การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ

Design and Development of Automatic Sterile Bag Cutting Machine

ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์[1] วิริยะ บริสุทธิ์[2] และ ประยูร กันอยู่[3]
Pramote Suksirisak[1] Wiriya Borisut[2] and Prayoon Kunyoo[3]

Received: April 24, 2024
Revised: May 20, 2024
Accepted: May 24, 2024

บทคัดย่อ

ในอดีตที่ผ่านมา หากบุคลากรทางการแพทย์ต้องการใช้อุปกรณ์ในการตัดถุงสเตอร์ไรด์หรือซองเวชภัณฑ์ปลอดเชื้อซึ่งเป็นซองที่ใช้สำหรับบรรจุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำหัตถการทางการแพทย์ที่จำเป็นต้องให้ปราศจากเชื้อโรค มักจะใช้กรรไกรหรือแท่นตัดกระดาษด้วยแรงงานคน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน มีความล่าช้าในการตัดและขาดความแม่นยำในการตัด ทำให้สูญเสียทรัพยากรและค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้นำความรู้เรื่องกลไกเจนีวาและระบบควบคุมอัตโนมัติมาออกแบบและสร้างเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติขึ้นมา เพื่อลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์และสามารถทำการตัดถุงสเตอร์ไรด์ได้ตามขนาดที่ต้องการ โดยตัดถุงสเตอร์ไรด์ขนาดความกว้าง 3 ขนาด คือ 5.5 เซนติเมตร, 7.5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่าถุงสเตอร์ไรด์ที่ตัดได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ 0.44% เมื่อตัดถุงสเตอร์ไรด์กว้าง 10 เซนติเมตร ที่ความยาว 9 เซนติเมตร

***คำสำคัญ*:** ถุงสเตอร์ไรด์, กลไกเจนีวา, ระบบควบคุมอัตโนมัติ

[1]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
Associate Professor, Mechanical Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy
E-mail: pramote_suki@rtaf.mi.th
[2]อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
Lecturer, Mechanical Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy
E-mail: wiriya_bori@rtaf.mi.th
[3]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
Associate Professor, Mechanical Engineering Department, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy
E-mail: prayoon_k@rtaf.mi.th

Abstract

In the recent past, medical personnel often used manual scissors or paper cutting boards to cut sterile bags or pouches containing sterile medical supplies. These bags are used to contain equipment necessary for medical procedures that must be free from pathogens. However, manual cutting methods posed risks to users, resulted in cutting delays, and lacked precision. This led to increased resource loss and expenses. Consequently, the research team designed and developed an automatic sterile bag cutter using knowledge of the Geneva mechanism and automated control systems. This innovation aims to reduce the workload of medical personnel and enable cutting of sterile bags to desired sizes. The sterile bag cutter can cut bags of three widths: 5.5 centimeters, 7.5 centimeters, and 10 centimeters. Test results revealed that the least deviation in cutting sterile bags was 0.44% when cutting a 10-centimeter-wide sterile bag with a length of 9 centimeters.

Keywords: Sterile Bag, Geneva Mechanism, Automated Control Systems

1. บทนำ

ปัจจุบันบุคลากรทางการแพทย์มีความจำเป็นในการใช้อุปกรณ์การตัดซองเวชภัณฑ์ปลอดเชื้อ (ถุงสเตอร์ไรด์) ซึ่งเป็นซองที่ใช้ในการบรรจุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำหัตถการทางการแพทย์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่ต้องการให้ปราศจากเชื้อ โดยทั่วไปมักจะใช้อุปกรณ์อย่างง่ายในการตัดด้วยแรงงานคน เช่น กรรไกรหรือแท่นตัดกระดาษ ซึ่งมีความอันตรายต่อผู้ใช้งาน มีความล่าช้า และขาดความแม่นยำ ทำให้ได้ถุงสเตอร์ไรด์ที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ได้ขนาดตามต้องการ ตลอดจนทำให้สูญเสียทรัพยากรและงบประมาณในการผลิตเพิ่มขึ้น

เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานและลดระยะเวลาในการตัด ประกอบกับปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์ให้สามารถตัดได้หลายขนาด สามารถนับและแสดงผลจำนวนถุงสเตอร์ไรด์ที่ถูกตัดได้ สามารถถอดและเปลี่ยนใบมีดได้ตามระยะการใช้งานของใบมีดและสามารถกำหนดจำนวนถุงในการตัดต่อเนื่องได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถุงสเตอร์ไรด์ (Sterile Bag) คือ ถุงที่ใช้ในงานทางการแพทย์และเภสัชกรรม เป็นถุงที่มีความสะอาดและป้องกันการติดเชื้อจากภายนอกเข้าสู่สิ่งของภายในถุง ทำให้ถุงนี้เหมาะสำหรับใช้ในการเก็บสิ่งของที่ต้องการความสะอาดและป้องกันการติดเชื้อ เช่น เครื่องมือทางการแพทย์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าตัด หรือสิ่งของที่ต้องการความสะอาดเพื่อการใช้งานทางการแพทย์และเภสัชกรรมอื่น ๆ อย่างปลอดภัย มักมีการใช้วัสดุที่ไม่ทำให้เกิด

ภาวะแพ้ต่อผิวหนังและมักมีการทำลายเชื้อโรคด้วยการฆ่าเชื้อด้วยการอบไอน้ำโดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือกลิ่นกลุ่มออกซิเดชัน [1]

2.2 กลไกเจนีวา (Geneva Mechanism) เป็นกลไกที่ใช้ในการแปลงการหมุนของเครื่องจักรที่ทำงานเป็นรอบต่อเนื่อง (Continuous) ให้เป็นทำงานแบบเป็นช่วง ๆ (Intermittent) เป็นประโยชน์ให้สามารถออกแบบการหน่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักรได้ กลไกลักษณะนี้นิยมใช้ในระบบของสายพานลำเลียงที่ต้องการให้มีการหยุดการทำงานเป็นช่วง ๆ ซึ่งเป็นวิธีที่อาศัยระบบทางกลศาสตร์เพียงอย่างเดียวโดยไม่จำเป็นต้องใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติเข้าช่วย ข้อดีคือ ทำงานได้แม่นยำ ทนทาน และเสียงเงียบ ข้อเสียคือ มีขนาดใหญ่และราคาแพง [2]

