



การออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญกษาปณ์ไทยแบบอัตโนมัติ

The Design and Construction of a Separation and Automatic Thai Coin Counter

ณัฐพงศ์ ศรีน้อย, เจษฎากร แสนโคตร, อธิภัทร์ พันธกล้า*, สุวิมล เสนิงค์ ณ อยุธยา

กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก 26001

*ติดต่อ: E-mail: pun.teerapat@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกและนับเหรียญกษาปณ์ไทยแบบอัตโนมัติซึ่งสามารถคัดแยกเหรียญออกได้ 4 ประเภท คือ เหรียญบาท เหรียญสองบาท เหรียญห้าบาทและเหรียญสิบบาท ส่วนการนับเหรียญใช้การแสดงผลแบบตัวเลข (7-Segments) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการนับเหรียญและลดขั้นตอนในการคัดแยกเหรียญ การออกแบบใช้จากโปรแกรม Solid work โดยคำนึงถึงรูปทรงที่กะทัดรัดและมีความง่ายในการใช้งาน เครื่องคัดแยกและนับเหรียญกษาปณ์ไทยแบบอัตโนมัติต้นแบบที่ได้มีขนาด 200 มิลลิเมตร x 450 มิลลิเมตร x 250 มิลลิเมตร มีปุ่มเปิดปิดการทำงาน โครงทำด้วยอลูมิเนียมและภายในทำจากอะคริลิก ใช้มอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาทีจำนวน 1 ตัวสามารถใส่เหรียญทั้งสี่ชนิดที่ทางเข้าเดียวกัน ซึ่งเหรียญจะถูกส่งไปที่จานลำเลียงเหรียญที่มีช่องทางออกของเหรียญที่มีขนาดช่องแตกต่างกันจำนวน 4 ช่อง เมื่อเหรียญผ่านช่องทางออกจะมีอุปกรณ์เซนเซอร์นับจำนวนเหรียญและข้อมูลจะปรากฏที่หน้าจอแสดงผล เมื่อเหรียญผ่านอุปกรณ์เซนเซอร์จนหมดจะหยุดทำงาน จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการคัดแยกเหรียญมีความผิดพลาด 0% และการนับเหรียญมีความผิดพลาด 0% แสดงว่าเครื่องคัดแยกและนับเหรียญกษาปณ์ต้นแบบสามารถทดแทนแรงงานคนในการคัดแยกและนับเหรียญได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ เครื่องคัดแยกและนับเหรียญ เหรียญกษาปณ์ไทย การแสดงผลแบบตัวเลข จานลำเลียง

Abstract

The coin is limited in use and difficult to carry. Size and type that are unique to different countries. Counting and sorting coins are still use to measure the height and weight of the coins in a row. Which take longer to count and sort. Due to the thickness and weight of the coins also could change according to the time of using. As a result, there is a risk that the errors may occur. This research project aims to devise a machine count and sort the coins. This will reduce the time and improve the accuracy of counting and sorting coins. On displays are a number of medals is the 7 segment also easy to carry. Because the machine is designed to be compact (200 mm x 450 mm x 250 mm) and a DC motor. They have a power switch ON and OFF to operate the system. The body of this mechine made by aluminiums and acrylics. Also, the the rpm of the DC moter is 20 round per minute. However, If we look for the performance, it can seperate 4 types of coins which is 1 baht coin, 2 baht coin, 5 baht

coin and 10 baht coin into 4 channels. Therefore, it has a sensors in each channel to detecting and counting the coins. The amount of coins will show at the front of display as the number. Suddenly, the machine will be stop automatically when it runs out of coins. The results shown that it has 0% of coin separating error and 0% of coin counting error. Finally, this machine can be use as counting this coins replace the human hands.

Keyword Counting and sorting coins, Velocity accuracy.

1. บทนำ

เนื่องจากเหรียญมีข้อจำกัดในการใช้งานและยากต่อการพกพามากไปกว่านั้นเหรียญมีขนาดและชนิดที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันไปแต่ละประเทศในสภาวะปัจจุบันที่เวลาเป็นสิ่งสำคัญคนส่วนใหญ่จึงนิยมหาเครื่องมือที่จะช่วยทุ่นแรงและเพิ่มความสะดวกรวดสบายในการใช้ชีวิตเครื่องนับเหรียญจึงเหมาะเป็นนวัตกรรมที่จะเข้ามามีบทบาทในการนับเหรียญ, คัดแยกประเภทและเพิ่มประสิทธิภาพในการนับที่แม่นยำอีกด้วยและเครื่องนับเหรียญสามารถเป็นนวัตกรรมที่สามารถพัฒนาไปจนเป็นที่แพร่หลายในอนาคตได้

