

Study of a Shoe Last Surface Machining System

吳文義、林志哲；余振華

E-mail: 9607851@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

A shoe last model consists of several free-form surfaces which should be rotated many times while machining. Although there are many studies investigating tool path planning for free-form surface, relatively few studies have addressed the CAM system for manufacturing the shoe last model. This study uses the shoe last as an example to develop a CAM system. The developed system can analyze the model in IGES (Initial Graphics Exchange Specification) format and generate the fixture planning to obtain the rough, semi-finish, and finish tool path. The NC code is generated by the developed postprocessor. A virtual reality environment has been developed to construct the virtual machine tool by analyzing the VERICUT machine file and then the generated NC code can be simulated by the developed virtual machine tool module. In this system, we use Borland C++ Builder 6.0 as a window program development tool, and the OpenGL 3D graphics library to achieve an interactive window interface and 3D models display. In industry, they often use the method that directly offsets the surface of finish machining some distances as the surface of rough machining. In this study, we part interval by contour line and compare boundary union to obtain the tool path of rough machining. The VERICUT software is used to simulate the cutting action and trial cut on the five-axis machine tool validates the effectiveness of the proposed algorithm.

Keywords : Shoe last ; Fixture planning ; Rough machining ; Virtual machine tool

Table of Contents

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.....	x	表目錄.....	xiv														
第一章 緒論及文獻回顧.....	1	1.1 前言.....	1	1.2 相關文獻回顧.....	2	1.2.1 曲面加工之相關研究.....	2	1.2.2 粗加工演算之相關研究.....	2	1.2.3 夾具規劃之相關研究.....	3	1.2.4 後處理演算之相關研究.....	4	1.2.5 虛擬工具機之相關研究.....	4	1.3 論文架構.....	5										
第二章 系統相關技術介紹.....	7	2.1 IGES檔案格式介紹.....	7	2.1.1 IGES各區間介紹.....	9	2.1.2 IGES圖元分類.....	11	2.2 128 Rational B-Spline Surface 圖元介紹.....	13	2.3 OpenGL介紹.....	15	2.3.1 OpenGL繪圖函式庫簡介.....	16	2.3.2 OpenGL函式命名及緩衝區.....	16	2.4 VERICUT .mch檔案格式介紹.....	18	2.5 STL檔案格式介紹.....	19	2.6 多軸工具機座標系統介紹.....	23	2.6.1 座標系定義.....	23	2.6.2 齊次座標轉換矩陣.....	24		
第三章 程式介面及相關模組開發.....	28	3.1 程式介面介紹.....	28	3.2 主要模組.....	30	3.2.1 精加工模組.....	30	3.2.2 中加工模組.....	36	3.2.3 粗加工模組.....	39	3.2.4 夾具規劃模組.....	45	3.2.5 路徑模擬模組.....	48	3.2.6 後處理模組.....	57	3.2.7 虛擬機台模組.....	67	3.3 輔助模組.....	74	3.3.1 顯示模組.....	74	3.3.2 IGES資訊模組.....	81	3.4 額外模組.....	82
第四章 結果與討論.....	87	4.1 VERICUT軟體模擬切削.....	87	4.2 實體切削.....	89	第五章 結論與展望.....	94	5.1 結論.....	94	5.2 未來展望.....	96	參考文獻.....	98														

REFERENCES

- [1] 陳譽文，1999年，“五軸CNC曲面加工原理之研究”，碩士論文，國立中正大學機械工程學系。
- [2] 張純正，2005年，“可快速重組曲面加工系統初步研究”，碩士論文，大葉大學機械工程學系。
- [3] 林子寬，2004年，“鞋楦精加工四軸NC程式之產生”，碩士論文，國立台灣科技大學機械工程學系。
- [4] 李銘宗，2000年，“軸流式葉片之五軸粗加工規劃”，碩士論文，國立台灣大學機械工程學系。
- [5] M. Balasubramaniam, Y. Joshi, D. Engels, S. Sarma, Z. Shaikh, 2001, “ Tool selection in three-axis rough machining ”, International Journal of Production Research, Volume 39, Issue 18, pages 4215 - 4238.
- [6] K. Morishige, Y. Takeuchi, 1997, “ 5-Axis Control Rough Cutting of an Impeller with Efficiency and Accuracy ”, 1997 IEEE International Conference on 20-25 Volume 2, pages 1241 - 1246.

