ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ปริญญา

เทคโนโลยีสารสนเทศ | วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ลักษณะเด่นเพื่อจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพ

Features for Classifying Rice Grains by Image Analysis

นามผู้วิจัย นางสาวจิตสราญ สีกู่กา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า, D.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ ผลเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ลักษณะเด่นเพื่อการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพ

Features for Classifying Rice Grain by Image Analysis

โดย

นางสาวจิตสราญ สีกู่กา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิตสราญ สีกู่กา 2557: ลักษณะเด่นเพื่อการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า, D.Sc. 52 หน้า

ข้าว เป็นธัญพืชที่คนไทยรับประทานมากที่สุด และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อคุณภาพของข้าวสารเมล็ดพันธุ์มักมีการปนพันธุ์มาจากกระบวนการผลิตและซึ่งทำให้ผลผลิตข้าวสารต่ำลง การตรวจสอบการปนของเมล็ดพันธุ์นั้นเป็นเรื่องยากสำหรับชาวนาที่ไม่มีประสบการณ์งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการประมวลผลภาพโดยสนใจข้าวหกสายพันธุ์ที่นิยมปลูกร่วมกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ได้แก่ ขาวดอกมะลิ ๑๐๕, กข. ๖, ปทุมธานี ๑, พิษณุโลก ๒, สุพรรณบุรี ๑, และ ชัยนาท ๑ เมล็ดพันธุ์ทั้งหมดในการทดลองได้มาจากกรมการข้าว โดยเมล็ดข้าวแต่ละพันธุ์จะถูกถ่ายภาพไว้พันธุ์ละ 120 เมล็ด (รวม 720 ภาพ) และนำภาพมาสกัดหาลักษณะเด่นเพื่อนำมาเรียนรู้ด้วยเครื่องจักรการเรียนรู้แบบ Naïve Bayes (NB) และ Support Vector Machine (SVM) จากผลการทดลองพบว่า “มุมหัวข้าว” และ “มุมหางข้าว” เป็นลักษณะเด่นที่มีประสิทธิผลต่อของตัวจำแนกแบบNB และSVM โดยมีความแม่นยำเฉลี่ย83.01% และ 99.49% ตามลำดับ ซึ่งมุมหัวและมุมหางและ SVM เป็นองค์ประกอบในการจำแนกข้าวได้ดีมาก

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jitsaran Seekuka 2014: Features for Classifying Rice Grains by Image Analysis. Master of Science (Information Technology), Major Field: Information Technology, Department of Computer Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Punpiti Piamsa-nga, D.Sc. 52 pages.

Rice is the most important food for Thai and one of the mostimportant export product from Thailand. Quality of rice grain is a major factor affecting the quality of rice; however, adulteration of seeds is difficult to detect by novice farmer. In this research, we proposed a technique to classifying six rice grains by image processing. Six grain types popularly planted in the same cultivating areas of Thailand are taken into consideration. Those are KhaoDawkMali105, RD6, Pathumthani 1, Phitsanulok 2, Suphanburi 1 and Chainat 1. Samples of grains are collected from Department of Rice, Thailand. Image features extracted by our method from 120 images of each grain (totally 720 grain images) are used to train and test two learning machines, Support Vector Machine (SVM) and Naïve Bayes (NB). The experimental results show that angles of "head" and "awn" of rice grain are very effective to those classifiers. We also found that classification accuracies from Naïve Bayes and SVM are 83.01% and 99.49% respectively. A combination of head and awn of rice grain features and SVM classifier is very effective for classifying these rice grains.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พันธุ์ปิติ เปี่ยมสง่า ประธานกรรมการที่ปรึกษา, วิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์ กรรมการที่ปรึกษาร่วม และ รศ. ดร.ชัยพร ใจแก้ว ประธานกรรมการสอบ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และกราบขอบพระคุณ นางสาวอรพิน วัฒเนสก์ นักวิชาการผู้เชี่ยวชาญด้านปรับปรุงพันธุ์ข้าว กรมการข้าว และขอบพระคุณกรมการข้าว และศูนย์วิจัยเมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานีทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ด้านเมล็ดพันธุ์ข้าว และตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าว

ขอกราบขอบพระคุณ MADLAB นายปวีณ เขื่อนแก้ว, นางสาวสุธาสินี ขิมเล็ก, นายพาสน์ ปราโมกข์ชน, นายจิตดำรง ปรีชาสุข ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ คุณยาย และครอบครัว ที่ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

จิตสราญ สีกู่กา

กรกฎาคม 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	30
อุปกรณ์	30
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	38
ผล	38
วิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	49
สรุป	49
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	50
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว	18
2	ลักษณะบางประการของเมล็ดข้าวเปลือก	26
3	ค่าลักษณะเด่นเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ข้าว	37
4	ผลการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าว ด้วย ANN, SVM, NB	37
5	ค่า Feature vector	38
6	ค่าลักษณะเด่นเฉลี่ยเมล็ดพันธุ์ข้าว	40
7	ผลการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าว	41
8	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการทำงานของ Canny Edge Detection	5
2	โครงสร้างวงจรโครงข่ายปราสาทเทียม	9
3	รูปแบบ Back-propagration neural network	10
4	ตัวอย่าง SVM ใน 3 มิติ	13
5	ตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ	13
6	ตัวอย่าง SVM ใน 6 มิติ	14
7	ภาพการตรวจนาพันธุ์	20
8	ทดสอบการปลูกข้าวในกระถาง	21
9	การตรวจสอบพันธุ์ปนด้วยการสังเกตุลักษณะทางสัณฐานวิทยา	22
10	การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ปนทางเคมี	23
11	การตรวจพันธุกรรมเมล็ดข้าว	23
12	ตัวอย่างลักษณะสีเมล็ดพันธุ์ข้าว	24
13	ตัวอย่างสีปลายยอดเมล็ด	25
14	ลักษณะการมีหางข้าว	26
15	โครงสร้างเมล็ดพันธุ์ข้าว	33
16	การแบ่งส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าว	35
17	ภาพตัดเมล็ดพันธุ์ข้าว	35
18	การวัดมุมหางของเมล็ดพันธุ์ข้าว	42
19	การวัดมุมหัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว	42
20	ขั้นตอนการหามุมหัวข้าว	43
22	Precision, Recall จำแนกด้วย NB	47
23	Precision, Recall จำแนกด้วย SVM	47

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

KDML105	=	KhaoDawkMali 105
PTT1	=	Pathumthani 1
PSL2	=	Phisanulok 2
CNR1	=	Chainat 1
SPR1	=	Suphanburi 1
RD6	=	RD6
SVM	=	Support Vector Machine
NB	=	Naïve Baye

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะเด่นเพื่อการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพ

Features for Classifying Rice Grains by Image Analysis

คำนำ

เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีมีคุณภาพสูงมีความสำคัญอย่างมากในการเพาะปลูกของเกษตรกรไทย เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีมีคุณภาพสูงปราศจากการปลอมปนนั้น สามารถให้ผลผลิตมีคุณภาพสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ทั่วไป 10-20% และประหยัดต้นทุนค่าเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ เนื่องจากต้องใช้อัตราต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ทั่วไปป้องกันการแพร่ระบาดของข้าววัชพืช และขายได้ราคาดี เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีมีคุณภาพตรงตามพันธุ์ ความงอก และความแข็งแรงสูง เจริญเติบโตเร็ว และสม่ำเสมอ ทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีกว่าเมล็ดพันธุ์ทั่วไป ถ้าเมล็ดพันธุ์ไม่มีคุณภาพจะส่งผลให้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ทั้งปริมาคุณภาพต่ำเสียเวลา และแรงงาน เนื่องจากต้องปลูกซ่อมบางครั้งต้องไถข้าวที่ปลูกทิ้ง เพื่อปลูกข้าวใหม่ทำให้ปลูกล่าช้าเลยฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งทำให้เสียหายทางเศรษฐกิจ เพราะมีค่าใช้จ่ายในการซื้อเมล็ดพันธุ์เพิ่มเพื่อปลูกใหม่ และต้องใช้อัตราปลูกต่อไร่มากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้รับจำหน่ายไม่ได้ราคาน้ำหนักเบา ไม่เป็นที่ต้องการของตลาดเป็นแหล่งสะสมของโรคแมลง วัชพืช ศัตรูพืช และไม่เหมาะสมที่จะเก็บไว้เป็นเมล็ดพันธุ์ในการเพาะปลูกในฤดูการต่อไป

ปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวแบ่งออกเป็น 4 ชั้นพันธุ์ คือ เมล็ดพันธุ์คัด เมล็ดพันธุ์หลัก เมล็ดพันธุ์ขยายเมล็ดพันธุ์จำหน่าย ทั้ง 4 ชั้นพันธุ์ มีการผลิตเมล็ดพันธุ์ในขั้นตอนการตรวจสอบการปลอมปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวสายพันธุ์อื่น และเมล็ดข้าวเสียใช้แรงงานคนในการตรวจสอบ ผู้ที่ทำการตรวจสอบต้องมีความชำนาญเชี่ยวชาญในการแยกชนิดข้าวอย่างถูกต้องได้วิธีการเช่นนี้ทำให้เสียเวลา ค่าใช้จ่ายสูง และเกิดความผิดพลาดได้ง่ายจากอาการเหนื่อยล้า อาการตาพร้ามัวของผู้ตรวจสอบ การตรวจสอบพันธ์ปนเมล็ดพันธุ์ข้าว ปัจจุบันมีการตรวจสอบด้วยตา มีความแม่นยำตามทักษะของตัวบุคคล ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวคิดในการศึกษาการตรวจสอบพันธุ์ปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายโดยการใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ งานวิจัยนี้จะสามารถช่วยให้การตรวจสอบการปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ง่ายขึ้นและสามารถทดแทนแรงงานคนได้ ลดความผิดพลาดอันเนื่องมากจากอาการเหนื่อยล้าตาพร้ามัวของผู้ตรวจสอบได้ ทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีตรวจสอบการปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่าย

2. เพื่อลดการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบพันธุ์ปนของเมล็ดพันธุ์ข้าว

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับเมล็ดพันธุ์ข้าว

2. ศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ข้าว และศึกษาความแตกต่างของเมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละสายพันธุ์

3. ศึกษาทฤษฎีต่างๆของเทคนิคกาจำแนกประเภทข้อมูล

4. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. ดึงเอกลักษณ์เมล็ดพันธุ์ข้าว นำเอกลักษณ์เมล็ดพันธุ์ข้าวมาทดลอง และวัดผลจำแนกประเภทพันธุ์เมล็ดพันธุ์ข้าว

6. สรุปผลการวิจัยและประโยชน์ที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) คือ การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งกับภาพต้นฉบับ (Input Image) เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ (Output Image) มีลักษณะของภาพเป็นไปตามที่ต้องการ คุณลักษณะ และการแยกแยะประเภทของการกระทำการกับภาพช่วยให้สามารถคาดคะเนภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำการแต่ละแบบ หรือการประมาณความซับซ้อนของการกระทำกับภาพที่นำไปใช้ได้

1. การทำภาพให้คมชัด (Image Sharpening)

การทำให้ภาพมีความคมชัด (Sharpening) เพื่อทำให้จุดภาพตรงรอยต่อระหว่างบริเวณกลุ่มจุดภาพที่มีค่าระดับความเข้มเทาใกล้เคียงกันมีค่าเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลง ซึ่งมีผลทำให้รายละเอียดของภาพมีลักษณะเด่นขึ้น การปรับเพิ่มรายละเอียดของภาพที่มีลักษณะเบลอให้มีความคมชัดขึ้น การทำให้ภาพคมชัด เป็นวิธีการเน้นของของภาพ (Edge Enhancement)โดยทำให้จุดภาพตรงรอยต่อระหว่างบริเวณกลุ่มจุดภาพที่มีค่าระดับ ความเข้มเทาใกล้เคียงกันมีค่าเพิ่มสูงขึ้นหรือลดลง โดยทั่วไปขอบของภาพจะเป็นเส้นโค้ง หรือโครงร่างที่ใช้ในการแยกแยะระหว่างวัตถุของภาพกับพื้นหลังของภาพ ในบางครั้งขอบของภาพต้นฉบับอาจไม่ชัดเจน จึงทำให้มีความยากในการแยกวัตถุออกจากพื้นหลังภาพ

