JIST Journal of Information Science and Technology
Volume 8, NO 2 | JUL – DEC 2018 | 74-82

ระบบควบคุมโรงเรือนผักไฮโดรโปรนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และเครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก

Greenhouse Hydroponics Automation System using IoT technology and Deep Learning tool

รัฐศิลป์ รานอกภานุวัชร์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถ.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพ โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594

Received: November 19, 2018; Revised: December 18, 2018; Accepted: December 24, 2018; Published: December 25, 2018

ABSTRACT – Nowadays, the Internet of Things (IoT) has gained popularity in the Agriculture domain. We developed and applied by using IoT technology for Greenhouse Hydroponics Automation System. The system can be controlled automatically using Deep learning to predict the value level of hydroponics in the greenhouse. The hydroponics picture is captured by camera module in the greenhouse and be sent to AWS cloud, where Intel TensorFlow Deep learning tool is running on. Finally, the analysis results will be sent back to control automatically the greenhouse.

KEY WORDS Greenhouse Hydroponics Automation; Internet of Things; Deep Learning

บทคัดย่อ – ปัจจุบัน การควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายด้วยเทคโนโลยี Internet of thing (IoT) เริ่มได้รับความนิยมในภาคเกษตรกรรม ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้กับระบบโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ให้สามารถควบคุมการทำงานได้แบบอัตโนมัติ โดยการสั่งงานจะใช้ระบบการเรียนรู้ของเครื่องเชิงลึกหรือที่เรียกว่า Deep learning เพื่อช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นผัก ด้วยวิธีการถ่ายภาพผักด้วยกล้องที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเรือน แล้วนำภาพถ่ายที่ได้ส่งไปยัง AWS Cloud ที่ติดตั้งเครื่องมือ Intel TensorFlow Deep learning ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบ online จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์ระยะการเจริญเติบโตของผัก แล้วนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ส่งกลับมาที่โรงเรือน เพื่อควบคุมการทำงานของโรงเรือนตามระยะการเจริญเติบโตของผักแบบอัตโนมัติที่กำหนดโปรไฟล์พืชไว้ล่วงหน้า

คำสำคัญ โรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ; อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง; การเรียนรู้เครื่องเชิงลึก

Corresponding Author : udom.ran@dpu.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันผักไฮโดรโปนิกส์เป็นที่นิยมสำหรับบริโภคอาหารสุขภาพ เพราะเป็นผักที่ปลอดสารพิษ การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์นั้น มีวิธีการปลูกได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะมีการดูแลความแตกต่างกัน โดยวิธีที่นิยมคือการปลูกในโรงเรือนแบบปิด ให้ปุ๋ยทางน้ำ และไหลวนในรางปลูก แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์มีปัจจัยในด้านสภาพแวดล้อมและดูแลเอาใจใส่ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผัก โดยผักไฮโดรโปนิกส์จะเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำสารละลายไม่เกิน 29 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรด อยู่ระหว่าง 5.6-6.5 ซึ่งทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายอยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีที่สุด สำหรับผู้ปลูกรายใหม่ที่ไม่มีความชำนาญอาจเป็นเรื่องยุ่งยากและอาจทำให้ผลผลิตเสียหายได้

ดังนั้นถ้ามีระบบที่สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมโรงเรือนได้ง่ายแบบอัตโนมัติ ก็จะช่วยให้เกษตรกรเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาลในส่วน Smart Farm ซึ่งระบบต่างๆ ควรทำงานอัตโนมัติ ลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้กำลังคนมากที่สุด

