

# 利用網格收縮提取三維模型骨架

李同益

國立成功大學電機資訊學院資訊工程學系

tonylee@mail.ncku.edu.tw

Oscar Kin-Chung Au, Chiew-Lan Tai, Hung-Kuo Chu, Daniel Cohen-Or, and Tong-Yee Lee, "Skeleton Extraction by Mesh Contraction," ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2008 issue), Vol. 27, No. 3, August 2008, pp. 44:1-44:10.

Project Web Site: <http://graphics.csie.ncku.edu.tw/Skeleton/>

## 骨

骨架是一種維度1的結構，非常適合描述3D物件的幾何資訊以及拓樸。如何提取出骨架在計算機圖學、視覺化、影像處理以及電腦視覺上都是一個基礎的問題。在虛擬腸鏡、碰撞偵測、電腦動畫、外部表面重建和形體配對上也都有很好的應用。在[1][2]文中，多數以前的方法需要以離散的體積化表示法來描述輸入提取出骨架的模型。然而，將這些模型以體積化表示，會遭遇因其離散性質而在幾何上及連接性上導致誤差和錯誤。



本研究[3], 我們提出一個顯著且有效的技術，直接從網格模型提取骨架，而不需要離散的體積化表示方式。我們的方法(圖1)包含三個步驟: 1) 收縮網格, 2) 連接性處理 和 3) 強化中樞性。首先，我們遞迴地利用拉普拉斯算符運算(Laplacian)平滑化程序[4]並且以絕對位置上的限制，將輸入網格模型收縮成零體積的骨架型體。接著，我們使用連接性處理程序將被收縮的網格模型漸進式地轉化為一維的骨架結構。最後，為了確保骨架位於網格內的中樞性，我們移動每一個骨架上的節點使其符合所對應網格的中心區域來進行強化。

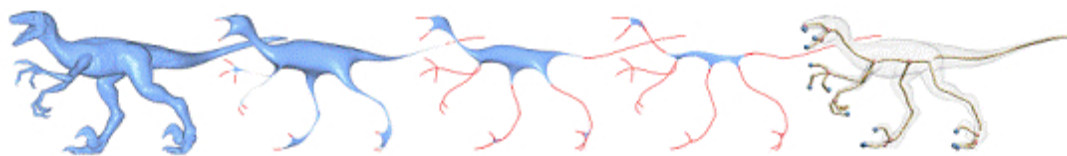


圖 1. 由左至右為原始迅猛龍模型以及經由 1, 2 和 3 其收縮步驟所得結果。最右邊的圖顯示經過連接性處理以及強化中樞後所得到的骨架 [3]。

跟以前的方法比較，我們的研究有以下優點: 1) 我們收縮而得來的骨架保持了跟原本網格一樣的拓樸(同型)，2) 此方法自然而有效地抵抗雜訊(如圖2) 並且避免了離散體積化表示法所造成的錯誤，3) 此方法快速，不受轉動影響且不敏感於動作的變化。(如圖3)。

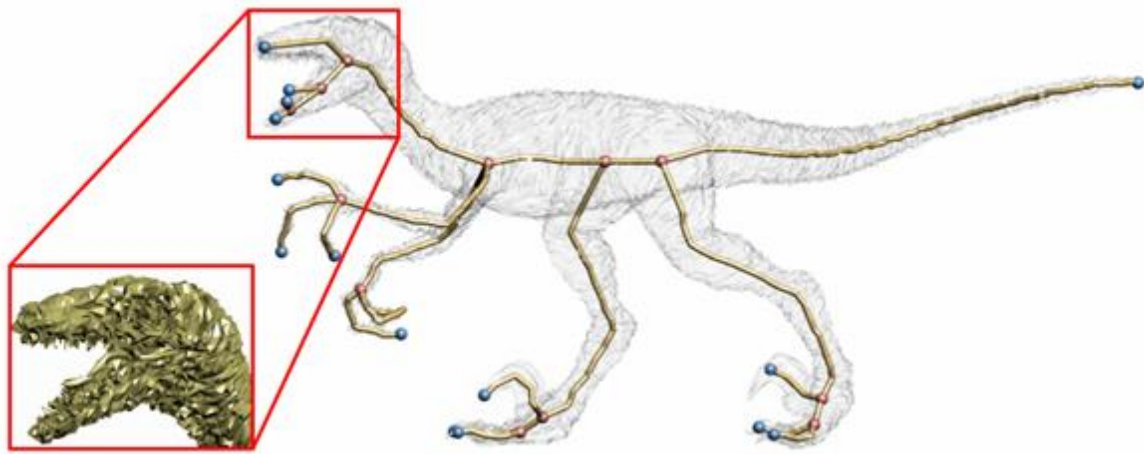


圖 2. 從高雜訊的迅猛龍模型所提取的骨架仍保有良好的品質[3]

