

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่19

19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดภูเก็ต

เครื่องเจาะแผ่นพลาสติกสำหรับทำแบบทอพรอม

Plastic Sheet Punching Machine for Carpet's Pattern

ณัฐวุฒิ เดิไปวา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4-2 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0-23264197 โทรสาร 0-2364198 , e-mail: kdnattaw@kmitl.ac.th

Nattawoot Depaiwa

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,

4-2 Chalongkrung Rd, Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Tel: 0-23264197, Fax: 0-23264198, e-mail: kdnattaw@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมทอพรอมประกอบด้วยกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การสร้างแบบเพื่อใช้ในการทอพรอม โดยแบบที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกที่มีการเจาะรูเล็กๆเป็นรูปลายเส้น เมื่อได้แผ่นพลาสติกที่ถูกเจาะตามลายเส้นที่ต้องการจะทอพรอมแล้ว ก็จะนำแผ่นพลาสติกเจาะรูที่ได้ไปทาบลงบนผ้าสำหรับทอพรอม แล้วจึงทาสีบนแผ่นพลาสติกเพื่อให้เกิดรอยลายต่างๆตามลายเส้นที่ได้เจาะรู เมื่อนำแผ่นพลาสติกออก ก็จะได้รูปแบบแนวเส้นที่จะใช้ในการทอพรอมต่อไป ซึ่งขั้นตอนการผลิตที่สำคัญ และเป็นขั้นตอนที่เป็นเหตุให้เกิดการออกแบบและสร้างเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกสำหรับทำแบบทอพรอม (Plastic Sheet Punching Machine) ก็คือ การเจาะแผ่นพลาสติกเพื่อนำไปทาบลงบนผ้าสำหรับใช้ทอพรอม ซึ่งในขั้นตอนนี้โรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ยังไม่มีเครื่องมือเฉพาะทางที่ใช้ในการเจาะรูตามแบบลายเส้น โดยทั่วไปจะเป็นการใช้แรงงานคนในการตอกเพื่อเจาะรูตามลายเส้น เพื่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทอพรอม ประกอบกับ เพื่อให้ได้เครื่องจักรที่มีราคาถูกสามารถนำไปใช้งานได้จริง และยังสามารถนำไปปรับใช้กับอุตสาหกรรมชนิดอื่นได้ จึงได้มีการสร้างเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกสำหรับทำแบบทอพรอม โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อต้องการลดขั้นตอนการผลิตให้ได้ อัตราการผลิตที่มีปริมาณมากขึ้น และยังสามารถจัดสรรทรัพยากรบุคคลไปทำงานในส่วนอื่นเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพใน

กระบวนการผลิตได้อีกด้วย ผลการออกแบบและสร้างเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกสำหรับทำแบบทอพรอม ทำให้เราได้เครื่องต้นแบบที่สามารถเอาไปพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมจริงต่อไป

Abstract

This project is a designing and invention of a plastic sheet punching machine which using in carpet manufacturing. It refers to a method of 2 - axis motion in printer machine to be a principle of designing. The major component of this machine consists of 3 parts, 1. 2 - axis motion system which is driven by stepper motor and is transmitted power timing belt. 2. Microcontroller which is to control the operation of the stepper motor and the plastic punching. 3. Programme, is written in visual basic language, controls the operation of machine which will receive pulses signal from the computer and then this signal will command the rotation of stepper motor. The operation of the machine will start when the program which was written by visual basic 6 language, receives layout picture then calculates the coordinates that will be punched by punching machine. After that it will transfer the signal to microcontroller which will command the punching machine to punch the holes on the plastic sheet like the calculated coordinate until it punched all

the coordinates of the layout picture. The punched plastic sheet will be taken as the pattern to weave the carpet. To weave the carpet, lay the plastic sheet over the cloth which will be woven. Then paint color on the plastic sheet when taking the plastic sheet off the pattern line which will be used to weave the carpet further.

