



การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยาน
ไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ

The development of an Alerting System for Spread of Brown Plant
hoppers in paddy Using Unmanned Aerial Vehicle and Image
Processing Technique

วรวิฑูรี ยิ้มแย้ม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปี พ.ศ. 2561

หัวข้อวิจัย	การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ
ผู้วิจัย	วรวิทย์ ยิ้มแย้ม
หน่วยงาน	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ปี พ.ศ.	2562
แหล่งทุน	สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว 2) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับที่สามารถใช้ในการสำรวจและเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว 3) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว 4) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว วิธีการดำเนินการวิจัยได้แก่ การศึกษาข้อมูล รวบรวมข้อมูล การออกแบบระบบควบคุมอากาศยานไร้คนขับ การทดสอบการบิน การออกแบบการตรวจจับสี เปรียบเทียบประสิทธิภาพ สรุปผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถตรวจจับโรคศัตรูข้าว ได้แก่ โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้จากค่าสีที่ตรวจพบ ได้แก่ ค่าสีน้ำตาลและค่าสีขาวตามลำดับ

คำสำคัญ : อากาศยานไร้คนขับ โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เทคนิคการประมวลผลภาพ

Research Title : The development of an Alerting System for Spread of Brown Plant hoppers in paddy Using Unmanned Aerial Vehicle and Image Processing Technique.

Researcher : Worawut Yimyam

University : Faculty Management Science, Phetchaburi Rajahat University

Year : 2019

Source of Fund : NRCT, 2018

Abstract

This research objectives were to: 1) to analyze and design Alerting System for Spread of Brown Plant hoppers in rice fields, 2) to design and develop an unmanned aircraft system that can be used to survey and monitor the spread of brown plant hoppers in rice fields, 3) to design and develop a system for detecting Spread of Brown Plant hoppers in rice fields and 4) to design and develop design Alerting System for Spread of Brown Plant hoppers in rice fields and The research methods consist of study of data, collection of data , the design of unmanned aircraft control system, the flight test, the design color detection and compare performance. The research found that the system can detect rice enemy diseases such as brown plant hopper Disease Obtained from the color value detected such as brown and white values respectively.

Keyword: The Unmanned aircraft, the brown plant hopper Disease,
Image processing techniques

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยสำเร็จได้ด้วยความร่วมมือและการสนับสนุนอย่างดี และได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ในด้านข้อมูล และข้อเสนอแนะ ทั้งผู้บริหาร คณาจารย์คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดเพชรบุรี ที่ให้คำปรึกษา และข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในการทำการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนสำหรับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีคุณประโยชน์ต่อเกษตรกรที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพของข้าวต่อไป

คณะผู้วิจัย
วรวิทย์ ยิ้มแย้ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการประมวลผลภาพดิจิทัล	5
แนวคิดเกี่ยวกับหลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ	14
หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อรับและส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ที่ใช้	19
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายในนาข้าว	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	30
กรอบแนวคิดของโครงการงานวิจัย	30
วิธีดำเนินการวิจัย	30
ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	33
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	34
บทที่ 4 ผลการวิจัย	45
ทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว	45
ทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ปัญหาและอุปสรรค.....	50
แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป	50
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	52
สรุปผลการวิจัย	52
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	53
บรรณานุกรม	55

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ	33
4.1 แสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว	45
4.2 แสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว	48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	2
2.1	6
2.2	8
2.3	8
2.4	9
2.5	9
2.6	10
2.7	10
2.8	11
2.9	11
2.10	12
2.11	12
2.12	13
2.13	13
2.14	14
2.15	14
2.16	15
2.17	15
2.18	16
2.19	18
2.20	21
2.21	21
2.22	22
2.23	25
2.24	26
2.25	26
2.26	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
3.1 แสดงภาพรวมของการสร้างระบบแจ้งเตือนโรคเพื่อยกกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว.....	30
3.2 แสดงผังการดำเนินงาน.....	31
3.3 แสดงผังโปรแกรมควบคุม Parrot AR.Drone เมื่อผู้ควบคุมออกคำสั่งการบิน.....	37
3.4 แสดงโหมดการควบคุมการบินของ Parrot AR.Drone.....	38
3.5 ภาพแสดงฟิวชันข้อมูลและงานสถาปัตยกรรมของ Parrot AR.Drone.....	39
3.6 ภาพแสดงการทำงานของระบบตรวจจับโรคนาข้าวสำหรับอากาศยานไร้คนขับ.....	40
3.7 การแยกภาพในไฟล์วิดีโอ.....	41
3.8 ภาพแสดงโรคเพื่อยกกระโดดสีน้ำตาล	43
3.9 ภาพแสดงโรคหนอนห่อใบข้าว.....	44
5.1 แสดงประสิทธิภาพของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว.....	52
5.2 แสดงประสิทธิภาพของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว.....	53

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากของประเทศไทย ทั้งในแง่พืชอาหารหลักของคนทั้งประเทศ และในฐานะผลผลิตเกษตรที่ส่งออกทำรายได้เข้าประเทศแต่ละปีไม่ต่ำกว่า 1.4 แสนล้านบาท (สำนักงานสถิติการเกษตร, 2556) จากการที่ข้าวมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2550 เป็นต้นมา เป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรในเขตชลประทานมีความต้องการผลิตข้าวให้มากขึ้น แต่เนื่องจากพื้นที่มีจำกัด เกษตรกรจึงมีแนวทางการเพิ่มผลผลิตข้าวต่อปีด้วยการปลูกข้าวหลายฤดูในหนึ่งปี ทำให้พื้นที่ปลูกข้าว นาปรังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 9 ล้านไร่ ในปี 2559 เป็น 14 ล้านไร่ในปี 2555 (สำนักงานสถิติการเกษตร, 2555)

ปัจจุบันเกษตรกรในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางปลูกข้าวถึงสามฤดูในแต่ละปี จากแต่เดิมที่มีการปลูกเพียง 1-2 ฤดูต่อปี การปลูกข้าวเป็นพืชเชิงเดี่ยวเป็นบริเวณกว้างและปลูกซ้ำๆ กันเป็นระยะเวลาต่อเนื่องกันยาวนานกลับก่อปัญหาการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ศัตรูพืชที่จัดว่าเป็นพืชร้ายแรงของข้าวก็คือเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (วันทนาศรี รัตนศักดิ์ และคณะ, 2554) โดยว่าพบมีการระบาดตั้งแต่ปี 2517 และการระบาดทวีความรุนแรงและควบคุมได้ยากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูนาปรังตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2552 ต่อเนื่องมาถึงปี 2553 มีการระบาดรุนแรง เฉพาะในเขตภาคกลางพื้นที่ปลูกข้าวที่ได้รับผลกระทบมีมากกว่า 2.38 ล้านไร่ (กรมการข้าว, 2553) การเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดน้ำเลี้ยงในท่อลำเลียงของต้นข้าว ทำให้ใบและต้นข้าวเกิดอาการไหม้ที่เรียกว่า อาการไหม้ (Hopper burn) ทำให้ต้นข้าวแห้งตายไปในที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 1 การป้องกันกำจัดแต่เดิมใช้วิธีการปลูกข้าวพันธุ์ต้านทาน เช่น ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 จะสามารถต้านเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี แต่การปลูกข้าวพันธุ์ต้านทานดังกล่าวเป็นระยะเวลายาวนานติดต่อกันหลายฤดู ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีการปรับตัวสามารถเข้าทำลายนาข้าวได้ในที่สุด (วันทนาศรี รัตนศักดิ์ และคณะ, 2554)



ภาพที่ 1.1 นาข้าวที่ถูกทำลายโดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

วิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้มากที่สุดคือการควบคุมด้วยสารเคมีกำจัดแมลง แต่ก็ยังมีปัญหาตามมามากมายเพราะการใช้สารเคมีหลายชนิดเช่น อะบาเม็กติน และ ไซเพอร์เมทริน กลับทำให้ระบาดรุนแรงขึ้นที่เป็นเช่นนี้เพราะสารเคมีเหล่านี้ทำลายเฉพาะตัวเต็มวัยไม่สามารถทำลายไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล นอกจากนั้นสารเคมีเหล่านี้ยังไปทำลายศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้ไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ฟักออกมาไม่มีศัตรูธรรมชาติคอยควบคุมส่งผลให้การระบาดยิ่งรุนแรง (กัญเกียรติสร้อยทอง, 2554) การควบคุมที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการจัดการแบบผสมผสาน โดยใช้การจัดการทั้งการควบคุมระดับน้ำโดยปล่อยน้ำออกจากแปลงนาเพื่อลดความชื้น การลดอัตราปลูกเพื่อให้ต้นข้าวไม่เบียดกันแน่นจนเกินไป เลือกชนิดสารเคมีที่ใช้เลือกระยะเวลาการฉีดพ่นที่เหมาะสมโดยไม่ฉีดพ่นในข้าวที่อายุน้อยกว่า 40 วัน แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นการจัดการเหล่านี้จะสัมฤทธิ์ผลเมื่อดำเนินการในระยะที่การเข้าทำลายยังไม่ถึงระดับเศรษฐกิจ และการแพร่ระบาดยังไม่ขยายวงกว้าง (กรมการข้าว, 2553)

นวลศรี โชตินันท์ (2553) กล่าวว่า หากพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากกว่า 100 ตัว การควบคุมกำจัดด้วยวิธีใด ๆ มักไม่ได้ผล และหากเกิดลักษณะไหม้แพร่กระจายเป็นวงกว้างทั่วแปลงนาแนะนำให้เว้นช่วงการปลูกข้าวในฤดูถัดไปเพื่อตัดวงจรการขยายพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ฉะนั้นปัจจัยสำคัญที่สุดของการควบคุมการระบาดคือการเฝ้าระวังชี้จุดการเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพื่อจะได้เข้าไปจัดการควบคุมได้ทันทั่วทั้งที่ ปัจจุบันหน่วยงานราชการใช้วิธีการรับแจ้งจากเกษตรกรให้ทราบถึงจุดที่มีการระบาดแล้วจึงส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบและเข้าควบคุมไม่ให้การระบาดขยายวงกว้าง แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนักเพราะเกษตรกรจำนวนมากเมื่อพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลก็จะแก้ปัญหาโดยการใส่สารเคมี ซึ่งบ่อยครั้งก็ใส่สารเคมีที่ห้ามใช้และฉีดพ่นในช่วงเวลาที่ไม่ถูกต้อง ทำให้การระบาดรุนแรงขยายวงกว้างจนควบคุมไม่ได้ เมื่อแจ้งกับหน่วยงานราชการความรุนแรงของการระบาดก็เกินระดับเศรษฐกิจไปแล้วทำให้ควบคุมไม่ได้ผล แต่การจะส่งเจ้าหน้าที่เกษตรกรที่มีความรู้ความชำนาญออกไปสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวในพื้นที่เสี่ยงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดก็เป็นไปได้ยากเพราะพื้นที่ปลูกข้าวในที่ราบลุ่มภาคกลางมีพื้นที่กว่า 9.5 ล้านไร่ (มูลนิธิชีววิถี, 2560) เจ้าหน้าที่เกษตรมีกำลังคนไม่เพียงพอ

ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงควรมีการสร้างระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลในนาข้าว ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการสำรวจและเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยระบบแจ้งเตือนที่สร้างขึ้นจะทำการส่งข้อมูลไปให้เจ้าหน้าที่เกษตรโดยอัตโนมัติเมื่อตรวจพบการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวที่ตั้งโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เนื่องจากความคล่องตัวของเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับจะทำให้สามารถตรวจนาข้าวได้สะดวก รวดเร็ว และครอบคลุมมากกว่าวิธีดั้งเดิม นอกจากนี้จะประหยัดระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจนาข้าวแล้ว ยังช่วยลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับนาข้าวของเกษตรกร รวมถึงช่วยลดปัญหาเจ้าหน้าที่เกษตรมีกำลังคนไม่เพียงพอในระยะสั้นและระยะยาวต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอากาศยานไร้คนขับที่สามารถใช้ในการสำรวจและเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
3. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
4. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

ศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 1) หลักการประมวลผลภาพดิจิทัล 2) หลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ 3) หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อรับและส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ที่ใช้ 4) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายในนาข้าว

ออกแบบระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพในการคำนวณความผิดปกติของสีข้าวเพื่อการแยกโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว พร้อมทั้งใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับในการบินสำรวจความผิดปกติของสีของใบข้าวในนาข้าว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบที่พัฒนาสามารถนำไปเผยแพร่ในบทความวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติได้
2. ได้เครื่องมือต้นแบบอากาศยานไร้คนขับที่สามารถตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
3. ได้สิทธิบัตรอากาศยานไร้คนขับที่สามารถตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว
4. เจ้าหน้าที่เกษตรมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสามารถใช้ตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

5. เจ้าหน้าที่เกษตรมีช่องทางถ่ายทอดความรู้ในการสำรวจ ฝ้าระวัง และควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวที่ถูกต้องให้แก่เกษตรกร
6. เจ้าหน้าที่เกษตรสามารถสำรวจและฝ้าระวังการแพร่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวได้ครอบคลุมหลายพื้นที่มากยิ่งขึ้น เมื่อใช้เครื่องมือที่พัฒนาขึ้น
7. ช่วยลดปัญหาเจ้าหน้าที่เกษตรมีกำลังคนไม่เพียงพอในการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวในระยะสั้นและระยะยาว
8. ช่วยลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับนาข้าวของเกษตรกร ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในทางอ้อม
9. ผลการศึกษาจากโครงการวิจัยนี้ จะถูกนำไปใช้เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยและพัฒนาต่อไป ดังนี้
 - ได้วิธีการสร้างเครื่องมือและกระบวนการควบคุมอากาศยานไร้คนขับระยะไกล สำหรับช่วยในการสำรวจและฝ้าระวังการแพร่กระจายของโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวได้รวดเร็วมากขึ้น
 - ได้วิธีการสร้างเครื่องมือและกระบวนการตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
 - ได้วิธีการสร้างเครื่องมือและกระบวนการแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สำหรับช่วยในการประเมินและตัดสินใจผลการตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

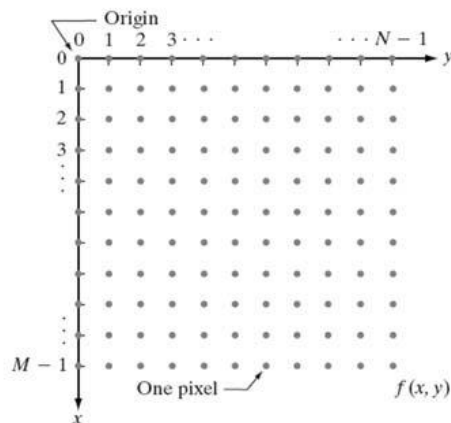
การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพื่อยกกระโดดส้นน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ ใช้แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการประมวลผลภาพดิจิทัล
2. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ
3. หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อรับและส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ที่ใช้
4. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายในนาข้าว
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับหลักการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

1.1 ความรู้พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล

ภาพดิจิทัลเป็นภาพที่ถูกแปลงจากข้อมูลอนาล็อกให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ด้วยเทคนิค Sampling และ Quantization เพื่อให้สามารถประมวลผลผ่านคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิทัลนิยามด้วยฟังก์ชันสองมิติ $f(x,y)$ ซึ่งค่า x,y และ $f(x,y)$ เป็นค่าจำกัด จุด (x,y) ใด ๆ บนภาพเรียกว่า พิกเซล (Pixel) ค่า $f(x,y)$ คือค่าความเข้มสี (Intensity) ของพิกเซลนั้น ๆ มนุษย์เรานั้นใช้ตาเป็นสื่อที่สำคัญอย่างหนึ่งในการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราตาจะรับข้อมูลเป็นภาพต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปประมวลผลที่สมอง ดังนั้นหากคอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ข้อมูลเป็นภาพผ่านทางกล้องวิดีโอและนำภาพที่ได้ไปประมวลผลที่ระบบประมวลผลก็จะเป็นการพัฒนาศักยภาพของคอมพิวเตอร์ไปอีกขั้นหนึ่ง



ภาพที่ 2.1 พิกัดของภาพระบบดิจิทัล

การบันทึกภาพของกล้องวิดีโอคือการเปลี่ยนพิกัดของวัตถุจากโลกสามมิติ (Three Dimension World) มาเป็นภาพบนพิกัดสองมิติ (Two Dimension Image) และใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิทัลซึ่งคือการประยุกต์ระเบียบวิธี (Algorithm) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น การปรับปรุงคุณภาพของภาพ การหาวัตถุที่สนใจในภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพสำหรับงานในด้านต่าง ๆ

