

口袋形模穴之刀具路徑規劃與產生之研究

陳聖鋒、王中行

E-mail: 8812383@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究計畫之主要目的，在於研究由含直線、圓、圓弧及雲形曲線(Spline)，且包含浮島(Island)所構成之口袋形模穴(Pocket)刀具路徑之生成及實際加工，並應用在模具製造業上，以解決目前電腦輔助製造系統(CAM)在模具加工發展之需要。口袋形模穴之刀具路徑係求自於工件輪廓的偏置(Offset)，本研究將以DXF檔案來轉換AutoCAD上之圖素(即工件輪廓圖形)，再經由工件輪廓之偏置法則，在不產生過切(Overcutting)及少切(Undercutting)現象發生的情況下，利用C語言整理DXF資料檔，建立命令腳本檔(Script File)，並產生刀具切削所需的偏置輪廓，再經由選擇往復式切削方式產生刀具路徑。本研究所採用之偏置法則，採用修正式之兩兩相交法(Modified Pairwise Intersection)，以單純的線段偏置來產生輪廓偏置曲線；其中對於輪廓線段連接部份，於不連續線段部份，以插入弧的方式連接，而在線段相交處，將多餘之線段予以修剪，完成偏置輪廓之雛形，此時將有狹長式與卡槽式凹槽會發生過切現象，因此以干涉指數演繹法(Interference Indices)做過切檢驗並排除過切現象，但因為干涉指數演繹法在遇到複雜圖形時，其干涉指數之推算並不容易，故而將干涉指數演繹法配合向量迴圈以去除過切迴圈，完成2D輪廓偏置曲線。最後再以輪廓偏置曲線為邊界，產生往復式切削之刀具路徑，並根據此路徑產生之NC碼，利用綜合加工機完成實際加工，以驗證本研究計畫之可行性，並解決模具加工業常遇到之少切及過切現象。

關鍵詞：雲形曲線；浮島；口袋形模穴；過切；少切；命令腳本檔；修正式之兩兩相交法；干涉指數演繹法

目錄

目錄 頁次 封面內頁	i 簽名頁	
.....	ii 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	
.....	xii 第一章 緒論	
.....	1 1-1 研究背景與動機	
.....	1 1-2 研究目的	
.....	6 1-3 研究方法	
.....	6 1-4 研究限制	
.....	10 第二章 文獻回顧	
.....	11 2-1 專有名詞解釋	
.....	13 2-2 凸殼定理	
.....	17 2-3 佛柔尼圖法	
.....	18 2-4 兩兩相交法	
.....	20 2-5 干涉指數演繹法	
.....	22 2-6 理論基礎比較	
.....	25 第三章 邊界及浮島輪廓之排序與偏置	
.....	28 3-1 浮島及邊界輪廓的識別與排序	29
3-1-1 DXF檔案與命令腳本檔	32 3-1-2 輪廓線段排序的作法	
.....	35 3-2 輪廓線段之偏置與連接	
.....	37 第四章 偏置輪廓之過切排除	
.....	50 4-1 凹槽式過切排除	
.....	51 4-2 卡槽式過切排除	
.....	57 4-3 過切迴圈的排除	
.....	65 第五章 刀具路徑的規劃	

.....	68 5-1 切削方式的選擇	
.....	..... 68 5-2 刀具路徑的交點尋求	
.....	..... 71 5-3 刀具路徑的建立及數值控制碼的生成	
.....	74 第六章 刀具路徑產生與加工實例驗證	78 第七章
結論與未來展望	..... 90 7-1 結論	
.....	..... 90 7-2 未來展望	
.....	..... 91 參考文獻	
.....	..... 94 附錄	
.....	..... 97 圖目錄 頁次 圖1-1 輪廓偏置示意圖	
.....	..... 2 圖1-2 SmartCAM常見之少切情形	
.....	..... 3 圖1-3 SmartCAM常見增加迴圈之情形	4
圖1-4 產生刀具路徑的方法	..... 8 圖1-5 流程圖	
.....	..... 9 圖2-1 偏置輪廓參數式示意圖	
.....	..... 11 圖2-2 口袋形模穴	
.....	..... 13 圖2-3 雲形曲線	
.....	..... 14 圖2-4 偏置輪廓	
.....	..... 14 圖2-5 圖素夾角	
.....	..... 15 圖2-6 少切及過切現象	
.....	..... 16 圖2-7 迪克斯多裘(De Casteljau)演繹法產生之三次貝吉爾曲線	
.....	..... 17 圖2-8 點集合之佛柔尼圖	19 圖2-9 佛柔尼圖
.....	..... 20 圖2-10 兩兩相交法	
.....	..... 22 圖2-11 干涉指數演繹法之輪廓分界	
.....	..... 23 圖2-12 干涉指數之推算	24
圖2-13 刪除干涉線段	..... 24 圖3-1 口袋形模穴邊界與浮島輪廓示意圖	
.....	..... 28 圖3-2 可加工區與不可加工區示意圖	29 圖3-3
輪廓線段偏置	..... 31 圖3-4 DXF檔案格式與Script file檔案格式之轉換	
.....	..... 33 圖3-5 輪廓線段起始、終點座標輸入示意圖	36 圖3-6 計算偏
置點產生之雲形線偏置線將有過切現象之發生	..... 37 圖3-7 偏置線段之連接方式	
.....	..... 38 圖3-8 偏置線段不同連接方式所產生之差異比較	
.....	..... 39 圖3-9 Hansen對於相交之偏置線亦採圓弧方式連接	39 圖3-10 兩相
鄰線段夾角小於或大於180度的辨別	..... 40 圖3-11 線段端點之偏置向量表示	
.....	..... 41 圖3-12 圓弧順、逆時針之偏置向量表示	
42 圖3-13 雲形線端點之偏置向量表示	..... 46 圖3-14 邊界及浮島輪廓偏置線段之修剪與	
連接	..... 49 圖4-1 偏置線段相交且發生過切的情形	50 圖4-2
凹槽式過切情形發生在輪廓偏置線段不連接處	..... 52 圖4-3 曲線資料的型態轉換	
.....	..... 53 圖4-4 偏置輪廓的凹槽式過切情形	
.....	..... 53 圖4-5 線段可能有交點之交集情形	54
圖4-6 過切線段示意圖	..... 56 圖4-7 過切線段的判別	
.....	..... 56 圖4-8 排除凹槽式過切後的偏置輪廓	
.....	..... 57 圖4-9 卡槽式過切	58
圖4-10 偏置輪廓線段交點與起點示意圖	..... 59 圖4-11 線段交點排序與分裂線段編號	
.....	..... 60 圖4-12 過切線段的判別情形	61
圖4-13 過切線段之排除	..... 62 圖4-14 過切線段排除之流程圖	
.....	..... 63 圖4-15 排除過切線段的偏置輪廓線段	
64 圖4-16 局部過切線段排除後剩餘的過切迴圈	..... 65 圖4-17 向量迴圈	
.....	..... 66 圖4-18 過切迴圈排除	
.....	..... 67 圖4-19 正確的偏置輪廓	
.....	..... 67 圖5-1 環繞式切削	
.....	..... 69 圖5-2 往復式切削	
.....	..... 69 圖5-3 疊刀距離為銑刀全徑時環繞式與往復式切削之差異	
.....	..... 70 圖5-4 環繞式切削避免切削不足時須修正疊刀距離	71 圖5-5 往復式切削水平
線之掃掠	..... 72 圖5-6 交點的尋求與串接	
.....	..... 73 圖5-7 刀具路徑串接	

