

การพัฒนาโปรแกรมแปลรหัสเอ็นซีสำหรับตัวควบคุมซีเอ็นซีแบบสถาปัตยกรรมเปิด Development of A NC Code Interpreter for An Open-Architecture CNC Controller

วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ และ กฤษณันท์ มะลิทอง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.พญาไท ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 โทร 0-2218-6610-1 โทรสาร 0-2252-8889

E-Mail: Viboon.S@eng.chula.ac.th , Krit_eng99@hotmail.com

Viboon Sangveraphunsiri and Kritsanun Malithong

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Phyathai Road, Patumwan, Bangkok 10330

E-Mail: Viboon.S@eng.chula.ac.th , Krit_eng99@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแปลเอ็นซีโค้ด (NC-Code) ซึ่งเป็นรหัสคำสั่งที่ป้อนให้กับเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยโปรแกรมพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 บนระบบปฏิบัติการ Windows 2000 โปรแกรมมีลักษณะตัวแปลภาษา (Interpreter) แปลรหัสคำสั่งที่อยู่ในรูปเท็กซ์ไฟล์ (Text file) โดยมีการสร้างเส้นทางเดินแบบเส้นตรงและเส้นโค้ง (Linear and Circular Interpolation) เพื่อใช้ในการจำลองการเคลื่อนที่ และควบคุมชุดโต๊ะเอ็กซ์วายแซด ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้ประมวลผล และควบคุมการทำงานของระบบ โดยสื่อสารผ่านการ์ดอินเตอร์เฟซคอนโทรลเลอร์ และ D/A เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ซึ่งใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดที่ได้พัฒนามาแล้ว ในการทดสอบโปรแกรมทำโดยทดสอบการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและวงกลมจากการแปลเอ็นซีโค้ด และทดสอบการแปลเอ็นซีโค้ดที่สร้างจากโปรแกรม CATIA V5R14 และ Unigraphics V18.0 พบว่าสามารถทำการแปลเอ็นซีโค้ด และควบคุมให้โต๊ะเอ็กซ์วายแซดเคลื่อนที่ตามเส้นทางเดิน เมื่อทำการบันทึกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ ณ เวลาใดๆ แล้วนำตำแหน่งที่ได้มาสร้างเป็นกราฟ พบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะเส้นทางเดินที่ใช้สร้างเอ็นซีโค้ด

คำหลัก ซีเอ็นซี, เอ็นซีโค้ด, ตัวแปลภาษา

Abstract

This paper presents a NC-code interpreter software development by using personal computer. The program, developed in Microsoft Visual Studio .NET 2003 on Windows 2000, interprets NC-code, which is in text file format, and generates linear and circular interpolation paths for simulation and motion control of the XYZ table. This development system is a part of the open architecture

CNC controller. It consists of a personal computer and software for interpret the CNC code, which is used for calculation, and controlling the XYZ table via counter and D/A interface card. After testing with linear and circular motion and NC-code generated from CATIA V5R14 and Unigraphics V18.0, it has shown that the program can interpret the NC-code and control the XYZ table to follow the generated path.

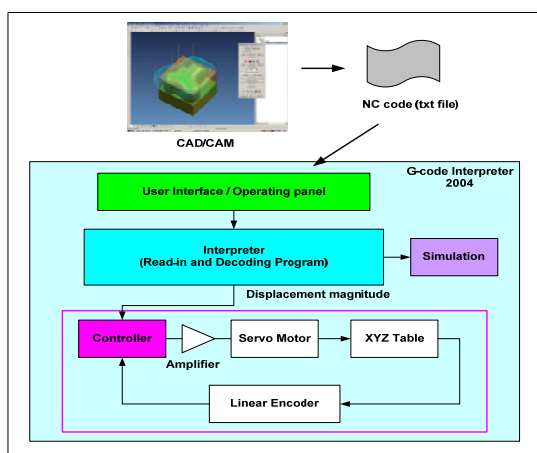
Keywords: Computer Numerical Control (CNC), NC-code, Interpreter

