ญาณวรุตม์ สร้อยเงิน : การศึกษาและคาดการณ์ของพารามิเตอร์ทางอิเล็กโทรสปินนิง สำหรับการผลิตเส้นใยนาโนโดยใช้การจำแนกประเภทโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (STUDY AND PREDICTION OF ELECTROSPINNING PARAMETERS FOR NANOFIBERS PRODUCTION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS CLASSIFICATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.วิวัฒน์ นวลสิงห์, 90 หน้า.

การปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางและประยุกต์ใช้กับงานหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นโครงเลี้ยงเซลล์ในวิศวกรรมเนื้อเยื่อและชีวการแพทย์ ด้วยการควบคุมพารามิเตอร์ของอิเล็กโทรสปินนิงสามารถสร้างเส้นใยระดับไมโครเมตรถึงนาโนเมตรได้ ในการวิจัยนี้อิทธิพลของพารามิเตอร์ทางอิเล็กโทรสปินนิงได้ถูกศึกษาว่าส่งผลต่อความเสถียรและรูปร่างของกรวยเทย์เลอร์อย่างไร ในการวิจัยนี้ได้เลือกใช้สารละลายพอลิเอทิลีนออกไซด์ และพารามิเตอร์ทางอิเล็กโทรสปินนิงประกอบด้วย อัตราการไหล ระยะทางจากปลายเข็มถึงตัวเก็บเส้นใย และแรงดันไฟฟ้า กระบวนการผลิตเส้นใยจะถูกควบคุมให้เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ แล้วใช้กล้องวิดีโอบันทึกบริเวณปลายเข็ม ซึ่งสารละลายจะถูกดันออกมาพร้อมกับผลจากแรงทางไฟฟ้า ส่งผลให้สารละลายที่ปลายเข็มมีรูปร่างเป็นกรวยเทย์เลอร์ แล้วยืดออกเป็นลำสารละลาย (เจ็ท) จากนั้นจึงยืดออกเป็นเส้นใยขนาดเล็กในที่สุด ผลการทดลองที่บันทึกและวิเคราะห์ถูกนำมาใช้ในการฝึกสอนด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรวยเทย์เลอร์ และลำของสารละลายพอลิเมอร์ รวมทั้งระบุรูปร่างของหยดสารละลายที่ปลายเข็ม เพื่อวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเส้นใยให้เกิดอย่างต่อเนื่อง

จากผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์อิเล็กโทรสปินนิงนำไปสู่การทำนายและเพิ่มประสิทธิภาพของเทคนิคอิเล็กโทรสปินนิงได้ ในส่วนของการติดตามการเปลี่ยนแปลงของกรวยเทย์เลอร์และลำของสารละลายพอลิเมอร์ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของอัตราการไหล ระยะทางจากปลายเข็มถึงตัวเก็บเส้นใย และแรงดันไฟฟ้า ที่สามารถทำให้การผลิตเส้นใยเกิดอย่างต่อเนื่องได้ สำหรับการระบุรูปร่างของหยดสารละลายที่ปลายเข็ม พบว่า จำแนกรูปร่างได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ แบบหยด แบบหยด-เจ็ท แบบกรวย-เจ็ท และแบบหมุน นอกจากนี้ ยังพบว่ารูปร่างทั้ง 4 แบบ สามารถนำไปทำนายและกำหนดขอบเขตของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตเส้นใย

ให้เกิดอย่างต่อเนื่องได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการอิเล็กโทรสปินนิงระดับอุตสาหกรรมได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาฟิสิกส์
ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนักศึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

YANWARUTE SOI-NGOEN : STUDY AND PREDICTION OF ELECTROSPINNING PARAMETERS FOR NANOFIBERS PRODUCTION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS CLASSIFICATION. THESIS ADVISOR : WIWAT NUANSING, Ph.D. 90 PP.

ELECTROSPINNING/TAYLOR CONE/DEEP LEARNING/POLYETHYLENE OXIDE

Electrospun nanofibers have been widely studied and applied to many applications such as scaffold in tissue engineering and biomedical production. By controlling the electrospinning parameters, the fiber can be produced from micron-down to nano-diameters. In this work, the influence of electrospinning parameters to the stability and shape of Taylor cones was studied. A Polyethylene Oxide (PEO) aqueous solutions were electrospun under varying parameters including flow rate, tip-to-collector distance (TCD), and voltage (V). The fiber productions were controlled under various conditions and captured using a camera at the tip of the needle, where the solution is expelled because of the electric force. The resulting solution droplet at the tip of the needle was found to have the shape of a Taylor cone and was stretched into a jet of the polymer solution (jet). It was then stretched into smaller fibers eventually. The experimental results were then analyzed using a deep learning approach to track the transformation of Taylor cones, the jet of the polymer solution, and the droplet shape at the tip of the needle, with the goal of identifying the optimum conditions for continuous fiber production.

The results of this study demonstrate the correlation between electrospinning parameters and the optimization of the electrospinning process. The deep learning approach used to track the transformation of the Taylor cone and the jet of the polymer solution revealed correlations between flow rate, TCD, and voltage that are crucial for continuous fiber production. The analysis of the droplet shape at the tip of the needle revealed four distinct regimes: dripping, droplet-jet, cone-jet, and rotational. In addition, these four regimes can be used to predict and identify the appropriate parameters for continuous fiber production, making it possible to scale the electrospinning process for industrial applications.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Physics

Academic Year 2020

Student's Signature ____

Advisor's Signature ____

Co-advisor's Signature ____