.....	74 圖5-8 刀具路徑的選擇	
.....	76 圖5-9 刀具路徑的安排	
.....	77 圖6-1 銑刀直徑為6mm對複雜輪廓的切削示意圖	
.....	79 圖6-2 邊界輪廓偏置發生自交產生過切的排除	81 圖6-3 銑刀直徑為6mm偏置輪廓未產生相交
.....	83 圖6-4 銑刀直徑為10mm偏置輪廓發生相交產生過切的排除	85 圖6-5 刀具路徑的規劃與實際加工-1
.....	87 圖6-6 刀具路徑的規劃與實際加工-2	89 表目錄 頁次 表2-1
.....		27 表3-1
.....		34

參考文獻

- 參考文獻 1. A Zafer Gurbuz and Ibrahim Zeid, "Offsetting operations via closed ball approximation", Computer Aided Design, vol. 27, No. 11, pp. 805-810, 1995. 2. B Pham, "Offset curves and surfaces: a brief survey", Computer Aided Design, vol. 24, No. 4, pp. 223-229, 1992. 3. Boehm W., "Generating the Bezier points of B-spline curves and surfaces", Computer Aided Design, vol. 13, No. 6, pp.365-366, 1981. 4. Byoung K. Choi, Surface modeling for CAD/CAM, Elsevier Science Publishers B. V., 1991. 5. Frain G., Curves and surfaces for computer aided geometry design, A Practical Guide, Second Edition, Academic Press, 1990. 6. Hansen, A., "An algorithm for generation NC tool paths for arbitrarily shaped pockets with islands", ACM Transactions on Graphics, vol. 11, No. 2, pp. 152-182, 1992. 7. Hoschek J., "Offset curve in the plane", Computer Aided Design, vol. 17, No. 2, pp. 77-82, 1985. 8. In-Kwon Lee, Myung-Soo Kim and Gershon Elber, "Planar curve offset based on circle approximation", Computer Aided Design, vol. 28, No. 8, pp. 617-630, 1996. 9. Ken Wentland and Debasish Dutta, "Method for offset- curve generation for sheet-metal design", Computer Aided Design, vol. 25, No. 10, pp. 662-670, 1993. 10. Lu W., "Offset-rational parametric plane curves", Computer Aided Geometric Design, vol. 12, pp. 601-616, 1995. 11. Myung-Soo Kim, Eun-Joo Park and Soon-Bum Lim, "Approximation of variable-radius offset curves and its application to Bezier brush-stroke design", Computer Aided Design, vol. 25, No. 11, pp. 684-698, 1993. 12. Persson H., "NC machining of arbitrarily shaped pockets", Computer Aided Design, vol. 10, No. 3, pp. 169-174, 1983. 13. Preparata F. P. And M. I. Shamos, "Computational geometry an introduction", Springer Verlag, New York, 1985. 14. Rida T. Farouki, "The conformal map $z-z^2$ of the hodograph plane", Computer Aided Geometric Design, 11, pp. 363-390, 1994. 15. Sedgewick R., Algorithms in c++, Addison Wesley Publishing Inc., 1992. 16. Y. N. Hu, W. C. Tse, Y. H. Chen and Z. D. Zhou, "Tool-Path planning for rough machining of a cavity by Layer-Shape analysis", Int J Adv Manuf Technol, 14, pp. 321-329, 1998. 17. 沈柏廷 (民85) 『任意袋型工件之刀具路徑產生』碩士論文, 台灣師範大學工業教育研究所 18. 林文杏 (民84) 『含自由曲線及開放邊界之口袋形模穴切削刀具路徑產生』碩士論文, 國立中興大學機械工程研究所 19. 莊勝雄, 楊吉仕 "輪廓偏置應用於含浮島之口袋形模穴切削路徑之產生" 10th Conference of CSME,1993 20. 楊吉仕 (民82) 『含浮島之口袋形模穴切削路徑之產生』碩士論文, 國立中興大學機械工程研究所