三角面。這對於模型的結構來說已經算是被破壞掉的了，若想再做編輯其實是有很大的困難度。.3DS 檔案格式為 Autodesk 早期在 Dos 版的 3D 動畫軟體 3D Studio 的檔案格式，由於早期可供選擇的平價電腦動畫軟體數量稀少，此軟體幾乎成為接觸動畫軟體的動畫人員必學的一套；而.DXF 檔案格式則是同公司 AutoCAD 軟體的檔案格式，屬於工業設計的軟體，在當時也是該領域的龍頭軟體，因此這兩種檔案格式的普及是必然的。

但隨著各3D軟體開始蓬勃發展，只能輸出3D"素模型"的檔案格式顯然已經無法滿足動畫製作的需求，3D模型開始注重貼圖，也出現了UV這樣的貼圖技術，無法儲存具UV資訊的模型檔案在不同軟體間的傳遞等同沒有意義。Wavefront Technologies公司所推出的OBJ檔案格式²⁰由於採取檔案格式開放使用的策略，因此獲得了許多3D動畫軟體公司的青睞，各軟體開始有了可以讀取以及輸出OBJ檔案格式的功能。OBJ檔案格式可以記錄模型的端點位置、端點貼圖座標的UV位置、端點的法線²¹資訊...等。此檔案的普及讓不同軟體間的模型傳遞又更進了一步。

為什麼軟體公司會願意接受一個第三方公司所推出的檔案格式？研究者分析主要有兩個原因：

¹⁷ <http://www.tsplines.com/products/what-are-t-splines.html> (2016/07/18)

¹⁸ 國內譯稱為歐特克，是美國一家軟體公司，因開發的工業設計軟體 AutoCAD 而廣為人知。目前服務跨足設計，工程以及娛樂等多個領域。因為併購的方針讓該公司已成為擁有軟體數量最多，使用客戶最多的軟體公司，目前市面上主流的 3D 動畫軟體幾乎均為該公司旗下的軟體。
<https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk>(2016/07/12)

¹⁹ 用於記錄 3D 模型的端點位置以繪製貼圖的方法，其原理是將 3D 模型元件展開成 2D 平面影像，使用者只須要根據該影像繪製貼圖，便能讓這些紋路出現在模型的相對位置上。由於貼圖會完全對應模型的位置，因此當模型產生變形時，貼圖效果也會跟著產生變形，也就是會跟模型產生變化 (2016/07/12)。

²⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Wavefront_.obj_file (2016/07/12)

²¹ 始終垂直於某平面的虛線，公正無私，像個法官一樣，故取名為法線(Normal)。由法線概念所產生的法線貼圖目前為主流的貼圖格式，可讓模型產生更細膩的外觀。<http://www.twword.com/wiki/法線> (2016/07/12)

(一) 如果軟體的檔案格式太封閉的話，相對的軟體的發展也會受到限制。以當年動畫人員幾乎人人必學的 3D Studio 來說，新的軟體廠商開發出來的 3D 軟體若不能支援.3DS 格式的話，肯定很難讓使用者會想要去接觸它，如此一來它在市場上就很難有立足的機會。也因如此，目前許多軟體仍然支援.3DS 檔案格式的讀取，即便其軟體已停止開發多年。

(二) 軟體專屬的檔案格式對各公司來講都算是商業機密，因此不會有公司願意公開格式全貌讓大家知道，這也是為什麼市面上的轉檔軟體轉檔的結果都不能讓人滿意的原因。也因此軟體公司自然樂於使用第三方公司所推出的檔案格式，既能滿足使用者檔案轉換的需求又能保留公司的商業機密。

隨著OBJ檔案格式的普及，模型檔案的轉換沒有問題了，如果連動畫設定也能夠轉換的話又如何呢？這應該是早年的動畫人員最為迫切期待的功能了。雖說模型檔已經可以更平順的轉換到不同軟體，但畢竟動畫的設定除了模型之外，骨架、權重、變形...等，也是動畫人員要去處理的，不同軟體間的功能有所差異，在國外通常軟體都是混合著使用的，只要某某效果、某套軟體可達成，他們就會使用該軟體來處理，也因此催生了FBX 檔案格式。

FBX可算是目前最熱門的3D軟體檔案格式。此檔案格式原本是加拿大公司Kaydara公司所開發的Filmbox軟體的檔案格式，這是一套用於處理動態捕捉資料的軟體，之後改名為MotionBuilder。由於主要的功能是處理動態捕捉資料的功能給其它3D軟體使用，因此必須盡可能的支援各大3D軟體才有可能取得市場優勢，而他們的做法並不是讓產生的檔案可以輸出成各軟體本身的格式，而是以一個共用格式做輸出，軟體公司額外提供外掛程式讓3D軟體可以讀取該格式。此檔案格式主要的用途是做為一個中介檔案，讓不同的3D軟體可以透過輸出此檔案格式給其它3D軟體叫用。不同於OBJ檔案格式只能儲存模型以及材質資訊，此檔案格式還可以儲存動態資料，甚至影像與聲音檔，因此被所有主流的3D軟體廣泛的接受並使用。開發公司於2004年被Alias公司所收購，而Alias則於2006年由Autodesk公司所收購。近年來快速崛起的遊戲開發軟體Unity由於使用FBX做為其3D檔案的主要讀取格式，間接讓FBX一躍而成為最被廣泛使用的檔案格式。

Poser做為一套3D角色動畫軟體，由於本身並不具備建模的功能，因此很早就已經支援OBJ檔案的讀取與輸出，而FBX檔案格式的讀取與輸出則是在Pro 2014 Game Dev版才附上的版本限定功能，直到Poser Pro 11才變成是軟體內建的標準功能。其實Poser早在Pro 2010版本就提供了名為Poser Fusion²²的功能，也就是透過外掛程式的方式讓3D軟體可以直接讀取Poser場景檔案格式PZ3，3D軟體可透過此功能將Poser的角色，動態以及材質設定資訊讀入軟體中，但缺點是支援的軟體有限，從推出以來一直只有支援Maya、3Ds Max、CINEMA 4D以及LightWave 3D這四套3D軟體。雖說FBX檔案格式的支援起初只是為了能讓其遊戲開發版本能與Unity做串接，但卻因此讓Poser與各3D軟體終於有了更進一步的互動。

Poser的檔案由於用途上的差異會有多種檔案格式，但諸如場景、道具等檔案格式由於不是角色模型，因此只須要在3D軟體完成模型的建構與貼圖設定後輸出成OBJ檔案格

²² <http://my.smithmicro.com/poserfusion-plugins.html> (2016/07/12)

式，讀取進Poser軟體之後只要對材質再做完設定，選擇要儲存的檔案類型存檔即可，算是最簡單就能完成的檔案轉換工作。由於這樣的轉換並無技術性可言，因此不在本論文的討論範圍之內。

