การระบุชนิดกล้วยไม้บนพื้นฐานของการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์

Orchid identification based on computer vision analysis

ธนบรรณ ตะทวี[1], สุริศักดิ์ ประสานพันธ์[1], สมเจตน์ อ่อนบัว[2], ถิรายุ ปิ่นทอง[3]และอนันตชัย สุวรรณาคม[2, 4]*

Thanaban Tathawee[1], Surisak Prasarnpun[1], Somjat Onbua[2], Thirayu Pinthong[3] and AnantachaiSuwannakom[2, 4]*

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[2]ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

[3]สาขาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

[4]สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

บทคัดย่อ

พืชในวงศ์ Orchidacaeaมีความหลากหลายสูงมากทำให้ยากแก่การระบุชนิด งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคการพัฒนาเทคโนโลยีการมองเห็นของคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการระบุชนิดกล้วยไม้ทั้งหมดสี่ชนิดจากสี่สกุล โดยอยู่บนพื้นฐานการเปรียบเทียบพื้นที่ contour ของสีปรากฏบนภาพดอกกล้วยไม้ ในแต่ละช่วงความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดแสงที่แตกต่างกัน ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น จากผลการทดลองบ่งชี้ว่าพื้นที่ contour ที่ความยาวคลื่นแบบต่อเนื่อง (λ =400-700 nm) มีศักยภาพต่อการระบุชนิดกล้วยไม้ทั้งสี่ชนิดได้อย่างชัดเจน แต่ช่วงความยาวคลื่นแบบไม่ต่อเนื่องที่ช่วงสีน้ำเงิน(λ = 475 nm) มีศักยภาพในการระบุกล้วยไม้ทั้งสี่ชนิดได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: การระบุชนิดกล้วยไม้ / การมองเห็นของคอมพิวเตอร์/ พื้นที่ contour

Abstract

The highly variation of Orchidaceae troubled to identify on plant. This research proposes to develop technology of computer vision to identify four species of orchid from four genus. The identification bycomparisonthe contour areaof color appeared on orchid flower images of each wavelength from computer vision analysis software were developed. This results indicated the contour area on continuous visible light(λ =400-700 nm) had more efficiency to clearly identify four orchids, but on non-continuous wavelength, blue color(λ = 475 nm)had the best efficiency to identify four orchid.

Keywords:orchid identification /computer vision processing / contour area

***Corresponding author. E-mail:** anantachain@nu.ac.th

1. บทนำ

การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่อาศัยลักษณะต่างๆ เช่น สัณฐานวิทยา สรีรวิทยา กายวิภาค เพื่อจัดกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่คล้ายเข้าไว้ด้วยกัน นักอนุกรมวิธานจัดทำเครื่องมือที่เรียกว่า dichotomous key เพื่อช่วยในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ถูกจัดจำแนก แต่ในการระบุชนิดนั้น ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ทั้งนี้องค์ความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานนั้นมีความสำคัญอยู่มาก ตัวอย่างเช่น การระบุชนิดของพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการรักษาโรค การสำรวจหาทรัพยากร การศึกษาทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ การเกษตรแต่ทรัพยากรด้านบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญในด้านอนุกรมวิธานอาจไม่เพียงพอหรือมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ทำให้การระบุชนิดด้วยการมองเห็นของคอมพิวเตอร์เป็นที่น่าสนใจเพิ่มมากขึ้น (Cope และคณะ, 2012) เช่นเดียวกับ MacLeod (2010) ได้เสนอการนำการจดจำลักษณะและระบบผู้เชี่ยวชาญเข้ามาใช้ในการระบุชนิด เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ ลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์และระยะเวลาในการทำงาน

