

自由曲面在逆向工程實物重建之探討

姚俊丞、劉大銘

E-mail: 9511702@mail.dyu.edu.tw

摘要

逆向工程是將實體表面所取得之點資料建構CAD模型的過程，藉由三次元量測儀可將模型表面的資訊迅速轉換成三維座標點資料，再由工程師以逆向工程建構實體CAD模型。在多樣化的產品設計中最常碰到的困難往往在於曲面設計的問題，尤其是以自由曲面的設計最為棘手。逆向工程的設計理念非常適合用於以自由曲面為主的產品，本文將運用逆向工程做整體的研究，有效率地設計具有複雜自由曲面造型的產品，並且以專業逆向工程軟體Surfacer分析CAD模型與原始點資料的距離誤差分析及CAD模型曲面分析。

關鍵詞：逆向工程，自由曲面，誤差分析

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v	誌謝.....	vi	目錄.....	vii	圖目錄.....	ix	表目錄.....	xiii	符號說明.....	xiv																																																																																																																																																						
第一章 緒論	1	1.1 前言.....	1	1.2 本文研究動機與目的.....	2	1.3 本文架構.....	3	第二章 文獻探討.....	4	第三章 逆向工程相關研究探討	7	3.1 三次元量測技術.....	7	3.2 點資料處理及區域分割.....	13	3.3 點資料三角網格化.....	20	3.4 建立 CAD 模型.....	21	第四章 曲線曲面建構	41	4.1 曲線概念.....	25	4.2 自由曲線與曲面之數學模型.....	25	4.3 曲線之擬合.....	30	4.4 曲面之擬合.....	37	4.5 曲線、曲面建構.....	39	4.6 曲線及曲面品質檢驗.....	42	第五章 逆向工程實例應用	51	5.1 電腦滑數模型重建.....	46	5.2 小型搖控器模型重建.....	64	5.3 高爾夫球頭模型重建.....	74	5.4 手機座充模型重建.....	81	第六章 結論	88	6.1 結論.....	88	6.2 未來展望.....	89	參考文獻.....	90	圖目錄	90	圖3.1 接觸式測頭的工作原理示意圖.....	9	圖3.2 三角量測原理.....	10	圖3.3 量測、線量測及面量測示意圖.....	10	圖3.4 多餘雜點、部分失真.....	14	圖3.5 點資料的夾角.....	15	圖3.6 平面、球面近似.....	16	圖3.7 以平均法平滑化.....	17	圖3.8 以高斯法平滑化.....	17	圖3.9 以中值法平滑化.....	18	圖3.10 以平均取點法重新取樣.....	18	圖3.11 以間距法重新取樣.....	19	圖3.12 三角網格模型.....	21	圖3.13 (a) 遺失面示意圖(b) 細微裂縫示意圖.....	23	圖3.14 法線向量不一致示意圖.....	23	圖3.15 多面共邊示意圖.....	23	圖4.1 曲線曲面模型重建過程.....	24	圖4.2 Bezier 曲面與控制點網格.....	28	圖4.3 近似法流程圖.....	32	圖4.4 以近似法來進行曲線擬合.....	33	圖4.5 插補法流程圖.....	34	圖4.6 以插補的方式進行曲線擬合.....	35	圖4.7 量測點資料.....	36	圖4.8 點資料斷面擷取.....	40	圖4.9 點資料建構曲面.....	41	圖4.10 曲線建構曲面.....	41	圖4.11 點資料及曲線資料建構曲面.....	42	圖4.12 切線向量分析.....	43	圖4.13 曲率分析.....	43	圖4.14 節點分析.....	43	圖4.15 法線向量分析.....	44	圖4.16 反射線分析.....	44	圖5.1 全自動探針式掃描機PIX-30.....	46	圖5.2 電腦滑鼠模型.....	47	圖5.3 電腦滑鼠模型重建流程.....	47	圖5.4 點資料初始定位.....	48	圖5.5 點資料精密定位.....	48	圖5.6 點資料合併.....	49	圖5.7 點資料縮減.....	50	圖5.8 間距設定.....	52	圖5.9 點資料曲率分佈.....	53	圖5.10 點資料區域分割.....	53	圖5.11 以點資料及邊界曲線建立曲面.....	54	圖5.12 曲線邊緣擬合及曲面擬合.....	54	圖5.13 所示混成方式做曲面接合.....	55	圖5.14 導圓角方式做曲面接合.....	55	圖5.15 接合後的電腦滑鼠曲面.....	56	圖5.16 CAD軟體接合曲面.....	57	圖5.17 尺寸量測.....	59	圖5.18 重建後的電腦滑鼠與原始點資料的誤差分析.....	61	圖5.19 曲率分析.....	61	圖5.20 電腦滑鼠控制點分佈.....	62	圖5.21 電腦滑鼠曲面模型.....	63	圖5.22 快速原型製造電腦滑鼠.....	63	圖5.23 小型紅外線搖控器.....	64	圖5.24 小型搖控器模型重建流程.....	65	圖5.25 搖控器點資料合	

