

โรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และการเรียนรู้ของเครื่อง

รัฐศิลป์ รานอกภาณุวัชร

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/1-4 ด.ประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 02-9547300 ต่อ 594 E-mail: udom.ran@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านระบบเครือข่ายหรือที่เรียกว่า Internet of thing (IoT) เริ่มได้รับความนิยมในภาคเกษตรกรรม ผู้วิจัยจึงได้นำระบบ Internet of thing (IoT) มาประยุกต์ใช้งานระบบโรงเรือนปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ให้สามารถควบคุมการทำงานได้แบบอัตโนมัติ โดยการสั่งงานจะใช้ระบบการเรียนรู้ของเครื่องหรือที่เรียกว่า Machine learning เพื่อช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นผัก ด้วยวิธีการถ่ายภาพผักภายในโรงเรือนอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนดไว้แล้วนำภาพถ่ายที่ได้ส่งไปยัง AWS Cloud ที่ติดตั้งเครื่องมือ Intel Deep Learning จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์ระยะการเจริญเติบโตของผักด้วยโมเดลที่ทำการเทรนไว้แล้ว จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ส่งกลับมาที่โรงเรือน เพื่อควบคุมการทำงานของโรงเรือนตามระยะการเจริญเติบโตของผักแบบอัตโนมัติ จากผลการทดลองพบว่า สามารถแยกผักออกเป็น 3 ระยะได้ถูกต้อง แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนเมื่อตำแหน่งและแสงของภาพที่ใช้ทดสอบไม่ตรงกับชุดภาพที่ใส่เข้าไปในขั้นตอนของการเทรนนิ่ง

คำสำคัญ—โรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ; อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง; การเรียนรู้ของเครื่อง

1. บทนำ

ปัจจุบันผักไฮโดรโปนิกส์เป็นที่นิยมสำหรับบริโภคอาหารสุขภาพ เพราะเป็นผักที่ปลอดสารพิษ การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์นั้น มีวิธีการปลูกได้หลายวิธี ซึ่งจะมีการดูแลความแตกต่างกัน แต่ถ้ารูปแบบที่นิยมปลูกที่สามารถควบคุมได้ คือปลูกในโรงเรือนแบบปิด ให้อยู่ทางน้ำ ไหลวนในรางปลูก จึงมีความต้องการ การเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม การปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ต้องมีปัจจัยในด้านสภาพแวดล้อมและดูแลเอาใจใส่ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผัก โดยผักไฮโดรโปนิกส์นั้นจะเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำสารละลายไม่เกิน 29 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรด อยู่ระหว่าง 5.6-6.5 ซึ่งทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในสารละลายอยู่ในรูปที่พืช

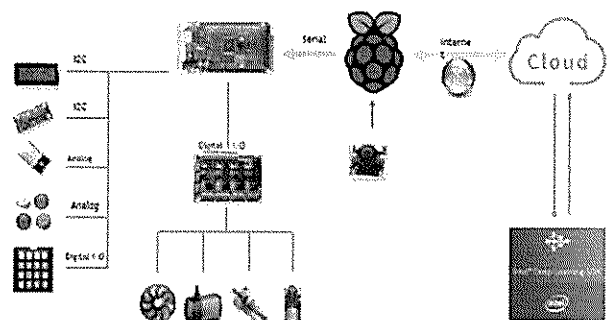
นำไปใช้ประโยชน์ได้ดีที่สุด สำหรับผู้ปลูกรายใหม่ที่ไม่มีความชำนาญ อาจเป็นเรื่องยุ่งยากและอาจทำให้ผลผลิตเสียหายได้

ดังนั้นถ้ามีระบบที่สามารถช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมโรงเรือนได้ง่ายแบบอัตโนมัติ จะช่วยให้เกษตรกรเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ของรัฐบาล ในส่วน Smart Farm ซึ่งระบบต่างๆควรจะทำงานอัตโนมัติ ลดต้นทุนการผลิต ลดการใช้กำลังคนมากที่สุด

