TAM-02

การพัฒนาระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายดิจิตอล สำหรับการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืชและปริมาณวัชพืช ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง

*ดร. เกรียงไกร แซมสีม่วง

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1ถนนรังสิต-นครนายกตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี ปทุมธานี12110

ผู้เขียนติดต่อ: ดร. เกรียงไกรแซมสีม่วง E-mail: kkriankkai@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองสำหรับการทำการเกษตรแบบแม่นยำสูงนั้น มีหลากหลายเทคนิคที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืชและความหนาแน่นของวัชพืช เทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้ได้แก่การประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียมซึ่งมีข้อดีคือครอบคลุมพื้นที่กว้าง ทำให้เห็นตำแหน่งที่ชัดเจน แต่ยังมีข้อเสียอยู่กล่าวคือ มีความละเอียดของภาพถ่ายต่ำ เสี่ยงต่อเมฆหมอกปกคลุม และมีค่าใช้จ่ายต่อภาพสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลที่มีความละเอียดของภาพถ่ายสูงไม่มีปัญหาเมฆหมอกปกคลุมแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายดิจิตอลขึ้น โดยระบบที่พัฒนานี้จะประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands และแบบ RGB bands ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่า โดยที่ตัวกล้องจะติดตั้งระบบกดชัตเตอร์ภาพแบบควบคุมระยะไกลด้วยรีโมทบนคลื่นสัญญาณความถี่ 72 MHz ระบบนี้จะติดตั้งบนปลายชุดเครนที่พ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ที่ความสูงไม่เกิน 15 เมตร ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จะถูกประมวลผลเพื่อตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืชและความหนาแน่นของวัชพืชด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายที่ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม MATLAB จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากกล้องทั้งสองชนิด ที่ความสูง 5, 10 และ 15 เมตร ที่อัตราการเจริญเติบโตหลังจากพืชงอก 7, 14, 21 และ 28 days after germinated(DAG)ตามลำดับจากการเปรียบเทียบคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่าคุณภาพข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands ($NIR_{Crane\text{-}attached}$) นั้นมีความเหมาะสมในการใช้มากกว่าข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ RGB bands ($RGB_{Crane\text{-}attached}$) และยังพบอีกว่าคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระบบทำการถ่ายภาพที่ระยะความสูงมากขึ้น และที่อัตราการเจริญเติบโตหลังจากพืชงอกเพิ่มมากขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนแล้ว การใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$นั้นสามารถทดแทนกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ได้ที่ระยะความสูงต่ำกว่า 15 เมตร และยิ่งไปกว่านั้นพบว่าโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายที่พัฒนาขึ้นนั้นมีคุณภาพที่สามารถยอมรับได้เมื่อทำการสอบเทียบกับการใช้แรงงานคน และมีความเหมาะสมในการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช และความหนาแน่นของวัชพืช ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง

คำสำคัญ: ระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกล; ประมวลผลภาพถ่ายดิจิตอล; อัตราการเจริญเติบโตหลังจากพืชงอก (DAG); กล้องถ่ายภาพดิจิตอล (RGBCrane-attached); กล้องถ่ายภาพคลื่นอินฟราเรด (NIRCrane-attached)

1. บทนำ

เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายในการตรวจจับระยะไกลสำหรับการตรวจวัดค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืชและค่าความหนาแน่นของวัชพืช เช่น เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายที่ได้จากดาวเทียม เครื่องบิน บอลลูน และเฮลิคอปเตอร์ นั้นได้มีการวิจัยกันมาแล้วมากมาย (Swain และJayasuriya, 2007)ยกตัวอย่างเช่น Brown และ Steckler (1995) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ค่าสเปคตรัมของภาพถ่ายทางอากาศที่ทำการถ่ายจากเครื่องบินที่ระดับความสูง 900 เมตรเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลแล้วมาจัดทำเป็นแผนที่การกระจายตัวของวัชพืชในพื้นที่ โดยภาพถ่ายที่ได้มีค่าความละเอียดของภาพอยู่ที่ 10x10 เซนติเมตร ต่อหนึ่งพิกเซล โดยที่เทคนิคการวิเคราะห์ค่าสเปคตรัมของภาพถ่ายทางอากาศนี้มีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกวัชพืชตระกูลหญ้าquack grass (*Agropyronrepens*) และหญ้า green foxtail (*SetariaviridisBeauv*) ออกมาในค่าที่ยอมรับได้แต่เมื่อพิจารณาถึงอุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะทำการถ่ายภาพจากเมฆหมอกปกคลุม เวลาที่ใช้ และต้นทุนค่าใช้จ่าย แล้วละก็เทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายที่ได้จากระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลที่ระดับความสูงไม่เกิน 100 เมตร เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้มีการเริ่มใช้กัน (Swain et al., 2007) ได้มีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอล (Stafford และ Benloch, 1997; Tillet et al., 1996; Franz และ Armanini, 1995; Chaisattapagon และ Zhang, 1995; Andreasenและ Arndt 1997; Tongwangkit et al., 2006; Samseemoung et al., 2011 และ 2012) โดยเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายจากกล้องดิจิตอลทั้งแบบ Near-Infrared bands และแบบ RGB bands นั้นจะมีขั้นตอนการประมวลผลโดยจะเริ่มจาก การจำแนกวัตถุที่เป็นพืชสีเขียวออกจากพื้นหลังหรือดินนั่นเอง โดยการ segment ภาพถ่ายนี้จะใช้คุณสมบัติของการสะท้อนแสงของใบพืชเป็นหลัก ขั้นตอนต่อมา จะทำการคำนวนพื้นที่ลักษณะของพืชและวัชพืชเพื่อจำแนกลักษณะออกมา

งานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างระบบถ่ายภาพมุมสูงที่ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands และแบบ RGB bands ซึ่งมีราคาที่ถูกกว่า โดยที่ตัวกล้องจะติดตั้งระบบกดชัตเตอร์ภาพแบบควบคุมระยะไกล ด้วยรีโมทแบบคลื่นสัญญาณความถี่ 72 MHz ขึ้นมา โดยระบบนี้จะติดตั้งอยู่บนปลายชุดเครนที่พ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ระดับความสูง 15 เมตร เพื่อทำการถ่ายภาพมุมสูง โดยข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จะถูกประมวลผลเพื่อตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช และความหนาแน่นของวัชพืช ด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพถ่ายที่ออกแบบไว้ (IPAS) โดยใช้คำสั่งมาตราฐานตามโปรแกรม MATLAB จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบคุณภาพของข้อมูลภาพถ่ายมุมสูงที่ได้จากกล้องทั้งสองชนิด ที่ระดับความสูง และอัตราการเจริญเติบโตหลังจากพืชงอกแตกต่างกันตามลำดับ โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยดังนี้

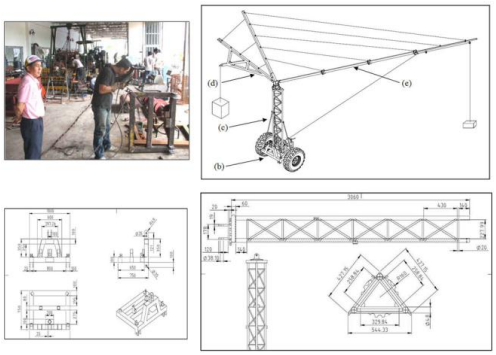
1. ออกแบบและสร้างชุดเครนแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ในราคาถูก
2. ทำการออกแบบและสร้างระบบถ่ายภาพมุมสูงแบบควบคุมระยะไกลร่วมกับการใช้เทคนิคด้านการประมวลผลภาพถ่ายดิจิตอล เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณวัชพืช ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง
3. ทำการออกแบบอัลกอริธึม และพัฒนาระบบซอฟท์แวร์ประมวลผลภาพถ่ายมุมสูง ที่สามารถทำการวิเคราะห์ภาพถ่าย โดยจะแยกเอาข้อมูลวัตถุที่สนใจออกจากภาพพื้นหลัง (Background)
4. ทำการจัดทำแผนที่ประยุกต์ทางการเกษตร ที่สอดคล้องกับระบบที่จะพัฒนาและข้อมูลที่จดบันทึกจากข้อ2 และ3 ตามลำดับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการการใช้ปุ๋ย สารเคมี และลดความเสียหายที่เกิดจากการระบาดของโรคพืชในพื้นที่ปลูกถั่วเหลือง แบบทันท่วงที

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การออกแบบและสร้างชุดเครนแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ระดับความสูงที่ต้องการ น้ำหนักรวม กลไกการทำงานสามารถทำงานได้ง่ายไม่ซับซ้อน และผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกมีความปลอดภัย จึงได้ดำเนินการออกแบบ และสร้างชุดเครนแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ขึ้นมาประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ 5ส่วนด้วยกันดังนี้คือฐานของชุดเครนที่

ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ชุดเสาของเครนชุดแขนลอกชุดแขนเครน และชุดแขนหมุนสลิงของเครนตามลำดับ จากนั้นจึงดำเนินการสร้าง ณ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยชุดเครนมีขนาดความสูง 3.50 เมตรและมีขนาดความยาวของแขนเครน 12 เมตร สามารถทำการถ่ายภาพที่ระดับความสูงได้ 15 เมตร ดังรูปที่ 1



(ก) (ข)

รูปที่ 1 การออกแบบสร้างชุดโครงสร้างเครนแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ (ก): แสดงการเชื่อมขึ้นรูปชุดฐานเครน และ (ข): แสดงภาพประกอบเต็มชุดเครน

2.2 การออกแบบและสร้างระบบถ่ายภาพมุมสูงแบบควบคุมระยะไกล

ระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ โดยการทำงานของกล้องนั้นจะควบคุมการกดชัตเตอร์ที่พื้นดินด้านล่างแบบควบคุมระยะไกล ด้วยรีโมทแบบคลื่นสัญญาณความถี่ 72 MHz ที่มีระยะควบคุมการทำงาน 400 เมตร ขึ้นมา โดยระบบนี้จะติดตั้งอยู่บนปลายชุดเครนที่พ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ระดับความสูง 15 เมตร เพื่อทำการถ่ายภาพมุมสูง

