



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®

Artificial Intelligence & Internet of Things Research Laboratory, AI-IoT®

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถพล หมันสกุล

TNI

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น

กุมภาพันธ์ 2564

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®

Artificial Intelligence & Internet of Things Research Laboratory, AI-IoT®

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. อรรณพ หมั่นสกุล

TNI

สนับสนุนโดยทุนอุดหนุนการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

บทคัดย่อ

สัญญาเลขที่: 2002/A003

ชื่อโครงการ: การวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในบ้านนกแอ่นกินรังแบบแม่นยำสูง

ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ หมั่นสกุล

อีเมล: annop@tni.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 12 เดือน

การพัฒนาาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดเป็นฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง (Precision Edible-nest Swiftlet Farming) ซึ่งสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรชาวไทยในแง่ของการช่วยลดค่าใช้จ่ายในฟาร์มและเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตทางการเกษตร งานวิจัยนี้ได้เสนอการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมของฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูงด้วยการใช้เซ็นเซอร์ตรวจสอบสภาพอุณหภูมิ และความชื้น เพื่อกำหนดค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมบูรณ์และจุดไอน้ำกลั่นตัว ภายในฟาร์มที่เหมาะสมสำหรับการทำรังวางไข่ของนกแอ่นกินรัง ซึ่งอุปกรณ์ทำความชื้น และพัดลมระบายอากาศ จะทำงานแบบปรับเปลี่ยนอัตโนมัติตามการประมวลผลของเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึก ที่เกษตรกรสามารถบริหารจัดการผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน อย่างไรก็ดี ผลการทดลองกับฟาร์มตัวอย่างส่งผลทำให้จำนวนรังนกเพิ่มได้ถึง 10 เท่า ในระยะเวลา 6 เดือน และมีอัตราการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ

โดยทางผู้วิจัยได้ออกแบบการวิจัยสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ (กรณีศึกษา ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มนกแอ่นกินรัง) ด้วยการทดลองการออกแบบและทดลองกับอาคารภายในสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงในฟาร์มนกแอ่นกินรังของศูนย์การเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอบึงสามพัน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ให้การสนับสนุนเงินทุนการวิจัยตลอดโครงการวิจัย ขอกราบขอบพระคุณท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.รัตติกกร วรากุลศิริพันธุ์ ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิจัยมาโดยตลอด และขอขอบคุณท่าน อาจารย์ ดร. ศราวุธ นนท์ศิริ, อาจารย์ ดร. ประมุข บุญเสียง, อาจารย์ กานดา ทิวัฑฒานนท์ และอาจารย์ Dr. Ferdin Joe John Joseph ที่ร่วมวิจัย รวมถึงขอขอบคุณนักศึกษา นายนิศ มนต์บุรินทร์ ที่ช่วยปฏิบัติการทดลองการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ หมั่นสกุล
หัวหน้าโครงการวิจัย
กุมภาพันธ์ 2564

TNI

ผลงานจากโครงการห้องปฏิบัติการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

1. ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

- Ferdin Joe John Joseph, Sarayut Nonsiri, Annop Monsakul, “Keras and TensorFlow - A Hands on Experience.” *Advanced Deep Learning for Engineers and Scientists: A Practical Approach*, Springer Nature, Switzerland, December 2020.
- Ferdin Joe John Joseph and Sarayut Nonsiri, “Region Specific Opinion Mining from Tweets in a Mixed Political Scenario.” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer Verlag, Germany, October 2020.
- S. Nonsiri, P. Boonsieng, N. Vichaidis, S. Makdee, “The System Development of Real-Time Face Mask Detection.” *National Conference on Information Technology (NCIT2020)*, Chonburi, Thailand, October 2020.
- Pawared Cheacharoen, Monsicha Rattanakewmanee, Tanyaporn Kanignat, Sarayut Nonsiri, “The Development of reduce wasted for Thai-Nichi Institute of Technology.” *The 6th Thai-Nichi Institute of Technology Academic Conference (TNIAC2020)*, Bangkok, Thailand, May 2020.
- อรรถพล หมันสกุล, “ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มแม่นยำสูง ด้วยลอราส่วนบุคคล.” *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 (TNIAC2020)*, สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น กรุงเทพฯ, 21-22 พ.ค. 2563.
- อรรถพล หมันสกุล, ปราณิศา อิศรเสนา, ณปภัช วิชัยดิษฐ์, “การออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง.” *การประชุมวิชาการระดับชาติทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (NCIT2020)*, บางแสน ชลบุรี, 21-22 ตุลาคม 2563.

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- เชิงวิชาการ (มีการพัฒนาการเรียนการสอน/สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่)

3. อื่นๆ:

- รอบก่อนรองชนะเลิศ (Semi-Final) ของการแข่งขันรอบระดับนานาชาติในงาน Cisco Global Innovation Challenge 2020 ชื่อทีม Captain Thai-Nichi Team ในหัวข้อเรื่อง “IoT Solution for edible-nest swiftlet farming” เว็บไซต์อ้างอิง <https://cisco.innovationchallenge.com/cisco-global-problem-solver-challenge-2020>

รายงานโครงการห้องปฏิบัติการวิจัยสำหรับบุคลากรภายใน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ข้อ 1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®

(ภาษาอังกฤษ) Artificial Intelligence & Internet of Things Research Laboratory, AI-IoT®

ข้อ 2. ประเภทของงานวิจัย ☒งานวิจัยเชิงวิชาการ ☐งานวิจัยเพื่อการเรียนการสอน

ข้อ 3. สาขาที่ทำการวิจัย เทคโนโลยีสารสนเทศ

ข้อ 4. การบูรณาการกระบวนการวิจัยกับการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชา ระบบการสื่อสารและเครือข่าย 1 (INT-201) และ การออกแบบระบบเครือข่าย (ITE-408) โดยผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาเป็นเนื้อหาในรายวิชาดังกล่าวในหัวข้อพิเศษของเทคโนโลยีสื่อสารและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงหลักการทำงาน การนำไปประยุกต์ใช้ และผลของงานวิจัยนำไปแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ด้วยการสอนภาคบรรยายและภาคปฏิบัติในรายวิชาดังกล่าว

พันธกิจ ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®

- วิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้งาน
- บริการวิชาการ
- เรียนภาคปฏิบัติรายวิชาที่เกี่ยวข้องด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ข้อ 5. คณะผู้ดำเนินงานวิจัย

5.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) รศ.ดร.อรรณพ หมั่นสกุล (ภาษาอังกฤษ) Annop Monsakul

คุณวุฒิ

ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2542

ระดับปริญญาโท สาขาวิชาโครงข่ายโทรคมนาคมและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2549

ระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2556

ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ เทคโนโลยีเครือข่าย, ออกแบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

5.2 ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) อ.ดร.ศรายุทธ นนท์ศิริ (ภาษาอังกฤษ) Sarayut Nonsiri

คุณวุฒิ

ระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษา 2547

ระดับปริญญาโท

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2551

ระดับปริญญาเอก

D.Sc. (Tech) in Engineering Design and Production

Aalto University, School of Engineering, Finland, 2015

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ

Artificial Intelligence, Machine Learning, Software Engineering

5.3 ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) Ferdin Joe John Joseph