สมมติว่า $f(x,y)$ คือ พังก์ชันของภาพระบบดิจิทัลที่ระบบประมวลผลอ่านได้ โดยที่ x และ y คือ พิกัดใด ๆ ภาพที่ได้นี้มีทั้งหมด M แถว และ N คอลัมน์ ดังภาพที่ 2 พิกัดใดๆ ของภาพจะเรียกว่าเป็นจุดภาพ (Pixel) โดยในแต่ละจุดภาพนั้นจะเก็บค่าความสว่างหรือค่าสีเอาไว้ เพื่อการแสดงผลหรือการประมวลผลเราจึงสามารถเขียนฟังก์ชันของภาพใด ๆ ได้ดังสมการที่ (1)

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \cdots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \cdots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \cdots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix}$$

สมการที่ (1)

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อมูลนี้ไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งการทำงานของคอมพิวเตอร์ระบบการรับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น ในการประมวลผลภาพดิจิทัลเมื่อระบบได้รับข้อมูลภาพเข้าไปแล้วจะทำการคำนวณ และส่งออกมาเป็นข้อมูลที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัลเหล่านั้น การเก็บข้อมูลภาพลง

หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอาร์เรย์ (array) ดังสมการที่ (2)

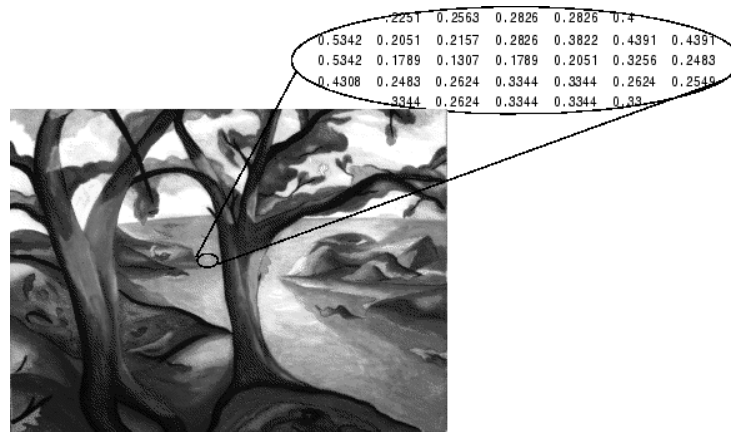
โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพ (pixel) และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ จากการใช้หน่วยความจำเพื่อการเก็บภาพในลักษณะที่กล่าวมา เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก $M \times N \times g$ เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิตเราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ และค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ

$$A = \begin{bmatrix} a_{0,0} & a_{0,1} & \cdots & a_{0,N-1} \\ a_{1,0} & a_{1,1} & \cdots & a_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{M-1,0} & a_{M-1,1} & \cdots & a_{M-1,N-1} \end{bmatrix}.$$

สมการที่ (2)

การประมวลผลภาพดิจิทัลเกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลรูปที่เป็นสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อใช้ในการประมวลผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้ และ ยังนำมาใช้ในการลดปัญหาของภาพเช่น ลดสัญญาณรบกวนภายในภาพ เป็นต้น ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้น ระบบจะนำรูปที่รับเข้ามาไปคำนวณโดยกระบวนการ Sampling Quantization และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัล คอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของ อาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของรูปที่จุดพิกเซลนั้น ๆ และตำแหน่งของช่อง อาร์เรย์ก็เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดพิกเซลภายในภาพด้วย

Grayscale Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้รูปแบบของอาร์เรย์ 2 มิติ โดยค่าที่เก็บจะมีค่าอยู่ในช่วง ๐ ถึง ๑ ซึ่งระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี



ภาพที่ 2.4 ภาพแบบ Grayscale

ที่มา : <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/>

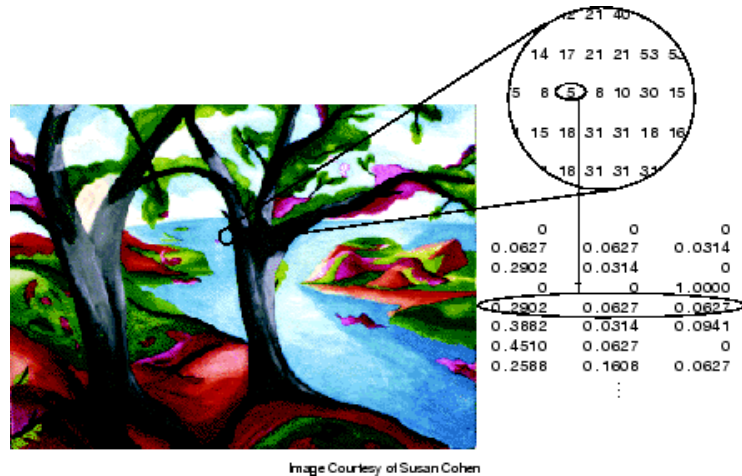
RGB Image หรือ True color Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด $m \times n \times 3$ โดยที่ m คือความยาว และ n คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล ส่วนมิติสุดท้ายนั้น ในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue)



ภาพที่ 2.5 ภาพแบบ RGB

ที่มา : <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/>

Indexed Image เป็นรูปที่มีรูปแบบการเก็บแบบ indexed คือ ภาพประเภทนี้จะเก็บค่าสีเป็น indexed และในแต่ละช่องอาร์เรย์ จะเก็บตำแหน่งของสีใน indexed นั้น ๆ ไว้



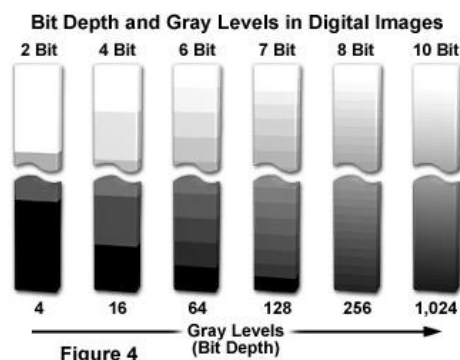
ภาพที่ 2.6 ภาพแบบ Indexed

ที่มา : <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/>

2. มาตรฐานของสี

2.1 ระบบสี (Color Model)

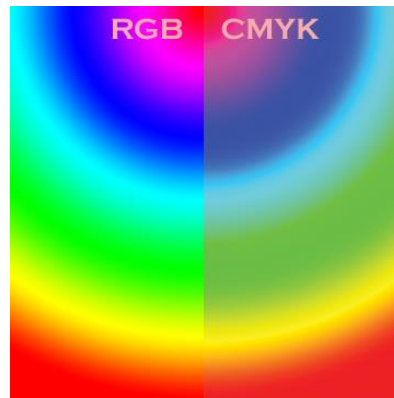
ระบบสี Grayscale เป็นช่วงของเฉดสีเทา ซึ่งแตกต่างกับภาพขาว-ดำ ที่มีเพียง 2 สี คือขาวกับดำ สีใน grayscale นี้ แสดงถึงความเข้มของสี (Intensity) ในระดับต่าง ๆ โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความเข้มของสีน้อยและสีขาวจะมีความเข้มของสีมาก จำนวนระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี โดยทั่วไปแล้วจะเก็บข้อมูลสีประเภทนี้ด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ซึ่งจะทำให้ความละเอียดของสีที่ 256 เฉดสี



ภาพที่ 2.7 ระดับสีของ Grayscale ตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี

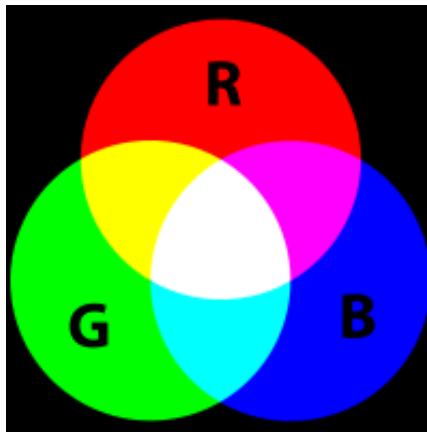
ที่มา : <http://learn.hamamatsu.com/articles/microscopyimaging.html>

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยแม่สีหลักสามสีคือ แดง (Red), เขียว (Green) และ น้ำเงิน (Blue) RGB นั้นเป็นระบบสีแสง และเป็นแบบ Additive คือ ถ้าไม่มีสีใดเลยจะมองเห็นเป็นสีดำและในทางกลับกัน หากมีครบทุกสีจะมองเป็นสีขาว จะต่างกับระบบสีแบบ Subtractive หรือระบบสีแบบ CMYK ที่เป็นสีที่เกิดจากการสะท้อน หรือเรียกกันทั่วไปว่าสีวัตถุ



ภาพที่ 2.8 ความแตกต่างของ สีแสง (RGB) และ สีวัตถุ (CMYK)

ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space



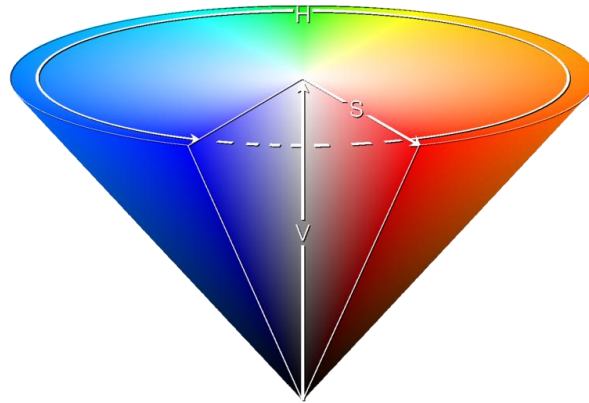
ภาพที่ 2.9 วงล้อสีแบบ RGB

ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space

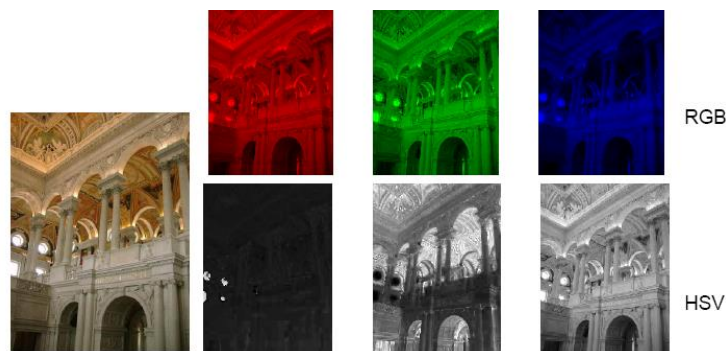
2.2 ระบบสี HSV

ระบบสี HSV (Hue, Saturation, Value) หรือ HSB (Hue, Saturation, Brightness) เป็นระบบสีที่นิยมใช้กันในห้องถ่ายภาพ เนื่องจากเป็นระบบสีที่ใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์ได้ดีกว่าระบบสี RGB โดย Hue คือสีของภาพ Saturation คือ ปริมาณความอิ่มตัวของสี ยิ่งมีค่านี้น่ามาก ภาพจะมีสีสด ยิ่งมีน้อย ภาพจะยิ่งมีสีจางลง จนในที่สุดจะกลายเป็นรูปที่ลักษณะแบบ Grayscale และ Value

หรือ Brightness เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความสว่างของภาพ หากมีค่ามากภาพจะยิ่งมีความสว่างมาก



ภาพที่ 2.10 โมเดลสี HSV ในรูปแบบโคน (Cone)
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Color_space



ภาพที่ 2.11 รูปภาพที่เก็บในแต่ละ channel ในระบบสี RGB และ HSV
ที่มา : Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, Digital Image Processing, 3rd Edition

2.3 ระบบสเกลสีเทา (Grayscale)

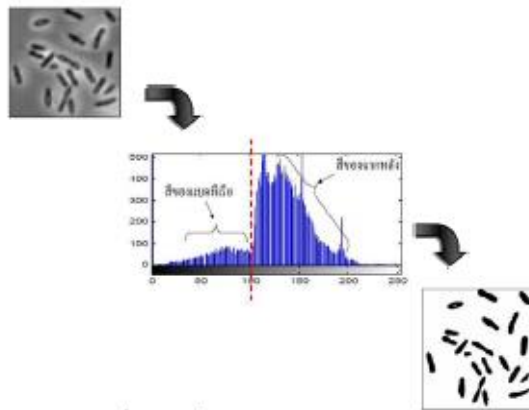
ระบบสเกลสีเทา (Grayscale) เป็นระบบสีที่แต่ละจุดภาพจะมีการแทนค่าสีเป็นระดับสีตั้งแต่ขาวจนถึงดำ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสีจากระบบสี RGB ซึ่งระบบสเกลสีเทาก็มีค่าสีที่สามารถแทนด้วยข้อมูลขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิตที่ให้ความละเอียด 256 ระดับ แสดงดังสมการดังนี้ $\text{Grayscale} = 0.11 * B + 0.59 * G + 0.30 * R$ (3)



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างการเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพในระบบสเกลสีเทา

2.4 ค่าขีดแบ่ง (Threshold)

ค่าขีดแบ่ง (Threshold) คือ ค่าที่ใช้ในการแบ่งระบบสเกลสีเทาออกเป็นสองระดับ คือ สีขาวและสีดำ โดยจะใช้สำหรับการแยกส่วนที่เป็นภาพและพื้นหลังตามระดับความเข้มของสีเมื่อเทียบกับค่าขีดแบ่ง ซึ่งถ้าค่าสีที่จุดภาพนั้นมีค่าต่ำกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้ให้จุดนั้นแทนด้วยระดับสีดำ และถ้าค่าสีที่จุดภาพนั้นมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งให้จุดนั้นแทนด้วยระดับสีขาวดังภาพที่ 2.13 การใช้ค่าขีดแบ่งเพื่อหาวัตถุภายในภาพเหมาะกับภาพที่มีวัตถุแตกต่างกับภาพหลังอย่างชัดเจน เมื่อนำมาพิจารณาฮิสโทแกรมจะมีความแตกต่างของค่าความสูงอย่างชัดเจน



ภาพที่ 2.13 การเปลี่ยนภาพจากระบบสเกลสีเทาเป็นภาพขาวดำ

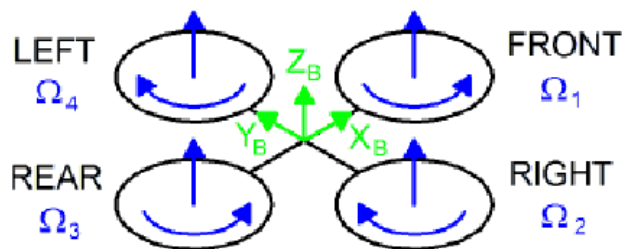
2.5 แนวคิดเกี่ยวกับหลักการทำงานของอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle, UAV)



ภาพที่ 2.14 Parrot AR. Drone

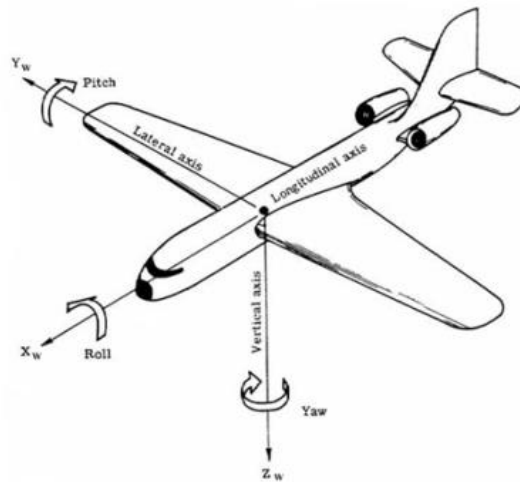
1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Quadrotor UAV

AR.Drone เป็น Quadrotor โครงสร้างทางกลศาสตร์ประกอบด้วยใบพัดที่ติดอยู่ด้วยกัน 4 ใบ ติดอยู่ตรงปลายจะประกอบด้วยแบตเตอรี่และอุปกรณ์ RF คู่ตรงข้ามของใบพัดแต่ละใบจะเปลี่ยนไปเป็นวิธีเดียวกัน คู่หนึ่งจะเปลี่ยนมาหมุนตามเข็มนาฬิกาและคู่อื่น ๆ จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา

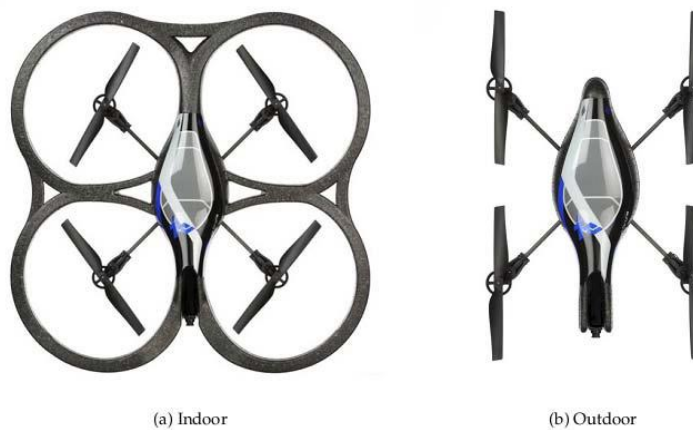


ภาพที่ 2.15 การเคลื่อนไหวของอากาศยานไร้คนขับ

การเปลี่ยนมุมและการหมุนของอากาศยานไร้คนขับ จะทำให้เกิด Manoeuvres ใบพัดทั้งสองด้านซ้ายขวามีความแตกต่างกันช่วยในการเคลื่อนที่ในการออกตัวกลับลำและใบพัดด้านหน้า-หลัง ก็มีความเร็วเฉลี่ยแบบตรงข้ามกันเพื่อที่จะเฉลี่ยความเร็วของโรเตอร์ที่ช่วยในการเลี้ยวซ้ายและขวา



