

8. ACIS 幾何造型核心開發CMM專業系統

徐永源 副教授
中華大學 機械工程學系

摘要

本文說明如何以ACIS之CAD幾何造型核心建立「智慧型三次元座標量測儀(CMM)的電腦輔助路徑規劃及量測系統」。此系統將各式CAD系統所建構的CAD三維模型數據(IGES,STEP,..)經轉檔功能載入開發的CMM系統中，並可對工件模型進行縮放、旋轉…等基本視窗功能，針對量測特徵(點、線、面、球…等)進行自動規劃產生各式量測特徵路徑，規劃完成後進行量測路徑動態模擬顯示及干涉檢驗，其量測路徑以特定格式(DMIS)輸出，供量測執行(IE)系統進行實機量測，接著進行量測特徵擬合技術，並與定義特徵(Defined features)進行公差計算，進而輸出檢測及分析報告，最終為製程自動化提供一個創新性技術，是具專業化、智慧化、整合化的高科技、高效益的系統工程。

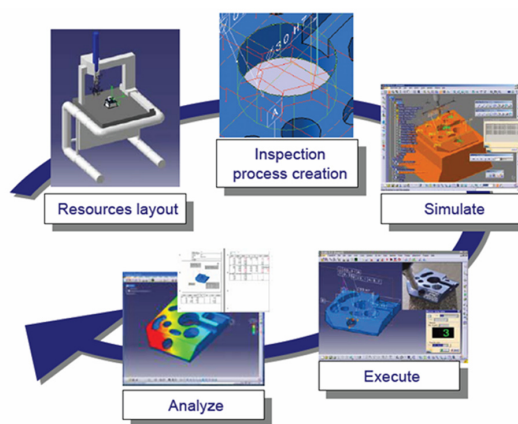


圖1 整合性電腦輔助CMM檢測過程

1. 簡介

傳統的三次元座標量測儀(CMM)量測系統並未與三維建模的CAD系統有效結合，因此在量測路徑的自動規劃上顯得無能為力，但隨著三維實體建模技術的開發成熟及產品應用普及，此時電腦輔助設計/電腦輔助製程規劃(CAD/CAPP)之間的整合技術的開發就顯得相當重要，藉由量測特徵(Measuring features)辨識得以進行特徵量測路徑自動產生技術，應用軟體功能開發整合性檢測報告，可大大提升製程效率。因此，CAD/CAPP是改造傳統生產製程方式的關鍵技術，它以電腦軟體的形式，為製程自動化提供一種有效的輔助工具，使工程技術人員借助於電腦對產品檢驗技術上提供一個創新性的技術改革，是一項高科技、高效益的系統工程，其特點是專業化、智慧化、整合化及網路化等。

圖1說明現階段三次元座標量測儀結合CAD系統的應用過程，藉由CAD系統開發三次元座標量測儀的CAD模型(Resources layout)，並應用CAD轉檔功能將各式標準圖檔(IGES,STEP,UG,PRO/E,ACIS,Parasolid…)轉入系統中，此時定義量測特徵以便進行量測路徑的自動規劃(Inspection process creation)，接著模擬(Simulate)規劃後的量測路徑，確認路徑的正確性，即可執行(Excute)實機量測，最後分析(Analyze)量測結果並輸出3D的整合性檢測報表，完成檢測製程。

2. CMM系統架構

此系統依據載入工件模型的量測特徵(Measuring features)，自動產生所需的CMM量測路徑，並進行實機量測，最後依量測結果及幾何公差定義產生檢測報告。

