

การออกแบบและสร้างเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันแบบกึ่งอัตโนมัติ Design and Construction of A Semi-automatic Shuttlecock Dispenser

สาทิษฐ์ ทรงชน¹, สถาพร ลักษณะเจริญ²

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10800

โทร 0-2470-9286 โทรสาร 0-2470-9111 *อีเมล ithuchon@kmutt.ac.th

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800
โทร 0-2913-2500 ต่อ 8312 โทรสาร 0-2586-9541 อีเมล STL@kmitnb.ac.th

¹ Mechanical Engineering Department and The Institute of Field Robotics (FIBO),
King Mongkut's University of Technology Bangkok 10140, Thailand,
Tel: 02-470-9286, Fax: 02-4709111, *E-mail: ithuchon@kmutt.ac.th

² Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok,
Bangsue, Bangkok 10800, Thailand,
Tel: 02-913-2500 ext 8308, E-mail: STL@kmitnb.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายถึงการออกแบบและสร้างเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันแบบกึ่งอัตโนมัติ เครื่องนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆคือส่วนคัดแยกลูกแบดมินตัน ส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตันและส่วนบรรจุลูกแบดมินตัน ส่วนคัดแยกประกอบด้วยมอเตอร์ขับเคลื่อนโรเตอร์ที่มีฟันซี่ๆหลายซี่กเพื่อใช้ในการคัดแยกลูกแบด โดยมอเตอร์ขับเคลื่อนผ่านโรเตอร์นี้ผ่านชุดเฟืองด้วยความเร็ว 5 รอบต่อนาที แล้วส่งผ่านมายังฟันเอียงเพื่อลำเลียงลูกแบดมินตัน โดยส่วนทางด้านท้ายของลูกแบดลำเลียงเข้าสู่ในชุดจัดเรียงครั้งละ 10 ลูก ในกล่องการทำงานของเครื่องนี้สามารถทำงานได้ 2 แบบ แบบแรกคือการเรียงลูกแบดมินตันแล้วบรรจุลงกล่องพร้อมนำไปใช้งานและแบบที่สองคือติดตั้งระบบกลไกปล่อยลูกแบดมินตันที่ละลูกโดยผ่านการควบคุมระยะไกล ประสิทธิภาพของเครื่องนี้สามารถจัดเรียงลูกแบดมินตันจำนวน 10 ลูก โดยใช้เวลา 57.9 วินาที โดยมีอัตราความผิดพลาดน้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์

Abstract

This work explains how to design and construct a semi-automatic shuttlecock dispenser. This machine includes 3 main sections: dispensing unit, feeding unit, and storage. The dispensing unit consists of a geared motor driving soft spokes rotor with a speed of 5 RPM and an incline to queue shuttlecocks

with nose side down in the feeding unit. Every 10 shuttlecocks are stored in the shuttlecock box. There are two functions of this machine: first is to feed shuttlecock in a box and second is to eject shuttlecock one by one via wireless remote control for serving. The ejecting unit consists of two solenoid-driven gripping mechanisms to release gripping in opposing pairs where one grips the other release. The efficiency of this machine can dispense 10 shuttlecocks within 57.9 seconds with the percentage of error less than 4 %.

1. บทนำ

แบดมินตันนับเป็นกีฬาที่ใช้แรกเกิดซึ่งมีเสน่ห์น่าสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้ลูกแบดมินตันซึ่งเรียกกันในหมู่นักเล่นว่าลูกขนไก่ (shuttlecock) แทนลูกบอลในการเล่น ซึ่งดูราวกับว่าลูกขนไก่จะสามารถเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าลูกบอลอื่นในการเล่นเพราะมีแรงต้านของอากาศขณะเคลื่อนที่ แต่ในทางตรงกันข้ามกลับเป็นที่น่าอัศจรรย์ใจยิ่งที่นับตั้งแต่อดีตจวบจนกระทั่งปัจจุบัน(พ.ศ. 2548) กล่าวไว้ว่าแบดมินตันเป็นกีฬาประเภทแรกเกิดที่สร้างความเร็วให้กับลูกขนไก่สูงที่สุดในโลกถึง 332 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขณะที่เทนนิสทำได้เพียง 200 กว่ากิโลเมตรต่อชั่วโมง [3] และนี่เองทำให้พิสัยของความเร็วของลูกแบดมินตันมีช่วงกว้างมากและหลากหลายกว่ากีฬาชนิดอื่นๆ

