การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 17
15-17 ตุลาคม 2546 จังหวัดปราจีนบุรี

การทำโปรแกรมชิ้นงานCNCแบบเชิงโต้ตอบ

Interactive CNC Part Programming

รัฐพล นวมพิพัฒน์[1] บุญชู ลีลาขจรจิต[2] ทวี เทศเจริญ[3]
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3 หมู่ 2 ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทร 0-23264197 โทรสาร 0-23264198 E-mail: s4611533@kmitl.ac.th[1]

Rattapol Noumpipat[1] Boonchu Leelakajohnjit[2] Thavee Teschareon[3]
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
3 Moo 2 Chalongkung Rd, Ladkrabang Bangkok 10520 Thailand
Tel: 0-23264197 Fax: 0-23264198 E-mail: s4611533@kmitl.ac.th[1]

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้จะเป็นการประยุกต์ใช้การทำข้อมูลแบบล่วงหน้าอย่างง่ายโดยอาศัยการโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์มาช่วยในการจัดทำโปรแกรมชิ้นงานCNCแบบเชิงโต้ตอบ ซึ่งช่วยให้สามารถทำโปรแกรมได้ง่ายและยังช่วยให้สามารถจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเพื่อให้มีศักยภาพในการรองรับการประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆของอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

การโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์(parametrical part programming) สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเตรียมข้อมูลเชิงตัวเลขได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะสามารถเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆได้มาก ซึ่งเป็นผลดีต่อระดับการสื่อสารข้อมูลเชิงตัวเลขระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องจักรCNC นอกจากนี้การโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์สามารถพัฒนารูปแบบการทำงานโดยผู้ปฏิบัติการเองและยังสามารถปรับแต่งให้เข้ากับรูปแบบปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการผลิต

Abstract

The main objective of this study is to explain how interactive CNC part programming can be generated from parametrical part programming method on PC level (or off line programming).

By this technique we are able to get less lead time for program preparation, less human interventions, thus, resulting in less mistakes, and smoother throughput of programs, data, and worksheets. The system is constructive and based on skilled experiences that results in a high flexibility for the user, and can be implemented in any manufacturing process, for small batch or large scale production.

Parametrical part programming can be developed to prepare numerical data effectively, and offers a wide range of potential industrial applications, provides a lot of facilities at both PC and controller level. Parametrical part programs can be developed by the user himself and tailored to his manufacturing problems

1.บทนำ

การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน ให้มีทักษะความชำนาญในด้านการโปรแกรมชิ้นงานCNC เป็นการลงทุนที่ค่อนข้างสูงเพราะจะต้องใช้ทั้งเงินและเวลาสำหรับการฝึกอบรม การโปรแกรมชิ้นงานCNCเชิงโต้ตอบนี้จะช่วยให้สามารถทำโปรแกรมชิ้นงานCNC ได้สะดวกรวดเร็วขึ้นทั้งยังช่วยลดระยะเวลาในการฝึกอบรมสำหรับการโปรแกรมชิ้นงานCNCแบบดั้งเดิม

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] นักวิชาการ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

[3] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อีกทั้งระบบยังมีความยืดหยุ่นอย่างมากทำให้สามารถประยุกต์ไปใช้งานในด้านต่างๆได้ในจำนวนมาก

การใช้งานเครื่องจักรกลควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์CNC ได้ขยายตัวเข้าไปในงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างรวดเร็ว ได้มีการคิดค้นเทคนิคใหม่เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีการผลิตและมีการปรับตัวให้สามารถใช้งานกับเครื่องจักรกลCNCได้ การบูรณาการสิ่งต่างๆ เหล่านี้เข้าด้วยกันได้ก่อให้เกิดปัญหาแก่ส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างมาก ปัญหาหลักที่สำคัญยิ่งอันหนึ่งก็ยังคงเป็นการตระเตรียมข้อมูลเชิงตัวเลขสำหรับเครื่องจักรCNC เพราะส่วนมากแล้วผู้ใช้งานยังคงใช้กรรมวิธีการโปรแกรมแบบหนึ่งโปรแกรมต่อหนึ่งชิ้นงานอยู่

การนำคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC) มาใช้ในงานเครื่องจักรCNC ได้ช่วยให้การจัดเตรียมข้อมูลเชิงตัวเลขของเครื่องจักรดีขึ้นมาก และทำให้สามารถตระเตรียมข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องจักรCNCก็ได้ แต่กระนั้นก็ตามการทำงานก็ยังคงเป็นแบบกรรมวิธีการโปรแกรมหนึ่งชิ้นงานใช้หนึ่งโปรแกรมอยู่ในการศึกษานี้จึงได้ศึกษาการทำโปรแกรมชิ้นงานCNCเชิงโต้ตอบขึ้นมาโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการโปรแกรมชิ้นงานแบบใช้พารามิเตอร์(Parametric Part Programming) ซึ่งช่วยให้สามารถทำโปรแกรมได้ง่ายและจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆให้มีศักยภาพในการรองรับการประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรมด้านต่างๆได้ ซึ่งวิธีการนี้สามารถใช้ทำงานทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและบนตัวควบคุมของเครื่องจักร โดยเฉพาะการโปรแกรมชิ้นงานแบบใช้พารามิเตอร์นี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถพัฒนารูปแบบการทำงานของตัวเองขึ้นมาได้และสามารถปรับแต่งให้เข้ากับปัญหาในด้านการผลิตที่เขาประสพอยู่ได้

2. การทำโปรแกรมแบบใช้พารามิเตอร์ (Parametrical Programming)

2.1 การทำโปรแกรมแบบพารามิเตอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

จากการที่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสามารถนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมชิ้นงานสำหรับเครื่องจักรควบคุมเชิงตัวเลข(NC) โปรแกรมชิ้นงานที่สร้างขึ้นบนPC นี้ สามารถทำออกมาได้ทั้งในลักษณะของรหัสระบบควบคุมเชิงตัวเลข(NC Code) หรือของรหัสระบบควบคุมเชิงตัวเลขแบบพารามิเตอร์(Parametrical NC Code) ในกรณีของรหัสควบคุมเชิงตัวเลขแบบปกติทั่วไป ผู้โปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมบนPC แบบเชิงโต้ตอบด้วยภาษาที่ใช้กับเครื่องPC โปรแกรมนี้จะสร้างโปรแกรมชิ้นงานNCนี้ตามข้อมูลของชิ้นงานที่ป้อนเข้าไป โปรแกรมลักษณะนี้จะถูกกระทำขึ้นเพื่อใช้ทำงานเฉพาะอย่างที่ซับซ้อน โดยเฉพาะในกรณีที่รัศมีบนขอบในระนาบXZ, XY และYZไม่คงที่ โปรแกรมสำเร็จทางด้านCAMแบบ2D ไม่สามารถสร้างเส้นทางเดินมีดตัด(Toolpath) ของชิ้นงานที่มีปัญหาเหล่านี้ได้ถึงแม้ว่างานในลักษณะนี้มิใช่งานในลักษณะที่ต้องทำการประมาณค่าระบบสามมิติ(3D interpolation) แต่ในทางปฏิบัติผู้ทำงานมักจะต้องแก้ปัญหาโดยการนำโปรแกรมสำเร็จทางด้านCAMแบบ3D ที่มีราคาสูงมากมาใช้งาน ลักษณะงานเช่นนี้ เราอาจนำปัญหาต่างๆ มาทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดและทำการโปรแกรมแบบเชิงโต้ตอบด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์บนPC ได้ตัวอย่างเช่น การใช้โปรแกรมภาษาเบสิครุ่นต่างๆ(GWBASIC,QBASIC,ฯลฯ) นำมาเขียนโปรแกรมแบบเชิงโต้ตอบที่สร้างรหัสสำหรับหน่วยควบคุมของเครื่องควบคุมเชิงตัวเลข ตัวอย่างการทำงานนี้ยังจัดว่าเป็นการทำงานในลักษณะหนึ่งโปรแกรมต่อหนึ่งชิ้นงาน(one program one part) อยู่

การประยุกต์ใช้งานที่นิยมทำกันมากอีกกรณีหนึ่งคือ ผู้โปรแกรมจะสร้างโปรแกรมแบบพารามิเตอร์สำหรับการควบคุมในระดับหน่วยควบคุมของเครื่องจักรCNC และทำการเขียนโปรแกรมแบบเชิงโต้ตอบสำหรับการนี้โดยอาศัยโปรแกรมภาษาในระดับPC เพื่อสร้างแฟ้มข้อมูลที่สามารถรองรับโปรแกรมแบบพารามิเตอร์ในหน่วยควบคุมของเครื่องจักรCNC แฟ้มข้อมูลเหล่านี้สามารถส่งต่อไปยังหน่วยควบคุมของCNC ในรูปของโปรแกรมชิ้นงานNC โปรแกรมข้อมูลนี้จะประกอบด้วยข้อมูลของชิ้นงานสำหรับการโปรแกรมชิ้นงานบนหน่วยควบคุมของเครื่องจักร CNC โปรแกรมชิ้นงานจะประกอบด้วยลักษณะการเคลื่อนที่ของมีดตัด และปฏิบัติการต่างๆของมีดตัด แฟ้มข้อมูลในการนี้เป็นทางเดินมีดตัดจะถูกคำนวณด้วยตัวของหน่วยควบคุมเอง กรรมวิธีแบบนี้จะถูกจัดว่าเป็นการทำงานในลักษณะหนึ่งโปรแกรมต่อชิ้นงานหนึ่งตระกูล(one program one family)