而角色相關的模型轉換相對的就複雜許多。Poser有自己的骨架系統，因此如果要讓自創的角色在Poser軟體能夠有動作的話，你就必須將模型以OBJ檔讀取後在Poser的Setup Room中做骨架綁定，同時也需要設定身體各部位的群組(Group，類似3D軟體中的權重-Weight)才能完成角色的設定工作。但由於Poser本身的角色模型是可以透過修改的方式改變造型，且軟體本身對於角色的臉型，體型等變形參數已經多到足以自由調整到讓角色產生劇烈的變化，因此研究者並不建議使用者自行開發角色模型，因為自創角色並無法做到內建角色般具有豐富的變形參數，因此在Poser軟體中的應用非常低，而且其模型骨架配置肯定不同於軟體內建的角色，如此一來軟體內建的角色相關素材如服裝、道具、表情、姿勢...等反而變成無法與自創角色搭配使用，得自己再做開發。雖然Poser 11有支援FBX檔案的讀取，但經研究者的測試發現它只能支援自己輸出的FBX檔案讀取。研究者透過3Ds Max、LightWave 3D以及iClone所輸出的FBX檔案都無法順利的讀入到Poser軟體中，因此想在3D軟體完成人物角色的相關設定後轉存FBX到Poser軟體中再儲存成人物角色格式這樣的作法實際上是不可行的。

在本論文中研究者將重點擺在角色服裝配件的開發這一個部份。其原因在接下來的章節中會做更詳細的說明。角色服裝的開發除了OBJ轉檔之外，還包含了骨架的借用、群組設定、影響範圍的調整...等，並非只是單純的做檔案的轉換。由於相關資訊的封閉讓研究者花了非常多的時間進行瞭解，所幸當中碰到的問題均已陸續克服。在接下來的單元中研究者將陸續說明本研究成果，亦即如何將外部完成的3D服裝模型轉換成可供Poser使用的檔案格式。

二、Poser 模型的類型

Poser 檔案格式²³因為類別的不同分為 Figures(角色)的.cr2 檔案格式、Pose(姿勢)的.pz2 檔案格式、Expressions(表情)的.fc2 檔案格式、Hair(頭髮)的.hr2 檔案格式、Hands(手勢)的.hd2 檔案格式、Props(配件)的.pp2 檔案格式、Light(燈光)的.ltz 檔案格式、Camera(攝影機)的.cm2 檔案格式、Materials(材質).mc6 檔案格式以及 Scene(場景)的.pzz 檔案格式等共十種項目，每一個項目都有一個獨立的資料庫，均位於 Poser 的 Libraries 資料夾中，其預設路徑為：C:\Program Files\Smith Micro\Poser 版本\Libraries。

²³ 見 Poser 軟體使用手冊。此手冊位於軟體安裝資料夾，通常為 C:\Program Files\Smith Micro\Poser 版本\Documentation\Poser Pro Reference Manual.pdf (2016/03/18)



圖 1 Poser 的資料庫面板

表1 Poser的檔案類型整理

類型	檔案格式	內容
角色 Figures	.cr2	存放人物、動物等角色以及所有穿戴型的服裝。頭髮、鞋子、道具...等資料均歸類於此，因為類型眾多，是軟體中較為複雜的檔案格式之一。
姿勢 Pose	.pz2	存放角色的姿勢、造型以及材質的替換等資料均歸類在此，因為類型眾多，是軟體中較為複雜的檔案格式之二。
表情 Expressions	.fc2	存放角色的表情資料。
頭髮 Hair	.hr2	存放角色的頭髮資料。
手勢 Hand	.hd2	存放角色的手勢資料，儲存/使用時軟體會詢問是要儲存/指定給左手還是右手。
配件 Props	.pp2	存放角色身上的配件如頭盔、護肩、手飾...等資料。
燈光 Lights	.ltz	存放場景中的燈光資訊。單檔可存單一燈光，亦可存放多盞燈光。並可儲存燈光的動態如燈光類型、光線強弱、顏色以及位移的資訊。
攝影機 Camera	.cm2	存放場景中的攝影機資訊，如：焦距及設影機的走位等。
材質 Materials	.mc6	存放模型的材質設定，如：將原本金色的盔甲變成銀色盔甲。
場景 Scene	.pzz	存放串連場景中的道具組合而成的大場景資料。

參、研究成果說明

一、Poser 衣服配件轉換原理

由於 Poser 軟體本身並沒有建模的功能，因此在資料庫的建構上，角色與配件的模

型須透過其它的 3D 軟體來建構，而這就產生了檔案格式轉換的問題。在檔案的轉換過程中，配件模型的轉換是相對簡單的，你只須要將模型儲存成.obj 的檔案格式，透過 Poser 軟體的 Import→Wavefront OBJ 功能將模型讀取後儲存到配件的資料庫即可。

相對於配件的容易處理，服裝造型就麻煩許多。所謂人要衣裝，既然 Poser 是以角色動畫為主要訴求，自然的在服裝上就會有許多的造型需要，畢竟在人物的造型設計上，服飾也是一個非常重要的環節。Poser 在處理服裝模型時有兩種做法，一種是透過軟體內部的 Cloth Room 功能做軟布料的模擬，這跟一般 3D 軟體中的 Soft Body 或是 Cloth 之類的軟布料處理功能相同，你只要把衣服模型讀取後進入 Cloth Room，接著按照步驟把該設定的參數設定完畢後按下模擬按鈕，Poser 就會幫你做軟布料動態的演算。這種做法所得到的服裝動態呈現最為自然逼真，但是它有一個比較大的問題是其演算可能會因為場景以及模型的複雜度而須要花費相當多的時間，假設你這個鏡頭有 300 個影格，布料的模擬演算一格需要耗時 5 秒的話，光演算布料的動態效果就須要快半個鐘頭，若演算完畢要再修正動作的話，布料的動態就得重新再演算一遍，而時間則又要花費這麼久。也因此，除非角色身上的衣服需要相對寬鬆的造型，否則一般來說使用者不太會去用這樣的功能。

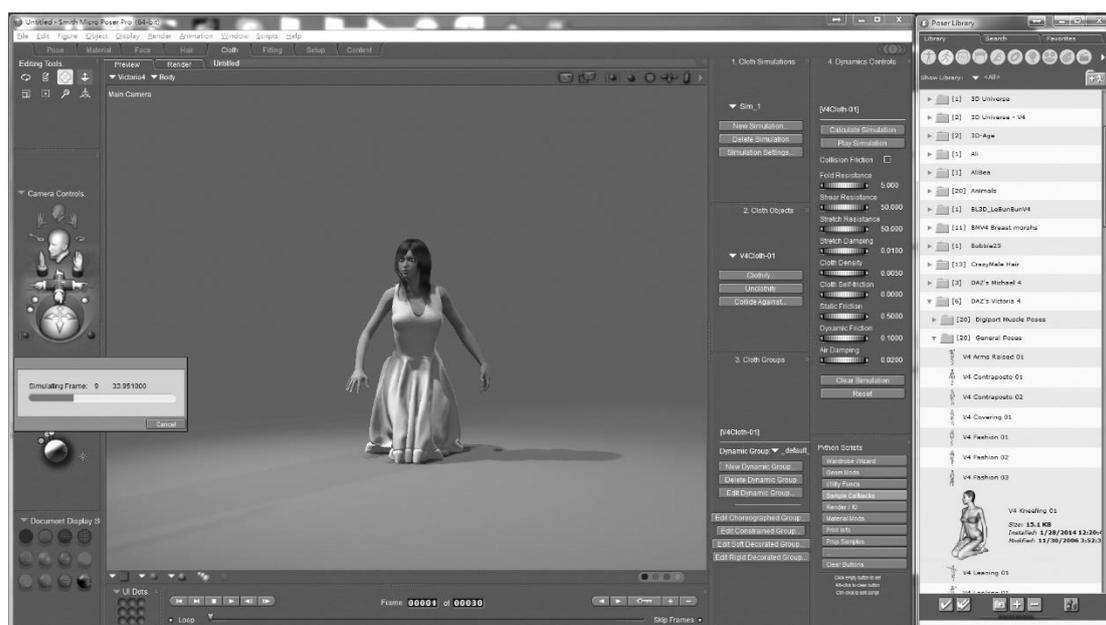


圖 2 Cloth Room 中的軟布料模擬運算過程

下圖中所顯示的是軟布料模擬完畢後著色的結果。透過演算，服裝與身體產生了非常逼真的互動，讓穿在人物角色上的衣服更具說服力。



圖 3 模擬完成的軟布料效果

軟布料的演算畢竟太花費時間了，因此對於一些貼身的衣物例如襯衫或褲子之類的造型來說，顯然使用這樣的處理方式是不合效率的，也因此 Poser 提供了另外一種做法-Conform To 的功能。透過這個指令，我們可以讓衣服，頭髮以及鞋子這類的角色模型穿戴到人物的角色模型上。在下圖中你可以看到一個穿上了日本武士服裝的人物角色。這些服裝都是使用 Conform To 的指令穿戴到人物模型身上的。