การนับและคัดแยกเหรียญในปัจจุบัน [1] ยังคงใช้วิธีชั่งน้ำหนักและวัดความสูงของเหรียญที่เรียงเป็นแถวซึ่งใช้เวลานานในการนับและคัดแยกสิ่งที่สำคัญความหนาของเหรียญและน้ำหนักยังอาจเปลี่ยนแปลงไปตามอายุการใช้งานอีกด้วยจึงส่งผลให้มีความเสี่ยงที่อาจจะเกิดการผิดพลาดในการนับและคัดแยกเหรียญทั้งนี้จึงมีแนวความคิดที่จะคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่จะเข้ามานับและคัดแยกเหรียญ ซึ่งจะต้องประหยัดเวลาและมีความเที่ยงตรงสูงถึงแม้ว่า ในต่างประเทศจะมีเครื่องมือเข้ามาช่วยนับและคัดแยกเหรียญมาสู่กระยะหนึ่งแล้วแต่อย่างที่ได้กล่าวไปแล้วว่ามีขนาดและชนิดที่มีลักษณะเฉพาะตัวในแต่ละประเทศจึงสมควรที่จะประดิษฐ์เครื่องนับและคัดแยกเหรียญขึ้นเพื่อ ใช้ในประเทศและหน่วยงานในกองทัพอีกทั้งเป็นต้นแบบ ให้กับธนาคารในประเทศต่อไป

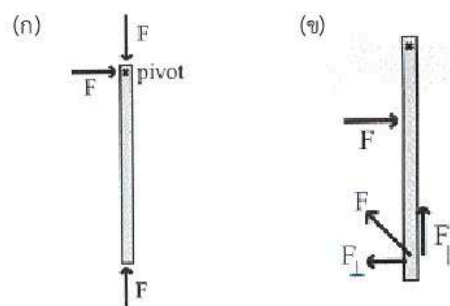
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบหมุน [2]

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันใช้ได้กับการเคลื่อนที่ของวัตถุทำนองเดียวกันเราใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับการหมุนด้วย

กฎข้อที่หนึ่งของนิวตันสำหรับการหมุน

วัตถุทุกชนิดจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ นอกจากมีแรงทอร์กมากระทำต่อวัตถุนั้น เหรียญในรางจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ นอกจากมีแรงภายนอกมากระทำบางแรงทำให้เหรียญหมุนแต่บางแรงไม่มี ผลต่อการหมุนทอร์กคืออะไรและต่างจากแรงอย่างไร



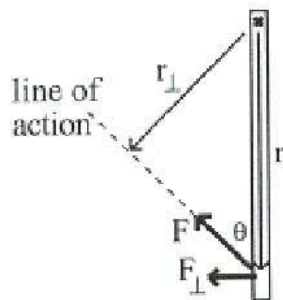
รูปที่ 2.1 แรงที่กระทำต่อคานไม้ (ก) แรงกระทำไม้ผ่านจุดหมุน (ข) แรงที่กระทำผ่านจุดหมุน

พิจารณารูปที่ 2.1 (ก) จะสังเกตเห็นว่าแนวแรงที่กระทำต่อไม้เมตรผ่านจุดหมุน (pivot) กรณีนี้จะไม่เกิดการหมุน แต่ถ้าแนวแรงที่กระทำต่อไม้เมตรไม่ผ่านจุดหมุนกรณีนี้จะเกิดการหมุน นอกจากนั้นแรงที่กระทำต่อไม้เมตรสามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบย่อยเป็นแรงที่ตั้ง

ฉากกับไม้เมตรและแรงที่ขนานกับไม้เมตรดังรูปที่ 2.1 (ข) แรงที่มีผลต่อการหมุนคือแรงที่ตั้งฉากกับไม้เมตรเท่านั้น นั่นคือ

$$\tau = F_{\perp} r = (F \sin \theta) r = F(r \sin \theta) = Fr_{\perp} \quad (2.1)$$

เมื่อ τ คือ ผลคูณระหว่างระยะทางที่ลากจาก จุดหมุนมาตั้งฉาก (แขนหมุน) กับแนวแรงหรือผลคูณระหว่างแรงที่ตั้งฉากกับแขนหมุนดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เวกเตอร์ของทอร์ก

ทอร์กเมื่อเขียนอยู่ในรูปของเวกเตอร์ หรือ Cross product

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (2.2)$$

กฎข้อสองของนิวตันสำหรับการหมุน

ความเร่งเชิงมุมของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงตามค่าทอร์ก แต่ไม่ขึ้นกับโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุ

$$\begin{aligned} \text{จาก } \sum F &= ma \\ \sum \tau &= I\alpha \end{aligned} \quad (2.3)$$

เมื่อ I คือโมเมนต์ความเฉื่อย

กฎข้อสองสำหรับการหมุน

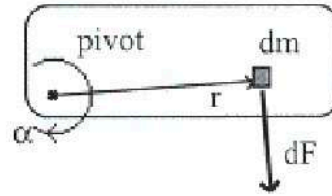
$$\sum \tau = I\alpha \quad (2.4)$$

วัตถุรูปทรงใดๆ แขนงอยู่ดังรูปที่ 2.3

โดยมีความเร่งเชิงมุม α พิจารณามวลก้อนเล็กๆ ถูกกระทำด้วยแรงซึ่งตั้งฉากกับแขนหมุนทำให้มีความเร่งเชิงมุม α ด้วยอาศัยสมการ

