

高齡糖尿病患者於病變足部之鞋楦選定研究

陳進富¹ 張庭瑞² *王中行¹ 黃泊鑫¹

¹東海大學工業設計學系

²南開科技大學工業工程與管理學系

1. 研究背景與目的

高齡糖尿病患目前在國內已有顯著之增加趨勢，其往往併發產生糖尿病足(Diabetic Foot)與潰瘍，故如何選定最適合高齡糖尿病患之鞋具，成為迄待解決的重要問題。糖尿病足是指糖尿病患發生與下肢遠端神經異常，以及不同程度周圍血管病變相關的足部感染、潰瘍或深層組織破壞，由於足部病變在糖尿病患者較常發生，足部潰瘍不只對高齡者本身，影響患者生活品質，也加重社會成本的負擔，所以預防足部潰瘍，就成為了令人注目的焦點之一。一雙良好、舒適的糖尿病鞋具，將有助於病患的身心改善，而鞋具的設計，主要在於鞋楦的選擇，除需符合患者的腳型，且必須滿足特定生物力學條件，將足部的潰瘍機會降至最低。目前國內、外相關研究多僅止於現有糖尿病鞋尺寸的量測與腳型的關係(Bernabéu et al., 1999; Healy et al., 2013)，而較少對於糖尿病變腳型與鞋楦間的關聯進行探討，故選定高齡糖尿病患者之客製化鞋楦，成為本研究之主要目的。

2. 研究方法

在研究方法上，首先利用逆向掃描技術、自動化量測與分析，建立患者足部與鞋楦的 3D 空間資料，藉由切層演算法(Slicing Algorithm)發展系統程式，針對糖尿病患者足部生物力學為目標，建立鞋楦與個人腳型上的特徵圍度(Feature Girth)擷取，作為建構足部與鞋楦比對的依據(Bernabeu et al., 2013; Wang, 2010)；進而再以自組織映射圖網路(Self-Organizing Map, SOM)發展，比對 60 雙樣本鞋楦的外觀特徵尺寸圍度與 3 位高齡之初期糖尿病患足部的外觀特徵尺寸資料，進行自動分類，達到適合的鞋楦群集分類，以系統化的方法，達成客製化鞋楦的驗證目標。完成提供高齡糖尿病患者，最適化鞋楦之選定與驗證之目的。研究以 Matlab 程式語言，開發完成輕症狀糖尿病患之鞋楦之選定系統，達成快速且低成本選定高齡糖尿病患者鞋楦之目標。

3. 結果與討論

研究結果上，首先藉由建立之特徵圍度之自動化讀取系統，取得病患腳型與鞋楦原型樣本之 STL 三角網格式資料，再經由相關軟體點群處理以及座標轉換後，以切層演算法則進行運算、擷取其特徵圍度資料。其中特徵圍度，包括：足(楦)長(Length)、足(楦)寬(Width)、足(楦)趾圍(Toe Girth)、足(楦)掌圍(Ball Girth)、足(楦)腰圍(Waist Girth)、足(楦)背圍(Medium Instep Girth)以及足(楦)高背圍(High Instep Girth)共七項特徵圍度，如圖 1 所示。後續以 SOM 類神經網路架構系統，於大量鞋楦資料中，進行無監督式學習網路模式，藉由類神經網路理論分析、分群得到樣本空間中樣本點的聚類，再輸入高齡糖尿病患者之足型特徵，以得到病患腳型與楦型在特徵圍度上的關係，而尋找較適合的聚類樣本，進而作為病患鞋具設計的參考依據，如圖 2 所示，圖中紅色大數字為患者的測試樣本，藍色小數字為鞋楦的樣本。藉由本研究之系統化程式開發，可達成高齡糖尿病患者，鞋楦最適化選定之目標。

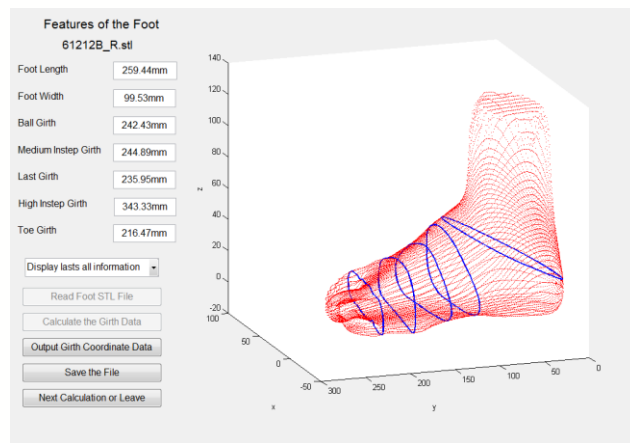


圖 1 腳型的各圍度資料

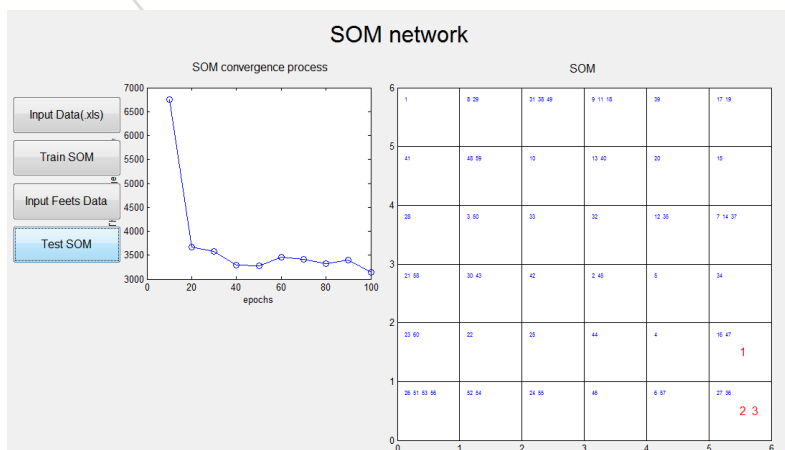


圖 2 鞋楦樣本及足型的聚類落點

本研究以逆向工程量測技術出發，快速取得準確的鞋楦以及患者足部之 3D 外型資料，並且以辨識特徵點建立特徵平面、三角網格切層法等，使得系統可以根據演算法自動取得這些特徵資料，減少產生人為誤差的可能性。同時也產生相關的數據以及圖形資料，可以建立鞋楦設計資訊的資料庫。另一方面對現行之鞋楦進行類神經網路分群運算，為患者快速尋找適合的鞋楦，經實例驗證後，可對於現行高齡糖尿病初期患者尋找合適的鞋楦，確實有所幫助。

參考文獻

1. Boulton, A. J., Meneses, P., & Ennis, W. J. (1999). Diabetic foot ulcers: a framework for prevention and care. *Wound repair and regeneration*, 7(1), 7-16.
2. Healy, A., Naemi, R., & Chockalingam, N. (2013). The effectiveness of footwear as an intervention to prevent or to reduce biomechanical risk factors associated with diabetic foot ulceration: a systematic review. *Journal of Diabetes and its Complications*, 27(4), 391-400.
3. Bernabéu, J. A., Germani, M., Mandolini, M., Mengoni, M., Nester, C., Preece, S., & Raffaelli, R. (2013). CAD tools for designing shoe lasts for people with diabetes. *Computer-Aided Design*, 45(6), 977-990.
4. Wang, C. S. (2010). An analysis and evaluation of fitness for shoe lasts and human feet. *Computers in Industry*, 61(6), 532-540.