

大四工工專題摘要

12	基於螞蟻演算法之創新性五軸側銑刀具路徑規劃	
指導教授	瞿志行	博士
參與學生	u940805 李承達 u940833 田凱文	
摘 要		
題目的由來 隨著工業技術的發展與消費者需求的提高，因應不同功能與美觀的複雜曲面造型，已大量運用於航空、汽車、造船與電子產品設計上，造成國內精密加工業者技術水準與產品開發能力的重大考驗。山福工業股份有限公司從事精密輪胎模具生產已有三十餘年，引進電腦輔助軟體與五軸數值加工技術業也超過十年，現為台灣規模最大、品質最佳的輪胎模具製造商。該公司亦是國內少數具備複雜幾何五軸加工量產能力的廠家，提供之加工項目包括渦輪葉片、壓縮機與特殊航太零件。以渦輪葉片為例，葉片曲面之曲率變化劇烈，加工要求的精度高且存在葉片重疊的問題，運動範圍較為有限的三軸加工，往往會因刀具干涉的發生導致無法加工，故一般多採用五軸加工技術進行切削。相較於三軸加工，五軸加工提供額外旋轉角與傾斜角兩個自由度，因此可以根據工件的幾何限制調整刀具運動，避免碰撞與干涉的發生。然而，運動自由度的提高亦相對增加刀具路徑規劃的複雜度，例如殘留料的處理、刀具碰撞的避免與刀具軸向的平滑化等問題，都必須於路徑規劃時一併考量，藉此確保加工的品質與工具機的壽命。 題目的描述 五軸加工的切削方式一般可分為端銑與側銑兩類，就加工效率、表面精度與製造成本而言，側銑擁有較多之優勢。儘管如此，五軸側銑目前仍未被廣泛應用於業界，主要原因在於其技術門檻較高，尤其於刀具路徑規劃與切削誤差控制上，仍然缺乏自動計算方法的輔助，現今的電腦輔助製造軟體支援不足。由於商用軟體為求廣泛適用性，通常僅提供特定的路徑規劃方式如固定前傾角、依參考曲面法向量或指定軸向等。使用者無法輕易地整合這些規劃方式來產生適當的加工路徑。更大的限制在於這些規劃方式所產生之路徑，對整體曲面而言是唯一且固定的，使用者只能透過增加刀具的疏密程度，利用線性插補來降低切削誤差。這樣的規劃方式並不提供系統化的方法，透過調整刀具路徑改善切削誤差，若既有的路徑不能達成曲面精度要求，使用者將無法完成切削工作。		

解決的方法

由上述可知，五軸加工技術雖可應用於複雜曲面的加工，但礙於路徑規劃的高複雜性與電腦輔助製造軟體支援的不足，必須發展一套系統化且自動化的五軸側銑路徑規劃架構，減輕使用者的工作負荷、縮短規劃階段的時程、提高品質與降低成本。有鑑於此，本研究將與山福工業共同合作，針對規則曲面(Ruled Surface)之五軸側銑，提出一套創新性路徑規劃架構。將以最佳化數學理論為基礎，將三維空間中的刀具運動規劃問題，轉換成兩獨立曲線間對應關係之數學規劃問題，以最小化切削誤差為目標函式，並根據山福工業累積多年的實務經驗，將實際限制因素，以量化方式轉換成數學限制式，最後，利用螞蟻演算法進行求解，自動產生最佳刀具路徑組合，提供業界更具彈性之五軸側銑路徑規劃方法，以及更加準確之誤差控制機制。

研究的成果

使用本研究結果規劃刀具路徑，可以根據使用者設定之參數，自動產生最佳加工路徑，大幅改善路徑規劃的效率性與準確性。此外，對於合作的三福工業而言，過往在複雜曲面的路徑規劃上，大多仰賴工程師的專業與經驗，並藉助模擬軟體的輔助，經過反覆的修改與測試才能完成規劃作業，而這樣的方式不但缺乏效率且容易出錯，更無法達到生產自動化與系統化之目標。然而，藉由最佳化曲面側銑路徑規劃方法的輔助，上述的情況獲得大幅的改善，不但可以更加準確地達到加工品質的要求，還可減少大量的規劃時間與人力成本，實現曲面五軸側銑路徑規劃自動化與系統化的目標。