1. บทนำ

ปัจจุบันในภาคอุตสาหกรรม ซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรอัตโนมัติที่นิยมใช้ในระบบการผลิต เนื่องจากสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยเครื่องจักรซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรที่มีคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน ระบบควบคุมซึ่งออกแบบมาใช้งานกับเครื่องจักรมีราคาสูง จึงทำให้มีแนวคิดการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาควบคุมเครื่องจักรแทนระบบควบคุมแบบเดิม เพื่อความคล่องตัวในการใช้งาน และสามารถพัฒนาโปรแกรมให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ สามารถสร้างโปรแกรมขึ้นมาใช้งานเอง สามารถเพิ่มหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ง่าย ซึ่งในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีความสามารถสูง และแนวโน้มราคาลดลง การควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจึงเป็นอีกทางเลือกที่ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนชุดควบคุมการทำงาน

บทความฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นระบบส่วนหนึ่งของตัวควบคุมซีเอ็นซีแบบสถาปัตยกรรมเปิด ให้ชื่อโปรแกรมว่า G-Code Interpreter 2004 โดยโปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 มีการทำงานในลักษณะของการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ทำให้สะดวกในการเขียนโปรแกรม และทำความเข้าใจกับ source code

ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งานเป็นแบบ SDI (Single Document Interface) โดยทำการแสดงผลที่ละ 1 ไฟล์งาน ถ้าจะทำงานกับงานถัดไป งานเดิมจะต้องถูกปิดไปเสียก่อน



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของโปรแกรม

โดยโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 5 ส่วนคือ

1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เป็นส่วนที่ผู้ใช้ติดต่อกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านทางหน้าจอโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ส่วนการแปลเอ็นซีโค้ด เป็นส่วนที่ทำหน้าที่อ่านข้อมูลเอ็นซีโค้ดจากแฟ้มข้อมูลแบบ Text แล้วทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบคำสั่งที่พร้อมนำมาใช้ควบคุม
3. ส่วนการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซด (XYZ-table) ในส่วนนี้มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อการดิอินเตอร์เฟสเอนโคเดอร์และ D/A และทำการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซด
4. ส่วนจำลองแบบทางเดินของการควบคุมโต๊ะเอ็กซ์วายแซด ในส่วนนี้จะใช้ส่วนการแปลเอ็นซีโค้ดตัวเดียวกันกับที่ใช้ในส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซด จะต่างกันตรงการนำข้อมูลจากการแปลมาใช้จำลองการเคลื่อนที่
5. ส่วนการจัดการดำเนินงาน เป็นส่วนที่ประสานการติดต่อระหว่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ กับส่วนการแปลเอ็นซีโค้ด ส่วนการควบคุมและส่วนการจำลองการเคลื่อนที่



รูปที่ 2 โต๊ะเอ็กซ์วายแซด

ในส่วนของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นโต๊ะระนาบที่มี การเคลื่อนที่ 3 แนวตั้งฉากกัน โครงสร้างทำจากอลูมิเนียม และเหล็ก

รางเลื่อนในแนวแกนเอ็กซ์และวายใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน และส่งกำลังผ่านชุดเฟืองทดและระบบล้อสายพาน ซึ่งใช้ลวดสลิงดึงให้เคลื่อนที่ โดยแกนเอ็กซ์และวายสามารถเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 950 และ 1000 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนแกนแซดใช้ระบบส่งกำลังผ่านลิเนียร์บอลสกรู ซึ่งสามารถเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 450 มิลลิเมตร

2.การออกแบบส่วนการแปลเอ็นซีโค้ด

เมื่อพิจารณาจากรูปแบบคำสั่งของเอ็นซีโค้ด จากแฟ้มข้อมูลในรูปแบบเท็กซ์ไฟล์ สามารถจำแนกข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่เป็นคำสั่ง (Command) และกลุ่มที่เป็นตัวแปร (Parameter) ของคำสั่งซึ่งตามหลังกลุ่มคำสั่ง โดยทั้งสองกลุ่มประกอบไปด้วยตัวอักษร (Key) แล้วตามด้วยค่าที่เป็นตัวเลข (Value) โดยตัวอักษรแสดงชนิดของคำสั่งหรือชนิดของตัวแปร ส่วนค่าที่เป็นตัวเลขเป็นตัวกำหนดค่าของคำสั่งที่ใช้หรือเป็นค่าของตัวแปร ยกตัวอย่างเช่น

G01 X100. Y100. Z100. F1000 ซึ่งเป็นคำสั่งการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง G01 เป็นคำสั่ง ส่วน X100. Y100. Z100. F1000 เป็นตัวแปรที่เป็นส่วนประกอบของคำสั่ง