2. การแยกส่วนประกอบของภาพ (Image Segmentation)

เป็นวิธีการประมวลผลภาพที่มีวัตถุประสงค์ในการ แยกวัตถุ (Object) หรือลักษณะจุดเด่น (Feature) ในภาพออกจากพื้นหลัง (Background) ของภาพ วิธีการพื้นฐานเป็นที่นิยมมี 2 วิธีคือการหาขอบภาพ (Edge Detection) และเทคนิคการทำเทรชโฮลด์ (Threshold) เนื่องจากบางครั้ง การวิเคราะห์หรือการประมวลผลข้อมูลภาพจำเป็นที่จะต้องทำการแยกวัตถุหรือสิ่งที่สนใจในข้อมูลภาพออกมาจากพื้นหลังของภาพ การแยกส่วนออกมาเพื่อนำภาพไปวิเคราะห์ หรือประมวลผลภาพในขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การหาขอบภาพ (Edge Detection) คือ การหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ สามารถคำนวณหาพื้นที่ ขนาด หรือการรู้จำชนิดของวัตถุนั้นได้ ขอบภาพเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับความเข้มเทาเป็นแบบทันทีทันใดจากค่าระดับต่ำไปเป็นค่าระดับความเข้มเทาสูง หรือในทางตรงกันข้ามนัยหนึ่ง คือส่วนที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องของค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลที่อยู่บริเวณติดกัน (Neighborhood Pixels) ซึ่งค่าระดับความเข้มเทาของพิกเซลที่อยู่ติดกันมีค่าต่างกันมาก ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากต่างนี้มีค่ามาก ขอบภาพจะเห็นชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

3. เทมเพลตสำหรับหาขอบภาพ

ถ้าต้องการหาขอบภาพในแนวนอนอย่างง่าย คือหาผลต่างระหว่างจุดหนึ่งกับจุดที่อยู่ข้างล่าง (หรือข้างบน) ของจุดนั้นดังนี้

$$Y_{diff}(x,y) = /(\mathrm{x},\mathrm{y}) - /(x,y+1) \quad (1)$$

โดยที่ Y_{diff} คือ ค่าความแตกต่างในแนวแกนตั้ง และ $/(x,y)$ คือค่าความเข้มแสงของจุดภาพที่ตำแหน่ง (x,y)

ผลของการใช้สมการข้างต้น มีค่าเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันภาพด้วยเทมเพลต

1

-1

การหาของภาพในแนวตั้งก็สามารถหาได้เช่นเดียวกันคือ

$$x_{diff}(x,y) = /(\mathrm{x},\mathrm{y}) - /(x,y+1) \quad (2)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

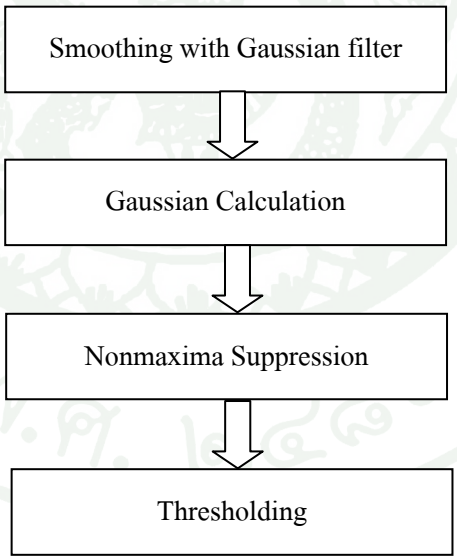
โดยที่ x_{diff} คือ ค่าความแตกต่างของค่าในแนวแกนนอน สมการที่ 2 มีให้ผลเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันด้วยเทมเพลต

-1 1

งานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Canny ในการหาขอบภาพ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการ และสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ทำให้สามารถตัดขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น (preprocessing) การหาขอบภาพ ด้วยวิธี Canny จะให้รายละเอียดภายในวัตถุได้ดีที่สุด และใช้ได้ในกรณีที่ความแตกต่างของสีมีน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

4. Canny Edge Detection Algorithm

ขั้นตอนการขอบโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของ Canny Edge Detection

การทำงานของ Canny edge detection เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้น คำนวณค่าขนาด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(magnitude) และทิศทาง (orientation) ของ gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ในถัดมาจึงใช้ nonmaxima suppression กับ gradient magnitude เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้ double thresholding algorithm เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบ และช่วยเชื่อมต่อขอบ แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Smoothing ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้ จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ Gaussian filter ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (mask) ขนาดเล็ก ขนาดของ Gaussian mask นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบ
ย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ Gaussian filter เป็นดังสมการที่ 3

$$s[i,j] = G[i,j,\sigma] * I[i,j] \tag{3}$$

กำหนดให้

$I[i,j]$	เป็นภาพที่ต้องการหาขอบ
$G[i,j,\sigma]$	เป็น Gaussian Smoothing filter
σ	เป็น spread of the Gaussian (ควบคุมระดับของการ smoothing)

Gradient Calculation ในขั้นแรกนำ smoothing image S[i, j] มาสร้าง x, y partial derivatives P[i, j] และ Q[i, j] ตามลำดับ ดังสมการที่ 4 และ 5

$$P[i,j] \approx (s[i,j+1] - s[i,j] + s[i+1,j+1] - s[i+1,j])/2 \tag{4}$$

$$\mathrm{Q}\,[\mathrm{i}\,,\mathrm{j}]\ \approx\ (\mathrm{S}[\mathrm{i},\mathrm{j}]\ -\ \mathrm{S}[\mathrm{i}+1,\mathrm{j}]\ +\ \mathrm{S}[\mathrm{i},\mathrm{j}+1]\ -\ \mathrm{S}[\mathrm{i}+1,\mathrm{j}+1])\ /\ 2 \tag{5}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากนั้นนำค่า x , y partial derivatives มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจาก rectangular ไปเป็น polar (rectangular-to-polar conversion) เพื่อหาขนาด และทิศทางของ gradient ดังสมการที่ 6 และ 7

$$M[i,j] = \sqrt{P[i,j]^2 + Q[i,j]^2} \tag{6}$$

$$\theta[i,j] = \arctan\left(Q[i,j], P[i,j]\right) \tag{7}$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อ แทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน $\arctan(x,y)$

Nonmaxima Suppression สำหรับการหาขอบโดย Canny method จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่ และเป็นทิศทางเดียวกับ gradient ด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำ Nonmaxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น local maxima points ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

Thresholding แม้ว่าภาพจะผ่านการ smoothing ในขั้นตอนแรกแล้ว ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ เนื่องจากสัญญาณรบกวน หรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลาย หรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า threshold ขึ้นมา 2 ค่า คือ high threshold (T1) และ low threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า >T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน

การกระทำการแบบเทรชโฮลด์ (Threshold) เป็นวิธีการ หรือเทคนิคการประมวลผลภาพอย่างง่าย เพื่อแบ่งแยกส่วนพื้นหน้า (Foreground) หรือวัตถุ (Object) ออกจากพื้นหลัง (Background) โดยใช้ค่าระดับเทรชโฮลด์ (T) หรือค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าค่าหนึ่งเป็นตัวกำหนดในการแยกแยะส่วนของภาพ เพื่อทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพไบนารี (Binary) ที่มีค่าระดับความเข้มเทา 2 ระดับ คือ ขาว ดำ ในการกำหนดค่าเทรชโฮลด์ถ้าค่าที่กำหนดไม่เหมาะสม เช่น น้อย หรือมากเกินไป อาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพอาจจะมีสิ่งไม่พึงประสงค์ปน เช่น สัญญาณรบกวน (Noise) การกำหนดค่าเทรชโฮลด์มีหลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งานตามเงื่อนไขของภาพต้นแบบ และวิธีการออกแบบ

การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) เป็นกระบวนการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างกลุ่ม หรือ กลุ่มของข้อมูลได้ และเพื่อทำนายว่าข้อมูลนี้ ควรจัดอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งโมเดลที่ใช้จำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามที่ได้กำหนดไว้ จะขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์เซตของข้อมูลทดลอง (Training data) โดยนำ Training data มาสอนให้ระบบเรียนรู้ว่ามีข้อมูลใดอยู่ในกลุ่มเดียวกันบ้าง ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ คือ โมเดลจัดประเภทข้อมูล (classifier model) โมเดลนี้ สามารถแทนได้ในหลายรูปแบบ เช่น Classification (IF-THEN) rules, Decision Tree, Mathematical formulae หรือ Neural networks และจะนำข้อมูลส่วนที่เหลือจาก training data เป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบ (testing data) ซึ่งเป็นกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบนี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากโมเดลเพื่อทดสอบความถูกต้อง โดยเราจะปรับปรุงโมเดลจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจ หลังจากนั้นเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา เราจะนำข้อมูลผ่านโมเดล โดยโมเดลจะสามารถทำนายกลุ่มของข้อมูลนี้ได้
Data Classification มี 2 ขั้นตอน คือ

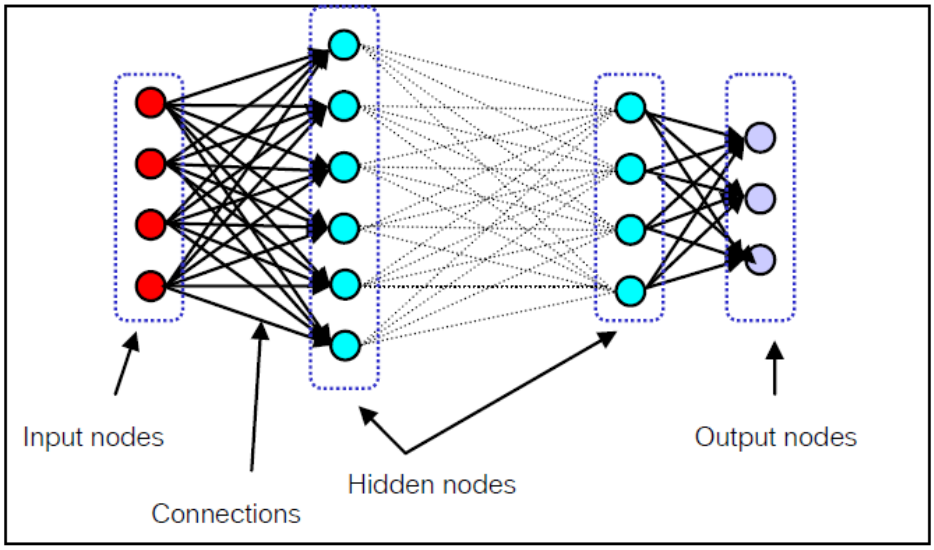
1. การเรียนรู้ (Learning) ข้อมูลทดลอง (Training Data) จะถูกวิเคราะห์โดย algorithm และ learning model ถูกแทนในรูปของ Classification rule

2. Classification เมื่อได้ Classification rules จะมีการตรวจสอบว่ากฎที่ได้สามารถทำนายได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ โดยการนำเอา test data ที่ทราบแล้วว่ามันอยู่ในกลุ่มใด ไม่เปรียบเทียบกับ learning model ถ้าหากว่าผลที่ได้มีความถูกต้องก็จะสามรถนำ model หรือกฎที่ได้ไปทำนาย credit rating ของข้อมูลลูกค้าที่เข้ามาใหม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network: ANN) เป็นการจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Biological Neurons) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการประมวลผลที่เรียกว่านิวรอน (Neuron) ทุก ๆ นิวรอนสามารถมีอินพุตได้หลายอินพุตแต่มีเอาต์พุตเพียงเอาต์พุตเดียว และทุก ๆ เอาต์พุตจะแยกไปยังอินพุตของนิวรอนอื่น ๆ ภายในโครงข่าย การติดต่อกันภายในระหว่างนิวรอนไม่ใช่ลักษณะการต่อแบบธรรมดาทุก ๆ อินพุตจะมีน้ำหนักเป็นตัวกำหนดกำลังของการติดต่อภายในและช่วยในการตัดสินใจ การทำงานของนิวรอนในบางโครงข่ายจะถูกกำหนดไว้ตายตัว แต่บางโครงข่ายสามารถที่จะปรับแต่งได้ซึ่งอาจจะเป็นการปรับแต่งจากภายนอกโครงข่ายหรือนิวรอนสามารถปรับได้ด้วยตัวเอง ในจุดนี้แสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้และจดจำของโครงข่ายประสาทเทียมสมองประกอบด้วยประสาทจำนวนมหาศาล (ประมาณ10^{11}) และมีจุดต่อจำนวนโครงข่ายประสาทประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ใยประสาท (nerve fiber หรือ dendrites) ตัวเซล(cell body หรือ soma) และแกนประสาทนำออก (axon) ในแต่ละโครงข่ายประสาทจะเชื่อมต่อกันโดยจุดประสานประสาท (synapse) ซึ่งสามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามสัญญาณที่ส่งระหว่างกันของเซลล์ประสาท การส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาททำได้โดยการถ่ายเทสารประกอบโซเดียมและโพแทสเซียม(มีสัจ, โครงข่ายประสาทเทียม et al. 2551)



