



FEAT JOURNAL

FARM ENGINEERING AND AUTOMATION TECHNOLOGY JOURNAL

วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ

การพัฒนาขั้นตอนวิธีในการควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับแขนกลกรีดยางพารา Development of Trajectory Control Algorithm for a Para Rubber Tapping Manipulator

ยงยุทธ์ เสี่ยงดัง¹⁾ กมลชนน วงศ์สถาน¹⁾ จัตริน เรืองจอหอ¹⁾มงคล คราพันธ์²⁾ และ พยุงศักดิ์ จุลยุเสน^{1)*}Yongyuth Sengdang¹⁾ Kamonchanon Vongstan¹⁾ Chattarin Ruangchoho¹⁾Mongkol Kataphan²⁾ and Payungsak Junyusen^{1)*}¹⁾ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000²⁾ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์ นครราชสีมา 30000¹⁾ School of Agricultural Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,
Nakhon Ratchasima, 30000²⁾ Faculty of Engineering, Phanomwan College of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000

Received: 22 June 2022

Revised: 2 August 2022

Accepted: 4 August 2022

Available online: 23 December 2022

บทคัดย่อ

บทความนี้อธิบายการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับแขนกลกรีดยางพารา เส้นทางการเคลื่อนที่ถูกออกแบบตามรอยกรีดที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งวงรี แขนกลคาร์ทีเซียนแบบสองแกนถูกนำมาใช้เป็นแขนกลกรีดยางต้นแบบ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อนำทางแขนกลติดตามเส้นทางการเคลื่อนที่ที่ออกแบบไว้ การทดสอบทำในห้องปฏิบัติการโดยใช้ต้นยางพาราจำลอง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า การควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วยตัวควบคุมพีไอดีสามารถช่วยให้แขนกลทั้งสองแกนเคลื่อนที่ติดตามเส้นทางการที่ต้องการได้อย่างราบเรียบ ถึงแม้ว่าจะเกิดความผิดพลาดทางตำแหน่งของแขนกลแกน Z ที่ตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 13.9 mm และ 14.8 mm ตามลำดับ ดังนั้นขั้นตอนวิธีควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่นี้มีศักยภาพสูงในการนำไปปรับปรุงเพื่อใช้งานจริง

คำสำคัญ: การควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ แขนกลกรีดยางพารา ตัวควบคุมพีไอดี

Abstract

This paper describes the development of a trajectory control algorithm for a Para rubber tapping manipulator. The trajectory was designed in accordance with an elliptical tapping cut. A two-axis cartesian robot was used as a prototype of the tapping manipulator. The objective of this study was to guide the manipulator in tracking the designed trajectory. The experiment was conducted in a laboratory using a cylindrical model of Para rubber tree. The experimental results showed that the trajectory control employing a PID controller could help the manipulator to track the desired trajectory smoothly, even though the positional errors in Z axis were found at the initial and final positions of the movement with the maximum values of 13.9 mm and 14.8 mm, respectively. In conclusion, the developed trajectory control algorithm has a great potential in adaptability for practical use.

Keywords: Trajectory control: Para rubber tapping manipulator: PID controller

*ติดต่อ: payungs@sut.ac.th, Tel: 081-3904234

1. บทนำ

ยางพาราเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 24.7 ล้านไร่ ปริมาณผลผลิต 4.86 ล้านตัน และมูลค่าการส่งออก 1.82 แสนล้านบาท โดยภาคใต้เป็นแหล่งผลิตยางพาราที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ [1] ปริมาณผลผลิตยางพาราขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การเพาะปลูก สภาพแวดล้อม พันธุ์ของต้นยาง และระบบการกรีดยาง เป็นต้น การกรีดยางพาราเป็นงานที่ต้องการแรงงานที่มีทักษะและความชำนาญสูง เพราะส่งผลกระทบต่อจำนวนผลผลิตและการเจริญเติบโตของต้นยางโดยตรง หลักการสำคัญในการกรีดยางคือ กรีดให้ได้น้ำยางมากที่สุด สั้นเปลือกเปลือกน้อยที่สุด และไม่ทำลาย