ในการแปลคำสั่งเอ็นซีโค้ด จากแฟ้มข้อมูลแบบเท็กซ์ไฟล์ เริ่มจากการอ่านชุดของตัวอักษรเข้ามาเพื่อแปลทีละหนึ่งบรรทัด จากนั้นจะเปรียบเทียบตัวอักษรในบรรทัดนั้นทีละตัว ว่าเป็น Command key, Command value, Parameter key หรือ Parameter value โดยที่

1. Command key เป็นกลุ่มของตัวอักษร G, M และ N
2. Parameter key เป็นกลุ่มตัวอักษร X, Y, Z, F, I, J, K, R, S เป็นต้น
3. Command value เป็นตัวเลขที่ตามหลัง Command key
4. Parameter value เป็นตัวเลขที่ตามหลัง Parameter key

ดังนั้นเมื่อแปลงข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลแบบ Text แล้วจะได้เป็น 2 กลุ่ม คือ Command object ซึ่งประกอบไปด้วย Command key, Command value และกลุ่มของ Parameter object ซึ่ง Parameter object แต่ละตัวก็จะประกอบไปด้วย Parameter key และ Parameter value เมื่อส่วนการแปลเอ็นซีโค้ดทำการแปลงข้อมูลทีอ่านเข้ามาในแต่ละบรรทัดเสร็จแล้ว จะส่ง Command object ที่ได้ทั้งหมดจากการแปลงไปยังส่วนควบคุมเพื่อใช้ควบคุมโต๊ะเอ็กซ์วายแซด แล้วจึงทำการแปลงในบรรทัดต่อไป

จากแนวคิดข้างต้นจึงนำมาสร้างเป็นโปรแกรมโดยใช้ภาษา C++ โดยสร้างเป็นคลาสขึ้นมา 4 คลาส (Class) ได้แก่ Parser class, Actuator Class, Command class และ Parameter class โดยแต่ละคลาสจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป Parser class ทำหน้าที่รับชื่อของแฟ้มข้อมูลแบบ Text ที่ต้องการจะแปลง แล้วอ่านข้อมูลเข้ามาทีละบรรทัด จากนั้นแปลงข้อมูลที่อ่านเข้ามาให้อยู่ในรูปของชุดคำสั่ง (Command object) แล้วทำการจับคู่ (Map) คำสั่ง กับฟังก์ชันการทำงานของ Actuator object โดย Actuator class เป็น class ต้นแบบสำหรับสร้าง Actuator object ซึ่งมีหน้าที่รับชุดคำสั่งที่อยู่ในรูป Command object ที่ได้จากการแปลงเรียบร้อยแล้ว ไปควบคุมส่วนเครื่องจักร (Hardware) หรือส่วนจำลองการเคลื่อนที่ต่อไป ในส่วนของ

Command class และ Parameter class ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลของ Command object และ Parameter object ตามลำดับ

3. เทคนิคการควบคุมการเคลื่อนที่ และการจำลองการเคลื่อนที่

หัวใจสำคัญของการควบคุมการเคลื่อนที่ และการจำลองการเคลื่อนที่ คือการสร้างเส้นทางเดิน (Interpolation) ในการจำลองการเคลื่อนที่ เป็นกระบวนการวาดรูปให้ได้เส้นที่มีความต่อเนื่อง ซึ่งจะขึ้นกับจำนวนจุดที่แสดงผล ในการควบคุมการเคลื่อนที่ เป็นการควบคุมการขับมอเตอร์โดยอิสระจากกันด้วยความเร็วต่างกัน ในเส้นทางที่กำหนดจากจุดเริ่มต้นจนกว่าจะถึงจุดที่กำหนด โดยการหมุนแกนทั้ง 2 แกนหรือมากกว่านั้น ไปพร้อมๆ กัน