2.2 การทำโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์ในระดับตัวควบคุมของเครื่องจักร(Parametrical Part Programming on controller level)

ในทำนองเดียวกันกับการโปรแกรมชิ้นงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเราจะนำการวิเคราะห์แบบพิมพ์เขียวและสร้างแมโครของโปรแกรมย่อย(macro subprograms) กับโปรแกรมแมโครควบคุมเราไม่สามารถสร้างโปรแกรมแมโครที่ครอบคลุมรูปทรงทางเรขาคณิตที่จะใช้ผลิตได้ทั้งหมด จึงมีการพัฒนารูทีน(routines) ที่จะสามารถครอบคลุมรูปแบบทางเรขาคณิตส่วนใหญ่ไว้แต่การโปรแกรมแมโครเหล่านี้ก็สามารถปรับแต่งไปใช้งานได้และผู้ใช้ก็สามารถสร้างรูทีนเฉพาะงานขึ้นมาใช้งานเองก็ได้ ซับรูทีนของแมโครที่เตรียมสำหรับเครื่องมือหรืออุปกรณ์เฉพาะอย่างตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์กลุ่มต่างๆ ก็มีลักษณะเดียวกันการโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลนั่นเอง ดังนั้นความแตกต่างที่สำคัญของการโปรแกรมทั้งสองระดับนี้ก็คือบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเราสามารถสร้างพารามิเตอร์สำหรับชิ้นงานที่มีรูปร่างใดๆ ก็ได้ แต่ในส่วนของเครื่องควบคุมจะไม่สามารถทำได้ทุกรูปร่าง

2.3 สมการพาราเมตริก(Parametrical Equations)

ในการอธิบายลักษณะของเส้นโค้ง(curves)ต่างๆ เวกเตอร์จะเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มาก ถ้าเรากำหนดเวกเตอร์ R เป็นฟังก์ชันของสเกลาร์ t

เราอาจเขียนเวกเตอร์ฟังก์ชันออกมาได้ในรูป R = R(t) ซึ่งสำหรับเวกเตอร์ในระนาบเราอาจเขียนองค์ประกอบออกมาได้เป็น

$$R(t) = f(t)\,i + g(t)\,j \quad \text{.....(2.3.1)}$$

โดย f(t) เป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าองค์ประกอบในแนวแกน x ของ R และ g(t) เป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าองค์ประกอบในแนวแกน y ของ R เมื่อทราบค่าฟังก์ชันสเกลาร์ f(t) และ g(t) เราจะสามารถหาค่าเวกเตอร์ R(t)ได้ โดยความเป็นจริงแล้ว สมการ (2.3.1) เป็นเพียงแนวทางในการเขียนสมการคู่หนึ่งอย่างย่อๆรูปแบบหนึ่ง นั่นคือ

$$x = f(t), \qquad y = g(t) \quad \text{.....(2.3.2)}$$

สมการ (2.3.2) เรียกว่าสมการพาราเมตริก หรือ สมการอิงตัวแปรเสริม (parametric equations) โดย t จะถูกเรียกว่า พารามิเตอร์ (parameter) สมการพาราเมตริกนี้ช่วยให้สามารถกำหนดทิศทางของเส้นโค้งได้ โดยให้ทิศทางที่พารามิเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นมีค่าเป็นบวก นอกจากนี้เรายังสามารถกลับทิศทางบวกของเส้นโค้งได้โดยจัดรูปแบบของพารามิเตอร์ให้เหมาะสม ดังนั้นเส้นโค้งบนระนาบนอกจากจะใช้สมการ (2.3.3) และ (2.3.4) เป็นตัวแทนแล้ว อาจใช้สมการ (2.3.2) หรือ (2.3.5) แทนก็ได้
ตัวอย่างสมการในระบบพิกัดฉาก

$$g(x,y) = 0 \quad \text{หรือ} \quad y = f(x) \quad \text{.....(2.3.3)}$$

ตัวอย่างสมการเชิงขั้ว

$$g(r;\theta) = 0 \quad \text{หรือ} \quad r = f(r;\theta) \quad \text{.....(2.3.4)}$$

ตัวอย่างสมการพาราเมตริก

$$x = x(t), \quad y = y(t) \quad \text{.....(2.3.5a)}$$

$$\text{หรือ} \quad r = r(t), \quad \theta = \theta(t) \quad \text{.....(2.3.5b)}$$