จากปัญหาข้างต้นทางผู้วิจัย จึงได้ออกแบบพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนปิดอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกแก่เกษตรกร โดยนำเทคโนโลยี Internet of Things [1][2] มาควบคุมการให้น้ำ ควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือน ควบคุมความเข้มแสงภายในโรงเรือน ร่วมกับ Machine Learning โดยใช้ Intel Deep Learning tool [7] มาช่วยวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก ด้วยวิธีการถ่ายภาพผักไฮโดรโปนิกส์ภายในโรงเรือนอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนด แล้วนำภาพถ่ายที่ได้ส่งไปยัง AWS Cloud Storage [3][4] ที่เรียกว่า AWS S3 จากนั้นระบบจะดึงภาพไปประมวลผลบน AWS EC2 ซึ่งติดตั้ง Intel Deep Learning tool เพื่อทำการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผัก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งกลับมาที่โรงเรือนทำการควบคุมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 ภาพรวมระบบ

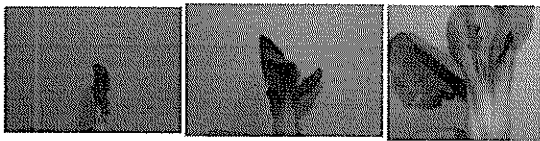


รูปที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมระบบ

ระบบโรงเรือนไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติออกแบบมาเพื่อใช้กับโรงเรือนแบบปิด มีชุดควบคุม Arduino เพื่อสั่งการทำงานควบคุมอุปกรณ์และอ่านค่าเซนเซอร์ต่างๆ ทำงานร่วมกับ Raspberry Pi ที่มีกล้องถ่ายภาพฝักนำไปประมวลผล Machine learning บน Cloud การทำงานแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ 1) การควบคุมอัตโนมัติ เป็นการทำงานได้ด้วยตัวเอง โดยรับค่าจากเซนเซอร์และภาพที่ถ่ายมาประมวลผลเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ (Profile) ในระบบ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ต่างๆทำงาน 2) การควบคุมแมนนวล (Manual) เป็นการควบคุมโดยผู้ใช้เอง เช่น การเปิดหรือปิดระบบ พัดลม ป้อนน้ำ และมอเตอร์ 3) การตั้งค่า (Setting) ผู้ใช้สามารถกำหนดค่า Profile เริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ได้ โดยรับค่าเข้าจาก Keypad เพื่อตั้งค่าเริ่มต้นหรือสิ้นสุดให้กับอุปกรณ์ เช่น ผู้ใช้ต้องการให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อปิดม่านพรางแสงเมื่อพบค่าแสง(Lux)สูงสุดที่เท่าใด เป็นต้น

2.2 การควบคุมอัตโนมัติ

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



รูปที่ 2. แสดงระยะการเติบโต (Class)

แต่ละ class จะมี Profile การควบคุมอัตโนมัติเก็บไว้ที่กล่องควบคุมที่โรงเรือน ก่อนใช้งานผู้ใช้จะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นในแต่ละ class ตัวแปรใน Profile แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดง Profile การควบคุมอัตโนมัติ

ตัวแปร	ค่า	ความหมาย
Temp	องศา C	อุณหภูมิภายในโรงเรือน
Hum	%	ความชื้นในอากาศภายในโรงเรือน
Lux	Lux	ความเข้มแสงภายในโรงเรือน
Fan	On/Off	การเปิดปิดพัดลม
Silent	On/Off	การเปิดปิดม่านพรางแสง
Water	On/Off	การเปิดปิดป้อนน้ำ
Cool	On/Off	การเปิดปิดป้อนน้ำไหลผ่านแผงรังผึ้ง
Foggy	On/Off	การเปิดปิดหัวพ่นหมอก

เราสามารถแก้ไขข้อมูลในแต่ละ Profile ในภายหลังได้ ผ่านฟังก์ชัน Setting ที่กล่องควบคุม