แบดมินตันเป็นกีฬาที่มีอุปกรณ์ในการเล่นหลักๆ ประกอบด้วย ไม้
แร็กเกตและลูกขนไก่ ในการฝึกซ้อมแบดมินตันนั้นผู้ฝึกสอน จะทำ
การส่งลูกแบดมินตันให้กับผู้ฝึกซ้อมในรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ ที่ผู้ฝึกสอนใช้จัดเรียงลูกแบดมินตันเวลาส่งให้กับผู้ฝึกนั้น
จะมีลักษณะ เรียงซ้อนกันโดยหันหัวของลูกแบดมินตันไปในทิศทาง
เดียวกันและวางไว้บนหน้าแขนซึ่งในฝึกซ้อมต้องใช้จำนวนลูก
แบดมินตัน ในจำนวนมาก และเมื่อมีการใช้ลูกแบดมินตัน ที่
จัดเตรียมไว้จนหมดแล้ว จึงนำลูกแบดมินตันที่ใช้แล้วนั้นนำกลับมา
จัดเรียงให้อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะ นำไปใช้งานต่อไป

โดยปกติการจัดเรียงลูกแบดมินตันต้องใช้แรงงานคนในการ
จัดเรียง ลูกแบดมินตันโดยวิธีนี้จะใช้เวลาในการจัดเรียงนาน ดังนั้นจึง
คิดค้นวิธีการที่จะประหยัดเวลาในการจัดเรียง โดยการสร้าง เครื่อง
จัดเรียงลูกแบดมินตันขึ้นเพื่อลดระยะเวลาในการจัดเรียงให้สั้นลงและ
สะดวกในการนำลูกแบดมินตันมาใช้งานในครั้งต่อไป

จากการสำรวจเอกสารงานวิจัยและสิทธิบัตรทั้งในประเทศ และต่าง
ประเทศ พบว่ามีผู้ประดิษฐ์และสร้างยิงลูกแบดมินตันมีไม่มาก [1,2]
และไม่ปรากฏมาก่อนว่ามีผู้ทำเครื่องเรียงลูกแบดมินตัน ในบทความนี้
จึงนำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องเรียงลูกแบดมินตันแบบ เพื่อ
ใช้งานสนามฝึกซ้อมการเล่นแบดมินตันจริง

2. การวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของลูกแบดมินตัน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงแรงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหลักการทำงานของ
เครื่องเรียงลูกแบดมินตันดังต่อไปนี้

2.1 แรงลาก (Drag force)

เมื่อวัตถุใดๆ ถูกห้อมล้อมด้วยของไหลที่กำลังไหลผ่าน เช่น
เครื่องบิน รถยนต์ ปลา หรือ ลูกแบดมินตัน เป็นต้น เราจะเรียกการ
ไหลนี้ว่า การไหลภายนอก(External flows) เนื่องจากวัตถุกับของไหล
ไม่ได้รวมกันเป็นหนึ่งเดียว (homogeneous) และวัตถุถูกกระทำด้วย
แรงสองชนิดด้วยกันคือ แรงลาก (drag force) และแรงยก (lift force)
ซึ่งแรงที่ว่าจะกระทำกับวัตถุในทิศทางขนานกับ ทิศทางการไหลของ
ของไหลและตั้งฉากกับทิศทางของของไหลตามลำดับ

แรงหลักสำคัญอันหนึ่งที่นำมาใช้ ในการออกแบบเครื่องจัดเรียง
ลูกแบดมินตันนั้นคือแรงลาก (drag force) เนื่องจากแรงยก (lift force)
มีค่าน้อยมากสำหรับเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน แรงลากนี้มีทิศทาง
ตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตัน

ในรูปที่ 1 แสดงถึงทิศทางของแรงลากซึ่งมีทิศตรงข้ามกับทิศของ
การเคลื่อนที่ลง ตามทิศทางของแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งค่าของแรงลาก
สามารถเขียนแสดงด้วยสมการได้เป็น $F_D = 1/2 C_D \rho A V^2$ โดย
ที่ F_D เป็นแรงลาก (Drag force), C_D เป็นสัมประสิทธิ์ของแรงลาก
 ρ เป็นความหนาแน่นของของไหล (อากาศ) A เป็นพื้นที่ที่สัมผัสกับ
ของไหล V เป็นความเร็วของของไหล (อากาศ)