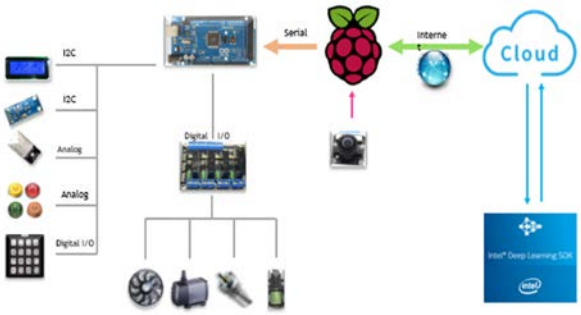
จากปัญหาข้างต้นทางผู้วิจัย จึงได้ออกแบบพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนปิดอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกร โดยนำเทคโนโลยี Internet of Things [1][2] มาควบคุมการให้น้ำ ควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน ควบคุมความเข้มแสงภายในโรงเรือน ร่วมกับเทคนิค Deep Learning โดยใช้ Intel TensorFlow Deep Learning tool [5] มาช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก ด้วยวิธีการถ่ายภาพผักไฮโดรโปนิกส์ภายในโรงเรือนอัตโนมัติตามช่วงเวลาที่กำหนดด้วยกล้องที่ติดตั้งภายในโรงเรือน แล้วนำภาพถ่ายที่ได้ส่งไปยัง AWS Cloud Storage [3][4] ที่เรียกว่า AWS S3 จากนั้นระบบจะดึงภาพไปประมวลผลบนคอมพิวเตอร์เสมือน AWS EC2 ซึ่งติดตั้ง Intel TensorFlow Deep Learning เพื่อทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งกลับมาที่โรงเรือน เพื่อควบคุมอัตโนมัติตามค่าโปรไฟล์พืชที่กำหนดการควบคุมระยะการเติบโตไว้ล่วงหน้า ทำให้ระบบควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

งานวิจัยที่นำเสนอจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการพัฒนาระบบควบคุมภายในโรงเรือนปิด และส่วนระบบวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผักด้วย Deep Learning ที่ติดตั้งบนเครื่อง AWS EC2

2. ระบบที่นำเสนอ

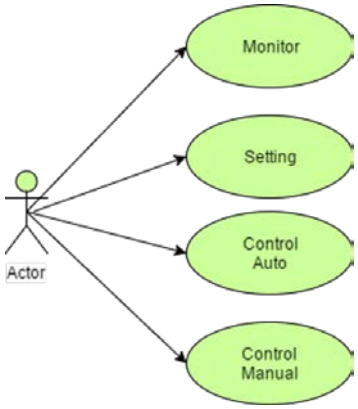
2.1 ภาพรวมระบบ

ภาพรวมระบบที่นำเสนอ แสดงดังรูปที่ 1



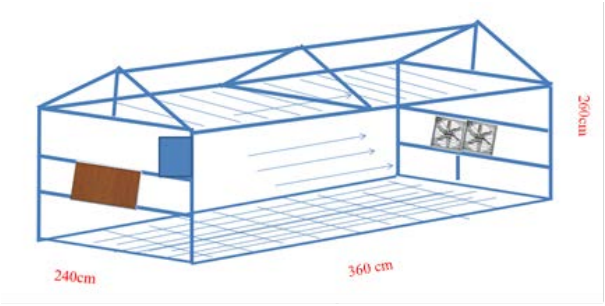
รูปที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบ

ระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติออกแบบมาเพื่อใช้กับโรงเรือนแบบปิด มีชุดควบคุม Arduino เพื่อสั่งการทำงานควบคุมอุปกรณ์และอ่านค่าเซนเซอร์ต่างๆ ทำงานร่วมกับ Raspberry Pi ที่มีกล้องถ่ายภาพผักนำไปประมวลผล Machine learning บน AWS Cloud การทำงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ตาม Use case รูปที่ 2 คือ 1) Monitor เป็นส่วนที่แสดงผลของสถานะของ อุณหภูมิ ความชื้นความสว่างของแสง และสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้ แก่พัดลม ปั๊ม และมอเตอร์ ซึ่งเป็นการแสดงผลแบบ Real Time 2) การควบคุมอัตโนมัติ เป็นการทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยรับค่าจากเซ็นเซอร์และภาพที่ถ่ายมาประมวลผลเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ (Profile) ในระบบ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆทำงาน 3) การควบคุมแมนนวล (Manual) เป็นการควบคุมโดยผู้ใช้เอง เช่น การเปิดหรือปิดระบบ พัดลม ปั๊มน้ำ และมอเตอร์ และ 4) การตั้งค่า (Setting) ผู้ใช้สามารถกำหนดค่า Profile เริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ได้ โดยรับค่าเข้าจาก Keypad เพื่อตั้งค่าเริ่มต้นหรือสิ้นสุดให้กับอุปกรณ์ เช่น ผู้ใช้ต้องการให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อปิดม่านพรางแสงเมื่อพบค่าแสง(Lux)สูงสุดที่เท่าใด เป็นต้น