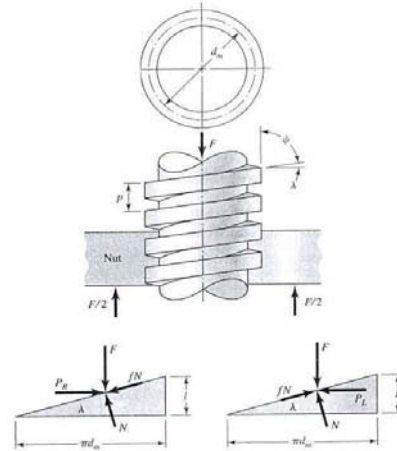
1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โลกอุตสาหกรรมมีการแข่งขันกันมากขึ้น เพื่อที่จะผลิตสินค้าให้เพียงพอและได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการ อุตสาหกรรมการผลิตจึงได้มีการนำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติมาใช้มากขึ้น รวมถึงการใช้เครื่องมือการผลิตที่หลากหลาย

อุตสาหกรรมในปัจจุบันได้นำมอเตอร์ไฟฟ้า มาใช้เป็นตัวกำลังในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ตั้งแต่เตปเปอร์มอเตอร์ขนาดเล็กในพรีนเตอร์ไปจนถึงมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้ในโรงงานทำเหล็ก ดังนั้นเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกเพื่อสร้างแบบสำหรับทอพรม จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของอุตสาหกรรมการทอพรม เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการเจาะแบบทอพรม ซึ่งประหยัดทั้งแรงงาน ต้นทุนการผลิต และเวลา อันจะยังผลให้ระบบอุตสาหกรรมเกิดความก้าวหน้า และมีอัตราการผลิตที่มากขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก เพื่อนำไปใช้เป็นแบบในการทอพรม โดยอาศัยหลักการเคลื่อนที่แบบ 2 แกน ในเครื่องพรีนเตอร์ มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบ[1] ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1.ระบบการเคลื่อนที่แบบ 2 แกน ที่ใช้สเตปเปอร์ มอเตอร์ ในการขับเคลื่อน และใช้สายพานในการส่งกำลัง[2] [3] 2.ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของสเตปเปอร์ มอเตอร์ และตัวเจาะแผ่นพลาสติก[4] 3.โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกจะรับสัญญาณพัลส์จากคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งให้สเตปเปอร์ มอเตอร์หมุน ซึ่งจะใช้ภาษาวิซวลเบสิกในการสร้างโปรแกรมควบคุม[5] การทำงานของเครื่องจะเริ่มเมื่อ โปรแกรมที่สร้างจากภาษาวิซวลเบสิก รับภาพที่เป็นลายเส้น จากนั้นคำนวณหาพิกัดที่ต้องการเจาะ แล้วจึงส่งสัญญาณให้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งงานเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก ให้เจาะแผ่นพลาสติกตามพิกัดที่คำนวณได้จนครบทุกพิกัดตามรูปภาพ แผ่นพลาสติกที่เจาะเสร็จแล้วจะถูกนำไปใช้เป็นแม่แบบในการทอพรม โดยนำไปทาบลงบนผ้าที่จะทอเป็นพรม จากนั้นจึงทาสีลงไป เมื่อนำพลาสติกออกแล้วจะได้แนวเส้นในการทอพรม

2. ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก

2.1 การเลือกใช้สกรู



รูปที่ 1 แสดงทิศทางของแรงกระทำบนเกลียวของสกรู เมื่อยกโหลดขึ้น(ขั้ว) และยกโหลดลง(ขา)

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - f l} \right) \quad (1)$$

$$T_L = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi f d_m - l}{\pi d_m + f l} \right) \quad (2)$$

T_R : The torque required to raise the load, N.m

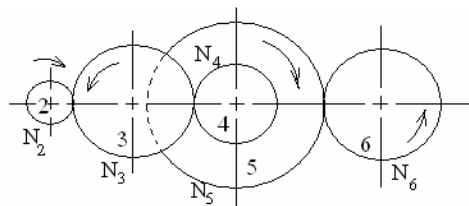
T_L : The torque required to lower the load, N.m

F : The load, N

d_m : Mean diameter, mm

f : The coefficient friction

2.2 การออกแบบเฟือง



รูปที่ 2 แสดงการขับเคลื่อนของระบบเฟือง

$$e = \frac{\text{product of driving tooth numbers}}{\text{product of driven tooth numbers}} \quad (3)$$

