



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบภาพพืชพรรณทางการเกษตร

Machinery for monitoring the integrity of agricultural crops



นาย อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)เครื่องตรวจสภาพพืชพรรณทางการเกษตร.....
 แหล่งเงินเงินงบประมาณแผ่นดิน (วช.).....
 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน.....391,100 บาท
 ระยะเวลาทำการวิจัย1.....ปี.....ตั้งแต่.....1 ตุลาคม 2560.....ถึง.....30 กันยายน 2561
 ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
 ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย)อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล.....
 ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ)ATTASIT LASAKUL.....
 ตำแหน่งทางวิชาการ ...รองศาสตราจารย์..... สัดส่วนการวิจัย100 %.....
 ภาควิชาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... คณะวิศวกรรมศาสตร์.....
 โทรศัพท์ ...0840270185..... โทรสาร
 E-mailklattasi@kmitl.ac.th.....

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ในการตรวจสภาพพืชพรรณทางการเกษตรนั้น จะมีการใช้วิธีตรวจโดยการพิจารณาของบุคคล ด้วยตา ซึ่งมีปัญหามากในการตรวจในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ๆ แต่ในปัจจุบันก็มีการใช้เทคโนโลยีทางด้าน ดาวเทียมมาช่วยวิเคราะห์ได้ด้วยเช่น แต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงตามไปด้วย ยิ่งด้วยเกษตรกรทั่วไปที่มีพื้นที่ การทำการเกษตร (พืชพรรณทางการเกษตร) ไม่มากนักก็จะยิ่งยากที่จะต้องใช้ระบบดาวเทียมมาช่วยซึ่งไม่คุ้มค่าอย่างแน่นอน .

โครงการวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดการนำเทคโนโลยีที่สามารถสร้างใช้เองได้ในระดับหนึ่งคือการสร้างระบบ ถ่ายภาพเฉพาะขึ้นมา แล้วนำไปถ่ายภาพพื้นที่การเกษตรหรือพืชพรรณทางการเกษตรที่ต้องการตรวจสอบ เช่น อาจเป็น ต้นพรรณไม้ต่างๆ แล้วนำกลับมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเฉพาะที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ได้บน คอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งด้วยเทคโนโลยีของระบบสมองกลฝังตัวและการวิเคราะห์ภาพดิจิทัลเพื่อการหาค่า NDVI (ที่ใช้เป็นค่าบอกความเจริญของพืชพรรณได้) ได้ ก็มีความเป็นไปได้ที่นำมาสร้างระบบดังกล่าวได้ โดย จัดให้มีการใช้งานที่ง่าย สามารถใช้งานได้โดยเกษตรกรทั่วไปไม่ต้องต้องการความรู้หรือความสามารถพิเศษแต่ อย่างใด ซึ่งหากทำได้ตามประสงค์ที่กล่าวมา ก็คาดว่าจะได้ต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดใช้งานจริงจั่ง ได้ในอนาคต

คำสำคัญ : สมองกลฝังตัว, ค่าบ่งบอกความเจริญของพืชพรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title:Machinery for monitoring the integrity of agricultural crops

Researcher: ...Assoc.Prof.Dr. Attasit LASAKUL.....

Faculty:Engineering.....**Department:**Computer engineering


ABSTRACT

Currently, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) value is very important value for indicate the integrity of agricultural crops. This value can be received by using high quality NDVI camera. Due to most of NDVI camera is very expensive and it's difficult to use by people. In this research, proposed the method to implement the NDVI camera by using the low-cost Embedded devices and special NDVI analysis programing. This camera can be used to take the Non-IR picture and then processed to detect the NDVI value easily. By designed, it's easily to used and have a small of size. This device can be carried by people or by installed on a small drone in order to take the digital picture for processing. This prototype should be very important for continue developing to use in the real world

Keywords: Embedded system, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จะไม่อาจสำเร็จได้เลย หากปราศจาก บุคคลและหน่วยงานเหล่านี้ ได้ให้ ข้อมูลและคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยเป็นอย่างมาก คือ รศ.ดร.สุรพันธ์ เอื้อไพบูลย์ ซึ่งเป็น อาจารย์ประจำสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่ง ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างมาก และอีกส่วนก็คือกลุ่มของ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของ หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ ที่ได้มาร่วมช่วยในการทำการทดลองทดสอบการทำงานของเครื่องที่ได้ทำวิจัย นี้ และขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้กำลังใจ มาตลอดการทำกรวิจัยนี้ ทำให้งานเสร็จลุล่วงไปด้วยดี และที่สำคัญที่สุด นั่นคือ งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.) ประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2561 (เลขที่สัญญา A118-0361-032) และสุดท้ายคือคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้การ สนับสนุนมาโดยตลอด.



รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล
(หัวหน้าโครงการวิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 แนวคิดการวิเคราะห์หาค่า NDVI ด้วยอุปกรณ์ราคาประหยัด	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	8
3.1 ส่วนของ Hard ware	12
3.2 ส่วนของ Software	15
3.3 การใช้งานของเครื่องตรวจสอบพืชพรรณทางการเกษตร	19
3.3.1 การทดลองใช้งานในพื้นที่ตัวอย่าง	23
บทที่ 4 ผลการวิจัย	26
4.1 ผลวิจัยต่างๆ	26
4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	27
5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	27
บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย	28
บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก อุปกรณ์สมองกลฝังตัว (Raspberry pi Zero W) และส่วนของกล่อง	30
ภาคผนวก ข ส่วนของโปรแกรม	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการ	37
ประวัตินักวิจัย	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณ NDVI จากค่าการสะท้อนของแสงที่วัดได้	7
3.1 แสดงตารางเวลาการดำเนินการวิจัย	19



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 (a) ช่วงแสงต่างๆ (b) ช่วงแสง (NIR) ที่พืชพรรณสะท้อนออกมาแสดงว่ามีการสังเคราะห์ที่ตี	5
2.2 แสดงผลการสะท้อนของแสงที่ออกจากพืชพรรณที่มีความเจริญต่างกัน [3]	6
3.1 แสดงตัวกล้อง Pi NoIR ที่นำมาใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi)	8
3.2 แสดงภาพที่ได้จากแบบปกติ (a) แบบไม่มีการกรอง IR	9
3.3 (a) ตัวแผ่นกรองสีน้ำเงินและ (b) ภาพที่ได้จากการใส่กรองสีน้ำเงิน	10
3.4 แสดงภาพจำลองการเก็บข้อมูลแสดงในช่วงที่ต้องการด้วยกล้อง Pi NoIR (Blue filter)	10
3.5 แสดงระบบการใช้งานในภาพรวม	11
3.6 แสดงส่วนประกอบของตัวกล้องถ่ายภาพ NDVI	12
3.7 แสดงรูปของตัวกล้อง NDVI ที่ได้ทำเป็นต้นแบบของงานวิจัยนี้	13
3.8 แสดงส่วนของแบตเตอรี่สำหรับกล้อง NDVI	13
3.9 แสดงการติดตั้งตัวกล้องบนโดรนขนาดเล็ก	14
3.10 โฟลว์ชาร์ทโปรแกรมของส่วนของกล้อง NDVI	15
3.11 ภาพหน้าจอควบคุมการถ่ายภาพบนคอมพิวเตอร์	16
3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ทการทำงานของโปรแกรมส่วนวิเคราะห์ค่า NDVI จากภาพ	17
3.13 ติดตั้งตัวกล้อง NDVI เข้าสู่ตำแหน่งของการเชื่อมต่อกล้องของตัวโดรน	19
3.14 กำหนดให้ตั้งตัวคอมพิวเตอร์ให้เป็น Hot spot	20
3.15 หน้าจอโปรแกรม VLC ที่พร้อมใช้งาน	20
3.16 เปิดการทำงานของกล้องและบังคับโดรนขึ้นถ่ายภาพมุมสูงต้นไม้	21
3.17 เมื่อเปิดการทำงานโปรแกรมวิเคราะห์ NDVI	21
3.18 เลือกริเวณใบไม้พืชพรรณที่ต้องการวิเคราะห์	22
3.19 ผลการวิเคราะห์ NDVI	22
3.20 รูปภาพการทดลองถ่ายภาพพืชพรรณต่างๆและผลของค่า NDVI	25
6.1 แสดงภาพตัวระบบที่ได้จากงานวิจัย	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้จะได้ เรียงหัวข้อตามรูปแบบมาตรฐาน คือ เริ่มจากปัญหาที่มา, ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง, วิเคราะห์การวิจัย และผลการวิจัย ซึ่งจะได้เน้นส่วนที่เป็นผลการวิจัย เพื่อการพัฒนาปรับปรุงต่อไป เพื่อให้ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นต่อไป

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจาก ประเทศเราเป็นประเทศที่มีการทำด้านเกษตรกรรมเป็นหลัก การเฝ้าระวังดูแลพืชผลหรือป่าไม้, เพื่อถึงความสมบูรณ์ของการเจริญเติบโตของพืชผลทางการเกษตรหรือแม้แต่ความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ จึงนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะหากเราทราบว่ามีปัญหาที่จุดใดมีปัญหาดังกล่าวก็จะได้เร่งแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อสถานะเศรษฐกิจของประเทศเลยทีเดียว แต่เนื่องจากปกติแล้วพื้นที่ทำการเกษตรหรือพื้นที่ป่าไม้ก็จะมีพื้นที่ที่ขนาดใหญ่มาก ไม่ว่าจะเป็นไร่นา หรือ เป็นนาข้าวของเกษตรกรก็ตาม ซึ่งทำให้การติดตามดูแลการเจริญเติบโต หรือความสมบูรณ์ของพืชสวน, ป่าไม้ ดังกล่าวเหล่านั้นเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะต้องมีการทำเป็นประจำเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายที่สูงมากหากต้องจ้างพนักงานเพื่อไปตรวจสอบในพื้นที่ขนาดใหญ่เหล่านั้น อันนี้นับเป็นปัญหาหลัก จะเป็นผลดีไม่น้อยหากเรามีอุปกรณ์หรือเครื่องมือในการตรวจสอบสภาพดังกล่าวได้ โดยให้มีการใช้งานที่ง่ายและสามารถทำได้ทันทีตามระยะเวลาที่เราต้องการ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะขอเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมือดังกล่าวในราคาและประสิทธิภาพที่อยู่ในระดับยอมรับได้ โดยส่วนของการวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโตจะใช้ตัววัดเป็น ดัชนีการเจริญเติบโตของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index) [1], [2] ซึ่งจริงๆ อุปกรณ์กล้องถ่ายภาพนี้ก็จำหน่ายในท้องตลาดแล้วแต่ราคาค่อนข้างสูง ยากที่เกษตรกรทั่วไปจะได้นำมาใช้งาน ประกอบกับการนำไปใช้งานที่ต้องมีความรู้ระดับหนึ่งด้วยเช่นกัน ทำให้งานวิจัยนี้เกิดขึ้นเพื่อการออกแบบสร้างระบบภาพถ่ายดังกล่าวและนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นหรือจะด้วยบุคคลที่พิจารณาด้วยสายตาได้อีกด้วย โดยการออกแบบคร่าวๆเป็นดังนี้

- 1) สร้างระบบถ่ายภาพกล้องขนาดเล็กที่สามารถควบคุมการถ่ายภาพได้อัตโนมัติ เพื่อให้สามารถใช้งานง่ายได้หลากหลายพื้นที่ (สามารถนำไปติดตั้งบน ที่ต่างๆได้ง่าย เช่น อาจเป็น Drone ขนาดเล็กเป็นต้น)
- 2) มีโปรแกรมที่ออกแบบสำหรับการวิเคราะห์ที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาดัชนีชี้วัดการเจริญเติบโตของพืชพรรณ (NDVI) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) นำทั้งสองขั้นตอนมารวมกันให้ทำงานร่วมกันสร้างเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือให้มีการใช้งานให้ง่ายต่อผู้ใช้งานที่สุด

หากผลงานวิจัยเป็นไปดังเป้าหมาย ผู้วิจัยคิดว่าจะเป็นประโยชน์ต่องานด้านการเกษตรเป็นอย่างมาก และด้วยการที่สามารถมีระบบการภาพถ่ายทางอากาศอัตโนมัตินี้ ก็น่าจะสามารถพัฒนาต่อยอดไปใช้งานอื่นๆได้อีกมากมายได้เช่นกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ออกแลสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังดูแลการเจริญเติบโตของพืชพรรณการเกษตรหรือต้นไม้ต่าง ๆ โดยใช้หลักการของตัวดัชนีชี้วัดการเจริญเติบโต (NDVI) และ/หรือร่วมกับ การวิเคราะห์ภาพถ่ายจริงด้วยบุคคล โดยใช้เทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยที่มีในปัจจุบัน โดยเน้นให้ง่ายต่อการใช้งาน ราคาประหยัด และมีขนาดที่เล็กเคลื่อนย้ายได้สะดวกและมีการติดตั้งที่ไม่ยุ่งยาก เหล่านี้เป็นต้น และตัวเครื่องสามารถสร้างได้โดยใช้อุปกรณ์ภายในประเทศให้มากที่สุด เพื่อการซ่อมแซม และการพัฒนาต่อยอดทำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยนักวิจัยคนไทย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นจะได้ผลงานเป็นเครื่องตรวจวัดสภาพพืชผลทางการเกษตร จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 1) ตัวเครื่องกล่องขนาดเล็กสำหรับถ่ายภาพเพื่อการวิเคราะห์ภาพถ่าย จำนวน 1 เครื่อง
- 2) ซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายที่ติดตั้งได้บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไป จำนวน 1 ชุด

โดยมีการใช้งานดังนี้

มีระบบวิธีการควบคุมการถ่ายภาพพืชพรรณ ที่ให้ผลรูปภาพถ่ายที่เหมาะสมเพื่อการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชพรรณ (NDVI) ที่ง่ายสะดวก จากนั้นนำภาพที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นบนคอมพิวเตอร์ทั่วไปเพื่อแสดงผลบอกสภาพการเจริญเติบโตพืชพรรณต่อไป

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะปฏิบัติการออกแบบและสร้างต้นแบบ ที่ตึก 12 ชั้น ห้อง E12-1110 ซึ่ง เป็นห้องวิจัยของผู้วิจัยเอง หลังจากทำการสร้างต้นแบบได้แล้ว ก็จะนำไปทดสอบกับพื้นที่จริง คือกับพื้นที่ตัวอย่างในหลายๆ ลักษณะในเขตของพื้นที่ลาดกระบัง ซึ่งอาจเป็นกลุ่มของต้นพรรณไม้ต่างๆในเขตลาดกระบัง เพื่อเก็บข้อมูลและทดสอบหาค่าดังกล่าว ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้เป็นต้นแบบของ เครื่องตรวจวัดการเจริญเติบโตของพืชพรรณทางการเกษตร (หรือต้นไม้ทั่วไป) เป็นเครื่องที่ใช้งานได้ง่ายและราคาไม่สูง ทั้งขั้นตอนการติดตั้งหรือการวิเคราะห์หาค่า NDVI ที่ทุกคนสามารถทำได้ ตัวเครื่องถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็กและสามารถพกพาไปได้ อย่างสะดวก สามารถนำไปพัฒนาต่อเนืองให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