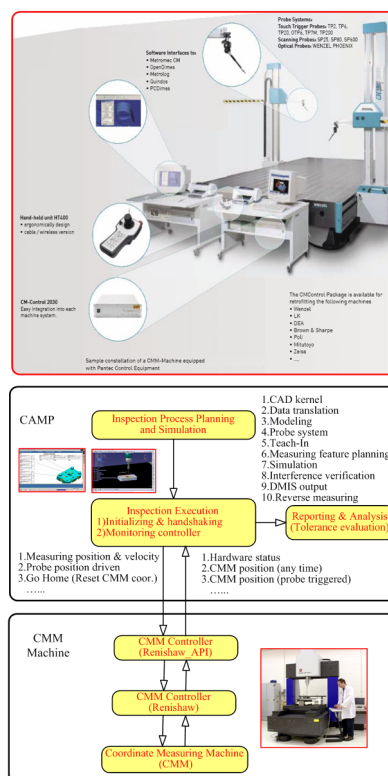


圖2 CMM系統架構

圖2說明完整的 CMM量測系統軟體架構，在此將系統分成電腦輔助路徑規劃(Computer Aided Measuring Planning, CAMP)及量測執行(Inspection Execution, IE)兩大系統，其中CAMP系統與CAD相關，可將各式CAD系統所建構的CAD三維模型數據(IGES,STEP,SAT,Parasolid,Pro/E,...)經轉檔功能載入自行開發的CMM/CAMP系統中，並可對工件模型進行縮放、旋轉...等基本視窗功能，可針對量測特徵(點、線、面、球、圓柱、環...等)進行特徵辨識及自動規劃產生各式量測特徵路徑，規劃完成後，三次元座標量測儀機床主體及量測探頭(Renishaw probe)模型，進行量測路徑動態模擬顯示及干涉檢驗，完成的量測路徑以特定格式(DMIS)輸出，供量測執行(IE)系統進行實機量測，接著進行量測特徵擬合技術，並與定義特徵(Defined features)進行公差計算，進而輸出檢測及分析報告。另外，IE系統是與CMM硬體相關，可將特定格式指令轉化為CMM的量測指令，此部份與Renishaw控制器進行整合，即開發一系列Renishaw_API函數與CAMP系統整合成特定的量測機制與功能，此時規劃的量測路徑即可進行實機量測，且其量測結果以特定格式輸出。

圖3則說明 CMM量測系統之基本運作及操作流程。我們定義一個完整的CMM量測規劃為一操作(Operation)，此一操作所包含的基本要素包括探頭系統、工作座標、量測特徵定義、估算公差、規劃路徑、量測結果及檢驗報告等，圖中更顯示此一系統面對有無3D模型時所提出的解決方案，其一是應用傳統解決方案的教導式建模，另一是開發可快速建構CAD量測特徵的CAD建模，此一功能的開發取代一部份教導式建模的工作，並可以離線方式進行建模及後續的量測特徵定義及路徑規劃等工作。

