

การออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะ ที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย A Process Design for Monitoring and Predicting Smart Agriculture with High Accuracy in the Context of Thai Agriculture

สำราญ ไชยคำวัง (Sumran Chaikhamwang)* ธนา สุขวารี (Thana Sukvaree)*
และประสงค์ ปราณิตพลกรัง (Prasong Praneetpolgrang)*

Received: May 18, 2023

Revised: May 31, 2023

Accepted: June 21, 2023

* ผู้พิมพ์ประสานงาน: สำราญ ไชยคำวัง (Sumran Chaikhamwang) อีเมล: sumran_chaikumwang@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทำการศึกษาวเคราะห์กระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย และ 2) ทำการออกแบบกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะ โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอนคือ 1) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 2) วิเคราะห์ข้อมูล และ 3) สรุปผลการวิจัย โดยในการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวม ข้อมูลผู้ใช้เกษตรอัจฉริยะจำนวนทั้งสิ้น 132 ตัวอย่าง จำแนกเป็นเกษตรกรจำนวน 88 ราย คิดเป็น 66.67% รองลงมาคือสถาบันการศึกษามีจำนวน 15 ราย คิดเป็น 11.36% สถาบันการศึกษาร่วมกับเกษตรกรจำนวน 13 ราย คิดเป็น 9.85% บริษัทจำนวน 11 ราย คิดเป็น 8.33% และภาครัฐจำนวน 5 ราย คิดเป็น 3.97% จากนั้นทำการสร้างกรอบแนวคิดของกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของประเทศไทย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล 2) ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล และ 3) ขั้นตอนรายงานผล จากนั้นนำกรอบแนวคิดมาสร้างเป็นแนวทางการปฏิบัติของกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทย แสดงถึงองค์ประกอบการทำเกษตรอัจฉริยะที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านการเกษตร และเทคโนโลยี พบว่ามีองค์ประกอบทั้งหมดจำนวน 7 ส่วน ประกอบด้วย 1) ระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชด้วยเทคโนโลยี IoT 2) ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ 3) ระบบควบคุมติดตามการทำงาน 4) แพลตฟอร์มการจัดการฟาร์ม 5) การสร้างตัวแบบ

6) ระบบวิเคราะห์ข้อมูล และ 7) ระบบวางแผนผลการนำกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทยไปสร้างตัวแบบเกษตรอัจฉริยะ โดยใช้ชุดข้อมูลปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช ร่วมกับเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลการถดถอยเชิงเส้น พบว่าตัวแบบที่ได้มีผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบมีความแม่นยำ 90% ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำที่สูงมาก

คำสำคัญ: การออกแบบกระบวนการการทำนายเกษตรอัจฉริยะ ความแม่นยำ

Abstract

The purposes of this research were 1) to study and analyze a process for monitoring and predicting smart agriculture with high accuracy and 2) to design a process for monitoring and predicting smart agriculture. The research process consists of 3 steps: 1) Study and data collection, 2) Data analysis, and 3) Research summary. In this research, data was collected from a total of 132 samples of smart agriculture users. They were classified as follows: 88 samples (66.67%) from individual farmers, 15 samples (11.36%) from educational institutions, 13 samples (9.85%) from collaborations between educational institutions and farmers, 11 samples (8.33%) from private companies, and 5 samples (3.97%) from other

* สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

* Information Technology Program, School of Information Technology, Sripatum University.

** กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทราชริราช

** Academic Faculty, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy.

government agencies. Then, a framework was created for the process of smart agriculture assessment and prediction, which demonstrated high accuracy in the context of Thailand. The framework consists of three steps: 1) Step input, 2) Step process, and 3) Step output. Then, the framework was used to create guidelines for the implementation of a process for monitoring and predicting smart agriculture in the context of Thailand. This framework represents the components of smart agriculture that integrate agricultural knowledge and technology. It consists of seven components: 1) Environmental data collection and plant growth factors using IoT technology, 2) Cloud computing, 3) Monitoring and Control system, 4) Farm management platform, 5) Model Development, 6) Data analysis system, and 7) Planning system. The results of applying a process for monitoring and predicting smart agriculture in the context of Thailand to create a smart agriculture model using plant growth factor data and machine learning technology with linear regression data analysis technique showed that the model achieved a performance evaluation accuracy of 90%. This indicates a very high level of model accuracy.

Keywords: Process Design, Prediction, Smart Agriculture, Accuracy.

1. บทนำ

ปัจจุบันไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าโลกกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเทคโนโลยีดิจิทัลก็มีการพัฒนา และเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง และเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วที่ไม่คาดคิดได้ เช่น เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีข้อมูลใหญ่ สมาร์ทโฟน และสื่อสังคมออนไลน์ ได้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของชีวิตในทุกด้าน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบเศรษฐกิจ มีการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และส่งผลให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง

ภาคการเกษตรจึงเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจในการวิจัย และพัฒนาด้านการเกษตรให้มีประสิทธิภาพ สามารถเฝ้าติดตาม และตรวจสอบได้อย่างแม่นยำ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง

รวมถึงการใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช เช่น การให้น้ำ และปุ๋ยอย่างเหมาะสม ช่วยลดต้นทุนในการเพาะปลูก สร้างกำไร และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยการนำเอา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการฟาร์ม หรือที่เรียกว่าเกษตรอัจฉริยะ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน คือ การเก็บข้อมูล การวินิจฉัยข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การปฏิบัติการตามแผน และการประเมินผล ช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการทำเกษตรในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1], [2] เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในปัจจุบันที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว และมีการนำเทคโนโลยีไปใช้งานในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่งได้กลายเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาเปลี่ยนโลก และช่วยอำนวยความสะดวก มีการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น บ้านอัจฉริยะ ระบบควบคุมการจราจรอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ และสาขาอื่น ๆ อีกจำนวนมาก [3], [4] อย่างไรก็ตาม การพัฒนาของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่งได้มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดนิ่ง และเป็นไปอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่คาดคิด โดยเฉพาะในภาคเกษตรกรรม ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ มีการคาดคะเนว่าภายในปี 2593 ประชากรโลกจะเพิ่มขึ้น 30% และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจะมีความต้องการสูง แต่ในทางกลับกัน แรงงานในภาคการเกษตรจะลดน้อยลง เนื่องจากจะเกิดการอพยพของคนไปยังเมืองใหญ่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับการเพาะปลูกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ภาคการเกษตรจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบเพื่อแก้ปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต [5], [6]