รูปที่ 1 แสดงทิศทางที่แรงลากกระทำกับลูกแบดมินตัน

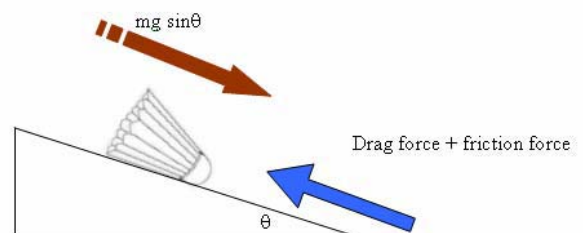
2.2 แรงเสียดทาน (friction force)

คือแรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของ
วัตถุ กับพื้นผิวใดๆ มี 2 ประเภทคือ

ก.) แรงเสียดทานสถิต (Static friction) เกิดขึ้นในวัตถุที่หยุดนิ่ง
ในขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่แรงเสียดทานสถิตจะมีค่าสูงสุด ซึ่งเรียกว่า
starting friction or limiting friction

ข.) แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction) เกิดขึ้นในวัตถุที่มีการ
เคลื่อนที่แบ่งได้เป็น 2 แบบคือ Sliding friction เกิดจากการไถลของ
วัตถุชนิดหนึ่งบนวัตถุอีกชนิดหนึ่งและ Rolling friction เกิดจากการกลิ้ง
ของวัตถุชนิดหนึ่งบนวัตถุอีกชนิดหนึ่ง

กฎของแรงเสียดทานสามารถสรุปได้ดังนี้คือ 1.)มีทิศทางตรงกัน
ข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่สัมผัส 2.)ขนาดของแรงขึ้นกับชนิดของคู่
ผิวสัมผัสนั้นๆ 3.)ขนาดของแรงไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสหรือรูปร่าง
ของวัตถุในระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ๆ 4.)ขนาดของแรงเสียดทานจะแปร
ผกผันกับแรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับผิวสัมผัส เครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันที่
ได้ออกแบบและสร้างขึ้นซึ่ง จะอธิบายในหัวข้อถัดไปจะมีแรงต้านการ
เคลื่อนที่จากสองแรงหลักที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นคือ แรงลากและแรง
เสียดทาน เนื่องจากออกแบบโดยใช้พื้นเอียงจึงทำให้ลูกแบดมินตัน
เคลื่อนลงด้วยแรง $mg \sin \theta$ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2

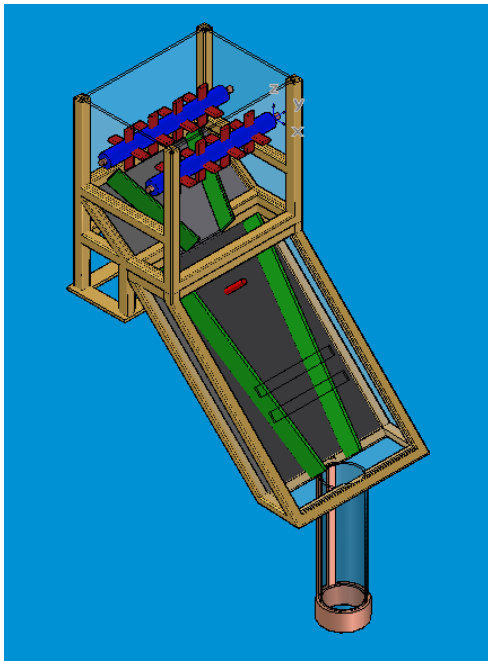


รูปที่ 2 แสดงแรงที่กระทำกับลูกแบดมินตันขณะผ่านกระบวนการ
จัดเรียง

3. การออกแบบ

การออกแบบเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ 1.) ส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตัน 2.) ส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตัน และ 3.) ส่วนควบคุมการปล่อยลูกแบดมินตัน โครงสร้างและรูปร่างของเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3

หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากส่วนจำกัด จำนวนลูกแบดมินตันจะมีพื้นอ่อนหมุนกวาดลูกแบดมินตัน ลงในที่เก็บในจำนวนจำกัดอันหนึ่งแล้วจึงส่งต่อให้ส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตัน ซึ่งขอเน้นว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเครื่องนี้



รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างและรูปร่างของเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน

ในส่วนนี้มีหลักการทำงานคือพื้นเอียงจะพาให้ ลูกแบดมินตันให้ร่วงลงมาโดยแรง $mg \sin \theta$ และหากปล่อยให้ลูกแบดมินตันร่วงโดยอิสระอย่างนี้แล้ว เราไม่สามารถควบคุมทิศทางของหัวลูกได้ จึงต้องมีการใช้พัดลมเป่าเพื่อสร้างแรงลากขึ้น ลักษณะคล้ายกับหลักการทำงานของร่มชูชีพ

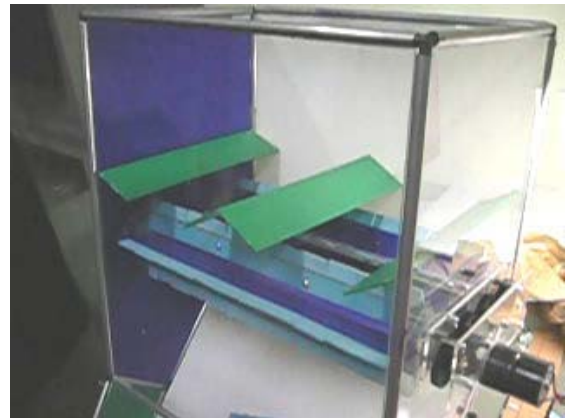
แรงลากจากลมที่เป่านี้จะมีส่วนสัมพันธ์กับ ส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตัน และส่วนควบคุมการปล่อยลูกแบดมินตันเป็นอย่างมาก หากอัตราส่วนไม่พอดี จะทำให้เกิดการล้นและติดขัดภายในเครื่องได้ ถัดจากนี้เป็นส่วนควบคุมการปล่อยลูกแบดมินตัน ซึ่งจะมีท่อยกเก็บสะสมลูกแบดมินตันจำนวนหนึ่งไว้ให้กลไกสำหรับปล่อย ลูกแบดมินตันทีละลูกให้ผู้ฝึกซ้อม

รายละเอียดของเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันที่สร้างขึ้นเป็นต้นแบบจะขออธิบายเป็นส่วนๆตามลำดับดังนี้

3.1 ส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตัน

ส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตันประกอบด้วยใบพัด 2 ชุดวางขนานกัน แต่ละชุดมีจำนวนใบพัดอ่อน 4 แฉก ใช้สำหรับ

ลำเลียงลูกแบดมินตันลงมาในปริมาณที่คงที่ โครงสร้างของใบพัดจากแผ่นอะคริลิก ปลายใบต้องมีลักษณะที่อ่อน ไม่ทำให้ลูกแบดมินตันเกิดความเสียหาย จึงได้ใช้โฟมยางตัดเป็นลักษณะซี่ฟันห่างๆกัน สามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อเกิดการล้า เพลลาของใบพัดใช้เพลลาทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ได้รับแรงขับจากมอเตอร์ ไฟกระแสตรง 12 โวลท์ 1 แอมป์ หมุนด้วยความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาที ส่งถ่ายผ่านเฟืองทดรอบ ทำให้ใบพัดหมุนด้วยความเร็วรอบ 5 รอบต่อนาที ทิศทางการหมุนเป็นลักษณะสวนทางกันและใบพัดทำมุมห่างกัน 45 องศา ดูรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงส่วนจำกัดลูกแบดมินตัน

บริเวณส่วนบนของส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตัน มีลักษณะเป็นจั่วเอียง เพื่อแบ่งให้ลูกแบดมินตันไหลลงสู่ส่วนจำกัดจำนวนลูกแบดมินตันได้ง่ายขึ้นและไม่ติดกัน

3.2 ส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตัน

เป็นกลองทำมุมเอียง 60 องศา กับพื้นแนวนระดับ มีลักษณะเรียวยาวสู่ด้านล่างเพื่อบีบให้เส้นทางการลงของ ลูกแบดมินตันบริเวณทางออกสามารถลงได้เพียงลูกเดียวเท่านั้น บริเวณพื้นทำจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ติดตั้งพัดลมไฟกระแสสลับแบบไหลผ่านตั้งฉากกับแกนหมุน (cross flow) ที่เพดานของส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตัน ทิศทางของลมสวนทางการเคลื่อนที่ของลูกแบดมินตัน มีการติดตั้งแดมเปอร์เพื่อปรับให้ความเร็วลมได้ตามค่าที่เหมาะสม ดูรูปที่ 5 ประกอบ