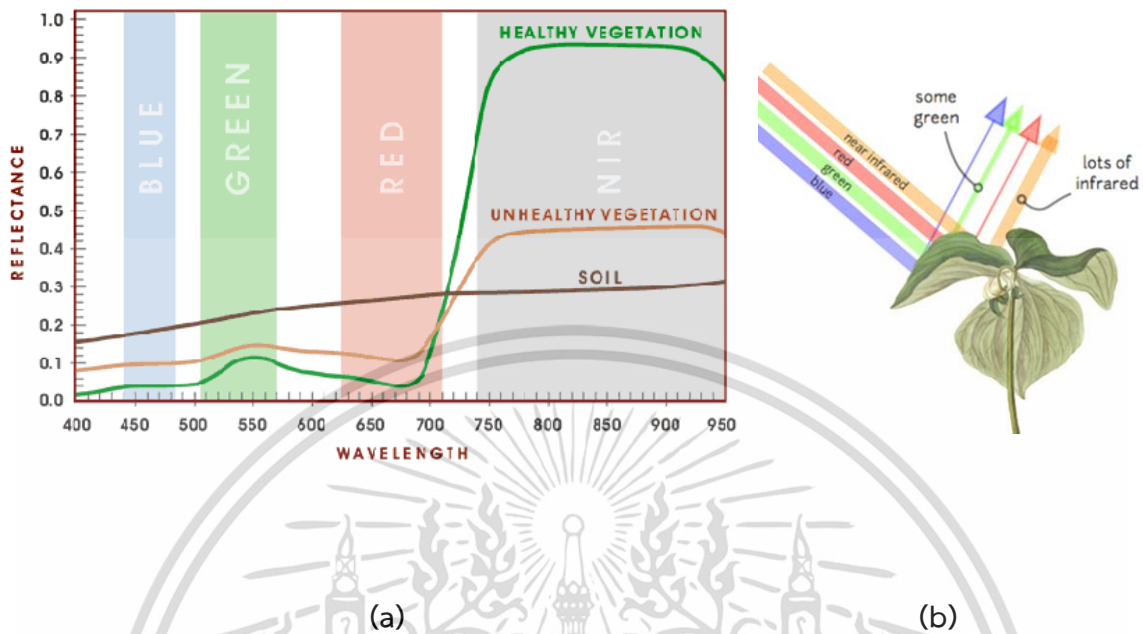
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้ ในส่วนของอุปกรณ์ใช้ในการตรวจสอบการเจริญพรรณทางการเกษตร นั้นยังไม่แพร่หลาย นำอันเนื่องจากราคาที่สูงและหากจะใช้ดาวเทียมร่วมในการวิเคราะห์ก็จะมีค่าใช้จ่ายมากขึ้น เป็นไปได้ยากต่อการนำมาใช้งานกับเกษตรกรในประเทศไทยทั่วไปได้ จริงอยู่ระบบกล้องที่ให้ค่าของ NDVI ก็มีจำหน่ายแต่การใช้งานที่ยากและราคาที่ยากก็แพงสูงก็เป็นอุปสรรค อยู่เหมือนกัน การออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องถ่ายภาพที่ราคาถูกลงและสามารถนำมาวิเคราะห์ให้ค่า NDVI เช่นกันจึงเป็นสิ่งที่น่าจะทำให้เกิดประโยชน์

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการที่มีทฤษฎีอันหนึ่งที่ใช้สำหรับการประเมินชี้วัดการเจริญเติบโตของพืชพรรณที่เรียกว่า “ดัชนีการเจริญเติบโตของพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI)” และวิธีการวัดนี้ ถูกนำไปใช้ในองค์กรที่ได้รับการเชื่อถือสูง อย่างเช่น องค์การนาซ่า ซึ่งใช้สำรวจดูการเจริญเติบโตของพืชพรรณบนพื้นโลก [3] โดยภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งแน่นอนว่าการทำเช่นนั้นต้องมีการใช้งบประมาณที่สูงมากๆ แต่ประโยชน์ที่ได้รับก็สูงมากเช่นกัน คือสามารถทำให้ทราบและติดตามการเจริญเติบโตของพืชพรรณในพื้นที่กว้างใหญ่ได้ทุกระยะ ซึ่งจะมีประโยชน์มากในการติดตามเพื่อวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้ถูกจุดและรวดเร็ว ดังนั้นในแนวคิดของผู้วิจัยจึงเกิดขึ้นที่ว่า หากเราสามารถสร้างเครื่องมือที่ทำให้สามารถติดตามการเจริญเติบโตของพืชพรรณได้เช่นกัน โดยใช้งบประมาณที่น้อยและการใช้งานแต่ละครั้งในการตรวจสอบทำได้อย่างไม่ยุ่งยากนักโดยใช้หลักการเดียวกัน และที่สำคัญสามารถให้ผลการตรวจสอบที่สามารถยอมรับได้ ก็จะเป็นประโยชน์มากในการนำไปใช้งานจริง โดยเฉพาะกับ กลุ่มเกษตรกร, หน่วยงานเอกชน หรือหน่วยงานของราชการที่ต้องมีการเฝ้าระวังผลผลิตทางการเกษตร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำวิธีการวัด ดัชนีการเจริญเติบโตนั้น (NDVI) มาใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ในที่ราคาถูก และที่มีความเป็นไปได้สูงที่สามารถให้ผลที่ยอมรับได้ โดยการใช้เทคนิคการตัดแสงที่ไม่ต้องการออกไป และนำเฉพาะช่วงแสงที่ต้องการมาใช้งาน ซึ่งในการสังเคราะห์แสงของพืชพรรณที่สมบูรณ์ดีนั้น ช่วงแสงที่เป็นสีน้ำเงินและช่วงแสงสีแดงจะถูกดูดซับไปใช้งานมากที่สุดและสะท้อนแสงสีเขียวและเหลืองออกมากที่สุด ดังรูปที่ 2.1 และในการวัดนี้นักวิทยาศาสตร์พบว่าแสงในช่วงที่เรียกว่า Near infrared (NIR) จะมีการสะท้อนออกมามากสำหรับพืชพรรณที่มีการสังเคราะห์แสงที่ดี ดังนั้นหากเราสามารถหาตัวกรองเพื่อรับเฉพาะแสงในช่วง NIR โดยใช้กล้องที่มีราคาไม่สูงนักก็น่าจะได้ภาพที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 (a) ช่วงแสงต่างๆ (b) ช่วงแสง (NIR) ที่พืชพรรณสะท้อนออกมากแสดงว่ามีการสังเคราะห์ที่ดี

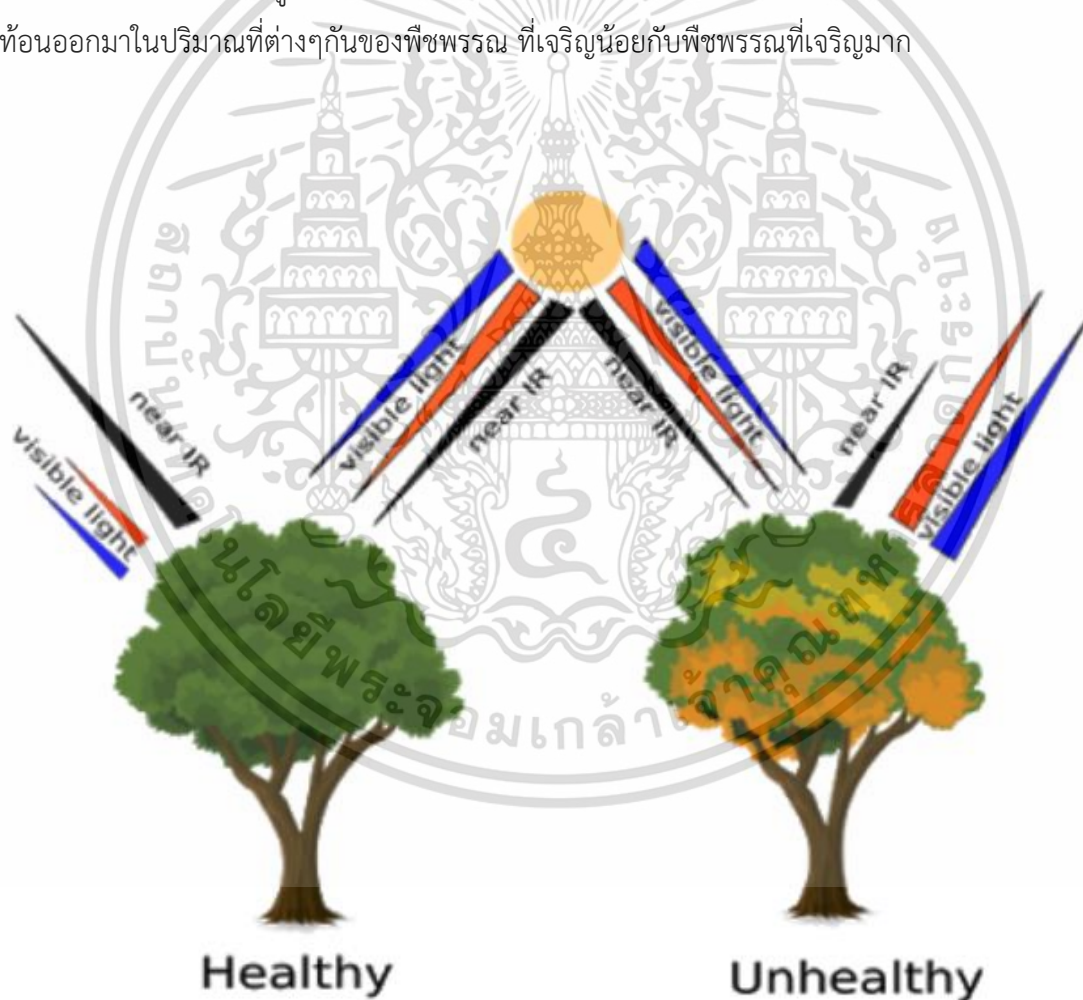
โดยการใช้กล้องเฉพาะขนาดเล็กที่มีอยู่แล้ว แต่ได้ถูกดัดแปลงด้วยการใส่ฟิลเตอร์สีฟ้า ซึ่งตัวกล้องนี้จะต้องสามารถที่ติดตั้งใช้งานได้ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบฝังตัวขนาดเล็กทั้งนี้เพราะอุปกรณ์การถ่ายภาพนี้จะต้องนำไปติดตั้งถ่ายภาพในมุมที่สูง จากนั้นภาพที่ได้นั้นก็จะได้นำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นอีกครั้งบนคอมพิวเตอร์ทั่วไป และสิ่งที่สำคัญมากในงานวิจัยนี้ ก็คือการสร้างระบบการถ่ายภาพทางอากาศ ที่ต้องสามารถถ่ายภาพที่ต้องการในระยะความสูงที่ต้องการและตำแหน่งเดียวกันได้ โดยจะต้องมีการใช้งานที่ไม่ยุ่งยากเกินไป เพราะต้องมีการถ่ายภาพเป็นระยะๆติดต่อกันเรื่อยๆในระยะช่วงหลายกิโลเมตรในพื้นที่ๆกว้างขวางได้ เพื่อติดตามผลดังกล่าว โดยผู้วิจัยมีแนวคิดในการดัดแปลงแก้ไขการทำงานของ เครื่องบินสี่ใบพัดขนาดเล็ก (Drone) ซึ่งมีการพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่ดีขึ้นมากในปัจจุบัน ทั้งขนาดที่บรรทุกได้มากขึ้นและมีการควบคุมการทำงานส่วนการควบคุมการบินได้ดี ทำให้สามารถถ่ายภาพในตำแหน่งที่ต้องการได้เหมาะสมในการทำงานกับพื้นที่กว้างๆ และด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็กเพื่องานควบคุมในปัจจุบันเริ่มมีให้เลือกใช้มากขึ้น ประกอบกับผู้วิจัยก็ทำงานด้านคอมพิวเตอร์ฝังตัวมาตลอด ผู้วิจัยจึงคิดว่าแนวทางการสร้างส่วนถ่ายภาพทางอากาศนี้ ให้ใช้ได้กับงานวิจัยน่าจะเป็นไปได้สูง ซึ่งหากงานวิจัยเป็นไปตามเป้าประสงค์ แน่แน่นอนว่าการพัฒนาต่อยอดไปใช้งานอื่นๆก็จะเกิดขึ้นอีกมาก จึงคิดว่าจะมีประโยชน์มากในภาพรวมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แนวคิดการวิเคราะห์หาค่า NDVI ด้วยอุปกรณ์ราคาประหยัด

เนื่องจากการวิเคราะห์ หาค่าความเจริญของพืชพรรณ ได้ใช้วิธี หาค่าของ NDVI ซึ่งจริงๆ ต้องใช้ อุปกรณ์ที่สร้างมาเฉพาะ ซึ่งจะมีราคาที่สูง แต่ก็มีวิธีที่สามารถพอจะใช้แทนกันได้ คือสามารถให้ผลการวัดที่บ่งบอกถึงความเจริญของพืชพรรณได้ ดังในบทความที่ [4] ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำมาสร้างเป็นอุปกรณ์ ใช้งาน โดยมีหลักการวิเคราะห์ ดังนี้

โดยปกติพืชพรรณนั้นจะรับแสงจากดวงอาทิตย์มาเพื่อการเจริญเติบโต และตัวของพืชพรรณเองก็จะมีสะท้อนแสงในช่วงที่ไม่ต้องการหรือต้องการ ออกจากตัวมันในจำนวนที่แตกต่างกันไป และหากเราทราบว่าแสงในช่วงใดที่สะท้อนออกจากตัวพืชพรรณและมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณ เราก็จะทราบค่าความเจริญเติบโตได้นั่นเอง แสงที่แสดงส่วนสำคัญในการสะท้อนถึงความเจริญเติบโตของพืชพรรณ คือแสงในช่วง Near Infrared (NIR) ปริมาณของแสงนี้ที่สะท้อนออกมา สามารถบ่งบอกได้ถึงค่าการเจริญเติบโตของพืชพรรณได้เป็นอย่างดี จากรูปที่ 2.2 แสดงให้เราเห็นถึงแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องไปบนพืชพรรณแล้วเกิดการสะท้อนออกมาในปริมาณที่ต่าง ๆ กันของพืชพรรณ ที่เจริญน้อยกว่ากับพืชพรรณที่เจริญมาก



ภาพที่ 2.2 แสดงผลการสะท้อนของแสงที่ออกจากพืชพรรณที่มีความเจริญต่างกัน [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแสดงให้เห็นได้ว่า แสดงที่สะท้อนออกจากตัวพืชพรรณที่มีนัยสำคัญคือ แสดง NIR ที่พืชพรรณที่สมบูรณ์จะให้แสงช่วงนี้ออกมาปริมาณที่มาก (ส่วนแสดง visible light จะมีนัยสำคัญน้อย) ทำให้เราสามารถนำค่าแสดงนี้มาใช้งานแสดงผลการเจริญของพืชพรรณได้

เนื่องจากการหาค่าของ NDVI นั้น เราสามารถหาได้ตามสูตร ดังนี้

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \text{ ----- (1)}$$

โดยค่าต่างๆเป็นดังนี้

NDVI คือ ปริมาณค่าความเจริญของพืชพรรณที่เราต้องการ

NIR คือ ปริมาณแสง NIR ที่มีนัยสำคัญต่อการแสดงผลการเจริญเติบโตของพืชพรรณ

VIS คือ ปริมาณแสงช่วง visible light ที่เหลือจากการดูดซับของใบพืช

ซึ่งหากเราสามารถวัดค่าของปริมาณแสงทั้งสองได้ก็จะทำให้บอกสภาพพืชได้ เช่น ตัวอย่าง คือ สมมุติดังตารางที่ 1 เราจะทราบค่าความเจริญของพืชพรรณได้นั่นเอง