คุณวุฒิ

ระดับปริญญาตรี

Computer Science and Engineering

Anna University, Chennai, India, 2009

ระดับปริญญาโท

Computer Science and Engineering

Anna University, Chennai, India, 2011

ระดับปริญญาเอก

D.Sc. (Tech) in Engineering Design and Production

National Institute of Development Administration, Bangkok, 2015

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ

Internet of Things (IoT), Machine Learning, Data Science

5.4 ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) อ.ดร. ประมุข บุญเสียง (ภาษาอังกฤษ) Pramuk Boonsieng

คุณวุฒิ

ระดับปริญญาตรี

B.Eng. in Electrical Engineering (Telecommunication)

Sirindhorn International Institute of Technology,

Thammasat University, Thailand

ระดับปริญญาโท

M.Sc. in Communications (Digital Image Processing)

Sirindhorn International Institute of Technology,

Thammasat University, Thailand

ระดับปริญญาเอก

Ph.D. in Electronics and Communication Engineering

Sirindhorn International Institute of Technology,

Thammasat University, Thailand

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ Digital Image Processing, Computer Vision, Pattern Recognition

5.5 ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล(ภาษาไทย) อ. กานดา ทิวัตถานนท์ (ภาษาอังกฤษ) Kanda Tiwatthanont

คุณวุฒิ

ระดับปริญญาตรี Bachelor of Science Program in Management Technology at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand

ระดับปริญญาโท Master of Science Program in Information Management at National Institute of Development Administration, Thailand

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ Text Mining, Sentiment Analysis

5.6 ผู้ช่วยนักวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นายนิศ มนต์รินทร์ รหัสนักศึกษา 58122702-2 สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ข้อ 6. ผู้ทรงคุณวุฒิ หรือ ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

6.1 ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) รศ.ดร. รัตติกกร วรากุลศิริพันธุ์

(ภาษาอังกฤษ) Assoc. Prof. Dr. Ruttikorn Varakulsiripunth

คุณวุฒิสถิต Ph.D. in Electrical and Communications Engineering

ตำแหน่ง คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ความเชี่ยวชาญ Performance Analysis on Computer and Communication Networks, Mobile Communication, Wire and Wireless Communication Networks

ข้อ 7. รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัยที่นำเสนอขอรับทุนอุดหนุนการวิจัย โดยละเอียด โครงการ/กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

- ✓ ได้รับทุนวิจัย Takahashi Foundation ประจำปี 2562 เรื่อง “การหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง (巢を取る燕の養殖場の最適条件を見出す研究)” ในวงเงินทุนวิจัย 500,000 เยน (¥)
 - ✓ ได้รับเลือกให้เป็นตัวแทนประเทศไทย เพื่อเข้าร่วมการแข่งขัน “Global Cisco Innovation Challenge 2020” จากการเข้าร่วมการแข่งขัน “Cisco Innovation Challenge 2019” เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2562 จัดโดยบริษัท Cisco Systems (Thailand) Limited
- ซึ่งทีม Captain Thai-Nichi จากผลงาน “การควบคุมฟาร์มนกนางแอ่น” ได้รับการคัดเลือกเพื่อเป็นตัวแทนประเทศไทยในการเข้าร่วมการแข่งขันในระดับนานาชาติ เพื่อชิงเงินรางวัลมูลค่ากว่า 100,000 ดอลลาร์สหรัฐ (USD)
- อยู่ระหว่างการพิจารณาทุนวิจัยของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ เพื่อของบประมาณ ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2564

แพลตฟอร์ม (Platform) 3. การวิจัยและสร้างนวัตกรรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน
แผนงานหลัก แพลตฟอร์ม IoT เพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ BCG
ชื่อโครงการวิจัย “ต้นแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มนกแอ่นกินรังแบบแม่นยำสูง
เพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต”



สารบัญ

บทคัดย่อ	3
กิตติกรรมประกาศ	4
ผลงานจากโครงการห้องปฏิบัติการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น	5
สารบัญ	10
บทที่ 1 บทนำ	12
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	12
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา	13
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	13
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
1.5 การเผยแพร่ผลงานวิจัย	14
1.6 หน่วยงานที่คาดว่าจะมีการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์	14
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
1.8 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	15
1.9 ตารางแสดงภาระงานวิจัย	15
1.10 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล	15
1.11 อุปกรณ์การวิจัย	15
1.12 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ	16
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.2 เงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	22
3.1 ออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์	22
3.2 เงื่อนไขในการตัดสินใจด้วยปัญญาประดิษฐ์	23
3.3 การออกแบบเครื่องแม่ข่ายภายใต้การทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง	24
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	25
4.1 ผลการทดลอง	33
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	28
5.1 สรุปผลการวิจัย	28
5.2 แผนผังและภาพถ่ายห้องวิจัย	28

บทที่ 1

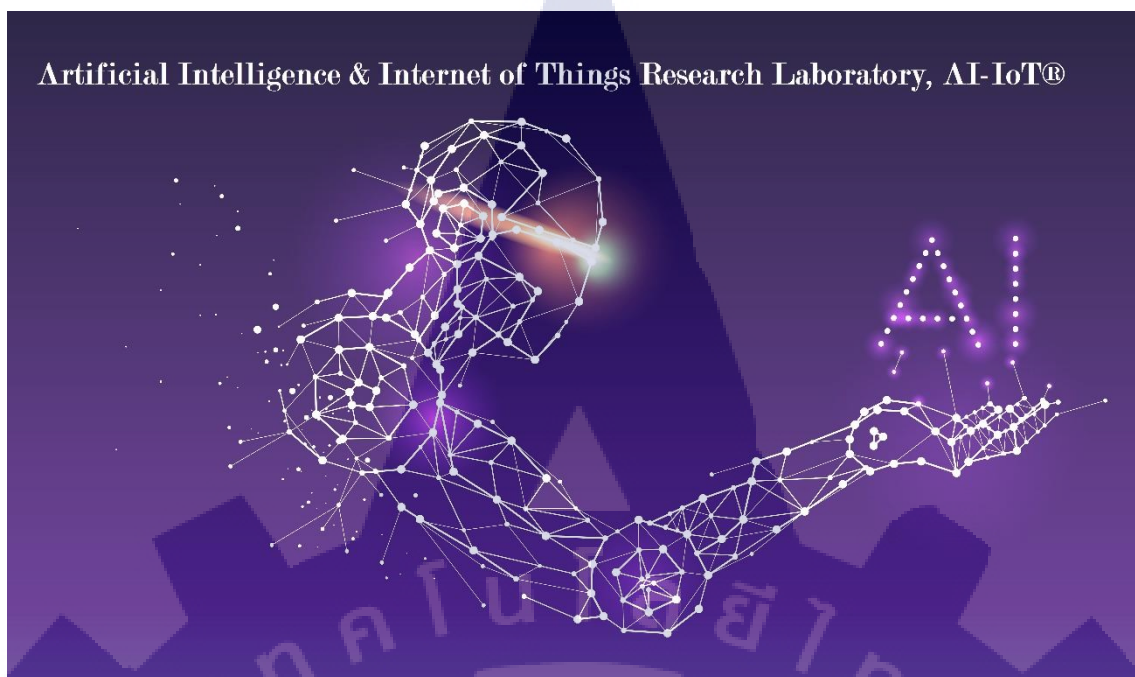
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย (ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง)