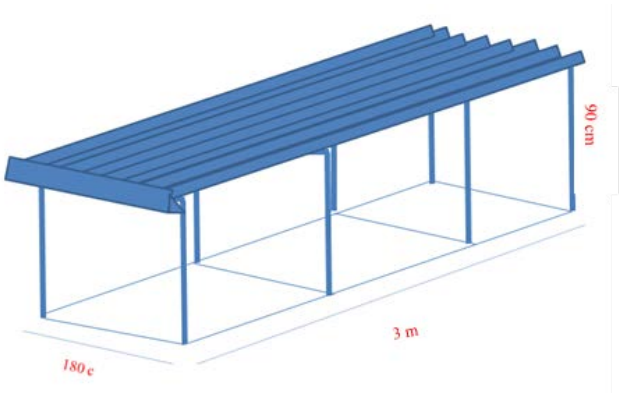
รูปที่ 2 แสดง Use case ของระบบ

2.2 โรงเรือนผักไฮโดรโปรนิกส์



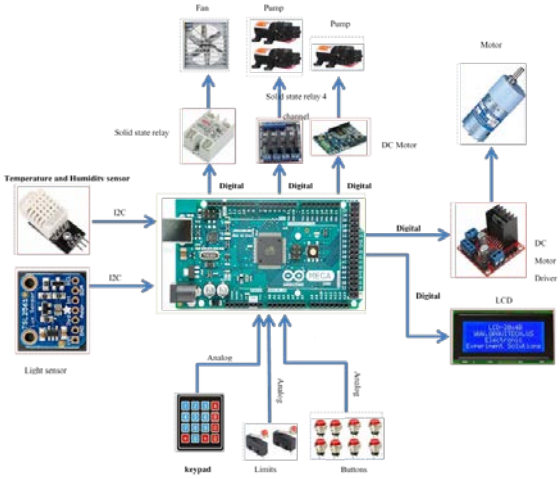
รูปที่ 3 แสดงรูปโครงสร้างโรงเรือน

โรงเรือนที่นำเสนอ แสดงดังรูปที่ 3 เป็นโรงเรือนปิด มีขนาดกว้าง 240 cm ยาว 360 cm สูง 260 cm และโต๊ะปลูกสูง 90 cm ยาว 3 m กว้าง 180 cm และรางปลูก 8 ราง ขนาด 3 m แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงรูปโครงสร้างรางปลูก

2.3 สถาปัตนกรรมฮาร์ดแวร์



รูปที่ 5 แสดงสถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์

สถาปัตยกรรมฮาร์ดแวร์ แสดงดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย 3 ส่วน

1. Microcontroller ใช้ Arduino Mega 2560 เป็นตัวประมวลผลกลาง มีหน้าที่ในการรับคำสั่งจากฝั่งของ Sensor interface แบบ I2C มาประมวลผล และ ส่งค่าที่คำสั่งที่ได้จากการประมวลผลไปยังฝั่งของ Actuators
2. Sensor Interface ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และ ความสว่างของแสง เป็นส่วนที่อ่านค่าเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น และ ความเข้มของแสง แล้วส่งไปยังส่วนของ Microcontroller
3. Actuators ประกอบด้วย LCD ทำหน้าที่ในการแสดงสถานะของความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง สถานการณ์หมุนของพัดลม การเปิด-ปิดของปั๊มและมอเตอร์ Solid State Relay แบบ 4 ช่อง ไว้สำหรับสั่งการปิด-เปิดปั๊มน้ำ และ พัดลม Board Drive ไว้สำหรับเปิด-ปิด ปั๊มน้ำ DC และ มอเตอร์