รายละเอียดส่วนประกอบของระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ ดังรูปแสดงด้านล่างนี้ จะประกอบด้วยกล้องดิจิตอลแบบธรรมดา (True color (R-G-B) digital camera photography (Canon Co. Ltd.))กล้องดิจิตอลแบบถ่ายภาพในช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด(Color-infrared (CIR) digital (G-R-NIR) photography (ADCTetracam Inc.))ชุดรีโมทควบคุมการกดชัตเตอร์ภาพระยะไกล (Wireless trigger control (Jelsoft Enterprises Ltd.)) ชุดอุปกรณ์วัดระดับความสูง (Altitude sensor (SeagullWireless Dashboard Flight System FCC 900 MHz version; Jelsoft Enterprises Ltd.))

(ก) (ข)

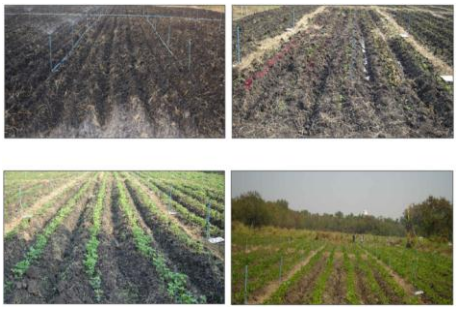
รูปที่ 2 การออกแบบสร้างระบบถ่ายภาพมุมสูงควบคุมระยะไกลแบบพ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์ (ก): แสดงการติดตั้งระบบและชุดถ่ายภาพควบคุมระยะไกล และ (ข): แสดงส่วนประกอบของระบบถ่ายภาพระยะไกล

2.3 การเตรียมแปลงทดสอบ

แปลงทดสอบนี้ตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูด 14.03 องศาเหนือ (Latitude 14.03 °N) และลองติจูดที่ 100.61 องศาตะวันออก (Longitude 100.61 °E) ในอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองนี้จะปลูกเป็นพื้นที่ทั้งหมด 40x40 เมตร ที่มีระยะห่างระหว่างแถว 0.5 เมตร ต่อจากนั้นทำการแบ่งพื้นที่แปลงปลูกนี้ออกเป็นตารางกริด โดยมีระยะห่างระหว่างกริด 5x5 เมตรการใส่ปุ๋ยนั้นจะใส่ปุ๋ยสูตร 20-20-0 ในอัตรา 25-30 กิโลกรัม/ไร่ และปล่อยให้วัชพืชเจริญเติบโตในบริเวณระหว่างแถวถั่วเหลืองนั้นตามธรรมชาติ โดยคุณสมบัติทั้งทางเคมีและทางกายภาพของดินในแปลงทดสอบนั้น ข้อมูลทั้งหมดแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินในพื้นที่แปลงปลูกถั่วเหลือง

ความลึกของดิน (ซม.)	ระดับความเป็น กรด ด่าง	ลักษณะเนื้อดิน			อินทรีย์วัตถุ (%)	ความถ่วงจำเพาะ (g/cm3)	ความหนาแน่นมวลรวมสภาพแห้ง (g/cm3)	ความชื้น (%)
		ดินทราย (%)	ดินทรายแป้ง (%)	ดินเหนียว (%)				
0-20	4.7	15	30	55	1.54	2.42	1.37	22.19

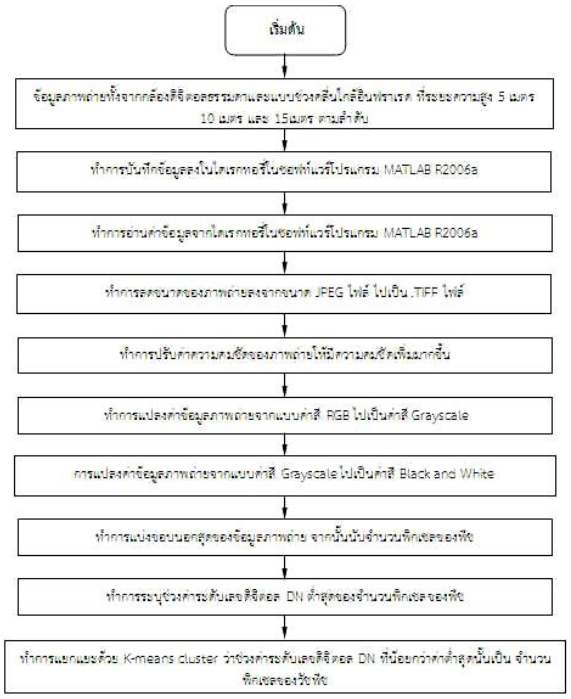


(ก) (ข)

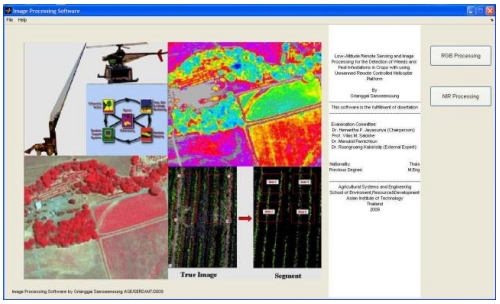
รูปที่ 3 การเตรียมแปลงทดสอบ (ก): แสดงการเตรียมแปลงปลูกถั่วเหลือง และ (ข): แสดงระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