$$n_L = en_F \quad (4)$$

$$P = \frac{N}{d} \quad (5)$$

$$m = \frac{d}{N} \quad (6)$$

$$p = \frac{\pi d}{N} = \pi m \quad (7)$$

$$pP = \pi \quad (8)$$

e : Train value

n_L : The speed of the first gear in the train, rpm

n_F : The speed of the first gear in the train, rpm

P : Diametral pitch, teeth per inch

N : Number of teeth, teeth

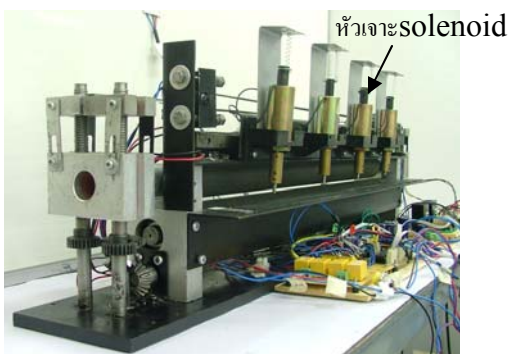
d : Pitch diameter, inch

m : Module, mm

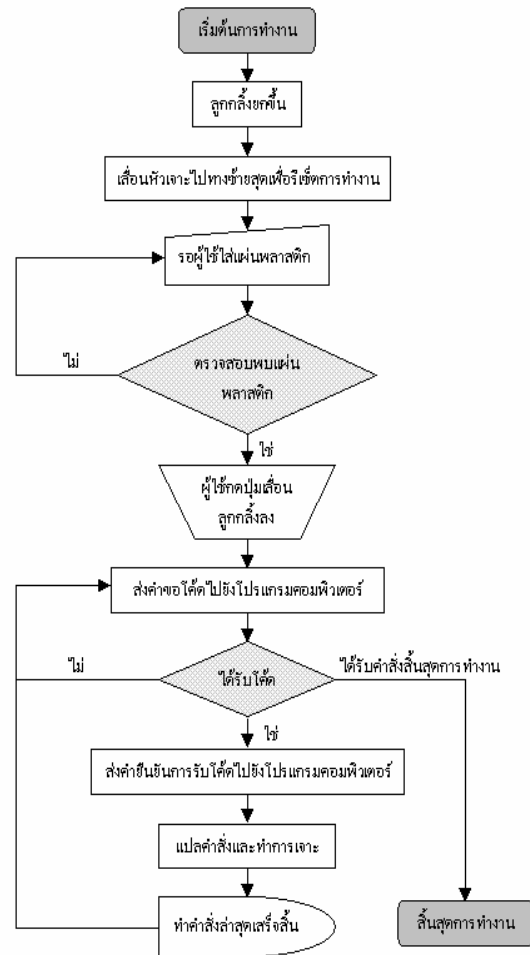
p : Circular pitch, mm

2.3 การประยุกต์ใช้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องเจาะแผ่นพลาสติก

รูปที่ 3 แสดงเครื่องเจาะแผ่นพลาสติกที่สร้างขึ้นมา โดยมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 4 ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่มีรวมเอาหน่วยประมวลผล หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์ ลอจิก วงจรรับสัญญาณอินพุต วงจรขับสัญญาณเอาต์พุต หน่วยความจำ และวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ ช่วยลดอุปกรณ์และขนาดของระบบ ในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น ภายใต้งบประมาณที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้ชิป MCS-51 เป็นตัวประมวลผลการทำงาน