2.4 ส่วนควบคุมกล้องถ่ายภาพและเชื่อมต่อกับ AWS Cloud

ใช้อุปกรณ์ Raspberry PI ควบคุมการถ่ายภาพต่อเข้ากับพอร์ตที่ CSI Camera Module ส่งภาพต่อไปยังAWS Cloud ผ่าน WIFI และเชื่อมต่อกับ Micro controller ผ่านสาย Serial USB

รูปที่ 6 แสดงฮาร์ดแวร์ควบคุมกล้องถ่ายภาพและเชื่อมต่อกับ AWS Cloud

2.5 การควบคุมอัตโนมัติ

การควบคุมอัตโนมัติแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ 1) ต้นเล็ก (Small class) 2) ระยะกำลังเจริญเติบโต (Medium class) และ 3) ระยะโตเต็มที่ (Large class) แสดงดังรูปที่ 7

Small class Medium class Large class

รูปที่ 7 แสดงระยะการเติบโต (Class)

แต่ละระดับจะมี Profile การควบคุมอัตโนมัติเก็บไว้ที่กล่องควบคุมที่โรงเรือน ก่อนใช้งานผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าเริ่มต้น Profile ในแต่ละระดับ ตัวแปรใน Profile แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดง Profile การควบคุมอัตโนมัติ

ตัวแปร	ค่า	ความหมาย
Temp	องศา C	อุณหภูมิภายในโรงเรือน
Hum	%	ความชื้นในอากาศภายในโรงเรือน
Lux	Lux	ความเข้มแสงภายในโรงเรือน
Fan	On/Off	การปิดปิดพัดลม
Silent	On/Off	การเปิดปิดม่านพรางแสง
Water	On/Off	การเปิดปิดปั๊มน้ำ
Cool	On/Off	การเปิดปิดปั๊มน้ำไหลผ่านแผงรังผึ้ง
Foggy	On/Off	การเปิดปิดหัวพ่นหมอก

เราสามารถแก้ไข้ข้อมูลในแต่ละ Profile ในภายหลังได้ ผ่านฟังก์ชัน Setting ที่กล่องควบคุม

2.6 เครื่องมือสำหรับเครื่องมือการเรียนรู้เชิงลึก

ในการแยกรูปภาพผักออกเป็น 3 ระดับ จะใช้โมเดล Neural Network ในการเรียนรู้ของเครื่องประเภท Convolutional Neural Network (CNNs) [5] ซึ่งจะมีชั้น Convolutional Layer เพิ่มขึ้นมาเป็นส่วนที่ใช้สกัดลักษณะสำคัญของภาพออกจากรูปภาพผักออกมาได้ และปัจจุบันนิยมใช้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความซับซ้อนมากนัก ซึ่งเหมาะกับใช้ในการแยกรูปผักออกเป็น 3 ระยะการเติบโต สำหรับเฟรมเวิร์กที่ใช้จะใช้ Caffe [6] และใช้ SDK ของ Intel deep learning training tool [7] ในการพัฒนาโมเดล ซึ่งได้ติดตั้งไว้บนเครื่อง AWS EC2 และไฟล์ภาพผักที่ใช้เป็นชุด training จะเก็บไว้ที่ AWS S3

3. ผลการทดลองและการอภิปราย

ผลการทดลองประกอบด้วยโรงเรือน กล่องควบคุมที่ติดตั้งที่โรงเรือน และการวิเคราะห์ภาพผักจากโมเดล