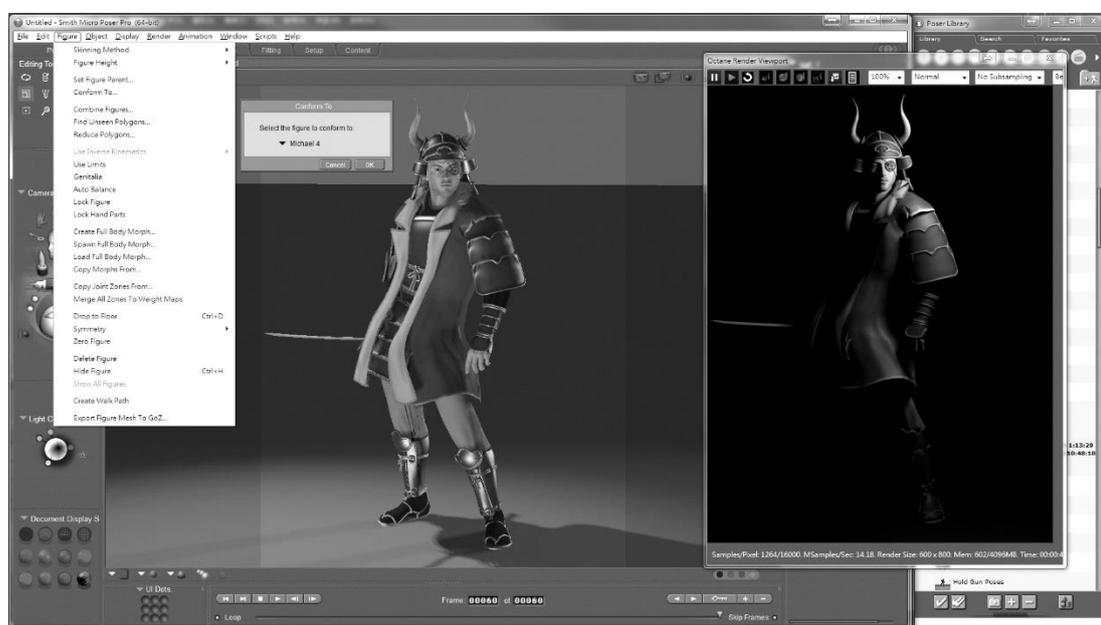


圖 4 使用 Conform To 的方式讓人物的穿上衣服

使用這種衣服穿戴方式的優點是當人物做任何動作時，服裝也會做出相對應的動作，如此一來服裝就會匹配到人物的動作。而這種穿戴衣服的方式其缺點就是衣服的動態沒有辦法像前面所述的軟布料效果那樣的擬真，而且當衣服跟人物或人物身上的道具因為

調整姿勢的關係而產生碰撞時，由於衣服模型不會做碰撞演算，因此常造成模型與模型之間產生了穿透的問題，在上圖中武士的大衣從腰部以及肩膀的地方其實就可以發現衣服與盔甲間產生了互相穿透的情形。不過穿透的問題是有解決方法的，它可以透過變形 (Morph) 的方式來處理這些破綻。既然兩種方法都有它的優點以及缺點，那在市面上販售的 Poser 衣服模型主要是以何者為主呢？從 Poser 商品販售網站 Daz 3D、Renderosity 以及 RunTime DNA 這三家公司的服裝商品列表中就可以得知：Poser 衣服的主流模型是以 Conform 的方式為主。

之所以會有這樣的結果其原因研究者分析有二：

(一) 使用軟布料模擬的方式效果雖然最好，但演算花費的時間太久，動畫中若使用軟布料，則常須要考慮到與周遭環境的互動，處理起來頗為複雜，而布料的設定參數眾多，在調整上頗有難度，故一般在處理上大多還是以貼身的服裝為主。

(二) 軟布料的模型在製作上遠比使用 Conform 的方法來得簡單，使用者只須要透過外部的 3D 軟體把模型做好，讀取到軟體中即可開始做演算處理；而 Conform 的服裝則須要做許多額外的設定，在製作的難度上明顯高於軟布料許多，但由於衣服模型的開發者在開發這些服裝商品時都會把這些設定處理好，也會將明顯可見的問題先做排除，因此使用者購買服裝商品後大多只須要做個 Conform 的動作就可以把服裝穿戴到人物身上調動作，在執行效率上明顯優於前者。

不過很遺憾的是研究者翻遍 Poser 軟體的使用手冊，卻發現軟體開發商針對 Poser 的模型商品開發這一個領域並沒有提供相關資料說明，有的只是關於軟體的操作使用說明而已。頭髮、表情、姿勢... 這類的素材由於只須要做完設定後存檔即可，因此不額外做說明是可以理解的，但對於使用上最為頻繁的 Conform 型服裝開發方式亦不做說明這就讓人不解。因此長期以來針對 Poser 軟體的模型商品開發這一個領域一直以來都是只有少數人可以踏入的。

研究者獲得 Conform 服裝製作的相關資訊來源主要有兩個地方，一個是 RuntimDNA 這家公司的 Poser 使用者論壇²⁴；另一個則是 Renderosity 這家公司的 Poser 使用者論壇²⁵。這兩家公司由於都是從事 Poser 的模型商品銷售的廠商，因此除了在論壇中可以找到一些資訊外，最有效的方法就是在其網站市集中搜尋並且購買相關的教學影片。下圖所看到的是研究者於 Renderosity 網站中透過搜尋關鍵字 "Tutorial" 所找到的 Poser 相關教學商品²⁶。但是這裡頭提到的商品內容製作的教學仍然相當有限，且有許多是地雷商品，也就是說購買了之後發現影片提到的內容還是針對建模這部份為主，關於將衣服模型轉換成 Poser 可用格式的部份著墨不多，你可能看完了整部影片後對於如何將衣服模型轉為 Poser 人物可穿戴的方法還是一頭霧水。

²⁴ <http://forum.runtimedna.com/forumdisplay.php?166-Poser-Tutorials> (2016/03/18)

²⁵ https://www.renderosity.com/mod/forumpro/?forum_id=12356 (2016/03/18)

²⁶ <https://www.renderosity.com/mod/bcs/?TopID=268283> (2016/03/18)