ภาพที่ 2 โครงสร้างวงจรโครงข่ายประสาทเทียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงข่ายประสาทเทียม ประกอบไปด้วย 3 ชั้น ได้แก่

- ชั้นอินพุต (Input Layer)
- ชั้นซ่อน (Hidden Layer)
- ชั้นเอาท์พุต (Output Layer)

ชั้นอินพุต (Input Layer)

- เป็นชั้นที่รอรับข้อมูลเข้าสู่โครงข่ายประสาทเทียม
- ข้อมูลที่นำเข้าสู่โครงข่าย ก็คือข้อมูลที่ผ่านการเตรียมข้อมูลดังที่ได้แสดงไว้ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียม

ชั้นซ่อน (Hidden Layer)

- เป็นชั้นที่เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มข้อมูล
- โดยมีสมการในการคำนวณดังสมการ

$$y_j = f(\sum_{i=1}^{n} x_{iw_{ij}} + \theta_j) \tag{8}$$

$$f(u) = \frac{1}{1+e^{-u}} \tag{9}$$

เพื่อที่จะส่งต่อไปยังชั้นเอาต์พุต

โดยที่ y_j คือ ผลลัพธ์ในชั้นซ่อน หรือข้อมูลส่งออกในชั้นซ่อนโหนดที่ j

x_i คือ ข้อมูลนำเข้าโหนดที่ i ในชั้นอินพุต

w_{ij} คือ น้ำหนักบนเส้นเชื่อมระหว่างโหนดที่ i ในชั้นอินพุตและโหนดที่ j ในชั้นซ่อน

θ_j คือ ค่าไบแอสของโหนดที่ j ในชั้นซ่อน

n คือ จำนวนโหนดทั้งหมดของชั้นอินพุต

$f(u)$ คือ Sigmoid Function

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่ง Sigmoid Function หาได้จากสมการ

$$g(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \tag{10}$$

$$f(u) = \frac{1}{1+e^{-u}} \tag{11}$$

โดยที่ u คือ ผลลัพธ์ที่ได้จาก $\sum_{i=1}^{n} x_i w_{ij} + \theta_j$

e มีค่าประมาณ 2.71828

ชั้นเอาท์พุต (Output Layer)

- เป็นชั้นที่คำนวณหาผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทเทียม
- โดยมีสมการในการคำนวณดังสมการ

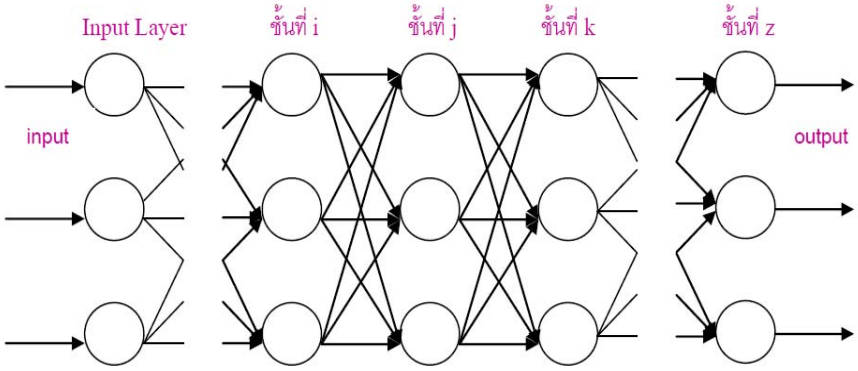
$$Z_k = f(\sum_{j=1}^{m} y_j w_{jk} + \theta_k) \tag{10}$$

- จำนวนโหนดในชั้นเอาต์พุตจะขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ต้องการจัด

Back propagation Algorithm

Back-propagation เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครือข่ายใยประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน multilayer perceptron เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้จะขึ้นกับความแตกต่างของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้กับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ พิจารณาภาพที่ 3 ประกอบ

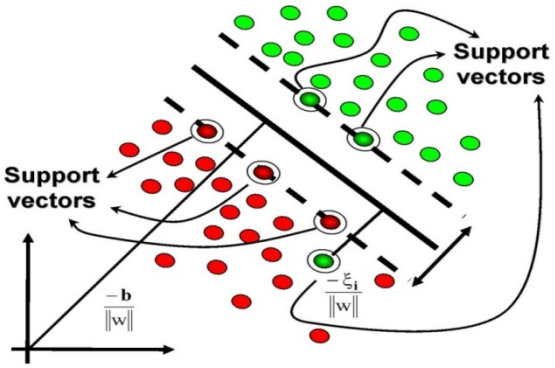
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 3 รูปแบบ Back-propagation neural network

ซัพพอตเวกเตอร์แมทชีน

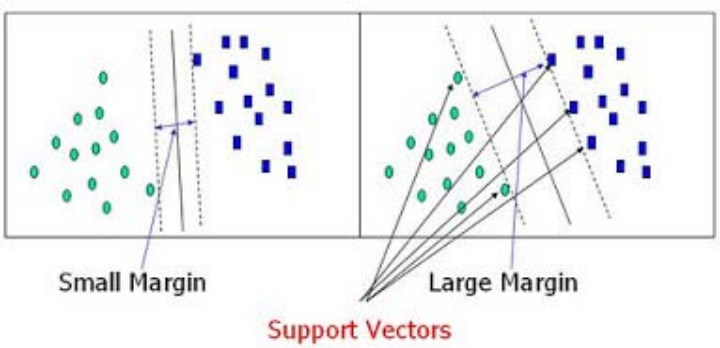
ซัพพอตเวกเตอร์แมทชีน (Support Vector Machine) หรือ SVM(จิรา แก้วสุวรรณ์ ,2549) เป็นอัลกอริทึมในการคัดแยกที่มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในด้านการประมวลผลเป็นภาพดิจิตอล หลักการของ SVM คือการให้อินพุทที่ใช้ฝึกเป็นเวคเตอร์ในสเปซ N มิติ เช่นถ้าในกรณีของ 2 มิติ และ 3 มิติ จะเป็นจุดที่อยู่ในระนาบ xy และสเปซ xyz ตามลำดับ จากนั้นทำการสร้างไฮเปอร์เพลน (Hyper plane) ที่จะแยกกลุ่มของเวคเตอร์อินพุทออกเป็นประเภทต่างๆ ในกรณีที่เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ ไฮเปอร์เพลน คือเส้นตรงและระนาบตามลำดับ ข้อเด่นของ SVM จะทำการเก็บแมพ (Map) เวคเตอร์ในสเปซอินพุทให้เข้าสู่ Feature Space โดยใช้ฟังก์ชั่นหรือเรียกว่าเคอร์นัล (kernel) ชนิดต่างๆ เช่น โพลีโนเมียล (Polynomial) เรเดียล (Radial) เป็นต้น ใน Feature Space ดังกล่าว เวคเตอร์อินพุท สามารถแยกประเภทได้โดยไฮเปอร์เพลน



ภาพที่ 4 ตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครือข่ายปัญญาประดิษฐ์ กล่าวคือ SVM ที่ใช้ฟังก์ชั่นซิกมอยด์ในการแมพ เทียบเท่ากับเครือข่ายปัญญาประดิษฐ์แบบ Feed forward ที่มี 2 ชั้น มีข้อแตกต่างจากเครือข่ายปัญญาประดิษฐ์ก็คือ การแก้สมการหาค่าน้ำหนักใช้ในการแก้สมการ Quadratic ที่มีข้อบังคับเชิงเส้น (Linear Constrained) แทนที่จะเป็นการหาค่าต่ำสุด (minimization) อย่างในกรณีของเครือข่ายปัญญาประดิษฐ์

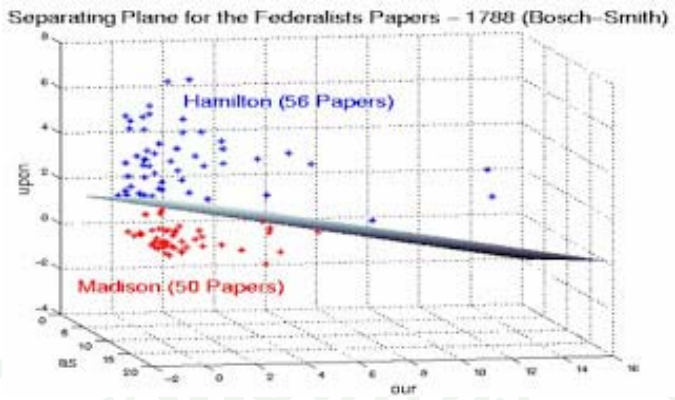


ภาพที่ 5 ตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ

สมมติว่าเราต้องการคัดแยกอินพุทออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ไฮเปอร์เพลน ที่เป็นเส้นตรง จะเห็นว่ามีเส้นตรงจำนวนมากที่สามารถคัดแยกได้ แต่เส้นตรงเส้นไหนที่ดีที่สุด (Optimal Line) ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างของ 2 เส้นตรง นิยาม Margin เป็นผลรวมระยะห่างของเส้นตรงที่เป็นไฮเปอร์เพลน (เส้นทึบในภาพที่ 5) ถึงเส้นตรงที่ผ่านอินพุทที่ใกล้ที่สุดและขนานกับไฮเปอร์เพลน ของทั้งสองกลุ่ม (เส้นทึบในภาพที่ 5) ระยะดังกล่าวอาจมองเป็นเวคเตอร์และมีชื่อว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) อัลกอริทึม SVM จะเลือกไฮเปอร์เพลนที่ให้ค่า Margin มีค่าสูงสุด ดังแสดงในภาพที่ 5 SVM ใน 2 มิติ

กรณีของ 3 มิติ ก็เช่นกัน อัลกอริทึม SVM ใน 3 มิติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 ตัวอย่าง SVM ใน 3 มิติ

นาอีฟเบย์ (Naïve-Bayes)

เป็นการจำแนกประเภทโดยใช้หลักสถิติในการพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสมาชิก หลักการของวิธีการนี้ใช้การคำนวณความน่าจะเป็นซึ่งถูกใช้ใน การทำนายผล Naïve-Bayes เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาแบบ classification ที่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้และสามารถอธิบายได้ด้วย มันจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ การเรียนรู้เบย์อย่างง่าย เป็นวิธีจำแนกประเภทข้อมูลที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง โดยที่ใช้ในงานจัดหมวดหมู่ (Classification) ได้ดี อัลกอริทึมในการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เหมาะกับกรณีของเซตตัวอย่างมีจำนวนมากและคุณสมบัติ (Attribute) ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน โดยกำหนดให้ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่จะเป็น(รุ่งวรวุฒิ, 2556)

ทฤษฎีของเบย์ (Bayesian theorem)

ให้ D แทนข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณการแจกแจงความน่าจะเป็น posteriori probability ของสมมติฐาน h คือ P(h|D) ตามทฤษฎี

$$P(h|D) = \frac{P(D|h)P(h)}{P(D)} \quad (13)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