เป็นกลุ่มวิจัยที่เป็นรากฐานสำคัญในการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการสื่อสารและเครือข่าย เพื่อสร้างผลงานที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ในวิสัยทัศน์ Thailand 4.0 ด้วยการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ระบบอัจฉริยะ เพื่อการนำไปประยุกต์จากโจทย์วิจัยที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างยั่งยืน รวมถึง การถ่ายทอดเทคโนโลยี การร่วมวิจัยและพัฒนา และ การให้คำปรึกษา

โจทย์วิจัย/ความท้าทาย ได้แก่

- การเกษตรแนวใหม่ สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการทำนายและแนะนำการเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การแพทย์และสาธารณสุข สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการคัดกรองผู้ป่วยเบื้องต้น และการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์
- การศึกษา สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการจัดเนื้อหาการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและนักศึกษา
- อุตสาหกรรมการผลิต สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการจัดการวางแผนในโรงงานเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- อุตสาหกรรมการให้บริการ สามารถใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการตอบคำถามและช่วยเหลือลูกค้าแทนพนักงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
- แพลตฟอร์มบริการคลาวด์คอนเทนเนอร์สำหรับการประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- แพลตฟอร์มบริการการส่งต่อข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชันและบริการบนคลาวด์
- แพลตฟอร์มบริการบันทึกการถ่ายทอดการสื่อสาร
- เทคโนโลยีแนวหน้าด้านความมั่นคงปลอดภัยสารสนเทศ
- การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบริบทสำหรับการจราจรอัจฉริยะ
- การตรวจจับ Darknet ในอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- Real-time, sensor data and stream processing
- Descriptive / predictive / prescriptive data analytics and visualization



รูปที่ 1.1 ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อการวิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการสื่อสารและเครือข่ายวิศวกรรม
- 2) เพื่อเป็นศูนย์การบริการวิชาการด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 3) เพื่อเป็นห้องเรียนภาคปฏิบัติของนักศึกษาในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ขอบเขตด้านเนื้อหา: ครอบคลุมตามโจทย์วิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
- 2) ขอบเขตด้านเวลา: มีการประเมินผลงานของห้องปฏิบัติการวิจัยทุก ๆ 12 เดือน
- 3) ขอบเขตด้านสถานที่: ห้องปฏิบัติการวิจัยสามารถส่งเสริมกิจกรรม การส่งผลงานเข้าประกวด การจัดอบรม การเรียนการสอน เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีห้องปฏิบัติการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อสร้างผลงานวิจัยนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
- 2) มีห้องปฏิบัติการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อใช้ในการบริการวิชาการ
- 3) มีห้องปฏิบัติการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อใช้ในการเรียนการสอน

1.5 การเผยแพร่ผลงานวิจัย

- 1) ตีพิมพ์บทความวิจัยในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ อย่างน้อย 1 บทความ
- 2) ตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ อย่างน้อย 1 บทความ

1.6 หน่วยงานที่คาดว่าจะมีการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

- สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
- หน่วยงานภาครัฐและเอกชน
- สำนักงานวิจัยแห่งชาติ

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันงานด้านปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยทั่วโลก และมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดในหลายมิติ อย่างไรก็ตาม ยังมีโจทย์วิจัยที่ยังรอการวิจัยอย่างเป็นรูปธรรมมีมากมายที่ห้องวิจัยนี้สามารถสร้างผลงานวิจัยได้อย่างต่อเนื่อง ดังตัวอย่างงานวิจัย ดังนี้

- J. Xie, F. R. Yu, T. Huang, R. Xie, J. Liu, Y. Liu, "A survey of machine learning techniques applied to software defined networking (SDN): Research issues and challenges", IEEE Commun. Surveys Tuts., vol. 21, no. 1, pp. 393-430, 1st Quart. 2019.
- C. Song, Y. Park, K. Golani, Y. Kim, K. Bhatt, K. Goswami, "Machine-learning based threat-aware system in software defined networks", Proc. IEEE ICCCN, pp. 1-9, Jul./Aug. 2017.
- K. Bao, J. D. Matyjas, F. Hu, S. Kumar, "Intelligent software-defined mesh networks with link-failure adaptive traffic balancing", IEEE Trans. Cogn. Commun. Netw., vol. 4, no. 2, pp. 266-276, Jun. 2018.
- D. Côté, "Using machine learning in communication networks", J. Opt. Commun. Netw., vol. 10, no. 10, pp. D100-D109, Oct. 2018.
- C. Qiu, F. R. Yu, H. Yao, C. Jiang, F. Xu, C. Zhao, "Blockchain-based software-defined industrial Internet of Things: A dueling deep Q-learning approach", IEEE Internet Things J., vol. 6, no. 3, pp. 4627-4639, Jun. 2019.
- A. Dawoud, S. Shahrstani, C. Raun, "A deep learning framework to enhance software defined networks security", Proc. IEEE WAINA, pp. 709-714, May 2018.
- D. Rafique, L. Velasco, "Machine learning for network automation: Overview architecture and applications [invited tutorial]", J. Opt. Commun. Netw., vol. 10, no. 10, pp. D126-D143, Oct. 2018.

1.8 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

1.8.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ระยะเวลาในการดำเนินงาน ตั้งแต่ 1 มกราคม 2563 ถึง 31 ธันวาคม 2563

กิจกรรมการวิจัย		เดือน											
ขั้นตอนการดำเนินงาน	งบประมาณในการดำเนินงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.เสนอแผนการจัดตั้งห้องปฏิบัติการวิจัยฯ	0	✓	✓	✓									
2.ปรับปรุงห้องปฏิบัติการวิจัยฯ	สถาบันจัดหา			✓	✓	✓							
3.ดำเนินงานวิจัยและบริการวิชาการ	0				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.ประเมินผลงาน	0												✓

1.9 ตารางแสดงภาระงานวิจัย (ชั่วโมงการปฏิบัติงาน)

รายนามคณะผู้วิจัย	เนื้อหา/กิจกรรมที่รับผิดชอบในการทำวิจัย	สัดส่วนภาระงานในการทำวิจัย (%)	เทียบเป็นชั่วโมงการปฏิบัติงาน (ชั่วโมง/สัปดาห์/ภาคการศึกษา)
1. รศ.ดร.อรพรรณ หมั่นสกุล	ออกแบบการวิจัย กำหนดกรอบวิจัย และขอทุนวิจัยภายนอก	30	6
2. อ.ดร.ศรายุทธ นนทศิริ	ออกแบบการวิจัย กำหนดกรอบวิจัย และการบริการวิชาการ	15	3
3. Dr. Ferdin Joe John Joseph	ร่วมเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล คิดตั้งอุปกรณ์	15	3
4. อ.ดร. ประมุข บุญเลี้ยง	ร่วมวิเคราะห์ข้อมูล พัฒนาโปรแกรม	15	3
5. อ. กานดา ทิวัฑฒานนท์	ร่วมวิเคราะห์ข้อมูล พัฒนาโปรแกรม	15	3
6. นายนิริศ มนต์บุรินทร์	คิดตั้งอุปกรณ์ พัฒนาโปรแกรม	10	2