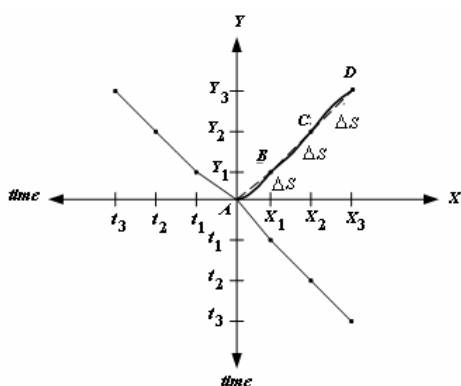
เส้นทางเดินซีเอ็นซี (CNC Interpolation) [1] เป็นตัวกำหนดเส้นทางเดินของเครื่องมือ มีหน้าที่ 2 อย่างคือ คำนวณความเร็วของเครื่องมือตามแนวแกนของแต่ละแกน ตามที่ให้อัตราป้อนมาและสร้างพิกัดตามเส้นทางเดินของโปรแกรม การสร้างเส้นทางเดินของเครื่องมือสามารถจำแนกได้ 5 แบบ คือ เส้นตรง (Linear Interpolation) เส้นโค้ง (Circular interpolation) เกลียว (Helical interpolation) พาราโบลิค (parabolic interpolation) และลูกบาศก์ (cubic interpolation) เครื่องซีเอ็นซีส่วนใหญ่จะใช้ทางเดินแบบเส้นตรง และเส้นโค้ง

3.1 การควบคุมความเร็วตามแนวทางเดิน

ในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซีนั้น นอกจากความถูกต้องของตำแหน่งตามแนวทางแล้ว สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือความเร็วตามแนวทางเดินจะต้องคงที่ด้วย เพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ เทคนิคการควบคุมความเร็วให้คงที่มีหลายวิธี สำหรับในบทความนี้ ได้ใช้ทฤษฎีบางส่วนที่กล่าวไว้ในงานวิจัย [2] สำหรับการควบคุมตำแหน่งและความเร็วตามแนวทางเดิน โดยพิจารณาใน 2 มิติด้วยวิธีการดังนี้

$$Velocity = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (1)$$

จากสมการที่ (1) ถ้ากำหนดให้ Δt มีค่าเท่ากับเวลาในการสุ่มค่า (Sampling period) ซึ่งมีค่าคงที่ และสามารถควบคุมให้ ΔS ซึ่งมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งในแต่ละครั้งของการสุ่มให้มีค่าคงที่ จะได้ค่าความเร็วที่มีค่าคงที่ จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการควบคุมตำแหน่งและความเร็วได้ดังนี้



รูปที่ 3 การแบ่งจุดตามแนวการเคลื่อนที่

จากรูปที่ 3 เส้นที่แสดงถึงแนวทางเดินที่ต้องการ ทำการแบ่งแนวทางเดินออกเป็นส่วนเล็กๆ มีขนาดเท่ากับ ΔS ซึ่งแสดงในรูปด้วยเส้นตรง $AB \ BC \ CD$ (ดังแสดงเป็นเส้นประ) จากสมการที่ (1) ถ้ากำหนดให้ค่า Δt มีค่าเท่ากับเวลาในการสุ่มค่า T จะสามารถหาค่า ΔS ได้ดังสมการที่ (2)

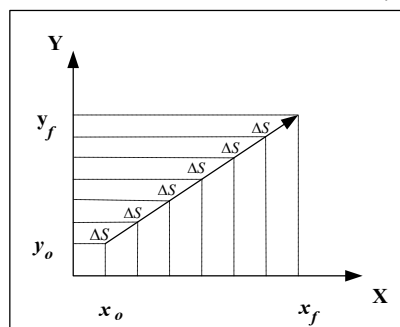
$$\Delta S = VT \quad (2)$$

เมื่อ V คือความเร็วตามแนวทางเดิน, T คือเวลาในการสุ่มค่า

ΔS คือระยะทางในการเคลื่อนที่ในการสุ่มค่า 1 ครั้ง

3.2 การสร้างเส้นทางเดินแบบเส้นตรง

จากสมการที่ (2) นำค่า ΔS ที่คำนวณได้มาใช้ในการคำนวณหาจุดอ้างอิงตามแนวแกนเอ็กซ์และแกนวาย ที่เวลา T ใดๆ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเคลื่อนที่ของแกน X และ Y ด้วยความเร็ว V

เมื่อพิจารณารูปที่ 4 กำหนดให้เส้นทางเคลื่อนที่เริ่มจากจุด x_0, y_0 เคลื่อนไปด้วยความเร็ว เป็นเส้นตรงไปยังจุด x_f, y_f สามารถหาจำนวนจุดในการเคลื่อนที่ได้ดังนี้

$$N = \frac{\sqrt{(x_f - x_0)^2 + (y_f - y_0)^2}}{VT} \quad (3)$$

ระยะเคลื่อนที่แต่ละช่วงเวลารวม ดังนี้

$$\Delta x = \frac{(x_f - x_0)}{N} \quad (4)$$

$$\Delta y = \frac{(y_f - y_0)}{N} \quad (5)$$

ชุดค่าที่ใช้ในการเคลื่อนที่

$$x_n = x_{n-1} + \Delta x \quad (6)$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta y \quad (7)$$