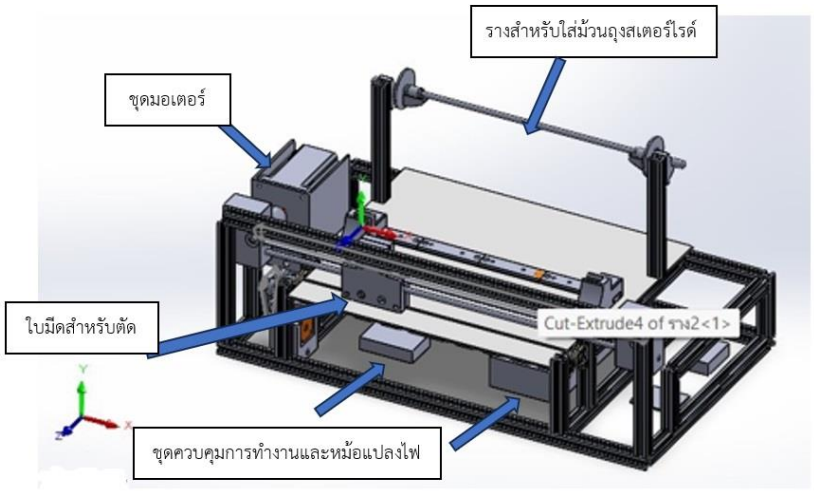
2.3 โปรแกรมอาร์ดูโน (Arduino) เป็นแพลตฟอร์มการพัฒนาฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างโปรเจกต์อิเล็กทรอนิกส์และโปรเจกต์ IoT (Internet of Things) โดยมีบอร์ดพัฒนาอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ สามารถโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ และมี IDE (Integrated Development Environment) ที่ใช้งานง่ายในการเขียนโปรแกรมและอัปโหลดลงบอร์ด Arduino ตัวอย่างบอร์ดที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ Arduino Uno, Arduino Mega และ Arduino Nano ซึ่งมีความสามารถต่าง ๆ ในการใช้งานตามความต้องการของโปรเจกต์ต่าง ๆ อาทิเช่น การควบคุมอุปกรณ์ด้วยเซ็นเซอร์ต่าง ๆ การเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดย Arduino มีความนิยมในการใช้ในโปรเจกต์ที่ต้องการความยืดหยุ่นและการพัฒนาที่รวดเร็วในด้านอิเล็กทรอนิกส์และ IoT อย่างเฉพาะโดยนักพัฒนาและนักศึกษาในวงการเทคโนโลยีและการสร้างโปรเจกต์ต่าง ๆ ทั่วโลก [3]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sara Aidrais et.al. [4] ได้ทำการศึกษาและสร้างเครื่องตัดกระดาษต้นแบบ ขนาดทอร์ค 0.084 นิวตันเมตร ความเร็วรอบมอเตอร์ 100 รอบต่อนาที แรงเคลื่อนไฟฟ้า 12 โวลต์ โดยพิจาราณาผลการทดสอบในด้านความปลอดภัย ความถูกต้อง ความเร็วในการตัด ความหนาของกระดาษที่ตัดได้ และความสะดวกในการซ่อมบำรุง ผลการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพเครื่องตัดอยู่ที่ 97% Ragavendiran R et. al. [5] ได้นำกลไลเจนีวามาสร้างเครื่องตัดกระดาษและนำไปทดสอบใช้ในร้านเครื่องเขียนและร้านขายกระดาษ พบว่าสามารถประหยัดเวลาในการตัดกระดาษได้ดีกว่าการตัดกระดาษด้วยแรงงานคน และพบว่าความผิดพลาดในการตัดมีร้อยละความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่า Praveen Kumar et. al. [6] ได้ออกแบบและวิเคราะห์เครื่องตัดกระดาษขนาดเล็กโดยใช้กลไกเจนีวาพบว่าสามารถลดแรงงานในการตัดกระดาษได้และยังใช้ค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าด้วย แต่ยังไม่สามารถตัดกระดาษขนาดใหญ่และหนาได้ Veeresh Kumar et. al. [7] ได้มีการพัฒนาต่อยอดเครื่องตัดขนาดเล็กและได้เพิ่มระบบการตัดแบบอัตโนมัติ ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานได้มากขึ้น Syed Tajuddin et. al. [8] ได้นำโปรแกรมอาร์ดูโนมาเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องตัดกระดาษโดยให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องในเวลาที่กำหนด พบว่าเครื่องตัดกระดาษสามารถทำงานได้ดีกว่าเครื่องตัดที่ใช้ระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ทำการออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องตัดถุงสเตอไรด์ต้นแบบตามหลักของกลไกเจนีวา โดยใช้โปรแกรม Solidworks ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

3.2 จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับประกอบเป็นเครื่องตัดต้นแบบ

3.2.1 สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการขับเคลื่อนระบบการตัดและระบบการป้อน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์รุ่น Nema 34 ขนาด 6 แอมแปร์ แรงบิด 8.5 นิวตันเมตร เพลาขนาด 14 มิลลิเมตร และรุ่น Nema 17 ขนาด 1.7 แอมแปร์ แรงบิด 42 นิวตันเซนติเมตร เพลาขนาด 5 มิลลิเมตร

3.2.2 ใบมีดคัตเตอร์นิรภัยเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดถุงสเตอร์ไรด์ให้ขาดออกจากกัน ซึ่งใบมีดที่ติดตั้งในงานวิจัยนี้ยี่ห้อ Martor หมายเลข 5232.70 มีความหนาใบมีด 0.63 มิลลิเมตร

3.2.3 สายพานเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ให้กับระบบป้อนและระบบตัด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้สายพานหมายเลข HTD 3M ความกว้าง 10 มิลลิเมตร ความหนา 2.4 มิลลิเมตร ความสูงฟัน 1.17 มิลลิเมตร ระยะห่างของฟัน 3 มิลลิเมตร