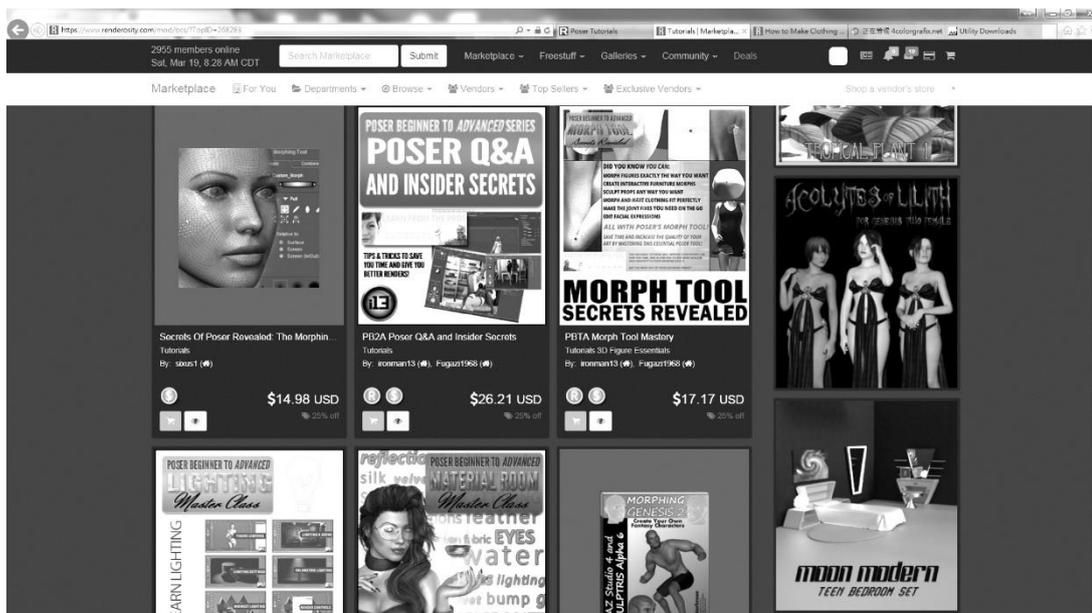


圖 5 Renderosity 網站中關於 Poser 的應用教學商品

Conform 型的衣服到底是透過什麼樣的方式讓 Poser 的人物可以穿戴上去這一點對研究者來說在一開始一直是一個令我感到納悶的問題。在經由不斷的收集資料以及購買過幾次地雷教學後終於有了初步的概念：Conform 型的衣服模型必須跟人物模型一樣是角色(Figure)模型格式，如果要讓某個角色(例如知名的 Victoria 4 女性角色模型)穿戴上衣服的話，則該件衣服的骨架設定與群組須要跟 Victoria 4 這個角色的設定是一樣的。Poser 的群組有點類似傳統 3D 軟體中的權重貼圖²⁷(Weight Map) 功能，這是一種可以讓 3D 模型的骨架精準的控制其影響範圍的方法，動畫人員針對骨架想要影響的模型部位透過塗抹模型表面的方式設定骨架影響該表面的程度，骨架只能影響相同名稱的群組。當我們透過 Conform To 的功能將衣服指定給角色的時候，若 Poser 發現兩組模型的骨架結構是相同的時候，它就會讓模型匹配給該人物角色，當人物角色手臂骨架有動作時，衣服相同名稱的骨架也會做出一樣的動作。

下圖是 Poser 軟體中非常知名的一個男性角色模型-Michael 4 以及研究者製作的一套專屬於 Michael 4 的造型服裝，當我們分別選擇角色與服裝並進入了 Poser 的 Setup Room(在 Poser 軟體中負責綁骨架的模組)後你可以發現這兩組模型的骨架是一模一樣的，正因為兩組模型的骨架結構一模一樣，所以衣服才有辦法透過 Conform 的方式穿戴在 Michael 4 的身上。

²⁷ http://softimage.wiki.softimage.com/xsidocs/weightmaps_WeightMaps.htm (2016/03/18)

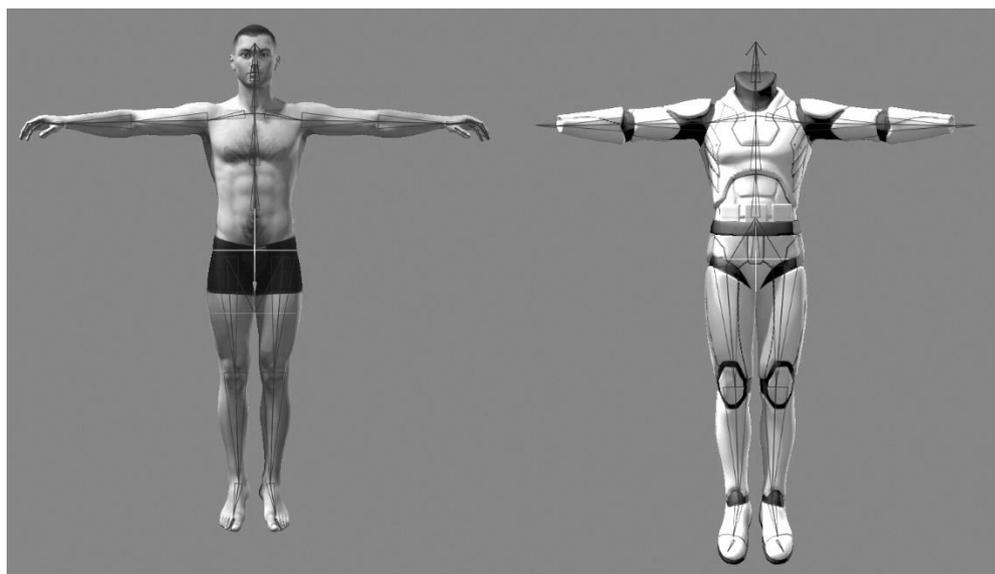


圖 6 Michael 4 以及其專屬服裝的骨架結構

在得知了這個重要的觀念之後，接下來我們就要開始準備來製作一套可以供 Poser 人物角色所穿戴的衣服了。

Poser 針對 Conform 式服裝的製作方法並沒有寫在使用者手冊中，那是否表示 Poser 本身沒有提供製作 Conform 型服裝的功能呢？Poser 從 8.0 開始就將軟體分為二種版本，分別為一般版本以及 Pro 版本。Pro 版本除了具有一般版本之外，還多了 Content 開發的相關功能。另外，在 10.0 的版本還多了一個 Game Dev(遊戲開發)的版本，針對遊戲開發軟體 Unity 3D 提供了諸如：減面、動態捕捉、FBX 輸出...等功能，但這些遊戲開發版本的功能在 11.0 後又合併到 Pro 版中了。

雖說 Pro 版本提供了製作 Conform 式服裝的功能，但其問題在於有些功能不夠完善，當碰到某些狀況時有可能沒有辦法得到妥善的解決；另外，在我們編輯服裝的過程可能須要針對服裝與人物角色因為動作擺設的關係產生一些破綻，這些破綻在 Poser 軟體中並沒有提供較為簡便的解決方法，這些狀況可能反而造成開發人員的困擾，甚至誤導開發者。基於以上的理由，研究者找到了一些解決方法，而這些方法需靠以下軟體協助處理：

(一) ZBrush²⁸

Poser 於 2014 版本後新增了 GoZ 的功能讓它能直接跟 ZBrush 做溝通，因此研究者常使用這個功能來修正角色與衣服之間破綻的處理，甚至角色的變形效果設置。方法是透過 Poser 的 Figure 選單中的 Export Figure Mesh to GoZ 功能將 Poser 裡頭的角色模型，或是透過 Object 選單中的 Export Object Mesh to G2 功能將 Poser 裡頭的道具模型傳送到