เนื้อเยื่อเจริญ จากสถานการณ์การขาดแคลนแรงงานในภาคเกษตรของประเทศ ทำให้ขาดแรงงานฝีมือในการกรีดยาง [2, 3] กอปรกับสถานการณ์ราคายางพาราที่ตกต่ำในปัจจุบัน ทำให้แรงงานมีรายได้น้อยลง แรงงานบางส่วนจึงเคลื่อนย้ายไปประกอบอาชีพอื่นทดแทน ส่งผลให้การขาดแคลนแรงงานในการกรีดยางยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น [4] ดังนั้น เกษตรกรสวนยางจึงต้องการอุปกรณ์ช่วยในการกรีดยางที่สามารถทดแทนแรงงานฝีมือเหล่านี้ได้และมีความสะดวกในการใช้งาน [5]

มิดเจี๊ยะเป็นมิดกรีดยางที่ได้รับความนิยมใช้งานอย่างแพร่หลาย [6] อย่างไรก็ตามการกรีดยางโดยใช้มิดเจี๊ยะต้องอาศัยความชำนาญเป็นอย่างมาก เพราะต้องมีการกระตุกมือขณะทำการกรีดยาง

ทำให้สูญเสียพลังงานและเกิดความเมื่อยล้า นอกจากนี้ยังต้องควบคุมมิเตอร์อยู่เสมอ เพื่อให้กริดต้นยางได้ง่ายและป้องกันความเสียหายของหน้ายาง จากสาเหตุเหล่านี้จึงมีความพยายามในการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยในการกริดยาง เช่น มีดกริดยางแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า [6, 7] และเครื่องกริดยางแบบอัตโนมัติ [8] อย่างไรก็ตามเครื่องกริดยางนี้ยังมีข้อจำกัดในการควบคุมความสม่ำเสมอของรอยกริด เพราะการเคลื่อนที่ของใบมีดกริดยางไม่สัมพันธ์กับรูปร่างของต้นยาง

การพัฒนาเครื่องกริดยางพาราแบบอัตโนมัติกำลังได้รับความสนใจจากนักวิจัยและเกษตรกรสวนยาง [4] โดยเฉพาะเครื่องกริดยางอัตโนมัติแบบติดตั้งบนต้นยาง เพราะมีความสะดวกในการใช้งานและมีแนวโน้มที่จะทดแทนแรงงานที่มีฝีมือได้ เครื่องกริดยางชนิดนี้มีลักษณะเป็นแขนกลแบบคาร์ทีเซียน ซึ่งจะประกอบด้วย โครงสร้างจับยึดต้นยาง กลไกขับเคลื่อนและใบมีดกริดยาง เนื่องจากการพัฒนาแขนกลกริดยางเหล่านี้ให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมยังเป็นเรื่องที่ท้าทาย เพราะเส้นทางการเคลื่อนที่ของใบมีดต้องสัมพันธ์กับลักษณะของต้นยาง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาขั้นตอนวิธีควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางพาราสำหรับการนำไปปรับเปลี่ยนเพื่อใช้งานจริง

2. วิธีการวิจัย

2.1 เส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางพารา

การเปิดกริดยางควรทำเมื่อต้นยางพารามีขนาดเส้นรอบลำต้นไม่น้อยกว่า 50 cm ที่ระดับความสูง 150 cm จากพื้นดิน การกริดควรทำให้เกิดรอยกริดบน