แต่เนื่องจากหากใช้วิธีตามที่กล่าวมานั้น ช่วงเริ่มต้น และหยุดการเคลื่อนที่ของชุดขับเคลื่อนจะเกิดการกระชากเนื่องจากความเฉื่อย เพื่อลดปัญหานี้จึงใช้วิธีการสร้างเส้นทางเคลื่อนที่โดยใช้ฟังก์ชันสไปล์ (Spline function) [3] โดยแบ่งเส้นทางเคลื่อนที่ออกเป็น 3 ช่วง ช่วงแรกจาก t_0 ถึง t_1 เป็นช่วงความเร่งคงที่ (A) ทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้นจนถึงค่าที่กำหนดและเคลื่อนที่ต่อไปในช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงความเร็วคงที่ (V) จนถึงเวลา t_2 จึงเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความหน่วงคงที่ ($-A$) ความเร็วจะลดลงจนถึงเวลา t_3 ค่าความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งได้ระยะทางที่กำหนด เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 5 สามารถหาระยะทาง และเวลาในแต่ละช่วงได้ดังนี้

$$\Delta t_1 = t_1 - t_0 \quad (8)$$

$$\Delta s_1 = \frac{A\Delta t_1^2}{2} = x_1 - x_0 \quad (9)$$

$$\Delta t_3 = t_3 - t_2 = \Delta t_1 \quad (10)$$

$$\Delta s_3 = \frac{V^2}{2A} = x_f - x_2 \quad (11)$$

$$\Delta s_2 = x_2 - x_1 = x_f - \Delta s_1 - \Delta s_3 \quad (12)$$

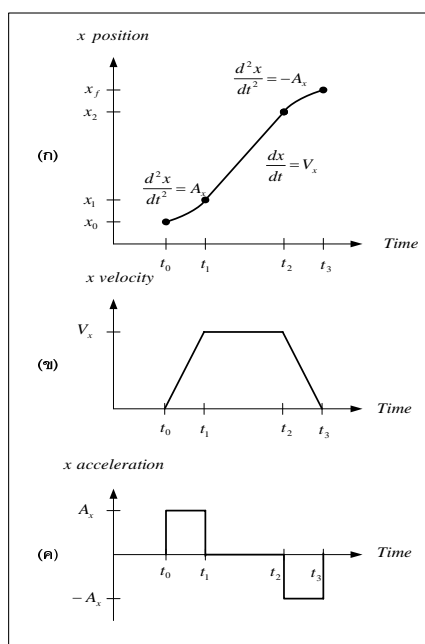
$$\Delta t_2 = t_2 - t_1 = \frac{\Delta s_2}{V} \quad (13)$$

เมื่อ x_0 เป็นตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ที่เวลา t_0

x_1 เป็นตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ที่เวลา t_1

x_2 เป็นตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ที่เวลา t_2

x_f เป็นตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ที่เวลา t_3



รูปที่ 5 กราฟแสดงระยะทาง ความเร็วและความเร่งกับเวลา

3.3 การสร้างเส้นทางเดินแบบเส้นโค้ง

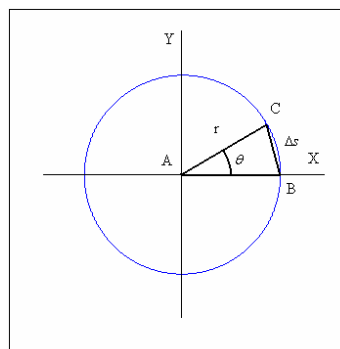
การสร้างคำสั่งทางเดินแบบวงกลมเป็นรูปแบบหนึ่งของแนวทางเดินที่ถูกนำมาใช้ ทางเดินรูปแบบนี้จะเหมาะสมกับวัตถุที่มีรูปร่างแบบทรงกลมหรือมีความโค้งใกล้เคียงกับทรงกลมข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในการสร้างแนวทางเดินแบบวงกลมคือ จุดเริ่มต้น จุดสุดท้าย จุดศูนย์กลางของวงกลม และรัศมี [3] เช่นเดียวกันกับการสร้างทางเดินแบบเส้นตรงพิจารณารูปที่ 6 เป็นการแบ่งส่วนของวงกลมให้เป็นเส้นตรงที่มีขนาดเล็กๆ มาต่อกัน แต่ละส่วนให้มีขนาด Δs เพื่อให้ได้ความเร็วตามที่กำหนดในช่วงเวลาการสุม จากรูปสามเหลี่ยม ABC

$$AB = AC = r \quad (14)$$

$$BC = \Delta s \quad (15)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{2AB \cdot AC - BC^2}{2AB \cdot AC} \right) \quad (16)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{2r^2 - \Delta s^2}{2r^2} \right) \quad (17)$$



