

鞋楦實體模型構建與特徵資料量測

Shoe Last Solid Model Construction and Feature Data Measurement

計畫編號：NSC-87-2212-E-009-018

執行時間：86年8月1日至87年7月31日

主持人：彭德保 交通大學工業工程系所

一、中文摘要

本研究計劃提出利用高科技設備來對鞋楦進行自動化量測檢驗的工作，及實體模型構建。我們利用雷射線式三次元掃描機，掃描取得鞋楦資料後將量測資料作修正處理，轉換成處於自然平放位置之有效資料，而構建出其實體模型，並發展多個演算法，由實體模型中，自動擷取出鞋楦重要組合部份的特徵資料，所擷取出的鞋楦特徵資料又以數字化、圖線化的方式彙總，利用電腦繪圖的技術，將鞋楦模型及其上的特徵資料顯現於電腦螢幕上，方便資料的比對與參考。本研究計劃所發展的鞋楦實體模型構建與特徵資料量測系統，適用於各種不同類型的鞋楦，並已在PC/486系統以C語言模擬實作完成，實驗結果相當令人滿意。

關鍵詞：鞋楦，雷射線式三次元掃描機，實體模型，特徵資料

ABSTRACT

In this paper, a new measurement method is proposed using high technological equipment. A high speed and high precision 3D laser scanner is used to capture the shoe last data. The observed raw data was modified and transformed into the effective data

for constructing the solid model of the shoe last. The associated feature values of the shoe last can then be derived by a set of algorithms. The solid model and the extracted features also can be shown on the monitor by using computer graphics techniques. This will be convenient for comparison and reference. The proposed shoe last solid model construction and feature data measurement system has been implemented on PC/486 in C language. Experimental results show that the proposed system is very feasible and effective.

Keywords: shoe last, 3D laser scanner, solid model, feature data

二、計畫緣由與目的

要設計製造一雙高雅優美的鞋靴，其外表造型與色彩搭配是相當重要的因素，而鞋楦的式樣則是最能凸顯鞋靴在造型上的美感，也是決定鞋靴的流行趨勢最重要的條件。因此鞋楦可說是製造鞋靴的精髓與關鍵所在，它影響了鞋靴產品的造型與舒適感。

現今鞋楦的製造過程，都是由設計師描繪好鞋靴的平面設計圖後，再由鞋楦師傅根據設計圖中的鞋靴設計式樣與個人多年的經驗，以手工雕磨的方式來塑造鞋楦的立體式樣，所以鞋楦的品質、外表型態、

美觀程度就完全由鞋楦師傅的技術來決定。等到鞋楦經由手工雕磨成型且經過簡單的檢視後，就可用來大量製造。其製造方式則是利用傳統的同步拷貝方式來複製鞋楦的式樣。

鞋楦測量是鞋楦經設計與製造之後，最重要的確認工作項目之一。測量的目標，在於確定鞋楦重要部份的組成型態，能以數字化、形狀化的方式，彙總製造的資料，再與原先設計的標準規格化數據資料，相互對照比較，以達到鞋楦設計與製造規格的標準化，經過多方面的量測，並修改鞋楦後，如此方能兼顧鞋楦造型完美

與最新流行式樣相結合的目的，才能進入樣品鞋開發設計與製造的工作。

三、研究結果與討論

本專案計劃利用雷射線式三次元掃描系統來進行實例驗證，量測男鞋 8 號之各項實作結果，並分別以 CMM 量測及人工量測所得之數據，比較整理於表 1 中，整個實驗過程從掃描鞋楦體資料開始計時，至所有九項特徵值計算與圖形顯像完成，在 PC 486DX2-66 電腦上執行只需 5 分多鐘。所得之鞋楦模型與鞋楦外形特徵位置，以三維線條架構圖形展現，結果如圖 1 所示。

表 1：鞋楦外表特徵值一覽表（單位：mm）

鞋楦：男、88

特徵值	8		人工量測(無經驗者)			人工量測(經驗者)	
	實驗結果	CMM 量測結果	測量者 I	測量者 II	測量者 III	測量者 IV	測量者 V
鞋楦長度	283.180	284.31	287.5	285	287	284	286
鞋楦6 長度	275.804	275.44	278.5	280	278	275	276
足圍度	217.351	247.82	252	250	255	247	246
圍圍度	257.083	365.72	268	271	265	266	267
圍圍度	226.679	247.56	256	254	250	248	248
後踵弧度長	88.348	87.05	87	87	88	87	87
楦尖翹度	5.207	5.20	3	7	7	5	5
楦尖翹度	21.000	22.50	20	30	22	24	23
鞋跟高度	30.389	30.89	33	28	26	30	31
量測時間	5間6	60間70	30間40		20間25		