สำหรับเส้นโค้งในกลุ่มภาคตัดกรวย(conic section) ซึ่งนำมาใช้เป็นเส้นโค้งหลักในการศึกษานี้ จะมีรูปแบบของสมการต่างๆดังนี้
ก.) วงรีและวงกลม มีรูปแบบสมการทั่วไปในระบบพิกัดฉากเป็น

$$\frac{(X-H)^2}{A^2} + \frac{(Y-K)^2}{B^2} = 1$$

ส่วนในรูปสมการพาราเมตริกจะได้เป็น

$$(X-H) = A\cos(t)$$
$$(Y-K) = B\sin(t)$$

โดยสมการทั้งสองรูปแบบจะเป็นวงกลมเมื่อ A = B
ข.) พาราโบลา มีรูปแบบสมการทั่วไปในระบบพิกัดฉากเป็น

$$(Y-H) = (X-H)^2 / 4P$$

ส่วนในรูปสมการพาราเมตริกจะได้เป็น

$$(X-H) = 2Pt$$
$$(Y-K) = Pt^2$$

โดยความกว้างของพาราโบลาที่จุดโฟกัสมีค่าเท่ากับ 4P
ค.) ไฮเพอร์โบลา มีรูปแบบสมการทั่วไปในระบบพิกัดฉากเป็น

$$\frac{(X-H)^2}{A^2} - \frac{(Y-K)}{B^2} = 1\,;\, B = \sqrt{C^2 - A^2}$$

ส่วนในรูปสมการพาราเมตริกจะได้เป็น

$$(X-H) = A\sec(t)$$
$$(Y-K) = B\tan(t)$$

3. ระบบการทำงานแบบโต้ตอบ (Interactive System)

ระบบการทำงานแบบโต้ตอบมักจะใช้การแสดงผลผ่านหน้าจอกราฟิกส์เพื่อแสดงข้อมูลแก่ผู้ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ดี ดังนั้นนักออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้(user interface designer)จะต้องคำนึงถึงปัญหาเหล่านี้ให้มากที่สุด

3.1 การตรวจแก้ข้อมูลแบบโต้ตอบ(Interactive Data Editor)

ในการออกแบบ “การตรวจแก้ข้อมูล(data editor)” จะมีหลักการที่สำคัญจากพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมที่เกี่ยวกับมนุษย์(human engineering) ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญจะได้แก่

3.1.1 ผลป้อนกลับ (feedback)

ผลป้อนกลับเป็นส่วนที่สำคัญมากของระบบการทำงานแบบโต้ตอบ โดยปกติแล้วผลป้อนกลับจะเกิดขึ้นจากการที่คำสั่งแต่ละอันเป็นที่ยอมรับของระบบ รูปแบบของผลป้อนกลับที่ให้คุณประโยชน์สูงสุดจะบอกผู้ใช้งานได้ด้วยว่าการปฏิบัติการได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว ในการนี้มักจะมีการดัดแปลงหรือจัดหน้าจอการแสดงผลออกมาใหม่หรือมีการให้เสียงต่างๆบอกออกมาให้ทราบ

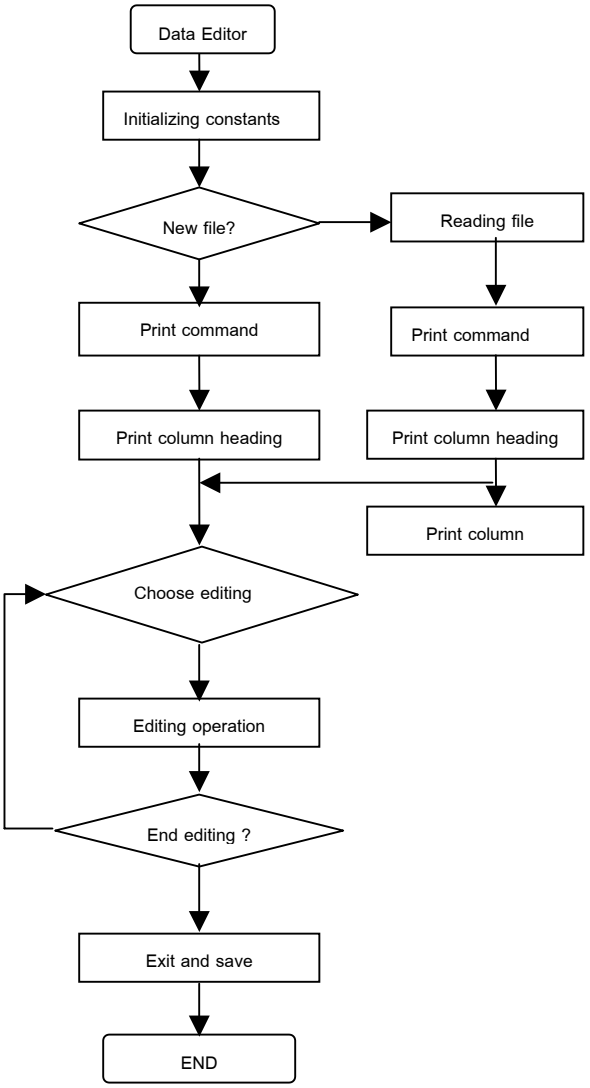
3.1.2 ความต้องกัน (consistency)