3.2.4 รอกสายพานเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ให้กับระบบป้อนและระบบตัด ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้รอกสายพานโมเดล 3M-20T-8B จำนวนฟันรอก 20 ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8 มิลลิเมตร, รอกสายพานโมเดล 30M-15T-8B จำนวนฟันรอก 15 ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8 มิลลิเมตร และรอกสายพานโมเดล 3M-20T-5B จำนวนฟันรอก 20 ฟัน เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 5 มิลลิเมตร

3.2.5 เพลาเป็นวัสดุโครงสร้างของระบบป้อนและระบบตัด ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เพลาทำจากเหล็กผสมโครเมียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ขนาดความยาว 500 มิลลิเมตร สำหรับระบบการป้อน และขนาดความยาว 800 มิลลิเมตร สำหรับระบบการตัด

3.2.6 ลูกปืนสไลด์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้กล่องใบมีดที่ใช้ในระบบการตัดสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างไม่ติดขัด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ลูกปืนสไลด์หมายเลข LM8UU เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 15 มิลลิเมตร ความยาว 24 มิลลิเมตร

3.2.7 เพลามอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ส่งกำลังต่อจากแกนมอเตอร์ที่ใช้ในระบบการตัด ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เพลามอเตอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร รูเชื่อมต่อขนาด 8x14 มิลลิเมตร

3.2.8 แบริ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้แกนเพลาที่ใช้ในระบบการป้อนเคลื่อนที่ได้อย่างไม่ติดขัด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แบริ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 8 มิลลิเมตร

3.2.9 ชุดอุปกรณ์ควบคุม ในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ควบคุมยี่ห้อ Arduino MEGA ควบคุมการทำงานของเครื่องตัดถุงสเตอไรด์อัตโนมัติ

3.2.10 วงจรลดแรงดันไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ควบคุมยี่ห้อ CC/CV DC Step-Down ลดแรงดันไฟฟ้าที่ส่งไปยังชุดอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ

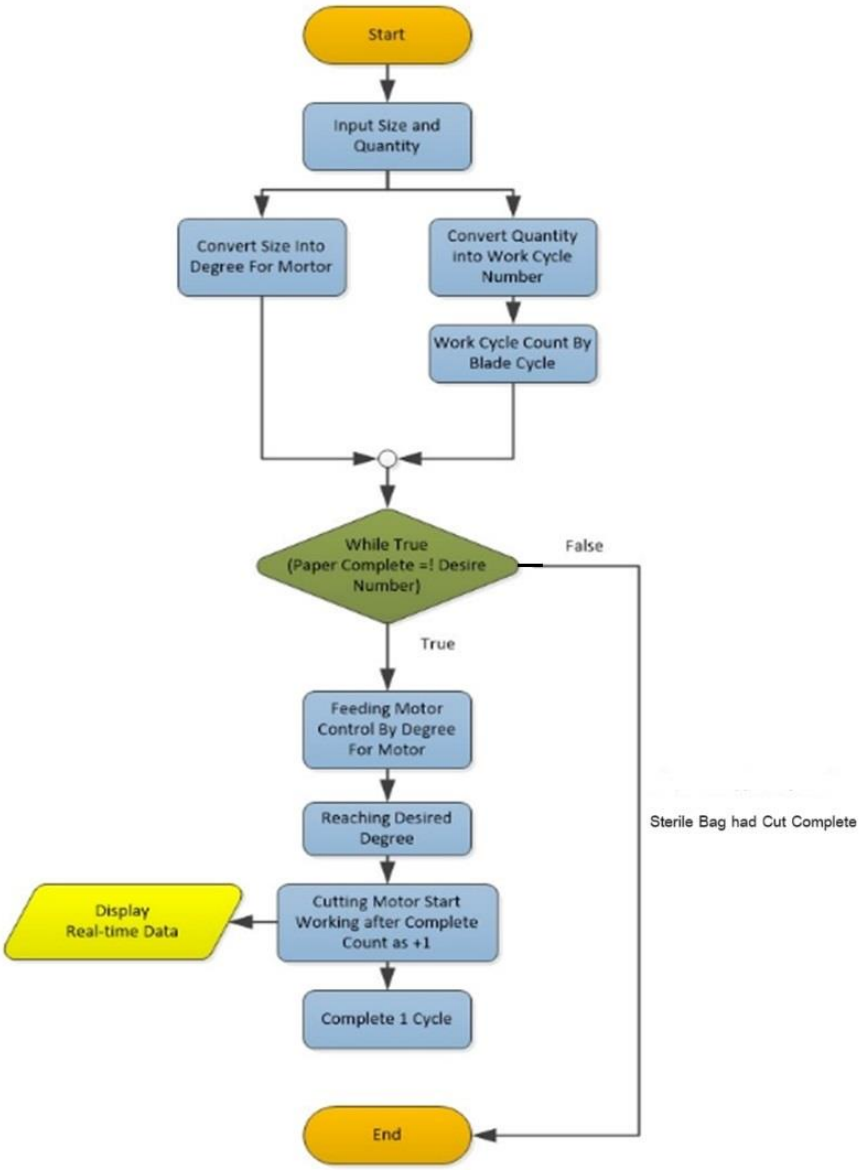
3.2.11 สเต็ปไดรเวอร์ ในงานวิจัยนี้ใช้สเต็ปไดรเวอร์รุ่น HB-860H สำหรับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ Nema 34 และรุ่น DM542S สำหรับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ Nema 17