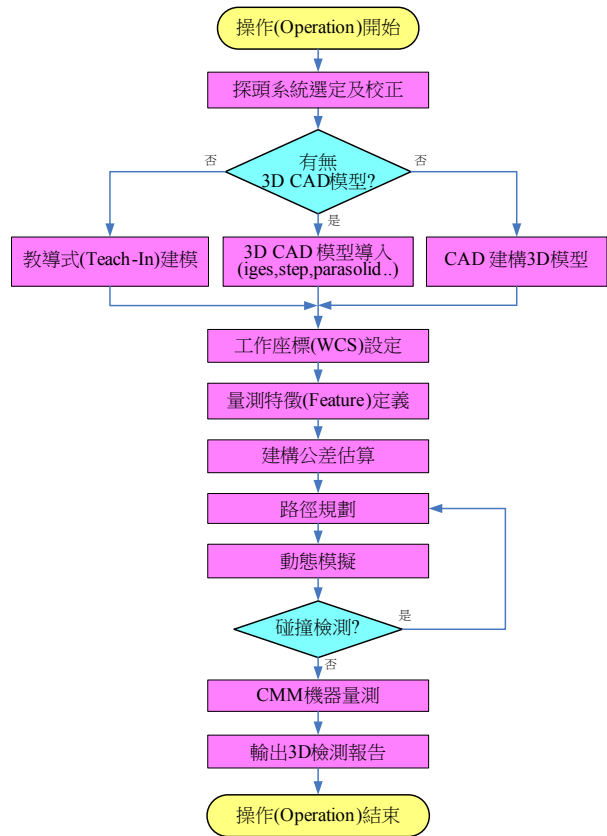


圖3 CMM系統操作流程

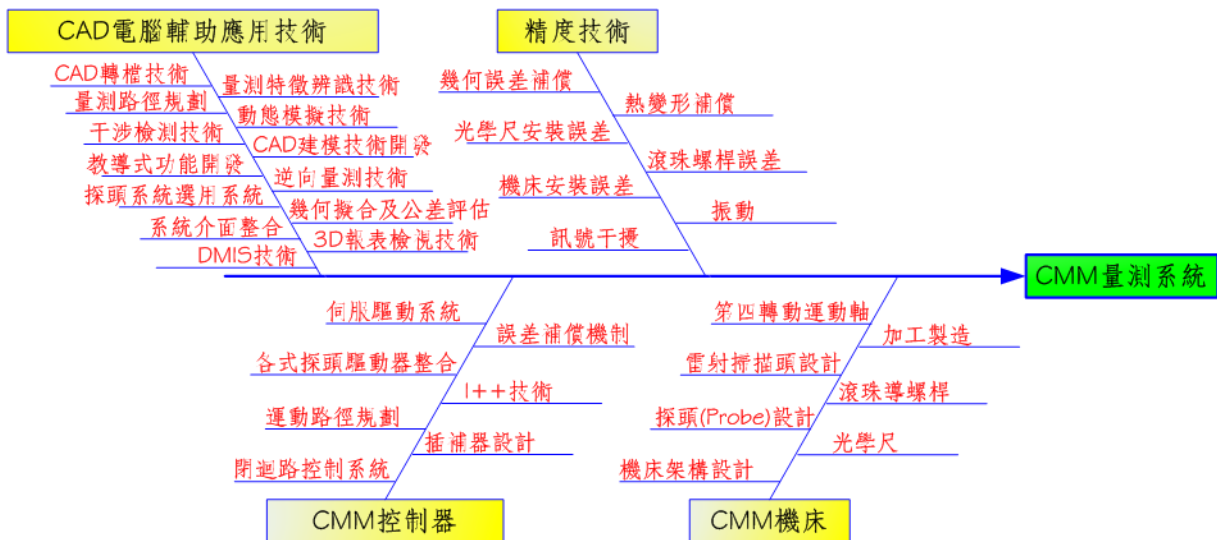


圖4 CMM量測系統技術關聯圖

圖4顯示CMM量測系統的技術關聯圖，而重要開發項目及技術如下：

1. CAD幾何數據轉檔功能。
2. 量測特徵辨識功能。
3. 智慧型自動路徑規劃功能。
4. 動態路徑模擬及干涉檢測功能。
5. 量測特徵幾何擬合及公差評估技術。
6. 量測特徵CAD建模及CAD操作功能。
7. 逆向三維實體建模功能。
8. 探頭選用系統。
9. 幾何誤差三度空間的誤差補償功能。
10. CAD系統與CMM控制器的連結技術及功能開發。
11. 量測路徑輸出DMIS格式量測指令。

3. ACIS CAD 幾何造型核心

建構上述的CAMP系統需要一個CAD幾何造型核心(CAD kernel)做為三維幾何造型描述與操作，但自行建構CAD幾何造型核心不但費時且技術困難度高，為有效縮短開發時程，因此，採用CAD幾何造型核心(ACIS)及三維幾何造型轉檔功能(InterOp)，而三維圖形顯示及視窗操作則應用與ACIS搭配的HOOPS 3D顯示應用軟體，並藉由將ACIS,InterOp,HOOPS有效整合的AGM開發平台進行此系統的CMM應用系統的開發。以下簡要說明ACIS, InterOp, AGM。