การระบุชนิดด้วยวิธีการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ถูกนำไปใช้ในการระบุชนิดสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ในปี 2007Mayo และ Watson ได้ทำการระบุชนิดของผีเสื้อกลางคืนแบบอัตโนมัติโดยใช้คุณลักษณะแบบเวกเตอร์ (feature vector) พบว่าสามารถระบุชนิดได้ถูกต้องถึง 85% หลังจากนั้นในปี 2012 Wang และคณะได้ระบุชนิดแมลงในระดับอับดับ (order) ด้วยการวิเคราะห์การจดจำรูปแบบ (pattern recognize) โดยระบบโครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network) และ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน(support vector machine)ปี 2012Kang และคณะได้ทำการระบุชนิดของผีเสื้อโดยวิธี branch length similarity (BLS) ซึ่งให้ความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้ทางสถิติในปี 2013 Ticay-Rivas ใช้ภาพถ่ายของใยแมงมุมเพื่อใช้ระบุชนิดโดยวิธีการจดจำรูปแบบ (pattern recognize) นอกจากนี้วิธีการประมวลผลด้วยภาพถูกนำไปใช้ในการระบุชนิดของพืชเช่นกัน ในปี 2007 Netoและคณะ ใช้วิธี Elliptic Fourier สำหรับวิเคราะห์รูปร่างของใบพืชเพื่อใช้ในการระบุชนิด ในการศึกษาของManickavasagan (2008) ได้ใช้ภาพถ่ายแบบสีเดียว (monochrome image) ในการระบุคลาส (class) ของพืชในกลุ่มธัญพืช นอกจากนี้ในปี 2013Mebatsion ได้จัดจำแนกธัญพืชจากภาพถ่ายของเมล็ดโดยใช้วิธี limited morphological และ color features

ในปัจจุบันการแข่งขันทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้น การเพาะเลี้ยงกล้วยไม้สวยงามเพื่อจำหน่ายในรูปแบบต้นและตัดดอก โดยมีตลาดทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากกล้วยไม้ไทยมีจุดเด่นด้านความสวยงาม สีสัน ขนาดของช่อดอกที่ใหญ่ แต่อย่างไรนั้นกระบวนผลิต การควบคุมคุณภาพ การขนส่งกลับด้อยกว่าประเทศคู่แข่ง รวมไปถึงมาตรการต่างๆ เพื่อกีดกันทางการค้า ส่งผลให้คณะกรรมการกล้วยไม้

แห่งชาติปรับปรุงยุทธศาสตร์การแข่งขัน ในหลายๆ ด้านเพื่อให้กล้วยไม้ไทยเป็นที่ยอมรับและต้องการมากขึ้น ซึ่งมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยให้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น ในประเด็นนี้เอง ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหา รวมถึงศักยภาพของวิธีการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้ค้นหาวิธีในการระบุชนิดของกล้วยไม้ในระดับสกุล ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวัดคุณภาพหรือเกรดของกล้วยไม้ให้สะดวกมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกล้วยไม้แต่ละสกุลจะมีเกณฑ์ที่แตกต่างกันโดยข้อมูลเหล่านี้จะใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้ขายในการตัดช่อดอกหรือการนำต้นออกมาขาย นอกจากนี้ ในการคัดเกรดกล้วยไม้นั้นยังใช้แรงงานมนุษย์ ซึ่งมีความลำเอียงความแม่นยำที่ไม่แน่นอนอย่างไรก็ตามในงานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงการใช้เทคนิคดังกล่าวการระบุชนิดของกล้วยไม้ในระดับสกุลโดยประกอบไปด้วยกล้วยไม้ สี่ชนิด *Dendrobium*sp.,*Mokara*sp.,*Ascocenda*sp.และ*Vanda* sp. ซึ่งเป็นสกุลของกล้วยไม้ตัดดอกสำหรับส่งออกเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลสีของพิกเซล ตำแหน่งของเซนทรอยด์ ความกว้าง ความยาวและพื้นที่ ร่วมกับการประมวลผลภาพแบบเวลาจริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลและวิธีการพื้นฐานสำหรับเป็นเครื่องมือช่วยเหลือในการวิเคราะห์และตัดสินใจวัดคุณภาพหรือเกรดของกล้วยไม้

2. วิธีการ

2.1 ตัวอย่างดอกกล้วยไม้

ดอกกล้วยไม้ที่นำมาประมวลผลในแต่ละชนิด เลือกดอกที่อยู่ด้านล่างของช่อดอก ในลำดับที่ 1-3 เมื่อช่อดอกนั้นๆ มีดอกที่บานแล้วเป็นสัดส่วน 3 ใน 4 ของดอกทั้งช่อ เป็นจำนวน 2-3 ดอก จากกล้วยไม้ช่อหนึ่งๆ โดยขึ้นอยู่กับสภาพของดอกกล้วยไม้ซึ่งสมบูรณ์ไม่มีรอยแมลงกัดกินและรอยช้ำ