การสร้างความต้องกันหรือความสอดคล้องเข้าใจตรงกันนั้นตำแหน่งหน้าจอของหัวข้อต่างๆเช่น เมนู(menu), คำสั่ง(commands) และผลป้อนกลับ(feedback) เป็นสิ่งสำคัญมาก ปกติเราจะกำหนดส่วนต่างๆของหน้าจอไว้สำหรับหัวข้อต่างๆเหล่านี้ ความต้องกันนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถ

หาหัวข้อเมนูที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว สำหรับตัวอย่างในการสร้างความต้องกันอื่นๆได้แก่ การใช้รหัสสี(color coding) และการใช้คำย่อต่างๆ

3.1.3 การจำน้อยที่สุด (minimal memorization)

หลักการที่สำคัญสำหรับการนี้คือทำสิ่งจำเป็นที่จะต้องจำให้อยู่ในรูปแบบที่จำได้ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้ และถ้าหลีกเลี่ยงได้ต้องพยายามอย่าให้มีสิ่งที่จะต้องจำในการปฏิบัติการ ซึ่งตัวอย่างตรรกะของการโปรแกรมคอมพิวเตอร์(computer programming logic) ของการตรวจแก้ข้อมูลได้แสดงดังผังงานในรูปที่1



รูปที่1 แสดงโฟลชาร์ตของการตรวจแก้ข้อมูล

3.2 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและการผลิตเชิงโต้ตอบ(Interactive Computer-Aided Design and Manufacture)

การออกแบบและการผลิตแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจะใช้ศาสตร์ทางด้านเรขภาพคอมพิวเตอร์(computer graphics) มาใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานโดยจะมีการพัฒนาชุดคำสั่งกราฟิกส์(graphics commands) ที่ใช้คีย์บอร์ดเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับป้อนอินพุท อาจมีการใช้ฟังก์ชันคีย์(function key) ในคำสั่งกราฟิกส์หรือมีการออกแบบหน้าจอในรูปของคำสั่งที่ทำงานตามรายการเลือก(menu-driven commands) ข้อความพร้อมรับ(prompt) และข้อความบอกสถานะ(status massages)ที่แสดงผลออกมาตามข้อมูลกราฟิกส์ประกอบอยู่ด้วย

4 การโปรแกรมชิ้นงาน

ในการใช้โปรแกรมภาษาVisual Basic มาสร้างโปรแกรมชิ้นงาน CNCแบบเชิงโต้ตอบนั้น สามารถนำมาเขียนเป็นโฟลชาร์ตได้ดังรูปที่2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่1 กำหนดค่าพื้นฐานเบื้องต้น ได้แก่ การกำหนดพื้นที่วาดรูปโดยกำหนดให้สามารถแสดงรูปทั้งหมดได้ในขอบเขต ซึ่งผู้ที่ใช้งานจะเป็นผู้ที่ป้อนค่าเข้าไป

ขั้นตอนที่2 รับเงื่อนไขการวาดรูป ซึ่งในที่นี้แบ่งออกได้เป็น Line Circle Ellipse Parabola Hyperbola และรับค่าตัวแปร ดังนี้

-คำสั่ง Line รับค่า X1,X2,Y1,Y2

-คำสั่ง Circle รับค่า H,K,X1,X2,Y1,Y2,R

-คำสั่ง Ellipse รับค่า H,K,X1,X2,Y1,Y2,A,B

-คำสั่ง Parabola รับค่า H,K,X1,X2,Y1,Y2,P

-คำสั่ง Hyperbola รับค่า H,K,X1,X2,Y1,Y2,WA,WB

หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าเมตริกซ์ [X] , [Y] แล้วทำการตรวจสอบสถานะว่ามีการเปิดไฟล์งานเพื่อบันทึกค่าG-Code หรือไม่ ถ้ายังโปรแกรมก็จะมีกล่องข้อความให้กรอกชื่อไฟล์งาน หลังจากนั้นก็จะทำการอ่านค่าเมตริกซ์ที่ได้จากการคำนวณ

ขั้นตอนที่3 แสดงรูปภาพที่ได้จากข้อมูลป้อนเข้า และแสดงG-Code ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลแสดงออกไปยังหน้าจอของโปรแกรม