รูปที่ 5 แสดงส่วนจัดเรียงลูกแบดมินตัน

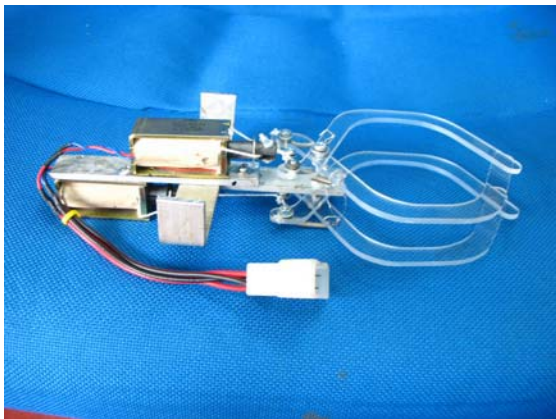
กลไกสำคัญในการจัดเรียง จะใช้แรงลากซึ่งสร้างขึ้นจากพัดลมทำให้ดึงส่วนขนของลูกแบดมินตันขึ้นและแรงจากน้ำหนักของลูกแบดมินตันจะทำให้ส่วนหัวจุกกอนำหน้าเสมอ ซึ่งคล้ายกับหลักการทำงานของร่มชูชีพ ดังแสดงในรูปที่ 6 จากเครื่องจริง



รูปที่ 6 แสดงการทำงานของส่วนจัดเรียง

3.3 ส่วนควบคุมการปล่อยลูกแบดมินตัน

ติดตั้งอยู่บริเวณส่วนล่างของชุดจัดเรียงลูกแบดมินตัน โดยโครงสร้างทำจากอะลูมิเนียมแบนขนาด 19 มม.หนา 3.5 มม. มีชุดมือจับสำหรับปล่อยลูกแบดมินตันทีละ 1 ลูก ซึ่งสามารถถอดออกได้



รูปที่ 7 แสดงอุปกรณ์ปล่อยลูกแบดมินตัน

เมื่อต้องการใช้งาน ในกรณีที่ต้องการจัดเรียงเพื่อบรรจุในกระบอกเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการฝึก ดังแสดงในรูปที่ 7 อุปกรณ์หลักที่ใช้ คือมือจับลูกแบดมินตัน (ก้ามปู) สร้างจากออลิสส์ความหนา 3 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชุดโซลินอยด์ DC 24 V. 0.31 A. จำนวน 2 ตัว และชุดโครงสร้างทำจากอลูมิเนียมหนา 3 มิลลิเมตร(ไม่ได้แสดงในภาพ) ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ปล่อยลูกแบดมินตัน จะมีก้ามปูจับลูกแบดมินตัน 2 ชุด ซึ่งแต่ละชุด จะใช้โซลินอยด์เป็นตัวควบคุม ซึ่งจะมีลักษณะคือ เมื่อก้ามปูตัวล่างจับลูกแบดมินตันไว้ ก้ามปูตัวบนก็จะปล่อยลูกแบดมินตันลงมา แล้วเมื่อกดสวิทช์จากอุปกรณ์ควบคุม ก้ามปูตัวล่างก็จะปล่อยลูกแบดมินตัน ก้ามปูตัวบนจะจับลูกแบดมินตันเอาไว้ ทำให้ลูกแบดมินตันหล่นลงมาเพียงลูกเดียว แล้วเมื่อปล่อยสวิทช์ ก้ามปูจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิม ลูกแบดมินตันที่ถูกก้ามปูตัวบนจับเอาไว้ ก็จะหล่นลงมาพักไว้ที่ก้ามปูตัวล่าง

3.4 อุปกรณ์ควบคุมระยะไกล

จะเป็นตัวควบคุมแบบไร้สายดังแสดงไว้ในรูปที่ 7 ซึ่งสามารถจะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในส่วนของการจำกัดลูกแบดมินตัน โดยจะควบคุมแบบ เปิด/ปิด และจะควบคุมอุปกรณ์ปล่อยลูกแบดมินตัน ให้ปล่อยลูกแบดมินตันลงมาทีละหนึ่งลูก



