

Development of the Computer Aided Measuring System for Sheet Metal Die

張鶴寶、余振華

E-mail: 9419536@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The mold measurement is the important process for checking the precision of the mold. Currently, the industry uses CMM (Coordinate Measuring Machine) to inspect the manufacturing errors of the dedicated product and mold. However, most of them operate CMM using manual mode that is labor intensive and time-consuming. This leads to the delay of manufacturing progress and increases the cost of production. To increase the efficiency, the automatic measuring procedures regarding the measuring path planning, CMM measurement and the measured data analysis are in great demand. The purpose of this research is to develop the local window-based software for 3D measurement to perform model inspection paths and analyze measuring data. The developed system reads the CAD model to analyze the geometry of the mold. Especially, this system adopts IGES format so that it can also read the CAD models generated by other systems and the NURBS-based surface is mainly analyzed for the geometry. After planning the measuring paths, the system can automatically create the DMIS program for further inspection and simulation. The developed system integrates the inspection data and CAD model, and shows the inspection position and error in the windows-based interface. Moreover, the statistical process data (Cp and Cpk) are used to diagnose the die quality and control the process capability so as to improve the shop floor process and provide the mold polishing guidance.

Keywords : Coordinate Measuring Machine ; IGES ; Cp ; Cpk

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	xii	第一章 緒論	1.1	前言	1	1.2	研究動機與目的	2	1.3	文獻回顧	3	1.3.1	三次元量測之相關研究	3	1.3.2	刀具路徑規劃之相關研究	4	1.4	研究方法	5	1.5	論文架構	5	第二章 模具曲面分析	2.1	模具CAD模型資料	7	2.2	IGES資料分析	9	2.2.1	IGES概述	9	2.2.2	IGES介面規格	10	2.2.3	IGES圖元種類	13	2.3	NURBS曲面分析	15	2.3.1	NURBS特性	15	2.3.2	NURBS數學模式	16	2.3.3	節點向量 (knot)	20	2.3.4	權重 (weight)	23	2.4	計算曲面點資料及曲面法向量	24	第三章 DMIS量測程式	3.1	DMIS介紹	25	3.2	DMIS格式	27	第四章 系統實作與驗證	4.1	實作流程規劃	31	4.2	IGES格式曲面圖元128分析	33	4.3	曲面法向量計算	36	4.4	量測前置點的產生	37	4.5	曲面法向量值驗證	39	4.6	板金模具加工	47	4.7	DMIS量測路徑	51	4.8	三次元量測機 (CMM) 驗證	53	第五章 結果與討論	5.1	結果	60	5.2	討論	63	第六章 結論與未來展望	6.1	結論	67	6.2	未來展望	68	參考文獻	71	圖目錄	圖2.1	ASCII IGES檔案格式範例	10	圖2.2	曲線隨定義多邊形的形狀而變化	18	圖2.3	不同階數k之凸邊形特性	18	圖2.4	曲線首尾兩端落於控制點上	21	圖2.5	曲線首尾兩端不落於控制點上	21	圖2.6	權重關係	23	圖3.1	前(後)處理示意圖	26	圖3.2	DMIS運用環境示意圖	27	圖4.1	整體流程圖	32	圖4.2	圖元128範例	34	圖4.3	實際點	34	圖4.4	NURBS曲面幾何	36	圖4.5	量測步驟	37	圖4.6	前置點偏移量輸入	38	圖4.7	前置點	38	圖4.8	法向量驗證範例	39	圖4.9	建構曲面線	40	圖4.10	輸入u、v方向個數	41	圖4.11	曲面線建構完成	41	圖4.12	曲面偏移	42	圖4.13	偏移距離10 mm	43	圖4.14	偏移曲面建構線	44	圖4.15	偏移曲面建構線完成	44	圖4.16	本系統計算出的標準點與法向量	45	圖4.17	選擇量測功能	46	圖4.18	曲面上點位置	46	圖4.19	兩點間距離	47	圖4.20	成型模(公模)	48	圖4.21	模型加工	49	圖4.22	模型成品	49	圖4.23	基準面	50	圖4.24	往複式量測路徑	51	圖4.25	DMIS格式路徑	52	圖4.26	檢查DMIS路徑	52	圖4.27	三次元量測機	53	圖4.28	測針	54	圖4.29	定位原點	55	圖4.30	原點資料	56	圖4.31	載入完成	57	圖4.32	修改完成	58	圖4.33	自動量測	58	圖4.34	量測結果	59	圖5.1	量測資料	60	圖5.2	誤差投影量	61	圖5.3	系統顯示誤差投影量	62	圖5.4	Cp與Cpk統計分析	63	圖5.5	球刀造成扇形剩餘料	65	圖5.6	直線移動路徑	65	表目錄	表2.1	ASCII IGES檔案格式	12	表2.2	圖元資料部分欄位格式	12	表2.3	常見的幾何圖元	13	表2.4	常見的註解圖元	14	表2.5	常見的結構圖元	14	表4.1	圖元128參數部分資料內容	35	表4.2	三次元量測機規格	53	表5.1	範例	66
------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	----	----	-----	-----	---	-----	-----	--------	-----	----	---	-----	---------	---	-----	------	---	-------	------------	---	-------	-------------	---	-----	------	---	-----	------	---	------------	-----	-----------	---	-----	----------	---	-------	--------	---	-------	----------	----	-------	----------	----	-----	-----------	----	-------	---------	----	-------	-----------	----	-------	-------------	----	-------	-------------	----	-----	---------------	----	--------------	-----	--------	----	-----	--------	----	-------------	-----	--------	----	-----	-----------------	----	-----	---------	----	-----	----------	----	-----	----------	----	-----	--------	----	-----	----------	----	-----	-----------------	----	-----------	-----	----	----	-----	----	----	-------------	-----	----	----	-----	------	----	------	----	-----	------	------------------	----	------	----------------	----	------	-------------	----	------	--------------	----	------	---------------	----	------	------	----	------	-----------	----	------	-------------	----	------	-------	----	------	---------	----	------	-----	----	------	-----------	----	------	------	----	------	----------	----	------	-----	----	------	---------	----	------	-------	----	-------	-----------	----	-------	---------	----	-------	------	----	-------	-----------	----	-------	---------	----	-------	-----------	----	-------	----------------	----	-------	--------	----	-------	--------	----	-------	-------	----	-------	---------	----	-------	------	----	-------	------	----	-------	-----	----	-------	---------	----	-------	----------	----	-------	----------	----	-------	--------	----	-------	----	----	-------	------	----	-------	------	----	-------	------	----	-------	------	----	-------	------	----	-------	------	----	------	------	----	------	-------	----	------	-----------	----	------	------------	----	------	-----------	----	------	--------	----	-----	------	----------------	----	------	------------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------	----	------	---------------	----	------	----------	----	------	----	----