1.10 สถานที่ทำการวิจัย ทดลอง หรือเก็บข้อมูล

- 1) สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
- 2) สถานที่จากโจทย์วิจัย

1.11 อุปกรณ์การวิจัย

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ
- 2) อุปกรณ์สำนักงาน
- 3) ชุดอุปกรณ์ IoT

1.12 งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ

หมวดค่าใช้จ่าย	บาท	สต.
1. หมวดค่าจ้างพนักงานชั่วคราว	-	-
2. หมวดค่าใช้สอย		
<u>ค่าอุปกรณ์สำหรับโครงการ</u>		
2.1) Printer จำนวน 1 เครื่อง (7,000 บาท) (เช่าเครื่อง เสียเฉพาะค่าหมึก)	7,000	00
2.2) UPS จำนวน 2 เครื่อง (3,000บาท*2เครื่อง = 6,000 บาท)	6,000	00
2.3) Lack Network Device จำนวน 1 ชุด (ประมาณ 20,000)	20,000	00
2.4) อุปกรณ์ Switch Device จำนวน 1 ชุด (ประมาณ 35,000)	35,000	00
2.5) โต๊ะสำนักงานพร้อมเก้าอี้ จำนวน 4 ชุด	สถาบันจัดหา	00
2.6) โต๊ะประชุมพร้อมเก้าอี้ จำนวน 1 ชุด	สถาบันจัดหา	00
2.7) ตู้เก็บอุปกรณ์ (ใหญ่) จำนวน 6 ชุด	สถาบันจัดหา	00
<u>ค่าปรับปรุงห้องสำหรับโครงการ</u>		
2.8) ค่าปรับปรุงห้อง (ประมาณ 60,000 บาท), (เดินสาย LAN, ปลั๊กไฟต่างๆ)	60,000	00
2.9) จอ Monitor ขนาดใหญ่ (ประมาณ 70,000 บาท), (ใช้ LCD และจอในห้อง)	สถาบันจัดหา	00
3. หมวดค่าตอบแทน	-	-
4. หมวดค่าวัสดุเพื่อการวิจัย	-	-
5. หมวดค่าครุภัณฑ์เพื่อการวิจัย*		
5.1) เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ จำนวน 2 เครื่อง (ICC จัดหาให้)	สถาบันจัดหา	00
รวมเงิน (หนึ่งแสนสองหมื่นแปดพันบาทถ้วน)	128,000	00

หมายเหตุ * โครงการวิจัยเพื่อการเรียนการสอนไม่อนุมัติให้ง้างผู้ช่วยนักวิจัย และไม่อนุมัติให้มีการจัดซื้อครุภัณฑ์วิจัย

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากรังนกแอ่นกินรังเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมจากชาวจีนที่อาศัยอยู่ทุกมุมโลก ตั้งแต่ประเทศไทย มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา อินโดนีเซีย สิงคโปร์ แคนาดา เมียนมาร์ ฟิลิปปินส์ เปรู ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และทวีปยุโรป โดยมีศูนย์กลางการซื้อขายอยู่ที่ประเทศฮ่องกง ซึ่งมีรายงานว่าในปี พ.ศ. 2562 มีมูลค่าสูงถึง 120,000 ล้านบาท ทั้งนี้รังนกแอ่นกินรังมีราคาจำหน่ายอยู่ระหว่าง 100,00 – 200,00 บาท ขึ้นอยู่กับคุณภาพผลผลิต รูปร่างประเภท และแหล่งเก็บรังนก (รังนกถ้ำหรือรังนกบ้าน) ซึ่งการส่งออกรังนกแอ่นกินรังของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นแหล่งผลิตรังนกภูมิภาคเดียวของโลก ได้แก่ประเทศอินโดนีเซีย (2,000 ตัน/ปี) มาเลเซีย (600 ตัน/ปี) ไทย (200 ตัน/ปี) เวียดนาม (10 ตัน/ปี) ฟิลิปปินส์ (5 ตัน/ปี) และอื่นๆ (10 ตัน/ปี) ตามลำดับ

จากมูลค่าของอุตสาหกรรมรังนกแอ่นกินรังที่มีมูลค่าสูง ทำให้หน่วยงานภาครัฐของประเทศไทย ได้มีการผลักดันให้การทำการฟาร์มรังนกแอ่นกินรังถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งปัจจุบันได้ประกาศ พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 ได้ถูกประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วเมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม 2562 โดยจะมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 29 ธันวาคม 2562 และตามมาตรา 14 ระบุให้ผู้เลี้ยงรังนกบ้านสามารถไปยื่นขอใบอนุญาตเก็บและครอบครองรังนกบ้านหรือรังนกคอนโดได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย โดยพระราชบัญญัติฉบับใหม่นี้จะส่งผลให้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ดำเนินการจัดทำอนุบัญญัติ (กฎหมายลูกอีก 3 ฉบับ) ได้แก่ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2561 และ พ.ร.บ. การผังเมือง พ.ศ. 2562 ที่ควบคุมการสร้างบ้านรังนกแอ่นกินรังอย่างถูกต้อง ปลอดภัย ไม่ก่อมลพิษรบกวนชาวชุมชนโดยรอบ และไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดี การส่งออกรังนกยังพบปัญหาของการตรวจพบสิ่งปนเปื้อน วัตถุกันเสีย แบคทีเรีย จุลินทรีย์ อะฟลาท็อกซิน บี 1 ยีสต์และรา สารหนู ตะกั่ว ทองแดง สังกะสี เหล็ก ดีบุก ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารไนเตรทและสารไนไตรท์ จึงเป็นอีกโจทย์ที่สำคัญของคุณภาพผลผลิต ทั้งผลผลิตจากรังนกถ้ำ (ระบบสัมปทาน) และรังนกบ้าน ดังนั้น การนำแนวทางของเกษตรแม่นยำสูง (Precision Agriculture) [1] ด้วยเทคโนโลยีข้อมูลมหภาค (Big Data) วิทยาการข้อมูล (Data Science) อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) [2] เช่น เซอร์ไวร์เลส (Wireless Sensor Network) เทคโนโลยีลอราส่วนตัวบุคคล (Private LoRa) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการฟาร์ม [3] ก็จะช่วยให้เพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จทั้งในแง่มาตรฐานผลผลิต (GMP) และคุณภาพผลผลิตระดับสูงต่อไป

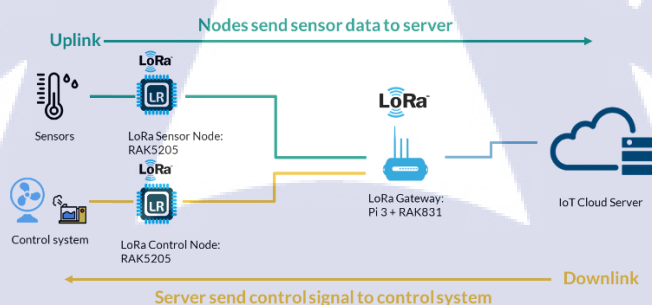
เทคโนโลยี LoRa (Long Range) ที่ต้องการให้มีการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายระยะไกลและคำนึงถึงการใช้พลังงานต่ำ LPWAN (Low Power Wide Area Network) โดยมีการกล้ำ/ผสมสัญญาณ (Modulation) แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum) ที่มีการกระจายรหัสข้อมูลในแต่ละช่องความถี่ด้วยการปรับค่ากำลังส่ง (Power) ค่าแบนด์วิดท์ (Bandwidth) และค่า SF (Spreading Factor) ที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการรับส่งเฟรมข้อมูล ได้แก่ อัตราข้อมูล ความไวต่อการรับสัญญาณ ความทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูง และใช้พลังงานต่ำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีลอรา (LoRa) เปิดให้บริการในประเทศไทยผ่านบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (CAT) ซึ่งเป็นบริษัทเดียวที่เป็นผู้ให้บริการลอรา (LoRa) สำหรับงานสื่อสารข้อมูลระยะไกลของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