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (2.5)$$

$$\text{จะได้ว่า } d\tau = r dF \quad (2.6)$$



รูปที่ 2.3 การแฉวนวัตถุ

แต่ dF คือแรงในแนวเส้นสัมผัส แทนด้วย F_t จะได้ความเร่งในแนวเส้นสัมผัส a_t ด้วยรูปที่ 2.3

$$d\tau = r dF_t = r d(ma_t) = r a_t dm = \alpha r^2 dm \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} \int d\tau &= \int \alpha r^2 dm \\ \tau &= \alpha \int r^2 dm \end{aligned} \quad (2.8)$$

เปรียบเทียบสมการที่ได้กับกฎข้อสองของการหมุนเมื่อ τ ที่ได้คือผลรวมของทอร์กทั้งหมดที่เกิดจากมวลย่อยๆ dm จะได้ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปทรงใดๆ คือ

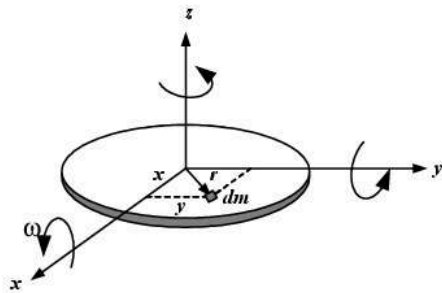
$$I = \int r^2 dm \quad (2.9)$$

ตามปกติความเฉื่อยต่อการเลื่อนตำแหน่งของวัตถุขึ้นอยู่กับมวล แต่ความเฉื่อยต่อการหมุน (โมเมนต์ความเฉื่อย) จะไม่ขึ้นกับมวลแต่ขึ้นอยู่กับรูปทรงของวัตถุ

2.2 ทฤษฎีแกนตั้งฉากและทฤษฎีแกนขนาน

ในบางกรณีการคำนวณค่าโมเมนต์ความเฉื่อยมีความยุ่งยากซับซ้อนเราสามารถทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้ทฤษฎีแกนตั้งฉากหรือทฤษฎีแกนขนานเข้ามาช่วย

2.2.1 ทฤษฎีแกนตั้งฉาก เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุแข็งเกร็งที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ พิจารณาวัตถุหมุนรอบแกน x , y และ z แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แกนหมุน 3 มิติ

$$I = \int r^2 dm \quad (2.10)$$

เมื่อ r เป็นระยะจาก dm ถึงแกน x และ y เนื่องจากเป็นวัตถุแผ่นบางจะได้

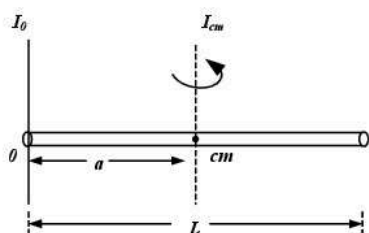
$$I_z = \int r^2 dm \quad (2.11)$$

$$\text{แต่ } r^2 = x^2 + y^2$$

$$I_z = \int (x^2 + y^2) dm = \int x^2 dm + \int y^2 dm \quad (2.12)$$

$$I_z = I_x + I_y \quad (2.13)$$

2.2.2 ทฤษฎีแกนขนาน ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุโดยทั่วไป เราจะทราบค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุถ้าต้องการจะหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุนั้นรอบแกนหมุนใด ๆ ซึ่งขนานกับแกนหมุนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลและห่างออกมาเท่ากับ a ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การหมุนของวัตถุ

$$I_0 = I_{cm} + Ma^2 \quad (2.14)$$

เมื่อ I_0 คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบแกนใด ๆ ที่ขนานกับแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล

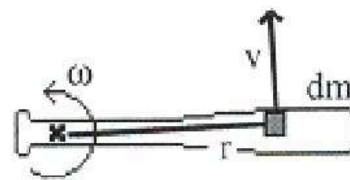
I_{cm} คือ โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวล

M คือ มวลของวัตถุนั้น

a เป็นระยะห่างระหว่างแกนทั้งสอง

2.3 พลังงานจลน์ในการหมุน

จากบทที่ผ่านมา มาหาค่าสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือกฎการอนุรักษ์พลังงานเนื่องจากเมื่อใช้พลังงาน คำนวณจะทำให้ง่ายและสะดวกกว่าการคำนวณเมื่อใช้แรงและทอร์กแต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือพลังงานจลน์มีผลต่อการหมุนอย่างไร พิจารณาดังรูปที่ 2.6 เมื่อแบ่งมวลออกเป็นส่วนเล็กๆ dm มีความเร็ว v และอยู่ห่างจากจุดหมุน r จากนิยามของพลังงานจลน์เชิงเส้นของมวลเล็กๆ