P(h) คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของสมมติฐาน *h*

P(D) คือ ความน่าจะเป็นก่อนหน้าของชุดข้อมูลตัวอย่าง *D*

P(h|D) คือ ความน่าจะเป็นของ *h* เมื่อรู้ *D*

P(D|h) คือ ความน่าจะเป็นของ *D* เมื่อรู้ *h*

วิธีการ Cross-validation

วิธีการ Cross-validation หรือที่นิยมเรียกว่า "*k-fold cross validation*" จะเริ่มจากการสุ่มแบ่งข้อมูลออกเป็น *k* ส่วน ที่ซึ่งจะมีข้อมูลไม่ซ้ำกัน โดยชุดข้อมูลย่อย $D_1, D_2, \dots, D_k$ จะมีจำนวนเรคคอร์ดเท่ากัน จากนั้นจะทำการเรียนรู้และทดสอบตัวจำแนกข้อมูลทั้งสิ้น *k* ครั้ง โดยในการทำงานในรอบที่ *i* เราจะกำหนดให้ชุดข้อมูลย่อย D_i ให้เป็นชุดข้อมูลทดสอบ และชุดข้อมูลอื่นๆเป็นชุดข้อมูลสอน ตัวอย่างเช่น ในการทำงานรอบแรก ชุดข้อมูลย่อย $D_2, \dots, D_k$ จะเป็นชุดข้อมูลสอน และชุดข้อมูลย่อยD_1 จะเป็นชุดข้อมูลทดสอบ แต่สำหรับการทำงานในรอบที่สอง ชุดข้อมูลย่อย $D_1, D_2, \dots, D_k$ จะเป็นชุดข้อมูลสอน และชุดข้อมูลย่อย D_2 จะเป็นชุดข้อมูลทดสอบ ตามลำดับ

การทำงานของ *k-fold cross validation* ข้อมูลแต่ละเรคคอร์ดจะถูกพิจารณาเป็นจำนวนเท่าๆกันที่ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นข้อมูลสอนทั้งสิ้น *k* -1 และทำหน้าที่เป็นข้อมูลทดสอบ 1 ครั้ง โดยการประเมินค่าความถูกต้องจะสามารถทำได้ในแต่ละรอบที่ k^{th} ของการทางาน โดยในการประเมินค่าความถูกต้องจากการจำแนกข้อมูลในการทำงานรอบที่ k^{th} จะสามารถคำนวณได้จากจำนวนเรคคอร์ดที่ถูกจำแนกได้อย่างถูกต้องหารด้วยจำนวนเรคคอร์ดทั้งหมดในชุดข้อมูล แต่สำหรับการทำนายข้อมูล เราจะสามารถประเมินค่าความผิดพลาดได้จากจำนวนค่าความสูญเสียในรอบที่ k^{th} หารด้วยจำนวนเรคคอร์ดทั้งหมดในชุดข้อมูล (ข้อสังเกตุ โดยส่วนใหญ่ของการทดลองมักจะกำหนดค่า *k* = 10 ที่ซึ่งจะเรียกว่า 10-fold cross-validation)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การชี้วัดความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล

1. Precision

$$\text{Precision} = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive} \quad (14)$$

2. Recall

$$\text{Recall} = \frac{True\ \boldsymbol{Positive}}{True\ Positive + False\ Negative} \quad (15)$$

3. F-measure

$$\text{F} - \text{measure} = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (16)$$

ความรู้ทั่วไปเมล็ดพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอันดับแรกในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนการผลิตถ้าหากว่ามีพันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพทั้งข้าวคุณภาพดี ข้าวคุณภาพปานกลางข้าวคุณภาพต่ำ และข้าวคุณภาพพิเศษที่ตรงกับความต้องการของตลาดเพื่อทำผลิตภัณฑ์มีความต้านทานต่อโรคแมลง และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่น แล้วจะเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวหรือเป็นการลดต้นทุนการผลิตข้าวได้เป็นอย่างดี เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ดีมีคุณภาพต้องตรงตามมาตรฐานกรมการข้าว ระเบียบกรมการข้าว ว่าด้วยมาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวและพืชไร่ พ.ศ.2552 ซึ่งได้ประกาศใช้เมื่อวันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2552 โดยการปรับปรุงระเบียบกรมการข้าวเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูงที่ผลิตตามขั้นตอนของกรมการข้าวมีเกณฑ์ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กรมการข้าวได้กำหนดมาตรฐานชั้นพันธุ์เมล็ดพันธุ์ข้าว 4 ชั้นพันธุ์ ดังนี้

เมล็ดพันธุ์คัด คือ เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตขึ้นโดยนักปรับปรุงพันธุ์ซึ่งต้องทำการคัดเลือกเฉพาะเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณสมบัติตามที่นักปรับปรุงพันธุ์กำหนดคิดค้นขึ้นมาภายใต้การควบคุมการตรวจพันธุ์อย่างถี่ถ้วน เมล็ดพันธุ์คัดจะนำไปปลูกเป็นพันธุ์หลักในปีต่อไป

เมล็ดพันธุ์หลัก คือ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากกรปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์คัดภายใต้คำแนะนำและวิธีการของนักปรับปรุงพันธุ์ของกรมวิชาการเกษตรหรือสถาบันวิชาการฯเพื่อรักษาความบริสุทธิ์และลักษณะประจำพันธุ์ของพืชนั้นๆเมล็ดพันธุ์หลักที่ได้นำไปปลูกเป็นพันธุ์ขยายต่อไป

เมล็ดพันธุ์ขยาย คือ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์หลักโดยเกษตรกรที่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้จัดทำแปลงขยายพันธุ์ภายใต้การควบคุมดูแลและให้คำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ และเจ้าหน้าที่ผลิตเมล็ดพันธุ์ของศูนย์ขยายพันธุ์พืชกรมส่งเสริมการเกษตร

เมล็ดพันธุ์จำหน่าย คือ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ขยายโดยเกษตรกรแปลงขยายพันธุ์ด้วยการปฏิบัติตามวิธีาการที่ได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ ของศูนย์ขยายพันธุ์พืชกรมส่งเสริมการเกษตรเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์จำหน่ายให้แก่เกษตรกรทั่วไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

มาตรฐานคุณภาพเมล็ดพันธุ์	ชั้นพันธุ์		
	หลัก	ขยาย	จำหน่าย
เมล็ดพันธุ์สุทธิไม่น้อยกว่า (%)	98	98	98
สิ่งเจือปนสูงสุดไม่เกิน 2 (%)	2	2	2
เมล็ดพันธุ์อื่น(พันธุ์ปน)สูงสุดไม่เกิน	5 เมล็ดต่อ 500 กรัม	15 เมล็ดต่อ 500 กรัม	20 เมล็ดต่อ 500 กรัม
ข้าวแดง	ไม่มี	5 เมล็ดต่อ 500 กรัม	10 เมล็ดต่อ 500 กรัม
ความงอกไม่น้อยกว่า (%)	80	80	80
ความชื้นไม่เกิน (%)	14	14	14

ที่มา: กรมการข้าว (2547)

การตรวจสอบพันธุ์ปน (varietal test)

การตรวจสอบหรือการจำแนกพันธุ์ปน เป็นปัญหาหนึ่งของนักวิชาการด้านเมล็ดพันธุ์ ในการตรวจสอบพันธุ์ปนในห้องปฏิบัติการนั้น ผู้วิเคราะห์ต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญ และได้รับการฝึกให้ทราบถึงลักษณะของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่วิเคราะห์เป็นอย่างดี สามารถทำได้หลายวิธี เช่นในลักษณะทางสัณฐานวิทยา ระดับเอนไซม์ หรือองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ด อย่างไรก็ตามเทคการตรวจสอบยังต้องได้รับการปรับปรุงตลอดเวลาแม้ว่าการใช้ DNA จะเป็นเทคนิคที่ให้ความแม่นยำได้ดีที่สุด แต่มีราคาแพง ใช้เวลานาน ไม่เหมาะกับการตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ปกติแต่สามารถใช้ได้ในกรณีที่มีปัญหาสงสัย เช่น การพิสูจน์ยืนยันพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจนาพันธุ์ (Field inspection)

เป็นการดูลักษณะทั่วๆไปของแปลง ไม่ได้ลงรายละเอียดมาก ในการตรวจพันธุ์ปนของข้าว สถาบันวิจัยข้าวแนะนำให้ทำการตรวจตัดข้าวปน 5 ระยะ ในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ กรณีพันธุ์คัดหากผิดปกติให้ตัดทิ้งทั้งแถว ถ้าพันธุ์หลักหรือเมล็ดพันธุ์ทั่วไปถอนเป็นกอดังนี้

1. ในแปลงกล้า ต้นกล้าใดมีลักษณะหรือสีผิดจากต้นกล้าธรรมดาให้ถอนทิ้ง สังเกตได้จากต้นกล้าข้าวที่มีใบสีซีดขาว และต้นกล้าข้าวที่มีลักษณะแตกต่างไปจากพันธุ์ข้าวที่ใช้ตกกล้า

2. ระยะแตกกอ ดูลักษณะการแตกกอ การชูใบ ความสูงของต้น สีของใบและต้น ต้นหรือแถวใดมีลักษณะผิดปกติ หรือไม่เหมือนต้นอื่นให้ถอนทิ้ง สังเกตได้จากการแตกกอ ทรงพุ่ม ลักษณะสีของกาบใบ ขนาดและความยาวของใบข้าว มุมของยอดข้าว สีของปล้องที่หุ้มลำต้นตลอดจนความสูงของต้นข้าว

3. ระยะออกดอก ถ้าแถวหรือต้นใดออกดอกเร็วหรือช้ากว่าต้นส่วนใหญ่ให้ถอนทิ้ง สังเกตได้จากลักษณะของกาบใบ สีของใบ ขนาดและความยาวของใบ ขนาดและความยาวของใบธง สีของดอกข้าวหรือรวงข้าว ลักษณะของเมล็ด ความสูงของต้นข้าว เป็นต้น เนื่องจากข้าวพันธุ์เดียวกันย่อมมีลักษณะต่างๆ เหมือนกัน ดังนั้นในระยะนี้จึงสามารถทราบว่าต้นข้าวต้นใดเป็นข้าวพันธุ์อื่นปนหรือต้นใดเป็นข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า ซึ่งโดยทั่วไปข้าวเหนียวจะให้รวงข้าวหรือดอกข้าวในระยะแรกสีขาว หลังจากดอกข้าวผสมเกสรแล้วสีเมล็ดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ โดยจะเปลี่ยนสีจากปลายรวงไปโคนรวง แต่ถ้าเป็นข้าวเจ้ารวงข้าวที่โผล่หรือดอกข้าวจะมีสีขาวหรือเขียวอ่อนทั้งรวง ถึงแม้ว่าดอกข้าวจะถูกผสมเกสรแล้วก็ตาม

4. ระยะโน้มรวงแถวหรือต้นใดที่พึ่งโพล่งหรือยังไม่โพล่งขณะที่ส่วนใหญ่โน้มรวงหมดแล้วให้ตัดทิ้งสังเกตได้จากความสม่ำเสมอหรือความพร้อมเพียงกันในการโน้มรวง ถ้าพบข้าวที่เพิ่งโผล่รวง หรือยังไม่ออกดอก หรือโน้มรวงจนข้าวเหลืองแล้วให้ถอนทิ้ง และดูขนาดความยาว ความกว้าง และสีของใบธง ลักษณะการตั้งของใบธง การยืดของคอรวง ลักษณะรวง ลักษณะรูปร่าง ขนาดและสีเปลือกของเมล็ด

5. ระยะสุกแก่ ตรวจดูลักษณะเมล็ดให้ตรงตามพันธุ์สังเกตได้จากความสม่ำเสมอหรือความพร้อมเพรียงกันในการแก่ของเมล็ด การแก่ของใบธง ลักษณะรูปร่าง และขนาดของเมล็ด สี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลือก และลักษณะประจำพันธุ์อื่นๆ เช่น หางของเมล็ด ก้นจุดที่ปลายเมล็ด และกระหรือแถบที่เปลือก

ภาพที่ 7 การตรวจนาพันธุ์

ที่มา: เอกสงวน ชูวิสิฐกุล(2544)