อย่างไรก็ตาม เมื่อหันกลับมาดูประเทศไทยนั้น ภาคเกษตรกรรมถือเป็นกระดูกสันหลังที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจ แม้ว่าจะมีการเติบโตที่ช้ากว่า เมื่อเทียบกับภาคเศรษฐกิจอื่น คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 40% ของประเทศ [7], [8] โดยประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยอยู่ในภาคการเกษตร และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่ในทางกลับกันพบว่าภาคเกษตรกรรมของไทยยังคงประสบปัญหาหลายด้านที่ยังไม่สามารถก้าวข้ามไปยังแนวทางการพัฒนาได้ เนื่องจากภาคการเกษตรยังต้องพึ่งพาแรงงาน และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติเป็นต้นทุนสำคัญ ทำให้ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิตไม่เป็นไปตามที่ต้องการ สาเหตุมาจากต้องประสบปัญหาภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน ขาดความรู้ขาดข้อมูล

และขาดเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ ในการจัดการด้านการเกษตร [9] ส่งผลให้ต้องแบกรับภาระต้นทุนการผลิตที่สูง ได้กำไรน้อยลง หรืออาจขาดทุน เกษตรกรจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูก ด้วยการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการเพาะปลูกเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการทำการศึกษาวិเคราะห์กระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย และทำการออกแบบกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย โดยการนำปัจจัยที่จำเป็นในการเพาะปลูกมาออกแบบกระบวนการในการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูง เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำเอาวิธีการนี้ไปใช้ในกระบวนการเพาะปลูกของเกษตรกรต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture)

เกษตรอัจฉริยะ หรือการทำฟาร์มอัจฉริยะ เป็นแนวคิดการจัดการฟาร์มสมัยใหม่ ที่นำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกษตร ซึ่งสามารถใช้ปัจจัยการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแม่นยำ สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติ ไม่ต้องคอยดูแลตลอดเวลา ทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มคุณภาพ และปริมาณของผลผลิตการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถให้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนแก่เกษตรกรได้ตัดสินใจอย่างเหมาะสมในการจัดการ หรือแก้ไขปัญหาที่เผชิญในระหว่างการทำฟาร์ม โดยที่เกษตรกรไม่จำเป็นต้องอยู่ในแปลงปลูก ส่งผลให้ผลผลิตดีขึ้น [10] หรืออาจอธิบายได้ว่าเป็นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ในการจัดการฟาร์ม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และลดความเสี่ยงของการผลิต โดยอาจใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ระบบเซนเซอร์ตรวจสอบสภาพแวดล้อม ระบบรายงานผลผลิตผ่านอินเทอร์เน็ต ระบบควบคุมการให้น้ำ และปุ๋ยอัตโนมัติ

การใช้หุ่นยนต์ [11] ในการเก็บเกี่ยวผลผลิต การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการวิเคราะห์และจัดการฟาร์ม ซึ่งจะช่วยเพิ่มคุณภาพ และปริมาณผลผลิตให้สูงขึ้น [12] และลดต้นทุนการผลิต อีกทั้งยังช่วยให้เกษตรกรสามารถติดตาม และปรับปรุงการจัดการฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยองค์ประกอบที่สำคัญในการทำฟาร์มอัจฉริยะจะต้องมี 3 ด้าน คือ 1) การระบุตำแหน่งพื้นที่เพาะปลูก 2) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรงกับระยะเวลาของการเพาะปลูกพืช 3) การบริหารจัดการพื้นที่โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมไม่สิ้นเปลืองทรัพยากร และต้องเข้ากับการเพาะปลูกพืชในชนิดนั้น ๆ การทำฟาร์มอัจฉริยะเป็นเรื่องของความแม่นยำเพื่อนำไปสู่การเพาะปลูกพืชที่เข้ากับพื้นที่บริเวณนั้น ผ่านการตัดสินใจบนข้อมูลที่ถูกต้อง โดยช่วยลดต้นทุนกระบวนการผลิต เพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ สร้างมาตรฐานการผลิต ควบคุมคุณภาพผลผลิตได้ตามที่ลูกค้าต้องการ ผลผลิตจึงได้ราคาสูงกว่าฟาร์มทั่วไป

2.2 เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ

เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะเป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการทำฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ และแม่นยำ ซึ่งครอบคลุมทุกมิติของการทำเกษตร เช่น การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการประเมินผล โดยการรับข้อมูลจะใช้เทคโนโลยีการนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite Systems: GNSS) มาใช้ในการทำแผนที่ และเก็บข้อมูล เกี่ยวกับคุณสมบัติด้านต่าง ๆ เพื่อให้การจัดการเกษตรมีประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ การวิเคราะห์ และประเมินข้อมูลจะช่วยให้การกำหนดขอบเขตการจัดการฟาร์ม ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูงสุด และลดความเสี่ยงในการทำเกษตรมากที่สุด [13]

2.3 อินเทอร์เน็ตประสาทรสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT)

IoT เป็นเทคโนโลยีที่ปฏิวัติวงการ ซึ่งแสดงถึงอนาคตของการสื่อสาร และการประมวลผล ทุกวันนี้ IoT ถูกใช้ในทุกสาขา เช่น บ้านอัจฉริยะ ระบบควบคุมการจราจรอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ เป็นต้น พื้นที่ของการนำ IoT ไปใช้นั้นกว้างใหญ่ และสามารถนำมาใช้ได้ในทุกสาขา [14] การพัฒนาของเทคโนโลยี IoT เป็นไปอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเกษตรกรรม ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในวิธีการทำเกษตรแบบเดิม เป็นการนำเกษตรอัจฉริยะโดยใช้เทคโนโลยี เนื่องจากประชากรโลกจะเพิ่มขึ้น 30% ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจะมีความต้องการสูงมากภายในปี 2593 ในทางกลับกันแรงงานในภาคการเกษตรจะลดน้อยลง เนื่องจากจะเกิดการอพยพของคนไปยังเมืองใหญ่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับการเพาะปลูกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ กิจกรรม

การเกษตรส่วนใหญ่จึงต้องเป็นแบบอัตโนมัติเพื่อตอบสนองความต้องการอาหาร IoT และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจะเป็นทางออกที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหาความต้องการด้านการเกษตรและอาหาร [15]

2.4 คลาวด์คอมพิวติง (Cloud Computing)

คลาวด์คอมพิวติง หรือการประมวลผลแบบคลาวด์ เป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับใช้ในการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ และข้อมูลที่มีความซับซ้อน โดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาคอมพิวเตอร์ พื้นที่เก็บข้อมูล และแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นที่นิยมในการนำเอาคลาวด์คอมพิวติงไปใช้ในการจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ และประมวลผลบนคลาวด์ ซึ่งการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่เป็นงานที่ต้องใช้ระยะเวลา คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการจัดการจำเป็นต้องมีโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่เพื่อใช้ในการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล [16]

2.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML)