รูปที่ 6 แสดงการแบ่งจุดสร้างแนวทางเดินแบบวงกลม

สามารถนำค่า θ ไปคำนวณจุดอ้างอิงตามแนวแกน x, y ที่เวลาในการสุมครั้งที่ n ได้ดังสมการ

$$x(n) = r \cdot \cos(\theta n) + x_0 \quad (18)$$

$$y(n) = r \cdot \sin(\theta n) + y_0 \quad (19)$$

เมื่อ $x(n)$ คือตำแหน่งตามแนวแกน x ที่เวลาการสุมครั้งที่ n

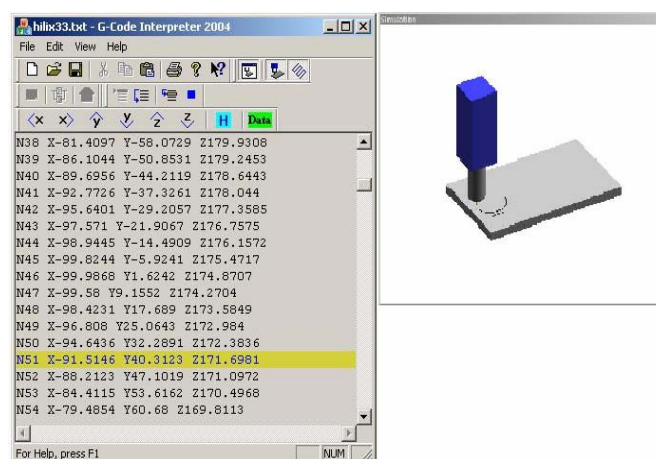
$y(n)$ คือตำแหน่งตามแนวแกน y ที่เวลาการสุมครั้งที่ n

x_0 คือจุดศูนย์กลางของวงกลมตามแนวแกน x

y_0 คือจุดศูนย์กลางของวงกลมตามแนวแกน y

4 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

หน้าจอโปรแกรมที่ออกแบบมีลักษณะคล้ายกับโปรแกรม Notepad ประกอบด้วย 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นแถบเมนูควบคุมการทำงาน (Menu Bar) ประกอบด้วยเมนู File ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการเกี่ยวกับไฟล์ข้อมูล Edit จัดการเกี่ยวกับการแก้ไขข้อความ View จัดการเกี่ยวกับการแสดงแถบทูล และไดอะล็อก และ Help ระบบช่วยเหลือ ส่วนที่สองเป็นแถบปุ่มควบคุมการทำงานของโปรแกรม (Tool Bar) เป็นแถบปุ่มสำหรับควบคุมการทำงานในการแปล และการแสดงผลการแปลโดยการควบคุมไต่เอ็กซ์ชวยแซด และการจำลองการเคลื่อนที่ และส่วนที่สามเป็นหน้าต่างเพื่อแสดง และทำการแก้ไขข้อมูลเอ็นซีโค้ด (Text Editor) ซึ่งสามารถทำการยกเลิกการแก้ไขครั้งหลังสุด คัดลอก และวางข้อความที่เลือก