ต้นยางที่เอียงจากด้านบนซ้ายลงปาด้านล่างขวา เพื่อตัดท่อน้ำยางให้มากที่สุด เมื่อต้นยางถูกกริดแบบครั้งลำต้น รอยกริดบนต้นยางจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง โดยจะทำมุมประมาณ 30° กับแนวระดับ ซึ่งจะให้น้ำยางไหลลงสู่ภาชนะได้สะดวก ดังแสดงในรูปที่ 1(ก) ดังนั้นเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางพาราสามารถพิจารณาได้จากการเคลื่อนที่ของใบมีดที่ทำให้เกิดรอยกริดนี้ ด้วยการสมมติให้ต้นยางพารามีลักษณะเป็นทรงกระบอกดังรูปที่ 1(ข) และกำหนดจุดกำเนิดของระบบพิกัดฉาก XYZ ตรงตำแหน่งต่ำสุดของรอยกริด โดยให้แกน X อยู่ในแนวระดับขวาลำต้นยางพารา แกน Y อยู่ในแนวตั้งขนานกับลำต้นยางพารา และแกน Z มีทิศพุ่งออกมา เมื่อต้องการสร้างแขนกลกริดยางจากตัวขับเคลื่อนเส้นแบบบอลสกรูจำนวนสองแกนให้สามารถติดตามรอยกริดได้ ระนาบ XY จะต้องถูกหมุนรอบแกน Z ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาด้วยมุม θ ซึ่งจะทำให้ได้ระบบพิกัดฉาก $X'Y'Z'$ เมื่อผู้สังเกตมองในทิศตั้งฉากกับระนาบ $X'Z'$ จะเห็นรอยกริดบนต้นยางพาราเป็นเส้นโค้งรูปวงรี ดังนั้นแขนกลนี้จะมีรูปแบบการเคลื่อนที่ในแกน X' และแกน Z เป็นแบบเส้นตรงและแบบครึ่งวงกลมตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางการเคลื่อนที่ของแขนกลในแกน X' และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ถูกแสดงดังรูปที่ 2 เมื่อความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวขับเคลื่อนเส้นมีค่าคงที่ ระยะทางการเคลื่อนที่ที่เวลาใด ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

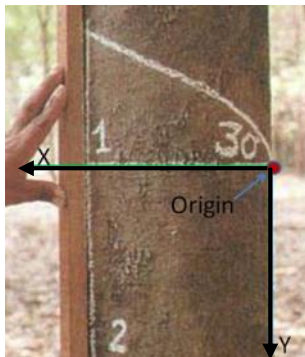
$$x' = \frac{x'_{\max}}{t_{\max}} t \quad (1)$$

เมื่อ t คือ เวลาที่ใช้ในการกริด (s), $t_{\max}$ คือ เวลาที่ใช้ในการกริดทั้งหมด (s), x' คือ ระยะทางการเคลื่อนที่

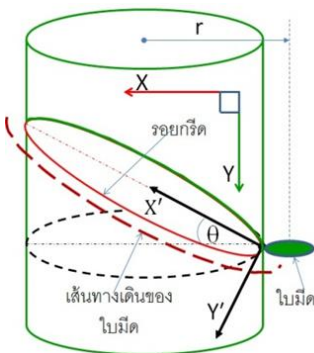
ที่เวลาใด ๆ (mm), $x'_{\max}$ คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ที่เวลา $t_{\max}$ (mm) ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางการเคลื่อนที่ในแกน Z และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ที่ถูกแสดงดังรูปที่ 3 ระยะทางการเคลื่อนที่ที่เวลาใด ๆ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$z = r \sin \left(\cos^{-1} \left(\frac{0.5t_{\max} - t}{0.5t_{\max}} \right) \right) \quad (2)$$

เมื่อ Z คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ที่เวลาใด ๆ (mm), r คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางต้นยางถึงจุดศูนย์กลางใบมีด (mm) และ θ_z คือ การกระจัดเชิงมุมรอบจุดศูนย์กลางต้นยาง (rad)



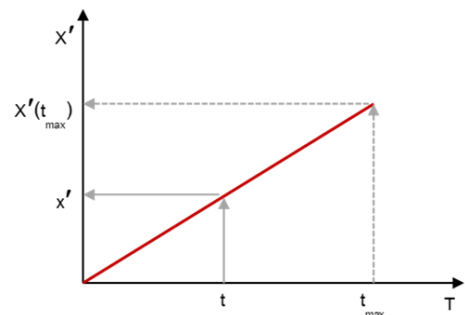
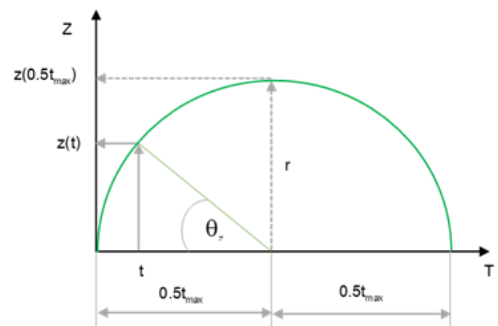
(ก)