ภาพที่ 2.16 แสดงการเปลี่ยนมุมและการหมุนของอากาศยานไร้คนขับ

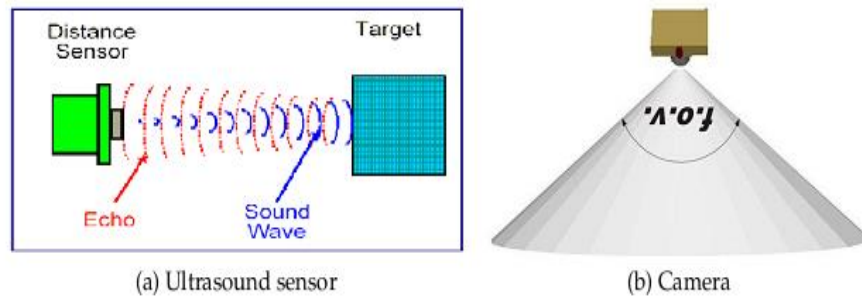


ภาพที่ 2.17 ตัวเครื่องอากาศยานไร้คนขับด้วยเทคโนโลยี AR. Drone

2. การกำหนดค่าในที่ร่มและที่แจ้ง

เมื่อบิน AR.Drone ในที่แจ้งเพื่อให้สามารถตั้งค่าให้สามารถรับลมได้เต็มที่ (2.9b) แต่หากว่าบินในที่ร่ม AR.Drone ต้องมีการป้องกันการชน (2.9a) แต่หากบินแล้วสามารถใช้กล้องบนเครื่องในการสำรวจได้

2.1 เครื่องยนต์ อากาศยานไร้คนขับขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์แบบ brushless 3 Phases และควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถตรวจหาเครื่องมือที่ใช้ควบคุมได้อย่างอัตโนมัติ และสามารถปรับการควบคุมเครื่องยนต์ได้ในกรณีที่ใบพัดหมุนชนกับสิ่งกีดขวางเครื่องยนต์ทั้งหมดจะหยุดทำงานทั้งหมดทันทีระบบจะช่วยให้การป้องกันแรงกระแทกแบบซ้ำ ๆ ได้



ภาพที่ 2.18 เซนเซอร์ อากาศยานไร้คนขับ

2.2 LiPo batteries ใช้แบตเตอรี่ Lipo 11.1V 1000 mAh ในการขึ้นบิน ขณะขึ้นบิน แรงดันแบตเตอรี่จะลดลงจากค่าสูงสุด (12.5v) ถึงค่าต่ำ (9v) อากาศยานไร้คนขับ จะตรวจสอบแรงดันแบตเตอรี่ได้จากหน้าจอที่ควบคุม (100% ถ้าแบตเตอรี่เต็ม 0% ถ้าแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำ) เมื่อได้ยินเสียงติ๊ด 1 ครั้ง เป็นการแจ้งเตือนว่าแบตเตอรี่ต่ำแต่หากแรงดันไฟฟ้าถึงระดับระบบจะปิดไม่ให้มีการใช้งานเพื่อป้องกันการใช้งานที่เกินจำกัด

2.3 Motion sensors อากาศยานไร้คนขับจะมีการเคลื่อนที่ด้วยเซนเซอร์ ที่อยู่ด้านล่างของตัวเครื่องมีคุณสมบัติดังนี้ 6 DOF, MEMS-based, หน่วยวัดความเฉื่อยขนาดจิ๋วและยังมี IT Provides ซอฟต์แวร์ของการขว้างและการหันเห ตัววัดแรงเฉื่อยใช้สำหรับการรักษาเสถียรภาพของการขว้างและหันเหโดยอัตโนมัติช่วยควบคุมการเอียงและยังมี ultrasound telemeter ในการรักษาเสถียรภาพของระดับความสูงโดยอัตโนมัติ และช่วยในการควบคุมในแนวดิ่ง กล้องด้านล่างใช้ในการวัดความเร็วเมื่อใกล้กับพื้น

2.4 ระบบช่วยบินขั้นพื้นฐาน ปกติอากาศยานไร้คนขับจะมีการควบคุมระยะไกลโดยคันโยกและ trims ควบคุม UAV pitch การม้วน การหักเหและการคั่น เดิมเบื้องต้นในการออกตัว โฉบที่มีความสูงมาก ๆ มักจะต้องใช้เวลาในการเริ่มต้นนานด้วยปัญหาในการใช้งาน UAV ที่ใช้งานที่ยากแต่ปลอดภัย เพื่อความปลอดภัยของการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวนี้มีการปรับแก้ให้สมบูรณ์ขึ้นตอนนี้สามารถควบคุมได้สมบูรณ์ขึ้นส่วน User interface พื้นฐานและการควบคุมง่าย ๆ บนโฮสต์

- เมื่อกดปุ่ม Take-off เครื่องยนต์จะเริ่มการทำงานโดยที่ตรงที่มีการตั้งค่าความสูงไว้ล่วงหน้าแล้ว
- เมื่อบินกดปุ่ม landing เครื่องยนต์จะหยุดและลงมาอย่างอัตโนมัติ
- เมื่อกดปุ่มไปทางซ้าย เครื่องจะไปทางซ้ายตามแนวและความเร็วที่กำหนดไว้

- เมื่อกดปุ่มไปทางขวา เครื่องจะไปทางขวาตามแนวและความเร็วที่กำหนดไว้

- เมื่อกดปุ่มไปทางขึ้น เครื่องจะไปทางขึ้นตามแนวและความเร็วที่กำหนดไว้

- เมื่อกดปุ่มไปทางลง เครื่องจะไปทางดิ่งตามแนวและความเร็วที่กำหนดไว้

ทั้งนี้ในการควบคุมและระบบช่วยคนขับพื้นฐานสามารถกำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะช่วยบังคับการบินได้หลายค่า ประกอบด้วย ชีตจำกัดความสูง ชีตจำกัดความเร็วแนวตั้ง ชีตจำกัดแนวนอน ชีตจำกัดของมุมเอียง ชีตจำกัดของมุมเอียงของโฮสต์

2.5 การปรับแต่งขั้นสูงของเซนเซอร์จับความเอียง ในหลายโฮสต์จะสามารถจับความเอียงได้ค่าที่ส่งมาจะส่งต่อไปยัง อากาศยานไร้คนขับ ว่าให้เอียง และมี Otherwise เป็นชุดคำสั่งที่ใช้เวลาที่เครื่องยนต์ไม่ได้ทำงานช่วยในเรื่องความเอียงและความสามารถของมุมตัดในโฮสต์ด้วย

2.6 การสตรีมวิดีโอและการตรวจสอบแท็ก กล้องหน้าใช้ CMOS เซนเซอร์ แบบ 90 องศา อากาศยานไร้คนขับ จะมีการ Encode แบบอัตโนมัติและส่งภาพไปเก็บที่โฮสต์ QCIF และ QVGA เป็นตัวแท็กสนับสนุน Resolution และมีวิดีโอเฟรมเรต อยู่ที่ 15 Hz การแท็กภาพสามารถตรวจและจับภาพได้โดยกล้องหน้า แท็กนี้สามารถใช้ในการตรวจสอบ แท็กนั้นสามารถตรวจจับ อากาศยานไร้คนขับ ตัวอื่น ๆ ที่ใกล้กับตัวมันได้ แท็กทั้งสองจะอยู่ภายในและนอกของตัวเครื่องเพื่อให้ตรวจจับได้

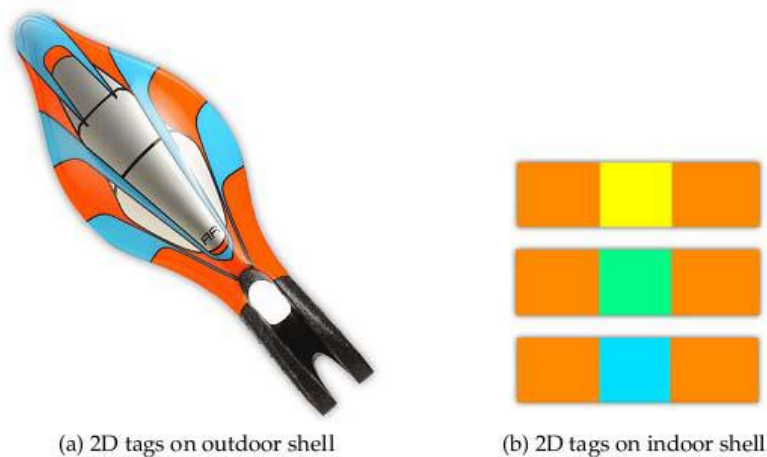
2.7 การเชื่อมต่ออากาศยานไร้คนขับทางเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi network and connection) อากาศยานไร้คนขับ สามารถควบคุมได้จากอุปกรณ์ใด ๆ ที่รองรับโหมด Wi-Fi โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. อากาศยานไร้คนขับจะสร้าง Wi-Fi network ขึ้นมาพร้อมกับ ESSID ซึ่งมักจะมีชื่อ Wi-Fi ว่า adrone_xxx และ จะมีเลข IP เป็นเลขคู่
2. ผู้ใช้ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับ ESSID นี้
3. อุปกรณ์จะทำการขอที่อยู่ IP จาก DHCP server ของอากาศยานไร้คนขับ
4. เซิร์ฟเวอร์ DHCP ของอากาศยานไร้คนขับทำการส่งเลข IP ให้อุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วย

a) เลข IP ของอากาศยานไร้คนขับ +1 (สำหรับ drone versionต่ำกว่า 1.1.3)

b) เลข IP ของอากาศยานไร้คนขับ + เลขระหว่าง 1 และ 4 (สำหรับ drone version 1.1.3ขึ้นไป)

5. อุปกรณ์ของผู้ใช้สามารถส่งขอร้องไปยังที่อยู่ IP และ service port ของอากาศยานไร้คนขับ ได้แล้วผู้ใช้สามารถตั้ง Wi-Fi Network เองได้และถ้าอากาศยานไร้คนขับสามารถจับสัญญาณที่เคยได้รับข้อมูล SSID ไว้แล้ว มันก็จะรับที่อยู่จาก Wi-Fi นั้นได้เลย



ภาพที่ 2.19 ตัวถังอากาศยานไร้คนขับและแท็ก

2.8 การรับส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ของผู้ใช้

การควบคุมอากาศยานไร้คนขับสามารถทำได้จากการควบคุม 3 แหล่งควบคุม หลักการควบคุมและกำหนดค่าอากาศยานไร้คนขับสามารถทำได้โดยส่ง AT Commands บน UDP port 5556 โดยความล่าช้าของคำสั่งควบคุมมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้งานอากาศยานไร้คนขับ คำสั่งเหล่านั้นโดยปกติจะส่งไปครั้งละ 30 ครั้งต่อวินาที ข้อมูลเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ (เช่น สถานะ ตำแหน่ง ความเร็ว ความเร็วรอบ ฯลฯ) เรียกว่า Navdata จากส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับ ไปยังผู้ใช้ผ่าน UDP port 5554 โดย Navdata อันนี้รวมแท็กข้อมูลที่เอามาใช้สำหรับสร้าง Augment Reality Game ด้วย โดยปกติข้อมูลจะส่งประมาณ 30 ครั้งต่อวินาที Video stream จะส่งมาจากอากาศยานไร้คนขับถึงผู้ใช้ด้วย port 5555 รูปจาก video stream นี้ สามารถถอดโค้ดออกมาด้วย codec ที่รวมอยู่ใน SDK ช่องส่งข้อมูลช่องที่สี่ เรียกว่า control port ที่สร้างขึ้นบน TCP port 5559 เพื่อส่งข้อมูลสำคัญที่เกิดจากการขัดแย้งของข้อมูล จนอาจทำให้เกิดความเสียหายของข้อมูลได้โดยไม่มีผลกระทบร้ายแรง มันใช้สำหรับรับข้อมูลการปรับแต่งและรับรู้ข้อมูลสำคัญเช่นการส่งข้อมูลการปรับแต่ง เป็นต้น

ไจโรสโคป เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยแรงเฉื่อยของล้อหมุน เพื่อช่วยรักษาระดับทิศทางของแกนหมุนประกอบด้วยล้อหมุนเร็วบรรจุอยู่ในกรอบอีกทีหนึ่ง ทำให้เอียงในทิศทางต่าง ๆ ได้โดยอิสระ นั่นคือหมุนในแกนใด ๆ ก็ได้โมเมนตัมเชิงมุมของล้อดังกล่าว ทำให้มันคงรักษาทิศทางของมันไว้แม้กรอบล้อจะเอียง จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้สามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ มากมาย เช่น เข็มทิศ และนักบินอัตโนมัติของเครื่องบิน เรือ กลไกบังคับทางเสือของตอร์ปิโดอุปกรณ์ป้องกันการกลิ้งบนเรือใหญ่ และระบบนำร่องเฉื่อย (Inertial guidance) รวมถึงระบบในยานอวกาศและสถานีอวกาศ

2.6 หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อรับและส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ที่ใช้

การรับส่งข้อมูลระหว่างอากาศยานไร้คนขับและอุปกรณ์ของผู้ใช้ สามารถทำได้โดยใช้การเขียนโปรแกรม C++ ร่วมกับการเรียกใช้ไลบรารีของโอเพ่นซีวีไล (Open Computer Vision Program)

1. สถาปัตยกรรม (Framework Platform)

1.1 สถาปัตยกรรมดอทเน็ต (.NET Framework Platform)

ผลิตโดยบริษัทไมโครซอฟท์ เป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาโปรแกรม ที่มีจุดประสงค์อย่างหนึ่ง เพื่อให้โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์หลายเวอร์ชัน ซึ่งช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมแบบกระจายบนอินเทอร์เน็ต ลดปัญหาเกี่ยวกับการใช้คลังโปรแกรม (library) ในเวอร์ชันต่าง ๆ ลดปัญหาเกี่ยวกับการรั่วไหลของหน่วยความจำ มีผลทำให้โปรแกรมทำงานเสถียรขึ้น

ดอทเน็ตเฟรมเวิร์ก (.NET Framework) คือแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ สร้างขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ออกแบบมาเพื่อให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น และปลอดภัยขึ้นกว่าเดิม ซึ่งมีไลบรารีเป็นจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมถึงการบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบนดอทเน็ตเฟรมเวิร์ก โดยไลบรารีนั้นได้รวมถึงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ การเชื่อมต่อฐานข้อมูล วิทยาการเข้ารหัสลับ อัลกอริทึม การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดย .NET Framework นั้นมีส่วนประกอบภายในแบ่งได้เป็น 3 ชั้นใหญ่ ๆ คือ

1. **Programming Language** เป็นรูปแบบของภาษาที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถทำงานในสถานะที่เป็น .NET ตัวอย่างเช่น

- C# เป็นภาษาใหม่ที่ไมโครซอฟท์พัฒนามาจาก C++ กับ JAVA เป็นหลัก
- VB.NET เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก Visual Basic ในเวอร์ชัน 6.0
- JScript.net เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก JScript ซึ่งเป็น JavaScript ในเวอร์ชันของไมโครซอฟท์

2. **Base Classes Library** เปรียบเสมือนชุดคำสั่งสำเร็จรูปย่อยๆที่เพิ่มเข้ามา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นชุดคำสั่งที่ต้องใช้งานอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงมีผู้คิดค้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ซึ่ง Library ในภาษาต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแบบไฟล์ include แต่ถ้าเป็น ASP สิ่งที่เป็น library ก็คือ คอมโพเนนต์ต่าง ๆ นั่นเอง ซึ่งภายในระบบ .NET จะสร้างสิ่งที่เรียกว่าเป็น Library พื้นฐานขึ้น ทำให้ไม่ว่าจะใช้ภาษาใดในการพัฒนาโปรแกรมก็สามารถที่จะเรียกใช้ Library ที่เป็นตัวเดียวกันได้หมด

3. **Common Language Runtime (CLR)** นับเป็นสิ่งสำคัญแทบจะที่สุดของระบบ .NET นี้ก็ว่าได้ เพราะ CLR ที่ว่านี้มีหน้าที่ทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาด้วยภาษาต่าง ๆ กัน กลายเป็นภาษารูปแบบมาตรฐานเดียวกัน ทั้งหมด เราเรียกภาษาที่ว่านี้ว่า Intermediate language