2.3 เครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง

ในการแยกรูปภาพฝักออกเป็น 3 class จะใช้โมเดล Neural Network ในการเรียนรู้ของเครื่องประเภท Convolutional Neural Network (CNNs) [5] ซึ่งจะมีชั้น Convolutional Layer เพิ่มขึ้นมาเป็นส่วนที่ใช้สกัดลักษณะสำคัญของภาพออกจากรูปภาพฝักออกมาได้ และปัจจุบันนิยมใช้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความซับซ้อนมากนัก ซึ่งเหมาะกับการแยกรูปภาพออกเป็น 3 ระยะการเติบโต สำหรับเฟรมเวิร์กที่ใช้จะใช้ Caffe [6] และใช้ SDK ของ Intel deep learning training tool [7] ในการพัฒนาโมเดล

3. ผลการทดลอง

ผลการทดลองประกอบด้วยโครงสร้างโรงเรือน กล่องควบคุมที่ติดตั้งที่โรงเรือน และการวิเคราะห์ภาพฝักจากโมเดล

3.1 โรงเรือน

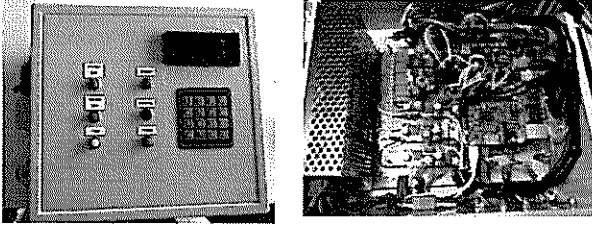


รูปที่ 3 แสดงโรงเรือนปิด

จากรูปที่ 3 แสดงโครงสร้างโรงเรือนปิดตามที่ได้ออกแบบสำหรับการทดลอง โรงเรือนมีขนาด ความกว้าง 1 เมตร ความยาว 2.5 เมตร และความสูง 2.2 เมตร ส่วนขนาดของแผงแปลงที่ใช้ปลูกต้นฝัก มีขนาด ความกว้าง 0.8 เมตร ยาว 2 เมตร มีจำนวนแถวที่ปลูก 4 แถว แต่ละแถวปลูก 10 ต้น มีระยะห่างระหว่างต้นอยู่ที่ 20 เซนติเมตร ฝักชนิดที่ใช้ปลูกเป็นฝักกวางตุ้งฮ่องเต้ซึ่งเป็นฝักที่มีความสูงและความกว้างขนาดใหญ่ จึงเหมาะในการที่นำมาทดลองปลูก โดยระยะเวลาการปลูกตั้งแต่เป็นเมล็ดจนโตเต็มที่ อยู่ราว ๆ 40-45 วัน

ภายในโรงเรือนติดตั้ง พัดลมและแผงรังผึ้งเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนกรณีที่มีอุณหภูมิสูงหรือความร้อนสะสม ป้อนน้ำเพื่อเปิด-ปิดน้ำเลี้ยงให้กับต้นฝักโดยผสมพร้อมกับปุ๋ยในบางครั้ง อุปกรณ์ฟอกก็หรือหัวพ่นหมอกเพื่อปรับความชื้นภายในโรงเรือนกรณีที่มีความชื้นต่ำ และอุปกรณ์สแลนเพื่อพรางแสงกรณีที่มีแสงเป็นจำนวนมากเกินไปอาจส่งผลให้มีความร้อนเข้ามาภายในโรงเรือนมากขึ้นได้

3.2 กล่องอุปกรณ์ควบคุม



รูปที่ 4 แสดงกล่องควบคุม

จากรูปที่ 4 เป็นกล่องควบคุม ประกอบด้วย 1) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ Arduino Mega 2560 สำหรับอ่านค่าเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ความชื้นและเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และส่วนควบคุมสั่งการเปิด-ปิด พัดลม ปัมป์น้ำ อุปกรณ์ฟอกกี้หรือหัวพ่นหมอก และอุปกรณ์สแลนเพื่อพรางแสง และมีคีย์แพดที่ใช้กับการเลือกโหมดและตั้งค่า 2) Raspberry Pi เป็นที่ใช้ติดต่อกับ cloud เพื่อนำรูปภาพของต้นผักไปวิเคราะห์ โดยจะใช้โมดูลกล้องเป็นตัวถ่ายภาพของผักส่งไปให้ Cloud Machine Learning ประมวลผลและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของต้นผัก และเมื่อได้ผลวิเคราะห์มาจะส่งค่ากลับมายัง Raspberry pi เมื่อรับค่าแล้วจะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ Arduino ให้ทำงานเพื่อควบคุมโรงเรือนตามระดับของความเจริญเติบโตที่ได้รับค่ามา