2.4 การออกแบบอัลกอริธึมและพัฒนาระบบซอฟท์แวร์ประมวลผลภาพถ่ายมุมสูง

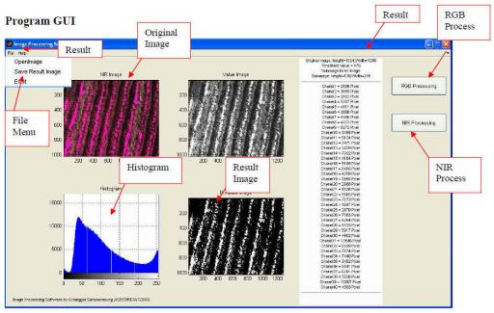
ภาพรวมของระบบ โปรแกรมที่พัฒนาจะทำการดึงข้อมูลภาพจากฐานข้อมูล (Database) โดยที่ผู้ใช้สามารถที่จะทำการ เลือกข้อมูลภาพได้โดยที่ตัวโปรแกรมจะทำการตรวจสอบจำนวนพืชโดยวิธีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อยๆ (Sub image) แล้วทำการตรวจจับพืชพันธ์สีเขียวเพื่อหาจำนวนต่อพื้นที่ ความสามารถของโปรแกรม 1) โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาเพื่อแสดงผลออกทางหน้าต่างของโปรแกรมและทำการประมวลผลภาพรวมถึงการแสดงผลออกทางหน้าต่างของโปรแกรมเพื่อแจ้งให้ระบบทราบถึงข้อมูลพืชพันธุ์สีเขียวที่ทำการตรวจจับ 2) โปรแกรมจะต้องสามารถทำการเปลี่ยนแม่แบบสีจากภาพสีเป็นภาพโทนขาวดำได้ 3) โปรแกรมจะต้องมีความสามารถในการทำการบันทึกข้อมูลรูปภาพที่กระทำการประมวลผลแล้วลงฮาร์ดดิสก์ได้(Gray image, Bimodal image) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 อัลกอริทึมการทำงานของซอฟแวร์ประมวลผลภาพถ่าย (IPAS)



รูปที่ 5 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงานของซอฟแวร์ประมวลผลภาพถ่าย (IPAS)



รูปที่ 6 ปุ่มฟังก์ชันและความหมายของการทำงานของซอฟแวร์ประมวลผลภาพถ่าย (IPAS)

2.5 การสอบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบที่ออกแบบไว้กับข้อมูลที่เก็บได้จากแรงงานคน

สำหรับการสอบเทียบการประมวลผลภาพถ่าย จะมีวิธีการสอบเทียบสามารถที่จะกระทำได้โดยการเซทพื้นที่ขนาดหนึ่งตารางเมตรแล้วโปรยชิ้นไม้ที่ทาสีแดงเอาไว้จำนวนหนึ่งร้อยชิ้นคิดเป็นหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ ทำการทดสอบที่ระดับความสูงแตกต่างกัน5 10 และ 15 เมตร และวิธีการที่แตกต่างกัน ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands ($NIR_{Crane-attached}$) และข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ RGB bands ($RGB_{Crane-attached}$)

2.6 การจัดทำแผนที่ประยุกต์ทางการเกษตร

ในส่วนของการจัดทำออกมาเป็นแผนที่ประยุกต์ทางการเกษตรนั้น จะต้องทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นจุดโดยมีระยะห่างแต่ละจุดนั้นเท่ากัน ต่อจากนั้นนำข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากระบบที่ออกแบบไว้มาประมวลผลเพื่อตรวจวัดหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของพืช และค่าความหนาแน่นของวัชพืช พร้อมกับทำการจดบันทึกค่าพิกัดตำแหน่งของแต่ละจุดด้วย ต่อจากนั้นนำข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่โปรแกรมจัดทำออกมาเป็นแผนที่ประยุกต์ทางการเกษตรต่อไป

3. ผลและวิจารณ์

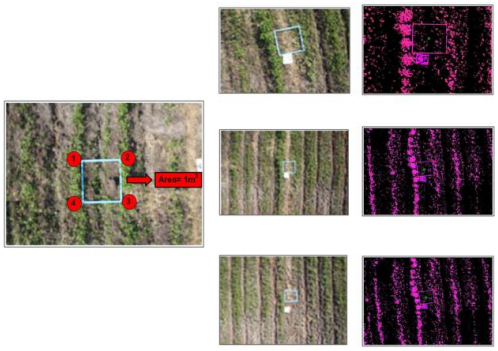
3.1 การสอบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบที่ออกแบบไว้กับข้อมูลที่เก็บได้จากแรงงานคน