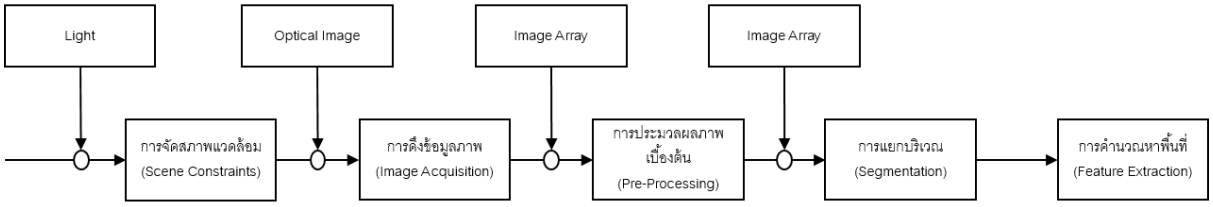
2.2 การเก็บภาพเพื่อใช้ในการประมวลผล

การเก็บภาพโดยปรับค่าพารามิเตอร์ของกล้องดังนี้focus = 15, tilt = 0, zoom = 0, brightness = 100, white balance = 5500, saturation = 100, explosion = 0 และ contrast = 0 ระบบใช้เทคนิคการจัดการสภาพแวดล้อม (Scene Constraint) โดยจัดเตรียมกล่องขนาด 60 x 60 x 57.5 เซนติเมตรบุภายในด้วยผ้าสักหลาดสีดำและใช้การจัดการแหล่งกำเนิดแสงโดยติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงจากหลอดไดโอดเปล่งแสงโดยควบคุมความสว่างบริเวณดอกไม้เท่ากับ 20.0 ± 1 lux ไว้ด้านเดียวกับตัวกล้องและส่องไปที่วัตถุที่ต้องการจับภาพ (front lighting)

ตารางที่ 1:การกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ที่สำคัญที่ใช้ในกระบวนการ

คุณสมบัติต่างๆที่ใช้ในกระบวนการ	ค่าที่กำหนด
มิติภาพ (Dimension)	640 x 480 pixel
ความลึกของบิตของภาพ(Bit Depth)	24 bit
โมเดลสีของภาพ	HSV
ระยะห่างจากกล้องถึงวัตถุ	17.5 cm
ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง	หลอดไดโอดเปล่งแสงสีขาว สีเขียว (λ = 510 nm) สีน้ำเงิน (λ = 475 nm)และสีแดง (λ = 630 nm)

2.3 การวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (computer vision analysis)



รูปที่ 1 :แผนผังขั้นตอนการจำแนกชนิดของดอกกล้วยไม้ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์

เมื่อทำการจัดดอกกล้วยไม้ให้อยู่ในสภาพพร้อมทดสอบ จากรูปที่ 1 กระบวนจะเริ่มต้นจากขั้นที่หนึ่งคือ การจัดแสงจากแหล่งกำเนิดที่ต้องการทดสอบ การจัดสภาพแวดล้อม (Scene Constrains) จุดมุ่งหมายหลักของการจัดสภาพแวดล้อมคือเพื่อลดความซับซ้อนในการประมวลผลให้มากที่สุด รวมถึงการจัดการเรื่องแสง ซึ่งการมองเห็นภาพของคอมพิวเตอร์เกิดจากการที่มีแสงมาตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนผ่านเลนส์มาเข้าตัวเซ็นเซอร์รับภาพของกล้อง โดยทำการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงไว้ที่ด้านเดียวกับตัวกล้องแล้วส่องไปที่วัตถุที่ต้องการจับภาพซึ่งเรียกว่า วิธี Front lighting ซึ่งภาพที่ได้นี้เรียกว่า optical Image จากนั้นเข้าสู่กระบวนการที่สอง คือการดึงข้อมูลภาพ (Image Acquisition) คือกระบวนการที่เริ่มต้นถ่ายภาพโดยกล้องตลอดจนถึงการดึงภาพซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในกล้องเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยใช้วิธีการดึงข้อมูลภาพจากการใช้เครื่องมือในโปรแกรมของระบบปฏิบัติการวินโดวส์เรียกว่า DirectShow ซึ่งภาพที่ได้เรียกว่า Image array จากนั้นเข้าสู่กระบวนการที่สามคือ ส่วนการประมวลผลเบื้องต้น (Pre-Processing) ซึ่งขั้นตอนเป็นการแปลงข้อมูลภาพสีในระบบ RGB เป็น HSV กระบวนการที่สี่คือ การแยกบริเวณของวัตถุออกจากบริเวณที่เป็นพื้นหลัง โดยใช้การหาขอบของวัตถุเป็นตัวแยก(Edge based segmentation)