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์เสมือนเป็นสมองของ AI เป็นสหสาขาวิชาชีพที่ผสมผสานระหว่างวิทยาการคอมพิวเตอร์ และสถิติ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ และจำแนกประเภท และทำงานที่มนุษย์โดยทั่วไปต้องฝึกคอมพิวเตอร์ให้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างแม่นยำที่สุด เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น เมื่อเรียนรู้แล้วความรู้ที่ได้จะถูกเก็บไว้ในฐานความรู้ด้วยรูปแบบ การแทนความรู้บางอย่างโดยหนึ่ง เช่น กฎ ฟังก์ชัน ฯลฯ [17] การเรียนรู้ของเครื่องสามารถนำเอาไปประยุกต์ได้กับงานได้หลายประเภท เช่น การวิเคราะห์ใบหน้า เกมคอมพิวเตอร์ การจัดหมวดหมู่ข้อความอัตโนมัติ การทำนายตลาดหุ้น การคำนวณทางชีววิทยา การวิเคราะห์ DNA สำหรับการจำแนกมะเร็ง การตรวจหาโรคลมชัก การเพิ่มประสิทธิภาพศูนย์บริการข้อมูลด้านการแพทย์

2.6 กระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรกรรม

งานด้านการเกษตรเป็นงานที่มีความท้าทายอย่างมาก จึงเป็นที่นิยมนำเอาเทคนิคต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ ในกระบวนการตรวจสอบ และทำนายในภาคเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.6.1 การทำนายผลผลิต (Yield Prediction) หลายปัจจัยที่สามารถช่วยให้ได้รับผลผลิตสูงสุดของด้านการเกษตรคือการทำนายผลผลิตของพืช ซึ่งปัจจัยที่วุ่นนี้ประกอบด้วย ความอุดมสมบูรณ์ของดิน กระบวนการให้น้ำ สภาพอากาศ

และการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งหากเกษตรกรไม่ปฏิบัติตามปัจจัยที่สำคัญนี้ อย่างถูกต้อง ในระหว่างการทำฟาร์มย่อมมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดความเสียหายต่อพืชผล

2.6.2 การตรวจจับศัตรู และโรคพืช (Pest and Diseases Detection) ศัตรูพืช และโรคเป็นปัญหาหลักประการหนึ่งในการเกษตรในปัจจุบัน วิธีหนึ่งในการควบคุมโรค และแมลงศัตรูพืช คือการฉีดพ่นยาฆ่าแมลงให้ทั่วพืชผลอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งต้องใช้ประสิทธิภาพสูงแต่ไม่ประหยัด และยังคงก่อให้เกิดความเสี่ยงของผลข้างเคียง เช่น การปนเปื้อนในน้ำบาดาล และผลกระทบต่อสัตว์ป่า และระบบนิเวศ

2.6.3 การจัดการดิน (Soil Management) ดินถือเป็นส่วนสำคัญในด้านประสิทธิภาพของผลผลิต ความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ผลผลิตที่มีผลต่อสุขภาพของเกษตรกรทั้งทางตรงและทางอ้อม ดินมีกระบวนการที่ซับซ้อน และกลไกที่ไม่ชัดเจน เช่น อุณหภูมิของดินมีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบความแปรผันของภูมิอากาศและสภาพสิ่งแวดล้อมได้อย่างแม่นยำ ซึ่ง ML มีบทบาทสำคัญในการวัดอุณหภูมิดิน และความชื้นเพื่อให้เข้าใจระบบนิเวศและผลกระทบต่อเกษตรกร

2.6.4 การรับรู้ในพืช (How to Recognize a Plant) ML สามารถช่วยในการวิเคราะห์ จากรูปร่าง และสีของใบพืช ได้ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ และเร็วขึ้นจากการวิเคราะห์สัญญาณวิทยาของเส้นใบ รวมถึงให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของใบ สามารถช่วยในการตรวจสอบ และจัดหมวดหมู่พันธุ์พืชได้อัตโนมัติ ช่วยแก้ไขปัญหาการขาดความเชี่ยวชาญของผู้ใช้ และลดเวลาในการจัดหมวดหมู่ [18]

2.6.5 การจัดการคุณภาพของผลผลิต (How to Manage Quality of Crop) การเพิ่มมูลค่า และลดการสูญเสียในผลผลิต สามารถจำแนกคุณภาพของพืชผลโดยมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดจากกระบวนการผลิต เช่นแบบจำลองสำหรับการตรวจจับ และจำแนกประเภทของสิ่งแปลกปลอมจากวัชพืชในกระบวนการเก็บเกี่ยว

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัย [19] พัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตชุดควบคุมสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ และความชื้นในอากาศ รวมไปถึงความชื้นในดิน เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกสบาย ประหยัดเวลา ผ่านระบบ

เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) ด้วยเทคโนโลยี 3G, 4G หรือ WiFi และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านสมาร์ทโฟน ผลลัพธ์ที่ได้ ข้อมูลที่ส่งจากเครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายเป็นข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจุบัน และข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต และทำนายอนาคตผลผลิตได้ งานวิจัย [20] ศึกษาเรื่อง Efficient Crop Yield Recommendation Systems Using Machine Learning for Digital Farming เพื่อช่วยเจ้าของฟาร์มในการตัดสินใจคุณภาพดินโดยการตรวจสอบขอบเขตที่แตกต่างกัน และแนะนำพืชผล โดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูลคำนวณการจัดเรียงของ Help Vector Machine เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการข้อเสนอแนะ การเก็บเกี่ยว รูปแบบที่นำเสนอจะทำการพยากรณ์การเก็บเกี่ยวที่สมเหตุสมผลและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับธาตุอาหารในดินที่ควรเพิ่มเติมสำหรับการเก็บเกี่ยว ผลการวิจัยพบว่าสามารถช่วยในการแนะนำข้อมูลแก่เกษตรกรรายใหม่ได้ดี

งานวิจัย [21] พัฒนาระบบช่วยตัดสินใจในการปลูกพืชทางเกษตรสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทำการพัฒนาระบบช่วยตัดสินใจประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของอุปกรณ์ตรวจสอบดิน และส่วนของแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลพืชที่เหมาะสม ผลการวิจัยพบว่า 1) อุปกรณ์สามารถตรวจสอบดิน และส่งค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่า pH และค่าความสมบูรณ์ (NPK) ของดินไปยังแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) แอปพลิเคชันสามารถแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่า pH และค่าความสมบูรณ์ (NPK) ของดินที่ทำการตรวจสอบ พร้อมแสดงผลการแนะนำชนิดพืชที่เหมาะสมกับดินที่ทำการตรวจสอบมากที่สุด 1 ชนิด จากนั้นแสดงรายละเอียดข้อมูลของพืช คำแนะนำวิธีการดูแลพืชซึ่งประกอบไปด้วย (1) ข้อมูลวิธีการเตรียมดิน (2) ข้อมูลวิธีการดูแลพืช (3) ข้อมูลวิธีการใส่ปุ๋ย (3) ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าอุปกรณ์ตรวจสอบดินมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และแอปพลิเคชันมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 3.97 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61) และ 4) ผลการประเมินความพึงพอใจ โดยผู้ใช้งานอยู่ในระดับดีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70)