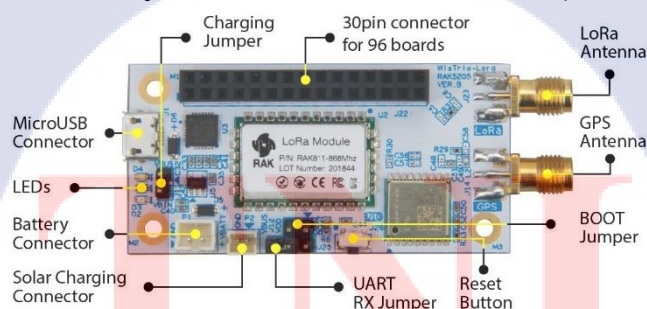
สำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT) ในระยะทางไกล 11 กิโลเมตร ที่มีอัตราข้อมูล 10 kbps พร้อมทั้งการประหยัดพลังงาน รองรับปริมาณลูกข่ายได้มาก และค่าใช้จ่ายที่ต่ำ โดยโดยใช้คลื่นความถี่ 920 - 925 MHz หรือย่านความถี่แบบ ISM/Unlicensed Band สามารถใช้งานได้ โดยที่ไม่ต้องขออนุญาต กสทช (ถ้ากำลังส่งไม่เกิน 500 mWatt) นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมต่อ Gateway เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) เพื่อใช้งานร่วมกับเป็นเครือข่ายลอราแวน (LoRaWAN) และเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ (IoT Cloud) ได้

ดังนั้น จากจุดเด่นหลายประการของเทคโนโลยีลอรา (LoRa) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาคุณสมบัติ วิเคราะห์ ออกแบบระบบ และรายละเอียดใช้งานของอุปกรณ์เทคโนโลยีลอราส่วนบุคคล (Private LoRa) ดังนี้

- (1) ออกแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายลอราส่วนบุคคล สำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง ตามรูปที่ 2.1 (ก)
- (2) อุปกรณ์ LoRa Module RAK5205 ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ปลายทางที่เชื่อมต่อเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ เพื่อส่งข้อมูลไปยัง LoRa Gateway และประมวลผลที่เครื่องแม่ข่ายหรือเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ ตามรูปที่ 2.1 (ข)
- (3) อุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module ทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway เพื่อรับข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทาง และส่งข้อมูลไปประมวลที่เครื่องแม่ข่ายหรือเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจในการส่งสัญญาณไปควบคุมให้อุปกรณ์ทำความชื้นและพัดลมระบายอากาศ ตามรูปที่ 2.1 (ค)



(ก) รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายลอราส่วนบุคคล



(ข) อุปกรณ์ LoRa Module RAK5205



(ค) อุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module

รูปที่ 2.1 รายละเอียดเทคโนโลยีลอรา (LoRa)

อย่างไรก็ดี ในส่วนของ LoRa Gateway ยังมีหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายส่วนบุคคล (Private Server) ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi 3 Model B มาเป็น Backhaul ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตไปยังเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ (ด้วยเทคโนโลยี WiFi / Ethernet / 3G/4G) พร้อมทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RAK 831 LoRa Module ตามการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ ดังตารางที่ 1.1 และรูปที่ 2.2

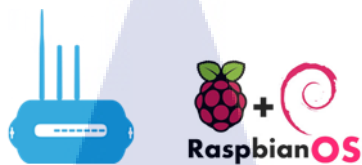
ตารางที่ 1.1 แสดงตำแหน่ง Pin เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

RAK 831 Pin	Description on silk screen	R-Pi Physical Pin
1	+5V	2
3	GND	6
19	RST (Resent Pin)	22
18	SCK (SPI Clock)	23
17	MISO	21
16	MOSI	19
15	CSN (Chip Select)	24



รูปที่ 2.2 แสดงการเชื่อมต่อตามตารางที่ 1.1

โดย LoRa Gateway เป็นระบบปฏิบัติการ Raspbian OS ดังรูปที่ 2.3 ที่ต้องทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway Bridge, LoRa Network Server, LoRa Application Server, LoRa Geo Server, LoRa Gateway OS ในการบริหารจัดการรับส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์และใช้งานต่อไป



LoRa Gateway:
Pi 3 + RAK831

รูปที่ 2.3 ระบบปฏิบัติการ Raspbian OS

2.2 เงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ผู้วิจัยได้ทำวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากการวิเคราะห์เอกสาร แบบสัมภาษณ์ การสังเกตเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นภาพรวม และประมวลผลข้อมูลแบบสถิติ จากเกษตรกรและสภาพแวดล้อมจริงภายในบ้านนกแอ่นกินรัง จำนวน 50 หลัง ตามแต่ละจังหวัด ได้แก่ นครราชสีมา ปัตตานี สตูล สงขลา กระบี่ พังงา ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สมุทรปราการ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด โดยได้ข้อสรุปของอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 27-29 องศาเซลเซียส และความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ 80-95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ระบบจะนำค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นมาทำการคำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) และจุดไอน้ำกลั่นตัว (Dew Point) ตามสมการที่ (1) (2) และ (3)

$$T = \frac{b \left[\frac{aT_d}{b + T_d} - \ln \left(\frac{RH}{100} \right) \right]}{a + \ln \left(\frac{RH}{100} \right) - \frac{aT_d}{b + T_d}} \quad (1)$$

$$T_d = \frac{b \left[\ln \left(\frac{RH}{100} \right) + \frac{aT}{b + T} \right]}{a - \ln \left(\frac{RH}{100} \right) - \frac{aT}{b + T}} \quad (2)$$

$$RH = 100 \frac{\exp \left(\frac{aT_d}{b + T_d} \right)}{\exp \left(\frac{aT}{b + T} \right)} \quad (3)$$

$$AH = \frac{6.112 \times \exp \left(\frac{17.67 \times T}{T + 243.5} \right) \times RH \times 2.1674}{243.15 + T} \quad (4)$$

จากตัวแปร:

$$a = 17.625$$

$$b = 243.04$$

T คือ อุณหภูมิองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

T_d คือ จุดไอน้ำกลั่นตัว ($^{\circ}\text{C}$)

RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ (%)

AH คือ ค่าความชื้นสัมบูรณ์ (g / m^3)

ตัวอย่างเช่น ที่อุณหภูมิ (T) 28 องศาเซลเซียส และจุดไอน้ำกลั่นตัว (T_d) 25.9 องศาเซลเซียส ดังนั้นสามารถคำนวณค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ที่ 88.4 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมบูรณ์ได้ที่ 24.06 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผู้วิจัยจะได้นำไปใช้ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในฟาร์มนกแอ่นกินรังต่อไป เป็นต้น