การกำจัดข้าวปนโดยการตรวจนาพันธุ์จะต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และลักษณะคนที่จะสามารถทำงานกำจัดข้าวปน จะต้องเป็นคนที่มีลักษณะขยัน ละเอียด สายตาดี มีความชำนาญและรู้จักลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวที่ปลูก และจะต้องรวมกลุ่มกันถอนพันธุ์ปน โดยใช้วิธีลงแขกและเดินเรียงหน้ากระดานเพื่อถอนพันธุ์ปน เพื่อให้งานเสร็จเร็ว ข้าวปนไม่หลงสายตา ผู้ถอนพันธุ์ปนไม่รู้สึกเครียด และท้อใจ ขณะปฏิบัติงานจะต้องหยุดพักสายตาเป็นระยะ และทางเดินเพื่อถอนพันธุ์ปน ถ้าเดินทางกับแนวแสงอาทิตย์ จะทำให้ตาพร่า ขณะตรวจดูข้าว ระยะมองไปข้างหน้าห่างประมาณ 2 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลูกทดสอบในกระถาง หรือแปลงขนาดเล็ก ที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ศึกษาลักษณะประจำพันธุ์

1. สีต้น สังเกตุและศึกษาสีต้นข้าวบางสายพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ของสีต้นที่แตกต่างกัน

2. ความสูงของต้น

3. ความยาวรวง

4.วันออกดอก

5. มุมใบ

6. รูปทรงพุ่ม

ภาพที่ 8 ปลูกทดสอบในกระถาง หรือแปลงขนาดเล็ก (plot test)

ที่มา: นันทกร บุญเกิด(2555)

ตรวจสอบพันธุ์ปนในห้องปฏิบัติการ สามารถตรวจสอบได้หลายวิธี(ชูวิสิฐกุล, 2544)

1. ตรวจสอบจากเมล็ดแห้ง (dry seed) โดยดูจากลักษณะที่ปรากฏภายนอก (morphological character) โดยรวม เช่น รูปทรงสันฐาน สีเปลือก ขนาดเมล็ด รูปร่าง และการมีหางของเมล็ด เป็นต้นเมล็ดที่แตกต่างไปจะถือว่าเป็นพันธุ์ปนเมล็ดข้าวบางพันธุ์มีจำนวนเมล็ดที่มี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หางมาก แต่บางพันธุ์โดยลักษณะประจำพันธุ์แล้วไม่มีหางแต่พบว่ามีหางบ้างในบางพื้นที่ ดังนั้น การมีหางบ้างของเมล็ดพันธุ์ อาจไม่ถือเป็นพันธุ์ปนหากลักษณะอื่นเหมือนเมล็ดโดยรวม ในขั้นตอนการตรวจตัดพันธุ์ปนของเมล็ดพันธุ์ต้องเข้มงวดเป็นพิเศษ หากลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดนั้นไม่มีหาง การตรวจสอบจากการดูเมล็ดแห้งนี้ง่าย แต่ผู้ปฏิบัติจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ช่างสังเกต มีความรู้เกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์ของพันธุ์ที่จะตรวจสอบ และได้รับการฝึกจนชำนาญ เมล็ดพันธุ์ที่ตรวจสอบนั้นหากเป็นพันธุ์แท้ ทราบประวัติแน่นอน มีการดูแลตรวจตัดข้าวปนอย่างดีตามหลักวิชาการในการผลิตเมล็ดพันธุ์ จึงดูจากความสม่ำเสมอได้ แต่หากไม่ทราบประวัติแน่นอน ควรมีการตรวจสอบให้แน่ชัดว่าเป็นพันธุ์อะไรซึ่งอาจต้องใช้วิธีอื่นช่วย

ภาพที่ 9 การตรวจสอบพันธุ์ปนด้วยการสังเกตลักษณะที่สังเกตภายนอก

2. ตรวจสอบโดยใช้วิธีการทางเคมี (chemical test) เช่น phenol test โดยสารละลาย 1% phenol (ISTA, 2003) แล้วสังเกตความต่างของเฉดสีน้ำตาลซึ่งจะไล่จากสีจางไปเข้ม หรือใช้สารละลายไอโอดีนในการแยกข้าวเหนียวและข้าวจ้าว หรืออาจใช้ alkali test เพื่อแยกลักษณะข้าวนุ่มและข้าวแข็ง อีกวิธีการที่นิยมในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ในต่างประเทศ คือ Polyacrylamide Gel Electrophoresis (PAGE) และ Ultrathin-layer Isoelectric Focusing (UTLIEF) (ISTA, 2003) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 การตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ปนทางเคมี

ที่มา: วิไล ปาละวิสุทธิ์(2548)

3. ตรวจสอบพันธุกรรม ในการตรวจสอบจะทำการตรวจเมล็ดข้าวสาร ลักษณะเต็มเมล็ดหรือข้าวหักที่ไม่เล็กกว่าครึ่งเมล็ด การตรวจสอบดีเอ็นเอด้วยโมเลกุลเครื่องหมาย หรือ การจัดทำลายพิมพ์เอกลักษณ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprinting) โดยการใช้โมเลกุลเครื่องหมายมาตรวจสอบความแตกต่างของรหัสพันธุกรรมของข้าวแต่ละพันธุ์ การตรวจสอบหาความแตกต่างของข้าวแต่ละพันธุ์ หลังจากการสีข้าวแล้ว ค่อนข้างซับซ้อนและยุ่งยาก ข้าวสารที่ได้ไม่สามารถจะนำมาเพาะให้เป็นต้น การตรวจสอบการปลอมปนพันธุ์ในข้าวสาร จึงต้องทำการสกัดดีเอ็นเอจากเมล็ดข้าวสาร เมล็ดเดี่ยวซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากเนื่องจากเมล็ดข้าวสารมีองค์ประกอบหลักคือแป้งและมีปริมาณดีเอ็นเอน้อยมาก

ภาพที่ 11 การตรวจสอบพันธุกรรมเมล็ดข้าวสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะประจำพันธุ์ของเมล็ดข้าวที่ทำการศึกษา

ลักษณะรูปร่างของเมล็ด

1) ยาว เรียว
2) สั้น
3) ค่อนข้างป้อม
4) ป้อม

สีของเปลือกเมล็ด

1) สีฟาง
2) สีฟางขีดน้ำตาล
3) สีดำ
4) สีม่วง
5) สีฟางขีดดำ
6) สีฟางกระม่วง

ภาพที่ 12 ตัวอย่างลักษณะสีเมล็ดพันธุ์ข้าว

ที่มา: มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์(2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สีปลายยอดเมล็ด (apiculus color)

1) สีฟาง
2) สีน้ำตาล
3) สีแดง
4) สีม่วง
5) สีดำ

ภาพที่ 13 ตัวอย่างสีปลายยอดเมล็ด

ขนบนเปลือกเมล็ด

1) เกลี้ยงไม่มีขน
2) ขนสั้น
3) ขนยาวคล้ายกำมะหยี่

การมีหาง

1) หางสั้น
2) ไม่มีหาง
3) หางยาว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 14 การมีหางของข้าว

ลักษณะบางประการของเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกบางพันธุ์

ตารางที่ 2 ลักษณะบางประการของเมล็ดข้าวเปลือกบางพันธุ์

พันธุ์	สีเปลือก	รูปร่าง	ขนาดของข้าวเปลือก (มม.)		
			ยาว	กว้าง	หนา
กข1	ฟาง	เรียว	9.46	2.44	2.02
กข6	ฟางขีดน้ำตาล	เรียว	9.62	2.68	1.96
กข7	ฟาง	เรียว	9.49	2.64	1.98
กข8	ฟางขีดน้ำตาล	ค่อนข้างป้อม	9.51	2.94	2.07
กข9	ฟาง	เรียว	9.41	2.69	2.05
กข10	ฟาง	เรียว	10.78	2.65	2.08

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พันธุ์	สีเปลือก	รูปร่าง	ขนาดของข้าวเปลือก (มม.)		
			ยาว	กว้าง	หนา
กข11	ฟาง	เรียว	10.22	2.52	1.98
กข15	ฟาง	เรียว	10.45	2.51	1.88
กข21	ฟางกระน้ำตาล	เรียว	9.75	2.68	1.98
กข23	ฟาง	เรียว	9.46	2.48	2.01
กข25	ฟาง	เรียว	9.09	2.56	2.00
กข27	ฟางกระน้ำตาล	เรียว	9.58	2.56	1.98
ขาวดอกมะลิ 105	ฟาง	เรียว	10.53	2.51	2.00
นางมลเอส-4	ฟาง	เรียว	10.78	2.89	2.14
เหลืองประทิว123	ฟางขีดน้ำตาล	เรียว	9.67	2.59	2.01
ขาวปากหหม้อ 148	ฟาง	เรียว	10.12	2.84	2.10
เก้ารวง88	ฟางกระน้ำตาลเล็กน้อย	เรียว	9.92	2.55	2.08
น้ำสะกุย19	ฟางก้นจุกสีน้ำตาล	เรียว	9.98	2.44	2.03
เหนียวสันป่าตอง	ฟางขีดน้ำตาล	เรียว	10.03	2.64	1.99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พันธุ์	สีเปลือก	รูปร่าง	ขนาดของข้าวเปลือก (มม.)		
			ยาว	กว้าง	หนา
สุพรรณบุรี1	ฟาง	เรียว	10.07	2.47	2.04
สุพรรณบุรี2	ฟาง	เรียว	9.9	2.50	2.02
ปทุมธานี 1	ฟาง	เรียว	10.52	2.47	1.95
ชัยนาท 1	ฟาง	เรียว	10.80	2.57	1.96
พิษณุโลก 60-1	ฟางกระน้ำตาล	เรียว	10.25	2.61	2.01
หางยี 71	ฟางขีดน้ำตาลดำ	เรียว	9.72	2.32	1.89
อาร์-258	ฟาง	ป้อม	9.49	3.68	2.32
ซิวแม่จัน	ฟางก้นจุดสีดำ	เรียว	10.03	2.60	2.03
พิษณุโลก 60-2	ฟาง	เรียว	9.71	2.34	1.92

ที่มา : เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข (2534)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยของ Liu et al. (2005) ได้ตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวหกสายพันธุ์ในประเทศจีน โดยใช้ Feed-Forward Neural Network เป็นเครื่องจักรการเรียนรู้และ และใช้“ลักษณะสัณฐาน”และ “สี”เป็นลักษณะเด่น เพื่อจำแนกหาความแตกต่างของแต่ละพันธุ์ด้วย Principal component analysis (PCA) ในการวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวนน้อย เมล็ดข้าวที่ใช้มีขนาดที่แตกต่างกันมาก บางพันธุ์มีลักษณะเมล็ดอ้วนป้อม บางพันธุ์มีลักษณะเรียว และไม่สามารถแยกข้าวที่มีจำนวนมากได้นัก

Lihare and Bawane. (2012) ได้จำแนกภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยใช้ Neural Network ตามคุณภาพของเมล็ด โดยพิจารณาจากขนาดของข้าวเปลือกแยกคุณภาพเป็นสามระดับ ตามขนาด ใหญ่ กลาง และ เล็กซึ่งพารามิเตอร์ที่สำคัญได้แก่แกนหลักและแกนขวาง และพื้นที่ของเมล็ดข้าว อย่างไรก็ตามแกนหลักของข้าวเปลือกไม่สามารถนำมาใช้กับเมล็ดข้าวที่มีขนาดเท่ากันได้ และในงานนี้ใช้ได้กับเมล็ดข้าวเปลือกที่มีขนาดที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ทำให้ง่ายต่อการคัดแยก