(ข)

รูปที่ 1 การกำหนดระบบพิกัดฉากบน

(ก) ต้นยางพารา (ข) ทรงกระบอก

รูปที่ 2 การเคลื่อนที่ของแกนกลในแกน X' รูปที่ 3 การเคลื่อนที่ของแกนกลในแกน Z

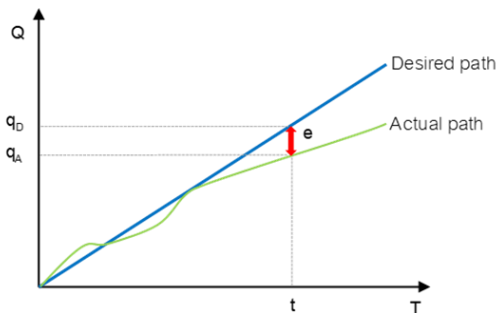
2.2 การออกแบบระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

ค่าผิดพลาดทางตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของแกนกลถูกแสดงดังรูปที่ 4 และสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

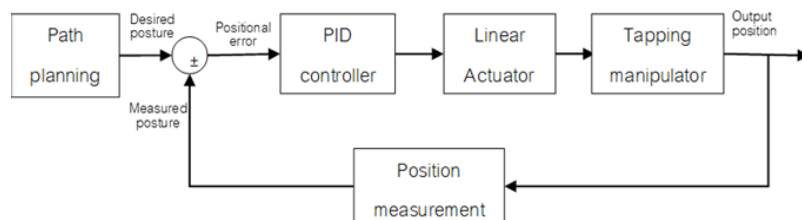
$$e = q_D - q_A \quad (3)$$

เมื่อ q_D คือ ตำแหน่งที่ต้องการ (mm), q_A คือ ตำแหน่งจริง (mm) และ e คือ ค่าผิดพลาดทางตำแหน่ง (mm)

เนื่องจากความถูกต้องในการเคลื่อนที่และการตอบสนองที่รวดเร็วของแกนกลมีความสำคัญต่อการกรีดยาง ดังนั้นตัวควบคุมป้อนกลับแบบพีไอดีถูกเลือกใช้เพื่อลดความผิดพลาดทางตำแหน่งและปรับปรุงการตอบสนองของแกนกล รูปที่ 5 แสดงส่วนประกอบของระบบควบคุมแกนกลกรีดยางพารา