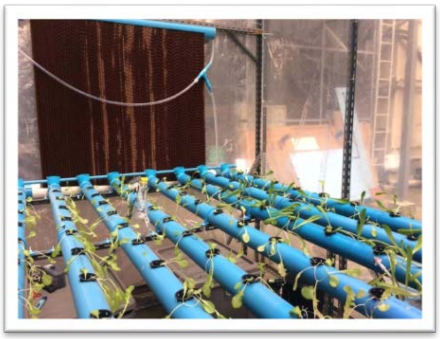
3.1 โรงเรือน

รูปที่ 8 แสดงโรงเรือนปิด

จากรูปที่ 8 แสดงรูปโครงสร้างโรงเรือนปิดตามที่ได้ออกแบบสำหรับการทดลอง โรงเรือนมีขนาด ความกว้าง 1 เมตร ความยาว 2.5 เมตร และความสูง 2.2 เมตร ผักชนิดที่ใช้ปลูกเป็นผักกวางตุ้งฮ่องเต้ ซึ่งเป็นผักที่มีความสูงและความกว้างขนาดใหญ่ จึงเหมาะในการที่นำมาทดลองปลูก โดยระยะเวลาการปลูกตั้งแต่เป็นเมล็ดจนโตเต็มที่ อยู่ราว ๆ 40-45 วัน

ภายในโรงเรือนติดตั้ง พัดลมและแผงรังผึ้งเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนกรณีที่มีอุณหภูมิสูงหรือความร้อนสะสม ปั๊มน้ำเพื่อเปิด-ปิดน้ำเลี้ยงให้กับต้นผักโดยผสมพร้อมกับปุ๋ยในบางครั้ง อุปกรณ์ฟอกกี้หรือหัวพ่นหมอกเพื่อปรับความชื้นภายในโรงเรือนกรณีที่มีความชื้นต่ำ และอุปกรณ์สแลนเพื่อพรางแสงกรณีที่มีแสงเป็นจำนวนมากเกินไปอาจส่งผลให้มีความร้อนเข้ามาภายในโรงเรือนมากขึ้นได้

3.2 ฮาร์ดแวร์ส่วนของโต๊ะปลูก



รูปที่ 9 แสดงโต๊ะปลูก

โต๊ะปลูกขาดนาด 8 ราง สูง 90 cm กว้าง 180 cm ยาว 3 m ชนิด NFT ใช้ท่อ PVC ขาด 3 นิ้ว จำนวน 8 ราง 1 รางมีสามารถปลูกผักได้ 13 ต้น 1 โต๊ะสามารถปลูกผักได้ทั้งหมด 104 ต้น โดยปั๊มน้ำทำการดูดน้ำให้ไหลผ่านรากของผัก และไหลกลับมายังจุดพักปุ๋ยเป็นการหมุนเวียน

3.3 กล่องอุปกรณ์ควบคุม

รูปที่ 10 แสดงกล่องควบคุม

จากรูปที่ 10 เป็นกล่องควบคุม ประกอบด้วย 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ Arduino Mega 2560 สำหรับอ่านค่าเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้น และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และส่วนควบคุมสั่งการเปิด-ปิดพัดลม ปั๊มน้ำ อุปกรณ์ฟอกกี้หรือหัวพ่นหมอก และอุปกรณ์สแลนเพื่อพรางแสง และมีคีย์แพดที่ใช้กับการเลือกโหมดและการตั้งค่า 2) บอร์ด Raspberry PI ใช้ติดต่อกับ AWS Cloud เพื่อนำรูปภาพของต้นผักไปวิเคราะห์ โดยจะใช้โมดูลกล้องเป็นตัวถ่ายภาพของผักส่งไปให้ Intel deep learning ประมวลผลและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นผัก และเมื่อได้ผลวิเคราะห์มาก็จะส่งค่ากลับมายัง Raspberry pi เมื่อรับค่าแล้วจะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ Arduino ให้ทำงานเพื่อควบคุมโรงเรือนตามระดับของความเจริญเติบโตที่ได้รับค่ามา