สุขภาพ	ปริมาณแสง visible light	ปริมาณ NIR	NDVI
ดี	8%	50%	$\frac{50 - 8}{50 + 8} = 0.724$
ไม่ดี	28%	30%	$\frac{30 - 28}{30 + 28} = 0.035$

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างผลการคำนวณ NDVI จากค่าการสะท้อนของแสงที่วัดได้

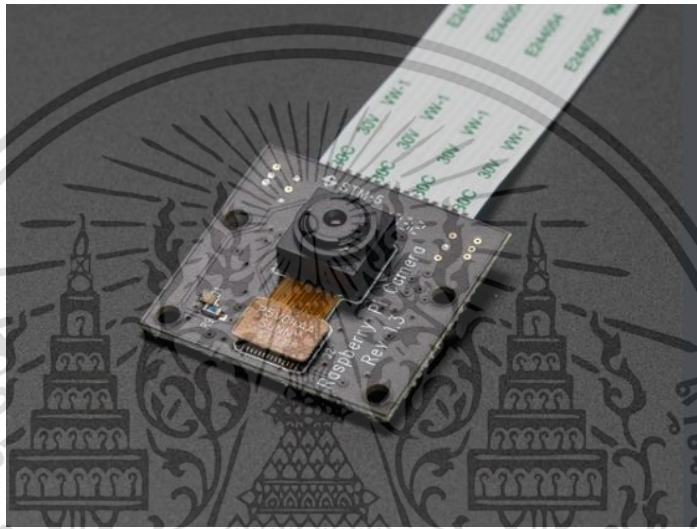
ดังนั้น ประเด็นจึงอยู่ที่การวัดค่าของแสงคือค่า VIS และ NIR เพื่อจะได้นำมาเข้าสู่สูตรตามที่ได้กล่าวมา และเมื่อเรามาคิดถึงอุปกรณ์ในการวัดค่าดังกล่าวก็จะเห็นได้ว่า จะมีราคาที่สูง ทางผู้วิจัยจึงศึกษาจากบทความต่างๆ ก็ได้แนวคิดการนำอุปกรณ์การเก็บภาพของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็กที่ราคาไม่สูงนักนำมาประยุกต์ใช้ โดยให้มีผลการวัดที่สามารถบ่งบอกความเจริญของพืชพรรณได้เช่นเดียวกัน ซึ่งจะได้กล่าวในวิธีการดำเนินการวิจัยในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

จากแนวคิดที่กล่าวมา เราจะนำอุปกรณ์เก็บภาพขนาดเล็กมาใช้วัดค่าของปริมาณแสงดังกล่าว ทางผู้วิจัยได้นำ กล้องของคอมพิวเตอร์ฝังตัว Raspberry pi คือกล้อง Pi NoIR มาใช้งาน ตัวกล้องแสดงดังรูปที่ 3.1 โดยคุณสมบัติของกล้องดังกล่าว จะไม่มีตัวกรอง Infrared filter (IR Filter) ทำให้สามารถรับคลื่นแสงที่มีความถี่ต่ำกว่าแสงที่ตามองเห็นได้ (Invisible light) ในช่วง NIR ได้



ภาพที่ 3.1 แสดงตัวกล้อง Pi NoIR ที่นำมาใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Raspberry pi)

และรูปที่ได้จากการถ่ายภาพทั้งแบบ ปกติ และแบบ ไม่มีกรอง IR ก็แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.2 ตามลำดับ



(a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(b)

ภาพที่ 3.2 แสดงภาพที่ได้จากแบบปกติ (a) แบบไม่มีการกรอง IR

และหากเรานำ ตัวกรองสีน้ำเงิน (Blue filter) มากรองภาพต่อจากกล้อง Pi NoIR แล้วก็กรองเหลือไว้เฉพาะ ช่วงแสงสีน้ำเงิน ซึ่งทำให้แสดงในช่วง visible light (VIS) กลายเป็นช่วงสีน้ำเงินได้ และส่วนของช่วงแสง NIR ก็จะถูกเก็บอยู่แล้วโดยกล้อง Pi NoIR ในส่วนของแสงสีแดง ภาพที่ 3.2 แสดงผลของการใส่แผ่นกรองสีน้ำเงิน



(a)

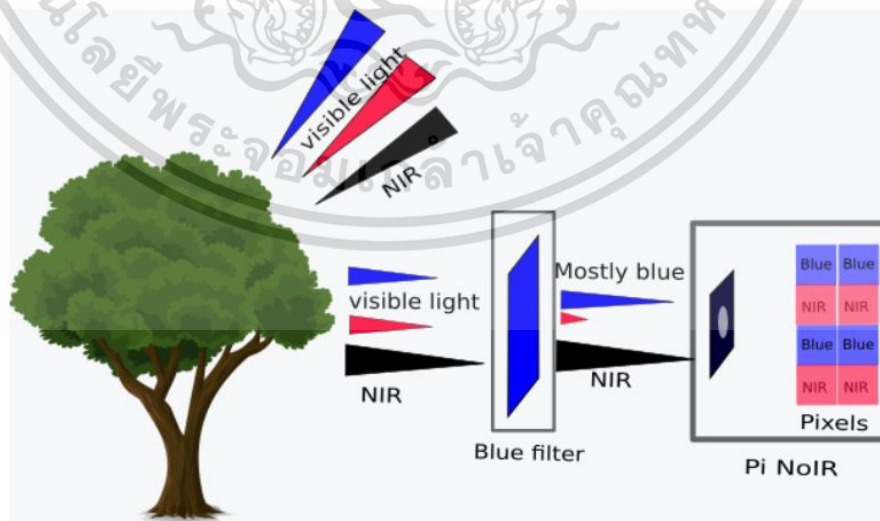
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(b)

ภาพที่ 3.3 (a) ตัวแผ่นกรองสีน้ำเงินและ (b) ภาพที่ได้จากการใส่กรองสีน้ำเงิน

ดังนั้นหากเรานำแผ่นฟิวเตอร์สีน้ำเงินมากรองภาพที่ได้จาก Pi NoIR เราก็จะได้ส่วนที่เป็นแสงสีน้ำเงิน หรือ VIS (visible light) ถูกจัดกับภาพเม็ดสีน้ำเงิน และส่วนแสดงสี NIR ก็จะถูกเก็บในเม็ดสีแดง ตามภาพที่ 3.4 นั่นเอง [3]



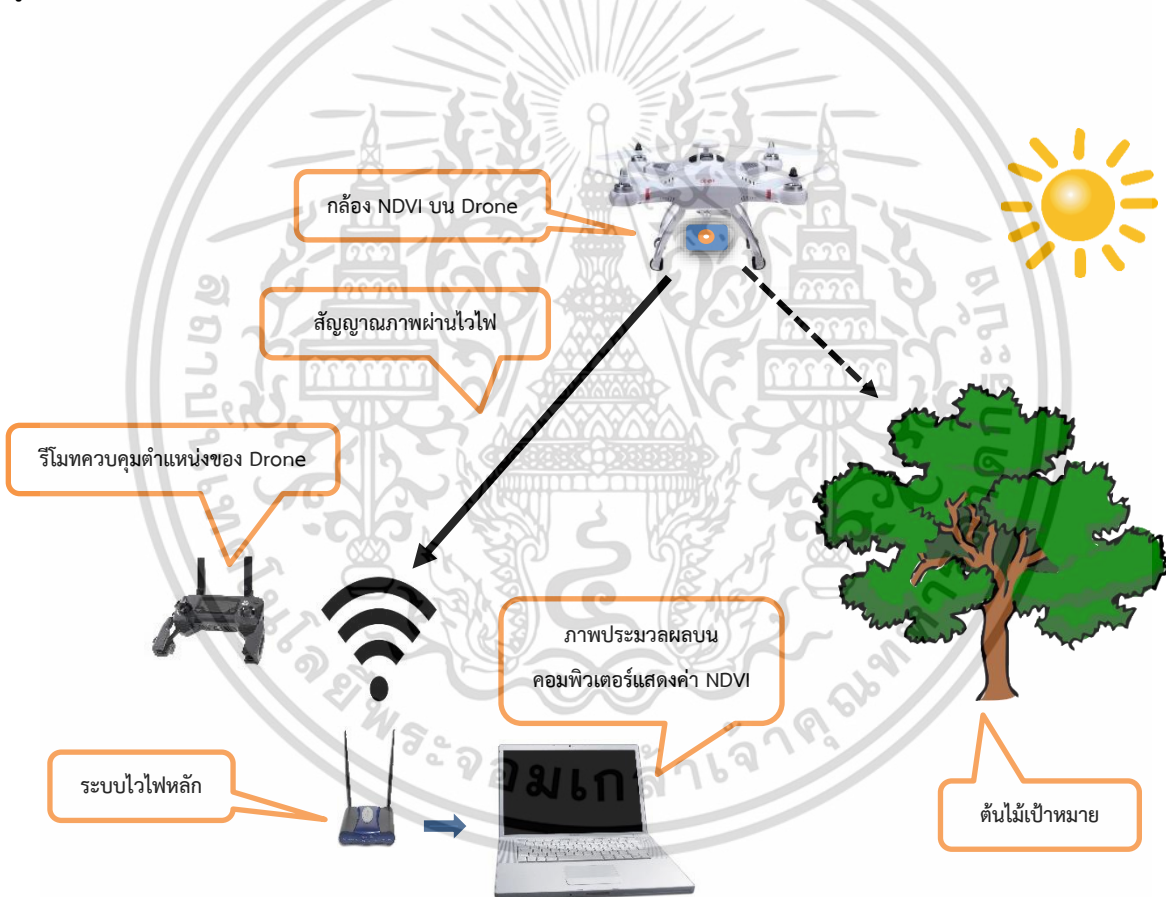
ภาพที่ 3.4 แสดงภาพจำลองการเก็บข้อมูลแสดงในช่วงที่ต้องการด้วยกล้อง Pi NoIR (Blue filter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น จากผลการเก็บภาพเมื่อดีสที่เทียบได้กับปริมาณแสงที่ได้จากแนวคิดดังกล่าว ก็นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสูตรเพื่อให้สามารถนำไปคำนวณหาค่า NDVI ที่น่าจะเป็นไปได้คือ

$$NDVI = \frac{RED - BLUE}{RED + BLUE} \text{ ----- (1)}$$

ภาพรวมของระบบที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งประกอบไปด้วย สองส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของตัวกล้อง NDVI ขนาดเล็ก ที่สามารถติดตั้งบน อากาศยานขนาดเล็ก (Drone) เพื่อให้สามารถนำกล้องไปถ่ายภาพในมุมสูงได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 3.5 แสดงระบบการใช้งานในภาพรวม

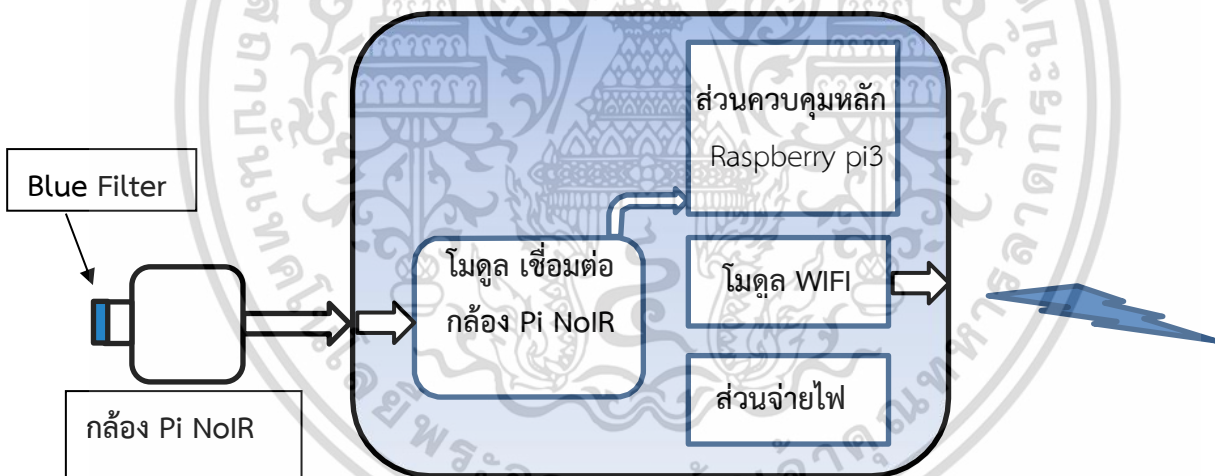
จากภาพที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าระบบประกอบไปด้วยอุปกรณ์ สองส่วนใหญ่ๆ คือ อุปกรณ์ส่วนแรกคือส่วนของการเก็บภาพ ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยตัวกล้อง NDVI ที่ได้ออกแบบขึ้นและนำไปติดตั้งไว้กับอากาศยานไร้คนขับ (Drone) จากนั้นจะถูกบังคับด้วยรีโมทเพื่อขึ้นไปสูงเพื่อการถ่ายภาพมุมสูง ของต้นไม้หรือพืช เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรรณเป้าหมาย ภาพที่ถูกถ่ายแล้วจะถูกส่งผ่านมาสู่คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลโดยระบบไร้สาย (WIFI) โดยการถ่ายภาพจะถูกควบคุมการถ่ายโดย อุปกรณ์ส่วนที่สองคือคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีซอฟต์แวร์สำหรับการเก็บภาพ เช่น VLC ทำงานร่วมกันกับซอฟต์แวร์ที่ถูกออกแบบเฉพาะในการคำนวณค่าของ NDVI

ดังนั้น ในการใช้งานจริงๆ จึงเป็นการควบคุมตัวโดรนให้ไปถ่ายภาพพืชพรรณเป้าหมายที่เราต้องการ จากนั้นก็เก็บไว้ประมวลผล ซึ่งการจะทราบว่าพืชพรรณมีการเจริญเติบโตที่ดีหรือไม่ ก็จะต้องมีการถ่ายภาพในมุมเดิมๆ (ช่วงเวลาสิ่งแวดล้อมเดิมๆ) เป็นจำนวนมากๆ นั่นคือต้องใช้เวลาอาจเป็นหลายๆเดือน ทั้งนี้เพราะจะต้องนำผลของการคำนวณ NDVI มาเขียนเป็นกราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า นั่นเอง

3.1 ส่วนของ Hardware

ส่วนนี้ผู้วิจัยได้ นำคอมพิวเตอร์ฝังตัว (Raspberry pi3) [4] มาใช้ทำเป็นกล่องถ่ายภาพ NDVI ในราคาที่เหมาะสม เนื่องจากว่าในตัวคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กนี้นอกจากจะมีขนาดเล็ก คลื่นย้ายได้สะดวก ก็ยังมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ มีระบบการเชื่อมต่อกับกล้องเก็บภาพขนาดเล็กที่เป็นแบบ NoIR [5] ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ได้เลยโดยการเพิ่มตัวกรองสีฟ้าเข้าไปที่หน้ากล้อง