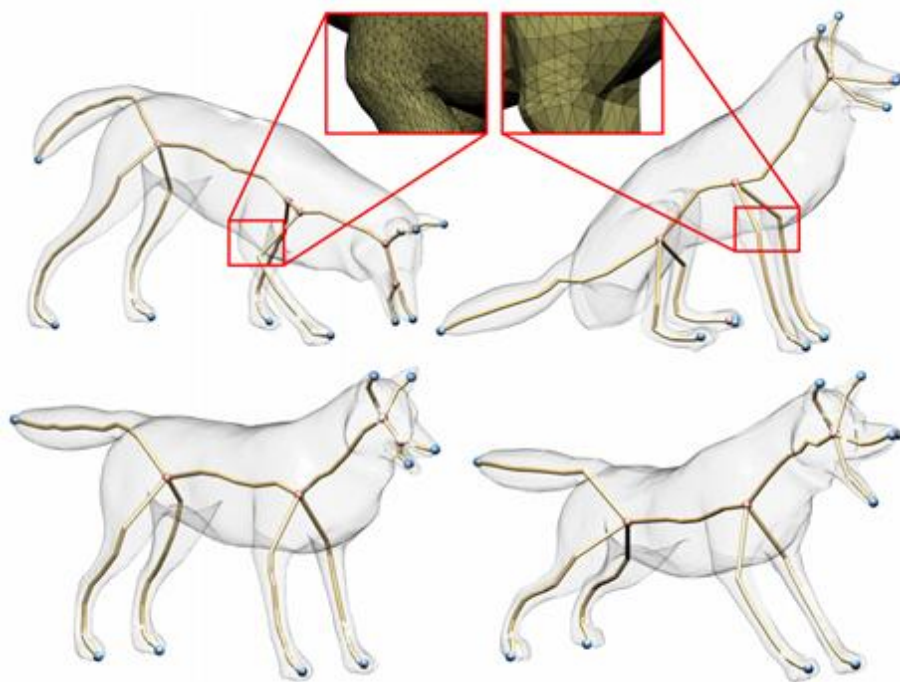


圖 3. 我們提取的骨架不因動作不同而改變而且不因取樣而有急遽變化[3]

圖 4 所示為我們的方法所提取的骨架。這些骨架都良好的表達了原始形狀(有環狀結構)的幾何以及拓樸性質。更多的結果請詳見以下網址: <http://graphics.csie.ncku.edu.tw/Skeleton/>。此外，這裡也包含示範影片和可執行的程式碼以及範例網格模型。整體而言，我們提取骨架方法計算所耗的時間主要在於幾何收縮程序。為了加速我們使用multi-grid運算去計算收縮而產生新的點的位置。與以前的方法相較我們在計算上更有效率，提取出骨架花費大約二秒到四分鐘處理四千到二十五萬點的網格模型。

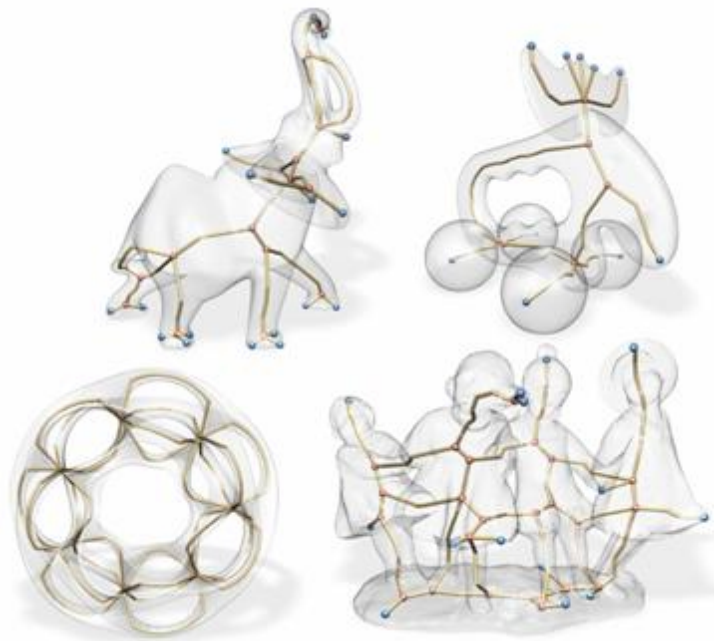


圖 4. 我們的方法可對複雜的模型提取出良好的骨架[3]

我們提出了一個優良的方法能直接從網格表面來提取骨架。不久的將來，我們也將延伸這個方法來處理更多種網格或是其他表面的表示法，包括non-manifold網格、有邊界的網格面和點模型資料。此外，我們將發掘一些更有趣的應用，像是互動式編輯網格和體積化訊號處理。

#### 參考文獻

[1] CORNEA, N. D., MIN, P., AND SILVER, D. 2007. Curve-skeleton properties, applications, and algorithms. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 13, 3, 530–548.

[2] WANG, Y.-S., AND LEE, T.-Y. 2008. Curve skeleton extraction using iterative least squares optimization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 14, 4 . 926-936.

[3] Oscar Kin-Chung Au, Chiew-Lan Tai, Hung-Kuo Chu, Daniel Cohen-Or, and Tong-Yee Lee, “Skeleton Extraction by Mesh Contraction,” *ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2008 issue)*, Vol. 27, No. 3, August 2008, pp. 44:1-44:10.

[4] SORKINE, O., AND COHEN-OR, D. 2004. Least-squares meshes. In *Proceedings of Shape Modeling International*, 191–199.

*Copyright 2009 National Cheng Kung University*