รูปที่ 2.6 แนวแรง

$$dk = \frac{1}{2} v^2 dm \quad (2.15)$$

แต่ v คือความเร็วในแนวเส้นสัมผัส $v = r\omega$ จะได้

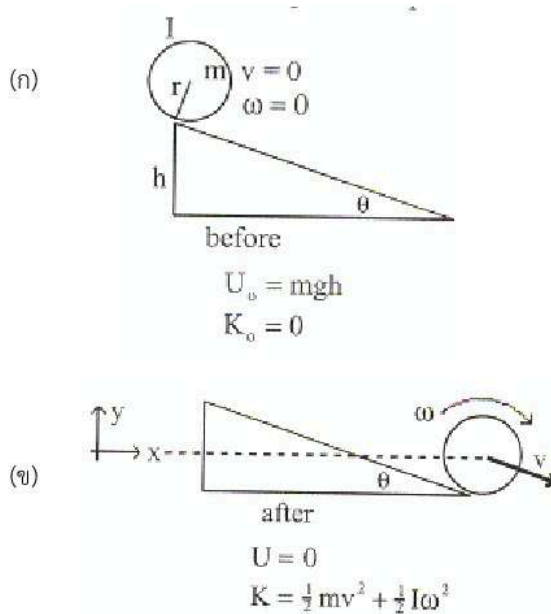
$$dk = \frac{1}{2} \omega^2 r^2 dm \quad (2.16)$$

$$\text{คิดทั้งหมด } \int dk = \frac{1}{2} \omega^2 \int r^2 dm \quad (2.17)$$

เมื่อสมการทางซ้ายมือคือพลังงานจลน์ในการหมุนของวัตถุทั้งก้อน ส่วนสมการทางขวามือคือโมเมนต์ความเฉื่อยพลังงานจลน์ในการหมุน

$$k = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad (2.18)$$

จะสังเกตเห็นว่าพลังงานจลน์เชิงเส้นจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างความเฉื่อย (มวล) กับความเร็วกำลังสองในทำนองเดียวกันพลังงานจลน์ในการหมุนจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณระหว่างโมเมนต์ความเฉื่อยและความเร็วเชิงมุมยกกำลังสอง



รูปที่ 2.7 พลังงานในการเคลื่อนที่ (ก) พลังงานศักย์ (ข) พลังงานจลน์

พิจารณารูปที่ 2.7 เมื่อวัตถุกลิ้ง พลังงานจลน์ที่เกี่ยวข้องได้แก่พลังงานจลน์เชิงเส้น (การเคลื่อนที่ของจุด cm) กับพลังงานจลน์ในการหมุน (วัตถุหมุนรอบจุด cm) จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน

$$\Delta u + \Delta k = 0 \quad (2.19)$$

$$(0 - mgh) + \left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 - 0 \right) = 0$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad (2.20)$$

เมื่อวัตถุกลิ้งโดยไม่มีการไถลความเร็วเชิงเส้นจะสัมพันธ์กับความเร็วเชิงมุมดังนี้ $v = r\omega$

$$mgh = \frac{1}{2}mr^2v^2 + \frac{1}{2}Iv^2 = \left(\frac{1}{2}mr^2 + \frac{1}{2}I \right) v^2 \quad (2.21)$$

$$v = \sqrt{2gh \left(\frac{mr^2}{mr^2 + I} \right)} \quad (2.22)$$

3. การออกแบบและการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญ

3.1 การออกแบบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญ

3.1.1 การศึกษาต้นแบบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญ

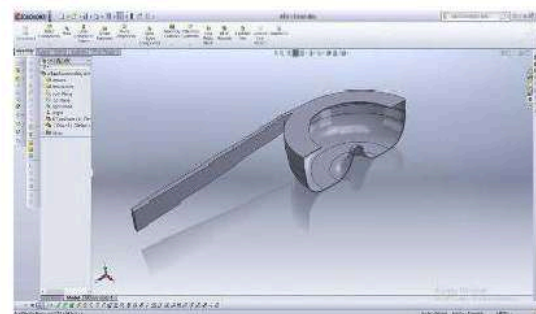
1) ทำการศึกษาความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิดซึ่งพบมีความแตกต่างกันซึ่งสามารถใช้ความต่างมาใช้ในการส่วนคัดแยกโดยเหรียญที่มีความยาวน้อยสุดจะตกลงมาก่อนแล้วเหรียญที่ใหญ่กว่าจะตกลงมาตามลำดับ

2) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากการหมุนและกลิ้งของเหรียญ ซึ่งเหรียญจะกลิ้งผ่านรางมาและตกลงในแต่ละช่อง

3) เริ่มต้นด้วยการ ออกแบบด้วยมือลงในกระดาษ A4

4) นำการออกแบบมาเขียนลงในกระดาษเขียนแบบโดยมีการเขียน Side View, Front View และ Top View