(IL) ซึ่งเมื่อต้องการที่จะรันโปรแกรมใด CLR จะตรวจสอบเครื่องที่รันว่ามีสถานะแวดล้อมการทำงานเช่นใด โดย CLR นั้นจะเตรียมสภาพแวดล้อมเสมือน จากนั้นก็จะคอมไพล์เป็นโปรแกรมที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องนั้น ทำให้เราสามารถใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในแต่ละเครื่อง ผู้พัฒนาไม่ต้องคำนึงถึงความสามารถที่แตกต่างระหว่างหน่วยประมวลผลต่าง ๆ และ CLR ยังให้บริการด้านกลไกระบบความปลอดภัย การบริหารหน่วยความจำ และ Exception handling ดอตเน็ตเฟรมเวิร์กนั้น ASP.NET หรืออีกชื่อหนึ่งว่า ASP+ ซึ่งเป็นชื่อที่ไม่ใครชอบที่ใช้เรียกในตอนแรก ถือว่าเป็น ASP เวอร์ชันล่าสุดต่อจาก ASP 3.0 แต่คงไม่สามารถพูดได้เต็มปากว่า ASP.NET พัฒนามาจาก ASP เพราะรูปแบบ และไวยากรณ์ต่าง ๆ และภาษาที่นำมาใช้งานนั้นต่างจากเดิมแทบทั้งสิ้น

1.2 สถาปัตยกรรมเอดีโอดอตเน็ต (ADO.NET Framework Platform)

การเขียนโปรแกรมโดยมากแล้วย่อมจะต้องมีการเชื่อมต่อข้อมูลกับแหล่งข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อนำข้อมูลมาประมวลผล หรือจัดเก็บข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วลงไปในระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของโปรแกรมส่วนใหญ่ จึงเป็นที่มาของ API จำนวนมากมายในการจัดการกับฐานข้อมูล ซึ่งผู้ที่เคยใช้งาน Visual Basic หรือ ASP ธรรมดา คงจะคุ้นเคยเป็นอย่างดี จนเมื่อไมโครซอฟท์ได้สร้างสถาปัตยกรรม .NET ขึ้นมา ADO ก็ได้รับการปรับปรุงให้เป็น ADO.NET เช่นกัน

โครงสร้างหลักของ ADO.NET

ใน ADO.NET นั้นจะประกอบไปด้วยคลาสจำนวนมาก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ทำงานกับข้อมูลบนหน่วยความจำหรือทำงานแบบ

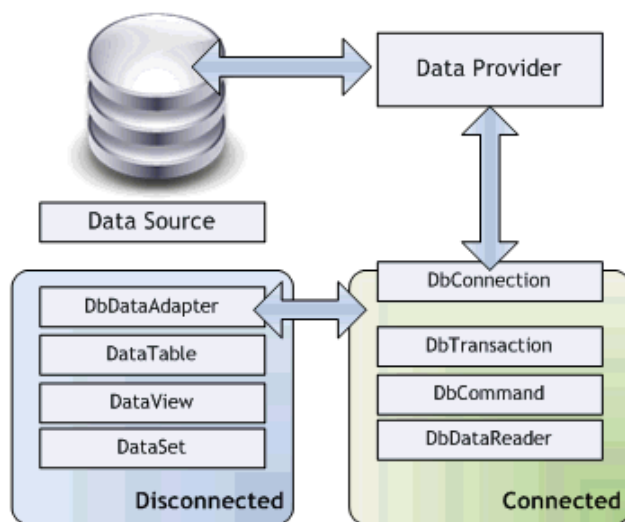
Disconnected

คลาสในกลุ่มนี้อาจจะเรียกได้ว่า เป็นคลาสในกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใหม่ และเป็นเอกลักษณ์ของ ADO.NET เลยก็ว่าได้ ซึ่งคลาสกลุ่มนี้ จะเป็นกลุ่มที่ใช้ในการจำลองโครงสร้างของข้อมูล ให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อมูลจริงที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลให้มากที่สุด โดยการจำลองตาราง (Table) 필ด์ (Field) และเรคคอร์ด (Record) หรือแม้กระทั่งความสัมพันธ์ระหว่างตาราง (Data Relation) จากฐานข้อมูล มาไว้ในหน่วยความจำหลัก ซึ่งผู้พัฒนาจะสามารถเรียกใช้ และแก้ไขข้อมูลที่อยู่ในคลาสกลุ่มนี้ได้ เหมือนกำลังทำงานกับฐานข้อมูลจริง ก่อนที่จะทำการ Update ข้อมูลจากคลาสเหล่านี้ กลับไปยังฐานข้อมูล

2. กลุ่มที่ทำงานกับแหล่งข้อมูลโดยตรง หรือทำงานแบบ Connected

คลาสในกลุ่มนี้จะ เป็นคลาสที่ทำการสร้าง Connection กับแหล่งข้อมูลโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ หรือระบบจัดการฐานข้อมูลก็ตาม และทำการอ่าน หรือแก้ไขข้อมูลไปยังฐานข้อมูลนั้น ซึ่งในคลาสกลุ่มนี้จะเกี่ยวข้องกับการเปิด Connection ไปยังระบบจัดการฐานข้อมูล

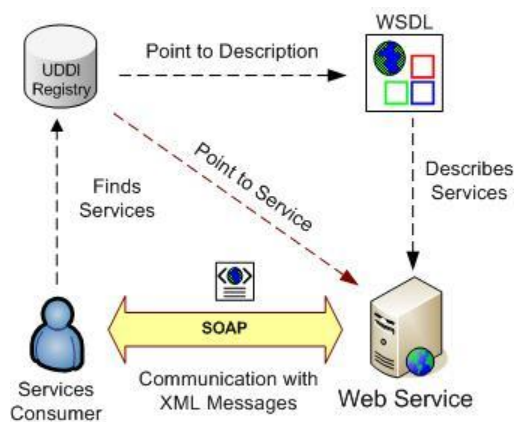
และการใช้คำสั่ง SQL เพื่อทำการเรียกดู หรือว่าแก้ไขข้อมูล โดยคลาสกลุ่มนี้จะมีชื่อเรียกเป็นทางการว่า .NET Data Provider



ภาพที่ 2.20 ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างคร่าว ๆ ของ ADO.NET

1.3 Web Service

บริการระบบซอฟต์แวร์ เป็นมาตรฐานที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยพื้นฐานของ Web Service ใช้หลักการของเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ผ่านโปรโตคอล SOAP โดยจะมี WSDL (Web Service Description Language) เพื่อใช้ในการอธิบายโครงสร้างและข้อมูลเว็บเซอร์วิส โดยเว็บเซอร์วิสที่เปิดให้บริการสาธารณะสามารถลงทะเบียนไว้กับ UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)



ภาพที่ 2.21 การทำงานของ Web Service

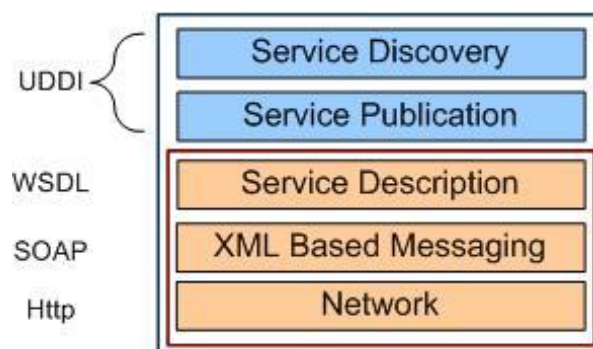
การพิจารณาสถาปัตยกรรมของ Web Service สามารถพิจารณาได้ 2 มุม โดยพิจารณาบทบาทของแต่ละองค์ประกอบ หรือการพิจารณาจากชั้นของโพรโทคอล ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. **Service Transport** รับผิดชอบเกี่ยวกับการส่งข้อมูลกันระหว่างแอปพลิเคชัน ซึ่งในชั้นนี้จะรวมโพรโทคอลต่างๆ อย่าง HTTP, SMTP, FTP และโพรโทคอลตัวใหม่ BEEP (Blocks Extensible Exchange Protocol)

2. **XML messaging** รับผิดชอบการเปลี่ยนข้อความต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของ XML ดังนั้นข้อมูลต่างๆจึงสามารถเข้าใจได้ตรงกันทั้งสองฝั่ง ซึ่งชั้นนี้ประกอบไปด้วยโพรโทคอล XML-RPC และ SOAP (Simple Object Access Protocol) โดย SOAP เป็นโพรโทคอลในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน เป็นโพรโทคอลสื่อสารในระดับแอปพลิเคชันโดยอาศัยผ่านอินเทอร์เน็ตโพรโทคอลอย่างเช่น HTTP, SMTP

3. **Service description** รับผิดชอบเกี่ยวกับการอธิบายส่วนติดต่อสาธารณะให้กับ Web Service หนึ่ง ๆ โดยควบคุมและจัดการผ่าน WSDL (Web Service Description Language) ซึ่งทำให้โปรแกรม หรือผู้ที่ต้องการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสทราบว่ามีโอเปอเรชันอะไรให้บริการ และในแต่ละโอเปอเรชันจะต้องส่งข้อมูลอะไรไป แล้วจะได้รับข้อมูลแบบใดกลับมา ตลอดจนอินเทอร์เน็ตโพรโทคอลที่ใช้ในการติดต่อเว็บเซอร์วิส และที่อยู่ของเว็บเซอร์วิส

4. **Service discovery** รับผิดชอบเกี่ยวกับการรวบรวมบริการต่าง ๆ ให้อยู่ในที่เดียวกัน โดยถูกจัดการผ่าน UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) ซึ่งเป็นเหมือนตัวไดเรกทอรีที่เก็บหรือลงทะเบียนเว็บเซอร์วิส เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบบริการลงทะเบียน (Registry Service) สำหรับเซอร์วิสและบริการอื่น ๆ ผู้ให้บริการสามารถใช้ UDDI ในการประกาศบริการ และลูกค้าสามารถใช้บริการของ UDDI ในการค้นหาบริการ (Service Discovery)



ภาพที่ 2.22 ชั้นโพรโทคอลของ Web Service

2. โอเพ่นซีวีเป็นโอเพ่นซอร์สไลบรารี (Open source Library)

OpenCV เป็น Open Source Library พัฒนาขึ้นมาโดยบริษัทอินเทลโดยไลบรารีนี้สามารถใช้ได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์และลินุกซ์ มีตัวอย่างของอัลกอริทึมที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพเป็นจำนวนมากโอเพ่นซีวีมีความสามารถในการจัดการเรียลไทม์อิมเมจโปรเซสซิง (Real-time Image processing) เมื่อมีการใช้ร่วมกับอินเทลอินทิเกรตเพอร์ฟอร์แมนซ์พริมิทีฟ (Intel's Integrated Performance Primitives) ซึ่งเป็นไลบรารีที่จัดการเกี่ยวกับการทำงานแบบมัลติคอร์ในงานด้านมัลติมีเดียและโปรแกรมประยุกต์ที่ประมวลผลด้านข้อมูลการใช้งานโอเพ่นอยู่ภายใต้เงื่อนไขของข้อตกลงแบบ BSD License โดยโอเพ่นซีวีสามารถใช้ในการจัดการโปรแกรมประยุกต์ในด้านที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ส่วนติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ (Human-Computer Interface)
- การตรวจจับวัตถุ (Object Identification)
- การแบ่งรูป (Segmentation and Recognition)
- ระบบรู้จำหน้า (Face Recognition)
- ระบบรู้จำท่าทาง (Gesture Recognition)
- การตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Tracking)
- อีโกโมชัน (Ego-motion)
- ระบบเข้าใจการเคลื่อนไหว (Motion Understanding)
- การหาโครงสร้างจากการเคลื่อนไหว (Structure from Motion)
- หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robotics)

ฟังก์ชันที่ใช้งานเขียนขึ้นด้วยภาษา C และคลาสภาษา C++ โดยแบ่งหัวข้อการใช้งานเป็น 4 ส่วน คือ

1. **CXCORE** เป็นฟังก์ชันเบื้องต้นที่ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาดอาร์เรย์ (Array) หน่วยความจำ คำสั่งในการวาดภาพ การประกาศตัวแปรภาพ เป็นต้น ตัวอย่างคำสั่งในการประกาศรูปภาพ คือ `IplImage`, `CvMat`, `CvMatND`

2. **CV** ใช้ในการประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ ฟังก์ชันส่วนใหญ่จะทำงานกับพิกเซลที่เป็นอาร์เรย์ 2 มิติ หรือที่เราเรียกว่าภาพนั่นเอง เช่นการหาขอบหรือมุม การทำฮิสโตแกรม (Histogram) และการทำออฟติคัลโฟลว์ (Optical Flow) เป็นต้น

3. **Machine Learning** เป็นไลบรารีที่รวมคลาสและฟังก์ชันทางสถิติ การแยกคลาส และการแบ่งกลุ่มข้อมูล อัลกอริทึม (Algorithm) ที่ใช้จะเขียนด้วยภาษา C++ แต่ละอัลกอริทึมจะมีคุณลักษณะเด่นแตกต่างกันไป แต่ทั้งหมดจะใช้คลาส `CvStatModel` ร่วมกัน

4. HighGUI ใช้ในการโหลด (Load) และบันทึกภาพ ติดต่อกับกล้องวิดีโอ (VDO) การสร้างหน้าต่างเพื่อแสดงภาพและทำลายภาพ การเปลี่ยนขนาดและเคลื่อนย้ายหน้าต่าง รวมไปถึง การตรวจสอบเมาส์ (Mouse) และแป้นพิมพ์

3. การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-oriented programming, OOP)

การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ เป็นรูปแบบ (Paradigm) หรือแนวทางการเขียนโปรแกรม อย่างหนึ่ง โดยการให้ความสำคัญกับส่วนต่างๆ เสมือนเป็นวัตถุ ซึ่งสามารถนำมาประกอบกัน และ ทำงานร่วมกันได้ โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผล และส่งข้อมูลไปยังวัตถุอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้องเพื่อให้ทำงานต่อไป

แนวทางการเขียนโปรแกรมแบบดั้งเดิมมักนิยมใช้ การเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการ (Procedural Programming) ซึ่งให้ความสำคัญกับขั้นตอนกระบวนการที่ทำ โดยแบ่งโปรแกรม ออกเป็นส่วน ๆ ตามลำดับขั้นตอนการทำงาน แต่แนวทางการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุให้ความสำคัญ กับ ข้อมูล (data) และ พฤติกรรม (behavior) ของวัตถุ และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุกันมากกว่า แนวคิดที่สำคัญของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ

- คลาส (Class) -ประเภทของวัตถุ เป็นการกำหนดว่าวัตถุจะประกอบไปด้วยข้อมูล หรือคุณสมบัติและพฤติกรรมหรือการกระทำอะไรบ้าง ซึ่งคลาสเป็นโครงสร้างพื้นฐานของการเขียน โปรแกรมเชิงวัตถุ

- วัตถุ (Object) -คือ ตัวตน (instance) ของคลาสซึ่งจะเกิดขึ้นระหว่าง run-time โดยแต่ละอ็อบเจกต์จะมีข้อมูลเฉพาะของตัวเอง ทำให้อ็อบเจกต์แต่ละอ็อบเจกต์ของคลาสซึ่งใช้ source code เดียวกันมีคุณลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

- Encapsulation -การปิดบังข้อมูล เป็นวิธีการกำหนดสิทธิในการเข้าถึงข้อมูล หรือ การกระทำกับอ็อบเจกต์ของคลาสนั้นๆทำให้แน่ใจได้ว่าข้อมูลของอ็อบเจกต์นั้นจะถูกเปลี่ยนแปลง แก้ไขผ่านทาง methods หรือ properties ที่อนุญาตเท่านั้น

- Inheritance -การสืบทอดคุณสมบัติ เป็นวิธีการสร้างคลาสย่อยที่เรียกว่าซับคลาส (subclass) ซึ่งจะเป็นกำหนดประเภทของวัตถุให้จำเพาะเจาะจงขึ้น ซึ่งซับคลาสจะได้รับถ่ายทอด คุณสมบัติต่างๆมาจากคลาสหลักด้วย (เช่น คลาสมนุษย์สืบทอดมาจากคลาสสิ่งมีชีวิต)

- Abstraction -เป็นการแสดงถึงคุณลักษณะและพฤติกรรมของ object เท่าที่ จำเป็นต้องรับรู้และใช้งาน โดยซ่อนส่วนที่เหลือเอาไว้เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน

- Polymorphism -ภาวะที่มีหลายรูปแบบ เป็นวิธีการกำหนดรูปแบบการกระทำที่ เหมือนกันแต่ได้ผลที่แตกต่างกัน