ภายนอกกล่องควบคุมจะมีส่วนของหน้าจอ LCD เพื่อแสดงผลโหมดการทำงาน และสถานะของการทำงานของอุปกรณ์ และมีสวิตช์เปิด-ปิด ประกอบด้วยสวิตช์เปิด-ปิด

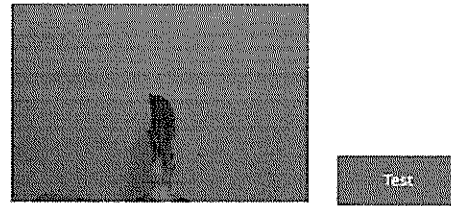
3.3 การทดสอบวิเคราะห์ภาพจากโมเดล

1) เริ่มต้น จะทำการเตรียมชุดข้อมูล ดังนี้

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

2) ทำการเทรนโดยเครื่องมือ Intel Deep Learning ที่ติดตั้งบน Amazon Cloud เพื่อทำโมเดล

3) เมื่อได้โมเดลจากเทรนชุดข้อมูลแล้ว จะทำการทดสอบการวิเคราะห์รูปภาพผัก โดยจะทำการถ่ายรูปผักตาม class ต่างๆ ส่งไปทดสอบในโมเดล ผลที่ได้ดังนี้

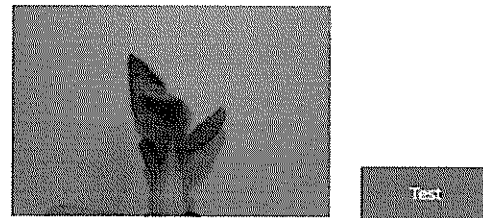


Results:

Confidence	Category
70.86%	1
26.57%	2
2.57%	3

รูปที่ 5 แสดง Small class

จากรูปที่ 5 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของผักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 1 (Small class) เห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 1 มากที่สุดอยู่ที่ 70.86 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพธ์ของระดับอื่นที่ลดหลั่นลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Small class

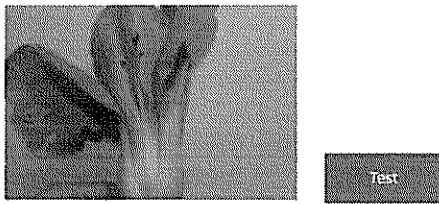


Results:

Confidence	Category
90.12%	2
8.12%	3
1.76%	1

รูปที่ 6 แสดง Medium class

จากรูปที่ 6 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของผักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 2 (Medium class) เห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 2 มากที่สุดอยู่ที่ 90.12 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพธ์ของระดับอื่นที่ลดหลั่นลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Medium class



Results:

Confidence	Category
97.71%	3
1.16%	1
1.13%	2

รูปที่ 7 แสดง Large class

จากรูปที่ 7 แสดงผลการทดสอบรูปภาพของฝักที่มีการเติบโตอยู่ในระดับที่ 3 (Large class) เห็นได้ว่าผลของการทดสอบจะมีเปอร์เซ็นต์ของระดับ 2 มากที่สุดอยู่ที่ 97.71 เปอร์เซ็นต์ และมีผลลัพท์ของระดับอื่นที่ลดลงลงมา แสดงว่าภาพนี้มีผลการทดสอบเป็นระดับการเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับ Large class

