อนาวิล เพ็ชรบูรนิล : การคาดการณ์ผลผลิตมันสำปะหลังด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและการเรียนรู้เชิงลึก (CASSAVA YIELD ESTIMATION USING UAV-BASED IMAGERY AND DEEP LEARNING)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเดช ตัญตรัยรัตน์, 306 หน้า

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง/อากาศยานไร้คนขับ/ดัชนีพืชพรรณ/การเรียนรู้เชิงลึก

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยมาอย่างยาวนาน ไม่เพียงแต่เป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตเท่านั้น ผลผลิตมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปมันสำปะหลังยังมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมหลายประเภท ด้วยมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญผลผลิตมันสำปะหลังจึงต้องได้รับการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตที่แม่นยำ อย่างไรก็ตามการคาดการณ์ผลผลิตพืชผลในปัจจุบันยังคงอาศัยประสบการณ์ของเกษตรกรเพียงอย่างเดียวและอาจเกิดความผิดพลาดได้สูง การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในปัจจุบันจึงถูกนำมาใช้เป็นวิธีการหนึ่งสำหรับการทำนายผลผลิตที่มีความแม่นยำมากกว่าวิธีการแบบเดิม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง พันธุ์ระยอง 72 ที่ปลูกด้วยระบบน้ำหยด

การศึกษานี้ใช้ค่าดัชนีพืชพรรณซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์และการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ExG, GRVI และ NDVI จากกล้องถ่ายภาพ RGB และกล้องถ่ายภาพแบบหลายช่วงคลื่นที่ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำนายข้อมูลปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง 2 ชนิด คือน้ำหนักผลผลิต (กิโลกรัม/ตารางเมตร) และปริมาณแป้ง (%) โดยใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นและโครงข่ายประสาทเทียม แบบจำลองการทำนายที่ใช้ในการศึกษาจะถูกประเมินความแม่นยำด้วยค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) และประเมินความผิดพลาดโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) และค่ารากที่สองความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เป็นค่าค่าฟังก์ชันความสูญเสีย จากผลการวิเคราะห์สมการถดถอยและค่าสหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าดัชนี NDVI มีความเหมาะสมในการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่าดัชนีอื่น สำหรับการทำนายน้ำหนักผลผลิตแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มี 7 ชั้นซ่อน โดยใช้อัลกอริทึม Levenberg-Marquardt (LM) มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีความซับซ้อนของแบบจำลองเหมาะสำหรับการทำนายน้ำหนักมันสำปะหลัง โดยมีค่า MSE ต่ำสุดและค่า R^2 สูงสุดคือ 0.0098 และ 0.8241 ตามลำดับ อีกทั้งยังมีค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายน้ำหนักมันสำปะหลังที่ประมาณ 0.01 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ในทางกลับกันผลการทำนายปริมาณแป้งของแบบจำลองให้ค่าความแม่นยำที่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ และมีค่าฟังก์ชันความสูญเสียที่สูง โดยแบบจำลองที่ใช้อัลกอริทึม BR มีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อประเมินจากการใช้ข้อมูลทั้งหมดโดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7242 มีความผิดพลาดในการทำนายปริมาณแป้งที่ 1.446% ขณะที่อัลกอริทึม SCG มีประสิทธิภาพดีที่สุดกับข้อมูลชุดทดสอบมีค่า R^2 เท่ากับ 0.7885 และความผิดพลาดในการทำนายปริมาณแป้งที่ 0.9406% ทั้งนี้เนื่องจากอาจมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอื่นที่มีผลต่อปริมาณแป้งภายในหัวมันสำปะหลัง

วิธีการทำนายผลผลิตมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นในการศึกษานี้ไม่เพียงแต่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับปริมาณผลผลิตเท่านั้น แต่ยังเน้นย้ำถึงแนวโน้มที่เป็นไปได้ของการใช้แบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกในการทำนายปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง หรือผลผลิตทางการเกษตรอื่นที่แม่นยำ สามารถช่วยในการตัดสินใจสำหรับภาคการเกษตร และภาคอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สุรเดช ตัญญะชัยวัฒน์

ANAWIN PECHBOORANIN : CASSAVA YIELD ESTIMATION USING UAV-BASED IMAGERY AND DEEP LEARNING.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SURADET TANTRIRATN, Ph.D., 306 PP.

Keywords: Cassava/Unmanned Aerial Vehicle/Vegetation Index/Deep Learning

Cassava has long been one of the most important economic crops in Thailand. Not only does it serve as a good source of carbohydrates, cassava derivatives and byproducts play a major role in many industrial processes. With its significant economic value, cassava yield must be closely monitored and accurately predicted. While crop yield forecast in the past relied solely on farmer experience and can be highly erroneous, the recent emergence of artificial intelligence (AI) has brought about novel yield prediction techniques that are more accurate than ever before. The objective of this study was to develop prediction models for the yield of cassava cv. Rayong 72 under drip irrigation system.

In this study, Vegetation indices such as ExG, GRVI and NDVI from RGB and multispectral sensors collected by unmanned aerial vehicles (UAV) are used to anticipate cassava yields included yield weight (kg/m^2) and percent starch (%) using linear regression, artificial neural network (ANN) and deep neural network (DNN) models. The optimal model and parameters for yield prediction are determined based on the values of coefficient of determination (R^2) mean squared error (MSE) and root mean squared error (RMSE). The regression and correlation results show that NDVI was suitable for predict cassava yield than another index. For predict yield weight, the 7-hidden-layer DNN model with Levenberg-Marquardt (LM) algorithm has the highest efficiency, and the complexity of the model was suitable for predicting cassava yield. According to the yield prediction analysis, the DNN model outperformed other models, with the lowest MSE value and the highest R^2 value of 0.0098 and 0.8241, respectively. There is also an error in predicting the weight of cassava at approximately 0.01 kg/m^2.

On the other hand, the model's percent starch prediction results gave lower accuracy values than expected and has a high loss function value. The model using the BR algorithm had the best performance when evaluated using all data with an R^2 value of 0.7242 and a prediction error of 1.446%, while the SCG algorithm had the best performance. With the test set data, there was an R^2 value of 0.7885 and an error in predicting the percent starch of 0.9406%. This is because there may be other environmental factors that affect the percent starch within the cassava roots.

The cassava yield prediction method developed in this study not only shows the relationship between the vegetation index and the yield prediction. However, it also emphasizes the potential trend of employing deep learning models to predict cassava yields, which might support industrial and agricultural decision-making.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Mechanical Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature .....
Advisor's Signature สุรเดช ตัญญชัยวัฒน์