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

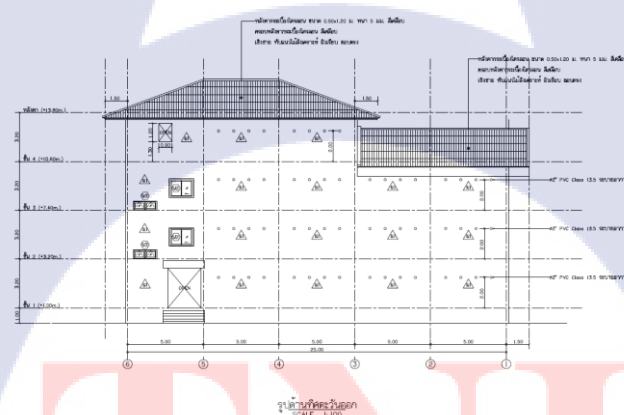
บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

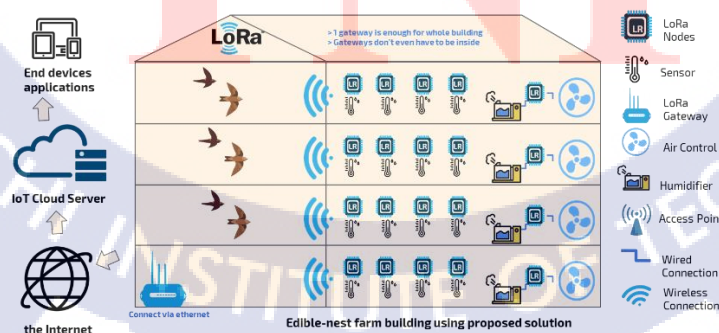
3.1 ออกแบบระบบและติดตั้งอุปกรณ์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง ตามรูปแบบอาคารศูนย์การเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง สถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์ ภาควนกร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นอาคาร 4 ชั้น พื้นที่ขนาด 480 ตารางเมตร ตามรูปที่ 5 โดยที่จัดสร้างอาคารจะใกล้กับเขตอุทยานแห่งชาติหาดวนกรที่มีพื้นที่ป่าสมบูรณ์ รวมถึงยังติดกับทะเลทางทิศตะวันออก และใกล้กับเกาะจาน เกาะท้ายทรีย์ ซึ่งเป็นเกาะพื้นที่เขตสัมปทานรังนกที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของอุทยานแห่งชาติหาดวนกร อำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

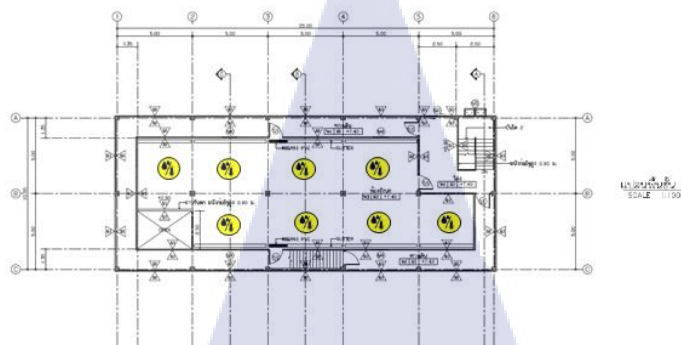
จากรูปที่ 3.1, 3.2 ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคาร รวมถึงการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายลอว์ส่วนบุคคลไปประมวลผลยังเครื่องแม่ข่ายและเครือข่ายแบบกลุ่มเมฆ [4] เพื่อสามารถควบคุมหรือแสดงผลผ่านเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน และจากรูปที่ 3.3 ได้แสดงการวางตำแหน่งเซ็นเซอร์ภายในอาคารฟาร์มเฉพาะพื้นที่ควบคุม ในแต่ละเขตพื้นที่ของเซ็นเซอร์แต่ละตัว เพื่อระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะพื้นที่ที่ควบคุมนั้นๆ ทำให้ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังนั้นมีความแม่นยำสูง



รูปที่ 3.1 แบบอาคารศูนย์การเรียนรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยีการทำฟาร์มนกแอ่นกินรัง



รูปที่ 3.2 การวางอุปกรณ์เพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารฟาร์ม

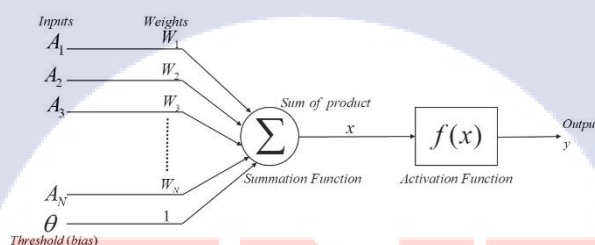


รูปที่ 3.3 ตำแหน่งเซ็นเซอร์เฉพาะพื้นที่เพื่อความแม่นยำสูง (อาคารชั้น 3)

3.2 เงื่อนไขในการตัดสินใจด้วยปัญญาประดิษฐ์

ผู้วิจัยได้ออกแบบเงื่อนไขการตัดสินใจของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมนี้ด้วยเซลล์ประสาทเทียม (Artificial Neurons) ที่เป็นส่วนประกอบเบื้องต้นของเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่ทำการคำนวณข้อมูลขาเข้า (Inputs) แต่ละค่า ที่เชื่อมโยงกับค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งปกติจะมีค่า 0 หรือ 1 ดังนั้น ฟังก์ชันการรวม (Summation Function) ก็มักจะใช้ค่าข้อมูลขาเข้าพิเศษ θ (Threshold or Bias) ที่มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 ตามสมการที่ (5) และรูปที่ 3.4

$$x = \sum_{i=1}^N A_i W_i + \theta \quad (5)$$



รูปที่ 3.4 รูปแบบประสาทเทียม

โดยเงื่อนไขของปัญญาประดิษฐ์นี้ จะทำงานอยู่บนอุปกรณ์ Raspberry Pi เพื่อการเรียนรู้ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมด้วยเซลล์ประสาทเทียม (Single Soft Neuron) ตามเงื่อนไขต่างๆ ภายในโปรแกรม (Programmed) [6] ที่สามารถเรียนรู้และควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารของฟาร์มอย่างแม่นยำ โดยเซลล์ประสาททำหน้าที่ตัดสินใจบนพื้นฐานของสัญญาณซินแนปส์ (Synapse) ที่เป็นข้อมูลขาเข้า 0 หรือ 1 (Input 0 and 1) และค่าน้ำหนักความสำคัญ (Weight) ของสัญญาณนี้ ตัวอย่างเช่น มีเซลล์ประสาทที่มีซินแนปส์มาจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิ/ความชื้นของอากาศ (น้ำหนัก (Weight) คือ เกณฑ์การกระตุ้น) ตามระดับสัญญาณที่เซลล์ประสาทรู้ว่าอากาศมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส/ปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 80-95 เปอร์เซ็นต์ และสั่งให้เครื่องทำความชื้น/พัดลมดูดอากาศทำงาน ตามค่าพารามิเตอร์/เงื่อนไขต่างๆ ภายในโปรแกรมของเซลล์ประสาท ตามรหัสเทียม (Pseudo Code) ที่แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม (Algorithm) ดังนี้