ภายนอกกล่องควบคุมจะมีส่วนของหน้าจอ LCD เพื่อแสดงผลโหมดการทำงาน และสถานะของการทำงานของอุปกรณ์ และมีสวิตช์เปิด-ปิด ประกอบด้วยสวิตช์เปิด-ปิดพัดลมและแผงรังผึ้งทั้ง 2 อุปกรณ์นี้นำมาใช้เพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนกรณีที่มีอุณหภูมิสูงหรือความร้อนสะสม เปิด-ปิดปั๊มน้ำได้เพื่อเลี้ยงน้ำให้กับต้นผักโดยผสมพร้อมกับปุ๋ยในบางครั้ง อุปกรณ์ฟอกกี้หรือหัวพ่นหมอกเพื่อปรับความชื้นภายในโรงเรือนกรณีที่มีความชื้นต่ำ และอุปกรณ์เปิด-ปิดสแลนเพื่อพรางแสงกรณีที่มีแสงเป็นจำนวนมากเกินไปอาจส่งผลให้มีความร้อนเข้ามาภายในโรงเรือนมากขึ้นได้ จึงจำเป็นต้องมีสแลนไว้พรางแสง

3.4 การทดสอบวัดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างข้างนอกและข้างในโรงเรือน

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือน

วันที่	กลางวัน		กลางคืน	
	ข้างนอกโรงเรือน	ข้างในโรงเรือน	ข้างนอกโรงเรือน	ข้างในโรงเรือน
1	30.1 c	26.4 c	28.4 c	25.5 c
2	30 c	26.6 c	28.3 c	24.5 c
3	28.8 c	26.4 c	28.1 c	26.1 c
4	31.1 c	27.4 c	29.3 c	26.2 c
5	33.2 c	26.8 c	29.8 c	25.8 c
6	32.9 c	28.2 c	28.5 c	25.8 c
7	32.5 c	27.9 c	28.4 c	25.3 c
8	29.6 c	26 c	28.1 c	25.7 c
9	32.5 c	27.4 c	28.3 c	24.9 c
10	30.9 c	27.8 c	28.6 c	25.8 c
ค่าเฉลี่ย	31.5 c	26.1 c	28.1 c	25.3 c

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือน จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของอุณหภูมิข้างในโรงเรือนจะเย็นกว่าข้างนอกโรงเรือนโดยทำการเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 10 วัน เก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืนโดยใช้ Digital Thermometer Hygrometer Temperature Humidity จากการเก็บผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันลดลงประมาณ 5.4 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงประมาณ 2.8 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นผลจากระบบควบคุมภายในโรงเรือน

3.5 การทดสอบวัดค่าความแตกต่างของความชื้นระหว่างข้างนอกและข้างในโรงเรือน

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือน

วันที่	กลางวัน		กลางคืน	
	ข้างนอกโรงเรือน	ข้างในโรงเรือน	ข้างนอกโรงเรือน	ข้างในโรงเรือน
1	41 %	63 %	50 %	70 %
2	56 %	75 %	64 %	87 %
3	62 %	80 %	69 %	82 %
4	57 %	78 %	73 %	81 %
5	37 %	92 %	67 %	82 %
6	35 %	71 %	60 %	73 %
7	37 %	70 %	55 %	70%
8	49 %	75 %	57 %	88 %
9	46 %	71 %	53 %	80 %
10	52 %	69 %	63 %	82 %
ค่าเฉลี่ย	51 %	76 %	59 %	80 %

จากตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความชื้นระหว่างข้างนอกและข้างในของโรงเรือนโดยทำการเก็บผลการทดลองเป็นเวลา 10 วันได้ทำการเก็บผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืนโดยใช้ Digital Thermometer Hygrometer Temperature Humidity จะเห็นว่าความแตกต่างของความชื้นข้างในโรงเรือนจะเพิ่มขึ้นมากกว่าข้างนอกโรงเรือน ค่าเฉลี่ยของความชื้นในช่วงเวลากลางวันเพิ่มขึ้นประมาณ 25 % และในช่วงเวลากลางคืนความชื้นเพิ่มขึ้นประมาณ 21 % ซึ่งเป็นผลจากระบบควบคุมภายในโรงเรือน