รูปที่ 8 แสดง ชุดควบคุมระยะไกล

อุปกรณ์ที่สำคัญ คือชุดควบคุมระยะไกลได้ดัดแปลงมาจากวงจรรับส่งสัญญาณจากวิทยุบังคับวิทยุ ใช้ความถี่สัญญาณที่ 49 Hz ทั้งชุดรับและส่งสัญญาณใช้ไฟฟ้า DC 3 V. ในการทำงาน และใช้รีเลย์ตัดต่อกระแสไฟฟ้า 24 V. เพื่อจ่ายให้โซลินอยด์

4 ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้เครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน ได้แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ 1.)การทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของตัวเครื่องเรียงลูกแบดมินตัน 2.) ระยะเวลาที่ใช้จัดเรียงลูกแบดมินตัน ใส่กระบอกสำหรับจัดเรียงจำนวน 10 ลูกลงกระบอก (ปริมาณของกระบอกที่สามารถรองรับลูกแบดมินตันได้จำนวน 10 ลูก) และระยะเวลาที่ใช้จัดเรียงลูกแบดมินตัน 25 ลูก (จำนวนลูกแบดมินตันที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมดมี 25 ลูก)

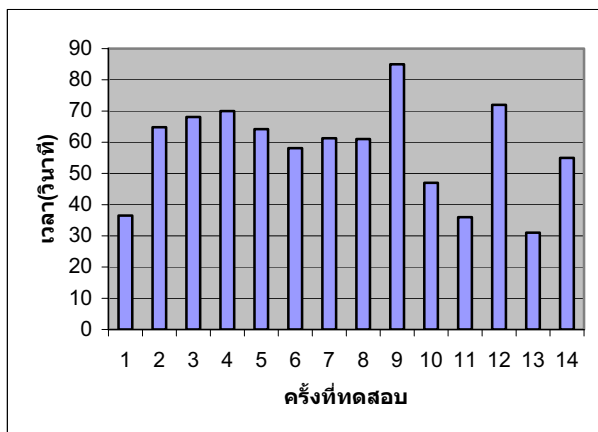
4.1 การทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน

การทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันคือ จะทำการใส่ลูกแบดมินตันจำนวน 25 ลูกแล้วให้เครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันไปเรื่อย ๆ จนกว่าลูกแบดมินตันทั้งหมดจะถูกจัดเรียงจนหมดจากนั้นก็นำลูกแบดมินตัน ที่ผ่านการเรียงแล้วใส่กลับคืน

ทำซ้ำเช่นนี้ 4 ครั้งจะได้จำนวนลูกแบดมินตันที่ผ่านกระบวนการจัดเรียงทั้งหมด 100 ลูก ถ้าในระหว่างการทดลองเกิดการผิดพลาดขึ้นทางผู้ทำการทดลองจะปิดเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน แล้วใช้มือหรือไม้เขี่ยลูกแบดมินตันที่ค้างอยู่ให้หลุดออก ซึ่งการทดลองนี้ทำทั้งหมด 34 ครั้งซึ่งจากผลการทดสอบให้ค่าผิดพลาดในการจัดเรียงเฉลี่ยอยู่ที่ 3.85 ครั้ง

4.2 การทดสอบระยะเวลาในการจัดเรียงลูกแบดมินตัน

เพื่อใส่ลงในกระบอกที่ได้จัดเตรียมไว้ โดยจะทำการใส่ลูกแบดมินตัน จำนวน 25 ลูกลงในเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตัน แล้วจากนั้นก็เปิดเครื่องเพื่อเริ่มกระบวนการจัดเรียง เมื่อจำนวนลูกแบดมินตัน ไหลมาบรรจุลงในกระบอกครบแล้วผู้ทำการทดลองจะหยุดเครื่องและเปลี่ยนกระบอกใหม่ และถ้าเกิดการติดขัดขึ้นระหว่างการจัดเรียงผู้ทำการทดสอบก็จะหยุดเครื่อง และใช้มือหรือไม้เขี่ยลูกแบดมินตันที่ติดค้างให้หลุดออกแล้วจึงเปิดเครื่องดำเนินการจัดเรียงต่อ ซึ่งผลการทดสอบจับเวลาในการเรียงลูกแบดมินตัน 10 ลูกแรกในแต่ละครั้งให้ผลดังแสดงในกราฟรูปที่ 9 ซึ่งจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 57.9 วินาที