งานวิจัย [22] เรื่อง การประยุกต์ใช้เครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ไร้สายสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ สำหรับการปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ที่ต้องมีการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

และต้องมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสมผสานสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) มาใช้ในการควบคุมปัจจัยการเจริญเติบโตด้วยเซิร์ฟเวอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และความชื้นในดิน ผลการวิจัยพบว่าเซิร์ฟเวอร์สามารถตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน และส่งข้อมูลไปเก็บที่เครื่องแม่ข่าย (Server Node) เพื่อประมวลผล ระบบจะทำงานแบบอัตโนมัติ หากตรวจพบความผิดปกติ ระบบจะทำงานช่วยให้เกษตรกรประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายจากเดิม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในการศึกษา และออกแบบกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย มีวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ศึกษากระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงของประเทศไทย

3.1.2 ศึกษาการทำการเกษตรที่นำเอาระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการดูแลการเพาะปลูก รวมไปถึงกระบวนการผลิต

3.1.3 ศึกษาการทำการเกษตรที่นำเอาข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่จำเป็นในการเพาะปลูกพืช

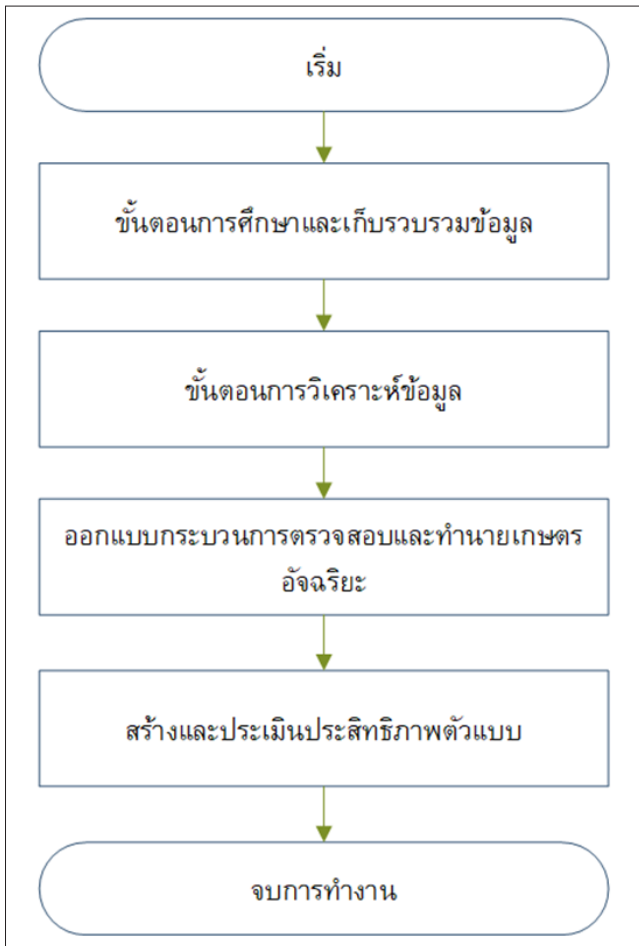
3.1.4 ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยี และนวัตกรรมรวมถึงเครื่องมือ เครื่องจักรกลอัจฉริยะ เทคโนโลยีดิจิทัลด้านการเกษตรกับบริบทของเกษตรอัจฉริยะของไทย

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 1 จากภาพที่ 1 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นตอนการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลภาคการเกษตรของประเทศไทยเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีดิจิทัล มาประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับการทำเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมเป็นเกษตรอัจฉริยะ โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือผู้ใช้เกษตรอัจฉริยะจำนวนทั้งสิ้น 132 ตัวอย่าง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หากระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งจำแนกตามลักษณะของการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรมในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล ระบบติดตามตำแหน่ง

พลังงานแสงอาทิตย์ อากาศยานไร้คนขับ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบตรวจสอบการให้น้ำ ระบบตรวจสอบอุณหภูมิ ระบบตรวจสอบความชื้นสัมพัทธ์ ระบบตรวจสอบแสงสว่าง ระบบตรวจสอบความชื้นในดิน ระบบตรวจสอบค่าความเป็นกรด ด่าง และระบบตรวจสอบการให้ปุ๋ย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้ศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลจากขั้นตอนการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เพื่อหากระบวนการทำงานด้านเกษตรอัจฉริยะ ประกอบด้วยกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย โดยจำแนกเป็นการใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ข้อมูล เทคโนโลยีระบุตำแหน่ง ระบบการตรวจสอบแสงสว่าง เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ ระบบควบคุมน้ำ ระบบตรวจสอบอุณหภูมิ ระบบตรวจสอบความชื้นสัมพัทธ์ ระบบตรวจสอบความชื้นในดิน ระบบตรวจสอบค่าความเป็นกรด/ ด่างของดิน ระบบการตรวจสอบปุ๋ย

เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงกระบวนการทำงานต่าง ๆ ของเกษตรกรในแต่ละประเด็น จากนั้นนำเอาผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้ในการออกแบบกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทยต่อไป

3.2.3 ขั้นตอนการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะ ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์มาออกแบบขั้นตอนการตรวจสอบ และทำนายระบบเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูง จากนั้นทำการสร้างแผนภาพตัวแบบการทำฟาร์มอัจฉริยะที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านการเกษตร ด้านเทคโนโลยี IoT ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นต้นแบบที่แสดงถึงองค์ประกอบการทำฟาร์มอัจฉริยะที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านการเกษตรและเทคโนโลยีสำหรับเกษตรอัจฉริยะ

3.2.4 ขั้นตอนสร้างและประเมินประสิทธิภาพตัวแบบเพื่อทดสอบตัวแบบการทำฟาร์มอัจฉริยะ ผู้วิจัยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) นำข้อมูลการเพาะปลูกที่จัดเก็บโดยเทคโนโลยี IoT จำนวน 8,100 รายการเข้าสู่เครื่องมือ Google Colab โดยใช้ไฟล์ CSV เพื่อสร้างตัวแบบ
- 2) ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และจัดการลบข้อมูลแถวที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ทิ้ง เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องที่สามารถนำมาใช้สร้างตัวแบบ ตัวอย่างข้อมูลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ แสดงดังภาพที่ 2