5. บทสรุป

ระบบโรงเรือนผักไฮโดรโปนิคส์อัตโนมัติ ใช้หลักการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของผักด้วยเครื่องมือ Inter Deep Learning และเฟรมเวิร์ก Caffe โมเดล CNNs ที่ติดตั้งอยู่บน AWS Cloud แล้วสั่งการให้โรงเรือนทำงานโดยอัตโนมัติตามระยะการเติบโตของผัก โดยแบ่งประเภทของผักออกเป็น 3 ระยะ คือ Small Medium และ Large จากผลการทดลองพบว่า สามารถแยกผักออกเป็น 3 ระยะ ได้ แต่ยังมีปัญหาถ้าแสงจากภาพถ่ายไม่คมชัดพอ เป็นผลให้ไม่สามารถแยกประเภทผักได้ วิธีการแก้ไขในอนาคตคือ ใช้ชุดข้อมูลในการทำโมเดลมากกว่านี้

เอกสารอ้างอิง

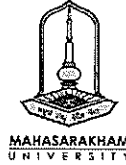
- [1] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, and Marimuthu Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Gener. Comput. Syst.* 29, 7 (September 2013), 1645-1660.
- [2] Luigi Atzori, Antonio Iera, and Giacomo Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Comput. Netw.* 54, 15 (October 2010), 2787-2805.
- [3] Dan C. Marinescu. *Cloud Computing: Theory and Practice* 1st ed. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
- [4] Amazon Web Services (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://aws.amazon.com/documentation/html> [20 มกราคม 2560].
- [5] A. Krizhevsky I. Sutskever and G. E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *In NIPS* volume 1 page 4 2012.

[6] Yangqing Jia, Evan Shelhamer, Jeff Donahue, Sergey Karayev, Jonathan Long, Ross Girshick, Sergio Guadarrama, and Trevor Darrell, "Caffe: Convolutional Architecture for Fast Feature Embedding," *In Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia (MM '14)*. ACM, New York, NY, USA, 675-678.

[7] Intel Deep learning tool (ออนไลน์). สืบค้นจาก :

<https://software.intel.com/en-us/ai-academy/tools> [10 มีนาคม 2561].

การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10
(10th National Conference on Information Technology: NCIT)
โรงแรมพูลแมน จังหวัดขอนแก่น วันที่ 24-25 ตุลาคม 2561



แจ้งผลการพิจารณาบทความ

เรียน ผู้ส่งบทความ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เพื่อเข้าร่วมนำเสนอในการจัดประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology: NCIT) ครั้งที่ 10 และการประชุมวิชาการนานาชาติ The International Conference on Information Technology (InCIT 2018) ครั้งที่ 3 ในวันที่ 24-25 ตุลาคม 2561 นั้น

Paper ID : NCIT2018 - Paper 51

Paper Title : โรงเรือนผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี IoT และเครื่องมือการเรียนรู้เครื่อง

บัดนี้บทความวิจัยของท่านได้ผ่านการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพ โดยการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) เรียบร้อยแล้ว จึงขอแจ้งให้ท่านทราบว่า บทความวิจัยของท่าน “ผ่านการคัดเลือกจากผู้ทรงคุณวุฒิ” แล้ว

ทั้งนี้ คณะกรรมการจัดการประชุมฯ ขอความร่วมมือจากท่านโปรด

1. ปรับแก้บทความตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ (ตามไฟล์แนบ) และปรับแก้บทความตาม template โดยให้ใส่ชื่อผู้วิจัยในไฟล์บทความ (ไม่ต้องใส่คำนำหน้า)
2. ขอความร่วมมือจากท่านโปรดตรวจสอบคำผิด การเว้นวรรคตอน ให้ถูกต้อง และตรวจทานเอกสารอ้างอิง ให้ตรงตามรูปแบบ และให้มีเฉพาะที่ปรากฏในบทความฉบับนี้เท่านั้น เพราะงานวิจัยของท่านจะถูกพิมพ์ใน proceeding ซึ่งอาจถูกนำไปใช้อ้างอิงได้ในอนาคต
3. ส่งบทความกลับเป็นไฟล์ word ทาง email: ncit2018@msu.ac.th หรือ satith.s@msu.ac.th นี้ ภายในวันที่ 21 กันยายน 2561

ด้วยความเคารพ

คณะกรรมการจัดการประชุม NCIT2018