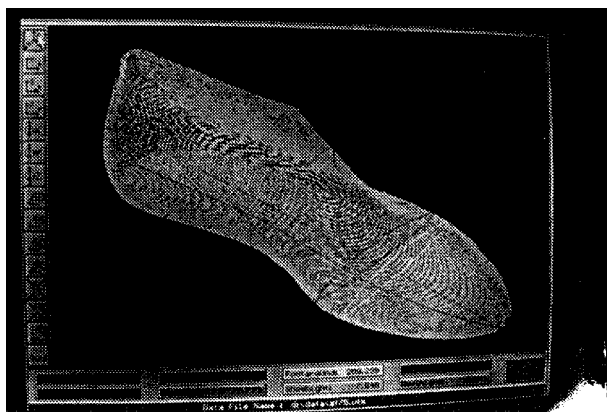


圖 1：鞋楦模型等角視圖。男：8 號鞋楦。

根據表 1 所列鞋楦外表特徵值量測結果中，本實驗測得之數值與人工量測所得之數據，比較結果如下：

(一) 量測結果相近項目：鞋楦長度、鞋楦底長度、後踵弧度長、楦尖翹度和鞋跟高度等五項特徵值，本實驗量測的結果與人工量測之結果甚為接近。

(二) 量測結果有差異項目：足圍度、腰圍度、背圍度及楦尖厚度等四項特徵值，與人工量測之數值有較明顯的差異存在。以足圍度的差異值最大，其次是腰圍度，而背圍度誤差最小。經過多次的修正、實驗與驗證，發現造成實驗結果有差異之主要原因，來自於掃描所得之鞋楦原始資料之偏差。在本實驗中所用來夾持鞋楦做旋轉掃描之夾具，其本身所能夾持之物件若太重時，會造成物體在距夾具較遠端處有下垂的情況發生，因而造成了掃描所獲得的資料產生誤差。如此造成了鞋楦在離夾具越遠處，其資料誤差值會越大。也因此，在合併鞋楦體旋轉之資料時，將無法獲得正確的合併資料。

四、計畫成果自評

本研究計畫有下述實質的貢獻：

1. 一次即完成量測工作，減少量測時間，降低量測之誤差。
2. 所獲得的鞋楦體資料與特徵值資料，可立即儲存，供後續之運用。
3. 實驗所獲得的模型資料，可與鞋楦原始設計之資料相比對，來比較掃描資料是否與原設計相符合。若不符，則可判定是否為設計上的缺失亦或是其他因素所造成。

本計畫未來尚有幾點可做為繼續研究發展之方向：

1. 在製鞋過程中，級放設計也是重要技術之一。因此可利用本研究所獲得的特徵值資料，將之轉換成級放所需的重要數據，供級放設計應用。
2. 可在構建出的鞋楦模型與計算所得的特徵值資料上，做鞋楦外型的设计與修改。
3. 可利用掃描所獲得的鞋楦外形點資料，找出這些掃描點所在平面的法向量，並配合數值控制機器，找出鞋楦外表的切削路徑，而由數值控制機器製造出鞋楦。
4. 本研究之方法，可運用在掃描人體腳型資料，再將腳型資料轉換成相對應的鞋楦資料，而後供製鞋工廠製造鞋楦並生產出適合個人腳型的鞋靴。

五、參考文獻

- 【1】 工業技術研究院光電工程研究所，雷射量測系統簡介 (1995)。
- 【2】 吳大川，「鞋楦型態在人體工學上的研究及微電腦輔助設計」，國立成功大學碩士論文 (1987)。
- 【3】 周弘裕、張惠娟，「掃描加工技術與應用」，機械工業雜誌，第 165-171 頁 (1995)。
- 【4】 周弘裕，「逆向工程系統簡介」，機械工業雜誌，第 130-136 頁 (1994)。
- 【5】 周弘裕，「量測資料處理系統簡介」，機械工業雜誌，第 130-136 頁(1993)。
- 【6】 高台生，腳與鞋楦，經濟部工業局 (1990)。
- 【7】 張朝香，「光學式鞋楦 3D 模型構

- 建與特徵資料量測」,國立交通大學工業工程研究碩士論文(1996)。
- 【8】 葉健任,鞋楦設計,經濟部工業局(1991)。
- 【9】 Abella, R. J.,J. M. Daschbach and R. J. McNichols, “Reverse engineering industrial applications,” *Computers & Industrial Engineering*, **26**, 381-385 (1994)。
- 【10】 Bao, H. P., P. Soundar and T. Yang, “Integrated approach to design and Manufacture of shoe lasts for orthopaedic use,” *Computers & Industrial Engineering*, **26**, 411-421 (1994)。
- 【11】 Bidanda, B. and Y.A. Hosni, “Reverse engineering and its relevance to industrial engineering: A Critical Review,” *Computers & Industrial Engineering*, **26**, 343-348 (1994)。
- 【12】 Chivate, P. N. and A. G. Jablokow , “Solid-model generation from measured point data,” *Journal of Computer-Aided Design*, **25**, 587-600 (1993)。
- 【13】 Hosni, Y., and L. Ferreira, “Laser based system for reverse engineering”, *Computers & Industrial Engineering*, **26**, 387-394(1994)。
- 【14】 Jones, C., C. Bradley and G.W. Vickers, “Laser scanning and quasi-helical Tool Path Definition of Arbitrary Curved Surface Models,” *Computers & Industrial Engineering* **26**, 349-357 (1994)。
- 【15】 Watt, A., *Fundamentals of Three-Dimensional Computer Graphics*, Addison Wesley, New York, U.S.A (1991)。