5) วาดลง Solid Works [3] เป็นแบบในการขึ้นโครงต่อไป



รูปที่ 3.1 รูป Solid Works Version 1

3.1.2 ลักษณะเฉพาะของเหรียญแต่ละชนิด

ปัจจุบัน มีเหรียญที่มีมูลค่าจริงสูงกว่าราคาหน้าเหรียญอยู่ 3 ชนิดคือเหรียญ 25 สตางค์เป็นเหรียญกษาปณ์สีแดงใส่ในเป็นเหล็ก 99% ส่วนด้านนอกชุบด้วยทองแดง 1% เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. น้ำหนัก 1.9 กรัม มีต้นทุนการผลิตเหรียญละ 50 สตางค์ เหรียญ 50 สตางค์ ผลิตจากโลหะผสมแบบเดียวกัน คือ ใส่ในเป็นเหล็ก 99% ด้านนอกชุบด้วยทองแดง 1% เช่นกัน เส้น

ผ่านศูนย์กลาง 18 มม. และมีน้ำหนักถึง 2.4 กรัม ต้นทุนการผลิตเหรียญละ 70 สตางค์ เหรียญ 1 บาทผลิตจากโลหะผสมมีสีขาวโดยใส่ในเป็น เหล็ก ส่วนด้านนอกชุบด้วยนิกเกิล มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. น้ำหนัก 3 กรัม ต้นทุนการผลิตสูงถึงเหรียญละ 1.80 บาท ส่วนเหรียญที่มีต้นทุนการผลิตไม่ขาดทุน ซึ่งกรมธนารักษ์ ไม่ระบุว่าต้นทุนเหรียญละเท่าไรมีอยู่ 3 ชนิด คือ

- เหรียญ 2 บาทเป็นโลหะสีทองซึ่งผลิตจากทองแดงผสมด้วยนิกเกิลและอลูมิเนียมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 21.75 มม. น้ำหนัก 4 กรัม

- เหรียญ 5 บาทเหรียญกษาปณ์โลหะสีขาวผลิตจาก โลหะผสมคือใส่ในเป็นทองแดงส่วนด้านนอกเคลือบด้วยนิกเกิลมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มม. น้ำหนัก 6 กรัม

- เหรียญ 10 บาทเป็นเหรียญสีขาวกับสีทองโดยวงนอก เป็นโลหะผสมคือทองแดงกับนิกเกิลวงในผลิตจากทองแดง นิกเกิลและอะลูมิเนียมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 มม. น้ำหนัก 8.5 กรัม

3.2 การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์เครื่องนับและคัดแยกเหรียญ

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องนับและคัดแยกเหรียญผ่านโปรแกรม Solid Works

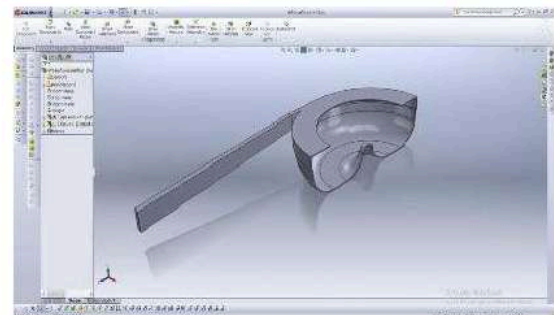
การออกแบบวาดชิ้นส่วนของเครื่องนับและคัดแยกเหรียญส่วนใหญ่จะประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายๆชิ้นส่วนประกอบเข้าด้วยกัน ในการเขียนแบบ 3 มิติโปรแกรม AutoCad มีการใช้งานยากเพราะต้องจดจำคำสั่งและขั้นตอนจำนวนมากดังนั้นจึงพัฒนาโปรแกรมจาก AutoCad มาเป็นโปรแกรม Solid Works ซึ่งเป็นโปรแกรมหนึ่งซึ่งพัฒนาและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

วิธีการวาดโครงสร้างรูดด้วยโปรแกรม Solid Works

- 1) New เป็นไอคอนที่คลิกเมื่อต้องการเริ่ม สร้าง งานใหม่ จะประกอบด้วยไฟล์หลายไฟล์