ภาพที่ 3.6 แสดงส่วนประกอบของตัวกล้องถ่ายภาพ NDVI

จากรูปที่ 3.6 บล็อกส่วนใหญ่จะมีอยู่ในตัวของคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว ดังนั้นส่วนที่ต้องทำจริงๆก็จะเป็นการติดตั้งแผ่น Blue filter เข้ากับกล่อง Pi NoIR จากนั้นก็มาเน้นส่วนของซอฟต์แวร์สำหรับคอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็กนี้ให้ทำงานแบบอัตโนมัติที่สุดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ดังนั้นจึงมีส่วนของโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ต้องติดตั้งบนคอมพิวเตอร์นี้หลายโปรแกรมและต้องทำงานสอดคล้องกัน ซึ่งจะได้แสดงให้เห็นในส่วนของซอฟต์แวร์ต่อไป

ภาพที่ 3.7 แสดงถึงตัวกล้องและส่วนต่างๆของกล้องที่ได้ทำเป็นต้นแบบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 แสดงรูปของตัวกล้อง NDVI ที่ได้ทำเป็นต้นแบบของงานวิจัยนี้

จากภาพที่ 3.7 จะประกอบไปด้วยตัวรับส่งสัญญาณไร้สาย (WIFI) และตัวกล้องที่ทำเป็นแผ่นปิดไว้ที่ด้านหน้าของตัวคอมพิวเตอร์ฝังตัวขนาดเล็ก (Raspberry pi3) มีปุ่มสำหรับปิดเครื่องกรณีเล็กใช้ และที่สำคัญคือมีส่วนของระบบแบตเตอรี่ ดังแสดงในภาพที่ 3.8 เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้บนตัว โดรน ได้อย่างสะดวก



ภาพที่ 3.8 แสดงส่วนของแบตเตอรี่สำหรับกล้อง NDVI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และด้วยขนาดของกล่องต้นแบบ 11 cm x 9 cm ที่น้ำหนักประมาณ 540 g ทำให้สามารถติดตั้งบนตัวโดรนที่ ส่วนล่างของ ชุดใส่กล่องของโดรนทั่วไปได้อย่างสะดวก ดังภาพที่ 3.9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งบนตัวโดรน (ในการทดลองใช้ โดรน รุ่น CX-20)



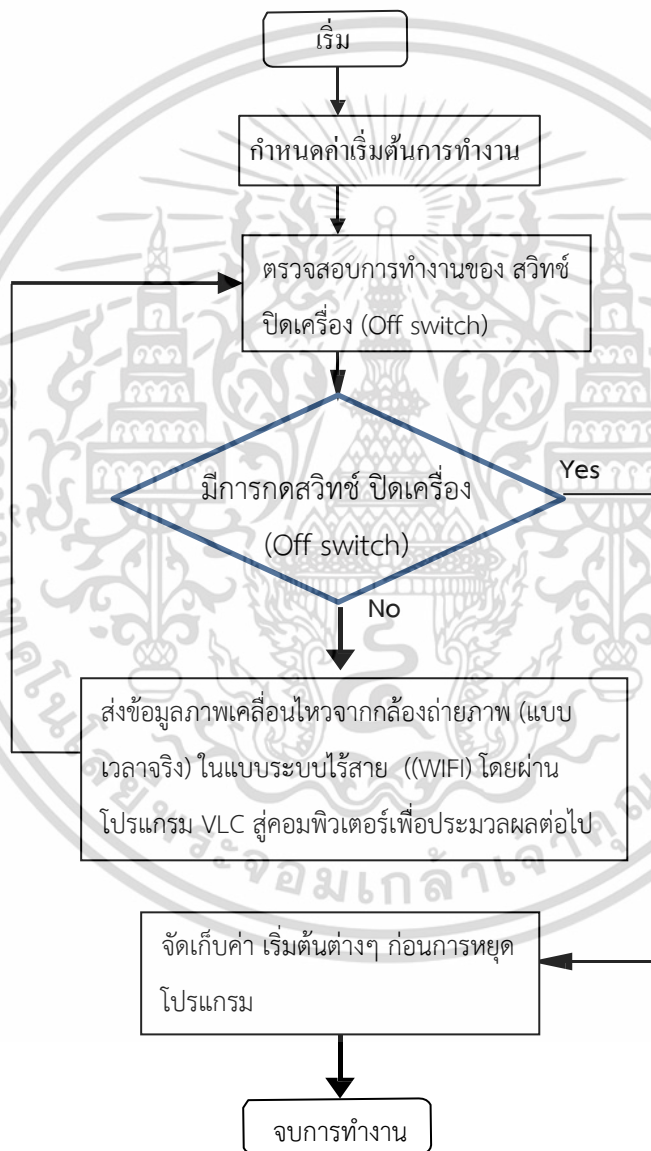
ภาพที่ 3.9 แสดงการติดตั้งตัวกล่องบนโดรนขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของ Software

ส่วนนี้ได้ทำการแยกออกแบบเป็นสองส่วนด้วยกันคือ ทั้งโปรแกรมที่อยู่บนตัวกล้อง NDVI และโปรแกรมการประมวลผลรูปภาพเพื่อคำนวณหาค่า NDVI ที่ทำงานบนตัวคอมพิวเตอร์ทั่วไป สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อทำการแสดงผลการเจริญเติบโตของพืชพรรณเป้าหมายต่อไป ดังแสดงภาพข้างล่างนี้

ในโพธิ์ชาร์ทแรกก็จะเป็นโปรแกรมที่ทำการติดตั้งบนตัว กล้อง NDVI (Raspberry pi3) ในส่วนนี้ได้มีการประยุกต์นำซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ทำงานได้บนตัวคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กนี้ มาทำสคริป เพื่อให้งานได้อย่างลงตัว ตัวกล้องจะมีการทำงานตาม ภาพที่ 3.10

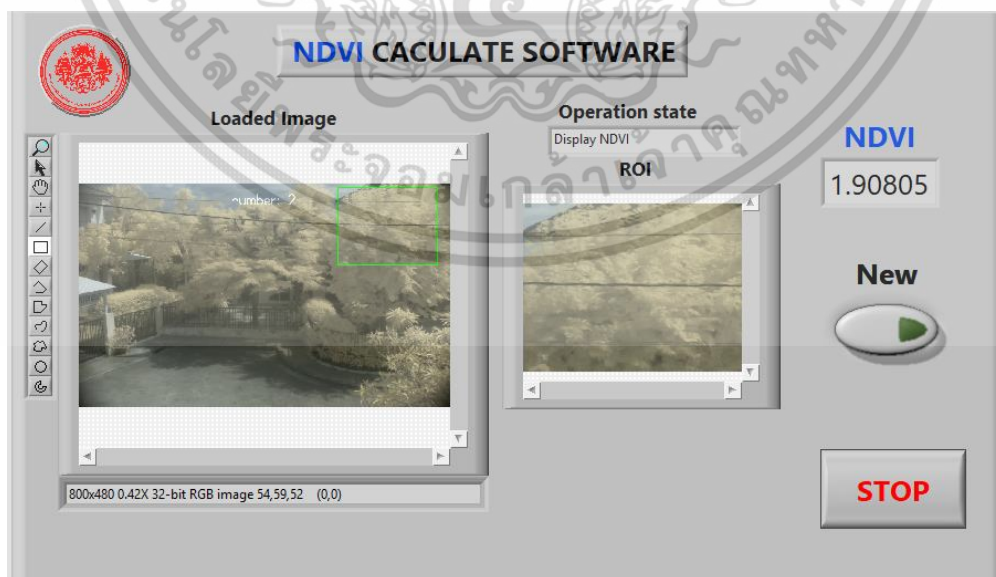


ภาพที่ 3.10 โฟชาร์ทโปรแกรมของส่วนของกล้อง NDVI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกล้องจะถูกโปรแกรมให้ทำงานตามสคริปต์ทันทีเมื่อเปิดใช้งานตัวกล้อง นั่นคือจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ เช่น การเชื่อมต่อระบบไร้สาย (WIFI) กับตัวคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลและจัดเก็บภาพ จากนั้น จะมีการตรวจสอบสวิทช์ที่ใช้สำหรับปิดตัวกล้อง ซึ่งหากไม่มีการกดสวิทช์ ตัวกล้องก็จะเข้าสู่โหมดการส่งภาพจากตัวกล้องไปสู่คอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ผ่านโปรแกรม VLC ทันที แต่หากมีการกดปิดสวิทช์ ตัวกล้องก็จะเก็บค่าต่างๆ ที่จำเป็นไว้แล้วก็ทำการปิดตัวเองทันที (ตัวกล้องจะถูกติดตั้งไว้ที่ส่วนท้องของโดรน) เนื่องด้วยตัวกล้องเองจะมีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในแบบไร้สาย (WIFI) ฉะนั้นการควบคุมการถ่ายภาพก็จะมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่เราติดตั้งโปรแกรม VLC เช่นเดียวกัน ดังนั้นก็จะแยกโปรแกรมในแบบการทำงานเป็นสองส่วนคือ โปรแกรมสำหรับควบคุมการถ่ายภาพซึ่งจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคือโปรแกรม VLC และโปรแกรมสำหรับประมวลผลภาพหาค่า NDVI ซึ่งจะได้เขียนขึ้นมาโดยเฉพาะด้วยโปรแกรม Labview ทั้งนี้เพื่อให้มีหน้าจอกการติดต่อกับผู้ใช้ที่ดูเข้าใจง่ายและสวยงาม

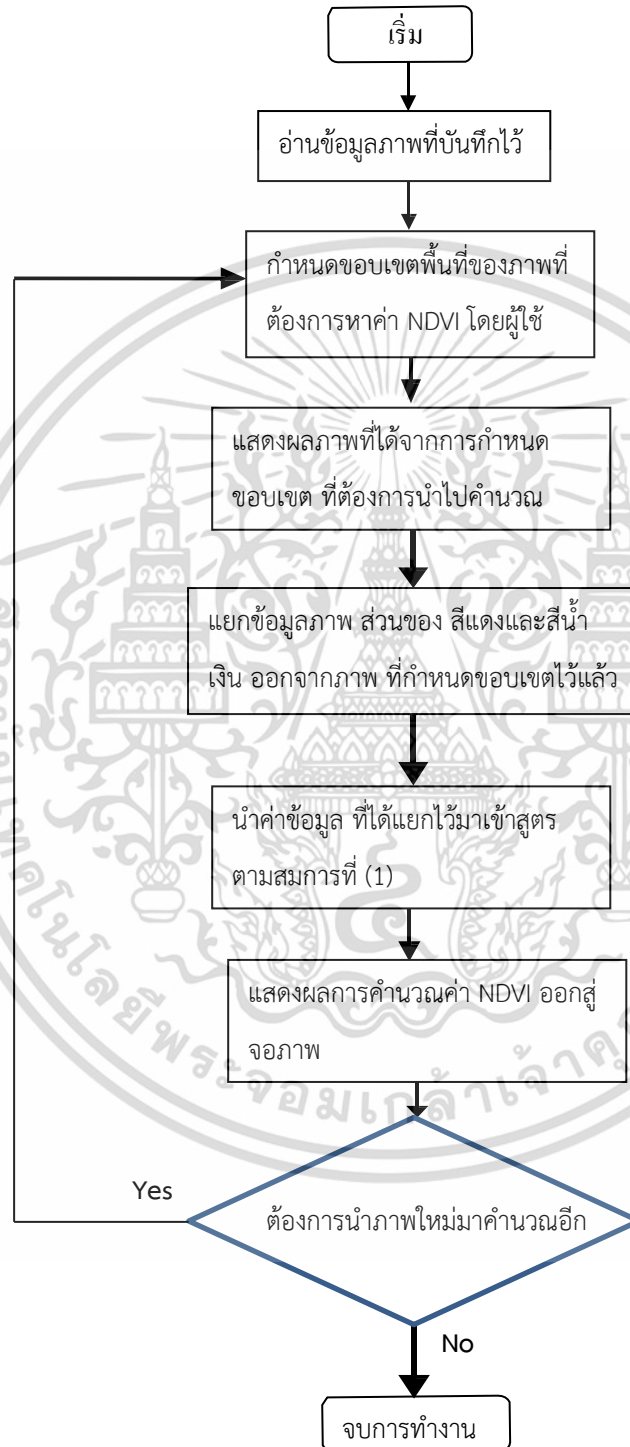
ซึ่งในส่วนของโปรแกรมควบคุมการถ่ายภาพก็จะใช้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ทำงานได้บนคอมพิวเตอร์ และเป็นแบบไม่เสียค่าใช้จ่ายคือ โปรแกรม VLC โดยจะทำการติดตั้งไว้ที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราต้องการใช้งานสำหรับควบคุมและประมวลผลภาพ NDVI (และมีการติดตั้งไว้ที่ตัวกล้องด้วยเช่นกัน) ลักษณะหน้าจอหลังการติดตั้งและเปิดใช้งานของโปรแกรมส่วนควบคุมการถ่ายภาพแสดงดังรูปที่ 3.11 ซึ่งในเรื่องการใช้งานจะได้แสดงให้เห็นในบทของการทดลองใช้งานต่อไป



ภาพที่ 3.11 ภาพหน้าจอควบคุมการถ่ายภาพบนคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สองเป็นโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อนำภาพที่ได้จากการถ่ายด้วยกล้อง NDVI มาประมวลผล เพื่อหาค่า NDVI โดยโปรแกรมนี้จะใช้ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ทั่วไป (PC) ซึ่งออกแบบในลักษณะของ GUI ทำให้การใช้งานที่ง่าย โปรแกรมถูกออกแบบด้วย โปรแกรมภาษา Labview ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมการทำงาน ดังนี้



ภาพที่ 3.12 แสดงโฟลว์ชาร์ทการทำงานของโปรแกรมส่วนวิเคราะห์ค่า NDVI จากภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโต๊ะแกรมจะเริ่มจาก โปรแกรมจะรับภาพเข้ามา (เป็นภาพนิ่ง) จากนั้นก็จะมีการกำหนดส่วนของภาพที่จะทำการหาค่า NDVI ซึ่งอันนี้จะต้องกำหนดให้มีขนาดที่ประมาณเท่ากันสำหรับภาพของต้นไม้ ต้นเป้าหมายเดียวกัน (เพื่อจะให้ค่าที่ไม่ผิดเพี้ยนมาก) จากนั้นจะทำการแยกเฟลนสีของภาพที่เรากำหนดขอบเขตไว้จากขั้นตอนแรก โดยแบ่งออกเป็น แพลนสีแดง, แพลนสีน้ำเงิน และ แพลนสีเขียว แต่เราจะนำมาใช้งานเพียง แพลนสีแดง และแพลนสีน้ำเงินเท่านั้น (เพื่อให้เข้ากับสูตรที่ (1)) ที่ผ่านมา เมื่อเข้าสู่สูตรคำนวณแล้ว ก็นำไปแสดงผลที่จอภาพ ซึ่งการแสดงผลที่จอภาพจะมีให้เห็นทั้งภาพที่ผ่านขั้นตอนต่างๆ เช่น การกำหนดพื้นที่ที่ต้องการหา NDVI , การแยกสีแพลน และผลการคำนวณที่ออกมา ตัวโปรแกรมออกแบบให้มีการใช้งานอ่านภาพและประมวลผลโดยการใช้เมาส์ทุกขั้นตอน ภาพแสดงการใช้งานจะได้แสดงในหัวข้อการใช้งานต่อไป

ในส่วนของแผนการทำงานวิจัยในแต่ละเดือนที่ได้ทำมาก็แสดงได้ดังรูปในตารางที่ 3.1 ข้างล่างนี้

ปี	กิจกรรม	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	มี.ค.	
		2560	2560	2560	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2561	2562
2560 และ 2561	ออกแบบ ทดสอบระบบ ที่ใช้สำหรับ การตรวจสอบ สภาพพืชผล ทางการเกษตร ด้วยภาพถ่าย	X	X	X	X	X										
2561	ออกแบบระบบ ควบคุมส่วน การถ่ายภาพ ทางอากาศ					X	X	X								
2561 และ 2562	ประกอบระบบ ทั้งหมดเพื่อ ทดสอบสถานที่ จริง และ ปรับปรุง แก้ปัญหาที่ อาจมี							X	X	X	X	X	X	X	X	X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี	กิจกรรม	ต.ค. 2560	พ.ย. 2560	ธ.ค. 2560	ม.ค. 2561	ก.พ. 2561	มี.ค. 2561	เม.ย. 2561	พ.ค. 2561	มิ.ย. 2561	ก.ค. 2561	ส.ค. 2561	ก.ย. 2561	ต.ค. 2561	มี.ค. 2562
2561	สรุปและเขียน รายงานผล ฉบับสมบูรณ์														X

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางเวลาการดำเนินการวิจัย

หมายเหตุ เนื่องจากโครงการวิจัยนี้ได้มีการขอขยายเวลาออกไปอีกประมาณ 6 เดือนดังนั้นค่ากำหนดการทดสอบและจัดทำเอกสารก็จะอยู่ในช่วงเดือน มีนาคม ของปีถัดไปนั่นเอง.