Aluru et al. (2011) เสนอวิธีวัดคุณภาพของเมล็ดข้าวสาลี ตามความหนาของเมล็ด ซึ่งวัดโดยการคำนวณทางคณิตศาสตร์จากพารามิเตอร์เรขาคณิตของวัตถุ ใช้เทคนิคการดึงลักษณะของภาพตัวอย่างเมล็ดข้าวสาลี โดยวัดพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ด้วยพื้นที่ความยาวความกว้าง เส้นรอบวง เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดข้าวสาลี และสามารถบอกได้ว่าเมล็ดข้าวนั้นเป็นข้าวสาลีหรือไม่ โดยดูจาก ระยะแกนเมล็ด ระยะแนวขวาง ระยะรอบเมล็ดแล้วมาหาค่า aspect ratio กับ Form Factor การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลของเมล็ดข้าวสาลี และใช้ Neural Network มาสร้างตัวจำแนก จากการทดลองพบว่าวิธีนี้มีความแม่นยำ แต่เนื่องจากเมล็ดข้าวสาลีมีขนาดใหญ่ง่ายต่อการวัด และขนาดเมล็ดหักมีขนาดแตกต่างกันกับเมล็ดข้าวสาลีมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ฮาร์ดแวร์ระบบ

1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Windows Server 64 bit มี 16 core processors และหน่วยความจำ 96 GB

1.2 กล้องดิจิตอลความละเอียดมากกว่า 10 ล้านพิกเซล

2. ซอฟต์แวร์ระบบ

2.1 ระบบปฏิบัติการวินโดว์

2.2 โปรแกรม Machine Learning

3. ตัวอย่างการทดลอง

3.1 เมล็ดพันธุ์ข้าวหอมมะลิ 105

3.2 เมล็ดพันธุ์ข้าวปทุมธานี 1

3.3 เมล็ดพันธุ์ข้าวชัยนาท 1

3.4 เมล็ดพันธุ์ข้าวกข 6

3.5 เมล็ดพันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1

3.6 เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

ในงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงการศึกษาขั้นตอนวิธีการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าว และการชี้วัดความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล ในงานวิจัยนี้การชี้วัดความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล ดังนี้

1. Precision

$$\text{Precision} = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Positive}$$

2. Recall

$$Recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

3. F-Measure

$$F - Measure = 2 \times \frac{Precision\ \times Recall}{Precision + Recall}$$

$True\ Positive$ คือ จำนวนข้าวที่จำแนกถูกที่ดึงออกมา

$False\ Positive$ คือ จำนวนข้าวที่จำแนกถูกทั้งหมด

$False\ Negative$ คือ จำนวนข้าวที่จำแนกผิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวางแผนขั้นตอนการทำงาน

วิธีการในการวิจัย

1. ทำการศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในปัจจุบัน
2. ศึกษาความแตกต่างของเมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละสายพันธุ์
3. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อทำการตรวจสอบ
4. ทดลองการใช้งานโปรแกรมและแก้ไข
5. ทดสอบการใช้งานโปรแกรมกับตัวอย่างการทดลองจริง

วิธีการในการศึกษากลุ่มตัวอย่าง

1. ศึกษาเอกลักษณ์ลักษณะกายภาพภายนอกของเมล็ดพันธุ์ข้าว
2. เปรียบเทียบหาข้อแตกต่าง จุดเด่นประจำพันธุ์
3. พิจารณาขนาด ความกว้าง ความยาว และพื้นที่ของเมล็ดพันธุ์ข้าว
4. พิจารณาจากรูปร่างสี และรูปทรงเมล็ด
5. ทดสอบสมมติฐาน
6. สรุปผล

2. แนวคิดในการวิเคราะห์

1. ศึกษา feature ของภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวแต่ละชนิด โดยสังเกตความแตกต่างจากโครงสร้างของเมล็ดข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 โครงสร้างของเมล็ดข้าว

2. ใช้ตัวจำแนก

   - จำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวออกเป็นสายพันธุ์
   - ข้าวต่างสายพันธุ์มีความแตกต่างกัน

3. ทดสอบความแม่น วัดความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

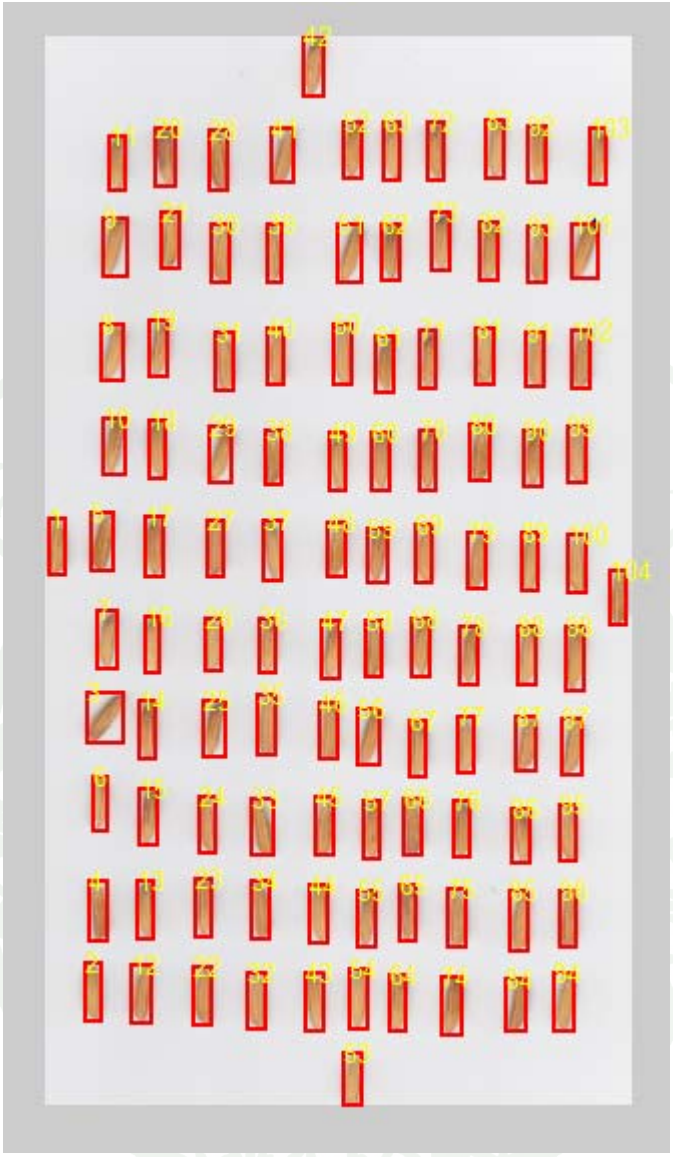
การทดลอง

นำเมล็ดข้าวทุกพันธุ์มาจำนวนหนึ่งแล้วสกัด Feature ทุกเมล็ด เก็บเป็น feature vector ในฐานข้อมูล

1. ขั้นตอนการตัดภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

    1) เริ่มต้นจากการอ่านภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว
    2) แปลงภาพ RGB เป็น HSV
    3) ทำการหาขอบภาพด้วย canny edge detection
    4) ตีกรอบเมล็ดข้าวทีละ 1 เมล็ด และใส่หมายเลขตามลำดับที่ตีกรอบ ดังภาพที่ 15
    5) ตัดภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวออกทีละ 1 เมล็ดดังภาพที่ 16 และทำการบันทึกชื่อตามหมายเลยที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 segment เมล็ดข้าว

ภาพที่ 17 ตัดภาพเมล็ดข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ขั้นตอนหามุม

1) เริ่มต้นจากการอ่านภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วนำภาพที่ได้เข้าสู่ขบวนการ ตัดภาพเมล็ดข้าวออกทีละเมล็ดหานิเสธของภาพ (negative)

2) สร้างเงื่อนไขภาพกำหนดให้ y_1 =1

3) หา projection ตามแนวแกนนอนเพื่อนำไปหาจุดที่โค้งที่สุด

4) หาตำแหน่งที่จุดภาพ (pixel) มีค่ามากกว่าศูนย์

5) หาจุดศูนย์กลางของภาพ

6) หาจุดที่ projection ที่ยาวที่สุดหาตำแหน่งที่ projection มีค่าสูงสุด

7) นำจุดแรกที่ projection มีค่าสูงเป็นตำแหน่ง y_2

8) หาตำแหน่งที่เส้น profile ในตำแหน่ง y_2มีค่ามากกว่า 0

9) x_b, x_cคือจุดที่ profile มีค่ามากกว่า 0

10) หาความยาวเส้นรอบรูปสามเหลี่ยม $s_1, s_{2,} s_3$

11) คำนวณหาค่า θ

12) จะได้ค่าของมุมหาง (C_1) และมุมหัว (C_2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตัวอย่างค่ามุมหาง มุมหัวเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยเฉลี่ย

พันธุ์ข้าว	มุมหาง	มุมหัว
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	54.81	59.98
กข. ๖	80.98	82.54
ปทุมธานี ๑	25.68	57.48
พิษณุโลก ๒	78.15	77.33
สุพรรณบุรี ๑	72.58	72.97
ชัยนาท ๑	66.86	67.02

จำแนกกลุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าว

นำ Feature vector ที่ได้มาจำแนกกลุ่มเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้ง 6 สายพันธุ์ ด้วย naïve bayes และ SVM โดยจำแนกเป็น 6 กลุ่ม และได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วย naïve bayes และ SVM

พันธุ์ข้าว	ตัวจำแนก (Classifier)	ความแม่นยำ (Precision)	ค่าระลึก (Recall)	อัตราการรู้จำ (F-Measure)
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	NB	0.98	0.97	0.97
	SVM	0.99	0.99	0.99
ปทุมธานี ๑	NB	0.97	0.92	0.96
	SVM	0.99	0.98	0.99
ชัยนาท ๑	NB	0.95	0.99	0.97
	SVM	0.99	0.99	0.99
กข. ๖	NB	0.76	0.32	0.40
	SVM	0.99	1	0.99
พิษณุโลก ๒	NB	0.81	0.74	0.77
	SVM	0.99	0.99	0.99
สุพรรณบุรี ๑	NB	0.49	0.86	0.62
	SVM	1	1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการเก็บข้อมูลได้ค่า Feature vector ของเมล็ดพันธุ์ข้าว จากขั้นตอนการหามุมเมล็ดพันธุ์ข้าว ดังนี้

ตารางที่ 5 ตัวอย่างค่า feature vector เฉลี่ย ของข้าวหกสายพันธุ์

พันธุ์ข้าว	มุมหาง	มุมหัว	ระยะแนวขวาง	ระยะแนวยาว	พื้นที่กรอบ
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	54.81	59.98	0.30	0.74	0.56
กข. ๖	80.98	82.54	0.54	0.67	0.71
ปทุมธานี ๑	25.68	57.48	0.92	0.87	0.85
พิษณุโลก ๒	78.15	77.33	0.23	0.71	0.51
สุพรรณบุรี ๑	72.58	72.97	0.53	0.58	0.61
ชัยนาท ๑	66.86	67.02	0.56	0.68	0.63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเตรียมข้อมูล

ภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

เมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งหกสายพันธุ์ในการทดลองได้มาจาก กรมการข้าว โดยคัดเลือกเมล็ดแบบสุ่ม พันธุ์ละ ๑๒๐ เมล็ด รวม ๗๒๐ เมล็ดทั้งนี้ข้อมูลภาพถ่ายทั้งหมดสำหรับการทดลองนี้สามารถนำไปใช้ได้จากhttp://madlab.cpe.ku.ac.th/ricegrain/

การถ่ายภาพเป็นการถ่ายโดยการกำหนดระยะระหว่างกล้องและเมล็ดข้าวคงที่ มีการควบคุมแสงภายนอกระหว่างถ่ายภาพ ภาพมีความละเอียด 300 dpi ทุกเมล็ดใช้การถ่ายแบบเดียวกันทั้งหมด

ภาพเมล็ดข้าวทั้งหมดจะแปลงจากภาพสีเป็นภาพสีเทา (gray scale) จากนั้นนำภาพมาผ่าน canny detection เพื่อตรวจสอบตำแหน่งเมล็ด และตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบเมล็ดข้าว และตัดออกมาเป็นภาพรูปละหนึ่งเมล็ด ก่อนนำไปสู่การสกัดลักษณะเด่น