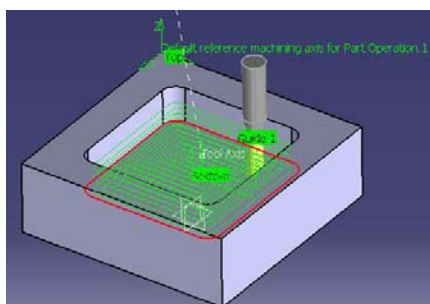


รูปที่ 7 หน้าจอโปรแกรม

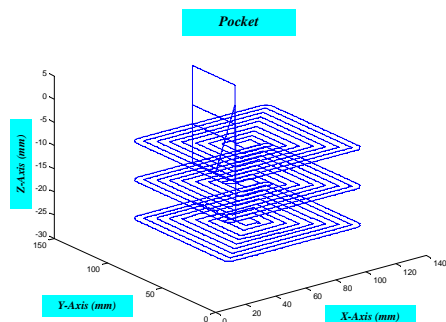
5.การทดสอบโปรแกรมและผลการทดสอบ

ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ทำโดยการทดสอบแปลเอ็นซีโค้ด และส่งชุดคำสั่งที่ได้จากการแปลไปควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ 3 ตัวของชุดโต๊ะเอ็กซ์วายแซด ซึ่งการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดเป็นการเคลื่อนที่โดยไม่ได้ทำการตัดเฉือนชิ้นงานจริง เนื่องจากในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในส่วนการแปลโค้ดจี ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การทดสอบโปรแกรมจึงดูที่ความถูกต้องของการเคลื่อนที่จากการแปลโค้ด ผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบการเคลื่อนที่ที่เป็นเส้นตรงและวงกลมจากการแปลเอ็นซีโค้ดสั้น ๆ 1-2 บล็อก โดยแปลโค้ด G01 และ G02 จากนั้นทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่าง ๆ และนำค่าตำแหน่งจริง กับตำแหน่งอ้างอิงตามแนวทางเดินมาทำการเปรียบเทียบกัน และการทดสอบแปลเอ็นซีโค้ดที่สร้างจากโปรแกรม CAD/CAM เช่น CATIA V5R14 และ Unigraphics V18.0 เป็นการทดสอบแปลโปรแกรมเอ็นซีโค้ด ที่มีความยาวหลาย ๆ บรรทัดอย่างต่อเนื่อง ทำการบันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ ที่เวลาต่าง ๆ นำมาสร้างเป็นกราฟสามมิติ เพื่อดูแนวโน้มของการเคลื่อนที่ ผลการทดสอบโดยละเอียดสามารถดูได้จากเอกสารอ้างอิง [4] โดยการทดสอบที่นำมาแสดงในที่นี้ เป็นการทดสอบในส่วนที่สอง

โปรแกรมทดสอบที่ 1 เป็นโปรแกรมเพื่อกัดชิ้นงานให้เป็นหลุม (Pocket) โดยใช้โปรแกรม CATIA V5R14 สร้างชิ้นงาน และโปรแกรมเอ็นซีโค้ด โปรแกรมเอ็นซีโค้ดที่ทำการแปลทั้งหมด 210 บรรทัด โดยทางเดินในการสร้างเอ็นซีโค้ดมีลักษณะดังรูปที่ 8 และเส้นทางจากการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดในสามมิติ ดังรูปที่ 9

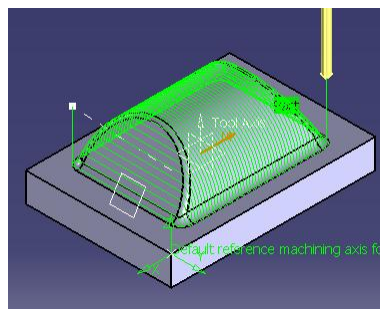


รูปที่ 8 ลักษณะของเส้นทางเดินในการกัดชิ้นงานให้เป็นหลุม

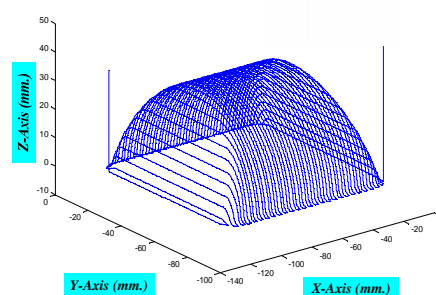


รูปที่ 9 เส้นทางเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดในสามมิติ

โปรแกรมทดสอบที่ 2 เป็นโปรแกรมเพื่อกัดผิวหน้าชิ้นงานให้มีรูปร่างตามพื้นผิวที่ต้องการ (Sweeping) ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากการกัดหยาบให้ชิ้นวัสดุมีรูปร่างใกล้เคียงชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้แล้ว โดยใช้โปรแกรม CATIA V5R14 สร้างชิ้นงาน และโปรแกรมเอ็นซีโค้ด โปรแกรมเอ็นซีโค้ดที่ทำการแปลทั้งหมด 2645 บรรทัด โดยทางเดินในการสร้างเอ็นซีโค้ดมีลักษณะดังรูปที่ 10 และเส้นทางจากการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดในสามมิติ ดังรูปที่ 11