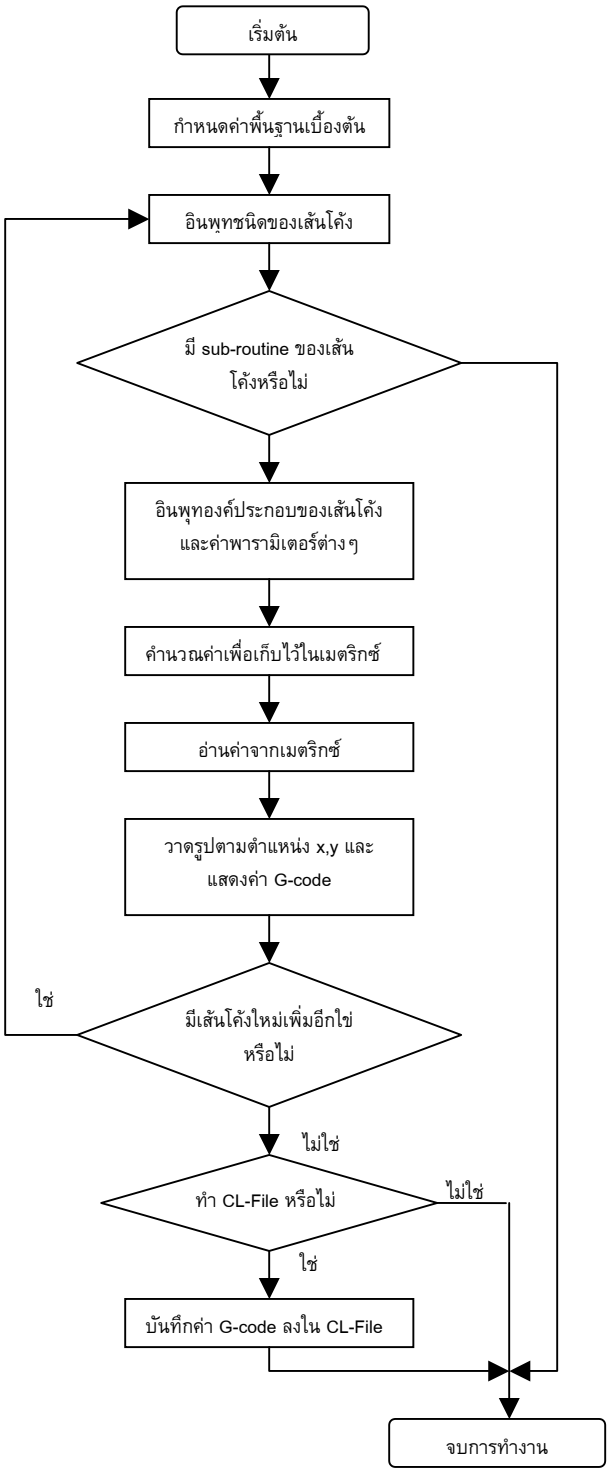
ขั้นตอนที่4 ตรวจรับคำสั่งเขียนเส้นเพิ่มเติม ถ้ามีก็ทำซ้ำโดยเริ่มจากขั้นตอนที่1-3 ถ้าไม่มีคำสั่งโปรแกรมจะสอบถามต้องการบันทึกค่า CL-File หรือไม่ก่อนจะออกจากโปรแกรม

หลังจากจบขั้นตอนการป้อนข้อมูลทั้งหมดของโปรแกรมแล้ว สามารถนำไฟล์งานที่บันทึกค่าG-Code มาตรวจสอบหรือปรับปรุงเพิ่มเติมได้ด้วยโปรแกรม"Note pad"ซึ่งสามารถส่งถ่ายไปยังเครื่องจักรCNC เพื่อทำการผลิตชิ้นงานต่อไป