3.3 การใช้งานของเครื่องตรวจสอบสภาพพืชพรรณทางการเกษตร

ในส่วนนี้จะได้แสดงถึงการใช้งานของเครื่องตรวจสอบสภาพความเจริญของพืชพรรณ โดยภาพรวมก็คือ จะมีการนำตัวโดรนบังคับด้วยวิทยุมาใช้เป็นตัวนำกล้อง NDVI ขนาดเล็กที่ได้สร้างขึ้น นำไปติดตั้งบนตัวโดรนในตำแหน่งที่เหมาะสม จากนั้นก็ทำการเชื่อมต่อระหว่างกล้องกับตัวคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการควบคุมการถ่ายภาพและประมวลผลภาพหาค่า NDVI ต่อไป ดังนั้น สรุปขั้นตอนการใช้งานเป็นดังนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง นำตัวกล้อง(พร้อมแบตเตอรี่) มาติดตั้งที่ตัวโดรน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีชุดเชื่อมต่อกล้องของโดรนอยู่แล้ว แต่เราดัดแปลงให้ใส่กล้องของเราเอง (NDVI camera) ดังภาพที่ 3.13

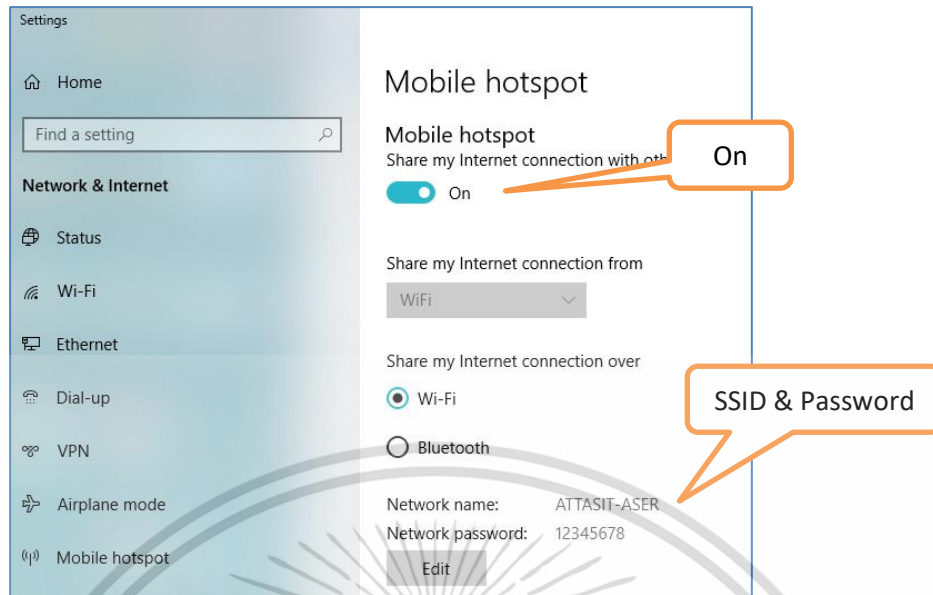


ภาพที่ 3.13 ติดตั้งตัวกล้อง NDVI เข้าสู่ตำแหน่งของการเชื่อมต่อกล้องของตัวโดรน

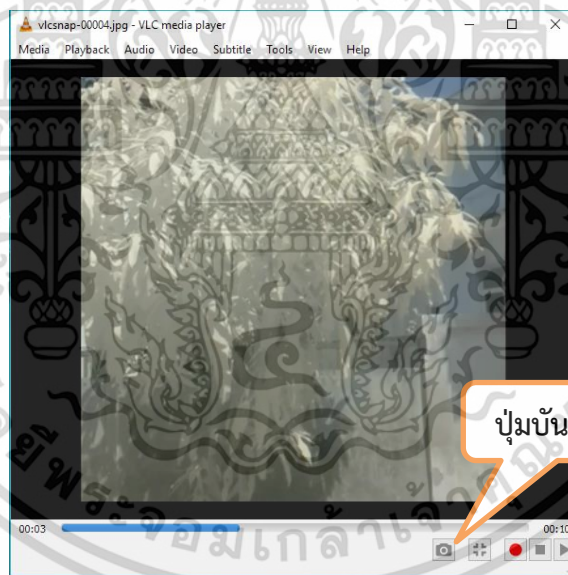
ขั้นตอนที่สอง ที่ตัวคอมพิวเตอร์ให้ตัวคอมพิวเตอร์มีการทำงานเป็นจุดเชื่อมต่อไร้สาย (Hot spot WIFI) เราจะใช้เพื่อการเชื่อมต่อกับตัวกล้อง NDVI จากนั้น ก็รันโปรแกรม VLC เพื่อตั้งการเชื่อมต่อกับตัวกล้อง ดังนี้

ในหน้าจอการเชื่อมต่อให้กำหนดค่าดังนี้ <http://192.168.1.30:8160/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.14 กำหนดให้ตั้งตัวคอมพิวเตอร์ให้เป็น Hot spot



ภาพที่ 3.15 หน้าจอโปรแกรม VLC ที่พร้อมใช้งาน

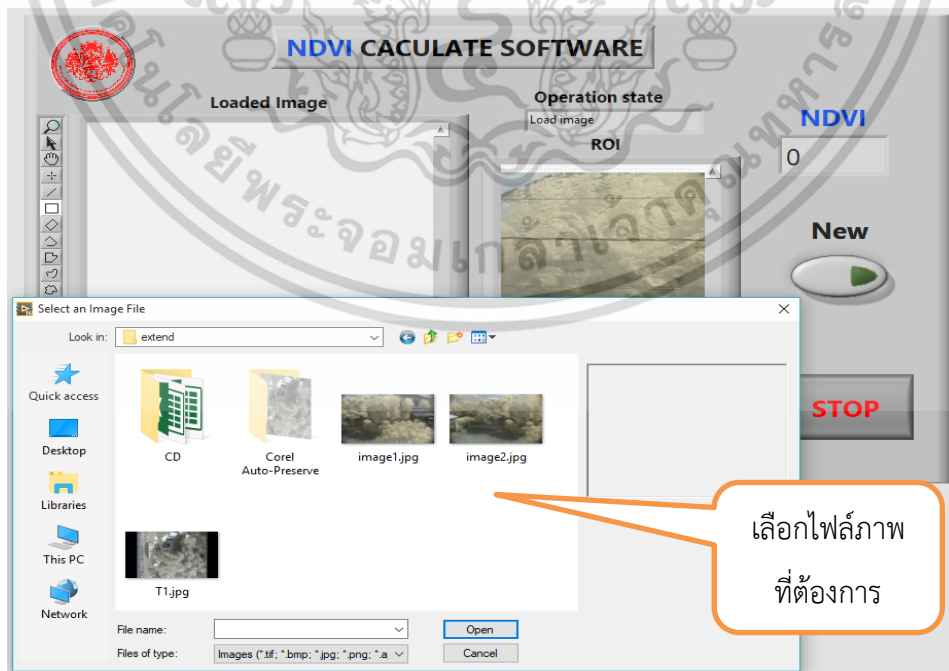
ขั้นตอนที่สาม ทำการเปิดตัวกล้องแล้ว บังคับให้โดรนบินขึ้นในมุมสูงเพื่อถ่ายภาพ ต้นไม้ที่เราต้องการวัดค่า NDVI ของพืชพรรณ โดยขั้นตอนนี้จะมีการถ่ายภาพเก็บไว้ ด้วยโปรแกรม VLC ให้ได้ภาพจำนวนตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



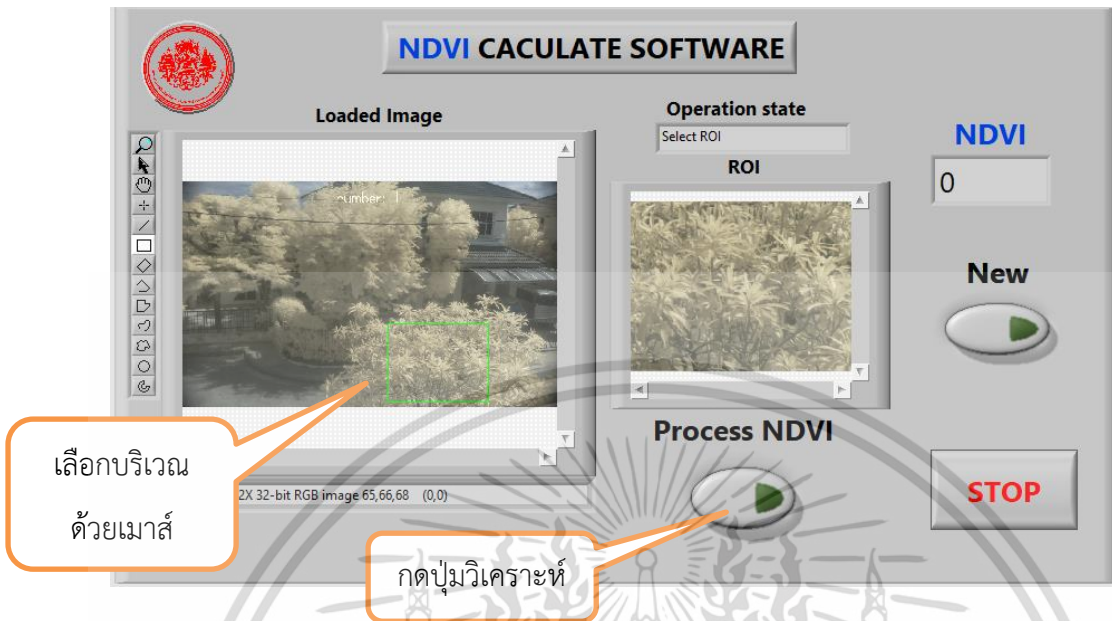
ภาพที่ 3.16 เปิดการทำงานของกล้องและบังคับโดรนขึ้นถ่ายภาพมุมสูงต้นไม้

ขั้นตอนที่สี่ หลังจากถ่ายภาพเก็บไว้ที่ตัวคอมพิวเตอร์แล้ว ก็เป็นการนำภาพที่ได้เก็บไว้ขึ้นมาอ่านด้วยโปรแกรมที่ได้ออกแบบขึ้นบนตัวคอมพิวเตอร์ โดยเปิดโปรแกรมวิเคราะห์บนคอมพิวเตอร์แล้วอ่านภาพเข้าสู่โปรแกรม ดังภาพที่ 3.17

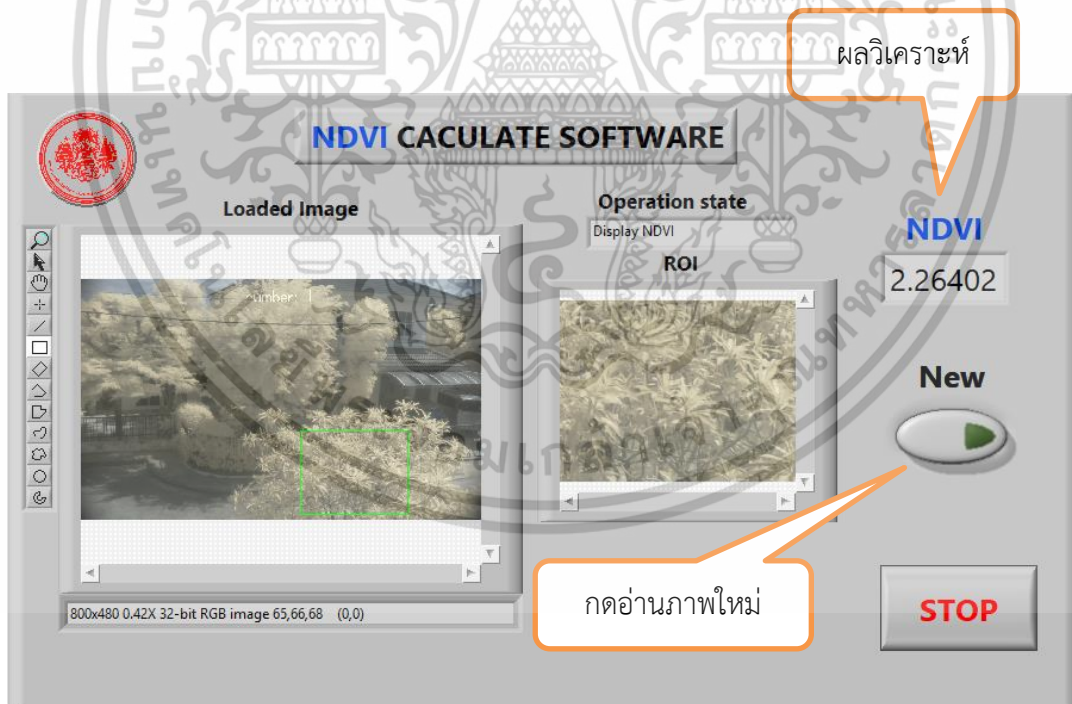


ภาพที่ 3.17 เมื่อเปิดการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ NDVI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 เลือกบริเวณใบไม้พืชพรรณที่ต้องการวิเคราะห์



