

1. Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code: PDF/93/2544

Project Title: The Algorithms for Simulation of Inverse Kinematics of a Five-Axis Milling Machine

ชื่อโครงการ: แบบจำลองการทำงานของเครื่องจักร CNC 5 แกน โดยใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ

Investigator: ผศ.ดร. หมดอามีน หมั่นหลิน

Information Technology Program

Sirindhorn International Institute of Technology

Thammasat University, Rangsit Campus,

Tel: 9869101 Fax: 9869113

Email Address: amin@siit.tu.ac.th

Project Period: 1 สิงหาคม 2544 – 31 กรกฎาคม 2546

We present the **algorithms to simulate non-linear kinematics** of the five-axis CNC milling machine. The simulator is based on **3D representation** and employing the **inverse kinematics** approach to derive the corresponding rotational and translation movement of the mechanism. The simulator makes it possible to analyze an accuracy of a 3D tool path based on a prescribed set of the cutter location (CL) points as well as a set of the cutter contact (CC) points. The resulting trajectory of the tool is not unique and depends on the initial set up of the machine. Furthermore, the simulator can be used to **simulate the milling process, verify the final machining and estimate the errors** of the actual tool path before the real workpiece is actually tested with the real machine. Thus, it reduces the cost of iterative trial and errors.

Next, we present a series of cutting experiments performed by means of the proposed software and evaluate the accuracy of milling. We demonstrate that the proposed graphical 3D software presents an efficient interactive approach to the interactive modification of a tool path based on an appropriate set of transformations as well as to **verification of the tool path optimization algorithms**. The result of the simulation is tested using the Maho600E Five-Axis CNC Milling Machine at Computer Integrated Manufacturing Laboratory in Asian Institute of Technology.

Keywords: Five-axis CNC, Inverse kinematics, Tool path optimization

Abstract (บทคัดย่อ)

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองการทำงานของเครื่องจักร CNC 5 แกน โดยใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ ซึ่งสามารถจำลองแนวการเคลื่อนที่ของ cutter ได้ทั้งแบบใช้จุดกึ่งกลาง (CL) หรือจุดสัมผัส (CC) ของ cutter กับชิ้นงานได้ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของ cutter มีได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับโปรแกรม G-Code หรือ Inverse Kinematics ของเครื่องจักร CNC นั้นๆ การใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ จำลองการเคลื่อนที่หลาย ๆ แบบ ทำให้เราสามารถตรวจสอบและคำนวณข้อผิดพลาดเบื้องต้นได้ และเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการกัดชิ้นงานที่มีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด จากนั้นจึงส่งโปรแกรม G-Code ไปยังเครื่องจักร CNC 5 แกนจริง ๆต่อไป

วิธีการจำลองการกัดชิ้นงาน ที่นำเสนอโดยงานวิจัยนี้ ได้ผ่านการทดสอบกับตัวอย่างชิ้นงานหลาย ๆรูปแบบ โดยใช้เครื่องจักร CNC 5 แกน MAHO 600E จากห้องปฏิบัติการที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ซึ่งพบว่าสามารถลดข้อผิดพลาดจากการกัดแบบปกติได้ประมาณ 5 – 65 % นอกจากนั้น การกัดชิ้นงานโดยใช้วิธีการนี้สามารถทำได้ภายในครั้งเดียว และไม่มีปัญหาเรื่องการแตกหักของ cutter แม้แต่ครั้งเดียว เนื่องจากได้ผ่านการตรวจสอบโดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์มาแล้ว