การสกัดลักษณะเด่น

การประมวลภาพแต่ละเมล็ดเพื่อหาลักษณะเด่นซึ่งได้แก่ “มุมหัว” “มุมหาง” “ระยะแนวยาว” “ระยะแนวขวาง” และ “พื้นที่กรอบ” ของเมล็ดข้าว ค่าที่วัดได้ “มุมหาง” “มุมหัว” มีหน่วยเป็นเรเดียน และ “ระยะแนวยาว” “ ระยะแนวขวาง” “พื้นที่กรอบ” ค่าที่ได้ผ่านการ normalize จึงไม่มีหน่วย ซึ่งผลของการวัดโดยเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ค่าลักษณะเด่นเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าว	มุมหาง	มุมหัว	ระยะแนวยาว	ระยะแนวขวาง	พื้นที่กรอบ
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	54.81	59.98	0.30	0.74	0.56
กข. ๖	80.98	82.54	0.54	0.67	0.71
ปทุมธานี ๑	25.68	57.48	0.92	0.87	0.85
พิษณุโลก ๒	78.15	77.33	0.23	0.71	0.51
สุพรรณบุรี ๑	72.58	72.97	0.53	0.58	0.61
ชัยนาท ๑	66.86	67.02	0.56	0.68	0.63

ลักษณะเด่นที่เหมาะสมกับพันธุ์ข้าวที่สนใจ

งานวิจัยนี้ เปรียบเทียบผลกับงานของ Liu Zhao-Yan et al. (2005) ซึ่งตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ข้าวหกสายพันธุ์ ด้วย Feed-Forward Neural Network โดยใช้สัณฐานของภาพเป็นลักษณะเด่น แต่เนื่องจากการทดลองดังกล่าวเป็นการใช้ข้อมูลพันธุ์ข้าวในประเทศจีน ซึ่งผู้เขียนได้รายงานว่ามีความถูกต้องถึง 90%, 88%, 95%, 82%, 74%, 80% ตามลำดับทั้งนี้ ลักษณะเด่นที่ใช้ในงานนี้ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่ (area) , ระยะแนวขวาง (minorAxislength), และระยะแนวยาว (majorAxislength) มาจำแนกพันธุ์ข้าวไทยด้วย เครื่องจักรเรียนรู้สามแบบคือ Neural Network, Naïve Bayes และ SVM โดยมีความถูกต้องซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

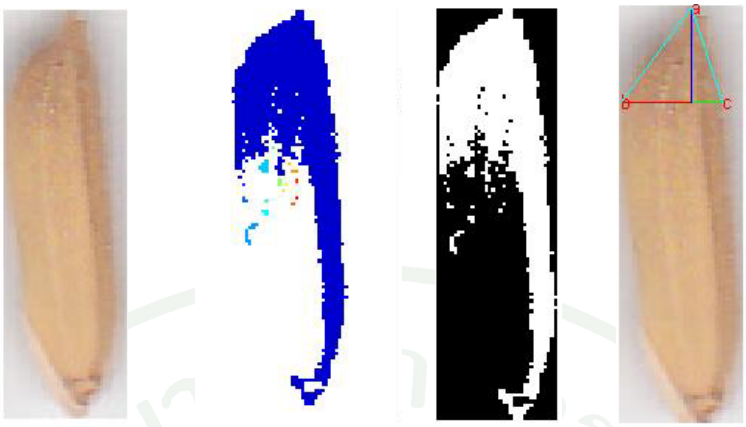
ตารางที่ 7 ความถูกต้องของตัวจำแนกตาม Liu Zhao-Yan et al. (2005) โดยใช้พันธุ์ข้าวที่สนใจในงานนี้

พันธุ์ข้าว	**ANN**	**NB**	**SVM**
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	78.0	75.4	78.1
ปทุมธานี 1	75.0	69.8	77
สุพรรณบุรี 1	68.1	71	75.4
พิษณุโลก 2	67	66.7	71.2
กข 6	70	72	78.3
ชัยนาท 1	69	73.4	78.6

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าวิธีการเดียวกัน แต่ใช้กับข้าวที่เป็นที่สนใจในการทดลองนี้แล้วค่าความถูกต้องที่ได้ค่อนข้างต่ำซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะเด่นที่ใช้ในข้าวจีนไม่สามารถใช้กับข้าวในการทดลองชุดนี้ได้

จึงเสนอลักษณะเด่น แบบใหม่คือมุมหาง (c_1) และมุมหัว (c_2) ของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเป็นการวัดมุมที่หัวและหางของเมล็ดข้าว ดังแสดงในรูปที่ 17, 18

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

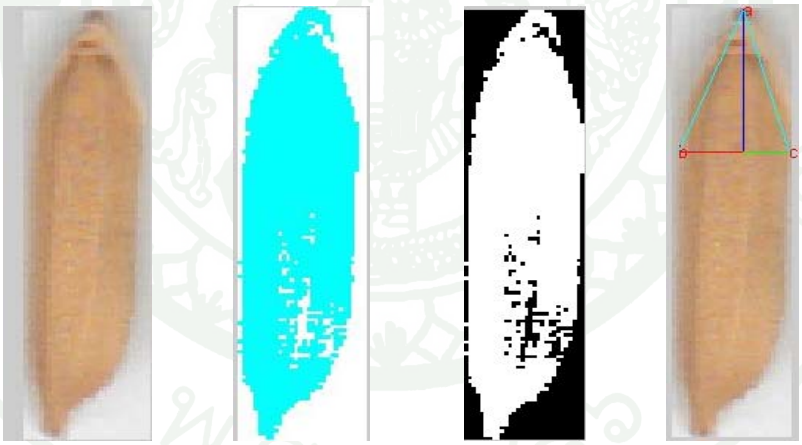


(a) (b) (c) (d)

ภาพที่ 18 การวัดมุมหางของเมล็ดข้าว

(a) ภาพต้นฉบับ (c) นิเสธของภาพ

(b) Segment ภาพเมล็ดข้าว (d) หามุมของเมล็ดข้าว



(a) (b) (c) (d)

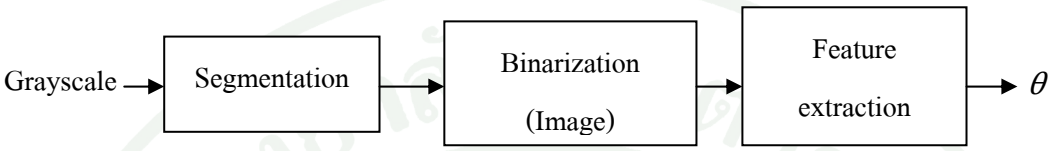
ภาพที่ 19 การวัดมุมหัวของเมล็ดข้าว

(a) ภาพต้นฉบับ (c) นิเสธของภาพ

(b) Segment ภาพเมล็ดข้าว (d) หามุมของเมล็ดข้าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 17,18 การวัดมุมหางและมุมหัวของเมล็ดพันธุ์ข้าว ซึ่งจากรูปแสดงให้เห็นถึงการตัดภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวออกมาที่ละเมล็ดเพื่อทำการแบ่งส่วน (Segment) พื้นที่เมล็ดข้าวจากนั้นตัดขอบส่วนที่ไม่สำคัญทิ้ง จะเหลือแต่เมล็ดข้าวที่สนใจและนำภาพเมล็ดข้าวเพื่อเข้าสู่ขบวนการตรวจหามุมหางและมุมหัวของเมล็ดข้าว ซึ่งมีวิธีการประมวลผลตามขั้นตอนวิธีที่ 1



ภาพที่ 20 ขั้นตอนการหามุมหางมุมหัวข้าว

ภาพที่ 21 มุมหางมุมหัวข้าว

ขั้นตอนวิธีที่ 1 การหามุม C_1 และ C_2

Algorithm: finding head/tail angle of rice

Input: grayscale image (I)

Output:$\boldsymbol{\theta}$ //มุมหาง (C_1) และมุมหัว (C_2)

1: $I_{(x,y)}$ = 1-$I_{(x,y)}$

2: y_1 =1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3: $Px = \sum_{i=1}^{\infty} I\ (i, :)$

4: $K = \ \forall j\ (j \in J | I\ (1, j)\ > 0$

5: $x_a = \frac{1}{|K|} \sum_{i=1}^{\infty} k\ (i)$

6: $L = \ \forall j\ (j \in J | P_x(j) = Max\ (P_x)$

7: $y_2 = L\ (1)$

8: $M = \forall j\ (|j \in J | P_x\ (j, y_2)\ > 0)$

9: $x_b = \min(M)$

10: $x_c = \max\ (M)$

11: $s_1 = \ (x_a - x_b)$

12: $s_2 = \ (x_c - x_a)$

13: $s_3 = \ (y_2 - y_1)$

14: $\theta = \tan^{-1}\ (s_1/s_2)\ + \tan^{-1}\ (s_2/s_3)$

15: return θ

END

จากขั้นตอนวิธีที่ 1 ในการหามุมเมล็ดพันธุ์ข้าว ดังนี้

1) เริ่มต้นจากการอ่านภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวแล้วนำภาพที่ได้เข้าสู่ขบวนการ ตัดภาพเมล็ดข้าวออกทีละเมล็ดหานิเสธของภาพ (negative) (บรรทัดที่ 1)

2) สร้างเงื่อนไขภาพกำหนดให้ y_1 =1 (บรรทัดที่ 2)

3) หา projection ตามแนวแกนนอนเพื่อนำไปหาจุดที่โค้งที่สุด (บรรทัดที่ 3)

4) หาตำแหน่งที่จุดภาพ (pixel) มีค่ามากกว่าศูนย์ (บรรทัดที่ 4)

5) หาจุดศูนย์กลางของภาพ (บรรทัดที่ 5)

6) หาจุดที่ projection ที่ยาวที่สุดหาตำแหน่งที่ projection มีค่าสูงสุด

7) นำจุดแรกที่ projection มีค่าสูงเป็นตำแหน่ง y_2

8) หาตำแหน่งที่เส้น profile ในตำแหน่ง y_2มีค่ามากกว่า 08) x_b, x_cคือจุดที่ profile มีค่ามากกว่า 0 (บรรทัดที่ 9, 10)

9) หาความยาวเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมs_1, s_2, s_3 (บรรทัดที่ 11, 12, 13)

10) คำนวณหาค่า θ (บรรทัดที่ 14)

11) จะได้ค่าของมุมหาง (c_1) และมุมหัว (c_2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการวัดผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเปรียบเทียบผลการจำแนกด้วยตัวจำแนก Naive Bayes และ SVM ซึ่งผลการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยมุมหาง (c_1) และมุมหัว (c_2) ของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยใช้ข้อมูลเมล็ดข้าว 720 เมล็ดแยกเป็น 60% สำหรับการเรียนรู้และ 40% สำหรับการทดสอบ การทดสอบทำทั้งหมดสิบรอบแบบสุ่ม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจำแนกด้วย Naive Bayes และ SVM ได้ค่าความถูกต้อง (accuracy) เฉลี่ยจากการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์ที่ 83.01% และ 99.49 % ตามลำดับ ผลการทดลองแยกตามสายพันธุ์โดยเฉลี่ยทั้งสิบรอบการทดลอง ได้ผลของความแม่นยำ (Precision) ความระลึก (recall) และอัตราการรู้จำ (f-measure) โดยแยกตามสายพันธุ์