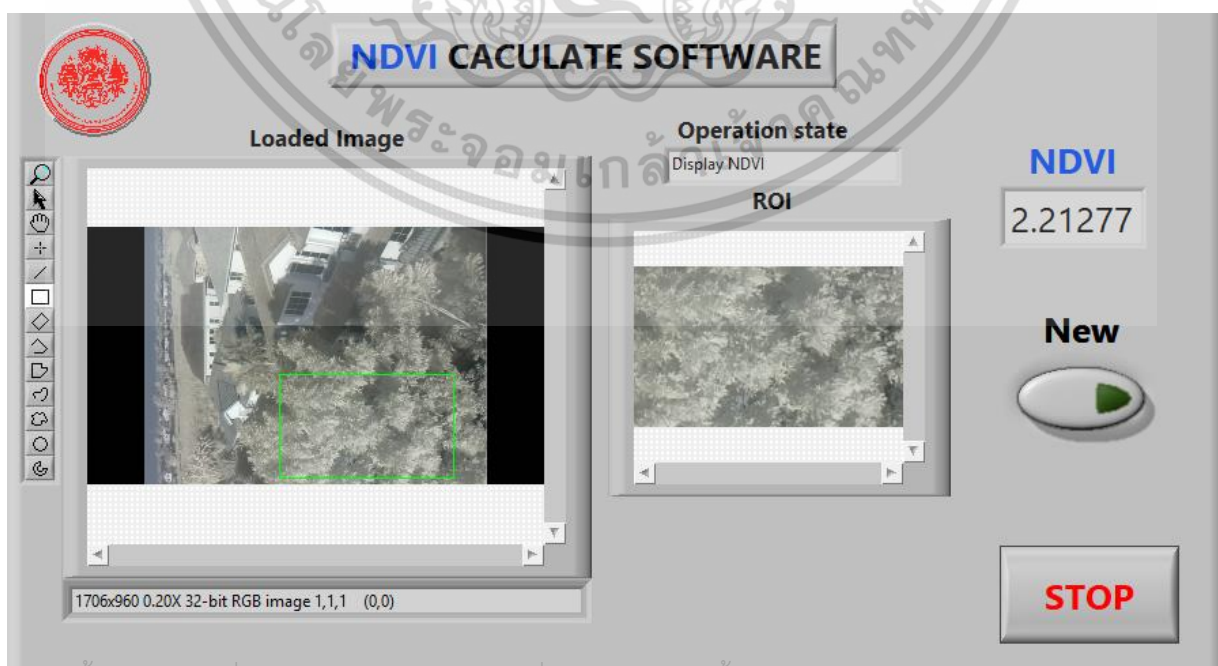
ภาพที่ 3.19 ผลการวิเคราะห์ NDVI

จากภาพที่ 3.19 เราจะได้ผลของค่า NDVI ที่มุมขวบน และหากเราต้องการวิเคราะห์ภาพต่อไปก็ให้กดปุ่ม New ก็จะเป็นการเริ่มเลือกภาพใหม่นำมาวิเคราะห์อีกทีนั่นเอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

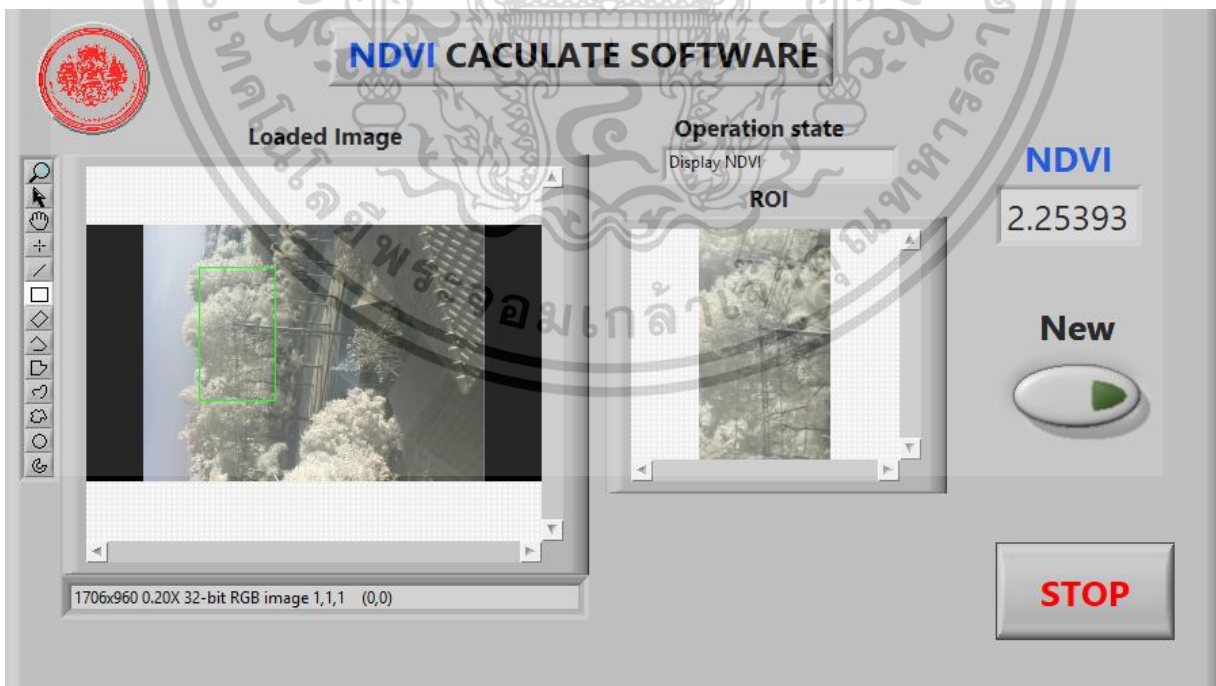
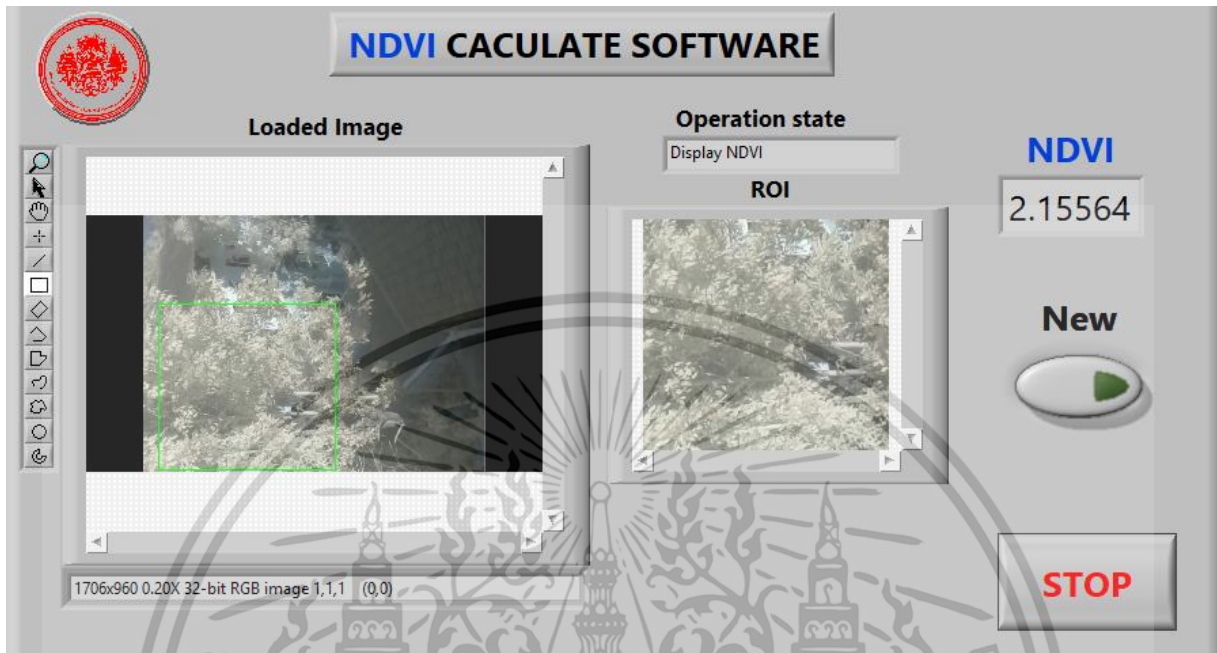
3.3.1 การทดลองใช้งานในพื้นที่ตัวอย่าง

ในการทำลองใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการทดลองในพื้นที่หลายพื้นที่ โดยหนึ่งในนั้นคือพื้นที่ในเขตลาดกระบังนั่นเอง โดยผู้วิจัยขอตัวอย่างผลการวิจัยบางส่วนมานำเสนอในหัวข้อนี้ ทั้งนี้ในการใช้งานจริงนั้น เราจำเป็นต้องมีการถ่ายภาพพืชพรรณที่เราต้องการวิเคราะห์ ในหลายภาพในเวลาประมาณใกล้เคียงกันของทุกวัน หรือทุกๆระยะเวลา อาจทุก 3 วัน, อาทิตย์ ซึ่งต้องมีการทำเช่นนี้เป็นระยะเวลายาวนาน โดยจะต้องมีการเก็บภาพเหล่านั้นเก็บไว้ประมวลผลเป็นระยะอาจทุก เดือน เป็นต้น ทั้งนี้เพราะเราจะต้องมีการนำข้อมูล NDVI นั้นมาเขียนกราฟแสดงผลที่วัดได้ ก็จะทำให้เราทราบได้ว่า ใน 6 เดือนหรือ 1,2,3 ปี นั้นการเจริญของพืชพรรณนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร ดีขึ้นหรือลดลง เป็นต้น ดังเหตุผลดังกล่าวที่กล่าวมา ในงานวิจัยนี้มีระยะเวลาทำวิจัยที่จำกัดไว้แล้ว จึงทำได้เพียงการนำเสนอผลการวิเคราะห์ในระยะสั้น ซึ่งอาจยังไม่ชัดเจนในเรื่องการแสดงผลการเจริญเติบโตของพืชพรรณนัก แต่ก็สามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาระบบให้ใช้งานทดสอบจริงจ้งในระยะยาวต่อไปได้

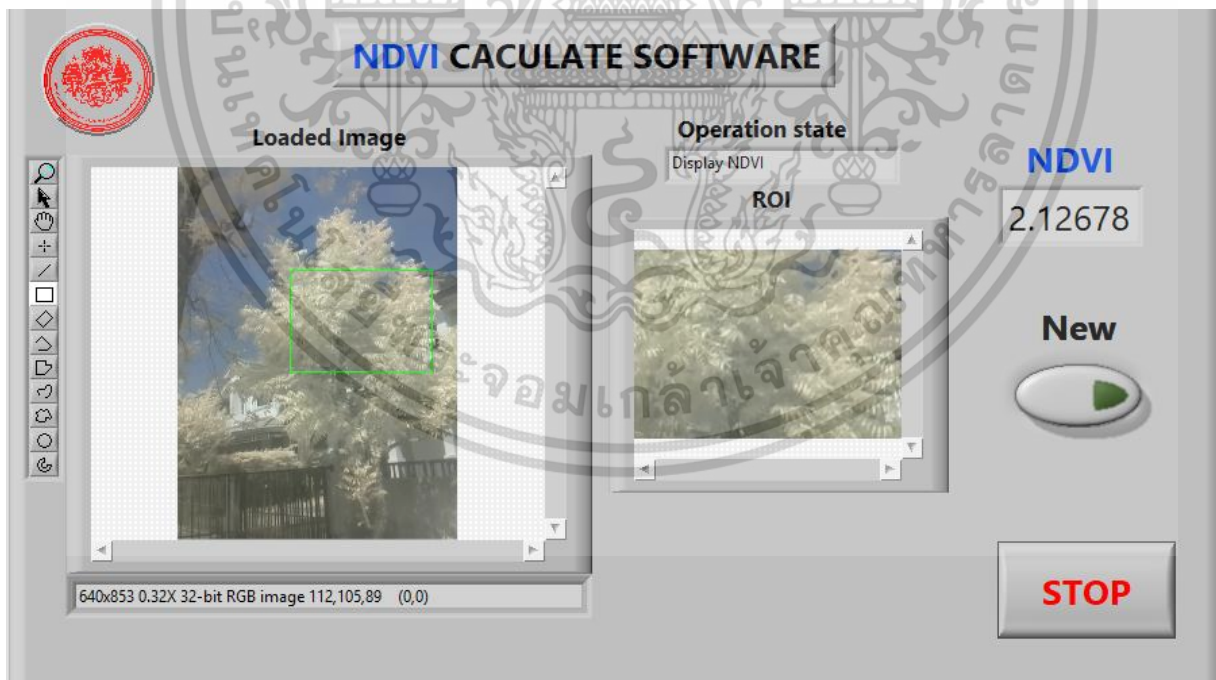
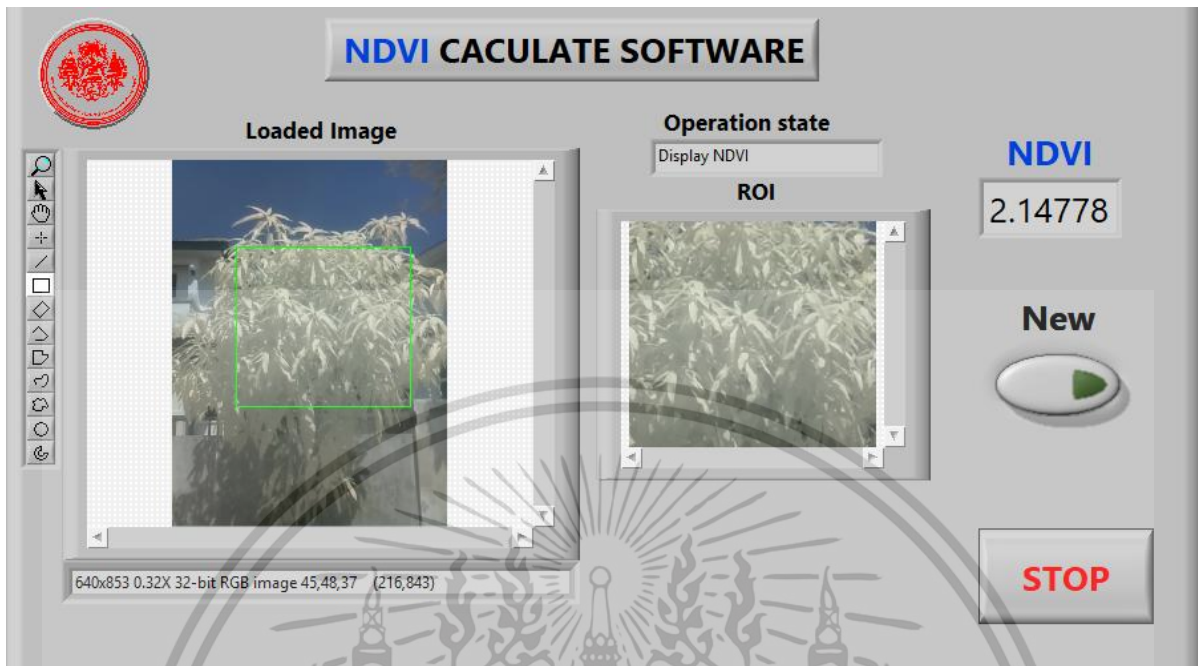
ในผลการทดลองนี้ ผู้วิจัยขอแสดงผลเป็นภาพที่ได้ของพืชพรรณ ในต้นไม้หลายแบบ ซึ่งอันที่จริงตาคนเราเองก็อาจสามารถสังเกตผลของต้นไม้ที่ว่าเจริญเติบโตหรือไม่ก็ได้ เช่น หากเราเห็นว่าต้นไม้มีใบสีเขียวสมบูรณ์ก็น่าจะมีการเจริญเติบโตที่ดี ส่วนภาพที่มีลักษณะของใบที่สีอื่น ๆ ไม่เขียวสด (อาจต้องพิจารณชนิดและฤดูที่มีผลต่อพืชนั้นๆด้วยเช่นกัน) ก็อาจอนุมานได้ว่าการเจริญไม่ดี เป็นต้น ดังนั้นในส่วนผลการทดลองนี้ จะขอแสดงผลของการถ่ายภาพพืชเป้าหมาย เป็นภาพจริงจากกล้อง NDVI และส่วนของพื้นที่ภาพที่ตัดหาค่า NDVI (กำหนดเองโดยผู้ใช้งาน ซึ่งจะต้องการถ่ายภาพเป็นระยะๆ เช่น ทุกอาทิตย์ ต้องมีขนาดที่เท่ากัน, ภาพมุมประมาณเดียวกันของทุกครั้งถ่ายภาพต้นไม้ นั้น เพื่อจะได้ทราบการเปลี่ยนแปลงค่า NDVI) และแสดงค่าผลการคำนวณ NDVI โดยจะยังไม่มีการกราฟแสดง อันด้วยเหตุผลที่ได้กล่าวมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.20 รูปภาพการทดลองถ่ายภาพต้นไม้ต่างๆและผลของค่า NDVI

จากภาพตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าการกำหนดขอบเขตการประมวลผลภาพ (ROI) ก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องกำหนดให้
 ประมาณเท่ากันของแต่ละภาพ (มุมถ่ายและเวลาควรจะประมาณเท่ากัน) เพื่อให้ได้ผลถูกต้องมากที่สุด
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลต่างๆ

จากหัวข้อที่ผ่านมานั้นได้ อธิบายการใช้งานของตัวเครื่องไปแล้ว ซึ่งก็ได้รวมไปถึงการทดลองไปด้วย ซึ่งในผลการวิจัยผู้วิจัยเองก็จะได้กล่าวในเบื้องต้นแล้วว่า เป็นภาพที่ถ่ายและวัดค่าของ NDVI จำนวนหนึ่งที่มีค่าของการเจริญพืชพรรณที่ต่างกัน โดยอาจสังเกตได้จากภาพที่เป็นภาพสีไปพร้อมกันกับผลของค่า NDVI ที่ได้ก็จะทำให้เข้าใจได้ แต่หากต้องการให้เห็นผลการวัดค่าความเจริญเติบโตของพืชพรรณจริงๆแล้ว ก็จะต้องมีการเก็บข้อมูลในวันเวลาใกล้เคียงกันเป็นระยะเวลาหลายๆ (อาจจะหลายเดือน เป็นต้น) ทั้งนี้เพื่อจะได้นำผลของการวัดในแต่ละครั้งของต้นไม้หรือกลุ่มของพืชพรรณเป้าหมาย มาเขียนเป็นกราฟแสดงผลการเจริญเติบโต ซึ่งก็จะทำให้เราได้เห็นและเข้าใจง่ายว่า ที่ผ่านมามีการเจริญเติบโต ในข้อมูลเชิงการวัดด้วย NDVI อย่างไร ส่วนรายละเอียดในหัวข้อข้อเสนอแนะก็จะได้นำเสนอในหัวข้อต่อไป

4.2 จุดเด่นของงานวิจัยนี้

เนื่องจากงานวิจัยนี้ เน้นในการทำระบบการแสดงผลการเจริญเติบโตของพืชพรรณ โดยการวัดค่าของ NDVI ซึ่งปกติกล้องในระบบดังกล่าว จะมีราคาแพง ดังนั้นหากเราสามารถนำเทคโนโลยี ที่มีในปัจจุบันมาประยุกต์เพื่อสร้างกล้องเป็นระบบที่สามารถวัดและแสดงค่า NDVI ได้เช่นกันหรือให้ผลใกล้เคียงกัน ประกอบกับมีการใช้งานที่ง่าย และที่สำคัญราคาไม่สูง อีกทั้งยังสามารถพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคตก็จะเป็นประโยชน์ไม่น้อย ดังนั้น จุดเด่นของงานวิจัยนี้ จึงน่าจะอยู่ที่ เป็นระบบการวัดค่าเจริญพืชพรรณราคาประหยัด สามารถใช้งานได้ง่ายและสามารถทำการพัฒนาต่อยอดให้ตรงกับการใช้งานให้มากขึ้นได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองงานวิจัยนี้เราสามารถสรุปได้ว่า ตัวระบบหรือกล้องนี้สามารถให้ค่า NDVI ที่บ่งบอกถึงการเจริญพืชพรรณได้ในระดับที่พอใจ (เห็นความแตกต่าง เมื่อเทียบกับการสังเกตด้วยตา กับภาพสีธรรมชาติ) แต่ก็ยังมีข้อ ตอกลับมาจากการทำงานหรือข้อเสนอแนะมาบ้างข้อดังนี้

ข้อที่ 1 ตัวระบบการถ่ายภาพ ยังต้องใช้วิธีบังคับด้วยคนหรือผู้ใช้งาน ซึ่งคนที่บังคับโดรนไม่เป็น จะต้องมีการเรียนรู้การบังคับก่อน

ข้อที่ 2 ระยะเวลาควบคุมการถ่ายภาพจะใช้ระบบไวไฟ ซึ่งจะได้ระยะที่ยังไม่ไกลนัก อาจทำให้การใช้งานจริงกับพื้นที่กว้างทำได้ไม่ดี

ข้อที่ 3 ตัวโปรแกรมการประมวลผลจะมีการใช้งานที่ง่ายเพราะเป็นระบบติดต่อกับผู้ใช้ที่ดูสะดวก เข้าใจง่าย แต่หากมีการเก็บข้อมูลของ NDVI ของแต่ละภาพที่หาได้เป็นระบบฐานข้อมูล แล้วเพิ่มเติมฟังก์ชันบนเมนูโปรแกรมให้สามารถแสดงผลกราฟวิเคราะห์ออกมาให้ทราบผลการเจริญเติบโตเลยก็จะทำให้การใช้งานสะดวกมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด ก็จะเป็นพัฒนาในส่วนของการถ่ายภาพคือใช้ระบบของโดรนแบบอัตโนมัติในการบินและออกแบบการควบคุมการถ่ายภาพให้ทำได้ในระยะไกล และสุดท้ายก็พัฒนาส่วนของโปรแกรมประมวลผลภาพหาค่า NDVI ที่สามารถเก็บผลและแสดงผลกราฟในระยะเวลาช่วงๆต่าง ๆ ได้นั่นเอง

บทที่ 6

สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

จากการทำวิจัยสามารถสร้างระบบการถ่ายภาพที่สามารถนำมาประมวลผลให้ค่า NDVI เพื่อแสดงผลการเจริญพืชพรรณได้ในระดับที่น่าพอใจระดับหนึ่ง โดยตัวกล้องหรือระบบที่ได้ก็จะประกอบไปด้วย

- 1) ส่วนของตัวกล้อง NDVI ราคาประหยัด จำนวน 1 เครื่อง
- 2) ส่วนของตัวโปรแกรมประมวลผลหาค่า NDVI สามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ จำนวน 1 โปรแกรม

ซึ่งตามที่ได้กล่าวในหัวข้อเสนอแนะ ว่าระบบนี้ยังต้องการการพัฒนาต่อยอดอีกให้สามารถทำงานได้จริงและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยรายละเอียดของที่ส่วน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ นั้น ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้เสร็จแล้วและทำบันทึกเป็นแผ่น CD-ROM บรรจุเอกสาร รายงานฉบับสมบูรณ์, โปรแกรมส่วนต่างๆทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดต่อไป



ภาพที่ 6.1 แสดงภาพตัวระบบที่ได้จากงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม เอกสารอ้างอิง

- [1] [http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php)
vegetation_2.php
- [2] [http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:normalized_](http://wiki.landscapetoolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:normalized_difference_vegetation_index)
difference_vegetation_index
- [3] <https://www.videolan.org/vlc/index.html>
- [4] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [5] [https://thepihut.com/blogs/raspberry-pi-tutorials/16021420-how-to-install-use-the-](https://thepihut.com/blogs/raspberry-pi-tutorials/16021420-how-to-install-use-the-raspberry-pi-camera)
raspberry-pi-camera

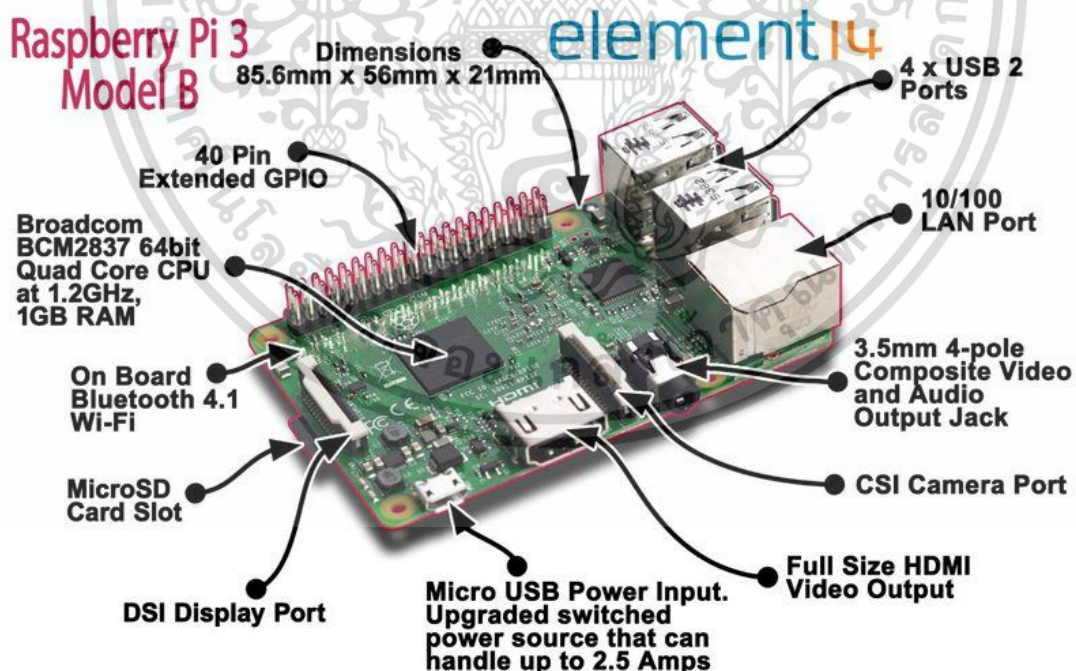
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ส่วนนี้จะได้เสริมเนื้อหา ส่วนของอุปกรณ์และโปรแกรมที่สำคัญในการสร้างและออกแบบทำงานของตัวเครื่อง เพื่อจะได้เป็นข้อมูลต่อกักวิจัยผู้อื่นจะได้นำไปพัฒนาต่อยอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ก. อุปกรณ์โมดูลคอมพิวเตอร์ฝังตัว (Raspberry pi 3 B+) และส่วนของโมดูลกล้อง NoIR

บอร์ดคอมพิวเตอร์ฝังตัว Raspberrypi3 B+ เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถใช้แรงดันไฟฟ้าขนาดไม่สูงคือ +5 VCD และมีลักษณะการเชื่อมต่อในย่านความถี่ตามมาตรฐานของ WIFI ที่สำคัญตัวโมดูลประกอบไปด้วยส่วนของการเชื่อมต่อไวไฟ และส่วนของการประมวลผลที่มีการควบคุมการทำงานหรือระบบ Operating System (OS) ที่ไม่ใหญ่มากนักทำให้ทำงานได้รวดเร็วในระดับหนึ่ง รวมทั้งการจัดการและการใช้งานต่างๆ ก็มีลักษณะคล้ายกับการใช้งานบอร์ด Arduino นอกจากนี้ ที่สำคัญคือมีไลบรารี, โปรแกรมช่วยเหลือต่างๆ มากมาย ส่วนของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพมากมายที่สามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว รูปบางส่วนแสดงดังรูปภาพข้างล่างนี้ ส่วนตัวคู่มือบอร์ดและส่วนเอกสารสนับสนุนต่างๆ มีแนบไว้ที่แผ่น CD ROM เรียบร้อยแล้ว



โมดูลคอมพิวเตอร์ฝังตัว Raspberry Pi3 B+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical Specification:

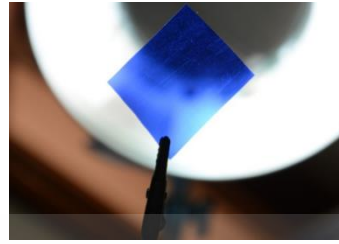
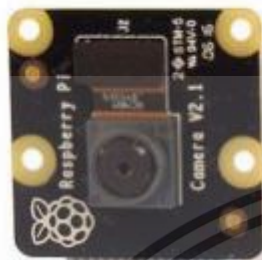
- Broadcom BCM2837 64bit ARMv7 Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 1.2GHz
- 1GB RAM
- BCM43143 WiFi on board
- Bluetooth Low Energy (BLE) on board
- 40pin extended GPIO
- 4 x USB 2 ports
- 4 pole Stereo output and Composite video port
- Full size HDMI
- CSI camera port for connecting the Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting the Raspberry Pi touch screen display
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- Upgraded switched Micro USB power source (now supports up to 2.4 Amps)
- Expected to have the same form factor has the Pi 2 Model B, however the LEDs will change position

Raspberry Pi 3 GPIO Header				
Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power		DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I ² C)		DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I ² C)		Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)		(TXD0) GPIO14	08
09	Ground		(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)		(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)		Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)		(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power		(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)		Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)		(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)		(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground		(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I ² C ID EEPROM)		(I ² C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05		Ground	30
31	GPIO06		GPIO12	32
33	GPIO13		Ground	34
35	GPIO19		GPIO16	36
37	GPIO26		GPIO20	38
39	Ground		GPIO21	40