²⁸ <http://www.pixologic.com> ZBrush 是一套用於 3D 模型雕塑的軟體，於 1999 年由 Pixologic 公司研發推出，目前最新的版本是 4R7 P3。軟體初期是以 2.5D 圖像為訴求，也就是畫出“看起來”像是 3D 的影像，但在後面的版本中慢慢的轉變成一套專門繪製高多邊型面數模型的軟體，由於可以透過輸出法線貼圖(Normal Map)的方式到傳統 3D 軟體中讓傳統 3D 軟體也可以呈現出模型在 ZBrush 中的細膩程度，因此成為了許多 3D 創作者的最愛，透過 GoZ 的功能可以跟許多 3D 軟體做直接的檔案互傳並且編輯的處理。(2016/03/21)。

ZBrush 中。

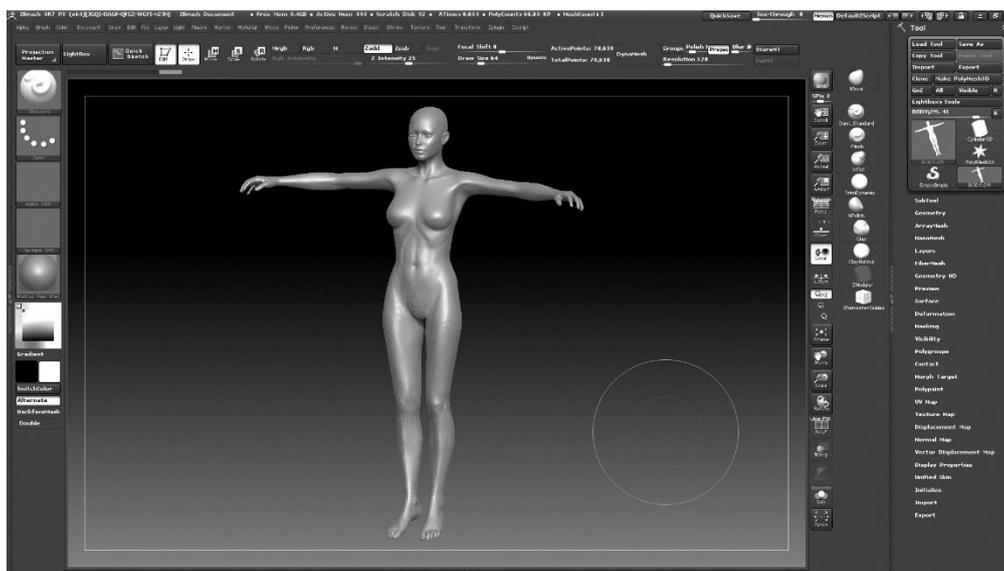


圖 7 將 Poser 的人物角色透過 GoZ 功能傳送到 ZBrush 中

(二) Auto Group Editor²⁹

此軟體主要的用途是用於處理服裝的群組問題。雖然 Poser 本身就有提供群組設定的功能，但因為功能不夠完善，因此常造成衣服模型無法確實分好群組的困擾。研究者以此軟體做為衣服模型的群組修正工具。

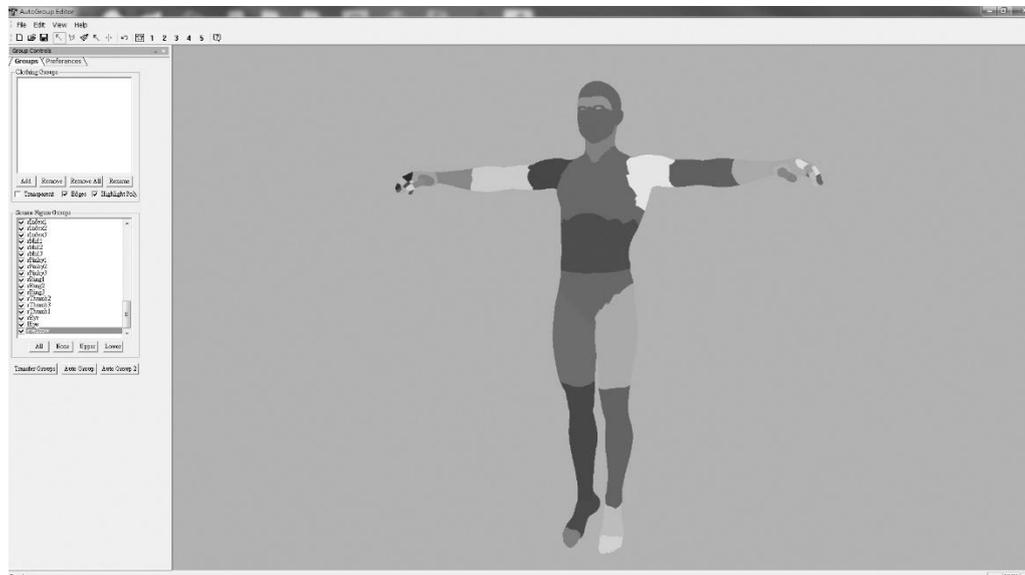


圖 8 Auto Group Editor 軟體介面

²⁹ 商業版的 Poser 工具軟體，售價 24.95 美金，作者為 Markdc。此軟體可協助處理 Poser 衣服群組的問題，軟體最後一次改版的時間為 2005 年 3 月，之後未再推出新版本。使用者可於以下網站購買此工具：<https://www.renderosity.com/mod/bcs/autogroup-editor---the-advanced-group-editor-for-poser-clothes-modelers/21081/> (2016/03/21)

(三) Poser File Editor³⁰

此軟體是研究者用來編輯 Poser 相關檔案內容的工具，可以將 Poser 檔案讀取後以樹狀結構呈現，方便搜尋以及編輯須要編輯的部份。下圖左邊是 Poser File Editor 讀取名為 WS-Suit.cr2 檔案的結果；右邊則是記事本讀取的結果。可以明顯的看出 Poser File Editor 很有系統的將各個參數整齊的條列出來。

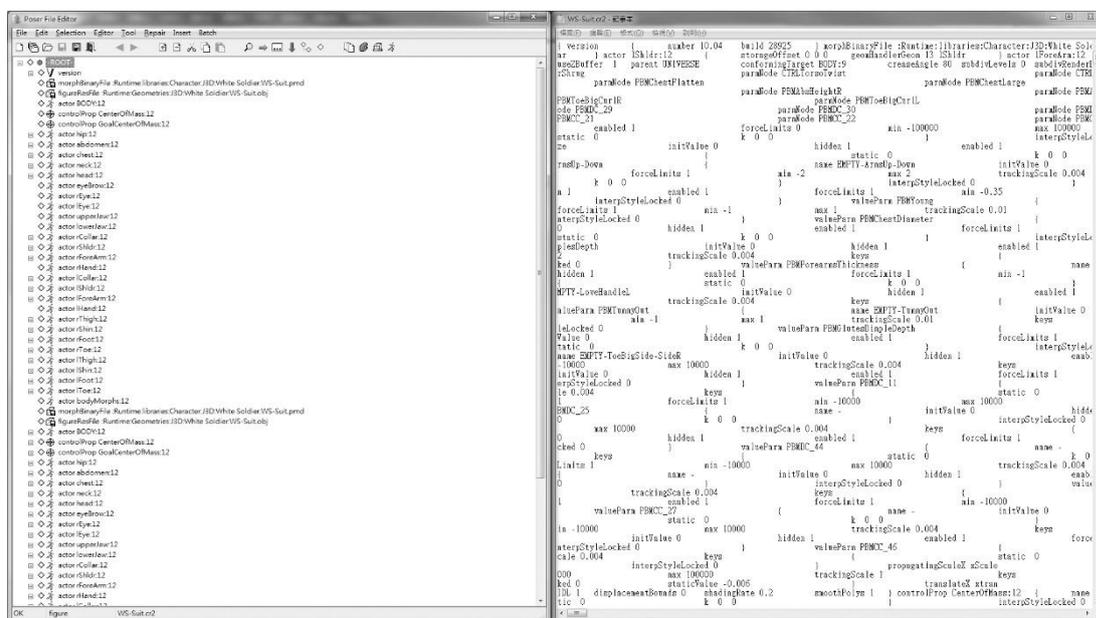


圖 9 Poser File Editor 與記事本讀取 Poser 檔案後的比較

二、實作流程簡介

研究者將轉換 Conform 衣服的處理過程分為以下幾個階段：

(一) 設定模型的群組(Group)