The pseudocode of the environmental control system is:

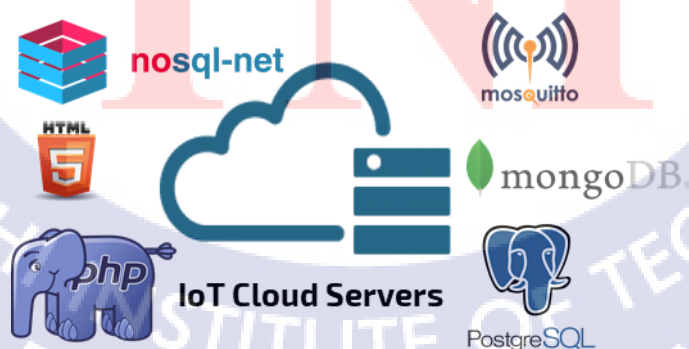
1. **Input** Temperature, Humidity (Ax , Wx)
2. **IF** Temperature 27-29 °C or Humidity 80-95 % **THEN**
3. Start Humidifier/Ventilation Fan
4. **IF** Temperature = $\{27 \geq \text{Temp.} \leq 29\}$ **THEN**
5. Start Ventilation Fan
6. **IF** Humidity = $\{80 \geq \text{Humi.} \leq 95\}$ **THEN**
7. Start Humidifier
8. **END IF**
9. **WRITE** Temperature, Humidity, Relative Humidity, Absolute Humidity, Dew Point
10. **Activation Function** $f(x)$
11. **Output** y

3.3 การออกแบบเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers)

ผู้วิจัยได้เลือกเครือข่ายลอราส่วนบุคคล (Private LoRa) สำหรับการออกแบบระบบควบคุมฯ ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT) ดังนั้น ในอีกส่วนที่สำคัญสำหรับการเก็บและประมวลผลข้อมูลคือ เครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers) ที่ทำหน้าที่ ดังนี้

- (1) LoRa Gateway ทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Packet Forwarding ด้วย UDP และรับข้อมูลจาก MQTT Broker ด้วย MQTT
- (2) Private Server ทำหน้าที่จัดการข้อมูลที่ได้รับจาก LoRa Gateway ด้วย MQTT
- (3) LoRa App Server ทำหน้าที่นำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ตามแต่ละ Application ต่างๆ ด้วย MQTT, gRPC, JSON, REST

โดยผู้วิจัยได้ทำการติดตั้ง MQTT Broker ที่ชื่อว่า Mosquitto เพื่อทำหน้าที่เป็น LoRa Gateway [9] และออกแบบการบริหารจัดการฐานข้อมูลด้วย MongoDB, PostgreSQL และ NoSQL-net รวมถึงการพัฒนาเว็บไซต์ด้วย HTML และ PHP ดังรูปที่ 3.5



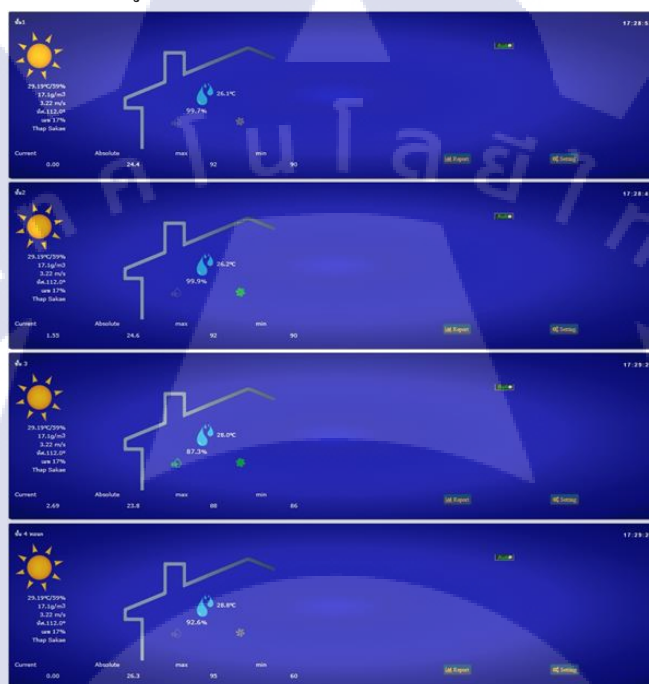
รูปที่ 3.5 รูปแบบออกแบบเครื่องแม่ข่ายภายใต้กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (IoT Cloud Servers)

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

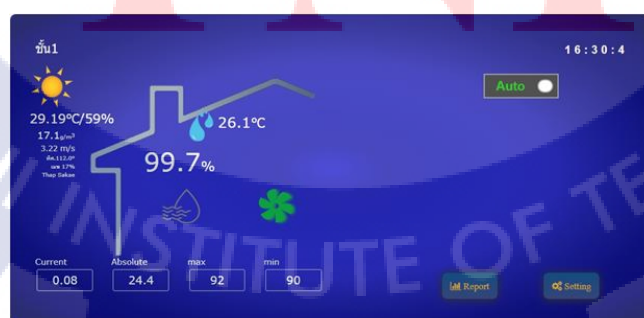
4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังแบบแม่นยำสูงด้วยลอราส่วนบุคคล โดยข้อมูลจากเซ็นเซอร์ส่งผ่านข้อมูลด้วยด้วยลอราส่วนบุคคล (Private LoRa) มายัง LoRa Gateway แล้วส่งต่อไปประมวลผลบน LoRa Server และสามารถตรวจสอบหรือบริหารจัดการฟาร์มนกแอ่นกินรังผ่าน Application จากบริการของ LoRa App Server [10] ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เว็บไซต์แสดงข้อมูลของอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรังในแต่ละชั้น

ผู้วิจัยขอแสดงตัวอย่างของผลการทดลองเฉพาะระบบของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง จากรูปที่ 4.2 -4.8 ที่แสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ค่าความชื้นสัมบูรณ์ และค่าจุดไอน้ำกลั่นตัว รวมถึงกราฟแสดงผลค่าต่างๆ ในภาพรวมของระบบ และสามารถใช้งานผ่านสมาร์ทโฟนทั้งทาง Android App. และ Line App.



รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลชั้นที่ 1 ของอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟความชื้นของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง (12 ชั่วโมง) โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี



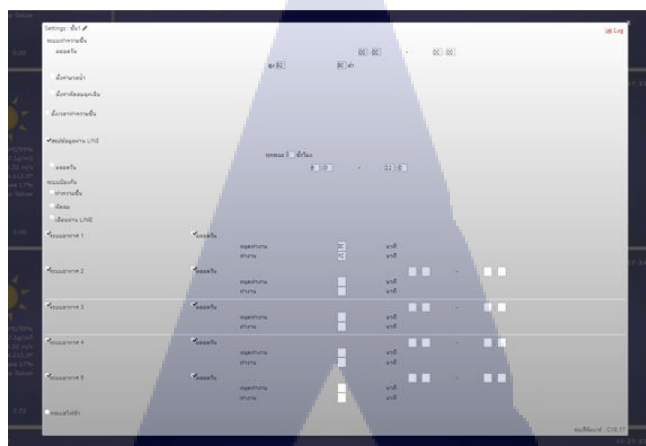
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟอุณหภูมิและมวลน้ำของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง 12 ชั่วโมง (โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟการทำงานของเครื่องทำหมอกและพัดลมของชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง) 12 ชั่วโมง (โดยระบบสามารถเลือกการแสดงผลได้ตั้งแต่ 1 ชั่วโมง จนถึง 1 ปี

ตารางสรุปการทำงาน วันที่								
	00:00-03:00	03:01-06:00	06:01-09:00	09:01-12:00	12:01-15:00	15:01-18:00	18:01-21:00	21:01-23:59
ห้ามหมอก	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
พัดลม	0:37:19	0:34:0	0:42:11	0:34:6	0:32:29	0:24:20	00:00:00	3:24:25
อุณหภูมิ	25.96	25.83	25.79	25.84	25.97	26.06	0.00	25.90
ความชื้น	96.86	94.78	94.74	96.31	97.94	99.25	0.00	96.45
มวลน้ำ	23.54	22.87	22.81	23.24	23.61	24.26	0.00	23.35
อุณหภูมิ (หน่วย/องศา)	25.90/26.00	25.80/25.90	25.70/25.80	25.80/25.90	25.80/26.10	26.00/26.10	0.00/0.00	25.70/26.10
ความชื้น (หน่วย/องศา)	96.10/97.40	94.00/96.40	93.80/95.60	95.50/97.10	97.00/99.20	98.60/99.70	0.00/0.00	93.80/99.70

รูปที่ 4.6. แสดงข้อมูลการทำงานของระบบควบคุมชั้นที่ 1 ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง) 24 ชั่วโมง (ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้



รูปที่ 4.7 แสดงการทำงานของการทำงานการตั้งค่าเพื่อควบคุมชั้นที่ 1-4ภายในอาคารฟาร์มนกแอ่นกินรัง

(1) Android App.

(2) Line App.



รูปที่ 4.8 แสดงการทำงานของระบบ (1) บน Android App. และ (2) แจ้งเตือนผ่าน Line App.

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

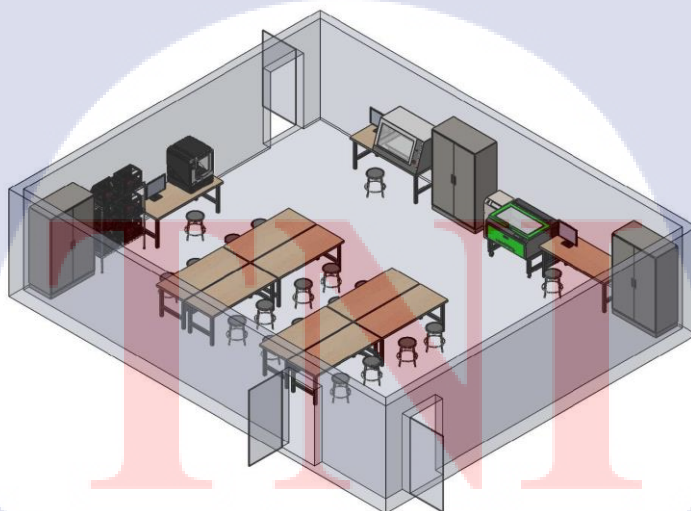
5.1 สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มนกแอ่นกินรังในอาคารแบบแม่นยำสูงด้วยลอราส่วนบุคคล สามารถควบคุมตัวแปรสภาพแวดล้อมแม่นยำสูง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น เสียงนก มวลน้ำในอากาศ การไหลเวียนอากาศ ให้เหมาะสมกับการทำรังวางไข่ของนกแอ่นกินรังในทุกฤดูกาล และสามารถผลิตรังนกคุณภาพสูง เป็นที่ต้องการของท้องตลาด

โดยระบบสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีความพร้อมใช้ของระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในฟาร์มนกแอ่นกินรังตลอดเวลา ระบบสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายสื่อสารด้วยลอราส่วนบุคคล (Private LoRa) และการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ด้วยโพรโทคอล MQTT

ผลงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงในฟาร์มตัวอย่าง และส่งผลทำให้จำนวนรังนกเพิ่มได้ถึง 10 เท่า ภายในระยะเวลา 6 เดือน และมีอัตราการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงยังสามารถพัฒนาในเชิงลึกทางเทคนิค เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นด้วยเทคนิคข้อมูลมหภาค (Big Data) อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสิ่ง (Internet of Things) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) วิทยาการข้อมูล (Data Science) ระบบอัตโนมัติ (Automation) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้ในหลายประเด็น

5.2 แผนผังและภาพถ่ายห้องวิจัย



รูปที่ 5.1 ห้องปฏิบัติการวิจัยปัญญาประดิษฐ์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, AI-IoT®



รูปที่ 5.2 Lack Network Device และอุปกรณ์ Switch Device



รูปที่ 5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง จำนวน 1 เครื่อง



รูปที่ 5.4 โต๊ะประชุม



รูปที่ 5.5 ฉากกั้นโต๊ะ 3 แผ่น



รูปที่ 5.6 จากกันโต๊ะ 2 แผ่น

5.3 ผลงานวิจัย

ลำดับที่	ชื่อผู้วิจัย (Researcher Name)	ชื่อเรื่องที่นำเสนอ (Research Topic)	ชื่อการประชุมวิชาการ/วารสารที่ตีพิมพ์ (Journal/Conference Name)	วันที่ยื่นเสนอ/ตีพิมพ์ (Publish Date)	สถานที่นำเสนอ (Place)	ประเภทการนำเสนอ (Oral/Publish)
1	Ferdin Joe John Joseph, Sarayut Nonsiri, Annop Monsakul	Keras and TensorFlow - A Hands on Experience	Advanced Deep Learning for Engineers and Scientists: A Practical Approach	Dec-20	Springer Nature, Switzerland	Publish
2	Ferdin Joe John Joseph Sarayut Nonsiri	Region Specific Opinion Mining from Tweets in a Mixed Political Scenario	Advances in Intelligent Systems and Computing	Oct-20	Springer Verlag, Germany	Oral
3	S. Nonsiri, P. Boonsieng, N. Vichaidis, S. Makdee	The System Development of Real-Time Face Mask Detection	National Conference on Information Technology (NCIT2020)	Oct-20	Chonburi, Thailand	Oral
4	Pawared Cheacharoen, Monsicha Rattanakewmanee, Tanyaporn Kanignani, Sarayut Nonsiri	The Development of reduce wasted for Thai-Nichi Institute of Technology	The 6th Thai-Nichi Institute of Technology Academic Conference (TNIAC2020)	May-20	Bangkok, Thailand	Oral
5	อรรณพ หมั่นสกุล	ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มแม่นยำสูง ด้วยลอว์ส่วนบุคคล	การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6 (TNIAC2020)	21-22 พ.ค. 2563	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น กรุงเทพฯ	Oral
6	อรรณพ หมั่นสกุล, ปราณี อัครเสนา, ฌปภัช วิชัยดิษฐ์	การออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมฟาร์มนกแอ่นกินรังแม่นยำสูง	การประชุมวิชาการระดับชาติทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (NCIT2020)	21-22 ตุลาคม 2563	@The Tide Resort, Bangsaen Beach Chonburi.	Oral