Date Time	crop	ghl	week	days	temp	humid	sun	n	p	k	rain	cloud
01.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	1.00	21.50	67.50	6.80	21.00	21.00	21.00	0.00	0.00
02.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	2.00	21.80	59.50	8.60	21.00	21.00	21.00	0.00	0.00
03.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.00	0.00	8.80	21.00	21.00	21.00	0.00	5.00
04.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	4.00	0.00	0.00	8.00	21.00	21.00	21.00	0.00	0.00
05.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	5.00	0.00	0.00	6.60	21.00	21.00	21.00	0.00	5.00
06.02.2020 0:00	1.00	1.00	1.00	6.00	21.10	58.50	7.50	21.00	21.00	21.00	0.00	14.00

ภาพที่ 2 ตัวอย่างชุดข้อมูลที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

3. แบ่งชุดข้อมูลทั้งหมดเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบ 70% และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ 30%

4. นำชุดข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบมาใช้สร้างตัวแบบ Linear Regression โดยใช้ชุดคำสั่งบนเครื่องมือ Google Colab

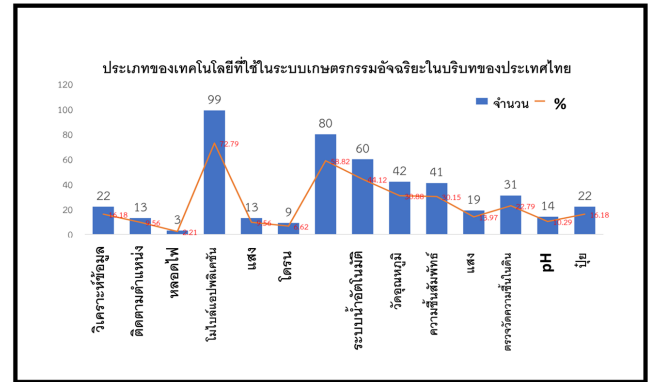
5. ประเมินประสิทธิภาพโดยการนำชุดข้อมูลสำหรับทดสอบความแม่นยำของตัวแบบ แสดงดังภาพที่ 3

```
# Train the model
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.pipeline import Pipeline
from sklearn.impute import SimpleImputer
from sklearn.preprocessing import StandardScaler, OneHotEncoder
from sklearn.linear_model import LinearRegression
import numpy as np

numeric_features = ['days', 'temp', 'humid', 'water', 'sun', 'rain']
numeric_transformer = Pipeline(steps=[
    ('scaler', StandardScaler())])

categorical_features = []
categorical_transformer = Pipeline(steps=[
    ('onehot', OneHotEncoder(handle_unknown='ignore'))])
```

ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำสั่งสร้างตัวแบบด้วยภาษา python บน Google Colab



ภาพที่ 4 เทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการทำนาย และตรวจสอบการเกษตรอัจฉริยะ

4. ผลการดำเนินงาน

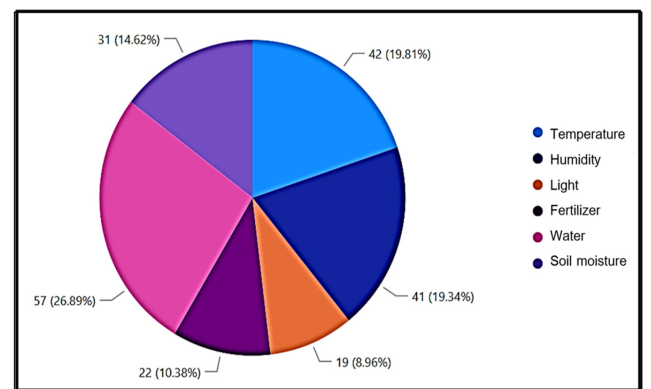
ผลการออกแบบกระบวนการตรวจสอบ และทำนาย เกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูง มีดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย ได้แก่

1) ผลการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ระบบ เกษตรกรรมอัจฉริยะที่นำเอาเทคโนโลยีดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ ในการทำการเกษตรของไทยหรือที่เรียกว่าเกษตรอัจฉริยะ แบ่งเป็น 5 กลุ่มประกอบด้วยกลุ่มภาครัฐ กลุ่มบริษัทเอกชน กลุ่มสถาบันการศึกษา กลุ่มสถาบันการศึกษาร่วมกับ เกษตรกร และกลุ่มของเกษตรกร โดยกลุ่มที่มีการนำ เทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้มากที่สุด คือ เกษตรกรจำนวน 88 ราย คิดเป็น 66.67% รองลงมา คือ สถาบันการศึกษามีจำนวน 15 ราย คิดเป็น 11.36 % สถาบันการศึกษาร่วมกับเกษตรกร จำนวน 13 ราย คิดเป็น 9.85% บริษัท จำนวน 11 ราย คิดเป็น 8.33% และภาครัฐ จำนวน 5 ราย คิดเป็น 3.97%

2) ผลการศึกษาด้านเทคโนโลยีที่ใช้พบว่า มีการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีด้านการเกษตรจำนวนมาก โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ คือ การวิเคราะห์ตำแหน่ง การระบุตำแหน่ง ระบบหลอดไฟ ส่องสว่าง ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เทคโนโลยีอากาศยาน ไร้คนขับ ระบบควบคุมอัตโนมัติ ระบบตรวจสอบการให้น้ำ ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง ความชื้นในดิน ตรวจวัดค่าปุ๋ย และตรวจวัดปุ๋ย แสดงดังภาพที่ 4

จากภาพที่ 4 ผลการศึกษาด้านประเภทของเทคโนโลยี ที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะ ในบริบทของประเทศไทย พบว่าเทคโนโลยีที่มีการนำมาใช้ มากที่สุดคือ โมบายล์แอปพลิเคชัน จำนวน 99 ราย คิดเป็น 72.79%



ภาพที่ 5 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำหรับตรวจสอบ

รองลงมา คือ ระบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวน 80 ราย คิดเป็น 58.82% และระบบตรวจสอบการให้น้ำ จำนวน 60 ราย คิดเป็น 44.42% ในทางตรงกันข้ามเทคโนโลยีที่มีการนำมา ประยุกต์ใช้น้อยที่สุด คือ การประยุกต์ใช้หลอดไฟแสงสว่าง จำนวน 3 ราย คิดเป็น 2.21% รองลงมา คือ เทคโนโลยีโดรน จำนวน 9 รายคิดเป็น 6.62% และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบติดตามตำแหน่งจำนวน 13 รายคิดเป็น 9.56%