รูปที่ 3 เครื่องเจาะแผ่นพลาสติก

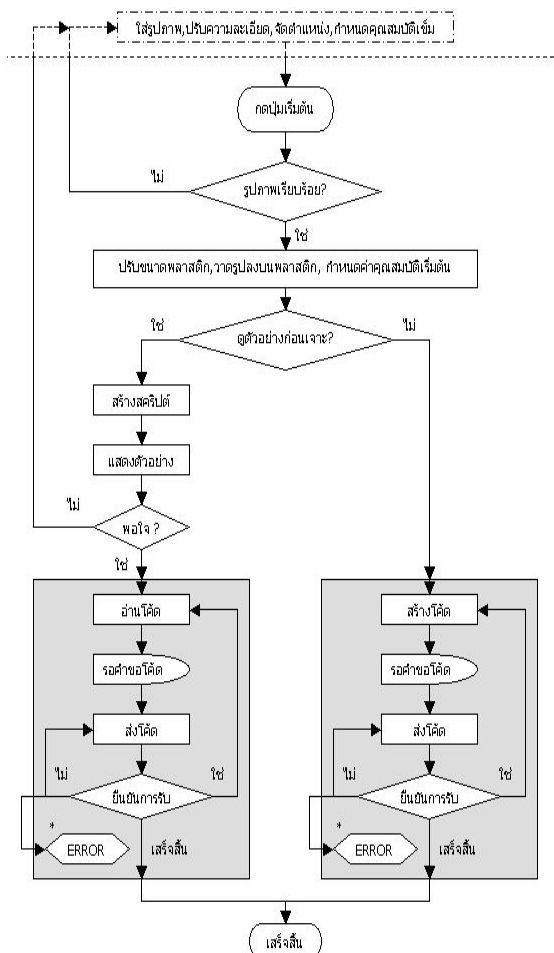


รูปที่ 4 โฟลว์ชาร์ตแสดงลำดับการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 หลักการทำงานของโปรแกรม

รูปที่ 5 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมคำนวณพิกัดการเจาะซึ่งถูกเขียนโดยโปรแกรมมิงวอลเบสิก หลังจากผู้ใช้กดปุ่มเริ่มแล้ว โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบว่าผู้ใช้ได้นำรูปลายเส้นเข้ามาในโปรแกรมแล้วหรือไม่รวมถึงรูปภาพนั้นถูกกำหนดความละเอียดแล้วหรือยังอีกด้วย หากผู้ใช้ยังไม่ได้นำเข้ารูปภาพหรือลืมนำกำหนดความละเอียด ตัวโปรแกรมจะแจ้งให้ผู้ใช้ได้ทราบบนจอ เพื่อให้ผู้ใช้ได้กลับไปแก้ไข หากทุกอย่างเรียบร้อยแล้วโปรแกรมจะทำการปรับขนาดรูปภาพ และแผ่นพลาสติกให้มีอัตราส่วน 100 % หรือทำให้ 1 พิกเซลมีค่าเท่ากับระยะการเคลื่อนที่ของสเตปมอเตอร์นั่นเอง ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้หัวเจาะสามารถเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการเจาะได้พอดี หลังจากปรับขนาดแล้วโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นและคุณสมบัติต่างๆที่ต้องใช้ในโปรแกรม รวมถึงตำแหน่งเริ่มต้นของหัวเจาะด้วย จากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบว่าผู้ใช้ต้องการดูตัวอย่างภาพหรือไม่ หากต้องการโปรแกรมจะทำการคำนวณพิกัดต่างๆและแสดงตัวอย่างขึ้นมา หากผู้ใช้พอใจก็จะทำงานต่อ โดยจะเริ่มส่งโค้ดคำสั่งให้เครื่อง

เจาะ โดยนำค่าพิกัดซึ่งได้คำนวณออกมาแล้วส่งออกไป แต่ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ต้องการดูตัวอย่าง โปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณพิกัดที่ละจุดแล้วจึงทยอยส่งออกไป ทั้ง 2 กรณีนี้การส่งโค้ดคำสั่งออกไปจะสัมพันธ์กับความต้องการของเครื่องเจาะ โดยหลังจากส่งคำสั่งแรกออกไปแล้วโปรแกรมจะรอรับสัญญาณจากชุดควบคุมเครื่องเจาะ หากชุดควบคุมได้รับโค้ดแล้ว ชุดควบคุมจะส่งสัญญาณกลับมาให้โปรแกรมได้รับทราบว่ามีโค้ดที่ถูกส่งออกไปได้รับแล้วเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจึงจะเริ่มทำการหาพิกัดต่อไป หรือในกรณีที่ได้อ่านค่าแล้ว (เพื่อแสดงตัวอย่าง) โปรแกรมก็จะไปอ่านโค้ดของตำแหน่งถัดไป จากนั้นโปรแกรมจะรอให้เครื่องเจาะทำงานตามโค้ดที่ถูกส่งออกไปก่อนหน้านั้นแล้วจนเสร็จ เมื่อเสร็จแล้วชุดควบคุมก็จะส่งคำสั่งร้องขอโค้ดใหม่เข้ามา เมื่อโปรแกรมได้รับคำสั่งร้องขอแล้วก็จะทำการส่งโค้ดที่เตรียมไว้ออกไปและจะรอค้ำยีนยันการรับเช่นเดิม หากได้รับค้ำยีนยันการรับแล้วโปรแกรมก็จะเริ่มทำการคำนวณหาพิกัดต่อไป และจะทำงานวนเช่นนี้ไปเรื่อยจนเสร็จการทำงาน