คุณภาพที่สามารถยอมรับได้ของการสอบเทียบการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันของระดับความสูง และชนิดของกล้องหรือระบบถ่ายภาพทางอากาศ วิธีการสอบเทียบสามารถกระทำได้โดยการเซทพื้นที่ขนาดหนึ่งตารางเมตรแล้วโปรยชิ้นไม้ที่ทาสีแดงเอาไว้จำนวนหนึ่งร้อยชิ้นคิดเป็นหนึ่งร้อยเปอร์เซ็นต์ ทำการทดสอบที่ระดับความสูงแตกต่างกันและวิธีการที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางตารางที่ 2 โดยจะพบว่าจากการสอบเทียบนั้นที่ระดับความสูง 5 เมตร พบว่าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศจากข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands ($NIR_{Crane-attached}$) นั้นมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของชิ้นไม้ที่ตรวจจับได้สูงที่สุดคือ 82.86% จำนวนเปอร์เซ็นต์ของชิ้นไม้จากข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ RGB bands ($RGB_{Crane-attached}$) พบว่ามีค่าดังนี้ 69.04% ต่อไปที่ระดับของความสูง 10 และ 15 เมตรพบว่าจำนวนเปอร์เซ็นต์ของชิ้นไม้ของ $NIR_{Crane-attached}$ และ $RGB_{Crane-attached}$ ลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 73.80%-74.76% และ 68.57%-71.43% ตามลำดับ ดังนั้นจะพบว่า $NIR_{Crane-attached}$ นั้นมีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก

ตารางที่2 ข้อมูลการสอบเทียบระหว่างระบบที่ออกแบบไว้กับข้อมูลจากแรงงานคน (Average illumination during observations: Red=1650 μmol m^{-2} s^{-1} and NIR=1050 μmol m^{-2} s^{-1} at 12.00 hrs.)

ชนิดของระบบตรวจจับข้อมูล	ระดับความสูง (เมตร)		
	5	10	15
แรงงานคน	100	100	100
กล้องดิจิตอลแบบ $RGB_{Crane-attached}$	69.04 [a]	71.43 [a]	68.57 [a]
กล้องดิจิตอลแบบ $NIR_{Crane-attached}$	82.86 [c]	73.80 [b]	74.76 [b]

Means for each characteristic followed by the same column are not significantly different at P<0.05 by Duncan's Multiple Range test



(ก) (ข)

รูปที่ 7 การสอบเทียบข้อมูลที่ได้จากระบบที่ออกแบบไว้กับข้อมูลที่เก็บได้จากแรงงานคน (ก): ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ RGB bands (ข): ข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบ Near-Infrared bands

ตารางที่ 3 ระดับความสว่างตามช่วงเวลา เป็นชั่วโมง

ช่วงเวลากลางวัน (ชั่วโมง)	ระดับค่าความสว่าง (μmol m^{-2} s^{-1})	
	ช่วงค่าสีแดง	ช่วงค่าใกล้อินฟราเรด
09.00	900	600
11.00	1400	800
13.00	1800	1200
15.00	1200	800
17.00	300	280

3.2 การหาค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชและวัชพืชที่ระดับความสูงและจำนวนวันพืชงอกที่แตกต่างกัน

ระบบถ่ายภาพแบบควบคุมระยะไกลที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นมานี้ เป็นระบบที่ประกอบด้วย กล้องถ่ายภาพช่วงคลื่น สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (RGB) และกล้องถ่ายภาพช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด (Near Infrared) แบบติดตั้งบนเครนนี้ เป็นแนวทางใหม่ในการได้มาซึ่ง ภาพถ่ายมุมสูงซึ่งจะนำมาแปรผลในการหาค่าของความหนาแน่นของพืช และวัชพืช ในแปลงปลูกถั่วเหลือง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบนั้น สามารถที่จะทราบได้จาก จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ของความหนาแน่นของพืช และวัชพืช ตามลำดับ

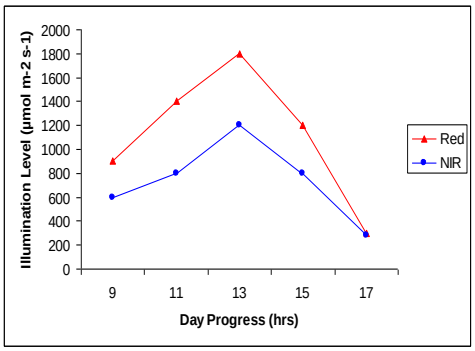
จากข้อมูลแสดงในตารางด้านล่างนี้ เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบระบบที่ระดับความสูง 5 เมตร 10 เมตร และ15 เมตร ตามลำดับ ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอก 7, 14, 21 และ 28 days after germinated (DAG) โดยจะใช้กล้อง 2 แบบ ได้แก่ กล้องถ่ายภาพช่วงคลื่น สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ($RGB_{Crane\text{-}attached}$) และกล้องถ่ายภาพช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด ($NIR_{Crane\text{-}attached}$) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ (ANOVA) ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอกแล้ว 7 วัน (7 DAG) ที่ระดับความสูง 5 เมตร 10 เมตร และ15 เมตรตามลำดับ พบว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชอยู่ที่ 40.97%, 35.29%, และ37.47% ตามลำดับ สำหรับระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ และสำหรับระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชอยู่ที่ 11.09%, 19.32%, และ26.89% ตามลำดับ