3.6 การทดสอบวิเคราะห์ภาพจากโมเดล

1) เริ่มต้น จะทำการเตรียมชุดข้อมูล ดังนี้

- ภาพผัก Small class จำนวน 300 ภาพ
- ภาพผัก Medium class จำนวน 300 ภาพ
- ภาพผัก Large class จำนวน 300 ภาพ

2) ทำการเทรนชุดข้อมูล ด้วยเครื่องมือ Intel Deep Learning ที่ติดตั้งบน Amazon Cloud เพื่อทำโมเดล

3) เมื่อได้โมเดลจากการเทรนชุดข้อมูลแล้ว จะทำการทดสอบการวิเคราะห์รูปภาพผัก ด้วยการถ่ายรูปผักตามระดับต่างๆ ส่งไปทดสอบโมเดล ผลที่ได้ แสดงดังรูปที่ 11-13

Test

Results:

Confidence	Category
70.86%	1
26.57%	2
2.57%	3

รูปที่ 11 แสดง Small Class

จากรูปที่ 11 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของผักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 1 (Small class) จะเห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 1 มากที่สุดอยู่ที่ 70.86 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพธ์ของระดับอื่นที่ลดหลั่นลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Small class

Test

Results:

Confidence	Category
90.12%	2
8.12%	3
1.76%	1

รูปที่ 12 แสดง Medium Class

จากรูปที่ 12 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของผักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 2 (Medium class) เห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 2 มากที่สุดอยู่ที่ 90.12 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพธ์ของระดับอื่นที่ลดหลั่นลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Medium class

Test

Results:

Confidence	Category
97.71%	3
1.16%	1
1.13%	2

รูปที่ 13 แสดง Large Class

จากรูปที่ 13 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของผักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 3 (Large class) เห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 2 มากที่สุดอยู่ที่ 97.71 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพธ์ของระดับอื่นที่ลดหลั่นลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Large class

3.7 การทดสอบวิเคราะห์ภาพจากโปรแกรม

การทดสอบการวิเคราะห์รูปภาพโดยโปรแกรม เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python2 ด้วยเครื่องมือ Jupyter ซึ่งจะทำงานอยู่บน AWS Cloud โดยโปรแกรม จะเรียกใช้งาน Model ที่ได้ทำไว้ด้วยการใส่ ID ของ Model และ ที่อยู่ของไฟล์ Model เพื่อทดสอบการวิเคราะห์รูปภาพ

```
import sys
import caffe
import time
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# display plots
get_ipython().magic(u'matplotlib inline')

while 1:
# set display defaults
    plt.rcParams['figure.figsize'] = (5, 5)
    plt.rcParams['image.interpolation'] = 'nearest'
    plt.rcParams['image.cmap'] = 'gray'

# Path to the test folder with subfolders - 1 for each class
    image_folder = '/workspace/dlsdk/uploads/myphoto'

# Model ID
#--- Can be found in the "details" tab of the model view ---
    model_ID = 'fc8c500c-3bfa-4b48-a7fa-a0aebc539dc4'

# Name of the latest Caffe model to be used
#--- can be found in the "details" tab of the model view ---
    model_file = '/workspace/dlsdk/jobs/caffe/models
    /fc8c500c-3bfa-4b48-a7fa-a0aebc539dc4
    /snapshot_iter_30.caffemodel'
```

รูปที่ 14 แสดงตัวอย่างโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพจากโมเดล

จากรูปที่ 14 เป็นตัวอย่างโปรแกรมวิเคราะห์รูปภาพจากโมเดล โดยโปรแกรมจะนำรูปภาพจากโฟลเดอร์ที่ได้กำหนดไว้มาวิเคราะห์ด้วย Model ที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรม แล้วนำผลที่ได้มาเขียนเป็นไฟล์ result.txt แสดงดังรูปที่ 15

```
Caffe Model found.
Grey images input
test.jpg
Images are ready to classify
 | True class:  test | Predicted class : 1
Caffe Model found.
Grey images input
test.jpg
Images are ready to classify
 | True class:  test | Predicted class : 1
Caffe Model found.
Grey images input
test.jpg
Images are ready to classify
 | True class:  test | Predicted class : 3
Caffe Model found.
Grey images input
test.jpg
Images are ready to classify
 | True class:  test | Predicted class : 3
Caffe Model found.
Grey images input
test.jpg
Images are ready to classify
 | True class:  test | Predicted class : 3
```

รูปที่ 15 แสดงผลลัพธ์จากโปรแกรม

จากรูปที่ 15 แสดงผลการทดสอบโดยโปรแกรม จะเห็นว่าในขั้นต้นผลการทดสอบจะเป็น 1 ซึ่งได้จากการทดสอบโดยรูปภาพผักที่อยู่ในระดับการเติบโตระดับที่ 1 โปรแกรมจะทำงานแบบวนซ้ำทุก ๆ 5 วินาที ถ้าหากมีการถ่ายรูปโดยกล้องที่ติดตั้งภายในโรงเรือนเข้ามาใหม่โปรแกรมก็จะวิเคราะห์รูปใหม่ จากรูปจะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์จะเปลี่ยนเป็น ระดับ 3 เพราะมีการส่งรูปภาพระดับ 3 เข้ามาทดสอบ ผลที่ได้จะเขียนเป็นไฟล์ result.txt เก็บไว้ที่ AWS S3 จากนั้นอุปกรณ์ Raspberry Pi ในกล่องควบคุมที่โรงเรือน จะทำการเชื่อมต่อ AWS S3 ผ่านอินเตอร์เน็ตเพื่อดาวน์โหลดไฟล์นี้ และจากนั้นจะทำการอ่านระยะการเติบโตผักจากไฟล์ไปเทียบกับโปรไฟล์การควบคุมผักอัตโนมัติที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ดังตารางที่ 1 เพื่อทำการควบคุมโรงเรือนอัตโนมัติต่อไป

4. บทสรุป

ระบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ ใช้หลักการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผักด้วยเครื่องมือ Inter TensorFlow Deep Learning ที่ติดตั้งอยู่บน AWS Cloud แล้วสั่งการให้โรงเรือนทำงานโดยอัตโนมัติตามระยะการเติบโตของผัก โดยแบ่งประเภทของผักออกเป็น 3 ระยะ คือ Small Medium และ Large class จากผลการทดลองพบว่า สามารถแยกผักออกเป็น 3 ระยะ ได้ แต่ยังมีปัญหาถ้าแสงจากภาพถ่ายไม่คมชัดพอ เป็นผลให้ไม่สามารถแยกประเภทผักได้

แนวทางพัฒนาต่อคือใช้ชุดข้อมูลในการทำโมเดลมากขึ้น และทดสอบความแม่นยำในการควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions,” *Future Gener. Comput. Syst,* vol. 29, no. 7, pp. 1645-1660, September 2013.

[2] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “The Internet of Things: A survey,” *Comput. Netw*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, October 2010.

[3] D. C. Marinescu. *Cloud Computing: Theory and Practice 1st ed.* CA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

[4] “Amazon Web Services” [Online]. Available: https://aws.amazon.com/documentation/html. [Accessed Jan. 20, 2017].

[5] A. Krizhevsky I. Sutskever and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks", In NIPS, vol. 1, pp. 4, 2012.

[6] Y. Jia, E. Shelhamer, J. Donahue, S. Karayev, J. Long, R. Girshick, S. Guadarrama, and T. Darrell, "Caffe: Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding," In Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia (MM '14), NY, USA, pp. 675-678.

[7] "Intel Deep learning tool" [Online]. Available: https://software.intel.com/en-us/ai-academy/tools. [Accessed March 10, 2018].