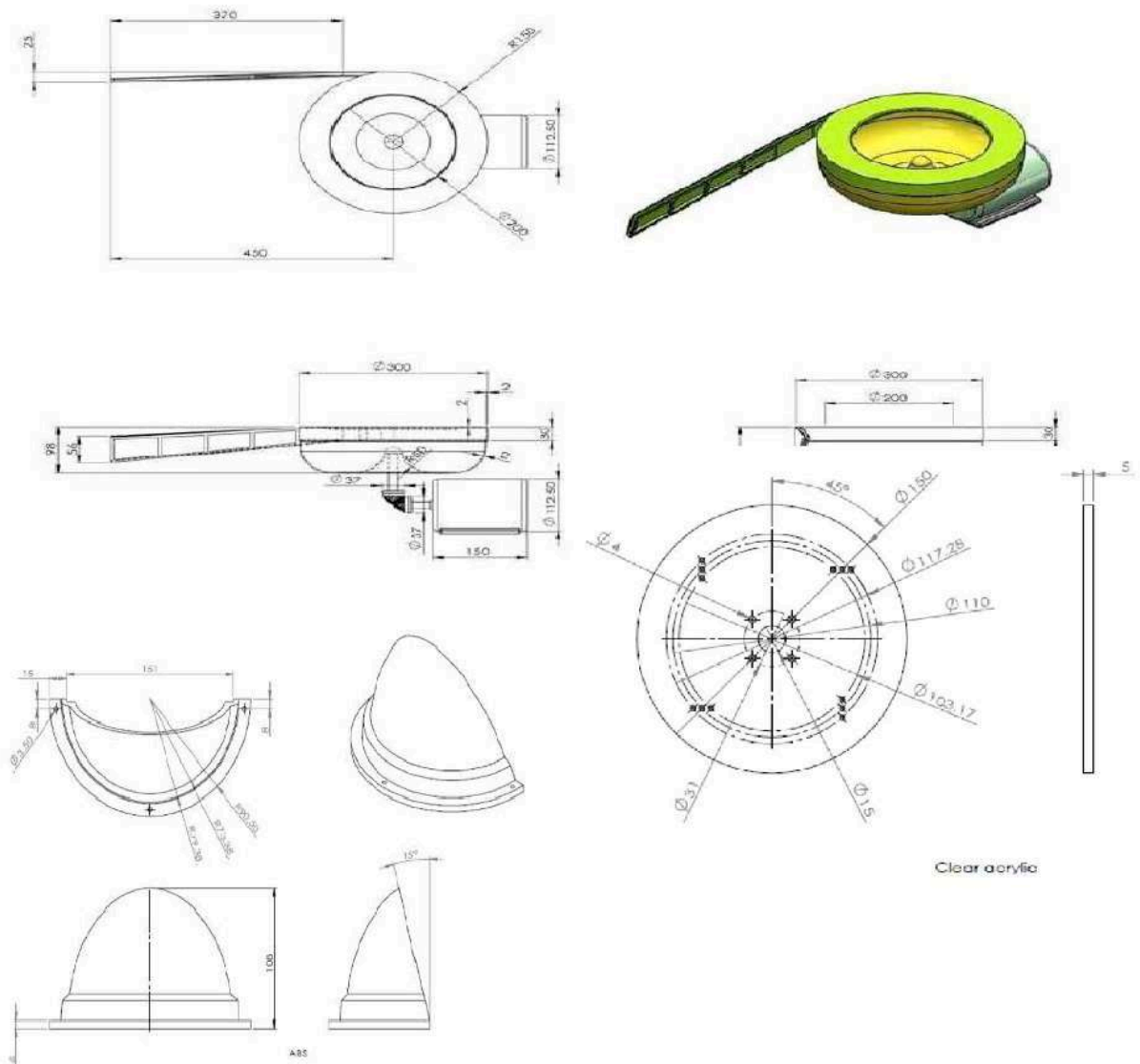
- 2) ใช้มุมมองการมองรูปแบบต่างๆ View Tools จะช่วยอำนวยความสะดวกในการ มองรูปและการเขียนแบบ
- 3) สเก็ตช์รูปด้วยรูปทรงเรขาคณิตเป็นรูป 2 มิติ ด้วย Sketch Toolbar
- 4) กำหนดความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตให้รูปร่างนั้นๆด้วย Assembly Toolbar
- 5) กำหนดขนาดรูป การแก้ไข และหมุนรูปทรงรูปสเก็ตช์ด้วยเครื่องมือ Relation
- 6) เลือกมุมมองที่ต้องการด้วย Standard View
- 7) สร้างเนื้อของชิ้นส่วนให้เป็น 3 มิติ ด้วย Feature Toolbar
- 8) การเติมลูกเล่นและการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติ ด้วย Base Features
- 9) การบันทึกไฟล์