3.2.12 สวิชช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ในงานวิจัยนี้ใช้สวิชช์ชิ่งสัพพลายขนาด 40 โวลต์ ในการจ่ายกระแสฟ้าให้กับสเต็ปไดรเวอร์ทั้ง 2 ตัว ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ Nema 17 และ Nema 34

เมื่อจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ทำการประกอบเป็นเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 เครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติต้นแบบ

3.3 ทำการออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ [9] หลังจากที่ได้ทำการประกอบเครื่องต้นแบบเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Arduino IDE จากนั้นทำการทดสอบอุปกรณ์ในรูปแบบที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องตัดแล้วจึงนำค่าความยาวถุงสเตอร์ไรด์ที่ตัดได้มาปรับปรุงระบบควบคุมอัตโนมัติของเครื่องตัดให้มีความสเถียรมากที่สุด ดังแสดงดังรูปที่ 3



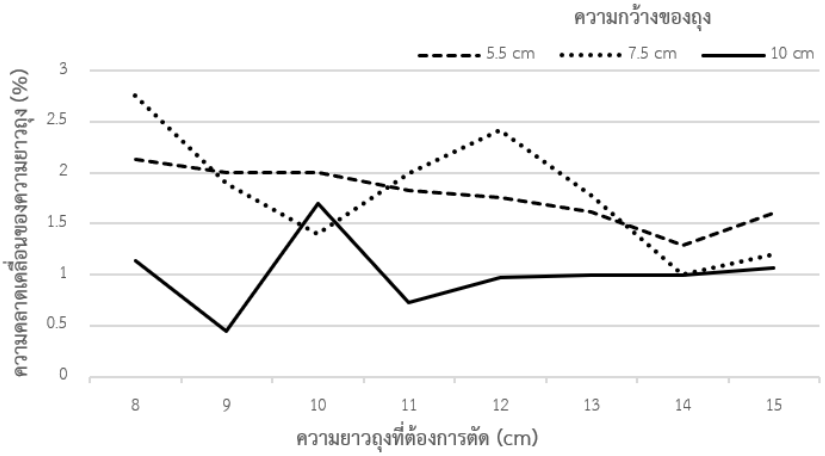
รูปที่ 3 แผนภาพการทำงานของเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ

4. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ โดยตัดถุงสเตอร์ไรด์ขนาดความกว้าง 3 ขนาด คือ 5.5 เซนติเมตร, 7.5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร ที่ความยาว 8 – 15 เซนติเมตร ขนาดละ 30 ครั้ง แล้วทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนของความยาวถุงที่ตัดได้ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4