1) ACIS

可將2D曲線經拉伸、旋轉、掃掠等操作生成複雜的3D曲面或實體，高級倒角和圓角操作，網格曲面生成，陣列操作，實體抽殼和曲面加厚，曲線、曲面和實體的互動式彎曲、扭曲、延展、變形，利用可選可變形造型元件創建高級曲面，另Spatial提供Tech Soft America的HOOPS/3dAF以及HOOPS/ACIS Bridge等產品搭建圖形交互應用程式。

2) InterOp

InterOp資料轉換模組，可容易地實現實體、曲面和線框資料的直接或間接地轉換，可轉換的3D資料格式包括CATIA V5, CATIA V4, IGES, STEP, VDA-FS, Pro/ENGINEER (Pro/E), Parasolid (PS), Unigraphics (UG), SolidWorks, Inventor, 及ACIS®。

3) AGM(Application Graphics Manager)

AGM是一個建構在Spatial 3D模組產品—ACIS、HOOPS和InterOp基礎之上的商業用的應用程式架構。圖5所示為AGM的架構圖，AGM中提供了對底層Spatial3D元件的訪問介面，3D應用程式可以使用AGM中提供的介面訪問底層的3D元件，也可以直接訪問底層3D元件。AGM的這種架構給開發者提供了很大的靈活性和可擴充性。AGM中實現了視圖背景設置、多視視窗、CATIA V5風格視圖操作和透明物件樹等功能，使人機界面更加友好，如圖6所示。

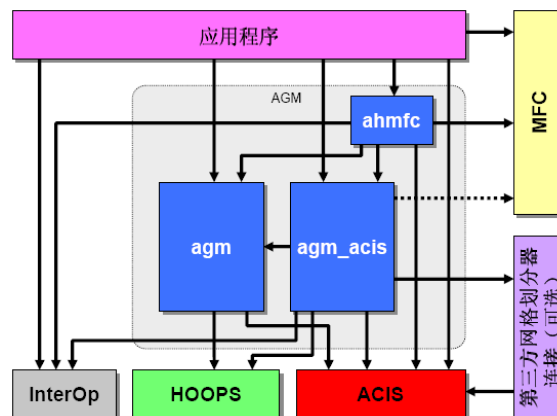
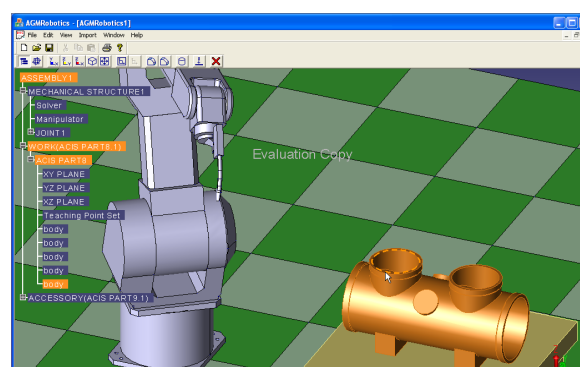


圖5 AGM系統架構



6 AGM應用範例

4. 開發成果

完成後的CMM軟體如圖7所示，具有以下優越的特色：

●創新型的透明樹導引操作，使用直觀簡便易學。
●以ACIS幾何造型核心開發系統，具優越CAD功能，與CAD無縫接合。
●具動態模擬及干涉檢測功能(如圖8所示)。
●可以離線方式批量自動產生量測路徑規劃編程及模擬。
●智能化的量測路徑規劃及簡便直觀修正量測路徑。
●3D圖形檢測報表輸出，輸出格式包括Word, Excel等。
●提供簡易機械零件量測特徵3D建模功能。
●具全自動探頭補正量測及記錄功能。
●支持Renishaw公司的探頭系統(如圖9所示)。
●實現與CAD系統的無縫接合，可導入及導出IGES,STEP,PRO/E,UG,Parasolid等格式。
●逆向量測可快速建構三維CAD模型，以便進行後續的CAM加工應用。
●具CAD操作及量測功能。
●Teach-In具最佳量測點自動規劃功能(如圖10所示)。