2.7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายในนาข้าว

1. เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงจำพวกปากดูดอยู่ในอันดับ Homoptera วงศ์ Delphacidae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Nilaparvatalugens (Stal) ตัวเต็มวัยมีลำตัวสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนดำมีรูปร่าง 2 ลักษณะคือชนิดปีกยาว (Macropterous form) และชนิดปีกสั้น (Brachypterous form) ชนิดมีปีกยาวสามารถเคลื่อนย้าย และอพยพไปในระยะทางไกลและไกลโดยอาศัยกระแสลมช่วย ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่เป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่วางไข่ที่กาบใบข้าวหรือเส้นกลางใบ โดยวางไข่เป็นกลุ่มเรียงแถวตามแนวตั้งฉากกับกาบใบข้าว บริเวณที่วางไข่จะมีรอยซ้ำเป็นสีน้ำตาลไข่มีลักษณะรูปกระสวยโค้งคล้ายกล้วยหอมมีสีขาวขุ่นตัวอ่อนมี 5 ระยะ ระยะตัวอ่อน 16-17 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียชนิดปีกยาวมีขนาด 4-4.5 มิลลิเมตร วางไข่ประมาณ 100 ฟอง เพศผู้มีขนาด 3.5-4 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยเพศเมียชนิดปีกสั้นวางไข่ประมาณ 300 ฟอง มีชีวิตประมาณ 2 สัปดาห์ ในหนึ่งฤดูปลูกข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มปริมาณได้ 2-3 อายุขัย (Generation)

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยทำลายข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากเซลล์ที่อ่อน้ำที่อาหารบริเวณโคนต้นข้าวระดับเหนือผิวน้ำ ทำให้ต้นข้าวมีอาการใบเหลืองแห้งลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวกแห้งตายเป็นหย่อมๆเรียกว่า อาการไหม้ (Hopperburn) โดยทั่วไปพบอาการไหม้ในระยะข้าวแตกกอถึงระยะออกรวงซึ่งตรงกับช่วงอายุขัยที่ 2-3 ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในนาข้าวที่ขาดน้ำตัวอ่อนจะลงมาอยู่ที่บริเวณโคนกอข้าวหรือบนพื้นดินที่แฉะมีความชื้นนอกจากนี้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลยังเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสโรคใบหงิก (Rice ragged stunt) มาสู่ต้นข้าวทำให้ต้นข้าวมีอาการแคระแกร็นต้นเตี้ยใบสีเขียวแคบและสั้นใบแก่ช้ากว่าปกติปลายใบบิดเป็นเกลียวและขอบใบแห้งวัน (กลุ่มถ่ายทอดวิทยาการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น, 2561)



ภาพที่ 2.23 ข้าวถูกทำลายโดยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล



ภาพที่ 2.24 ตัวเต็มวัยชนิดปีกสั้นและปีกยาว

ที่มา : <http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/pest/insect/BPH.html>



ภาพที่ 2.25 ตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ที่มา : <http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/pest/insect/BPH.html>

2. หนอนห่อใบข้าว

ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนปีกสีน้ำตาลอ่อนมีแถบสีดำพาดที่ปลายปีก ตรงกลางปีกมีแถบสีน้ำตาล พาดขวาง 2-3 แถบ เมื่อเกาะใบข้าวปีกจะหุบเป็นรูปสามเหลี่ยม มักเกาะอยู่ในที่ร่มใต้ใบข้าว ตัวเมียวางไข่บนใบข้าว ขนานตามแนวเส้นใบและสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ไข่มีสีขาวขุ่นค่อนข้างแบนเป็นกลุ่ม แต่บางครั้งก็วางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ระยะไข่ 4-6 วัน หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ๆ มีสีเขียวใส หัวมีสีน้ำตาลอ่อน หนอนโตเต็มที่มีสีเขียวแถบเหลือง หัวสีน้ำตาลเข้ม หนอนมี 5-6 ระยะ ส่วนใหญ่มี 5 ระยะ หนอนวัยที่ 5 เป็นวัยที่กินใบข้าวได้มากที่สุด ระยะหนอน 15-17 วัน หนอนเข้าดักแด้ในใบข้าวที่ห่อตัวนั้น ระยะดักแด้ 4-8 วัน ผีเสื้อหนอนห่อใบข้าวจะเคลื่อนย้ายเข้าแปลงนา ตั้งแต่ข้าวยังเล็กและวางไข่ที่ใบอ่อน โดยเฉพาะใบที่ 1-2 จากยอด เมื่อตัวหนอนฟักออกมาจะแทะผิวใบข้าว

ส่วนที่เป็นสีเขียว ทำให้เห็นเป็นแถบยาวสีขาวมีผลให้การสังเคราะห์แสงลดลง หนอนจะใช้ใยเหนียวที่สกัดจากปาก ดึงขอบใบข้าวทั้งสองด้านเข้าหากันเพื่อห่อหุ้มตัวหนอนไว้ หนอนจะทำลายใบข้าวทุก ระยะการเจริญเติบโตของข้าว ถ้าหนอนมีปริมาณมากจะใช้ใบข้าวหลาย ๆ ใบมาห่อหุ้มและกีดกันอยู่ภายใน ซึ่งปกติจะพบตัวหนอนเพียงตัวเดียวในใบห่อนั้น ในระยะข้าวออกรวงหนอนจะทำลายใบธงซึ่งมีผลต่อผลผลิตเพราะทำให้ข้าวมีเมล็ดลีบ น้ำหนักลดลง หนอนห่อใบสามารถเพิ่มปริมาณได้ 2-3 อายุชัยต่อฤดูปลูก พบระบาดในนาเขตชลประทาน โดยเฉพาะแปลงข้าวที่ใส่ปุ๋ยอัตราสูง หนอนใช้ใบข้าวห่อหุ้มตัวและกีดกันอยู่ภายในบริเวณที่ถูกทำลายจะเป็นทางยาวขนานกับเส้นกลางใบทำให้การสังเคราะห์แสงของต้นข้าวลดลง



ภาพที่ 2.26 ความเสียหายที่เกิดจากหนอนห่อใบข้าว

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงไกร แคมสีม่วง (2552) ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการตรวจจับระยะไกลระหว่างเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุในงานเกษตรกรรม โดยศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความแม่นยำในการตรวจจับค่าดัชนีความเขียวของพืชและปริมาณวัชพืชในพื้นที่เกษตรกรรมที่ระดับความสูง 5 10 และ 15 เมตร แบ่งออกเป็น 4 วิธี ดังนี้

- กล้องแบบดิจิทัลธรรมดาแขวนไว้กับชุดเครนติดท้ายรถแทรกเตอร์ (Normal digital camera mounted on crane with tractor attachment: D C)
- กล้องแบบอินฟราเรดระยะใกล้แขวนไว้กับชุดเครนติดท้ายรถแทรกเตอร์ (Near-infrared camera mounted on crane with tractor attachment: NIR C)
- กล้องอินฟราเรดระยะใกล้แขวนไว้กับเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุแบบกดปุ่มชัตเตอร์ด้วยรีโมทแบบไร้สาย (Near-infrared camera mounted on unmanned radio controlled helicopter platforms: NIR H)

- กล้องแบบดิจิทัลธรรมดาแขวนไว้กับเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุแบบกดปุ่มชัตเตอร์ด้วยรีโมทแบบไร้สาย (Normal digital camera mounted on unmanned radio controlled helicopter platforms: D H)

ผลการวิจัยพบว่ากล้องแบบดิจิทัลธรรมดาแขวนไว้กับชุดเครนติดท้ายรถแทรกเตอร์ (Normal digital camera mounted on crane with tractor attachment : DC) และกล้องแบบอินฟราเรดระยะใกล้แขวนไว้กับชุดเครนติดท้ายรถแทรกเตอร์ (Near-infrared camera mounted on crane with tractor attachment : NIRC) สามารถตรวจจับวัชพืชและค่าดัชนีความเขียวของพืชได้ดีกว่ากล้องอินฟราเรดระยะใกล้แขวนไว้กับเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุแบบกดปุ่มชัตเตอร์ด้วยรีโมทแบบไร้สาย (Near-infrared camera mounted on unmanned radio controlled helicopter platforms : NIRH) และกล้องแบบดิจิทัลธรรมดาแขวนไว้กับเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุแบบกดปุ่มชัตเตอร์ด้วยรีโมทแบบไร้สาย (Normal digital camera mounted on unmanned radio controlled helicopter platforms : DH)

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับงานวิจัยคือปัญหาความสั่นสะเทือนของเฮลิคอปเตอร์ซึ่งเป็นผลมาจากความเร็วลมคุณภาพของเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุและทักษะของผู้ควบคุมและเครนเป็นเครื่องจักรขนาดใหญ่ต้องอาศัยพื้นที่ในการติดตั้ง

N. Zhang and C. Chaisattapagon. (1995) ทำการศึกษาเรื่อง Effective Criteria for Weed Identification in Wheat Fields Using Machine Vision งานวิจัยกล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Machine Vision) ในการจำแนกวัชพืชออกจากทุ่งข้าวสาลี โดยแบ่งวิธีวิเคราะห์ออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

- วิเคราะห์สีของภาพ (Color Analysis) เปรียบเทียบระดับค่าสีเทาหรือความเข้มแสงของภาพและจำแนกวัตถุในภาพออกเป็น 5 ส่วน คือ ใบข้าวสาลี ใบวัชพืช ก้านของข้าวสาลี ดิน และทราย

- วิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis) เปรียบเทียบรูปร่างของใบโดยแยกแยะระหว่างใบข้าวสาลีและใบวัชพืช

- วิเคราะห์พื้นผิว (Texture Analysis) เปรียบเทียบพื้นที่ของใบไม้ความเรียบและความโค้งเว้าของใบไม้ต่างชนิดกัน หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูล และนำไปประยุกต์ใช้กับงานเกษตรกรรมต่อไป

Andrés Fernando Moltoni, Gerardo Masiá. (2008) ทำการศึกษาเรื่อง Site-Specific Weed Control: Daily Performance of a Weed Detector System งานวิจัยกล่าวถึงการใช้ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ตรวจสอบการพื้นผิวของการเกษตรที่ถูกจำลองขึ้น 2 พื้นผิว คือ พื้นผิวที่ปกคลุมด้วยวัชพืช และพื้นผิวที่ไม่ถูกปกคลุมด้วยวัชพืช โดยตั้งอุปกรณ์สำรวจเหนือพื้นผิวทั้งสอง 80

เซนติเมตร เพื่อบันทึกค่าดัชนีผลต่างของพืช (Normalize Difference Vegetation Index: NDVI) ค่าดัชนีผลต่างของพืช (NDVI) จะถูกบันทึกทุก ๆ 1 นาที ในช่วงเวลา 09.15 - 17.33 น. ในแต่ละวัน เป็นเวลานาน 1 เดือน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) โดยเป็นการตรวจสอบในเงื่อนไขต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อม เช่น เมฆบดบังแสงอาทิตย์ และส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผล

ผลจากการวิจัยพบว่าค่าดัชนีผลต่างของพืชระหว่างพื้นผิวที่ถูกปกคลุมด้วยวัชพืชและพื้นผิวที่ไม่ถูกปกคลุมด้วยวัชพืชมีค่าแตกต่างกัน และความเสถียรในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อยู่ในเกณฑ์ดี ปัญหาที่เกิดจากงานวิจัยพบว่า ค่าดัชนีผลต่างของพืชมีความผิดพลาดในบางช่วง ซึ่งเกิดจากเงาของต้นไม้ที่ตกกระทบลงในบริเวณที่ทำการบันทึกค่า

บทที่ 3

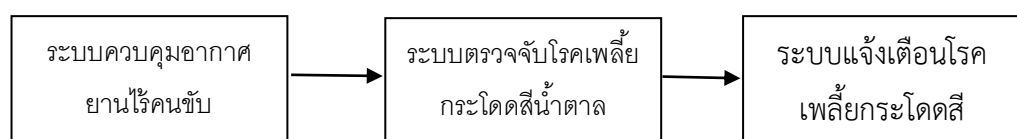
ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัย การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied research) โดยมีกรอบแนวคิดและวิธีการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

กรอบแนวคิดของโครงการงานวิจัย

กรอบแนวความคิดหลักที่จะนำมาใช้ในการสร้างระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว เป็นการรวมเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับและเทคโนโลยีการประมวลผลภาพเข้าไว้ด้วยกัน โดยอากาศยานไร้คนขับจะทำการบินสำรวจและเฝ้าระวังการแพร่กระจายของโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตามเส้นทางการบินที่ตั้งโปรแกรมไว้ ขณะที่กำลังบินกล้องแบบติดตั้งสำเร็จบนอากาศยานไร้คนขับจะทำการเก็บบันทึกภาพ วิดีทัศน์ของนาข้าวในมุมสูง ข้อมูลภาพที่บันทึกได้จะถูกส่งมาประมวลผลเพื่อตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลเพื่อแจ้งผลการตรวจสอบให้เจ้าหน้าที่เกษตรโดยอัตโนมัติ

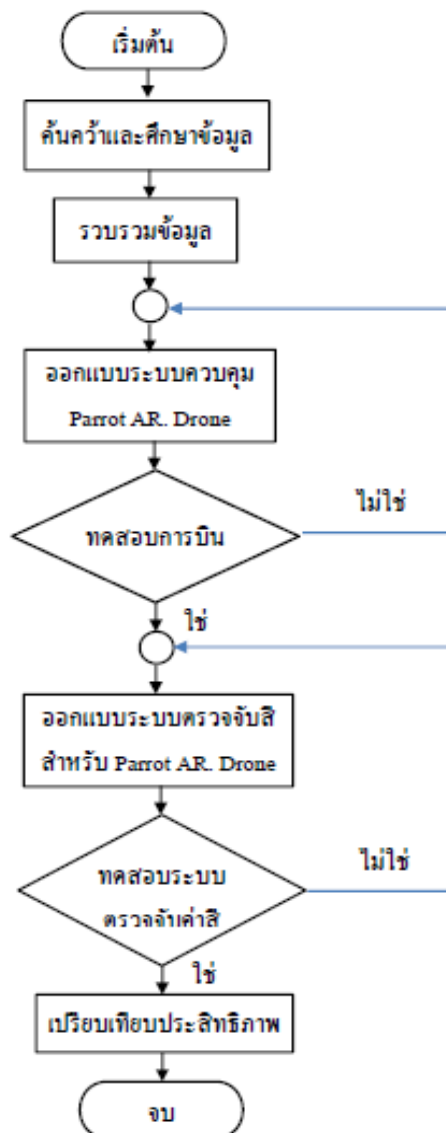
ภาพรวมของการสร้างระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ระบบควบคุมอากาศยานไร้คนขับ ระบบตรวจจับโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพรวมของการสร้างระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการออกแบบระบบนั้น ได้มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชิ้นงานเพื่อลดความผิดพลาดในการทำงาน และเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลาและต้นทุน พร้อมทั้งสามารถออกแบบระบบได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการพัฒนาระบบตรวจจับโรคนาข้าวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.2 แสดงผังการดำเนินงาน

จากภาพที่ 3.2 แสดงผังการดำเนินงาน ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ค้นคว้าและศึกษาข้อมูล : จากขั้นแรกจะพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทำงานพัฒนาระบบจะต้องทำการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลต่าง ๆ อย่างครอบคลุม โดยเริ่มจากการมองปัญหาที่เกิดขึ้นที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย นั่นคือปัญหาเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนาและผลผลิตจำพวกข้าว จากนั้นมองหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทั้งที่มีอยู่แล้ว และวิธีใหม่ที่มีการพัฒนาอยู่ รวมถึงเทคโนโลยีที่สามารถนำมาพัฒนาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูล : หลังจากได้ศึกษาข้อมูลแล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและควบคุมระบบการทำงานของอากาศยานไร้คนขับพบว่า AR.Drone มีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ สามารถบินได้ในระดับสูง บันทึกวิดีโอ ถ่ายภาพ ส่งผ่านข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อในระบบ wi-fi AR.Drone จึงเป็นอุปกรณ์จำลองการบินที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าการใช้เพื่อความบันเทิงเพียงอย่างเดียว

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบและควบคุมระบบการทำงานของ Parrot AR.Drone : การออกแบบและควบคุมระบบจึงมีความสำคัญ เพื่อให้สามารถใช้ AR.Drone ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยทำการควบคุมการบังคับทิศทางการบิน ได้แก่ การtake off/ landing การหมุนซ้าย หมุนขวา เดินหน้า ถอยหลัง ขึ้นด้านบน ลงด้านล่าง ตลอดจนการสลับหน้ากล้อง การถ่ายภาพ และการตรวจสอบแบตเตอรี่

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบการบิน : จากขั้นตอนที่ 3 ผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบการบินจากปุ่มควบคุมตามที่กำหนดไว้ ซึ่งหากมีข้อผิดพลาดก็กลับไปแก้ไขในขั้นตอนที่ 3 แต่หากสามารถควบคุมการบินได้ปกติก็จะเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบระบบตรวจจับค่าต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 ออกแบบระบบตรวจจับสี : ในขั้นตอนนี้ได้นำหลักการด้านการประมวลผลภาพ (image processing) มาใช้เพื่อตรวจจับสีของใบข้าวในนาข้าวที่แตกต่างกัน โดยใช้ค่า threshold เป็นค่าแบ่งสี สีที่ต่างกันบ่งบอกถึงสถานะของใบข้าวนั้น ๆ ว่าปกติหรือเป็นโรคศัตรูข้าว และถ้าเป็นโรคนั้นใด