โดยใช้ตัวตรวจจับขอบแบบ Sobelจากนั้นเข้าสู่กระบวนการสุดท้ายคือ การคำนวณหาคุณสมบัติของวัตถุ (Feature extraction) วิธีการเลือกลักษณะเด่นของดอกกล้วยได้แก่ จุดศูนย์กลางของดอกกล้วยไม้และพื้นที่ของ contour ของสีที่ปรากฏขึ้นในภาพเมื่อให้แสงที่ความยาวคลื่นต่างๆกัน การคำนวณหาพื้นที่ของ contour ใช้วิธีคำนวณเฉพาะขนาดของ contourที่มากกว่า 200 pixel ซึ่งผลลัพธ์จะออกมาในหน่วย ตาราง pixel จากนั้นนำพื้นที่ที่คำนวณได้มาทำการวิเคราะห์การหาพื้นที่จริง โดยทำการสอบเทียบกับฉากที่ปรากฏสี่เหลี่ยมสีแดงที่มีขนาด 5x5 เซนติเมตร ซึ่งกำหนดในกล้องห่างจากวัตถุในระยะ 9 - 20 เซนติเมตร เพื่อหาระยะที่มีความแม่นยำของการหาพื้นที่เที่ยงตรงที่สุด ซึ่งขนาดของวัตถุจะแปรผกผันกับระยะทางในฟังก์ชันเชิงเส้น

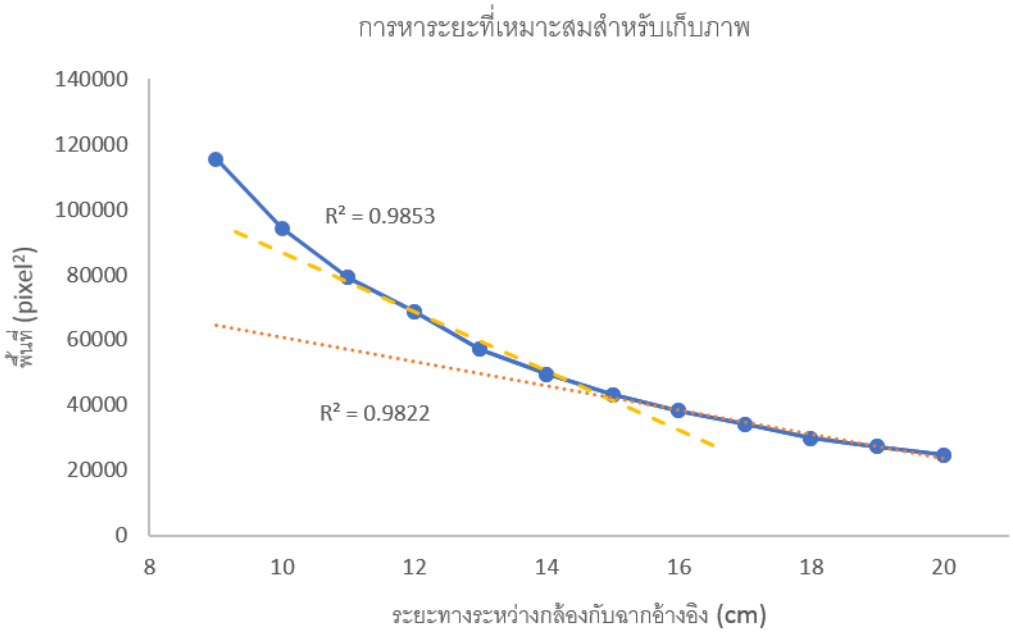
2.4 การเปรียบเทียบรูปแบบแผนภูมิความสว่างของสีในแต่ละช่วงของระบบ HSV