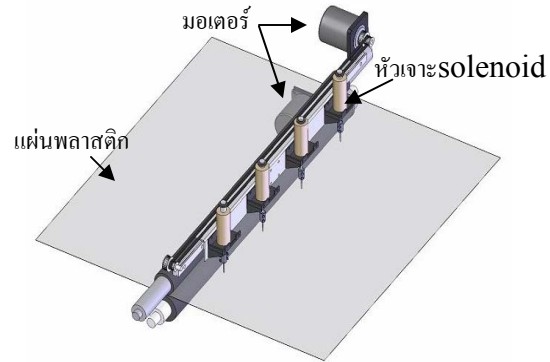


รูปที่ 5 แสดงโฟลว์ชาร์ตของโปรแกรมคำนวณพิกัดการเจาะซึ่งถูกเขียนโดยโปรแกรมวิซวลเบสิก

3. หลักการทำงานของเครื่อง

เครื่องเจาะแผ่นพลาสติก ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

3.1 ระบบการเคลื่อนที่แบบ 2 แกน โดยใช้ Stepper Motor 2 ตัว ดังแสดงในรูปที่ 6 ตัวแรกใช้ควบคุมตำแหน่งของเข็มเจาะ โดยใช้การขับเคลื่อนของสายพาน และอีกตัวหนึ่งใช้ในการป้อนแผ่นพลาสติกเพื่อทำการเจาะ



รูปที่ 6 แสดงชุดขับเคลื่อนโดยใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 ตัว

3.2 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่สร้างขึ้นกับตัวเครื่องเจาะพลาสติก ซึ่งใช้ MCS-51 ที่เขียนโดยภาษาแอสเซมบลีเพื่อควบคุมอุปกรณ์การทำงาน

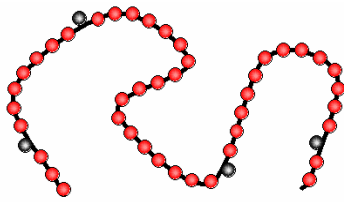
3.3 โปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งที่ต้องการเจาะจะใช้ภาษาวิซวลเบสิกในการเขียนโปรแกรมเพื่อคำนวณหาพิกัดที่ต้องการเจาะแล้วจึงสั่งให้เข็มเจาะเคลื่อนที่ไปยังพิกัดที่คำนวณได้โดยผ่านชุด ไมโครคอนโทรลเลอร์

4. รูปแบบการทดลอง

รูปแบบการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพรวมของเครื่องสร้างแบบสำหรับทอพรหมนี้ จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. ส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของเข็มเจาะที่จะทำการเจาะแผ่นพลาสติก มีขั้นตอนดังนี้คือ นำรูปลายเส้นเข้าโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของเข็มเจาะจำนวน 10 รูปดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งรูปลายเส้นแต่ละรูปจะมีรูปแบบแนวเส้นแตกต่างกันไป จากนั้นจึงสั่งให้โปรแกรมเริ่มต้นทำงานเดินตามแนวเส้นแล้วแสดงพิกัดการทำงานออกมาบนรูปที่นำเข้าไปโดยแสดงเป็นจุด แล้วจึงนับจำนวนพิกัดการทำงานที่แสดงพิกัดไม่ตรงตามรูปลายเส้นที่นำเข้าไป เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของตัวโปรแกรมที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของเข็มเจาะโดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพของโปรแกรม} = \frac{\text{จำนวนรูเจาะที่เจาะตรงตามแนวเส้น}}{\text{จำนวนรูเจาะทุกรู}}$$



รูปที่ 7 แสดงถึงฟิสิกส์การทำงานที่เดินตรง และไม่ตรงตามแนวเส้น

2. ส่วนของหัวเจาะที่ใช้ในการเจาะแผ่นพลาสติก มีขั้นตอนการทดลองดังนี้ คือ ทดสอบเจาะชิ้นงานจริงโดยใช้เครื่องสร้างแบบสำหรับทอพรหมจำนวน 10 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีรูปแบบแนวเส้นแตกต่างกันไป จากนั้นจึงนำชิ้นงานที่ได้มานับจำนวนรูที่เจาะไม่เข้า หรือรูที่เจาะเสีย เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของหัวเจาะที่ใช้ในการเจาะแผ่นพลาสติก โดยคำนวณจากสูตร

