

248933

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



248933

รหัสโครงการ SUT7-711-52-12-52



รายงานการวิจัย

ระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพสีด้วยปัญญาประดิษฐ์

แบบพื้นฐาน

Grape-Leaf Disease Diagnosis System from Color Imagery

Using Hybrid Artificial Intelligence

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รายงานการวิจัย

ระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพสีด้วยปัญญาประดิษฐ์ แบบพหุทาง

Grape-Leaf Disease Diagnosis System from Color Imagery Using Hybrid Artificial Intelligence

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ผู้ร่วมวิจัย

นางสาวอังคณัฐ เหมือนแก้วจินดา

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ.2552

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

การเกิดโรคพืชเป็นผลให้ผลผลิตด้อยคุณภาพ ดังนั้นการควบคุมดูแลรักษาโรคพืชในระยะเริ่มต้นมีผลช่วยลดความเสียหายทางผลผลิต โดยงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบวินิจฉัยโรคแบบอัตโนมัติที่สภาวะกลางแจ้งภายในสถานที่จริงของไร่องุ่น ซึ่งกระบวนการทำงานของระบบสามารถแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ คือ (1) การคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มสีแบบเครือข่ายประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเอง (Self-Organizing Feature Map : SOFM) และใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Back Propagation Neural Network : BPNN) เป็นตัวตัดสินใจสำหรับคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง (2) การคัดแยกสีโรคของใบองุ่นด้วยวิธีการแบ่งกลุ่มสีแบบเครือข่ายประสาทเทียมชนิดแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองแบบดัดแปร (Modified Self-Organizing Map : MSOFM) ร่วมกับจินเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm : GA) สำหรับการค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM และใช้เครื่องเวกเตอร์เกือหนุน (Support Vector Machines : SVMs) เป็นตัวตัดสินใจสำหรับคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นและ (3) การจำแนกประเภทของโรคด้วยกาบอร์เวฟเลตในการดึงคุณลักษณะเด่นเฉพาะของโรคร่วมกับการดึงคุณลักษณะเด่นทางสีของโรคและใช้ SVMs แบบ multiclass เป็นตัวจำแนกประเภทของโรค งานวิจัยนี้นำเสนอการวินิจฉัยโรคของใบองุ่นทั้งหมด 3 ประเภทประกอบด้วยโรคสแคป โรคราสนิมและไม่เป็นโรค โดยในแต่ละภาพมีใบองุ่นเท่ากับหรือมากกว่าหนึ่งใบ ขนาด รูปร่างและลักษณะการวางตัวของใบองุ่นที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ระบบที่นำเสนอสามารถทำงานกับภาพที่มีระดับความสว่างและสีของกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทที่แตกต่างกันในสภาวะที่ซับซ้อนของพื้นหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระบบสามารถวินิจฉัยใบองุ่นกรณีที่เป็นโรคสแคปได้สูงสุดถึง 93.38 เปอร์เซ็นต์ โรคราสนิมสูงสุดถึง 85.32 เปอร์เซ็นต์และไม่เป็นโรคสูงสุดถึง 95.89 เปอร์เซ็นต์ โดยมีประสิทธิภาพสำหรับการตรวจจับสูงถึง 99.33 เปอร์เซ็นต์

Vegetables and fruits are the most important export agricultural products of Thailand. In order to obtain more value-added products, a product quality control is essentially required. Many studies show that quality of agricultural products may be reduced from many causes. One of the most important factors of such quality is plant diseases. Consequently, minimizing plant diseases allows substantially improving quality of the products. This work presents automatic plant disease diagnosis using multiple artificial intelligent techniques. The system can diagnose plant leaf disease without maintaining any expertise once the system is trained. Mainly, the grape leaf disease is focused in this work. The proposed system consists of three main parts: (i) grape leaf color segmentation, (ii) grape leaf disease segmentation, and (iii) analysis & classification of diseases. The grape leaf color segmentation is pre-processing module which segments out any irrelevant background information. A self-organizing feature map together with a back-propagation neural network is deployed to recognize colors of grape leaf. This information is used to segment grape leaf pixels within the image. Then the grape leaf disease segmentation is performed using modified self-organizing feature map with genetic algorithms for optimization and multiclass support vector machines for classification. Finally, the resulting segmented image is filtered by Gabor wavelet which allows the system to analyze leaf disease color features more efficient. The support vector machines are then again applied to classify types of grape leaf diseases. The system can be able to analyze the image of grape leaf into three classes: scab disease, rust disease and no disease. The proposed system shows desirable results which can be further developed for any agricultural product analysis/inspection system. These allow the system to sufficiently achieve a desirable grape leaf scab disease performance up to 93.38%, grape leaf rust disease performance up to 85.32%, grape leaf no disease performance up to 95.89% of accuracy for using in the variety of real applications and sufficiently achieve a desirable performance up to 99.33% of accuracy detection for using in the variety of real applications.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือช่วยเหลือในด้านต่างๆ จากหลายๆ ฝ่าย จนสำเร็จไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความเอื้อเฟื้อทั้งทางด้านสถานที่ เครื่องมือและบุคลากร ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสำนักวิศวกรรมศาสตร์สำหรับการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณพ.ศ. 2552