ได้รูปจากการวาดครั้งที่ 1 ด้วยโปรแกรม Solid Works

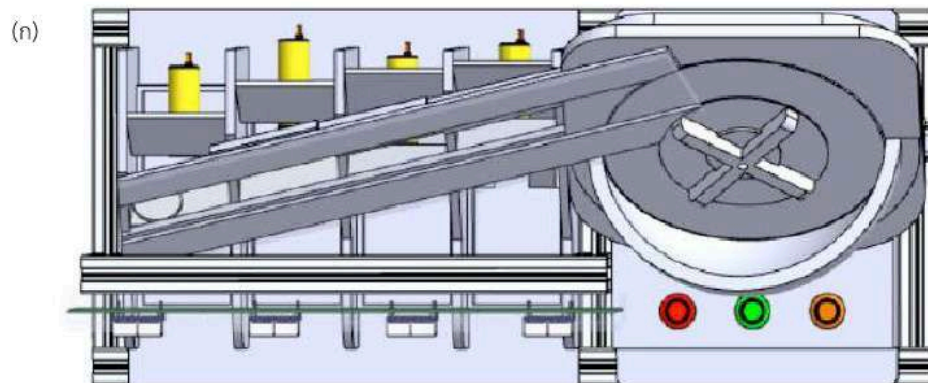


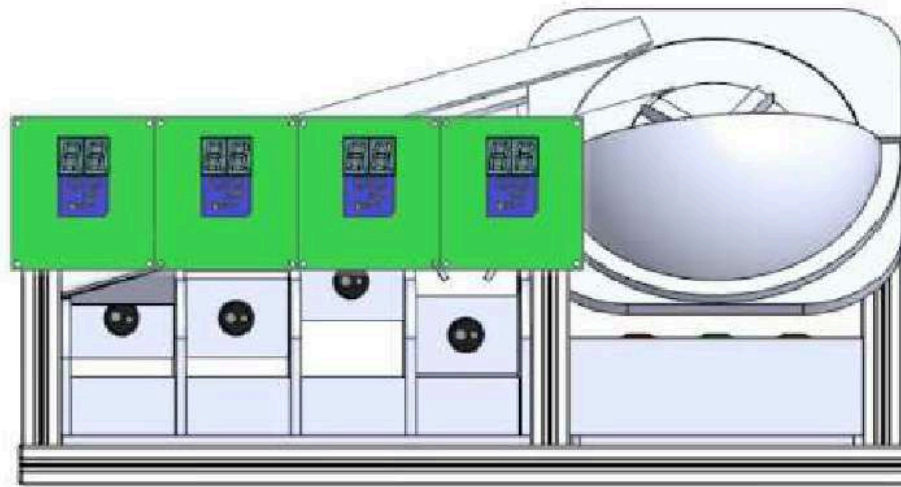
รูปที่ 3.2 ชิ้นส่วนในการรองรับเหรียญ Version1

รูปที่ 3.3 รูป Solid work กับ ฐานรองเหรียญ เนื่องด้วยการวาดครั้งที่ 1 เกิดการผิดพลาดมากเนื่องจากเหรียญไม่สามารถวิ่งเข้ารางได้ทั้งหมด จึงทำการออกแบบและเปลี่ยน ในส่วนของงานรองรับเหรียญ ให้มีรูปร่างดังรูป 3.4 และเครื่องต้นแบบแสดงดังรูปที่ 3.5

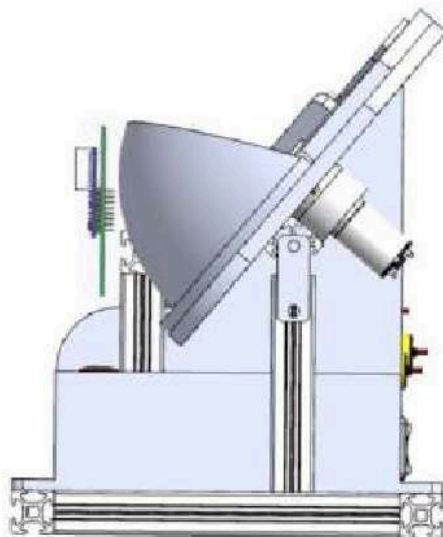


รูปที่ 3.4 ที่รองรับเหรียญ version 2





(ค)



รูปที่ 3.5 เครื่องต้นแบบโดยรูปจาก Solid Works (ก)
 Top view (ข) Front view (ค) Side view

3.2.2 การเลือกอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องนับและ คัดแยก เหรียญ

1. มอเตอร์ ขนาดความเร็วรอบ 20 rpm จำนวน
 1 มอเตอร์ แต่เนื่องด้วยท้องตลาดมีแต่ 500 rpm จึงต้อง
 ใช้การติดเฟืองทด



รูปที่ 3.6 มอเตอร์ขนาด 20 rpm

2. ชุดเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ เพื่อใช้ในการสร้าง
 สนามแม่เหล็กในการตรวจจับ เนื่องด้วยเหรียญเป็นโลหะ
 เมื่อมีโลหะผ่านชุดเซนเซอร์จะทำการนับจำนวน



รูปที่ 3.7 Sensor ชนิดเหนี่ยวนำ

ตารางที่ 3.1 การหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิด (ค่าเฉลี่ยจาก 50 ตัวอย่าง)

เส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิด (มิลลิเมตร,mm)					
ชนิดของ เหรียญ	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 2 บาท		เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
วัสดุที่ใช้ผลิต	คิวโปรนิกเกิล	นิกเกิลซุบเทิลิกคาร์บอน	อลูมิเนียมบรอนซ์	คิวโปรนิกเกิลหุ้มทองแดง	คิวโปรนิกเกิลและอลูมิเนียมบรอนซ์
เฉลี่ย	20.013	21.802	21.805	24.008	26.005

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเหรียญ (ค่าเฉลี่ยจาก 50 ตัวอย่าง)

เส้นผ่านศูนย์กลางของเหรียญแต่ละชนิด (มิลลิเมตร,mm)					
ชนิดของ เหรียญ	เหรียญ 1 บาท	เหรียญ 2 บาท		เหรียญ 5 บาท	เหรียญ 10 บาท
วัสดุที่ใช้ผลิต	คิวโปรนิกเกิล	นิกเกิลซุบเทิลิกคาร์บอน	อลูมิเนียมบรอนซ์	คิวโปรนิกเกิลหุ้มทองแดง	คิวโปรนิกเกิลและอลูมิเนียมบรอนซ์
เฉลี่ย	3.210	4.368	4.004	6.732	8.548