29/02/2016

ส่วนของคุณสมบัติและขาเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



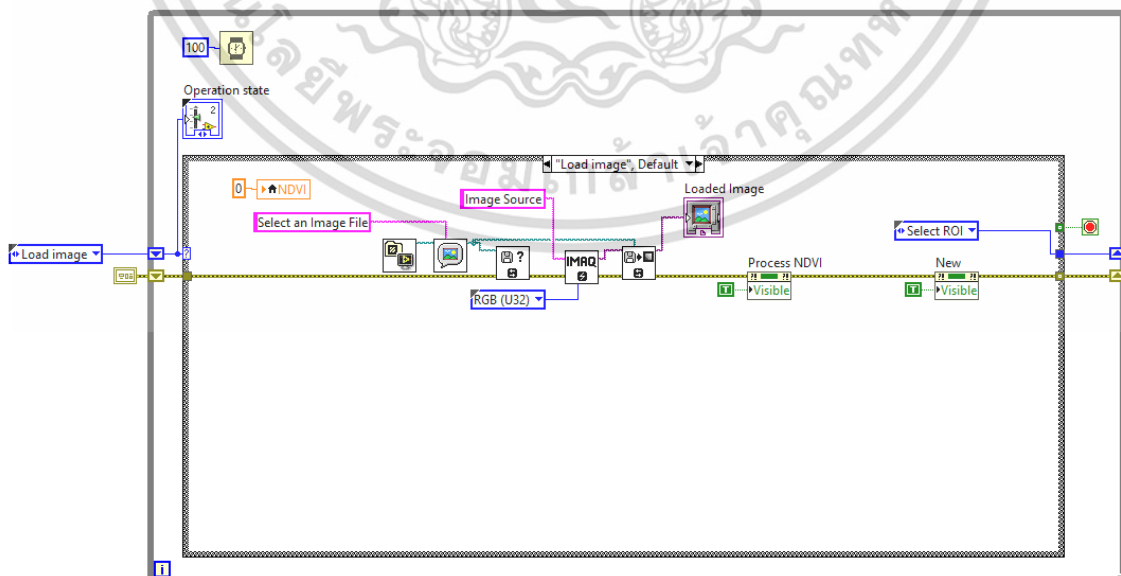
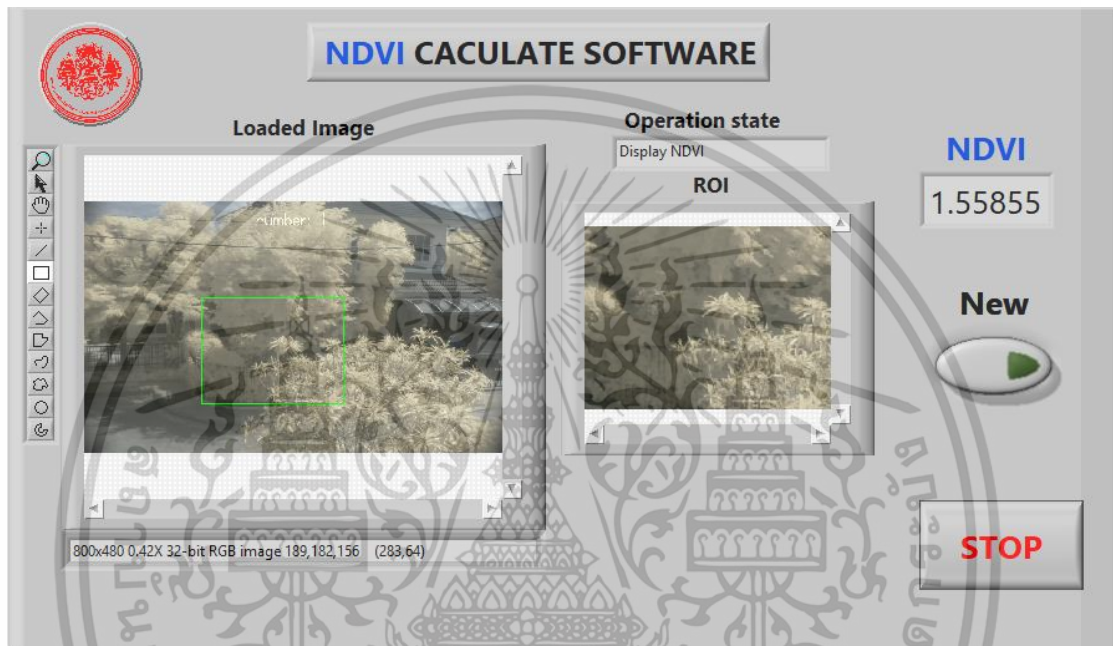
- 8 megapixel camera capable of taking infrared photographs of 3280 x 2464 pixels
- Capture video at 1080p30, 720p60 and 640x480p90 resolutions
- All software is supported within the latest version of Raspbian Operating System

อุปกรณ์โมดูลกล้อง Pi NoIR และแผ่นกรองสีฟ้า

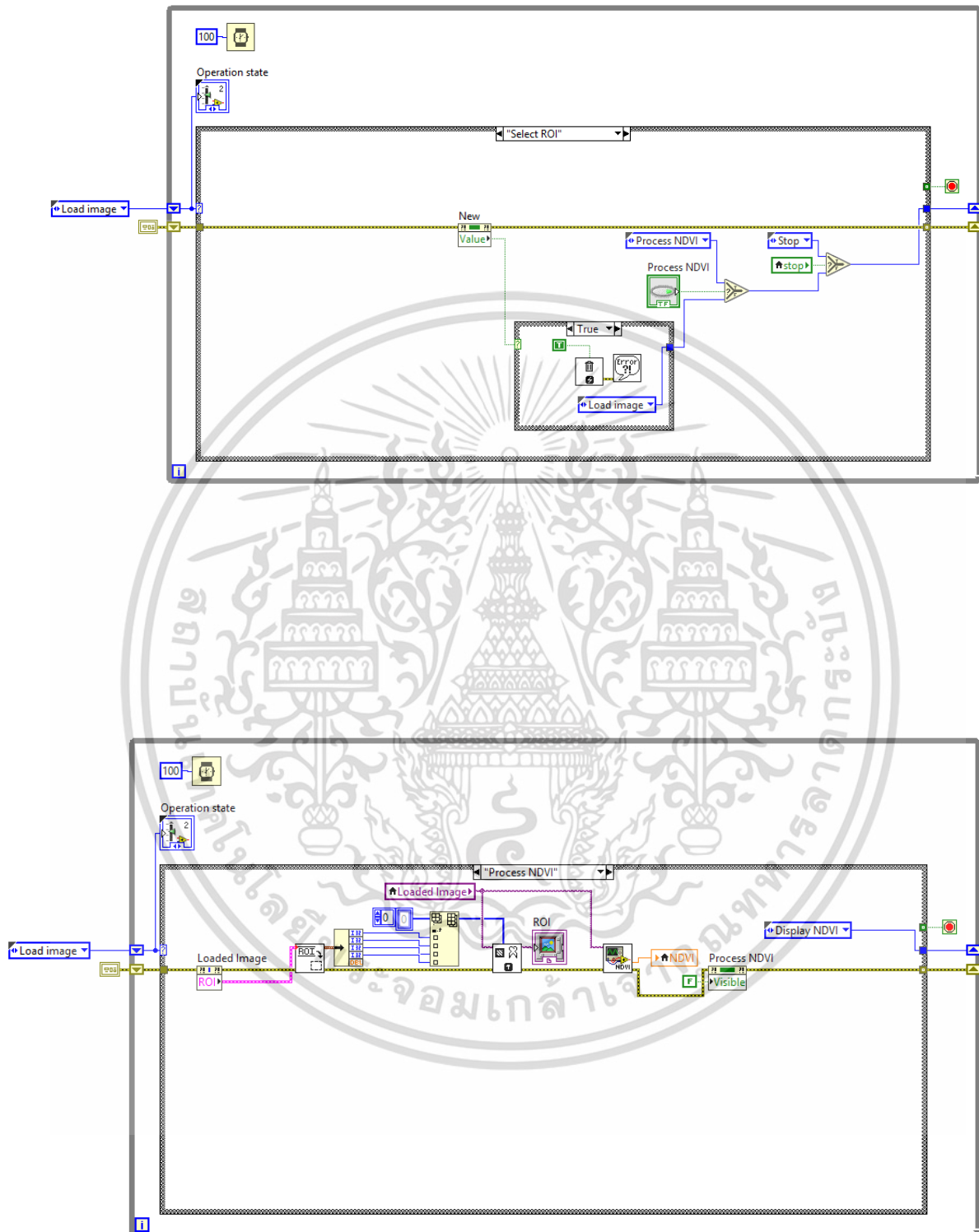
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข ส่วนของโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมนั้นจะมีอยู่ด้วยกันสองส่วนคือ โปรแกรมสำหรับตัวกล้องซึ่งก็เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป VLC [3] และโปรแกรมสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการประมวลผลภาพหาค่า NDVI ซึ่งตัวโปรแกรมสมบูรณ์ก็สามารถดูได้ที่แผ่น CD-ROM ที่มีมาพร้อมกับรายงานฉบับนี้

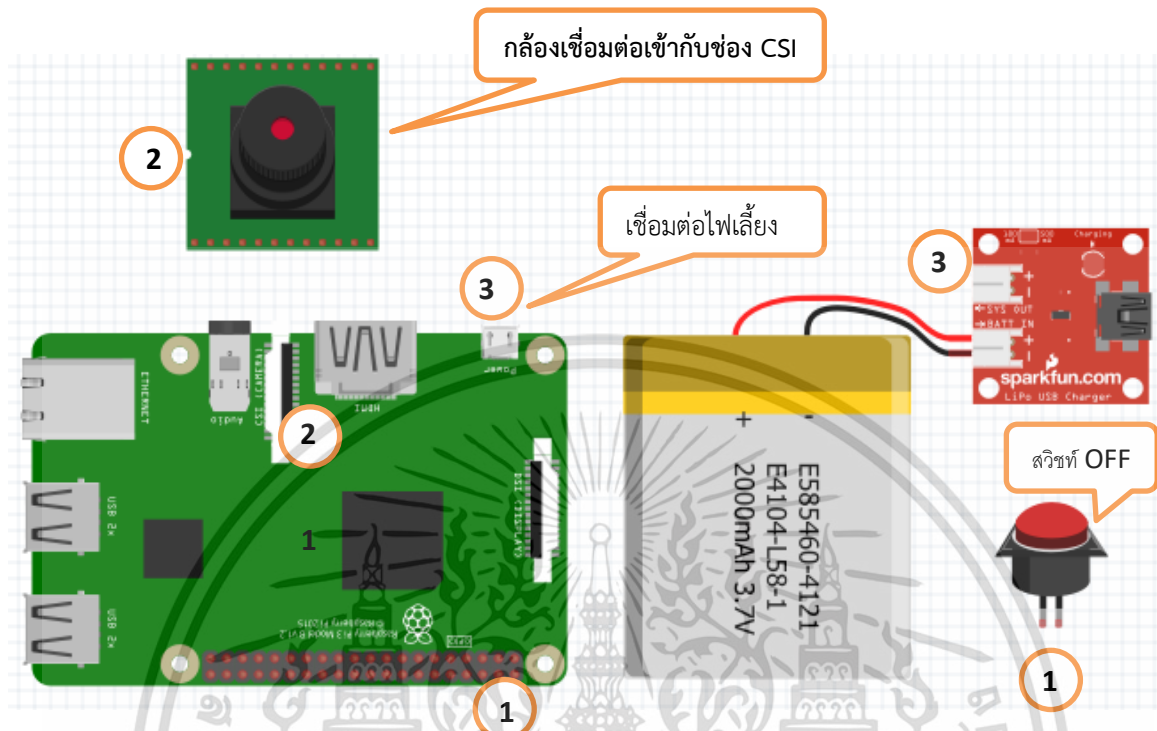


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปการเชื่อมต่อวงจรของทั้งสามอุปกรณ์



การเชื่อมต่ออุปกรณ์ส่วนของกล้อง NDVI

ส่วนของการเชื่อมต่อ กล้องแสดงดังรูปข้างบน ซึ่งตัวเลขในวงกลมที่เหมือนกันหมายถึงการเชื่อมต่อเข้าหากัน ดังนี้

หมายเลข 1 คือการเชื่อมต่อปุ่มสวิตช์แบบ กดติดปล่อยดับ โดยมีการเชื่อมต่อ ขาสวิตช์ เข้ากับ ขาที่ 26 และ ขากราวด์ของ Raspberry pi. ปุ่มนี้ใช้สำหรับการปิดการทำงานของตัวกล้อง NDVI

หมายเลข 2 คือ การเชื่อมต่อระหว่างกล้องและบอร์ด Raspberry pi ซึ่งก็มีจุดเชื่อมต่อโดยตรงอยู่แล้ว ดังแสดงในรูป

หมายเลข 3 เป็นจุดเชื่อมต่อไฟเลี้ยงตัวบอร์ด อันนี้เชื่อมต่อเข้ากันกับส่วนของการประจุแบตเตอรี่ โดยการประจุทำได้ง่าย ด้วยการเสียบสายชาร์จเข้าที่ตัวบอร์ดประจุไฟ เท่านั้น เหมือนกันกับการประจุไฟ โทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

76	2 ม.ร. 61	POLYESTER FILM	433/							179.76				179.76
77	2 ม.ร. 61	E-CAP 2200UF/25V, E-CAP	415/							516.38				516.38
78	4 ม.ร. 61	PCB EEDLING TERMINAL, DS1302, E-CAP	1385/							1,386.68				1,386.68
79	19 ม.ร. 61	BNC plug, Cannon plug	516109-300							16,050.00				16,050.00
80	1 ม.ร. 61	PD 1 - CABLE, Jack RCA	IV00001041							16,058.56				16,058.56
81	4 ม.ร. 61	VD8-00127 Proof DCAM Pro2								1,790.00				1,790.00
82		รวมครั้งที่ 3								192,804.71				192,804.71
83														
84	ครั้งที่ 4													
85	1 ม.ร. 61	Beaglebone Black-Rec-C, Node MCU	/07/036							38,525.35				38,525.35
86	20 ม.ร. 61	PLUG-IN TERMINAL	14956/							896.77				896.77
87	19 ม.ร. 61	8-BIT MCU PIC FLASH 14KBBYTES	14727/							653.72				653.72
88	19 ม.ร. 61	7 SEGMENT, ULTRA GREEN	14729/							3,796.90				3,796.90
89	9 ม.ร. 61	หลอด, Transistor, E-CAP	161,0363/							8,550.00				8,550.00
90	9 ม.ร. 61	POTENIOMETER 10K	12675/							459.67				459.67
91	8 ม.ร. 61	E-CAP	12827/							1,104.78				1,104.78
92	8 ม.ร. 61	DIP SOLDER	12833/							1,780.05				1,780.05
93	13 ม.ร. 61	IC SOCKET, IC	13571/							731.56				731.56
94	19 ม.ร. 61	Transistor, Flux	1611079/							17,045.10				17,045.10
95	25 ม.ร. 61	TRIMPOT 25KOhm	15704/							91.91				91.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล.....

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) ATTASIT LASAKUL.....

ตำแหน่งทางวิชาการ..... รองศาสตราจารย์..... สัดส่วนการวิจัย..... 100%

ภาควิชา สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... คณะ วิศวกรรมศาสตร์.....

โทรศัพท์ ...0840270185..... โทรสาร

E-mail klattasi@kmitl.ac.th.....

ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	ปี ค.ศ. ที่สำเร็จ	สถาบันการศึกษา	วิชาเอก	ชื่อปริญญา
ปริญญาตรี	1987	KMITL	อิเล็กทรอนิกส์	B.Ind.Tech
ปริญญาโท	1990	KMITL	ไฟฟ้า	M.Eng
ปริญญาเอก	2000	Tokai University	ไฟฟ้า	D.Eng

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

..... การออกแบบวงจรดิจิทัลและการใช้งาน, ระบบดิจิทัล อัตโนมัติ เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์.....

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2544	“เครื่องควบคุมสวิตช์แบบหลายช่องพร้อมกัน”	สกว.
2551	“อุปกรณ์เสริมคีย์บอร์ดสำหรับผู้พิการทางสายตา”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2552	“เครื่องวัดระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2553	“เครื่องติดตามยานพาหนะแสดงผลภาษาไทย”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	“เครื่องบันทึกการสอน”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2554	“เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลผ่านวิทยุสื่อสาร”	วช.
2555	“เครื่องวัดสิ่งแวดล้อมระยะไกลอัจฉริยะ”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	“อุปกรณ์ตรวจวัดระดับน้ำสำหรับระบบเตือนภัยน้ำท่วม”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2556	“ระบบเฝ้าระวังผู้ป่วยแบบไร้สาย”	พระจอมเกล้าลาดกระบัง
2560	“อุปกรณ์เฝ้าระวังคนชราแบบใหม่”	วช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้