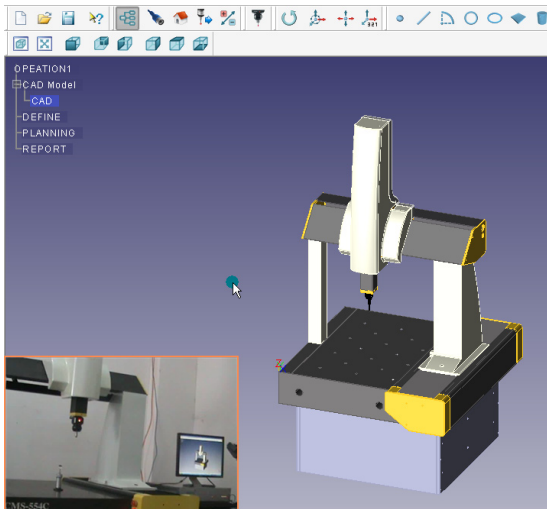


圖7 CMM量測軟體系統

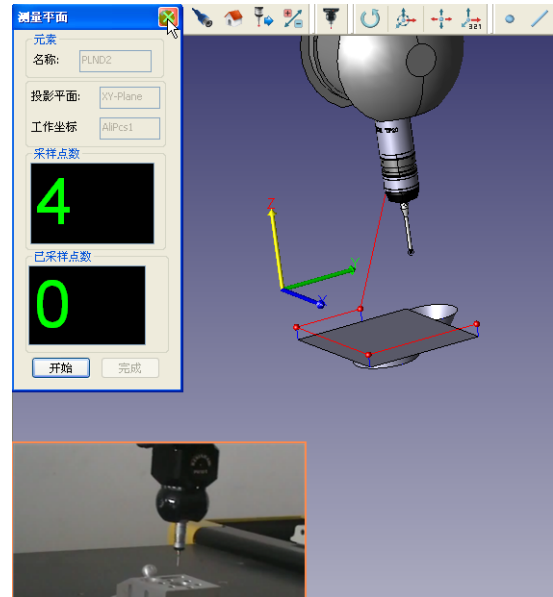


圖10 教導式Teach-In功能

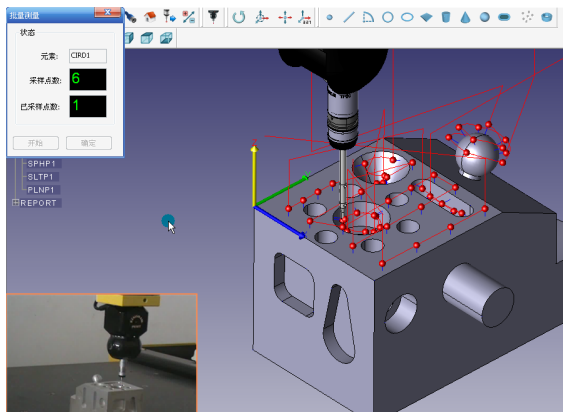


圖8 動態模擬及干涉檢測功能

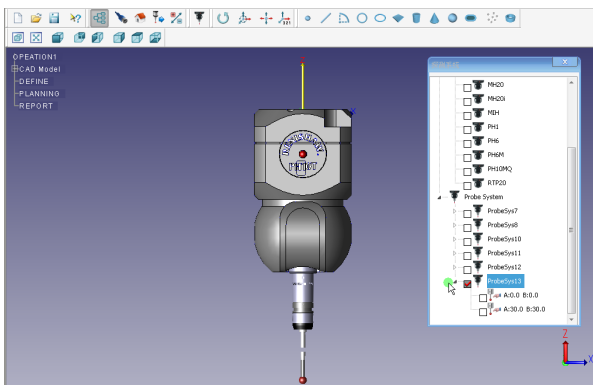


圖9 Renishaw探頭選用

5. 結論

本文說明「智慧型三次元座標量測儀(CMM)的電腦輔助路徑規劃及量測系統」。此系統是以ACIS幾何造型核心為系統開發環境，開發出符合工業界需求的，具專業化、智慧化、整合化的高科技、高效益的系統。