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ

บทที่

1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 กล่าวนำ.....	4
2.2 โรคพิษ.....	4
2.3 ความสำคัญของงู.....	6
2.3.1 ลักษณะอาการของโรคใบงู.....	7
2.3.2 รูปลักษณะของใบงู.....	9
2.11 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.12 สรุป.....	14
3 การคัดแยกสีใบงูออกจากภาพพื้นหลัง.....	15
3.1 กล่าวนำ.....	15
3.2 โครงสร้างการคัดแยกสีใบงูออกจากภาพพื้นหลัง.....	15
3.3 การปรับระดับสีและแสงภายในภาพแบบอัตโนมัติ.....	16
3.4 กระบวนการประมวลผลก่อน.....	19
3.5 กระบวนการแบ่งกลุ่มสีใบงูออกจากภาพพื้นหลัง.....	20
3.6 กระบวนการคัดแยกสีใบงูออกจากภาพพื้นหลัง.....	22
3.7 ผลการทดสอบการคัดแยกสีใบงูออกจากภาพพื้นหลัง.....	26

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 สรุป.....	35
4 การคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น.....	36
4.1 กล่าวนำ.....	36
4.2 โครงสร้างการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น.....	36
4.3 กระบวนการประมวลผลก่อน.....	37
4.4 กระบวนการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น.....	40
4.4.1 การแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่นด้วยโครงข่ายประสาทเทียม แบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองร่วมกับจินเนติก อัลกอริทึม.....	44
4.4.2 ผลการทดสอบการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่นด้วยโครงข่าย ประสาทเทียมแบบแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองแบบ ตัดแปรร่วมกับจินเนติกอัลกอริทึม.....	47
4.5 กระบวนการคัดแยกสีโรคออกจากสีใบองุ่น.....	55
4.6 ผลการทดสอบการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น.....	56
4.6.1 ผลการทดสอบการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นจากการ แบ่งกลุ่มสีโรคใบองุ่นด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแผนผัง คุณลักษณะการจัดการตัวเองแบบตัดแปรร่วมกับจินเนติก อัลกอริทึม.....	57
4.7 สรุป.....	64
5 การจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น.....	66
5.1 กล่าวนำ.....	66
5.2 โครงสร้างการจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น.....	66
5.3 กระบวนการประมวลผลก่อน.....	67
5.4 กระบวนการดึงคุณลักษณะเด่นเฉพาะของโรค.....	70
5.5 กระบวนการจำแนกประเภทของโรค.....	73
5.6 ผลการทดสอบการจำแนกประเภทของโรค.....	76
5.7 สรุป.....	80
6 วิเคราะห์ผลการทดลองและอภิปรายสมรรถนะของระบบ.....	81

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.1 กล่าวนำ.....	81
6.2 โครงสร้างระบบการวินิจฉัยโรค.....	81
6.3 ผลการทดสอบการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM.....	82
6.4 ผลทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง.....	83
6.5 ผลทดสอบความสามารถในการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่น.....	88
6.6 ผลการทดสอบประิภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง.....	90
6.7 ผลการทดสอบประิภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น.....	94
6.8 ผลการทดสอบประิภูมิสีสำหรับการจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น.....	99
6.9 ผลการทดสอบการวินิจฉัยโรคของระบบในสภาวะต่างๆ.....	101
7 สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	111
7.1 สรุปงานวิจัย.....	111
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	113
รายงานอ้างอิง.....	114
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	120
ภาคผนวก ข. ประวัติผู้วิจัย.....	122