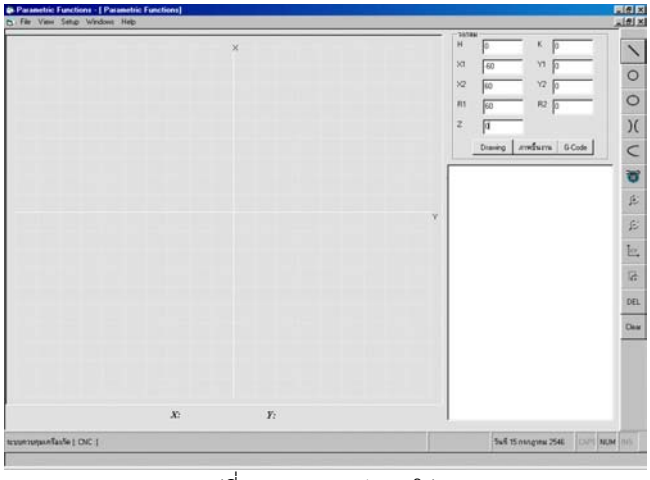
5 วิธีการใช้งานโปรแกรม

เมื่อทำการเปิดโปรแกรมจะพบเมนูหลักของโปรแกรมดังที่แสดงดังรูปที่3 ซึ่งใช้สำหรับเขียนแบบงานตามรูปร่างพื้นฐานที่กำหนด ได้แก่ Line Circle Ellipse Parabola Hyperbola ซึ่งก่อนเริ่มเขียนรูปผู้ใช้งานต้องกำหนดขนาดพื้นที่เพื่อสำหรับวาดรูปเสียก่อนดังแสดงเป็นกรอบโต้ตอบในรูปที่4 แล้วจึงทำการคลิ๊กไอคอนรูปร่างพื้นฐานที่กำหนดเพื่อแสดงกรอบโต้

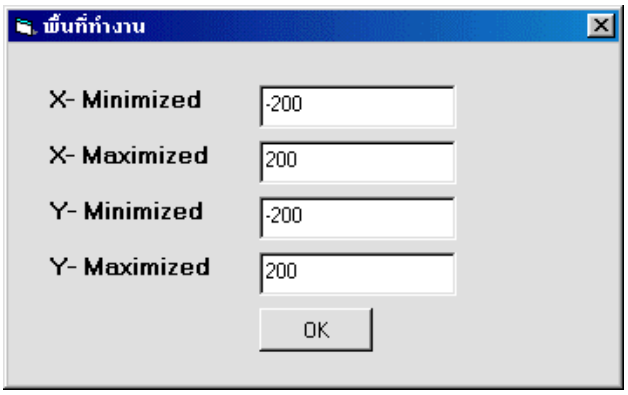
ตอบเพื่อรอรับข้อมูลที่จะป้อนเข้า เมื่อป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้วโปรแกรมก็จะแสดงรูปภาพและค่าG-Code หลังจากนั้นทำการบันทึกบันทึกค่าลงบนไฟล์งานที่ตั้งชื่อไว้



รูปที่2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



รูปที่3 แสดงเมนูหลักของโปรแกรม



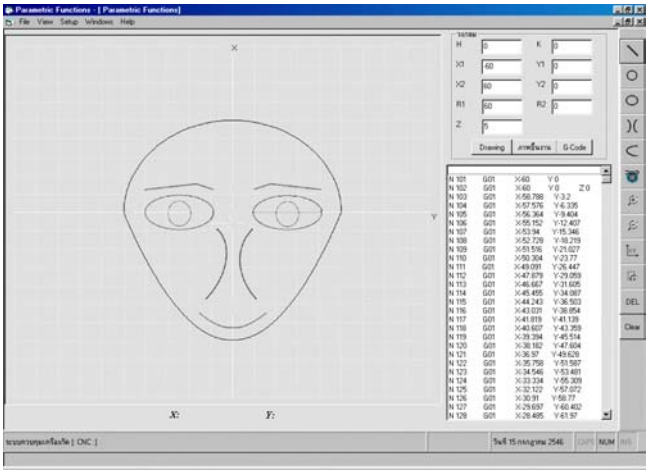
รูปที่4 แสดงเป็นกรอบโต้ตอบการระบุพื้นที่ในการสร้างรูป

6 ผลการทดสอบโปรแกรม

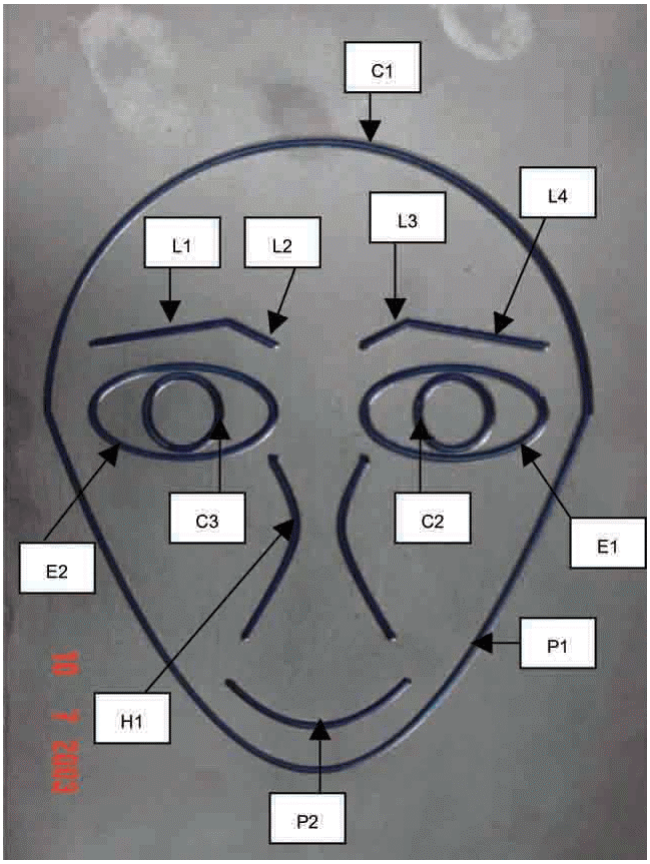
จากการทดสอบป้อนข้อมูลดังตารางที่1 ได้ผลการทดลองตามรูปที่5 ซึ่งแสดงการเขียนรูปที่และค่าG-Code ซึ่งสามารถนำไปใช้เชื่อมโยงกับเครื่องจักรCNC ทำให้สามารถทำให้เกิดชิ้นงานดังรูปที่6