รูปที่ 4 ความผิดพลาดทางตำแหน่งในการเคลื่อนที่

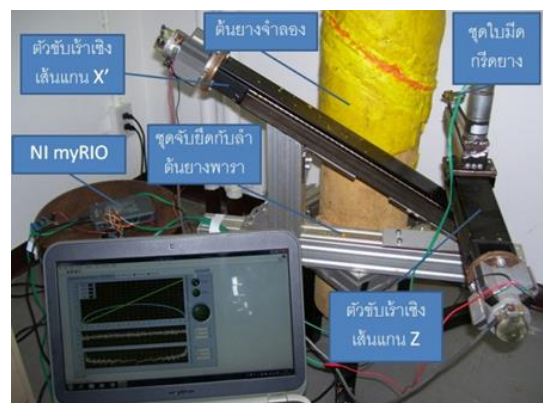


รูปที่ 5 ระบบควบคุมแขนกลกรีดยางพารา

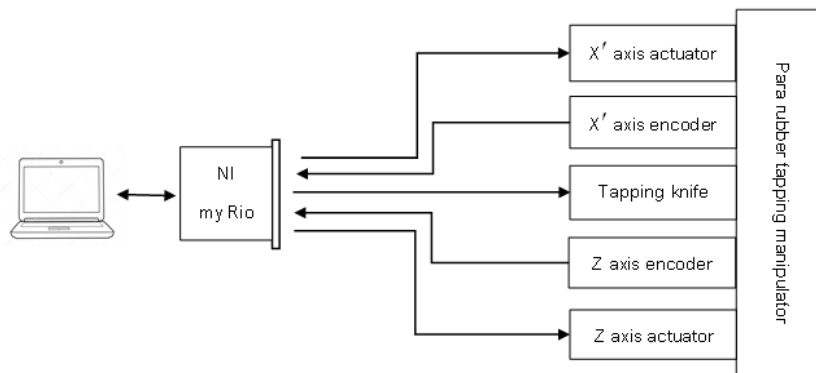
2.3 แขนกลกรีดยางพาราต้นแบบ

แขนกลกรีดยางพาราที่ใช้เพื่อทดสอบสมรรถนะของตัวควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ โครงจับยึดต้นยาง ชุดกลไกขับเคลื่อน และชุดมีดกรีดยาง ดังแสดงในรูปที่ 6 โครงจับยึดต้นยางถูกสร้างจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ โดยออกแบบให้สามารถติดตั้งและถอดออกจากต้นยางพาราได้ ชุดกลไกขับเคลื่อนสร้างจากตัวขับเคลื่อนเชิงเส้น จำนวน 2 แกน ต่อตั้งฉากกันบนโครงจับยึดต้นยาง ตัวขับเคลื่อนเชิงเส้นของแกน X' จะถูกวางเอียงเป็นมุม 30° กับแนวระดับ ส่วนตัวขับเคลื่อนเชิงเส้นของแกน Z จะถูกวางขนานกับแนวระดับ ตัวขับเคลื่อนเชิงเส้นเป็นแกนสำเร็จรูปที่ทำจากรางสไลด์และบอลสกรู ซึ่งถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรง ชุดมีดกรีดยางซึ่งเป็นแบบใช้มอเตอร์กระแสตรงขับเคลื่อนใบมีดผ่านสายพานดินตะขाप ถูกติดตั้งที่ปลายแกน Z คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่

ประมวลผลและควบคุมการทำงานของแขนกลผ่านทาง NI myRIO เ็นโค้ดเคอร์จะทำหน้าที่วัดการหมุนของมอเตอร์ของตัวขับเคลื่อนเชิงเส้นของระบบวัดมุมของแขนกลถูกแสดงไว้ในรูปที่ 7 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมแขนกลกรีดยางพาราพัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์ LabVIEW



รูปที่ 6 แขนกลกรีดยางพาราต้นแบบ

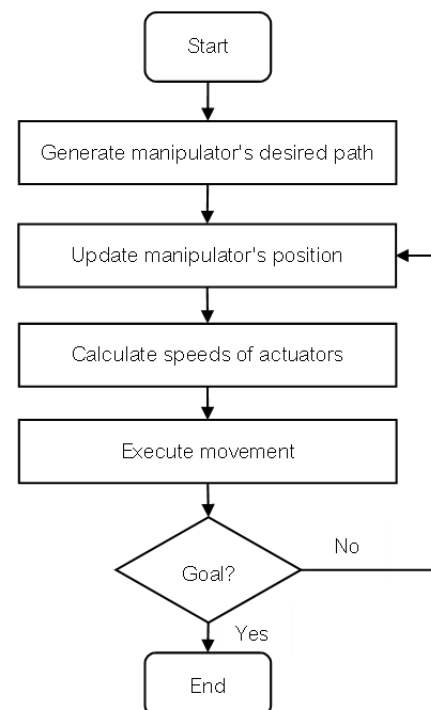


รูปที่ 7 แผนผังของระบบควบคุมแขนกลกรีดยางพารา

2.4 การทดสอบสมรรถนะของตัวควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่