และยังพบอีกว่าที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอกแล้ว 7 วัน (7 DAG) ที่ระดับความสูง 5 เมตร 10 เมตร และ 15 เมตรตามลำดับ พบว่า มีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืชอยู่ที่ 23.27%, 25.20% และ35.49% ตามลำดับ สำหรับระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ และสำหรับระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชอยู่ที่ 5.67%, 6.49% และ7.47% ตามลำดับ ซึ่งแนวโน้มจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช และวัชพืช ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอกแล้ว 14 DAG และ21 DAG นั้นมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยจากการทดสอบพบว่า ระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ นั้นมีความเหมาะสมมากกว่าระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ และในส่วนของข้อมูลค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอกแล้ว 28DAG จะพบว่า ระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ จะอยู่ที่ 51.44%, 58.81% และ63.50% ตามลำดับ และในส่วนของระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$มีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชอยู่ที่ 36.24%, 36.02%, และ42.59% ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืชอยู่ที่ 37.06%, 37.70%, 39.11% และ 26.38%, 29.64%, 32.53% ตามลำดับ

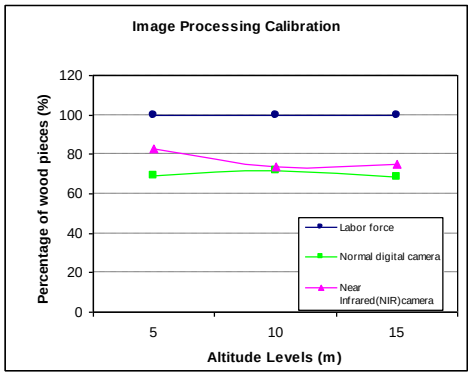
ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช และวัชพืช ที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้กล้องแบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ และแบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ ที่ระดับความสูง 5, 10, 15 เมตรและช่วงเวลาหลังจากการงอก 7, 14, 21, 28DAG (Average illumination during observations: Red=1650 μmol m^{-2} s^{-1} and NIR=1050 μmol m^{-2} s^{-1} at 12.00 hrs.)

ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอก (DAG)	ระดับความสูง (เมตร)	จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช $RGB_{Crane\text{-}attached}$ (%)	จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช $NIR_{Crane\text{-}attached}$ (%)	จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืช $RGB_{Crane\text{-}attached}$ (%)	จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืช $NIR_{Crane\text{-}attached}$ (%)
7 DAG	5	11.09^{a}	40.97^{e}	5.67^{a}	23.27^{b}
	10	19.32^{b}	35.29^{d}	6.49^{a}	25.20^{b}
	15	26.89^{c}	37.47^{e}	7.47^{a}	35.49^{c}
14 DAG	5	18.89^{a}	43.96^{b}	12.27^{a}	20.04^{b}
	10	19.92^{a}	46.34^{c}	14.74^{a}	25.13^{c}
	15	20.03^{a}	44.04^{b}	13.15^{a}	24.09^{c}
21 DAG	5	26.37^{a}	48.78^{d}	18.49^{a}	33.07^{c}
	10	30.17^{b}	46.01^{c}	23.31^{b}	30.88^{c}
	15	31.23^{b}	44.52^{c}	21.71^{b}	37.98^{d}
28 DAG	5	36.24^{a}	51.44^{c}	26.38^{a}	37.06^{c}
	10	36.02^{a}	58.81^{d}	29.64^{b}	37.70^{c}
	15	42.59^{b}	63.50^{d}	32.53^{b}	39.11^{d}

Means for each characteristic followed by the same column are not significantly different at P<0.05 by Duncan's Multiple Range test

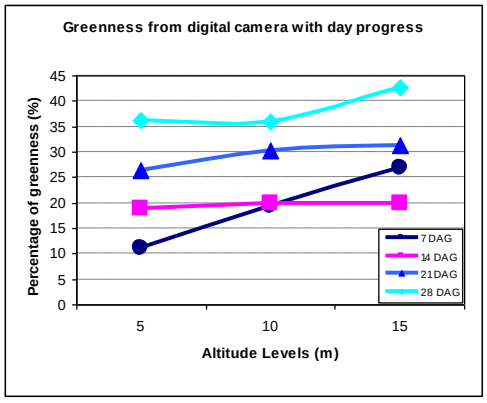


(ก)

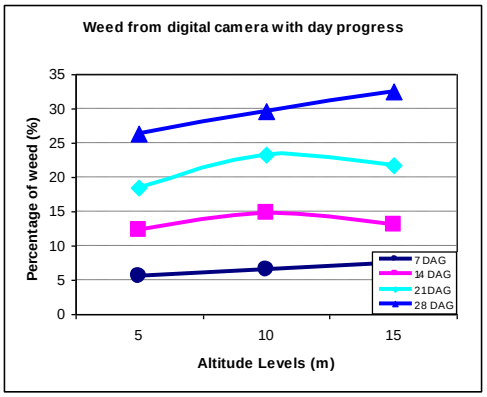


(ข)