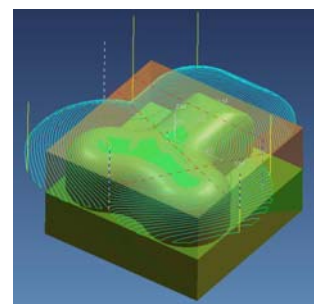


รูปที่ 10 ลักษณะของเส้นทางเดินในการกัดผิวหน้าชิ้นงาน

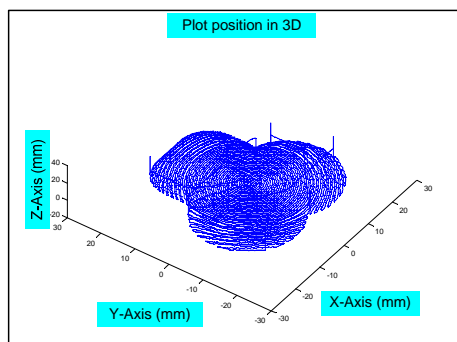


รูปที่ 11 เส้นทางเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดในสามมิติ

โปรแกรมทดสอบที่ 3 การทดสอบในส่วนนี้ เป็นการกัดทางด้านบนชิ้นงานดิบให้มีลักษณะโค้งมนตามการลบมุมของชิ้นงานสำเร็จ โดยใช้รัศมีความโค้ง 5 มิลลิเมตร โดยใช้โปรแกรม Unigraphics V.18 สร้างชิ้นงาน และโปรแกรมเอ็นซีโค้ด โปรแกรมเอ็นซีโค้ดที่ทำการแปลทั้งหมด 1964 บรรทัด โดยทางเดินในการสร้างเอ็นซีโค้ดมีลักษณะดังรูปที่ 12 และเส้นทางจากการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กซ์วายแซดในสามมิติ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 ลักษณะทางเดินในการสร้างเอ็นซีโค้ด



รูปที่ 13 เส้นทางการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กส์วอยแซดในสามมิติ

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมแปลรหัสเอ็นซี และนำข้อมูลที่ได้จากการแปลนั้นมาใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กส์วอยแซด ซึ่งเป็นพื้นฐานของเครื่องจักรซีเอ็นซี 3 แกน จากการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะเอ็กส์วอยแซด ไปตามทางเดินที่กำหนดจากการแปลเอ็นซีโค้ดเพียงคำสั่งเดียว และการทดสอบแปลเอ็นซีโค้ดที่สร้างจากโปรแกรม CAD/CAM 2 โปรแกรมคือ CATIA V5R14 และ Unigraphics V18.0 พบว่าสามารถทำการแปลโค้ดจากไฟล์ และสั่งให้โต๊ะเอ็กส์วอยแซดเคลื่อนที่ตามเส้นทางเดิน ทำการบันทึกตำแหน่งของการเคลื่อนที่ทั้งสามแนวแกนที่เวลาต่าง ๆ นำจุดที่ได้มาสร้างเป็นกราฟแล้วมีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะทางเดินในการสร้างเอ็นซีโค้ดในการกัด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกฤษณะ อุตมั่ง นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับคำแนะนำทางด้านโปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

- [1] อำนาจ ทองแสน. การเขียนโปรแกรม CNC สำหรับการควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์. ซีเอ็ดดูเคชั่น พ.ศ. 2544.
- [2] วันชัย ธีรพัฒน์พร, วิบูลย์แสงวีระพันธุ์ศิริ. "A HPGL Decoding Program For A XYZ Table." การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 พ.ศ. 2540.
- [3] ธนศ เรืองธุรกิจ, วิบูลย์แสงวีระพันธุ์ศิริ. "A Digital Control Technique For 3D Contour Tracking." การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11 พ.ศ. 2540.
- [4] กฤษณันท์ มะลิทอง. "การพัฒนาโปรแกรมแปลรหัสเอ็นซีสำหรับตัวควบคุมซีเอ็นซีแบบสถาปัตยกรรมเปิด." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2547.
- [5] Masood, T.; Mubashar, A.; Jawad Khan, M.A. "Techniques used in the simulation and control of PROTEC computer numerically controlled (CNC) machine software." Industrial

Technology, 2002. IEEE ICIT '02. 2002 IEEE International Conference on, Vol. 1, 11-14 Dec. 2002 , pp. 504 – 509.

- [6] Steve Krar, Arthur Gil "CNC : technology and programming." International editions, McGraw-Hill, New York, 1990.