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบระบบตรวจจับสี : ทำการทดสอบกับใบข้าวในลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบการตรวจจับค่าผลต่างของสีที่ได้ หากระบบไม่สามารถตรวจจับสีต่าง ๆ ได้ ต้องทำการออกแบบระบบตรวจจับสีใหม่ แต่หากระบบสามารถตรวจจับสีได้ นำเข้าสู่การเปรียบเทียบประสิทธิภาพต่อไป

ขั้นตอนที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ : ใช้หลักการการประมวลผลภาพทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละสถานะ ผลที่ได้จะสามารถบอกได้ว่าใบข้าวในนาข้าวบริเวณใดที่เกิดปัญหาศัตรูข้าวและทำให้ทราบถึงโรคศัตรูข้าวที่เกิดขึ้นด้วย

ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ

กิจกรรม	2561			2562								
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
๑. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	X											
๒. เก็บรวบรวมข้อมูลโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากนาข้าวที่ปลูกไว้ในสภาพที่ส่งเสริมการระบาดของพื้นที่แปลงทดลอง ควบคุมดูแลโดยผู้เชี่ยวชาญด้านโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล		X	X	X	X	X	X					
๓. วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมอากาศยานไร้คนขับ ระบบตรวจจับ และระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่แปลงทดลอง			X	X								
4. ออกแบบขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการควบคุมอากาศยานไร้คนขับ การตรวจจับ และการแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่แปลงทดลอง				X	X	X	X					
5. ทดสอบขั้นตอนวิธีที่นำเสนอ					X	X	X	X	X			
6. พัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว						X	X	X	X	X		
7. ทดสอบระบบและติดตั้งระบบ									X	X	X	
8. จัดทำเอกสารและถ่ายทอดองค์ความรู้และข้อมูลที่พร้อมในการจดสิทธิบัตรระบบที่พัฒนาขึ้น											X	X

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนา

1.1 ภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่มีความสามารถ และเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ได้รับการพัฒนามาจากภาษา C แต่ภาษา C++ รองรับรูปแบบการเขียนได้หลากหลายมากกว่า นอกจากนี้ยังเป็นภาษาที่เอื้อให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถพัฒนาโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และรองรับการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ (object-oriented program)

1.2 Microsoft visual studio professional 2012 เป็นซอฟต์แวร์ประเภท IDE (Integrated Development Environment) พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟท์ เวอร์ชัน professional มีประสิทธิภาพสูง เป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในการเขียนโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาดได้ด้วยความสะดวกรวดเร็ว สามารถใช้ภาษาดอตเน็ตในโปรแกรมเดียวกัน เช่น VB.NET C++ C# J# เป็นต้น ใช้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์, Website, Web Application และ Web Service รองรับระบบการทำงาน Microsoft, Windows, Pocket PC, Smartphone และ Web Browser

1.3 Software Developing Kit (SDK) คือเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรม หรือแอปพลิเคชันบนระบบ Android หรือ OS สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรี ในชุด SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชัน ในโครงการนี้ผู้พัฒนาได้นำ SDK ของ puku0x (เกรียงไกร แซมสีม่วง, 2552) เพื่อควบคุมและรับ-ส่งค่า Parrot AR.Drone ผ่านระบบ Wi-Fi บนระบบ Windows7

1.4 OpenCV ย่อมาจาก Open Source Computer Vision เป็น library สำหรับใช้ในการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งเป็น Open Source Library สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรี จุดเด่น คือสามารถประมวลผลภาพดิจิทัลได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เช่น ไฟล์ภาพนิ่ง หรือไฟล์วิดีโอ เป็นต้น ภาษาที่นิยมใช้ในการพัฒนา ได้แก่ ภาษา C และ C++ ซึ่งในโครงการนี้ได้นำ OPenCV มาใช้ใน Visual Studio และใช้ภาษา C++ ใช้ในการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพต่อไป

2. ฮาร์ดแวร์ที่ใช้พัฒนา

2.1 Parrot AR.Drone 2.0

- น้ำหนัก ไม่มีโครงเครื่อง 366 ก. มีโครงเครื่อง 436 ก. / 400 ก.
- มิติ ไม่มีโครงเครื่อง 45x29 ซม. มีโครงเครื่อง 51.5x51.5 ซม.
- ระบบคอมพิวเตอร์แบบฝังตัว CPU OMAP 3630 1GHz ARM cortex A8, DDR RAM 128 Mo, Wi-Fi/g/n, ระบบปฏิบัติการลินุกซ์
- เครื่องมือวัดความสูงด้วยอัลตราซาวนด์ ความถี่ที่ปล่อยออกมา 40kHz พิกัด 6 เมตร

- แบตเตอรี่ลิเทียมโพลิเมอร์ (3 เซลล์, 11.1V, 1000mAh) เวลาการชาร์ต 1.30 ชม.

- กล้องถ่ายรูปด้านหลัง เลนส์แนวทแยงมุมกว้าง 90 องศา เซ็นเซอร์ CMOS ความถี่วิดีโอ 30fps ความละเอียด 1280x720 พิกเซล(VGA)

- กล้องถ่ายรูปแนวตั้ง เลนส์แนวทแยงมุมกว้าง 64 องศา เซ็นเซอร์ CMOS ความถี่วิดีโอ 60fps ความละเอียด 320x240 พิกเซล(QCIF)

2.2 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก -Windows7, Intel(R) Core(TM) i5 CPU M460 @ 2.53GHz, RAM 4.00 GB, 32-bit

3. รายละเอียดโปรแกรมที่ได้พัฒนาในเชิงเทคนิค (Software Specification)

3.1 Input/output Specification

3.1.1 Input Specification

1. ภาพนาข้าวในมุมมองสูงจากกล้องถ่ายรูปแนวตั้งของ AR.Drone
2. วิดีโอบันทึกบริเวณนาข้าวในมุมมองสูงจากกล้องถ่ายรูปแนวตั้งของ AR.Drone โดยข้อมูลนำเข้าทั้ง 2 แบบจะนำเข้าผ่านการเชื่อมต่อ Wi-Fi ในรูปแบบ Real-time

3.1.2 Output Specification

ภาพแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการตรวจจับค่าผลต่างสีของใบข้าวในนาข้าวในรูปแบบ Real-time โดยใช้พื้นฐานของเทคนิคการประมวลผลภาพ ภาพผลลัพธ์ที่มีสีน้ำตาลแสดงถึงปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และภาพผลลัพธ์ที่มีสีขาวแสดงถึงปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าว

3.2 Functional Specification

โปรแกรมระบบตรวจจับโรคนาข้าวมีลักษณะการทำงาน คือ เป็นการส่งข้อมูลภาพหรือวิดีโอที่ได้จากการบินผ่านการเชื่อมต่อด้วยระบบ Wi-Fi กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพแบบ Real time ภาพที่ได้จากกล้อง AR.Drone จะปรากฏอยู่บนจอส่วนแสดงผลทันที การทำงานเริ่มต้นจากการรับข้อมูลภาพหรือวิดีโอ จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งผ่าน Wi-Fi เข้ามายังส่วนแสดงผล เข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ เฟรมวิดีโอจะถูกแยกออกเป็นภาพในรูปแบบของภาพสี RGB นำภาพสี RGB มาแปลงเป็นภาพสีรูปแบบ HSV เพื่อให้สะดวกต่อการปรับค่าสีและการประมวลผล จากนั้นทำการตั้งค่า Threshold เพื่อตัดสีที่ไม่ต้องการออก เหลือเพียงส่วนของสีที่แสดงให้เห็นถึงปัญหาของโรคนาข้าว สุดท้ายโปรแกรมจะแสดงผลที่ได้ออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของนาข้าว ซึ่งสามารถนำไปใช้หาวิธีป้องกันการเกิดโรคศัตรูข้าวต่อไป

3.3 โครงสร้างของซอฟต์แวร์ (Design)

โครงสร้างซอฟต์แวร์แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน คือ

3.3.1 ส่วนการออกแบบระบบควบคุม Parrot AR.Drone

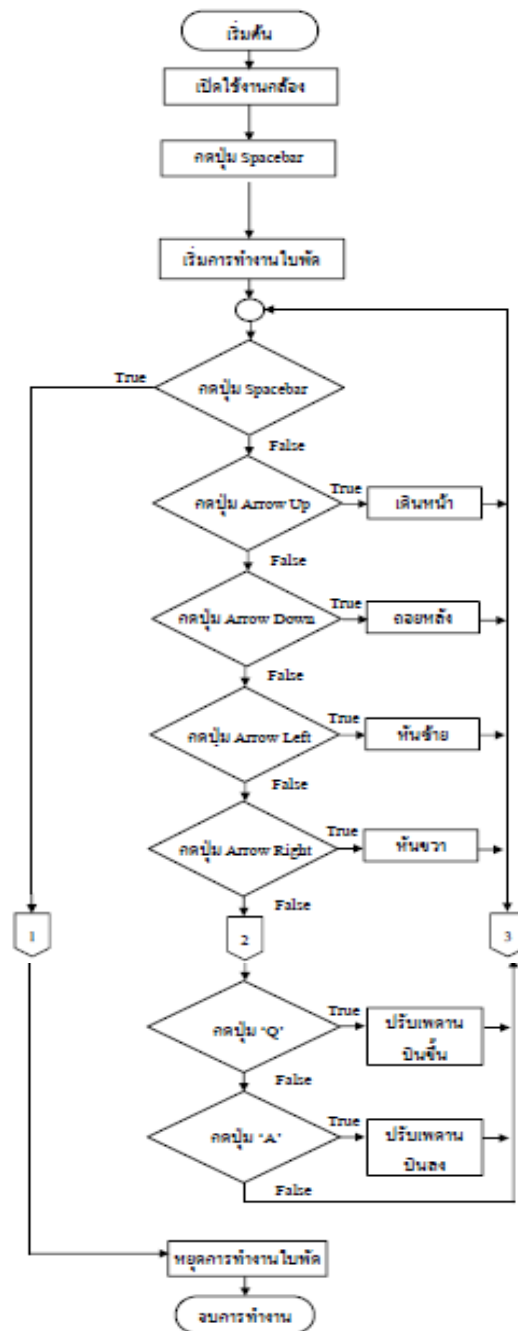
3.3.2 ส่วนการออกแบบการแสดงผลของระบบตรวจจับสี

3.3.3 ส่วนการออกแบบสถานที่จำลองเหตุการณ์

โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการออกแบบดังนี้

3.3.1 ส่วนการออกแบบระบบควบคุมอากาศยานไร้คนขับ

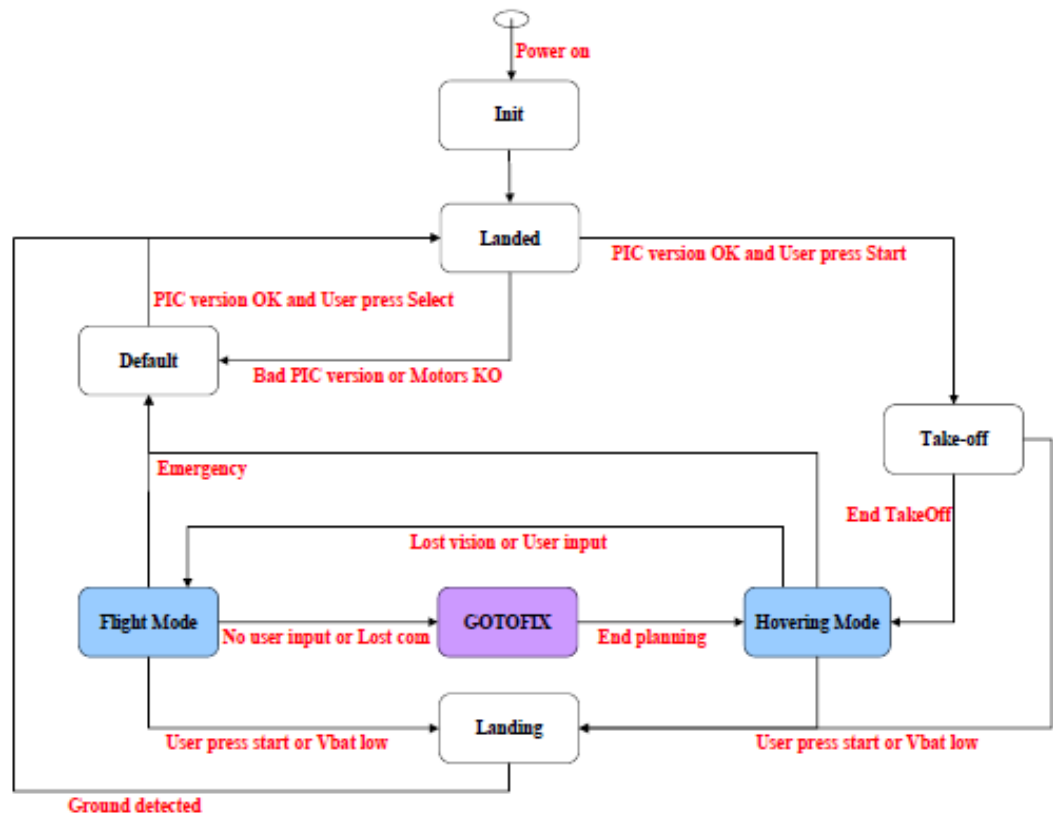
ในการออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมและรับค่าจากอุปกรณ์จำลองการบินอากาศยานไร้คนขับ ผู้พัฒนาใช้ Software Developing Kit (SDK) ของ puku0x เพื่อควบคุมและรับ-ส่งค่า อากาศยานไร้คนขับผ่านระบบ Wi-Fi ผสมเข้ากับ OpenCV เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ ซึ่งการประมวลผลภาพที่ดีขึ้นอยู่กับการควบคุมการบินของอุปกรณ์จำลองการบิน ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างระบบควบคุมการบินเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้ได้กับระบบ windows ได้มีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3.3 แสดงผังโปรแกรมควบคุม Parrot AR.Drone เมื่อผู้ควบคุมออกคำสั่งการบิน

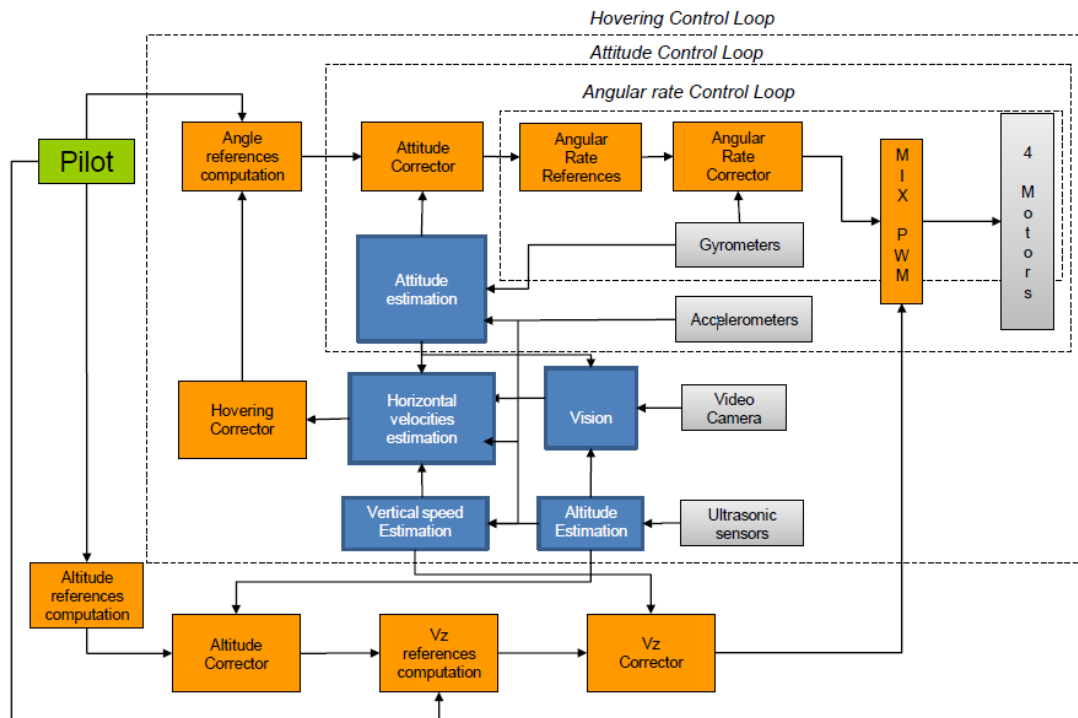
จากภาพดังกล่าว เป็นการแสดงคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม AR.Drone โดยเมื่อกดปุ่ม spacebar ใบพัดของเครื่องจะทำงาน เป็นการ take off หรือ บินขึ้น และ landing หรือบินลงจอดนั่นเอง จากนั้นก็ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะออกคำสั่งอย่างไร โดยหากกดปุ่มลูกศรชี้ด้านบน ด้านล่าง