ต้นยางพาราจำลองถูกนำมาใช้เพื่อความสะดวกในการทดสอบสมรรถนะของตัวควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ เพราะต้นยางพาราจริงมีลักษณะฐานที่ซับซ้อนและไม่แน่นอน ต้นยางพาราจำลองถูกสร้างโดยการพอกดินน้ำมันบนไม้ที่ผ่านการกลึงผิวให้มีลักษณะฐานเป็นรูปทรงกระบอก ต้นยางพาราจำลองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนไม้เท่ากับ 200 mm ความหนาของดินน้ำมันเท่ากับ 10 mm ดังนั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นยางพาราจำลองจะเท่ากับ 220 mm ไม้มีมิติเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 47.2 mm และความเร็วรอบเท่ากับ 110 rpm เมื่อกำหนดความลึกในการกรีดเท่ากับ 10 mm ดังนั้นระยะการเคลื่อนที่ของตัวขี้น้ำแข็งเส้นบนแกน X จะเท่ากับ 247.2 mm เมื่อกำหนดมุมกรีดเท่ากับ 30° ทำให้มีระยะการเคลื่อนที่บนแกน X' เท่ากับ 285.4 mm ตัวควบคุมแบบวงเปิดและตัวควบคุมแบบป้อนกลับถูกนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะ ค่าเกณฑ์ K_p , K_i และ K_d สำหรับตัวควบคุมป้อนกลับแบบพีไอดีของแกน X' เท่ากับ 0.020, 80 และ 0.0000012

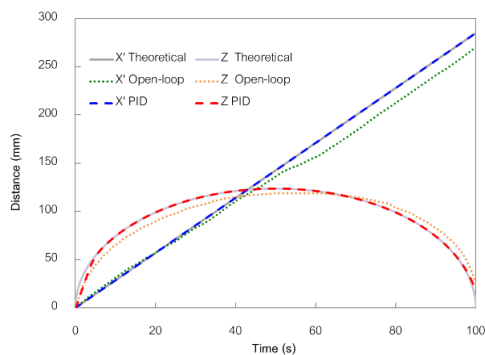
ตามลำดับ ส่วนค่าเกณฑ์ของแกน Z มีค่าเท่ากับ 0.026, 113.04 และ 0.0000014 ตามลำดับ ขั้นตอนการทำงานของแขนกลกรีดยางพาราแสดงดังรูปที่ 8



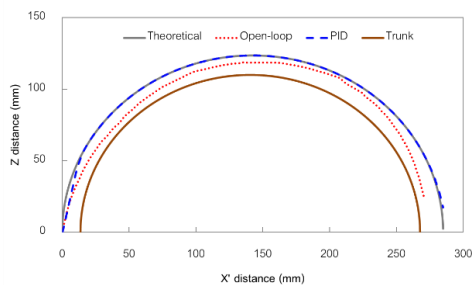
รูปที่ 8 ขั้นตอนการทำงานของแขนกลกรีดยางพารา

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

การเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางบนต้นยางพารา จำลองทรงกระบอกสามารถพิจารณาได้จากการเคลื่อนที่ของแขนกลในแกน X' และแกน Z ดังแสดงในรูปที่ 9 แขนกลในแกน X' เคลื่อนที่แบบเส้นตรง ขณะที่แขนกลในแกน Z เคลื่อนที่แบบเส้นโค้งครึ่งวงกลม โดยมีระยะทางสูงสุดเท่ากับ 285.4 mm และ 123.6 mm ตามลำดับ ดังนั้นเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางที่ถูกออกแบบมีลักษณะเป็นเส้นโค้งรูปวงรีคล้ายกับรอยกริดที่ต้องการบนต้นยางพารา จำลองทรงกระบอก ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของแขนกลในแกน X' และแกน Z เมื่อใช้ตัวควบคุมแบบวงเปิดและตัวควบคุมพีไอดี



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลกริดยางพารา เมื่อใช้ตัวควบคุมแบบวงเปิดและตัวควบคุมพีไอดี