ตาราง ความยาวเฉลี่ยและความคลาดเคลื่อนของการตัดถุงสเตอร์ไรด์ขนาดต่าง ๆ

ความยาวในการตัดถุง (ซม.)	ความกว้างถุง 5.5 ซม.		ความกว้างถุง 7.5 ซม.		ความกว้างถุง 10 ซม.	
	ความยาวเฉลี่ยที่ตัดได้ (ซม.)	ความคลาดเคลื่อน	ความยาวเฉลี่ยที่ตัดได้ (ซม.)	ความคลาดเคลื่อน	ความยาวเฉลี่ยที่ตัดได้ (ซม.)	ความคลาดเคลื่อน
8	8.17	2.13%	8.22	2.75%	8.09	1.13%
9	9.18	2.00%	9.17	1.89%	9.04	0.44%
10	10.20	2.00%	10.14	1.40%	10.17	1.70%
11	11.20	1.82%	11.22	2.00%	11.08	0.73%
12	12.21	1.75%	12.29	2.42%	12.11	0.97%
13	13.21	1.62%	13.23	1.77%	13.13	1.00%
14	14.18	1.29%	14.14	1.00%	14.14	1.00%
15	15.24	1.60%	15.18	1.20%	15.16	1.07%



รูปที่ 4 ความคลาดเคลื่อนในการตัดถุงสเตอร์ไรด์ขนาดต่าง ๆ

จากผลการทดสอบ พบว่า ค่าของความยาวถุงสเตอร์ไรด์ที่ตัดได้จะมีความคลาดเคลื่อนในทุก ๆ ค่าความยาวที่กำหนด โดยการตัดถุงสเตอร์ไรด์ที่ขนาดความกว้างถุง 5.5 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.29% ที่ความยาวถุง 14 เซนติเมตร การตัดถุงสเตอร์ไรด์ที่มีความกว้างถุง 7.5 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.00% ที่ความยาวถุง 14 เซนติเมตร และการตัดถุงสเตอร์ไรด์ความกว้างถุง 10 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.44% ที่ความยาวถุง 9 เซนติเมตร

5. สรุปผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติ โดยสามารถตัดถุงสเตอร์ไรด์ได้หลายขนาด สามารถนับและแสดงผลจำนวนถุงที่ตัดได้ สามารถกำหนดจำนวนถุงสเตอร์ไรด์ในการตัดต่อเนื่องได้ สามารถถอดและเปลี่ยนใบมีดได้ตามระยะเวลาการใช้งาน ผลการทดสอบพบว่ายังมีความคลาดเคลื่อนของความยาวในการตัดถุงทุกขนาด ซึ่งอาจจะเกิดจากการวัดหรือความคลาดเคลื่อนของมนุษย์ โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ 0.44% เมื่อตัดถุงสเตอร์ไรด์กว้าง 10 เซนติเมตร ที่ความยาว 9 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ 2.75% เมื่อตัดถุงสเตอร์ไรด์กว้าง 7.5 เซนติเมตร ที่ความยาว 8 เซนติเมตร

จากผลการวิจัยนี้ พบว่า ขนาดของถุงที่ได้จากการตัดมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือไม่เกิน 3% ซึ่งสามารถลดความคลาดเคลื่อนนี้ได้โดยใช้วิธีการวัดที่ได้มาตฐานมากว่าคนวัด เพิ่มจำนวนถุงที่ตัดได้ในจำนวนที่มากขึ้น หรือออกแบบโปรแกรมควบคุมอัตโนมัติให้มีความเสถียรมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้สามารถสร้างเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติต้นแบบที่สามารถลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ได้ อีกทั้งยังสามารถนำองค์ความรู้นี้ไปพัฒนาต่อยอดในวงกว้าง อาจจะศึกษาเพิ่มขึ้นในเรื่องการลดความร้อนของตัวเครื่อง ความเร็วในการตัดถุง หรือเพิ่มกระบวนการปิดซีลถุง เป็นต้น