在研究的過程中研究者發現如果模型一開始不指定群組的話，完成骨架綁定後的模型會無法顯示在畫面上而只留下模型的名稱，所以模型群組的指定為第一件且為必須要處理的工作。衣服群組的設定必須與要讓它穿戴的人物角色相同，包含群組的名稱以及群組的區域範圍，因此不可能透過手動的方式一個一個來處理。Poser 提供了一個 Group Tool 的功能，這個功能可以快速的幫我們所製作的角色設立群組，但其缺點是若碰到模型物件靠得太近的時候將會產生群組分辨錯誤的問題，諷刺的是針對這樣的情況軟體並沒有提供改善的方法。在下圖中可以看到人物模型 Victoria 4³¹的褲子模型透過 Poser 的群組功能分群組後產生了錯亂的情況：

³⁰ 商業版的 Poser 工具軟體，售價 26 美金，作者為 Dimension 3D。此軟體用於編輯 Poser 相關檔案，協助開發者針對檔案中的特定參數作修改的處理。是 Poser 商品開發者不可或缺的一套編輯工具。使用者可於以下網站購買此工具：<https://www.renderosity.com/mod/bcs/poser-file-editor-3/62322> (2016/03/21)

³¹ Daz 3D 於 2006 年末所推出，可在 Poser 以及自身開發的 Daz Studio 使用的人物角色。是目前 Poser 所使用的人物角色中擁有最多附加產品（服裝，頭髮，鞋子，配件...等）的角色，最新的版本為 Victoria 7。但從 Victoria 5 開始，Daz 3D 便慢慢的降低了角色模型對 Poser 的支援度。Victoria 5 以及 6 系列可透過外掛程式 DSON Importer for Poser(<http://www.daz3d.com/dson-importer-for-poser>)從 Poser 中載入；但 Victoria 7 則無法再從 Poser 中被叫用。而 Daz 的競爭對手 Renderosity 則於其官網中推出了由網友 Willdial 開發的免費工具實現了能在 Poser 軟體中叫用 Victoria 7 人物角色的可能。

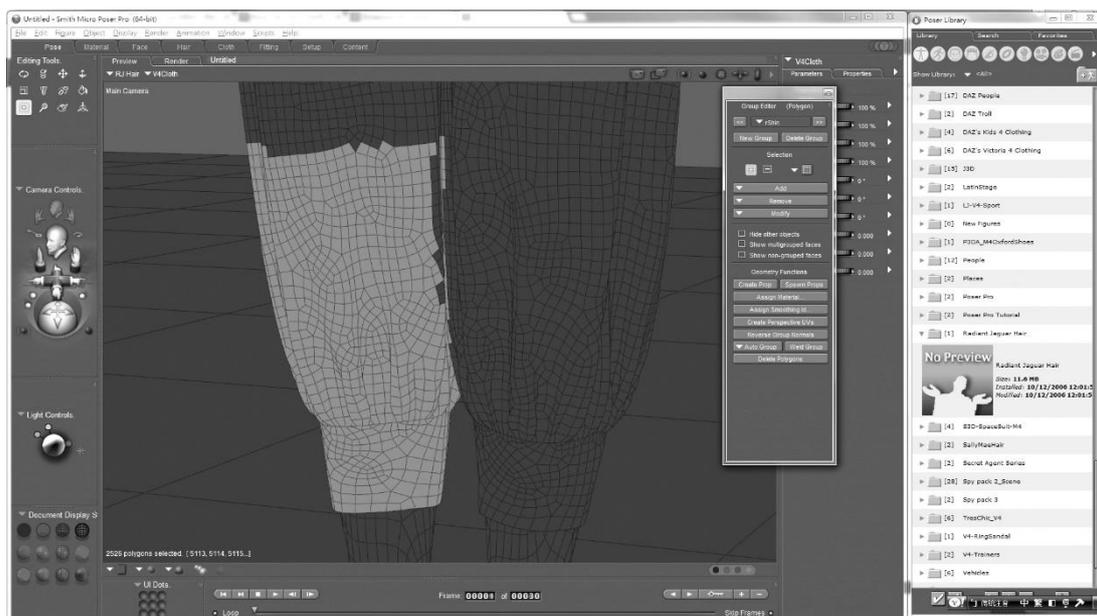


圖 10 衣服的左小腿部份被選定為右小腿的群組，而右小腿則有部份未納入本身的群組中

群組設定錯誤所造成的結果就是穿戴到 Victoria 4(以下簡稱 V4)身上後衣服會產生破洞的情況如下圖左大腿內側的情況(註：右腳的拉扯狀況是影響範圍的設定問題，並非破裂，透過調整影響範圍即可修正)：



圖 11 由於群組設定錯誤造成了左右大腿內側破洞的問題

因為軟體本身所提供的群組設定功能有這樣的問題，研究者之後便將一開始設定群組的工作透過 AutoGroup Editor 這一套軟體來處理。AutoGroup Editor 雖然執行的速度不快，但在編輯群組的功能上可說非常的完善，因此是一個非常好的選擇。

(<https://www.renderosity.com/render-daz-genesis-3-in-poser-cms-18144>)