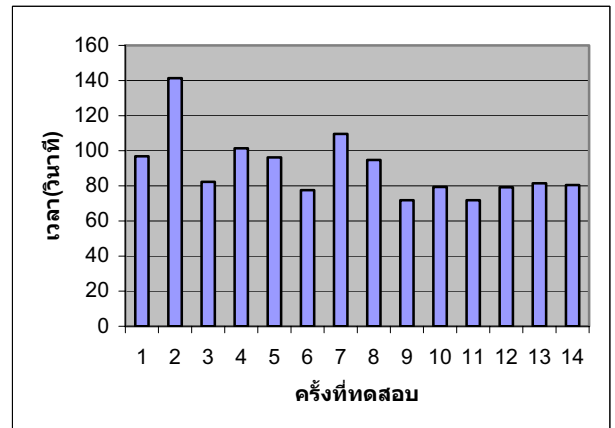


รูปที่ 9 การทดสอบการจัดเรียงลูกแบดมินตัน จำนวน 10 ลูก

ส่วนผลการทดสอบจับเวลาในการเรียงลูกแบดมินตันทั้ง 25 ลูกในแต่ละครั้งให้ผลดังแสดงในกราฟรูปที่ 10 ซึ่งจะใช้เวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 90.3 วินาที

5 บทสรุป

จากการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันสามารถจัดเรียงลูกแบดมินตันจำนวน 100 ลูก โดยจะเกิดการติดขัดน้อยกว่า 4 ครั้ง การเรียงลูกแบดมินตันในลักษณะบรรจุลงในกระบอกจำนวน 10 ลูก ใช้เวลาเฉลี่ยในการจัดเรียงพร้อมบรรจุ 57.9 วินาที และในการทดสอบการจัดเรียงลูกแบดมินตันจำนวน 25 ลูก ใช้เวลาเฉลี่ย 90.3 วินาที อย่างไรก็ตามในการจัดเรียงที่เครื่องต้นแบบนี้สามารถทำได้ยังช้ากว่าการจัดเรียงด้วยการใช้คน ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อไปให้ดีขึ้นในอนาคต



รูปที่ 10 การทดสอบการจัดเรียงลูกแบดมินตัน จำนวน 25 ลูก

ส่วนสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการติดขัดนั้น มาจากการติดกันของลูกแบดมินตัน ตอนที่อยู่ในส่วนของใบพัดจึงทำให้ลูกแบดที่ผ่านลงมาสู่กระบวนการจัดเรียง(ส่วนกลางของตัวเครื่อง) ติดกันหรือลงมาพร้อมกันทีละหลายลูก ซึ่งเป็นที่มาของปัญหาการติดขัดของเครื่อง นอกจากนี้ยังมีสาเหตุปลีกย่อยอีก เช่น ลูกแบดมินตันที่ผ่านการทดสอบเกิดความเสียหายบริเวณขนของลูกแบดมินตัน ทำให้แรงต้านของลมทำให้ลูกแบดมินตันกลับตัวได้ไม่เร็วเท่าที่ควร เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนที่จะนำลูกแบดมินตัน ใส่ในเครื่องจัดเรียงลูกแบดมินตันนั้นควรทำให้ลูกแบดมินตัน ไม่รวมกลุ่มกันมากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการติดขัดได้ระหว่างการจัดเรียง
2. ถ้าสามารถคนลูกแบดมินตัน ในระหว่างอยู่ในช่วงด้านบนของเครื่องจะทำให้สามารถเรียงลูกแบดมินตัน ได้เร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณธรรมรัตน์ เดชกำแหง คุณพิรจิตรต์ เสือคง และคุณรณภูมิ จันทรมล ในการช่วยสร้างและทดลองและภาคทฤษฎีวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผู้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการสร้าง

เอกสารอ้างอิง

- [1] เกรียงไกร สงกิตติพงศ์ และ ญาณธิป จิตรหาญ, การออกแบบ และสร้างเครื่องยิงลูกแบดมินตัน, ปริญาานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ 2542.
- [2] อิศรา นวลวัฒน์, สุกันต์ จารุจาริต และ อัศวิน เจริญภักดี เครื่องยิงลูกแบดมินตันปริญาานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2547
- [3] <http://www.badders.com/news/item/700/Badminton-fastest-racket-sport>