ด้านซ้าย ด้านขวา หมายถึงออกคำสั่งให้เครื่องเดินหน้า ถอยหลัง หมุนซ้าย หมุนขวา ตามลำดับ กดปุ่ม Q หมายถึง ปรับเพดานบินขึ้น (บินระดับสูงขึ้น) กดปุ่ม A หมายถึง ปรับเพดานบินลง (บินระดับต่ำลง)



ภาพที่ 3.4 แสดงโหมดการควบคุมการบินของ อากาศยานไร้คนขับ

จากภาพที่ 3.4 จะเห็นว่าเครื่องบิน อากาศยานไร้คนขับ มีลักษณะการทำงาน คือ จากจอดอยู่ที่พื้นก็จะบินขึ้นจากนั้นเครื่องจะทรงตัวในระยะหนึ่ง (1 เมตร) เป็นโหมดที่เครื่องบินบินอยู่กับที่ หลังจากระยะนี้ ก็ขึ้นอยู่กับผู้บังคับว่าต้องการให้เครื่องบินไปแบบใด โดยอาจจะเข้าสู่โหมดการบินหรือลงจอดเลยก็ได้ การลงจอดระบบก็จะมีฟังก์ชันที่ตรวจจับระยะพื้น ทำให้ลงจอดได้อย่างปลอดภัย ในโหมดการบินระบบก็สามารถบินในทิศต่าง ๆ หรือบินเฉย ๆ รักษาระดับไว้ก็ได้ ในกรณีฉุกเฉินทั้งโหมดทรงตัวและโหมดการบินจะกลับเข้าสู่ค่าเริ่มต้นซึ่งอาจทำให้เครื่องตกลงมาได้ ทั้งนี้การควบคุมเครื่องอากาศยานไร้คนขับก็ขึ้นอยู่กับข้อมูลหลายด้าน โดยเฉพาะข้อมูลของผู้ใช้เป็นสำคัญ เพราะเมื่อมีข้อมูลจากผู้ใช้งานมา ย่อมทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศยานไร้คนขับในลักษณะใดลักษณะหนึ่งเสมอ

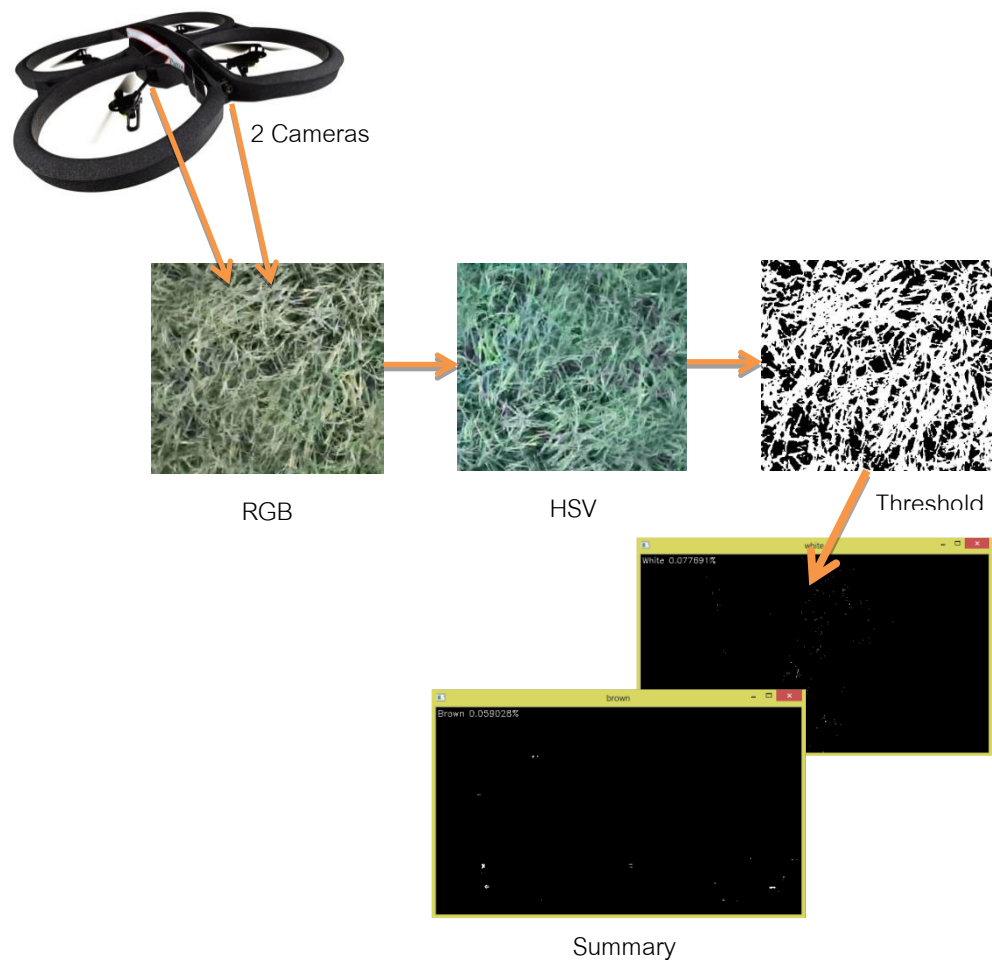


ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงฟิวชั่นข้อมูลและงานสถาปัตยกรรมของอากาศยานไร้คนขับ

จากภาพที่ 3.5 จะเห็นว่า สวิตช์ระหว่างโหมดต่าง ๆ (hovering flight, take off, landing, forward flight) ถูกควบคุมโดยกลไกการทำงานของเครื่องที่อาศัยคำสั่งจากผู้ควบคุมอีกที นอกจากนี้การทำงานของอากาศยานไร้คนขับยังเป็นการทำงานที่เครื่องสามารถควบคุมการบินและทรงตัวเครื่องขณะบินอยู่เองได้ แม้ขณะนั้นจะไม่มีผู้บังคับทิศทางก็ตามดังแสดงในภาพที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าการบินของ อากาศยานไร้คนขับ มี 2 โหมดด้วยกัน คือ โหมดการบินที่มีผู้ควบคุม โดยควบคุมสั่งคำสั่งการบินในรูปแบบต่าง ๆ และโหมดที่ลอยคงตัว เป็นโหมดที่ไม่มีผู้ควบคุมทิศทาง แต่ตัวเครื่องอยู่บินลอยอยู่นิ่ง ๆ เพื่อรักษาสสมดุลของเครื่อง

3.3.2 ส่วนการออกแบบการแสดงผลของระบบตรวจจับสี

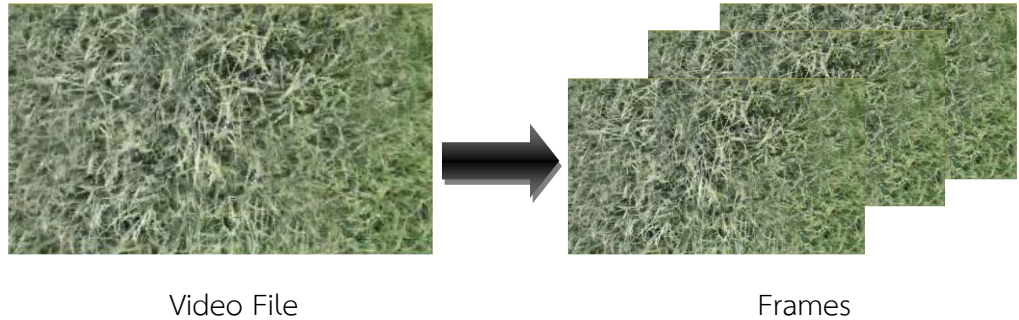
ในส่วนนี้ผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบระบบตรวจจับผลต่างสีของนาข้าวซึ่งเป็นกระบวนการที่นำภาพถ่ายที่ได้จากการบินสำรวจของ อากาศยานไร้คนขับ มาประมวลผลภาพโดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้



ภาพที่ 3.6 ภาพแสดงการทำงานของระบบตรวจจับโรคนาข้าวสำหรับอากาศยานไร้คนขับ

1. การรับข้อมูล

ในระบบตรวจจับนั้น เมื่อรับเมื่อรับข้อมูลวิดีโอหรือข้อมูลภาพจากกล้องวิดีโอ(Camera) จากกล้องของอากาศยานไร้คนขับแล้วจำเป็นต้องแยกวิดีโอตั้งกล่าวออกเป็นเฟรม เพื่อนำภาพในแต่ละเฟรมนั้นมาตรวจหาโรคของนาข้าวที่ต้องการ ซึ่งขึ้นอยู่กับ Frame Rate ที่ใช้ในการบันทึก ในที่นี้ใช้เป็น 10 Frames per second (fps) คือ ใน 1 วินาที สามารถแยกภาพได้ 10 ภาพ โดยมีขนาดภาพเป็น 640x480 พิกเซล ตามขนาดของไฟล์วิดีโอ ภาพที่ได้จากการแยกเฟรมหรือจากตัวกล้องจะอยู่รูปแบบของภาพสี RGB



ภาพที่ 3.7 การแยกภาพในไฟล์วิดีโอ

2. การแปลงภาพ

เป็นการแปลงภาพสี RGB ที่ได้มาเป็นสีรูปแบบ HSV เพื่อให้สะดวกต่อการปรับค่าสี เพราะความเข้มของค่าสีไม่ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อสีเพียงอย่างเดียวแต่เกี่ยวกับแสงสว่างด้วย ดังนั้นการแปลงเป็น HSV จึงสามารถปรับเพิ่มหรือลดความสว่างของสีใดสีหนึ่งได้

การแปลงภาพ RGB เป็น HSV จะต้องแปลงทั้ง 3 ค่า ได้แก่ ค่าความเข้มของค่าสี (Hue) ค่าความอิ่มตัว (Saturation) และค่าความสว่าง (Value) ตามสมการดังต่อไปนี้

- Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} red_k &= red - \min(red, green, blue) \\ green_k &= green - \min(red, green, blue) \\ blue_k &= blue - \min(red, green, blue) \end{aligned}$$

สมการที่ (4)

- Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)}$$

สมการที่ (5)

- Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$value = \max(red, green, blue)$$

สมการที่ (6)

3. การตรวจสอบรูปที่ตรวจจับได้

ทำได้โดยตั้งค่า Threshold โดยหลังจากที่ได้บริเวณของรูปที่ตรวจจับได้แล้วนั้นจะทำการตัดเอาเฉพาะบริเวณดังกล่าวมาตรวจสอบอีกครั้งว่าใช้รูปที่มีลักษณะโรคของนาข้าวที่ต้องการตรวจจับหรือไม่ โดยในการตรวจสอบนั้นเราจะนำรูปที่ตัดมาแล้ว มาผ่านกระบวนการ Threshold ภาพสี ด้วยค่า 100 คือ จะนำภาพในแต่ละ Color Channel มาผ่านค่า Threshold เพื่อปรับสีของภาพให้มีลักษณะสีที่เด่นชัดขึ้น และตัดสีที่มีลักษณะไม่ชัดเจนออกไป

จากนั้นนำภาพมาแยกค่าสีในแต่ละ Color Channel แล้วปรับค่าส่วนที่มีสีสว่างมาก คือมีค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินมากกว่า ให้เป็นสีดำทั้งหมด รูปที่ได้จะไม่มีส่วนที่เป็นสีขาวเลย จากนั้นนับค่าพิกเซลสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน และจำนวนพิกเซลรวมทั้งหมด เพื่อนำมาคำนวณค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบตรวจจับโรคนาข้าวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ โดยใช้ค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ค่าเปอร์เซ็นต์ของพิกเซลสีน้ำตาล ขาว และเหลืองต่อจำนวนพิกเซลทั้งหมด มีสูตรดังนี้

$$\left[\begin{array}{l} \text{Brown}[\%] = (\text{Brown_pixel}/\text{All_pixel}) * 100 \\ \text{White}[\%] = (\text{White_pixel}/\text{All_pixel}) * 100 \\ \text{Yello}[\%] = (\text{Yello_pixel}/\text{All_pixel}) * 100 \end{array} \right]$$

สมการที่ (7)

- ค่าเปอร์เซ็นต์ของพิกเซลสีต่าง ๆ ต่อจำนวนพิกเซลสีน้ำตาล ขาว เหลืองรวมกันมีสูตรดังนี้

$$\left[\begin{array}{l} \text{Brown_c}[\%] = (\text{Red_pixel}/\text{Color_pixel}) * 100 \\ \text{White_c}[\%] = (\text{White_pixel}/\text{Color_pixel}) * 100 \\ \text{Yello_c}[\%] = (\text{Yello_pixel}/\text{Color_pixel}) * 100 \end{array} \right]$$

สมการที่ (8)

- ค่าอัตราส่วนระหว่างสีต่าง ๆ ต่อจำนวนพิกเซลของสีอื่น โดยมีสูตรดังนี้

$$\left[\begin{array}{l} \text{Brown_ratio} = (\text{Brown_pixel}/\text{White_pixel}) * 100 \\ \text{Yello_ratio} = (\text{Yello_pixel}/\text{White_pixel}) * 100 \\ \text{BY_ratio} = (\text{Brown_pixel}/\text{Yello_pixel}) * 100 \end{array} \right]$$

สมการที่ (9)

เราจะหาค่าสีของโรคของนาข้าวโดยการเก็บภาพตัวอย่างของโรคนาข้าวแต่ละแบบเป็นจำนวนมาก ในสภาพแสง สีและขนาดที่แตกต่างกัน นำมาคำนวณค่าต่าง ๆ ข้างต้น และเก็บค่าสถิติเพื่อหาลักษณะสีของโรคนาข้าวให้ได้ใกล้เคียงที่สุด โดยผู้พัฒนาระบบใช้ภาพตัวอย่างสีของโรคนาข้าวโรคละ 50 ภาพ และตัดภาพให้เหลือเพียงส่วนของนาข้าวเท่านั้น นำมาคำนวณค่าในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และเก็บค่าต่าง ๆ ไว้ พิจารณา เพื่อหาลักษณะเด่นของภาพแต่ละแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นภาพที่ประกอบไปด้วยส่วนสีน้ำตาล สีขาว และสีเหลือง ในอัตราส่วนสีน้ำตาลและสีขาวของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งอัตราส่วนทั้งสีน้ำตาลและสีขาวนั้น ต้องมากกว่าสีเหลืองเสมอ แต่อาจมาอัตราส่วนของสีขาวบ้าง เป็นผลมาจากสภาพแสงและสีของของนาข้าวที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

- โรคหนอนห่อใบข้าว เป็นภาพที่ประกอบไปด้วย สีน้ำตาล และสีขาวเป็นหลัก ดังนั้นโรคหนอนห่อใบข้าวนี้จะมีส่วนที่เป็นสีขาวเด่นชัดกว่าสีอื่น คือประมาณ 80% ของบริเวณนาข้าวทั้งหมด อาจมีส่วนสีน้ำตาลหรือสีเหลืองปะปนบ้าง



ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงโรคหนอนห่อใบข้าว

เมื่อเราทราบลักษณะเด่นแบบต่าง ๆ ของโรคนาข้าวแล้ว เรามาจัดกลุ่มลักษณะของโรคเป็นแบบต่าง ๆ แล้วทดสอบกับภาพวิดีโอตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของข้อมูลที่เก็บมาได้ จนได้ค่าที่เหมาะสม สามารถกรองรูปที่ตรวจจับผิดพลาด และไม่ใช่ภาพโรคของนาข้าวที่ต้องการออกไปได้ จากนั้นก็คืนค่าของตำแหน่งของรูปที่ผ่านการกรองแล้วกลับไปยังส่วนแสดงผล

4. สรุปผลการตรวจจับโรคนาข้าว

เมื่อทราบตำแหน่ง ขนาด และ ชนิดของภาพแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ภาพดังกล่าว และแสดงผลที่ได้ออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของนาข้าว ซึ่งจะนำไปใช้หาวิธีป้องกันการเกิดโรคศัตรูข้าวเพื่อป้องกันความเสียหายต่อไป

3.3.3 ส่วนการออกแบบสถานที่จำลองเหตุการณ์

1. ทดลองใช้กับแบบจำลอง

ในการทดลองใช้กับแบบจำลองจะทดลองโดยการวางกระดาสีเขียวในพื้นที่ปิดและวางกระดาสีสีน้ำตาล สีขาวและสีเหลืองแทนปัญหาที่เกิดขึ้นกับนาข้าวบริเวณต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงใช้ Parrot AR.Drone ออกบินสำรวจและถ่ายภาพนิ่งเพื่อนำมาประมวลผลในแอปพลิเคชัน หากผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามความต้องการจึงทำการทดสอบในสถานที่จริงต่อไป