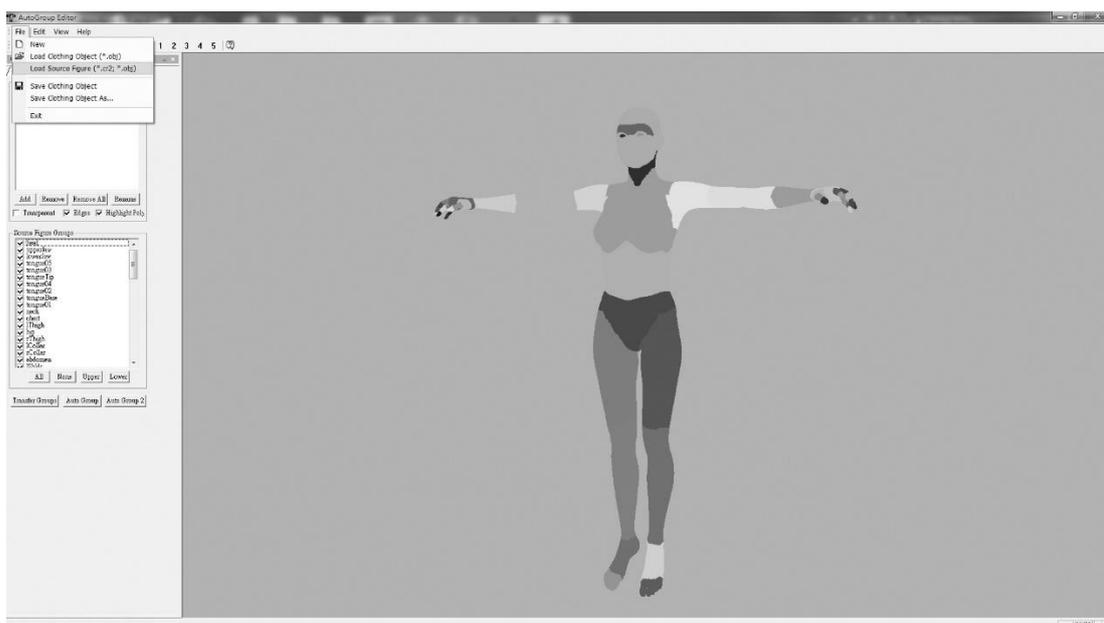


圖 12 透過 AutoGroup Editor 設定衣服的群組

(二) 借用人物模型的骨架

當完成了衣服模型的群組設定後，便可讀取到 Poser 軟體中。在衣服模型被選取的狀態下進入 Setup Room。進入後於 Figure 的資料庫清單中找到 V4 的模型，以滑鼠拖拉的方式將 V4 的圖示拖拉到衣服物件上，這個動作是要將 V4 的骨架指定給衣服，讓衣服的骨架能跟人物的骨架相同。

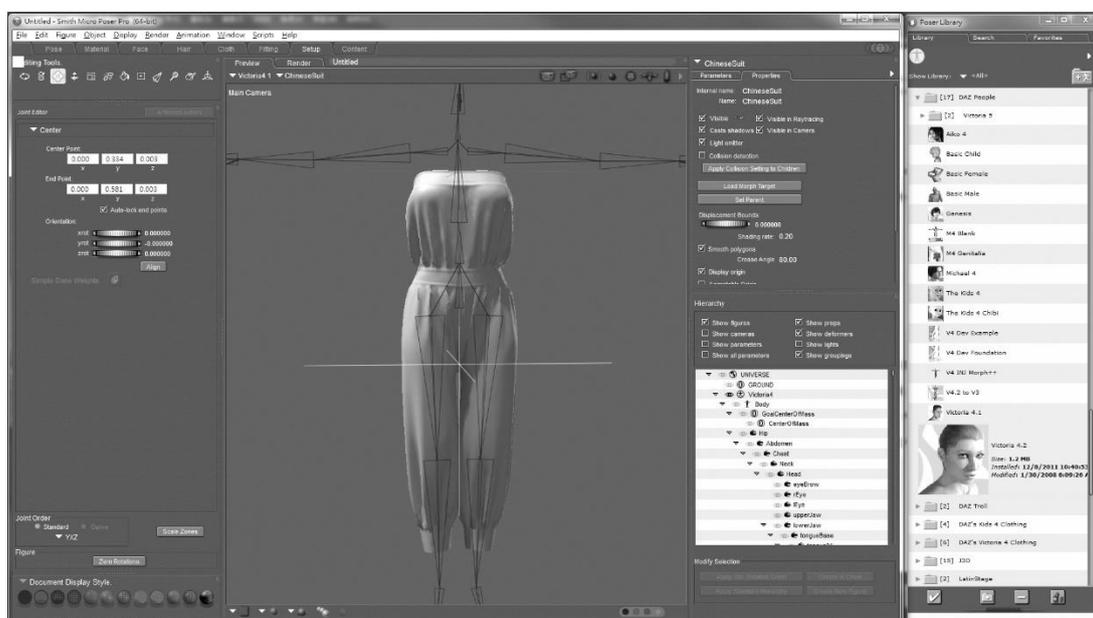


圖 13 衣服模型上的 V4 骨架

透過骨架的借用，衣服模型現在變成了 Poser 的角色格式。在衣服處於被選取的狀態下，我們選擇 Figure→Conform To 功能，指定對象為 V4，如此一來衣服就會穿戴在 V4 身上了。



圖 14 將衣服穿戴到 V4 身上

(三) 破綻處的修正

所謂破綻指的是衣服模型穿戴到人物身上後，人物擺出某些姿勢會產生衣服與身體穿透，讓身體顯露在衣服外面的情況。針對這樣的情況，研究者通常會使用以下幾種做法來做修正：

1. 透過 Poser 提供的 GoZ 功能將人物模型以及衣服模型傳送到 ZBrush 軟體裡頭做修改讓衣服模型不出現穿透的結果，完成修改後傳送回 Poser 軟體中設定成變形資訊，當人物擺出會造成衣服穿透的姿勢時啟動此變形資訊即可解決穿透的狀況。

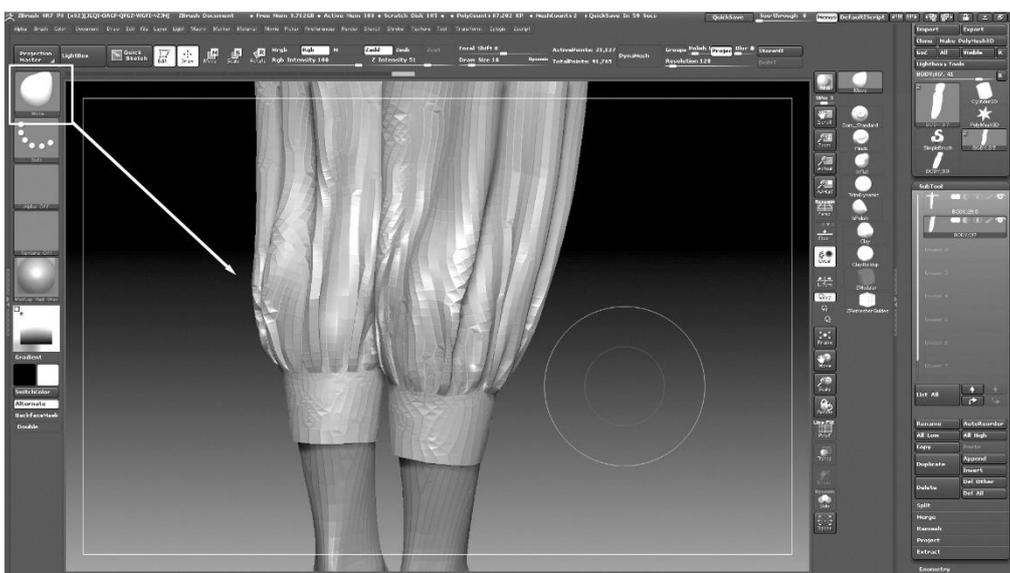


圖 15 在 ZBrush 軟體中透過筆刷修正破綻

2. 透過調整衣服骨架的影響範圍解決衣服穿透的問題。相對於方法 1，這個做法其實算是解決穿透問題的最佳做法，因為穿透的問題之所以發生最主要的原因仍在於骨架的影響範圍。衣服的轉換過程雖然我們借用了人物角色的骨架，但衣服造型千奇百怪，有

可能借用來的骨架的影響範圍並沒有辦法與衣服模型完全匹配，也因此容易造成穿透的狀況，所以還需額外做些調整才行。雖然這樣的做法可以大幅改善衣服穿透的現象，但其處理過程過於繁瑣，須針對每個身體部位逐一比對與調整，對 Poser 軟體不熟悉的使用者可能較無法掌握，反而造成困擾。