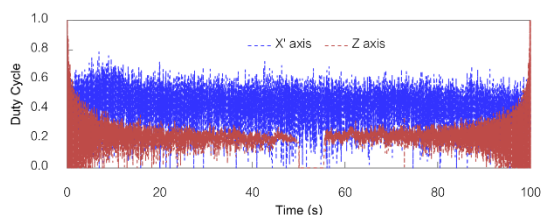
การเคลื่อนที่ของแขนกลในแกน X' และแกน Z เมื่อใช้ตัวควบคุมวงเปิดและตัวควบคุมพีไอดีถูกแสดงไว้ในรูปที่ 9 จากรูปจะเห็นว่า เมื่อใช้ตัวควบคุมวงเปิด แขนกลทั้งสองแกนเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าการเคลื่อนที่ที่ออกแบบไว้ แม้ว่าแขนกลแกน X' จะสามารถเคลื่อนที่ได้ใกล้เคียงกับระยะทางที่ต้องการในช่วงเวลาประมาณ 30 s แรก ความผิดพลาดทางตำแหน่งสูงสุดของแขนกลแกน X' และแกน Z มีค่าเท่ากับ 16.4 mm ที่เวลา 68 s และ 21.9 mm ที่เวลา 100 s ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อใช้ตัวควบคุมพีไอดี แขนกลทั้งสองแกนสามารถเคลื่อนที่ตามระยะทางที่ออกแบบไว้ได้อย่างราบเรียบ แม้ว่าจะเกิดความผิดพลาดทางตำแหน่งของแขนกลแกน Z ในช่วงเริ่มและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 13.9 mm ที่เวลา 1 s และ 14.8 mm ที่เวลา 100 s ตามลำดับ รูปที่ 11 แสดงรอยกริดบนต้นยางพาราจำลอง เมื่อใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี จากรูปจะเห็นว่ารอยกริดมีขนาดสม่ำเสมอ

เมื่อเปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลพบว่า เส้นทางการเคลื่อนที่จากตัวควบคุมวงเปิดมีลักษณะเป็นเส้นโค้งวงรีที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นทางการออกแบบไว้ จึงทำให้ใบมีดกริดดินน้ำมันลึกจนถึงแกนไม้ ส่งผลให้แขนกลไม่สามารถเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งเป้าหมายได้ เพราะภาระที่เกิดจากการสัมผัสกันระหว่างใบมีดกับแกนไม้ เนื่องจากในการทดสอบนี้ชุดใบมีดถูกออกแบบให้มีกำลังเพียงพอสำหรับการกริดดินน้ำมันของต้นยางพาราจำลอง เพื่อป้องกันความเสียหายของใบมีดและแกนไม้ ในกรณีการกริดต้นยางพาราจริง ชุดใบมีดจะต้องถูกออกแบบให้มีกำลังเพียงพอสำหรับการกริดเปลือกยางที่มีความหนาประมาณ 7 mm [9] เพื่อรักษาความแม่นยำ

ในการกรีด และต้องกรีดให้เหลือความหนาเปลือกยางประมาณ 0.5 mm เพื่อป้องกันความเสียหายของเปลือกยาง ส่วนเส้นทางการเคลื่อนที่จากตัวควบคุมพีไอดีมีลักษณะเป็นเส้นโค้งวงรีใกล้เคียงกับเส้นทางที่ออกแบบไว้เกือบตลอดการเคลื่อนที่ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาการสัมผัสแกนไม้ของใบมีดได้ แม้ว่าแกนกลไม่สามารถเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งเป้าหมายได้ เพราะเส้นทางการเคลื่อนที่ที่ออกแบบไว้ในช่วงเริ่มต้นและช่วงสิ้นสุดมีความชันมาก ส่งผลให้แกนกลแกน Z ไม่สามารถสร้างความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เพียงพอได้ ดังเห็นได้จากวัฏจักรการทำงาน (duty cycle) ของแกนกลแกน Z มีค่าเท่ากับ 1 ในช่วงเริ่มต้นและช่วงสิ้นสุดการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 11 รอยกรีดบนต้นยางพาราจำลอง
เมื่อใช้ตัวควบคุมพีไอดี



รูปที่ 12 วัฏจักรการทำงานของแกนกลในแกน X'
และแกน Z เมื่อใช้ตัวควบคุมพีไอดี

อย่างไรก็ตามผลการทดสอบเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า แขนกลกรีดยางพาราที่มีตัวควบคุมพีไอดีมีศักยภาพที่จะถูกนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการกรีดต้นยางพาราจริงได้ หากมีการพิจารณาเงื่อนไขในการกรีดยางเพิ่มเติม เช่น เส้นทางการเคลื่อนที่ของแขนกลต้องสร้างมาจากพื้นฐานของลำต้นยางพาราจริง เพื่อให้สามารถควบคุมความลึกในการกรีดยางได้อย่างถูกต้อง และการเปลี่ยนรูปแบบการกรีดจากแบบครึ่งลำต้นเป็นแบบหนึ่งในสามของลำต้น เพื่อลดความเร็วที่ต้องการในการเคลื่อนที่ของแกนกลแกน Z ในช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดการเคลื่อนที่ ซึ่งจะทำให้สามารถลดระยะเวลาในการกรีดลงได้ เพราะแกนกลทั้งสองแกนสามารถใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ได้สูงขึ้น เป็นต้น

4. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีการควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับแขนกลกรีดยางพารา ผลการทดสอบสมรรถนะแสดงให้เห็นว่า การควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่ด้วยตัวควบคุมพีไอดี สามารถช่วยให้แขนกลเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ออกแบบไว้ได้อย่างน่าพอใจ ดังนั้นขั้นตอนวิธีควบคุมเส้นทางการเคลื่อนที่นี้มีศักยภาพในการนำไปปรับปรุงเพื่อใช้งานจริง ความเร็วของแขนกลในช่วงเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนที่จำกัดการใช้งานขั้นตอนวิธีกรีดนี้ ทำให้เวลาที่เหมาะสมในการกรีดต้นยางพาราจำลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 220 mm แต่ละครั้งเท่ากับ 100 s

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2557

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สือออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2565]. เข้าถึงได้จาก : <http://mis-app.oae.go.th/product/ยางพารา>
- [2] อภิญญา จันทรเจริญ และ บัญชา สมบูรณ์สุข. วิเคราะห์สถานการณ์แรงงานการกรีดยางพารา และการทำยางแผ่นของเกษตรกรชาวสวนยางในภาคใต้. วารสารวิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์. 2540; 18(1): 25-38.
- [3] อัจฉราพร ทนปุ่น. พฤติกรรมการปฏิบัติงานของแรงงานครัวเรือนในระบบการผลิตยางพาราในจังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2555.
- [4] วันเฉลิม จันทรากุล และ อภินันท์ จันตะนี. ปัญหาและแนวทางแก้ไขราคายางพาราตกต่ำ. วารสารรัชตภาคย์. 2563; 14(33): 132-40.
- [5] นริศรา มหานินวงษ์, เขียวศักดิ์ ชูชีพ, นงเยาว์ เมืองดี, ปิยนาง คงทิม, เอกสิทธิ์ อนันต์เจริญวงศ์, สุธิดา หมาดโต๊ะชะ๊ะ และ กนกรัตน์ สำอางกาย. พฤติกรรมการกรีดยางพารา พฤติกรรมการเลือกใช้มีดกรีดยางพารา และการประเมินแนวคิดเกี่ยวกับเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติของเกษตรกรชาวสวนยางพารา. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการ เกษตร. 2559; 33(1): 66-76.
- [6] ยงยุทธ์ เสียงดัง. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบกรีดยางพาราแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้า. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2551.
- [7] นริศรา มหานินวงษ์, เขียวศักดิ์ ชูชีพ, นงเยาว์ เมืองดี, ภูริวัฒน์ เพ็ชรนิคม, อนุพงษ์ สุวรรณมณี และ เอกพัฒน์ ช่วยเมือง. ใบมีดกรีดยางสำหรับเครื่องกรีดยางอัตโนมัติ. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 2559; 19(2): 23-31.
- [8] เอกสิทธิ์ อนันต์เจริญวงศ์, นงเยาว์ เมืองดี, นริศรา มหานินวงษ์, ปิยนาง คงทิม และ สุธิดา หมาดโต๊ะชะ๊ะ. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกรีดยางพาราอัตโนมัติกับการกรีดยางแบบใช้มีดเจ๊ะบง. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ. 2562; 22(2): 22-8.
- [9] พิศมัย จันทูมา. การเจริญเติบโต ความหนาเปลือก และลักษณะทรงพุ่มของยางพันธุ์ RRIM 600 และสถาบันวิจัยยาง 251 ที่ระยะเปิดกรีดยาง. วารสารยางพารา. 2557; 35(3): 2-11.