รูปที่ 8 (ก) แสดงค่าระดับความสว่างของแสงที่แปรผันตามเวลาช่วงวัน และ (ข) แสดงการสอบเทียบการประมวลผลภาพถ่ายที่แปรผันตามระดับความสูง (เมตร)



(ค)

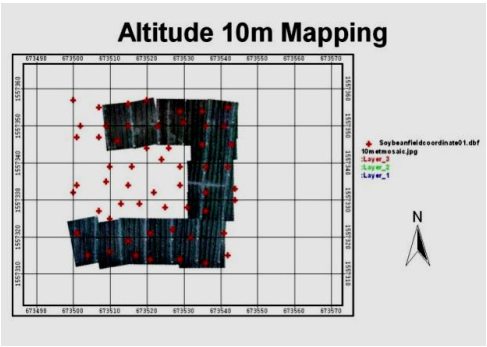


(ง)

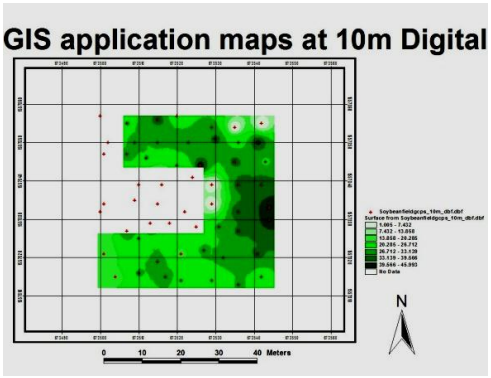
รูปที่ 9 (ค) แสดงข้อมูลจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชที่แปรผันตามระดับความสูง (เมตร) และที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอก และ (ง) แสดงข้อมูลจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืชที่แปรผันตามระดับความสูง (เมตร) และที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอก ตามลำดับ

3.3 การจัดทำแผนที่ประยุกต์ทางการเกษตร

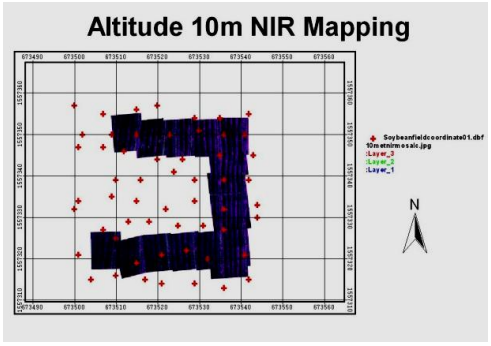
แผนที่ประยุกต์ทางการเกษตรที่จัดทำขึ้นมานี้จะประกอบไปด้วย ข้อมูลของพิกัดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก และข้อมูลจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช และวัชพืช ขั้นตอนการสร้างแผนที่ทางการเกษตรนั้น จะเริ่มจากการนำภาพถ่ายมุมสูงแต่ละเฟรมภาพที่ได้ทำการแบ่งกริดพื้นที่ ระยะห่าง 5x5 เมตร นำมาต่อกันเป็นภาพใหญ่ จากนั้นที่แต่ละกริดหรือบริเวณใกล้เคียงจะต้องทำการประมวลผลภาพเพื่อคำนวนหาค่าค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชและวัชพืช จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่โปรแกรม ArcView GIS เพื่อทำการสร้างออกมาเป็นแผนที่ทางการเกษตร ดังแสดงในรูปด้านล่างนี้



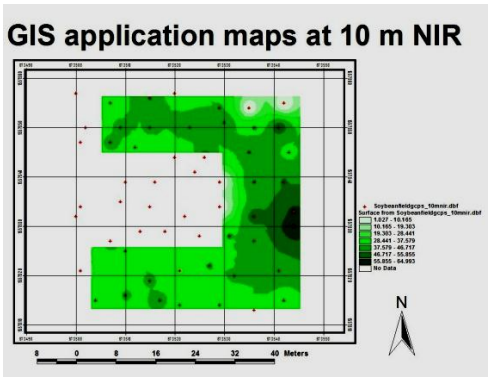
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 10 แผนที่แบบ GIS application maps เหมาะสำหรับเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังดูแลรักษา การเจริญเติบโตของพืชในแปลงการเกษตรและประยุกต์ใช้คู่กับการฉีดพ่นสารเคมีในปริมาณที่เหมาะสมต่อความหนาแน่นของวัชพืชหรือโรคพืช พบว่า (ก) ภาพจากระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ ที่ระดับความสูง 10 เมตรนำมาประกอบกันเป็นภาพใหญ่ (ข) ภาพที่ประมวลผลแล้วที่ระดับความสูง 10 เมตร (ค) ภาพจากระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ ที่ระดับความสูง 10 เมตรนำมาประกอบกันเป็นภาพใหญ่และ (ง) ภาพที่ประมวลผลแล้วที่ระดับความสูง 10 เมตร