เนื่องจากองค์ประกอบของรงควัตถุ (pigment) แต่ละชนิด ที่ถูกบรรจุอยู่ภายในเซลล์ของกลีบดอกมีปริมาณและสัดส่วนที่แตกต่างในแต่ละบริเวณของดอก รวมถึงดอกไม้ที่ต่างชนิดกัน ทำให้เกิดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน ตามคุณสมบัติของรงควัตถุแต่ละชนิด (Erich, 2006) กำหนดให้แสงที่ทะลุผ่านดอกไม้มีค่าน้อยมาก ดังนั้นเมื่อให้แสงที่มีความสว่าง 20.0 ± 1 lux แก่บริเวณที่ไม่ดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นหนึ่งๆ จะสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่นนั้นออกมาจากขั้นตอนการประมวลผลภาพจะได้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ของช่วงสีที่ที่กำหนดซึ่งเป็นช่วงสีเดียวกันกับที่ไม่ถูกดูดกลืน ซึ่งพื้นที่ที่คำนวณได้จะถูกนำไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่ของ contour กับช่วงสีในโมเดลสีแบบ HSV เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์จัดจำแนกกล้วยไม้โดยเปรียบเทียบรูปแบบของเส้นกราฟซึ่งกล้วยไม้ชนิดเดียวกันจะมีลักษณะของเส้นกราฟใกล้เคียงกัน

3.ผลการทดลอง

3.1. การหาระยะที่เหมาะสมแก่การประมวลผลภาพ

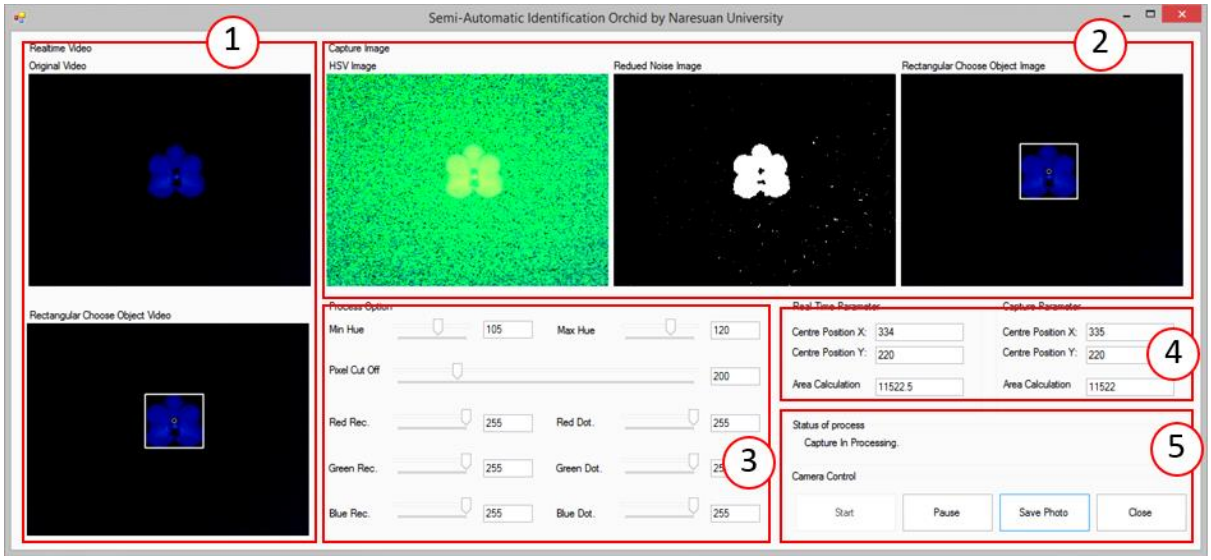
จากการหาระยะทางที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลภาพ พบว่าที่ระยะของกล้องและวัตถุ 11 - 15 และ 15 - 20 เซนติเมตรให้ฟังก์ชันเส้นตรง ซึ่งมีค่า R^2 = 0.9853 และ R^2 = 0.9822 ตามลำดับ แต่เนื่องจากระยะ 11 - 15 เซนติเมตร กล้องอยู่ใกล้วัตถุมากทำให้ไม่สามารถเก็บภาพจากดอกกล้วยไม้ในสกุล *Vanda* sp. ได้ครบทั้งดอก จึงเลือกระยะ 15 - 20 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่มีความเป็นเชิงเส้นใกล้เคียงกันดังรูปที่ 2