3. 增加衣服的厚度，也就是拉寬衣服與人體之間的距離。嚴格說來這是一個投機的做法，但研究者發現這確實可快速的解決衣服穿透的問題。

綜合以上的內容，研究者將 Conform 型服裝與 Dynamic 型服裝的轉換原理以流程的方式說明如下：

(1) Conform 型服裝：

於 3D 軟體完成服裝建模（輸出 obj 檔案格式） -> 使用 AutoGroup Editor 完成群組設定 -> 進入 Poser 軟體借用人物角色的骨架做為衣服模型的骨架 -> 微調衣服的權重資訊以避免人物與衣服產生穿透的問題 -> 完成後儲存到 Figure 的資料庫中（檔案格式為.cr2）。

(2) Dynamic 型服裝：

於 3D 軟體完成服裝建模（輸出 obj 檔案格式） -> 進入 Poser 軟體，載入衣服模型並穿戴到人物模型上 -> 進入 Cloth Room 設定衣服模型的相關參數如布料的柔軟度、與人物角色的碰撞區域的設定....等 -> 完成後儲存到 Props 的資料庫中，Dynamic 型服裝在 Poser 中會被當成 Props 使用而非 Figure（檔案格式為.pp2）。

三、其餘檔案格式轉換流程說明

相對於服裝模型轉換的複雜，Poser 其它檔案格式的轉換則相對簡單，通常透過載入 OBJ 檔案後將該模型儲存到欲儲存的類別之資料庫；或是在 Poser 軟體內調整角色特定部位的變形參數後將相關參數儲存到對應的資料庫即可。

(一) 配件 (Props)

於 3D 軟體完成配件建模（輸出 obj 檔案格式） -> 進入 Poser 軟體，載入配件模型 -> 設定該配件的連結對象 -> 完成後儲存到 Props 的資料庫中（檔案格式為.pp2）。

(二) 姿勢 (Pose)

於 Poser 軟體中將 Poser 人物角色透過調整人物各部位的旋轉軸向以產生姿勢 -> 完成後儲存到 Pose 的資料庫中（檔案格式為.pz2）。

(三) 表情 (Expression)

於 Poser 軟體中將 Poser 人物角色透過調整人物臉部的變形參數調整出想要的表情 -> 完成後儲存到 Expression 的資料庫中（檔案格式為.fc2）。

(四) 頭髮 (Hair)

頭髮在實際製作上會以兩種類型呈現，端看製作者想以何種類型為主。一種是 Figure 類型，將頭髮當做角色來處理；另外一種則是 Props 類型，將頭髮當做道具來處理。若以 Figure 類型來處理其處理流程同 Conform 型服裝；若以 Props 類型來處理，則模型載入後直接儲存至 Props 資料庫中即可。

(五) 手勢 (Hand)

於 Poser 軟體中將 Poser 人物角色的手指透過調整各指關節的旋轉軸向以產生手勢

-) 完成後儲存到 Poser 的資料庫中，並指定儲存的手勢為左手或右手（檔案格式為.hd2）。

(六) 燈光 (Light)

於 Poser 軟體中設定燈光的相關參數（位置、顏色、強度....等）-) 完成後將燈光設定儲存到 Lights 的資料庫中（檔案格式為.ltz）。

(七) 攝影機 (Camera)

於 Poser 軟體中設定攝影機的相關參數（位置、角度、焦距....等）-) 完成後將燈光設定儲存到 Camera 的資料庫中（檔案格式為.cm2）。

(八) 材質 (Materials)

於 Poser 軟體中設定模型的質感與貼圖 -) 完成後將材質設定儲存到 Materials 的資料庫中（檔案格式為.mc6）。

(九) 場景 (Scene)

於 Poser 軟體中將多個配件擺放到適當位置以成為一個有主題性質的景觀（如辦公室，公園...等）-) 完成後將該景觀設定儲存到 Scene 的資料庫中（檔案格式為.pzz）。

肆、結論

總結關於 Poser 檔案的轉換過程中，使用者需要注意兩個部份，一是模型如何轉換成人物角色可以穿戴的規格。複雜的 Conform 型服裝轉換的過程包含群組設定，骨架借用與影響範圍的調整，這三個過程缺一不可，而且也有著不可替換的順序，而 Dynamic 型的服裝則在設定完服裝的相關參數後儲存成道具資料即可；第二個部份則是工具的使用。Poser 提供的編輯功能不見得適用於整個轉換流程，適時的透過外部軟體協助才不會讓你在轉換過程中碰到問題而不知如何解決，甚至浪費許多寶貴時間。

回想研究者終於讓衣服的模型成功的穿戴到 Poser 人物角色身上，那時的興奮心情是很難用言語說明的，這表示研究者對於 Poser 這套軟體已經從單純的軟體使用更進一步的走到了模型素材開發的階段。不同於傳統 3D 模型素材的開發只需要模型做好，骨架綁好後就可以使用，Poser 的模型要經歷的過程顯然是更複雜的，也因此能對此有所突破，心裡是非常有成就感的。模型轉換是經由不斷的失敗所累積下來的成果，而它更開啟了接下來模型素材商品化的一道門。

商品的開發有其特定的規範，模型想要上架販售最基本的條件便是需符合其特定的規範而非只是能讓 Poser 角色穿戴得上這樣單純。由於篇幅的限制在此無法針對商品化的部份做進一步的說明，研究者希望能在不久的將來補足商品開發規範的部份，讓本文章更具參考價值。

參考文獻

- 田濤 (2009)。雕刻巨匠-ZBrush 3.12核心技術完全解析。北京市：中國鐵道出版社。
- 張予、劉海凡、高東梅 (2011)。ZBrush影視級高精度建模技法。北京市：清華大學出版社。
- 張盛 (2008)。ZBrush3高精度模型製作實戰技法。北京市：人民郵電出版社。
- 許春祥 (2010/02/11)。【聯成電腦技術前線：3ds Max各種建模的概念】。取自：
<http://lccnetvip.pixnet.net/blog/post/30339015>
- 葉洪濤 (2005)。Poser基礎教程。北京市：清華大學出版社。
- 葉洪濤、賀芳 (2010)。Poser 8.0高級應用及商用模型開發。北京市：清華大學出版社。
- 劉為開、吳敬堯 (2014)。iClone 5.5動畫大師。台北市：上奇資訊股份有限公司。
- Adamo-Villani, N., et al. (2013, July). A non-expert-user interface for posing signing avatars. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 8(3), 238-248.
- Albee, T. (2002). *LightWave 3D 7 Character Animation*, Texas: Wordware Publishing, Inc.
- Foucault, G., et al. (2008, February). Adaptation of CAD model topology for finite element analysis, *Computer-Aided Design*, 40(2), 176-196.
- Joe Tracy, Dave Jerrard, Jen Hachigian, epic software group. (2001). *Lightwave Applied Version 6.5 & 7*. Minnesota: Advanstar Communication Inc.
- Murdock, K. (2014). *Poser 8 Revealed: The Official Guide*, Boston: Cengage Learning.
- Russo, M. (2006). *Polygonal Modeling: Basic and Advanced Techniques*, Sudbury: Jones & Bartlett Learning.
- SmithMicro. (2014). *Poser Pro Reference Manual*. Columbia: Smith Micro Software Inc.
- SmithMicro. (2014). *Poser Reference Manual*. Columbia: Smith Micro Software Inc.
- SmithMicro. (2014). *Poser 10 Quick Start*. Columbia: Smith Micro Software Inc.