併	65	圖5.26 搖控器點資料重整	66	圖5.27 點資料斷面擷
取	67	圖5.28 刪除跳點、雜點	68	圖5.29 近似法來擬合曲
線	68	圖5.30 曲面擬合	69	圖5.31 曲面缺口修補
圖5.32 調整曲面控制點	70	圖5.33 小型搖控器曲面誤差分析	71	圖5.34 搖控器量
測方向	72	圖5.35 高爾夫球桿頭	74	圖5.36 高爾夫球桿頭模型重建流
程	75	圖5.37 高爾夫球桿頭點資料合併及處理	76	圖5.38 點資料曲率分
佈	76	圖5.39 點資料區域分割	77	圖5.40 點資料建構曲
面	78	圖5.41 曲面在原始點資料的位置	78	圖5.42 導圓角接合曲
面	79	圖5.43 CAD 軟體做曲面接合	79	圖5.44 高爾夫球桿頭曲面誤差分
析	80	圖5.45 頂部曲面平順度	81	圖5.46 手機座充
圖5.47 手機座充模型重建流程	82	圖5.48 點資料合併	83	圖5.49 點資料濾
除	83	圖5.50 點資料曲率值分佈	84	圖5.51 點資料區域分
割	84	圖5.52 曲面建構	86	圖5.53 曲面在原始點資料的位
置	86	圖5.54 接合、刪減後的曲面模型	87	表目錄 表3.1 接觸式量測與非接觸式量測
技術特點比較	12	表5.1 間距法設定的結果	51	表5.2 重建滑鼠誤差分
析	58	表5.3 電腦滑鼠尺寸比較	59	表5.4 小型搖控器曲面誤差分
析	72	表5.5 搖控器尺寸比較	73	表5.6 高爾夫球桿頭曲面誤差分
析	80	表5.7 手機座充曲面誤差分析	87	

參考文獻

- [1] A. Fisher , " Multi-level models for reverse engineering and rapid prototyping in remote CAD system " , Computer-Aided Design 32 27-38 2000.
- [2] Y.H. Chen, C.T. NG and Y.Z. WANG, " Data reduction in integrated reverse engineering and rapid prototyping " ,INT. J. COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING, VOL. 12, NO.2,97-103 1999.
- [3] Hong-Tzong Yau, Chun-Yan Chen and Robert G. Wilhelm, " Registration and integration of multiple laser scanned data for reverse engineering of complex 3D models " , INT. J. PROD.RES. VOL. 38, NO.2, 269-285,2000.
- [4] Imageware , " Surfacer V10.0 user manual " ,Imageware, USE, 2000.
- [5] W.M.M. Ng1,S.T. Tan*, " Incremental tessellation of trimmed parametric surfaces " ,Computer-Aided Design 32 279-294 2000.
- [6] L.A. Piegl a,* ,W. Tiller b , " Parametrization for surface fitting in reverse engineering " ,Computer-Aided Design 33 593-603 2001.
- [7] Pramod N Chivate and Andrei G Jablokow, " Review of surface representations and fitting for reverse engineering " ,Computer Integrated Manufacturing Systems Vol. 8. No. 3. pp. 193-204. 1995.
- [8] Kwan H. Lee*,H. Woo, " Direct integration of reverse engineering and rapid prototyping " ,Computer & Industrial Engineering 38 21-38 2000 .
- [9] V.H.Chan a,* , C. Bradley b ,G.W. Vickers b , " A multi-sensor approach to automating co-ordinate measuring machine-based reverse engineering " ,Computers in Industry 44 105-115 2001.
- [10] Bal Sanghera, Satyajit Naique, Yannis Papaharilaou and Andrew Amis, " Preliminary study of rapid prototype medical model " ,Rapid Prototyping Journal Volume 7 . Number 5 . pp.275-284 MCB University Press . ISSN 1355-2546 2001 . [11] I. Stroud, P.C. Xirouchakis , " STL and extension " , Received 22 January 1999; received in revised form 17 July 1999; accepted 4 August 1999 [12] TaKashi Kanai " Subdivision Surface Fitting with QEM-based Mesh Simplification and Reconstruction of Approximated B-Spline Surfaces " Department of Precision Engineering Hongo 7-3-1,Bunkyo, Tokyo, 113-8656, Japan.
- [13] 洪子倫 , " 科學計算簡介 " ,逢甲大學,2001.
- [14] 李俊賢, " 自由曲面掃描量測資料之曲面建構與誤差分析研究 " ,碩士論文,1999.
- [15] 鍾添東, " 雷射掃描在逆向造型設計的整合應用 " ,長榮大學產 學合作研討會,2002.
- [16] 范光照、章明、姚宏宗、許智欽, " 逆向工程技術及應用 " ,高立圖書有限公司,台北,1999.
- [17] 王翌全, " Laser Scanning principle " ,研究簡報.
- [18] 劉德進, " 以逆向工程建構任意形狀曲線與曲面之研究 " ,碩士 論文,1995.
- [19] 劉景隆, " 斷層影像之B-Spline 參數曲線與曲面重建研究 " ,國 立中央大學機械工程研究所碩士論文,2003.
- [20] 許智超, " 逆向工程與快速原型整合系統之研究 " ,國立臺灣大 學機械工程學研究所碩士論文, 1999.
- [21] 莊峻超, " 應用逆向工程於形態漸變設計模式建立之研究 " ,國立成功大學碩士論文,2001.
- [22] 金濤、董水光, " 逆向工程技術 " ,新文京開發出版股份有限公 司,2005