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะโรคราสแคปของใบองุ่น	8
2.2 ลักษณะโรคราสนิมของใบองุ่น	9
2.3 ลักษณะปกติของใบองุ่น	9
2.4 ลักษณะรูปร่างใบองุ่น.....	10
3.1 โครงสร้างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง	15
3.2 ตัวอย่างข้อมูลภาพอ้างอิงสำหรับการปรับระดับสีและแสง	17
3.3 ตัวอย่างภาพต้นแบบจากกล้องดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา	18
3.4 ตัวอย่างการปรับระดับสีและความสว่างภายในภาพจากกล้อง ดิจิทัลแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา	18
3.5 กระบวนการปรับปรุงภาพด้วยเทคนิคการแพร่กระจายแบบแอนนิไซโทรปีค	19
3.6 การแปลงปริภูมิสีสำหรับการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลัง	20
3.7 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีตามจำนวนเวกเตอร์น้ำหนักประสาท	22
3.8 ตัวอย่างกลุ่มสีใบองุ่นที่นำมาฝึกสอนระบบ	24
3.9 ค่า H-b* ของสีใบองุ่นจากตัวอย่างภาพสีใบองุ่น 200 ตัวอย่าง จากภาพทั้งหมด 41 ภาพ	24
3.10 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับในการคัดแยกกลุ่มสีใบองุ่น	25
3.11 ค่าความผิดพลาดแบบกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการฝึกสอน	26
3.12 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนน้อย	27
3.13 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนปานกลาง	28
3.14 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนมาก	29
3.15 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างมาก	30
3.16 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง	31
3.17 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะมืดครึ้ม	32
3.18 การลบบริเวณที่มีสีคล้ายสีใบองุ่น	34
3.21 ตัวอย่างการปรับปรุงภาพการคัดแยกสีใบองุ่น ออกจากภาพพื้นหลังที่มีหญ้าหรือกลุ่มใบ	37
4.1 โครงสร้างการคัดแยกสีโรคออกจากภาพใบองุ่น	36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2	การลบขอบใบอ่อนออกจากภาพ38
4.3	การแปลงปริภูมิสีสำหรับการตัดแยกสีโรคของใบอ่อน39
4.4	โครงสร้างของแผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเองแบบตัดแปรร.....41
4.5	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีตามจำนวนกลุ่มสีของ MSOFM43
4.6	วงล้อรู้เล็ทจากกระบวนการเฟ้นสุ่มครอบจักรวาล46
4.7	ขั้นตอนการทำงานของจินเนติกอัลกอริทึม47
4.8	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนน้อย48
4.9	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนปานกลาง48
4.10	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนมาก50
4.11	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะแสงสว่างมาก51
4.12	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง52
4.13	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะมืดครึ้ม53
4.14	ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ54
4.15	ตัวอย่างกลุ่มสีใบอ่อนที่นำมาฝึกสอนระบบ56
4.16	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนน้อย57
4.17	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนปานกลาง58
4.18	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่มีความซับซ้อนมาก59
4.19	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะแสงสว่างมาก60
4.20	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง61
4.21	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนที่สภาวะมืดครึ้ม62
4.22	ตัวอย่างการตัดแยกสีโรคออกจากใบอ่อนสภาวะที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ63
5.1	โครงสร้างการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อน66
5.2	การลบบริเวณที่มีจำนวนจุดภาพมากออกจากภาพ67
5.3	การเพิ่มขอบของจุดโรค68
5.4	การแปลงปริภูมิสีสำหรับการจำแนกประเภทของโรคใบอ่อน69
5.5	รูปร่างที่เป็นองค์ประกอบของส่วนจริงของตัวกรองกาบอร์ในโดเมนเวลา71
5.6	ตัวอย่างการดึงคุณลักษณะเด่นเฉพาะของโรคด้วยส่วนจริงของ ตัวกรองกาบอร์เวฟเลทแบบ 3 ขนาด 3 มุม71
5.7	ตัวอย่างข้อมูลโรคที่ใช้ฝึกสอน74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.8 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่เป็นโรคสแคป	77
5.9 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่เป็นโรคราสนิม	78
5.10 ตัวอย่างการวินิจฉัยใบองุ่นที่ไม่เป็นโรค	79
6.1 โครงสร้างระบบการวินิจฉัยโรคใบองุ่น	81
6.2 ตัวอย่างการวินิจฉัยภาพใบองุ่นที่เป็นโรคสแคปด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA	82
6.3 ตัวอย่างการวินิจฉัยภาพใบองุ่นที่เป็นโรคราสนิมด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA	83
6.4 ตัวอย่างผลการวินิจฉัยภาพใบองุ่นที่ไม่เป็นโรคด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA	83
6.5 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนน้อย	84
6.6 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนปานกลาง	84
6.8 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่ซับซ้อนมาก	85
6.9 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างมาก	86
6.10 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง	86
6.12 ตัวอย่างการคัดแยกสีใบองุ่นออกจากภาพพื้นหลังที่สภาวะมืดครึ้ม	87
6.13 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคออกจากใบองุ่นที่มีความซับซ้อนน้อย	88
6.14 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่มีความซับซ้อนปานกลาง	88
6.15 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่มีความซับซ้อนมาก	89
6.16 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะแสงสว่างมาก	89
6.17 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง	89
6.18 ตัวอย่างการคัดแยกสีโรคที่สภาวะมืดครึ้ม	90
6.19 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีใบองุ่น ออกจากภาพพื้นหลัง	90
6.20 ผลการทดสอบปริภูมิสีสำหรับการแบ่งกลุ่มสีโรคออกจากใบองุ่น	95
6.21 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนมาก	101
6.22 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนปานกลาง	103
6.23 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่มีความซับซ้อนน้อย	104
6.24 ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะแสงสว่างมาก	105

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.25	ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะแสงสว่างปานกลาง106
6.26	ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพที่สภาวะมืดครึ้ม107
6.27	ตัวอย่างการวินิจฉัยโรคใบองุ่นจากภาพสภาวะที่มีหยดน้ำบนพื้นผิวใบ108

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3.1 ผลการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเลือกพารามิเตอร์ของระบบ.....	25
6.1 เพอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบด้วยการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ MSOFM ร่วมกับ GA.....	82
6.2 เพอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการวินิจฉัยโรคใบอ่อนของระบบด้วยความหลากหลายของช่องปฏิกิริยา.....	100
6.3 ความสามารถในการวินิจฉัยโรคของพืชจากใบพืชของระบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต.....	110