รูปที่2 : ความสัมพันธ์ของระยะห่างของกล้องจากดอกกล้วยไม้กับพื้นที่ของสี่เหลี่ยมสีแดงที่ตรวจจับได้ที่ระยะของกล้อง11 – 15เซนติเมตร (เส้นประ) และ15 - 20 เซนติเมตร (จุดไข่ปลา) เซนติเมตร ให้ฟังก์ชันเส้นตรง ซึ่งมีค่า R^2 = 0.9853 และ R^2 = 0.9822 ตามลำดับ

3.2. หน้าต่างโปรแกรมการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

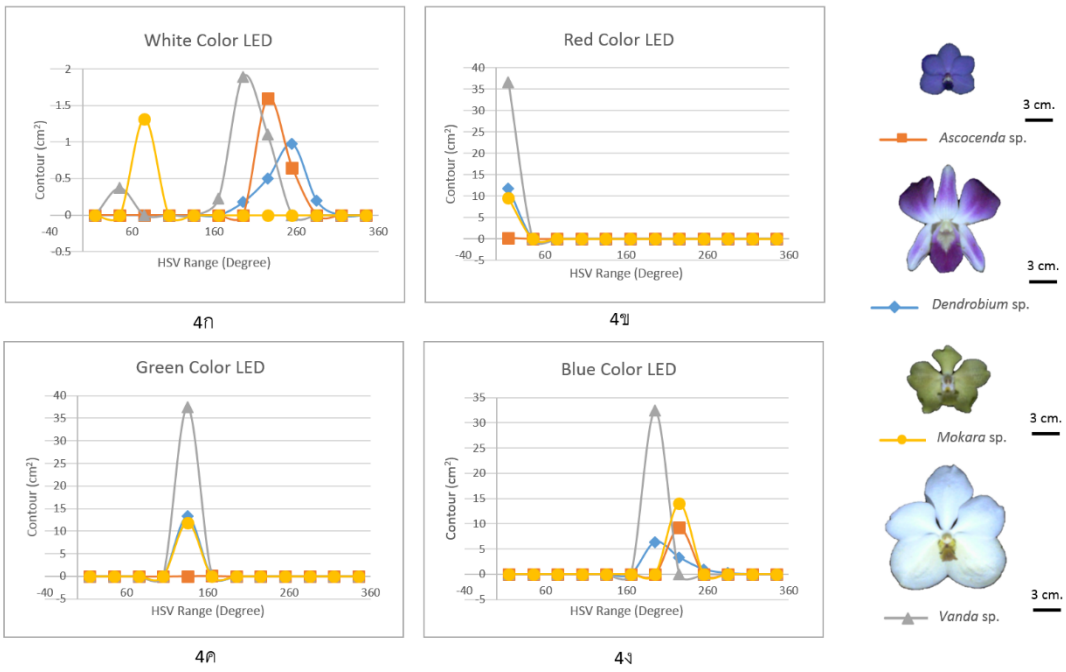
หน้าต่างของโปรแกรม(รูปที่ 3) จะประกอบได้ด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1. บริเวณแสดงภาพจากกล้อง 2. บริเวณแสดงภาพที่ถูกจัดเก็บ โดยจัดเก็บภาพในระบบ HSV, ภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนและภาพที่ระบุบริเวณของ Contour3.บริเวณสำหรับปรับค่าต่างๆ โดยค่าที่สามารถปรับได้ประกอบไปด้วย 3.1 ช่วงของค่าสีในระบบ HSV ที่กำหนดให้โปรแกรมคำนวณหาพื้นที่ Contour3.2 พื้นที่ที่น้อยที่สุดที่ให้คำนวณบริเวณ Contour3.3 สีของกรอบสี่เหลี่ยมและจุดวงกลมที่เป็นศูนย์กลางของสี่เหลี่ยม 4. บริเวณแสดงพิกัดของจุดศูนย์กลางของกรอบสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของ Contour โดยพื้นที่ของ Contour ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบ



รูปที่ 3: หน้าต่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยแสดงภาพที่รับจากกล้องและภาพนิ่งที่ถูกจัดเก็บพร้อมปรับค่าต่างๆ และคำนวณหาพื้นที่ contourของสี โดยในส่วนหมายเลข 1 ภาพด้านบนแสดงภาพที่ได้จากกล้องและภาพด้านล่างแสดงบริเวณที่ตรวจจับสีที่เลือก หมายเลข 2 แสดงถึงภาพนิ่งที่บันทึกได้จากภาพที่รับจากกล้อง โดยภาพจากทางซ้ายเป็นภาพที่ผ่านกระบวนการแปลงเป็นโมเดลสีแบบ HSV ภาพที่ผ่านกระบวนลดสัญญาณรบกวน (ภาพกลาง) และภาพทางขวาเป็นภาพที่ระบุบริเวณที่ตรวจจับสีที่เลือก หมายเลข 3 ประกอบไปด้วยการปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับการตรวจจับสี หมายเลข 4 บริเวณแสดงค่าพื้นที่ของสีที่ตรวจจับและพิกัดของกึ่งกลางพื้นที่ หมายเลข 5 บริเวณแสดงสถานการณ์ทำงานของโปรแกรมและปุ่มคำสั่ง เปิดกล้อง พักชั่วคราว บันทึกรูปภาพและออกจากโปรแกรม

3.3 การหาพื้นที่ของcontour ในแต่ละช่วงสี

เมื่อให้แสงที่มีความสว่าง 20.0 ± 1 luxแก่ดอกกล้วยไม้แต่ละชนิดและกำหนดให้แสงทะลุผ่านดอกไม้มีค่าน้อยมาก เนื่องจากความแตกต่างของรงควัตถุภายในเซลล์ของดอกกล้วยไม้แต่ละชนิด ทำให้เกิดการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นที่แตกต่างกัน เมื่อเลือกให้โปรแกรมแสดงภาพในช่วงสีที่ดอกกล้วยไม้ดูดกลืน จะปรากฏภาพที่มีสีดำเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาพื้นที่ได้หรือมีพื้นที่น้อยมาก จึงไม่มีการส่องสว่างของสีในช่วงนั้นปรากฏขึ้น โดยนำพื้นที่ของ contour เฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างกล้วยไม้ กำหนดลงจุดในแผนภูมิร่วมกับช่วงสีแบบ HSV โดยมีค่า Hue ห่างกันทุกๆ 15 องศา เริ่มจาก 0 องศา จนครบ 360 องศา ได้ผลดังรูปที่ 4(ก-ง)



รูปที่4(ก-ง)ความสัมพันธ์ของพื้นที่ของ contour และช่วงสีแบบ HSV ของกล้วยไม้ชนิด*Ascocenda*sp., *Dendrobium*sp., *Mokara*sp. และ*Vanda* sp. จากแหล่งกำเนิดแสงที่ต่างชนิดกัน โดยแกน x เป็นค่าช่วงสีแบบ HSV และแกน y เป็นค่าของพื้นที่ของ contour (cm^2)

จากรูปที่ 4กในแหล่งกำเนิดแสงสีขาวพบว่าพื้นที่ของ contour ในแต่ละช่วงสีแตกต่างกันอย่างชัดเจน สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับระบุชนิดกล้วยไม้ทั้ง สี่ชนิดได้ ทั้งนี้เมื่อให้แหล่งกำเนิดแสงในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดง(รูปที่ 4ข) จะพบว่ากล้วยไม้ชนิด*Vanda* sp. มีพื้นที่ของ contourสูงที่สุดเนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่นั้นประกอบด้วยสีขาวซึ่งบ่งบอกถึงการปริมาณของรงควัตถุที่มีน้อยกว่ากล้วยไม้ในชนิดอื่นรวมถึงขนาดของดอกที่ใหญ่กว่าทำให้มีพื้นที่ในการสะท้อนแสงมากกว่ากล้วยไม้ชนิดอื่น และให้ผลเช่นเดียวกับช่วงแสงสีน้ำเงินและแสงสีเขียว ซึ่งแตกต่างจากกล้วยไม้ชนิด*Ascocenda*sp. โดยพบว่าช่วงแสงสีแดงมีพื้นที่ของ contourน้อยมากเช่นเดียวกับแสงสีเขียว (รูปที่4ค) เนื่องจากการดูดกลืนแสงสีเขียว (λ = 492-577 nm) ของรงควัตถุ Anthocyanin ที่พบในดอกไม้ที่มีสีม่วง (Tatsuzawaและคณะ, 2004) แต่ภายใต้แสงสีน้ำเงิน(รูปที่ 4ง) กล้วยไม้ชนิด*Ascocenda*sp. มีความแตกต่างจากชนิดอื่นอย่างชัดเจน ยกเว้นชนิด*Mokara*sp. (~100 Lumen) ดังนั้นจึงใช้ความแตกต่างของในการดูดกลืนแสงสีแดงและแสงสีเขียวแยกกล้วยไม้ชนิดนี้ออกจากชนิดอื่น อย่างก็ตาม ภายใต้แสงสีแดงและแสงสีเขียว ไม่พบความแตกต่างอย่างชัดเจนของกล้วยไม้ในชนิด*Dendrobium*sp. และ *Mokara*sp. (รูปที่ 4ข - ค)เนื่องจากขนาดของดอกที่