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้สร้างและพัฒนาเครื่องตัดถุงสเตอร์ไรด์อัตโนมัติเพื่อใช้ในการลดภาระงานของบุคลากรทางการแพทย์ซึ่งเป็นการศึกษาต้นแบบเท่านั้น ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เครื่องตัดมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ โดยอาจจะเป็นการลดความร้อนของเครื่องที่เกิดจากการทำงานเป็นเวลานาน เพิ่มความเร็วในการตัด เพิ่มกระบวนการปิดซีลถุง ลดเสียงดังของการทำงานเครื่องตัด ในส่วนของความคลาดเคลื่อนในการตัดนั้น พบว่าเกิดจากความแม่นยำของมอเตอร์ที่ทำการจ่ายถุงเสเตอร์ไรด์จึงทำให้ความคลาดเคลื่อนลดลงเมื่อความยาวของถุงเพิ่มมากขึ้น โดยวิธีแก้ไขสามารถทำได้โดยใช้รูปแบบของเซ็นเซอร์มาตรวจสอบความยาวของถุงสเตอร์ไรด์ที่ถูกจ่ายออกมาก่อนทำการตัด แต่การพัฒนาต่อยอดนั้นควรจะคำนึงถึงงบประมาณที่ใช้และคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Benefit of Sterile Bag [Internet]. Bangkok: Rak Mor Medical Company Limited (Head Office); c2024 [cited 2024 Apr 22]. Available from: https://rakmor.com/product-category/impulse-sealing-and-accessories/sterileright-flat/

[2] Britannica, The Editors of Encyclopaedia. Geneva mechanism. Encyclopedia Britannica [Internet]. 1998 Jul 20 [cited 2024 Apr 22]. Available from: https://www.britannica.com/technology/Geneva-mechanism.

[3] ศุภกานต์ แก้วเหลี่ยม, สุคนธ์ พันธุเณร, ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์. ระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการให้น้ำพืชผัก [Automated Control Systems for Plant Watering]. วารสารวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนายเรือ. ม.ค.-ธ.ค. 2566;6(1);64-75.

[4] Sara A, Fatmah AI, Nourah A, Ali M. Design of an automated paper cutting machine. In: Proceedings of the 2nd South American Conference on Industrial Engineering and Operations Management; 2021 Apr 5-8; Sao Paulo, Brazil. Sao Paulo: Springer; 2022. p. 811-7.

[5] Ragavendiran R, Kumar CM, Sarath A, Babu MM. Design and Fabrication of Automatic Paper Cutting Machine. Int J Res Cult Soc [Internet]. 2018 Jul 31 [cited 2024 Apr 24];2(7):68-71. Available from: https://ijrcs.org/wp-content/uploads/201807014.pdf

[6] Kumar S, Pragatheesan K, Ramachandran M, Ramu P, Sanjay G. Design and fabrication of paper cutting machine using Geneva mechanism. Int J Adv Res Innov Ideas Educ [Internet]. 2019 [cited 2024 Apr 24];5(2):559-65. Available from: https://ijariie.com/AdminUploadPdf/Design_and_ Fabrication_of_Paper_Cutting_Machine_Using_Geneva_Mechanism_ijariie9670.pdf

[7] Kumar KS, Kumar MY, Prasad MH, Vinayaka D, Kumar AR. Design and development of automatic paper cutting machine with mechanism of Geneva. Int J Eng Res Technol (IJERT) [Internet]. 2022 [cited 2024 Apr 25];10(11). Available from: https://www.ijert.org/design-and-development-of-automatic-paper-cutting-machine-with-mechanism-of-geneva

[8] Syed TV, Irfan HD, Jagadeesha S, Prathibha K. Automatic Paper Cutting and Counting Machine. Int J Adv Res Innov Ideas Educ [Internet]. 2023 [2024 Apr 25];9(3):762-7. Available from: https://ijariie.com/AdminUploadPdf/AUTOMATIC_PAPER_CUTTING_AND_COUNTING_MACHINE_ijariie20160.pdf

[9] Farid G, Benjamin CK. Automatic Control Systems. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2017.