REFERENCES

- [1] 黃昆明, “ 模具產業現況及趨勢 ”, 金屬工業研究發展中心, 2002。
- [2] 羅錦坤, “ CAD導引三次元量床3D自由曲面自動化量測研究 ”, 碩士論文, 元智大學機械工程研究所, 1999。
- [3] 陳松景, “ 三次元量測軟體發展 ”, 碩士論文, 國立中央大學機械工程研究所, 2000。
- [4] 呂健豪, “ 智慧型虛擬三次元量測系統之發展 ”, 碩士論文, 國立中正大學機械工程研究所, 2000。
- [5] 張惠欽, 林清安, “ 以3D實體模型為基礎之多軸向無干涉自動量測系統 ”, 第十八屆中國機械工程學會學術研討會論文集, 第四冊,

pp.834, 2001。

- [6] 張惠欽, 呂三和, 林清安, “渦輪葉片之五軸自動化量測系統”, 第十八屆中國機械工程學會學術研討會論文集, 第四冊, pp.851, 2001。
- [7] H. T. Yau and C. H. Menq, “Automated CMM Path Planning for Dimensional Inspection of Dies and Molds having Complex Surfaces”, Internation Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 36, No. 6, pp. 861-876, 1995.
- [8] H. T. Yau and C. H. Menq, “The Development of An Intelligent Dimensional Inspection Environment in Manufacturing”, Proceedings of JAPAN-U.S.A. Symposium on Flexible Automation, pp. 1059-1065, 1990.
- [9] Y. J. Lin, “A New Algorithm for a Collision-Free Path for a CMM Probe”, Internation Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 39, No. 9, pp. 1397-1408, 1999.
- [10] K. C. Fan and M. C. Leu, “Intelligent Planning of CAD-Directed Inspection for Coordinate Measuring Machines”, Computer Integrated Manufacturing Systems, Vol. 11, No. 1-2, pp. 43-51, 1998.
- [11] 林則孟, 許良僑, “CNC 銑床刀具路徑模擬器之設計”, 工業工程學刊, Vol. 7, No. 1, 1990。
- [12] 羅致卿, “曲面球銑加工之最佳刀具及刀具路徑規劃”, 機械月刊, Vol. 27, No. 8, pp.298-302, 2000。
- [13] C. C. Lo, “A Tool-Path Control Scheme for Five-Axis Machine Tools”, International Journal of Machine Tools & Manufacture Vol. 42, No. 1, pp.79-88, 2002.
- [14] 余明興, 吳明哲, “Borland C++ Builder 5 學習範本”, 松崗電腦圖書資料, 2000。
- [15] 大新資訊譯, “OpenGL 超級手冊 第二板 OpenGL SuperBible Second Edition”, 碁?資訊, 2000。
- [16] Kent Reed, “The Initial Graphics Exchange Specification (IGES) Version 5.1”, National Computer Graphics Association, 1991.
- [17] J. J. Deng, “Theory of a B-spline Basis Function”, International Journal of Computer Mathematics, Vol. 80, No. 5, pp. 649-664, 2003.
- [18] 祝華健譯, “電腦繪圖的數學基礎”, 儒林圖書, 1990。
- [19] “Dimensional Measuring Interface Specification”, Version 2.1, 1989.
- [20] Brown & Sharpe, <http://www.browncandsharpe.com>