2. ทดสอบกับสถานที่จริง

การทดสอบกับสถานที่จริงจะทำการทดสอบกับทุ่งนา ที่ตำบลบางเตย อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยจำกัดพื้นที่ขนาด 4x10 เมตร การทดสอบอากาศยานไร้คนขับ ออกบินสำรวจและถ่ายภาพ เพื่อนำมาประมวลผลผ่านระบบเพื่อตรวจจับค่าสี หากผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามความต้องการจึงทำการทดสอบหาประสิทธิภาพและสรุปผลตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ ผู้วิจัยได้ทดสอบการตรวจจับค่าผลต่างสีของนาข้าว โดยใช้การประมวลผลภาพและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับนาข้าวจากศัตรูข้าวและทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับผลต่างสีของใบข้าวในนาข้าวเพื่อตรวจสอบการเกิดปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และปัญหาของโรคหนอนห่อใบข้าว

โดยขั้นแรกทดสอบระบบกับแบบจำลองเมื่อได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ จึงทดสอบกับสถานที่จริง โดยแบ่งประเภทของการทดสอบนาข้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว
2. ทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

1. ทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับผลต่างสีของนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าวได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

ภาพจริง	ค่าสีน้ำตาล	ค่าสีขาว	ค่าสีเหลือง
			
	0.01%	0.13%	0.00%
			
	0.03%	0.01%	0.00%

ภาพจริง	ค่าสีน้ำตาล	ค่าสีขาว	ค่าสีเหลือง
			
	0.01%	0.13%	0.00%
			
	0.01%	0.03%	0.00%
			
	0.01%	0.01%	0.00%
			
	0.03%	0.02%	0.00%
			
	0.00%	0.01%	0.00%

ภาพจริง	ค่าสีน้ำตาล	ค่าสีขาว	ค่าสีเหลือง
	 Brown 0.014757%	 White 0.024740%	 Yellow 0.004340%
	0.01%	0.02%	0.00%
	 Brown 0.018229%	 White 0.000000%	 Yellow 0.000000%
	0.02%	0.00%	0.00%
	 Brown 0.036892%	 White 0.000000%	 Yellow 0.000000%
	0.04%	0.00%	0.00%

ผลของระบบเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับผลต่างสีของนาข้าว โดยทดสอบนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว เพื่อตรวจสอบการเกิดปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าว ได้ผลดังนี้

จากผลการทดสอบ 50 ภาพกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว พบว่าเกิดค่าสีน้ำตาลผิดพลาดเฉลี่ย 0.01% ของพื้นที่ทั้งหมด โดยค่าความผิดพลาดเกิดจากสภาพแวดล้อมที่มีสีออกทางโทนสีน้ำตาลทำให้ใกล้เคียงโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้แก่ พื้นดิน ร่องน้ำ และ noise ของภาพ

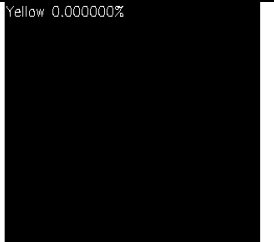
เกิดค่าสีขาวผิดพลาดเฉลี่ย 0.05% ของพื้นที่ทั้งหมด โดยค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเกิดจากสีที่ใกล้เคียงโรคหนอนห่อใบข้าว ได้แก่ แสงสะท้อนของใบข้าว และ noise ของภาพ

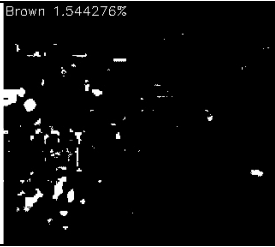
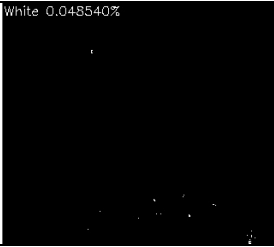
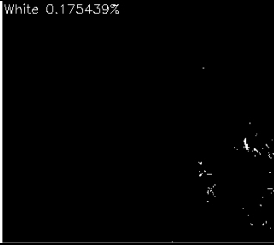
ไม่พบค่าสีเหลืองผิดพลาด เฉลี่ยที่ 0.00%

2. ทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับผลต่างสีของนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าวได้ผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

ภาพจริง	ค่าสีน้ำตาล	ค่าสีขาว	ค่าสีเหลือง
			
	2.62%	0.11%	0.00%
			
	3.01%	0.00%	0.00%
			
	1.27%	0.20%	0.00%
			
	1.54%	0.05%	0.00%
			

	1.38%	0.07%	0.00%
	 Brown 1.544276%	 White 0.048540%	 Yellow 0.006934%
	1.54%	0.05%	0.00%
	 Brown 0.514527%	 White 0.083212%	 Yellow 0.000000%
	0.51%	0.08%	0.00%
	 Brown 1.985993%	 White 1.260661%	 Yellow 0.000000%
	1.99%	1.26%	0.00%
	 Brown 2.273767%	 White 0.282227%	 Yellow 0.004161%
	2.27%	0.28%	0.00%
	 Brown 0.781499%	 White 0.175439%	 Yellow 0.004161%
	0.78%	0.18%	0.00%

ผลของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจจับผลต่างสีของนาข้าว โดยทดสอบนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว เพื่อตรวจสอบการเกิดปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าวในนาข้าว ได้ผลดังนี้

จากผลการทดสอบ 50 ภาพ พบว่ามีการตรวจจับค่าผลต่างสีน้ำตาลเฉลี่ย 1.40 % ตรวจจับค่าสีเขียวเฉลี่ย 0.73 % ตรวจจับค่าสีเหลืองเฉลี่ย 0.00% จากค่านี้พบว่าโปรแกรมสามารถตรวจจับค่าสีของใบข้าวที่เป็นโรคนาข้าวได้ นั่นคือ ใบข้าวในพื้นที่ทำการทดสอบที่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาล คือมีลักษณะตรงกับปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้ และใบข้าวในพื้นที่ทำการทดสอบที่มีลักษณะเป็นเส้นสีขาวโดยเฉพาะบริเวณส่วนปลายใบข้าว ซึ่งแตกต่างจากใบข้าวในสภาพปกติที่มีสีเขียวและใบข้าวในสภาวะโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีลักษณะใบเป็นสีน้ำตาล ดังนั้นนาข้าวนี้จึงมีลักษณะตรงกับปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าวตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้

ปัญหาและอุปสรรค

- แสงสะท้อนจากใบข้าวที่สะท้อนเข้ามาที่กล้องทำให้ในบางส่วนของภาพติดสีขาว ส่งผลต่อการประมวลผลภาพ ทำให้เกิดความผิดพลาดต่อการตรวจจับปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าวได้
- โปรแกรมคำนวณและตรวจจับบริเวณทั้งหมดของภาพ อาทิ พื้นดิน ร่องน้ำ และช่องว่างระหว่างต้นข้าวบางส่วน แทนที่จะตรวจจับเฉพาะบริเวณใบข้าวเพียงอย่างเดียว ทำให้ค่าที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย
- การเชื่อมต่อ Wi-Fi ระหว่าง อากาศยานไร้คนขับ กับคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก หรือ PC ยังมีปัญหาการเชื่อมต่อในบางครั้ง ทำให้เสียเวลาในการเชื่อมต่อใหม่และเปลืองพลังงานแบตเตอรี่ของอากาศยานไร้คนขับ
- ในบางครั้งเมื่อแบตเตอรี่อ่อนจะส่งผลต่อการทำงานของกล้อง อากาศยานไร้คนขับ ทำให้ภาพเกิด noise

แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป

1. แนวทางในการพัฒนา

1.1 เพื่อความแม่นยำในการตรวจจับของอากาศยานไร้คนขับ ควรเพิ่ม Feature Detection ลงในโปรแกรมตรวจจับเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับให้มากยิ่งขึ้น และลดอัตราการผิดพลาดให้น้อยลง

1.2 เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพ และง่ายต่อการตรวจจับควรเปลี่ยนไปใช้กล้องถ่ายภาพที่มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้การตรวจจับมีความแม่นยำมากขึ้น

1.3 เพิ่มขนาดและความจุทางด้านไฟฟ้าของแบตเตอรี่เพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการ
บินและการถ่ายภาพทางอากาศต่อเนื่องยาวนานขึ้น

1.4 พัฒนาระบบ อากาศยานไร้คนขับ ให้ทนต่อทุกสภาพอากาศ โดยใช้วัสดุที่มี
ความทนทานมากขึ้น น้ำหนักเบา และรองรับน้ำหนักได้ดี

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบแจ้งเตือนโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว โดยใช้อากาศยานไร้คนขับร่วมกับเทคนิคการประมวลผลภาพ ในการตรวจจับค่าผลต่างสีของนาข้าวโดยใช้การประมวลผลภาพและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับนาข้าวจากศัตรูข้าว ผู้วิจัยได้ทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบตรวจจับผลต่างสีของใบข้าวในนาข้าวเพื่อตรวจสอบการเกิดปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าว โดยการทดสอบระบบกับแบบจำลอง เมื่อได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ จึงทดสอบกับสถานที่จริง โดยแบ่งประเภทของการทดสอบนาข้าวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าวและทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

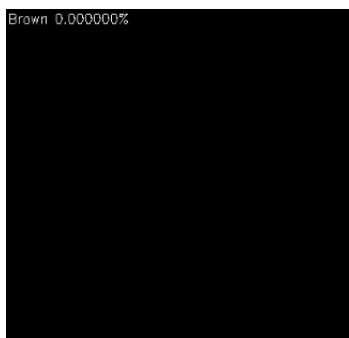
สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบระบบหาประสิทธิภาพของโปรแกรมระบบตรวจจับโรคนาข้าวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ วิจัยได้แบ่งประเภทการทดสอบนาข้าวออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าวและประเภทนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว ทดสอบประเภทละ 50 ครั้ง

เมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว พบว่าระบบไม่พบปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคหนอนห่อใบข้าว เนื่องจากไม่เกิดโรคดังกล่าวในพื้นที่ แต่ระบบมีการคำนวณและตรวจจับค่าสีที่มีความใกล้เคียงกับสีของโรค เช่น สีน้ำตาลจากร่องน้ำ พื้นดิน ช่องว่างระหว่างต้นข้าว หรือสีขาวจากแสงสะท้อน หรือ noise ของภาพ ส่งผลให้เกิดค่าความผิดพลาดในการตรวจจับค่าสีใบข้าว พบค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 0.01% ที่มีลักษณะตรงตามโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 0.05% ที่มีลักษณะตรงตามโรคหนอนห่อใบข้าว



ภาพจริง



โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล



โรคหนอนห่อใบข้าว

ภาพที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่ไม่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

เมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว พบว่าระบบสามารถตรวจจับปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคหนอนห่อใบข้าวจากค่าผลต่างสีได้ เนื่องจากพบโรคดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ที่ทำการทดลอง และพบค่าผลต่างสีของใบข้าวในนาข้าวที่มีลักษณะสีแตกต่างกันอย่างชัดเจน สีน้ำตาลแสดงถึงโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และสีขาวแสดงถึงโรคหนอนห่อใบข้าว และสีเขียวแสดงถึงใบข้าว ในสภาวะปกติ ค่าเฉลี่ยของการตรวจพบโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอยู่ที่ 1.40 % และโรคหนอนห่อใบข้าว 0.73 % ดังนั้นนาข้าวนี้จึงเกิดปัญหาโรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและปัญหาโรคหนอนห่อใบข้าวตามที่ตั้งสมมุติฐานไว้



ภาพจริง

โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

โรคหนอนห่อใบข้าว

ภาพที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพของโปรแกรมเมื่อทดสอบกับนาข้าวที่เกิดปัญหาศัตรูข้าว

สรุปได้ว่าการพัฒนาระบบโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ ในการบินเพื่อควบคุม สำรวจ และเฝ้าระวังปัญหานาข้าว ระบบสามารถตรวจจับโรคศัตรูข้าว ได้แก่ โรคเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคหนอนห่อใบข้าวได้จากค่าสีที่ตรวจพบ ได้แก่ ค่าสีน้ำตาลและค่าสีขาวตามลำดับ ในการทดลอง โปรแกรมไม่ตรวจพบค่าสีเหลือง เนื่องจากโรคที่พบในพื้นที่การทดลองมีลักษณะของสีน้ำตาลและสีขาวมากกว่า ระบบตรวจจับนาข้าวด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพนี้สามารถใช้ในการตรวจจับโรคนาข้าว และใช้ในการประเมินความเสียหายที่เกิดจากศัตรูข้าว ช่วยลดอัตราความเสียหายที่เกิดจากการเดินสำรวจ ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการดูแลนาข้าว

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรมีการเพิ่ม feature หรือใช้เทคนิคเฉพาะทางในการตรวจจับวัตถุเพื่อให้สามารถตรวจจับ และแยกค่าสีของใบข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิเช่น Edge detection, Histogram Shapes Region of Interest (ROI) เป็นต้น

2. เพื่อการใช้งานที่ยาวนานขึ้นตัวแบตเตอรี่ควรมีขนาดและความจุทางด้านไฟฟ้ามากขึ้นเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการบินสำรวจและการถ่ายภาพทางอากาศได้เป็นเวลานาน

3. เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานควรพัฒนา User Interface เพื่อประสานงานกับผู้ใช้หรือสร้างหน้า Graphical User Interface (GUI) เพื่อติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ หรือรูปภาพ ให้เป็นมิตรกับผู้ใช้งาน โดยให้มีรูปแบบที่สวยงามมากขึ้น สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

บรรณานุกรม

- กรมการข้าว. 2553. คู่มือการดำเนินงานเพื่อยุติการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโรคเหี่ยวเฉาและโรคใบหงิกตามมติคณะรัฐมนตรี 9 กุมภาพันธ์ 2553.
- กลุ่มถ่ายทอดวิทยาการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. “เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล”. [ออนไลน์]. <http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/rice/pest/incest/BPH.html>
- กลุ่มถ่ายทอดวิทยาการผลิตเมล็ดพันธุ์ดี ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. “การขาดธาตุอาหารของข้าวและการจัดการ”. [ออนไลน์]. <http://kknrsc.ricethailand.go.th/rice/plant/nutrient-fail.html>
- กัญเกียรติ สร้อยทอง. 2554. การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตข้าวในเขตภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง. (เข้าถึงเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556). เข้าถึงได้จาก http://www.biothai.net/sites/default/files/pesticide_conference_03_new.pdf
- เกรียงไกร แซมสีม่วง. (2552). การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการตรวจจักระยะไกลระหว่างเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุในงานเกษตรกรรม, *Mechanical Technology Magazine*, 52(9), หน้า 35-41.
- นวลศรี โชตินันท์. 2553. การจัดการเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างยั่งยืน.เทคโนโลยีชาวบ้าน. 1 เม.ย. 2553, 22(476) หน้า 28-29.
- วันทนาศรี รัตนศักดิ์, สุกัญญา อรัญมิตร,จินตนา ไชยวงศ์. 2554. สถานการณ์ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย.เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2554 ณ โรงแรมอมารี ดอนเมืองแอร์พอร์ต
- วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. “Parrot AR. drone”. [ออนไลน์]. http://en.wikipedia.org/wiki/Parrot_AR_drone
- วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. “ไจโรสโคป”. [ออนไลน์].<http://th.wikipedia.org/wiki/ไจโรสโคป>
- วิกิพีเดียสารานุกรมเสรี. “การประมวลผลภาพ”. [ออนไลน์]. <http://th.wikipedia.org/wiki/การประมวลผลภาพ>
- สำนักงานสถิติการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 402. ISSN 0857-6610 pp 174.
- _____. 2556. สถิติการส่งออก (Export) - ข้าว(รวม) : ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. (เข้าถึงเมื่อ 19 พฤศจิกายน 2556). เข้าถึงได้จาก.

www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result_printout.php?value=523x2555x2556

Andrés Fernando Moltoni, Gerardo Masiá. 2008. **Site-Specific Weed Control: Daily Performance of a Weed Detector System**. [ออนไลน์].

<http://www.inta.gov.ar/iir/info/documentos/pulverizacion/weedseeker3.pdf>

ASTV ผู้จัดการออนไลน์. “ตั้งแต่ต้นปี 54 เวียดนามส่งออกข้าวแล้ว 2.2 ล้านตัน”. [ออนไลน์].

<http://www.manager.co.th/IndoChina/ViewNews.aspx?NewsID=9540000053045>

Biothai. “เครื่องซีพี คาดปี 54 ไทยส่งออกข้าว 10 ล้านตัน จากปีก่อน 8.9 ล้านตัน”. [ออนไลน์].

<http://www.biothai.net/news/8061>

N. Zhang C. Chaisattapagon. (1995). **Effective Criteria for Weed Identification in Wheat Fields Using Machine Vision**, *Transactions of the ASABE*, 38(9), pp. 965-974.