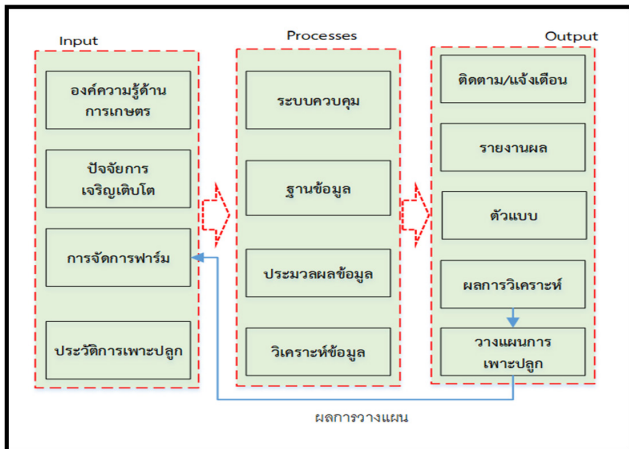
3) ผลการศึกษานำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อการสนับสนุนการตัดสินใจในการทำการเกษตร พบว่ามีการนำไปประยุกต์ใช้ในพืชมากที่สุดจำนวน 43 ราย คิดเป็น 73.21% สัตว์บกจำนวน 7 ราย คิดเป็น 12.5% และสัตว์น้ำจำนวน 6 ราย คิดเป็น 10.71%

4) ผลการศึกษานำเทคโนโลยีไปใช้การทำงานระบบ ควบคุมอัตโนมัติ พบว่ามีการนำไปประยุกต์ใช้ในพืช มากที่สุดจำนวน 66 ราย คิดเป็น 76.74% สัตว์น้ำ จำนวน 12 ราย คิดเป็น 13.95% และสัตว์น้ำ จำนวน 8 ราย คิดเป็น 9.3%

5) ผลการศึกษาการนำเทคโนโลยีไปใช้ด้านการตรวจสอบเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่ามีการนำไปใช้เกี่ยวกับการจัดการน้ำจำนวน 57 ราย คิดเป็น 26.89% ตรวจวัดอุณหภูมิจำนวน 42 ราย คิดเป็น 19.81% ตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ 41 ราย คิดเป็น 19.34% ตรวจสอบค่าปุ๋ยจำนวน 31 ราย คิดเป็น 14.62% ตรวจวัดความชื้นในดิน 22 ราย คิดเป็น 10.38% และตรวจวัดแสงจำนวน 19 ราย คิดเป็น 8.96% แสดงดังภาพที่ 5

4.2 ผลการออกแบบกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของประเทศไทย

ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์การทำเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทยที่มีการนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช พบว่ามีแตกต่างตามชนิดและพื้นที่ของการปลูกพืช ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบแนวคิดของกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของประเทศไทย ดังภาพที่ 6

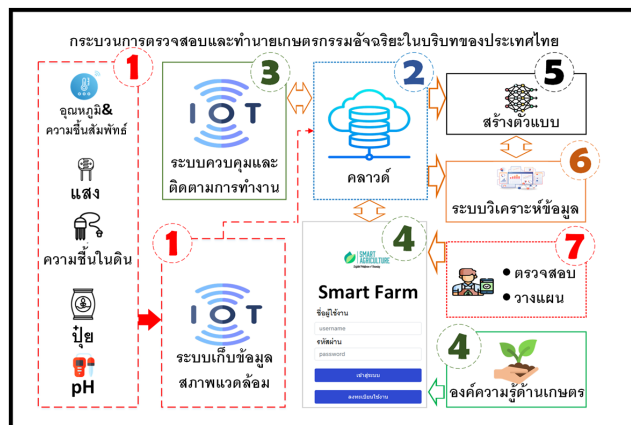


ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดของกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของประเทศไทย

จากภาพที่ 6 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูล เป็นส่วนของการรวบรวมข้อมูลที่สำคัญด้านการเกษตรและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตประกอบด้วยองค์ความรู้ และภูมิปัญญาของเกษตรกร ข้อมูลปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช ข้อมูลจัดการฟาร์ม และข้อมูลประวัติ

การเพาะปลูก 2) ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล เป็นส่วนของการจัดการข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ประกอบด้วย ฐานข้อมูล การประมวลผล และการวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นตอนรายงานผล เป็นส่วนของการรายงานผลการติดตาม และแจ้งเตือน รายงานผลการวิเคราะห์ และการนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการปลูกในครั้งต่อไป

จากภาพที่ 6 สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติของกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทย และความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทย

จากภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการตรวจสอบและทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทย โดยระบบนี้ประกอบด้วยส่วนประกอบที่มีหน้าที่แตกต่างกัน 7 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชด้วยเทคโนโลยี IoT ส่วนนี้ทำหน้าที่รับข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง ความชื้นในดิน ปุ๋ย และ ค่า pH จากนั้นเป็นต้นแล้วส่งข้อมูลไปเก็บบนระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 2 ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นแหล่งจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ โดยรับข้อมูลจากระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชด้วยเทคโนโลยี IoT และแพลตฟอร์มการจัดการฟาร์ม แล้วนำข้อมูลมาประมวลผล เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างตัวแบบ และการวางแผนการเพาะปลูก

ส่วนที่ 3 ระบบควบคุมติดตามการทำงาน ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการรับ และส่งข้อมูลระหว่างระบบคลาวด์ด้วยเทคโนโลยี IoT และแพลตฟอร์มการจัดการฟาร์ม แล้วส่งคำสั่งไปยังระบบการทำงาน เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย

ส่วนที่ 4 แพลตฟอร์มการจัดการฟาร์ม เป็นส่วนของโมบายแอปพลิเคชัน และเว็บแอปพลิเคชันที่ให้เกษตรกรสามารถนำเข้าข้อมูลต่างๆ เช่น กิจกรรมในฟาร์ม และองค์ความรู้ด้านการเกษตรเพื่อใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก และการจัดการฟาร์ม รวมถึงการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลบนระบบคลาวด์

ส่วนที่ 5 การสร้างตัวแบบ เป็นส่วนของการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง เพื่อสร้างตัวแบบที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระบบคลาวด์ และระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเจริญเติบโตของพืชตัวแบบนี้สามารถทำนายผลการเกษตรและให้ข้อมูลสำหรับการวางแผนการเพาะปลูกในอนาคตได้

ส่วนที่ 6 ระบบวิเคราะห์ข้อมูล เป็นระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระบบคลาวด์ และระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช เพื่อหาความสัมพันธ์และแนวโน้มของข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดการฟาร์ม และการวางแผนการเพาะปลูก

ส่วนที่ 7 ระบบวางแผน เป็นระบบที่ใช้ข้อมูล มาวิเคราะห์และประมวลผลแล้ว เพื่อใช้ในการวางแผนกิจกรรมในฟาร์ม ตั้งแต่การเพาะปลูกพืช การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การควบคุมศัตรูพืช เป็นต้น และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการติดตาม และประเมินผลการทำงานในฟาร์ม

สรุปภาพรวมของกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะในบริบทของประเทศไทย เริ่มจากในส่วนของการปลูก จะมีการเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม และปัจจัยการเพาะปลูก โดยใช้เซนเซอร์ต่าง ๆ และทำการรวบรวมข้อมูลด้วยระบบเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ทำงานด้วยเทคโนโลยี IoT (หมายเลข 1) นำข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ไปเก็บไว้บนคลาวด์ (หมายเลข 2) ซึ่งคลาวด์จะทำหน้าที่ในการจัดเก็บ และประมวลผลข้อมูล ในด้านระบบควบคุม และติดตามการทำงาน (หมายเลข 3) ทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงข้อมูลบนคลาวด์ เพื่อนำผลของการประมวลผลข้อมูลไปใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และในด้านการจัดการฟาร์ม เกษตรกรใช้แพลตฟอร์มการจัดการฟาร์ม (หมายเลข 4)

ในการจัดการข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ของฟาร์ม รวมถึงองค์ความรู้ด้านการเกษตรและข้อมูลการวางแผนการผลิต (หมายเลข 7)

เมื่อข้อมูลมีจำนวนมากข้อมูลจะถูกนำไปใช้สำหรับสร้างตัวแบบ (หมายเลข 5) โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเมื่อได้ตัวแบบแล้วจึงนำไปใช้สำหรับทำงานร่วมกับระบบวิเคราะห์ข้อมูล (หมายเลข 6) เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้เกษตรกรสามารถตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูง

4.3 ผลการใช้ระบบ IoT ในการเพาะปลูก

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือวิจัย ในส่วนของระบบ IoT ในการควบคุม ติดตาม และจัดเก็บข้อมูลปัจจัยการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งในการทดลองนี้ผู้วิจัยทดลองการปลูกเมลอนเพื่อเปรียบเทียบผลของการปลูกในโรงเรือนที่ปลูกแบบดั้งเดิม และโรงเรือนที่ใช้ระบบ IoT ขนาดของโรงเรือน 6 x 12 เมตร โรงเรือนละ 200 ต้นเท่ากัน ในระยะเวลา 1 ปี จำนวน 3 รอบ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนต้นคงเหลือ

รอบที่	จำนวนคงเหลือ (ต้น)			
	ระบบดั้งเดิม	ระบบ IoT	ผลต่าง	คิดเป็น (%)
1	185	195	10	5.13
2	180	191	11	5.76
3	181	192	11	5.73
ค่าเฉลี่ย	182	193	11	6

จากตารางที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าการปลูกเมลอนด้วยระบบ IoT มีจำนวนต้นคงเหลือมากกว่าการปลูกในแบบดั้งเดิมเฉลี่ย 11 ต้น คิดเป็น 6%

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักผลเฉลี่ย

รอบที่	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กิโลกรัม)			
	ระบบดั้งเดิม	ระบบ IoT	ผลต่าง	คิดเป็น (%)
1	1.30	1.70	0.40	23.53
2	1.30	1.60	0.30	18.75
3	1.40	1.70	0.30	17.65
ค่าเฉลี่ย	1.33	1.67	0.33	19.98

จากตารางที่ 2 แสดงการปลูกเมลอนด้วยระบบ IoT มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักมากกว่าปลูกแบบดั้งเดิม 0.33 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 รายได้จากผลผลิต

รอบที่	รายได้ผลผลิต (บาท)			
	ระบบ ดั้งเดิม	ระบบ IoT	ผลต่าง	คิดเป็น (%)
1	19,240.00	26,520.00	7,280.00	27.45
2	18,720.00	24,448.00	5,728.00	23.43
3	20,272.00	26,112.00	5,840.00	22.37
ค่าเฉลี่ย	19,410.67	25,693.33	6,282.67	22.42

จากตารางที่ 3 พบว่าการปลูกเมลอนด้วยระบบ IoT มีรายได้มากกว่าการปลูกแบบดั้งเดิมเฉลี่ย 6,282.67 บาท

4.4 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพตัวแบบ

ตัวแบบที่ได้เป็นการนำปัจจัยที่ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสง ความชื้นในดิน ปุ๋ย และ ค่า pH มาสร้างเป็นตัวแบบด้วยเทคนิค Linear Regression ทั้งนี้ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของตัวแบบที่สร้างขึ้นมา รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบตัวแบบเพื่อเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดในการนำไปใช้งาน การวัดประสิทธิภาพการจำแนกประเภทสามารถใช้เครื่องมือหรือตัวชี้วัดดังนี้

Confusion Matrix เป็นตารางแสดงจำนวนของข้อมูลในแต่ละประเภทที่ถูกจำแนกด้วยตัวแบบ [23] แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 Confusion Matrix

		Predicted Class	
		Positive	Negative
Actual Class	Positive	TP	FN
	Negative	FP	TN

โดยที่ Confusion Matrix มีตัวชี้วัดคือ

1) ค่าความแม่นยำ (Accuracy) คือ ค่าความแม่นยำในการจำแนกประเภทของข้อมูล โดยคิดจากสมการ (1)

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (1)$$

2) ค่าความเที่ยง (Precision) คิดจากสมการ (2)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

3) ค่าความระลึก (Recall) คิดจากสมการ (3)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

4) F-Measure คือ ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ และค่าความระลึก โดยคิดจากสมการ (4)

$$F - Measure = \frac{2 * Recall * Precision}{Recall + Precision} \quad (4)$$

โดยที่

TP คือ จำนวนที่ตอบว่า Positive และเป็นจริง

TN คือ จำนวนที่ตอบว่า Negative และเป็นจริง

FP คือ จำนวนที่ตอบว่า Positive แต่ไม่เป็นจริง

FN คือ จำนวนที่ตอบว่า Negative แต่ไม่เป็นจริง

ผลการประเมินประสิทธิภาพตัวแบบพบว่าค่าความแม่นยำมีค่าระดับ 90% แสดงดังภาพที่ 8

```
[ ] # Classification Report
from sklearn import metrics

print(metrics.classification_report(predictions,y_test))
```

	precision	recall	f1-score	support
0	0.94	0.89	0.91	18
1	0.85	0.92	0.88	12
accuracy			0.90	30
macro avg	0.89	0.90	0.90	30
weighted avg	0.90	0.90	0.90	30

ภาพที่ 8 ผลการวัดความแม่นยำ

จากภาพที่ 8 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบในการจำแนกข้อมูล (Confusion Matrix) พบว่า ค่าประสิทธิภาพของตัวแบบประกอบด้วยค่าความเที่ยง (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความสามารถการจำแนกข้อมูล (F-Measure) โดยภาพรวมพบว่าตัวแบบมีความแม่นยำ 90% เมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่ม 0 (สิ่งที่ทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้น ในกรณีทำนายว่าเป็นเท็จ และสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเท็จ) และกลุ่ม 1 (สิ่งที่ทำนายตรงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีทำนายว่าจริง และสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นจริง) พบว่า แต่ละกลุ่มมีค่าดังต่อไปนี้