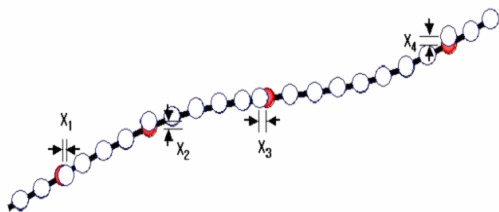
$$\text{ประสิทธิภาพของหัวเจาะ} = \frac{\text{จำนวนรูเจาะไม่เสียทุกรู}}{\text{จำนวนรูเจาะทุกรู}}$$



รูปที่ 8 แสดงถึงตำแหน่งของรูเจาะที่เจาะตรง และไม่ตรงตามแนวเส้น รวมถึงรูเจาะที่เจาะเสีย

3. ส่วนของระบบการเคลื่อนที่แบบ 2 แกน มีขั้นตอนการทดลองดังนี้ คือ ทำการกำหนดพิกัด เอ็กซ์-วายดังแสดงในรูปที่ 9 เข้าเครื่องสร้างแบบสำหรับทอพรหมจำนวน 100 พิกัด เพื่อให้เครื่องทำการเจาะตามพิกัดตามพิกัดที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นจึงนำชิ้นงานที่ได้มาเปรียบเทียบพิกัด เพื่อวัดระยะคลาดเคลื่อนตามแนวแกนเอ็กซ์ และแกนวาย เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบโต๊ะงานเคลื่อนที่แบบ 2 แกน จากสูตร

$$\text{ระยะคลาดเคลื่อนต่อรู} = \frac{\sum x}{\text{จำนวนรูเจาะทุกรู}}$$



รูปที่ 9 แสดงถึงพิกัดของรูเจาะที่เจาะตรง และไม่ตรงตามแนวเส้น

5. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง

ผลการทดลอง	ค่าที่ได้
ประสิทธิภาพของโปรแกรมควบคุมการเจาะ	87.88(%)
ประสิทธิภาพของหัวเจาะ	89.72(%)
ระยะคลาดเคลื่อนต่อรู	2.37mm

จากผลข้างต้น ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ระยะคลาดเคลื่อนต่อรูมีค่อนข้างมาก สาเหตุอาจเกิดจากโปรแกรมคำนวณตำแหน่งเจาะซึ่งจะมีฟังก์ชันที่ตรวจสอบและป้องกันการซ้อนทับกันของรูนั้น จะใช้ได้ดีในกรณีที่เส้นค่อนข้างห่างกัน หากรูภาพนั้นมีความซับซ้อนและเส้นใกล้กันมากเกินไป อาจทำให้รูต่างๆนั้นอาจจะหลบกันในรูปแบบที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นวิธีแก้จึงควรปรับปรุงโปรแกรมโดยการเพิ่มเงื่อนไขรูปแบบต่างๆเข้าไป สำหรับความเร็วในการเจาะของเครื่อง เนื่องจากการทำงานเป็นแบบไล่อ่านสีทีละพิกเซลและจะเจาะเมื่อเจอจุดที่ต้องการเท่านั้น ดังนั้นการเคลื่อนที่ของเครื่องเจาะจะมีช่วงการวิ่งที่สูญเสียค่อนข้างมาก ดังนั้นควรปรับปรุงให้การเคลื่อนที่เป็นการวิ่งตามเส้นแทน จะทำให้เกิดการเจาะตลอดเวลา ซึ่งจะช่วยลดเวลาทำงานได้

6. สรุป

เครื่องเจาะแผ่นพลาสติกที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องต้นแบบ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับที่น่าพอใจ และนำไปปรับใช้กับอุตสาหกรรมชนิดอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Joseph E. Shigley, Charles R. Mischke, Richard G. Budynas, "Mechanical Engineering Design", Seventh Edition, McGrawHill.
- [2] A.F. Bakker, "Design of a high speed low friction XY-table", Philips Centre For industrial Technology (CFT)
- [3] Hussain Z. Tameem, "Design and development of xy positioning table using stepper motor and belt drive", Department of Mechanical and Production Engineering, Yeshwantrao Chavan college of engineering, Wanadongri, Nagpur
- [4] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, "เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช" ฉบับ AT89C5x ของ Atmel, Innovative Experiment Co.,Ltd.
- [5] อภิชาติ ภูพลับ, "เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อ และควบคุมฮาร์ดแวร์ ด้วย Visual basic 6", Infopress Develop Book, ปี พ.ศ.2546