

電腦輔助板金模具量測系統之開發

張鶴寶、余振華

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

摘要

模具量測是檢查模具是否有符合精度的重要過程，目前業界以三次元量床（CMM）進行模具檢測，但大多還停留在以傳統的手動方式來進行工件的量測，不僅費時耗力，更因而耽誤了工件在製作時程上的進度，相對的也就提高了產品的製作成本。因此必須採用自動化的量測流程，由CAD模型進行量測路徑規劃到三次元量床進行量測，及量測完畢後所得之完整量測數據整理分析，才能確實改善生產效率。本研究之目的為發展一套以CAD為基礎之本土化視窗介面三次元量測模具路徑規化與量測資料分析軟體。系統將讀入模具CAD模型，進行模具幾何資料分析。而為了能讀取其他系統所建立的CAD模型，本系統所輸入的CAD模型資料格式採用目前業界最為廣泛使用的IGES格式，分析的曲面則以NURBS為主。經由系統計算規劃量測路徑後，產生自動量測所需的DMIS程式，以利後續量測路徑模擬。本系統量測所得之資料與模具CAD模型整合，在視窗圖形化之介面中，顯示工件之量測位置與誤差，並採用統計學衡量製程能力之能力指數Cp(Capability Index)及製程在目標值附近的變異程度Cpk，對數據資料做統計分析，診斷出模具品質及掌握製程能力，進而追蹤模具品質的變異性，以有效改善製程，並提供現場製程改善與修模之參考。

關鍵詞：三次元量床；IGES；製程能力；製程變異程度

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 | 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 |
|------|-----|-----|-----|------|----|------|---|----|----|----|-----|-----|---|-----|-----|--------|-----|----|---|-----|---------|---|-----|------|---|-------|------------|---|-------|-------------|---|-----|------|---|-----|------|---|------------|-----|-----------|---|-----|----------|---|-------|--------|---|-------|----------|----|-------|----------|----|-----|-----------|----|-------|---------|----|-------|-----------|----|-------|-------------|----|-------|-------------|----|-----|---------------|----|--------------|-----|--------|----|-----|--------|----|-------------|-----|--------|----|-----|-----------------|----|-----|---------|----|-----|----------|----|-----|----------|----|-----|--------|----|-----|----------|----|-----|-----------------|----|-----------|-----|----|----|-----|----|----|-------------|-----|----|----|-----|------|----|------|----|-----|------|------------------|----|------|----------------|----|------|-------------|----|------|--------------|----|------|---------------|----|------|------|----|------|-------------|----|------|-------------|----|------|-------|----|------|---------|----|------|-----|----|------|-----------|----|------|------|----|------|----------|----|------|-----|----|------|---------|----|------|-------|----|-------|-----------|----|-------|---------|----|-------|------|----|-------|-----------|----|-------|---------|----|-------|-----------|----|-------|----------------|----|-------|--------|----|-------|--------|----|-------|-------|----|-------|---------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|-----|----|-------|---------|----|-------|----------|----|-------|----------|----|-------|--------|----|-------|----|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|-------|------|----|------|------|----|------|-------|----|------|-----------|----|------|------------|----|------|-----------|----|------|--------|----|-----|------|----------------|----|------|------------|----|------|---------|----|------|---------|----|------|---------|----|------|---------------|----|------|----------|----|------|----|----|

參考文獻

- [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] 陳崧景, “ 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 ", International 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 ", International 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 第二版 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.brownandsharpe.com>