กลุ่ม 0: มีค่าความเที่ยง 94% ค่าความระลึก 89% และค่าการจำแนกข้อมูล 91%

กลุ่ม 1: มีค่าความเที่ยง 85% ค่าความระลึกลับ 92% และค่าการจำแนกข้อมูล 88%

เมื่อทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความประสิทธิภาพและความแม่นยำของตัวแบบพบว่าปุ๋ย และอุณหภูมิมีผลต่อความแม่นยำของตัวแบบที่สร้างขึ้น

5. สรุป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา วิเคราะห์ และสร้างกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของการเกษตรไทย โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งเพื่อนำข้อมูลจากสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดเก็บ และบันทึกบนคลาวด์เพื่อประมวลผลวิเคราะห์เพื่อใช้ในการทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงและนำผลการวิจัยมาออกแบบเพื่อนำเสนอกระบวนการตรวจสอบ และทำนายเกษตรอัจฉริยะที่มีความแม่นยำสูงในบริบทของประเทศไทย

แพลตฟอร์มด้านการจัดการฟาร์มเพื่อช่วยเหลือ และนำเสนอสารสนเทศด้านการเกษตรให้กับเกษตรกรสำหรับการเพาะปลูกในอนาคตได้อย่างแม่นยำ และมีประสิทธิภาพในการใช้งาน รวมทั้งตัวแบบที่สร้างขึ้นมีค่าความแม่นยำที่สูง และสามารถทำนายผลได้อย่างถูกต้อง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] C. Giua, V. C. Materia, and L. Camanzi. "Smart farming technologies adoption: Which factors play a role in the digital transition," *Technology in Society*, Vol. 68, 101869, 2022.
- [2] M. K. Sott, L. B. Furstenau, L. M. Kipper, F. D. Giraldo, J. R. Lopez-Robles, M. J. Cobo, and M. A. Imran. "Precision techniques and agriculture 4.0 technologies to promote sustainability in the coffee sector: state of the art, challenges and future trends," *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 149854-149867, 2020.
- [3] R. Dagar, S. Som, and S. K. Khatri. "Smart farming-IoT in agriculture," *In 2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, IEEE, pp. 1052-1056, July 2018.

- [4] T. Panudech, W. Atthaphon, and P. Anupong. "A Cloud-Based AIoT Application in Smart Building," *RMUTL Engineering Journal*, Vol. 7, No. 1, pp. 52-61, 2022.
- [5] A. A. Laghari, K. Wu, R. A. Laghari, M. Ali, and A. A. Khan. "A review and state of art of Internet of Things (IoT)," *Archives of Computational Methods in Engineering*, pp. 1-19, 2012.
- [6] M. Lombardi, F. Pascale, and D. Santaniello. "Internet of things: A general overview between architectures protocols and applications," *Information*, Vol. 12, No. 2, 2021.
- [7] W. Attavanich, S. Chantararat, J. Chenphuengpaw, P. Mahasuweerachai, and K. Thampanishvong. "Farms farmers and farming: a perspective through data and behavioral insights", *Puey Ungphakorn Institute for Economic Research*, No. 122, 2019.
- [8] K. Pongsakorn, K. Somkit, P. Chalermchai, and T. Suriyajaras. "An Analysis of Young Farmer's Development Policies into Action for Food Security Upper Northern Region of Thailand," *Journal of Agricultural Production (JAP)*, Vol. 4. No. 3, pp. 75-92, 2022.
- [9] T. Pothong, P. Mekarun, and S. Choosumrong. "Development of Smart Farming Service System for Smart Farmer using FOSS4G and IoT," *Naresuan Agriculture Journal*, Vol. 16, No. 2, pp. 10-17, 2019.
- [10] J. Doshi, T. Patel, and S. Kumar Bharti. "Smart Farming using IoT a solution for optimally monitoring farming conditions," *Procedia Computer Science*, Vol. 160, pp. 746-751, 2019.
- [11] D. Pivoto, P. D. Waquil, E. Talamini, C. P. S. Finocchio, V. F. Dalla Corte, and G. de Vargas Mores. "Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil," *Information processing in agriculture*, Vol. 5, No. 1, pp. 21-32, 2018.
- [12] A. L. Virk, M. A. Noor, S. Fiaz, S. Hussain,

- H. A. Hussain, M. Rehman, and W. Ma. "Smart farming: an overview," *Smart Village Technology*, pp. 191-201, 2020.
- [13] A. T. Balafoutis, B. Beck, S. Fountas, Z. Tsiropoulos, J. Vangeyte, T. van der Wal, and S. M. Pedersen. "Smart farming technologies description taxonomy and economic impact," *In Precision agriculture: technology and economic perspectives*, pp. 21-77, 2017.
- [14] R. Dagar, S. Som, and S. K. Khatri. "Smart farming-IoT in agriculture," *In 2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, IEEE, pp. 1052-1056, July 2018.
- [15] M.R.M. Kassim. "IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges," *In 2020 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, IEEE, pp. 19-24, November 2020.
- [16] IAT. Hashem, I. Yaqoob, NB. Anuar, S. Mokhtar, and A. Gani. "The rise of big data on cloud computing: Review and open research issues," *Information systems*, Vol. 47, pp. 98-115, 2015.
- [17] G. S. Patel, A. Rai, N. N. Das, and R. P. Singh, (Eds). *Smart Agriculture: Emerging Pedagogies of Deep Learning Machine Learning and Internet of Things*, CRC Press. 2021.
- [18] M.R.M. Kassim. "IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges," *In 2020 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, IEEE, pp. 19-24, November 2020.
- [19] M. Amiri-Zarandi, R. A. Dara, E. Duncan, and E. D. Fraser. Big data privacy in smart farming: a review. *Sustainability*, Vol. 14, No. 15, 9120, 2022.
- [20] G. Suresh, A.S. Kumar, S. Lekashri, and R. Manikandan. "Efficient crop yield recommendation system using machine learning for digital farming," *International Journal of Modern Agriculture*, Vol. 10, No. 1, pp. 906-914, 2021.
- [21] K. Intichit, N. Hountim, and A. Phimparat. "Development of Decision-making System for Plant Agricultural Crops in the North Eastern Region: A Case Study of Sisaket Province," *Journal of Applied Information Technology*, Vol. 7, No. 1, pp. 7-17, 2021.
- [22] C. Rodmorn, M. Panmuang, and W. Jonglakha. "Application with the Wireless Sensor Network in Smart Farms," *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, Vol. 13, No. 2, pp. 315-329, 2021.
- [23] I. Markoulidakis, G. Kopsiaftis, I. Rallis, and I. Georgoulas. "Multi-Class Confusion Matrix Reduction method and its application on Net Promoter Score classification problem," *In The 14th pervasive technologies related to assistive environments conference*, pp. 412-419, 2021.