- [7] Nee, A. Y. C. and A. S Kumer, 1991, " A Framework for an Object/Rule-Based Automated Fixture Design System, " Annals of the CIRP, Volume 41, pages 147 - 151.
- [8] 曾祥杰, 1999年, " 二維彈性夾持系統精度之研究 ", 碩士論文, 國立台灣大學機械工程學系。
- [9] 歐冠吟, 2005年, " 五軸工具機之夾具設計與改良 ", 碩士論文, 國立清華大學動力機械工程學系。
- [10] 余振華, 1997年, " 空間凸輪五軸加工數值控制程式設計系統之研究 ", 博士論文, 國立成功大學機械工程學系。
- [11] 林哲賢, 2001年, " 多軸數控工具機後處理演算法之研究 ", 碩士論文, 大葉大學機械工程學系。
- [12] 徐鵬盛, 2000年, " 虛擬實境之多軸工具機運動研究 ", 碩士論文, 國立成功大學機械工程學系。
- [13] 徐偉程, 2001年, " 應用虛擬實境技術於多軸工具機切削運動之研究 ", 碩士論文, 國立成功大學機械工程學系。
- [14] 林彥宏, 2003年, " 五軸虛擬工具機模擬系統一般化建構之研究 ", 碩士論文, 國立成功大學機械工程學系。
- [15] IGES, <http://local.wasp.uwa.edu.au/~pbourke/dataformats/iges/> [16] Advising UK Higher Education on Computer Graphics, Visualization, Multimedia and Virtual Environments, <http://www.agocg.ac.uk> [17] ISO Standard 841-1974, 1974, " Axis and Motion Nomenclature for Numerical Controlled Machines ", Geneva, Switzerland International Organization for Standardization.
- [18] STL, <http://www.3dsystems.com/> [19] Kent Reed, 1991, " The Initial Graphics Exchange Specification (IGES) Version 5.1 ", National Computer Graphics Association.
- [20] OpenGL, <http://www.opengl.org/> [21] VERICUT, <http://www.cgtech.com/> [22] EIA, 1983, " Standard RS-267-B Axis and Motion Nomenclature for Numerical Controlled Machines ", Washington, D.C. Electronic Industries Association.
- [23] 陳錦輝, 2003年, " C語言初學指引 ", 金禾資訊。
- [24] 日向俊二 著/曹晉穎、陳蓁蓁 譯, 2001年, " C/C++辭典 ", 博碩文化股份有限公司。
- [25] 余明興, 吳明哲, 2000年, " Borland C++ Builder 5 學習範本 ", 松崗電腦圖書資料。
- [26] 陳錦輝等著, 2003年, " C++ Builder 6 完全攻略 ", 金禾 資訊。
- [27] 大新資訊譯, 2000年, " OpenGL 超級手冊 第二版 OpenGL SuperBible Second Edition ", 碁峰資訊。
- [28] Edward Angel著/黃加佩譯, 1998年, " 互動式電腦繪圖與 OpenGL實作 ", 艾迪生維斯理出版有限公司。
- [29] 冬陽, 2003年, " 3D遊戲程式設計/基礎篇 ", 宸宇出版社。
- [30] D. Shreiner, 2000, " OpenGL Reference Manual Third Edition ", Addison Welsley.
- [31] D. Shreiner, Mason Woo, Jackie Neider, Tom Davis, 2004, " OpenGL Programming Guide Fourth Edition ", Addison Wesley.
- [32] B. Johnston, 1995, " Vector Mechanics for Engineers Third SI Metric Edition ", McGraw-Hill Ryerson.
- [33] N. Stewart, G. Leach, and S. John, 2002, " Linear-time. CSG Rendering of Intersected Convex Objects ", Journal of WSCG, Volume 2, pages 437 - 444.
- [34] 張亮傑, 2006年, " 應用掃掠曲面與STL網格干涉模擬五軸 切削 ", 碩士論文, 國立中正大學機械工程學系。
- [35] 財團法人鞋類暨運動休閒科技研發中心, URL: <http://www.shoenet.org.tw> [36] 寶元科技工程應用系統暨服務部, URL: <http://www.caxtech.com.tw/> [37] 山風工作室/山風、山月 著, 2001年, " BC++ Builder程式設計 ", 松崗電腦圖書資料股份有限公司。