กล้องจับได้มีขนาดใกล้เคียงกัน แต่ภายใต้แสงสีน้ำเงินความสว่างของกล้วยไม้ทั้ง สองชนิด แตกต่างกันอย่างชัดเจน เนื่องจากกล้วยไม้ชนิด*Dendrobium*sp. มีบริเวณที่มีสีม่วงและน้ำเงินปนอยู่กับบริเวณสีขาว ทำให้เกิดการสะท้อนแสงสีน้ำเงินในเฉพาะบริเวณสีขาวของดอกโดยน้อยว่าพื้นที่ของดอกกล้วยไม้ชนิด *Mokara*sp. ที่สะท้อนแสงสีน้ำเงิน

4. บทสรุป

การระบุชนิดกล้วยไม้ทั้ง สี่ชนิด สามารถทำได้โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ พบว่า ค่าความสว่างของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงสีขาวซึ่งประกอบไปด้วยความยาวคลื่นช่วง 400 - 700 nm สามารถใช้ระบุชนิดกล้วยไม้ทั้ง สี่ชนิดออกจากกันได้แต่เมื่อใช้แหล่งกำเนิดแสงที่ให้แสงในช่วงยาวคลื่นเฉพาะค่าแสงสีน้ำเงินมีศักยภาพในการแยกกล้วยไม้ออกทั้ง สี่ชนิด มากกว่าแสงสีแดงและสีเขียว

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ขอขอบคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ภาควิชาชีววิทยา ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

6. เอกสารอ้างอิง

A. Manickavasagan, G. Sathyaa, D.S. Jays and N.D.G. White. (2008). Wheat class identification using monochrome images.*Journal of Cereal Science*, 47, 518–527.

Erich Grotewold. (2006). The Genetics and Biochemistry of Floral Pigments. *Annual Review of Plant Biology,* 57, 761–80.

FumiTatsuzawa, Norio Saito, Hiroko Seki,Masato Yokoi, Tomohisa Yukawa, Koichi Shinoda, et al. (2004). Acylatedanthocyanins in the flowers of Vanda (Orchidaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 32, 651–664.

H.K. Mebatsion, J. Paliwal and D.S. Jays. (2013). Automatic classification of non-touching cereal grains in digital images using limited morphological and color features. *Computers and Electronics in Agriculture*. 90, 99–105

Jaime R. Ticay-Rivas, Marcos del Pozo-Baños, William G. Eberhard, Jesús B. Alonso and Carlos M. Travieso. (2013). Spider specie identification and verification based on pattern recognition of it Cobweb. *Expert Systems with Applications*, 40, 4213–4225.

James S. Cope, David Corney, Jonathan Y. Clark, Paolo Remagnino and Paul Wilkin. (2012). Plant species identification using digital morphometrics: A review. *Expert Systems with Applications*, 39, 7562–7573

Jiangning Wang, Congtian Lin, LiqiangJi and Aiping Lang. (2012). A new automatic identification system of insect images at the order level. *Knowledge-Based Systems*, 33, 102–110.

João Camargo Neto, George E. Meyer, David D. Jones and Ashok K. Samal. (2006). Plant species identification using Elliptic Fourierleaf shape analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 50, 121–134

Michael Mayo and Anna T. Watson. (2007). Automatic species identification of live moths. *Knowledge-Based Systems*, 20, 195–202.

Norman MacLeod, Mark Benfield and Phil Culverhouse. (2010). Time to automate identification. *Nature,* 467, 154-155

Seung-Ho Kang, Wonju Jon and Sang-Hee Lee. (2012). Butterfly species identification by branch length similarity entropy. *Journal of Asia-Pacific Entomology,* 15, 437–441.