3.3 การสร้างและประกอบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญ

3.3.1 การขึ้นโครง

- 1) ดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการสร้างเครื่องนับและคัดแยกเหรียญดังรูปที่ 3.8
- 2) ดำเนินการตัดแผ่นอะคริลิกตามขนาดที่ต้องการดังรูปที่ 3.9
- 3) ประกอบแผ่นอะคริลิกเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3.10
- 4) การนำถาดใส่เหรียญเข้ามาประกอบกับตัวโครงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.8 การขึ้นโครงเพื่อเป็นฐานรอง



รูปที่ 3.9 การตัดแผ่นอะคริลิก



รูปที่ 3.10 การประกอบแผ่นอะคริลิก



รูปที่ 3.13 การปรับและแก้ไขข้อบกพร่อง



รูปที่ 3.11 ฐานรองรับเหรียญ

3.3.2 การประกอบชุดเซนเซอร์เข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การประกอบชุดเซนเซอร์เข้าด้วยกัน

3.3.3 การแก้ไขและปรับแต่ง เครื่องนับและคัดแยกเหรียญดังรูปที่ 3.13

3.3.4 แสดงรูปเครื่องนับและคัดแยกเหรียญที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์การใช้งานดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 เครื่องนับและคัดแยกเหรียญที่สร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

4. ผลการทดสอบการคัดแยกและการนับเหรียญ

ผลการทดสอบการคัดแยกเหรียญและการนับเหรียญ 100 ครั้ง ได้ผลดังนี้

1. การคัดแยกเหรียญทุกเหรียญ คัดแยกได้ 100 % ไม่มีความผิดพลาด

2. การทดสอบการนับเหรียญ ได้ผลดังนี้

การนับเหรียญ 1 บาท นับได้ 97% มีความผิดพลาด 3% การนับเหรียญ 2 บาท นับได้ 98 % มีความผิดพลาด 2% การนับเหรียญ 5 บาท นับได้ 99% มีความผิดพลาด 1% การนับเหรียญ 10 บาท นับได้ 100% ไม่มีความผิดพลาด



5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 เครื่องนับและคัดแยกเหรียญสร้างขึ้นโดยมีการทำงาน 2 ส่วนไปได้พร้อมๆ กัน คือ (1) สามารถคัดแยกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท โดยคัดแยกจากขนาดที่แตกต่างกันและ (2) ระบบการนับเหรียญซึ่งจะสามารถนับโดยเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ ผลการออกแบบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญ มีลักษณะเฉพาะดังนี้ เป็นเครื่องที่สามารถคัดแยกเหรียญได้ 4 ชนิด คือ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท โดยใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 20 rpm โดยตัวเครื่องมีขนาด กว้าง 200 mm ยาว 450 mm สูง 250 mm

5.1.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องนับและคัดแยกเหรียญผลการทดสอบเครื่องนับพบว่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการแยก ของเหรียญ 1 บาท คือ 0% เหรียญ 2 บาท คือ 0% เหรียญ 5 บาท คือ 0% และเหรียญ 10 บาท คือ 0% การทดสอบการนับ พบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ เหรียญ 1 บาท อยู่ที่ 3.10% เหรียญ 2 บาท อยู่ที่ 2.60% เหรียญ 5 บาท อยู่ที่ 1.40% และเหรียญ 10 บาท อยู่ที่ 0% พบว่า สามารถทำการคัดแยกทำการคัดแยกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนนี้สามารถนำไปใช้ได้ในการทักพบและประเทศได้อีกด้วย ซึ่งในค่าความคลาดเคลื่อนคาดว่าเมื่อปรับปรุงเพิ่มขึ้น จะสามารถทำเป็นต้นแบบให้กับประเทศได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรคำนวณระยะเซนเซอร์ให้มากกว่านี้และควรเพิ่มความเร็วรอบให้ไวกว่านี้เพื่อเพิ่ม ความเร็วในการนับและคัดแยกเหรียญ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนพัฒนาโรงเรียนนายร้อย พระจุลจอมเกล้า (กทพ.ร.จปร.) และกรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกลาโหม (วท.กท.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] เครื่องสาธิตการตรวจสอบและแยกเหรียญกษาปณ์ โดย นายชาลี ศรีขวัญเมือง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [2] ทฤษฎีการเคลื่อนที่แบบหมุน จากสื่อการเรียน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (http://e-learning.tu.ac.th/sc133/doc_download/number11-12_250749.pdf)
- [3] คู่มือการใช้โปรแกรม SolidWorks ขั้นพื้นฐาน โดย ผศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินิจ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (https://wiki.stjohn.ac.th/sandbox/groups/poly_motorvehicles/wiki/39503/attachments/896ee/solidworks%20ขั้นพื้นฐาน.pdf?sessionID=1665010df7e173dcdb0d5a9c54859ca639f1376d)