4. สรุปผลการวิจัย

จากจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืชและวัชพืช จากระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ นั้นจะมีค่าสูงกว่าระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ เมื่อทำการเปรียบเทียบที่ระดับความสูง และที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชงอกแล้ว ที่แตกต่างกัน โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของระบบได้แก่ ระดับความสว่างของแสง ระดับความสูง และสภาวะการสั่นสะเทือนที่มาจาก ความเร็วลม และทักษะการควบคุมเครื่อง

เมื่อทำการเปรียบเทียบในแง่ของความเหมาะสมในการใช้ จะพบว่า ระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ นั้นจะมีค่าสูงกว่าระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อทดสอบที่ระดับความสูงเพิ่มสูงขึ้น ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชเริ่มงอก 7 ถึง 14 DAG

เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการสอบเทียบโดยแรงงานคนแล้ว จะพบว่า จำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืช จากระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ และระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ นั้นจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ที่ระดับความสูง 5 เมตรขึ้นไป

ที่ระยะเวลาหลังจากวันที่พืชเริ่มงอก 28 DAG เราจะพบว่าจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของพืช จากระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ จะมีค่าสูงกว่าระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ ประมาณ 51.44% ถึง 63.50% ต่อ 36.02% ถึง 42.59% ตามลำดับ และยังพบอีกว่าจำนวนค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของวัชพืช จากระบบ $NIR_{Crane\text{-}attached}$ จะมีค่าสูงกว่าระบบ $RGB_{Crane\text{-}attached}$ ประมาณ 37.06% ถึง 39.11% ต่อ 26.38% ถึง 32.53% ตามลำดับ

ในส่วนของคุณภาพของระบบที่ยอมรับได้จากซอฟแวร์ประมวลผลภาพถ่ายที่พัฒนาขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการสอบเทียบแล้ว พบว่ามีค่าที่สามารถยอมรับได้

5. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถที่จะเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการต่อยอดในการนำเอาเทคโนโลยีเฮลิคอปเตอร์บังคับวิทยุ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลภาพถ่ายมุมสูงได้ และที่ระดับความสูง 5 เมตร ผู้วิจัยท่านอื่นสามารถที่จะนำกล้องแบบ Web-cam มาประยุกต์ใช้แทนกล้องที่มีราคาสูงได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์เทคโนโลยีอัจฉริยะ CITAA และสาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนอุปกรณ์ บุคลากร และสถานที่ ในการเตรียมการทดสอบ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Andreasen, N.C., and Arndt, (1997). A magnetic resonance imaging study of thalamic area in adolescent patients with either schizophrenia or bipolar disorder as compared to healthy controls. Psychiatry Research: Neuroimaging, Volume 91, Issue 3, Pages 155-162.

[2] Brown, R. B., and Steckler, (1995). Prescriptions maps for spatially variable herbicide application in no-till corn, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, Volume 38, No. 6, pp. 1659-1666.

[3] Chaisattapagon, C., and Zhang, (1995). Effective criteria for weed identification in wheat fields using machine vision, Transactions of the ASAE (Trans. ASAE) ISSN 0001-
2351 CODEN TAAEAJ Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 1995, Volume 38, pp. 965-974.

[4] Franz, H., and Armanini,., (1995). Characterization of a multi-component receptor for GDNF, Letters to nature, Nature 382, doi: 10.1038/382080a0, pp. 80-83.

[5] Stafford, J. V., and Benloch, (1997). Machine assisted detection of weeds and weed patches. In STAFFORD, J. V. (ed): Precision Agriculture '97. Oxford, BIOS Scientific Publishers Limited, pp. 511-518.

[6] Swain, K. C. and H. P. W. Jayasuriya (2007). Land-use suitability evaluation criteria for precision agriculture adoption in a moderately yielding soybean cropping area in Thailand, Asia-Pacific Journal of Rural Development, 17(1):113-125.

[7] Swain, K. C., Jayasuriya, H. P. W. and V. M. Salokhe (2007). Low altitude remote sensing (LARS): A potential substitution to satellite based remotes sensing for precision agriculture adoption in fragmented and diversified farming conditions, Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, Invited Overview No. 12, Volume IX. September, 2007.

[8] Samseemoung, G., Hemantha P. W.Jayasuriya and Peeyush Soni, (2011). Oil palm pest infestation monitoring and evaluation by helicopter-mounted, low altitude remote sensing platform, J. Appl. Remote Sens. Vol. 5, pp. 053540 (Aug 04, 2011); doi:10.1117/1.3609843

[9] Samseemoung, G., Peeyush Soni, Hemantha P. W.Jayasuriya and Vilas M. Salokhe, (2012). Application of low altitude remote sensing (LARS) platform for monitoring crop growth and weed infestation in a soybean plantation, Precision Agric., Springer Science+Business Media, LLC 2012, Published online: 14 July 2012; doi:10.1007/s11119-012-9271-8.

[10] Tillett, N. D., Marchant, J. A., and Hague, (1996). Autonomous plant scale crop protection, AgEng, Madrid.

[11] Tangwongkit, R., Salokhe, V., and H. P. W. Jayasuriya (2006). “Development of a Tractor Mounted Real-time, Variable Rate Herbicide Applicator for Sugarcane Planting”. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript PM 06 009. Volume VIII. June, 2006

.