ตารางที่1 แสดงค่าข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม

PATH	SHAPE	H	K	X1	Y1	X2	Y2	P	R	A	B	WA	WB
P1	Parabola	0	-80	-60	0	60	0	11	-	-	-	-	-
C1	Circle	0	0	60	0	-60	0	-	60	-	-	-	-
L1	Line	-	-	-50	15	-20	20	-	-	-	-	-	-
L2	Line	-	-	-20	20	-10	15	-	-	-	-	-	-
L3	Line	-	-	10	15	20	20	-	-	-	-	-	-
L4	Line	-	-	20	20	50	15	-	-	-	-	-	-
E1	Ellipse	30	0	50	0	50	0	-	-	20	10	-	-
C2	Circle	30	0	38	0	38	0	-	8	-	-	-	-
E2	Ellipse	-30	0	10	0	10	0	-	-	20	10	-	-
C3	Circle	-30	0	-22	0	-22	0	-	8	-	-	-	-
H1	Hyperbola	0	-25	10	-10	15	-50	-	-	-	-	5	8
P2	Parabola	0	-70	-20	-60	20	-60	10	-	-	-	-	-



รูปที่5 แสดงผลที่ได้จากการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม



รูปที่6 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรมกับเครื่องจักรCNC

7 สรุป

การโปรแกรมชิ้นงานแบบพารามิเตอร์สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตต่างๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นระดับการผลิตจำนวนน้อยๆ หรือการผลิตขนาดใหญ่ โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องทำการเขียนG-codeเอง และยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้จากรูปที่แสดงในโปรแกรม อีกทั้งยังทำชิ้นงานที่มีรูปร่างเดียวกันหรืออยู่ในตระกูลเดียวกัน โดยไม่ต้องเขียนชิ้นงานใหม่ทั้งหมด รวมถึงการทำชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดผลประโยชน์ตอบแทนสูงมากแม้ว่าจะเป็นการทำงานในช่วงสั้นๆ และมีการขีดจำกัดจากปัญหาทางด้านพนักงานน้อยกว่า ทำให้เกิดผลผลิตที่ราบรื่นกว่าทั้งในด้านโปรแกรมข้อมูลและการทำงาน ประการสุดท้ายที่สำคัญคือมันเป็นระบบที่สร้างสรรค์และตั้งอยู่บนทักษะความชำนาญของผู้ใช้ซึ่งให้ความคล่องตัวในการใช้งานสำหรับผู้ใช้เป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] Dann D'Hont "Off Line Parametrical Programing Facilities for Stand Alone CNC Machine Toos" การประชุมใหญ่ทางวิชาการ หัวข้อเทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 26-28 ตุลาคม 2532 หน้า810 -816

[2] บุญชู ลีลาขจรจิต บุญสืบ ราชรัตนารักษ์ ทวี เทศเจริญ อัครเดช สินธุภัค,"การประยุกต์ใช้โปรแกรมภาษาเบสิคกับชิ้นงานCNCรูปแผนอากาศ", การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 14, ปี พ.ศ. 2543 หน้า 84-92

[3] เลิศ สิทธิโกศล, " เรขาคณิตวิเคราะห์และแคลคูลัส II " บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด, ปี พ.ศ. 2544, หน้า 75-81

[4] Dusko Savic "BASIC Interactive Graphics" Butterworth & Co (Publishers) Ltd., 1985

[5] Roy E. Myers. "Microcomputer Graphics "Addison-Wesley Publishing Company, Inc., U.S.A., 1982

[6] Y. C. PAO "Elements of Computer-Aicd Design and Manufacturing" John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1984

[7] C. S. Park, " Interactive Microcomputer Graphics " Addison-Wesley Publishing Company, 1985, 458 p.

[8] A. W. Goodman, " Analytic Geometry and the Calculus " 4th edition, Macmillan Publishing Co., Inc., 1980, pp.582-662