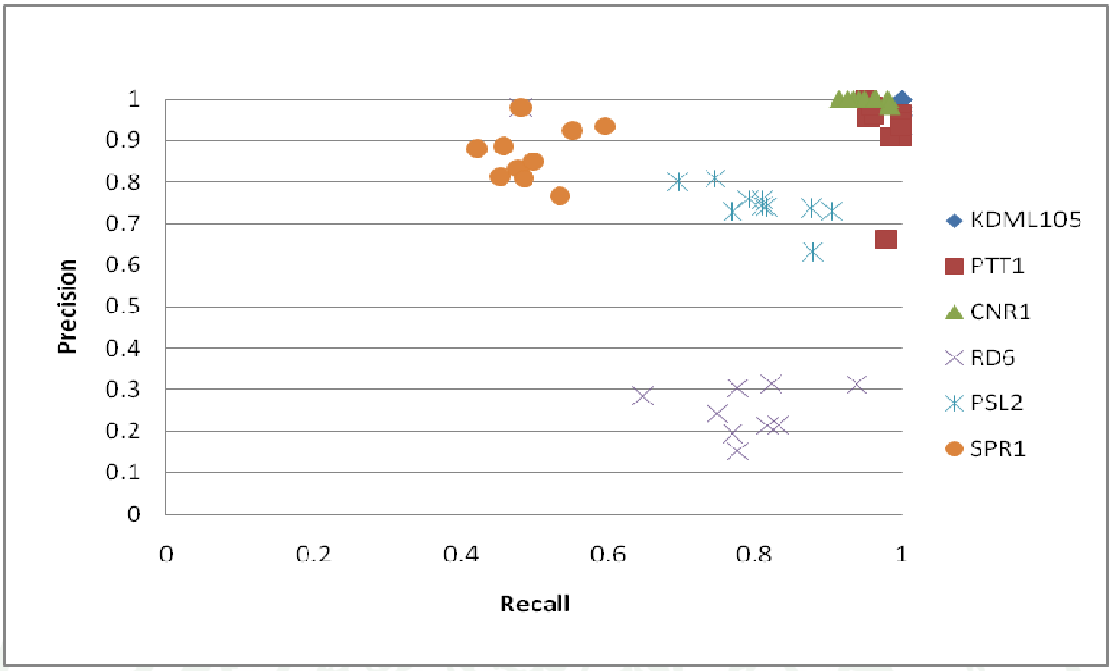
ผลการทดลองแยกตามสายพันธุ์โดยเฉลี่ยซึ่งได้จากการทำ 10-fold cross validation ได้ผลของความแม่นยำ (precision) ความระลึก (recall) และอัตราการรู้จำ (f-measure) โดยเฉลี่ยตามสายพันธุ์ข้าวในตารางที่ 8 และผลลัพธ์จากการทดลองทั้งสิบรอบแสดงบนกราฟ ความแม่นยำ/ความระลึก โดยเป็นผลที่ใช้ Naïve Bayes และ SVM ในภาพที่ 22, 23

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

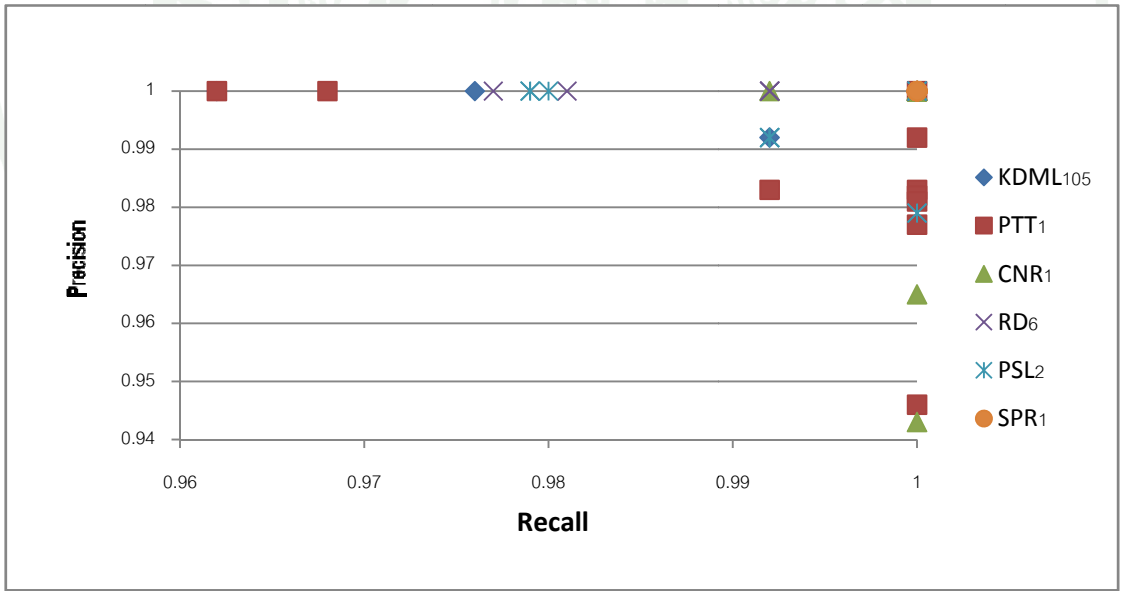
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Naive Bayes และ SVM

พันธุ์ข้าว	ตัวจำแนก (Classifier)	ความแม่นยำ (Precision)	ค่าระลึก (Recall)	อัตราการรู้จำ (F-Measure)
ขาวดอกมะลิ ๑๐๕	NB	0.98	0.97	0.97
	SVM	0.99	0.99	0.99
ปทุมธานี ๑	NB	0.97	0.92	0.96
	SVM	0.99	0.98	0.99
ชัยนาท ๑	NB	0.95	0.99	0.97
	SVM	0.99	0.99	0.99
กข. ๖	NB	0.76	0.32	0.40
	SVM	0.99	1	0.99
พิษณุโลก ๒	NB	0.81	0.74	0.77
	SVM	0.99	0.99	0.99
สุพรรณบุรี ๑	NB	0.49	0.86	0.62
	SVM	1	1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 22 Precision/Recall เมื่อใช้ตัวจำแนกแบบ Naïve Bayes



ภาพที่ 23 Precision/Recall เมื่อใช้ตัวจำแนกแบบ SVM

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SVM ให้ค่าความถูกต้องที่แม่นยำ เป็นค่าที่ยอมรับได้และเป็นไปตามมาตรฐานของกรมการข้าวกำหนด และเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ด้วย Naïve Bayes การวิเคราะห์ด้วย SVM ให้ค่าความถูกต้องที่สูงกว่า จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. ลักษณะของเมล็ดข้าวมุมหัวและมุมหางของข้าวมีผลเป็นอย่างดีในการจำแนกพันธุ์ข้าวทั้งหกพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

2. การใช้ SVM กับมุมหัวและมุมหางข้าวได้ผลดีกว่าการใช้ Naïve Bayes และมีผลการจำแนกข้าวทุกแบบได้มากกว่า 99%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ เป็นข้าวที่มีความสำคัญต่อการบริโภคและการส่งออกของไทย การควบคุมคุณภาพข้าวจึงมีความจำเป็นอย่างมาก การควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์มีผลต่อคุณภาพของข้าวสารโดยตรง เพราะการมีพันธุ์ปนจะมีความสิ้นเปลืองต่อเนื่องตั้งแต่กระบวนการปลูกจนถึงการส่งออก

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ จากพันธุ์อื่นที่นิยมปลูกในพื้นที่เดียวกันด้วยภาพถ่าย ผลการวิจัยพบว่า มุมหัวข้าวและมุมหางข้าวเป็นตัวแปรที่มีคุณภาพดีในการจำแนกเมล็ดพันธุ์ เมล็ดข้าวที่ใช้ในการทดลองได้รวบรวมมาจากกรมการข้าว ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ ขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ปทุมธานี ๑ พิษณุโลก ๒ สุพรรณบุรี ๑ และ ชัยนาท ๑ จากนั้น ถ่ายเมล็ดข้าวเป็นภาพที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมของแสงและการตั้งกล้อง โดยมีข้าวสายพันธุ์ละ ๑๒๐ รูป การจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวทำด้วยตัวจำแนก สองแบบคือ Naïve Bayes และ Support Vector Machine ผลที่ได้จากตัวจำแนกทั้งสองแบบไปในแนวทางเดียวกัน โดยที่ตัวจำแนก SVM ให้ค่าความแม่นที่สูงกว่า ตัวจำแนกแบบ Naive Bayes และ SVMมีความถูกต้องเฉลี่ยจากพันธุ์ข้าวทุกพันธุ์อยู่ที่ 83.01% และ 99.49% ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำการทดลองข้าว 6 สายพันธุ์ ซึ่งได้แก่ ข้าวขาวดอกมะลิ 105, ปทุมธานี 1, พิษณุโลก 2, ชัยนาท 1, กข 6, สุพรรณบุรี 1 ถ้าจะนำวิธีการนี้ไปใช้กับข้าวสายพันธุ์อื่น

1. ทดสอบการวัดมุมหัวและมุมหางของสายพันธุ์อื่นๆว่ามีความคล้ายคลึงกันในส่วนนี้มากน้อยเพียงใด

2. การเลือกใช้เครื่องจักรการเรียนรู้ ควรเลือกใช้ SVM

3. วิธีการถ่ายภาพจะต้องมีการควบคุมแสงและระยะการถ่ายภาพที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมการข้าว. 2544. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.** แหล่งที่มา: http://www.brrd.in.th/rkb/seed/index.php-file=content.php&id=13.htm, 24 มิถุนายน 2554.

จิรา แก้วสุวรรณ์. 2549. **การตรวจจับและการแก้ไขการวางตัวของภาพโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มูลนิธิข้าวไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2549. **ข้าวสินเหล็ก Sinlek.** แหล่งที่มา: http://www.thairice.org/html/faq.htm, 25 พฤษภาคม 2556

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวพันธุ์ดี**. กรุงเทพมหานคร, สถาบันวิจัยข้าว.

เอกสงวน ชูวิสิฐกุล. 2544. **เทคนิคการตรวจตัดข้าวปน ขั้นตอนที่สำคัญของการผลิตเมล็ดพันธุ์.** แหล่งที่มา: http://www.farmkaset.org/m/content_details.aspx, 24 พฤษภาคม 2554

ธีธัช 2555. **สำหรับการการเพาะเมล็ดพันธุ์ต่างๆ** . แหล่งที่มา: http://teetatfarm.wordpress.com/%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%99/, 27 พฤษภาคม 2556

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. 2548 **เทคโนโลยีการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวเชิงพาณิชย์**.

พยุง มีสัจ. 2551. **โครงข่ายประสาทเทียม**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ. 2556. **การทำเหมืองข้อมูล(Data Mining) การจำแนกประเภทโดยใช้กฎของเบย์,** น. 18.ขอนแก่น.

เครือวัลย์ อัตตะวิริยะสุข. 2540. **คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพและการแปรสภาพเมล็ด.** กรุงเทพมหานคร, กรมการข้าว.

LIU Zhao-yan , C. F., YING Yi-bin , RAO Xiu-qin (2005). "Identification of rice seed varieties using neural network." Journal of Zhejiang University SCIENCE: 6.

Sonnadara, C. S. S. a. U. (2013). Classification of Rice Grains Using Neural Networks. Proceedings of Technical Sessions,, Sri Lanka, Institute of Physics.

D. M. Hobson et al., 2007. Characterisation and Identification of Rice Grains through Digital Image Analysis

C. Igathinathane et al., 2008.Shape identification and particles size distribution from basic shape parameters using ImageJ

Qing Yao, YingfengZhouet al., 2010. Automatic Segmentation Algorithm for Touching Rice Grains Images

BhupinderVerma., 2010. Image Processing Techniques for Grading & Classification of Rice

Igathinathane C. et al., 2008.Shape identification and particles size distribution from basic shape parameters using ImageJ

Qing Y. and Y. Zhouet al., 2010. Automatic Segmentation Algorithm for Touching Rice Grains Images

Bhupinder V. , 2010. Image Processing Techniques for Grading & Classification of Rice

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวจิตสราญ สีกู่กา

เกิดวันที่ 7 ตุลาคม 2528

สถานที่เกิด อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด

ประวัติการศึกษา วท.บ.(เทคโนโลยีสารสนเทศ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นหรือรางวัลวิชาการ งานวิจัยเรื่อง ลักษณะเด่นเพื่อการจำแนกเมล็ดพันธุ์ข้าวด้วยการวิเคราะห์ภาพ

งานวิจัยเรื่อง การระบุเอกลักษณ์และชดเชยแรงเสียดทานป้อนไปหน้าสำหรับชุดอุปกรณ์การวัดเชิงมุมโดยวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยการเคลื่อนที่กลุ่มอนุภาคแบบผสม

งานวิจัยเรื่อง การชดเชยแรงเสียดทานป้อนไปหน้าร่วมกับตัวควบคุมแบบพีไอดีโดยวิธีการแบ่งช่วงย่อยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ภาพถ่ายในการวัดปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันด้วยวิธีเทียบกับอัตราส่วนสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ภาพถ่ายในการวัดปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันด้วยวิธีเทียบกับอัตราส่วนสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

งานวิจัยเรื่อง Optimal PID Controller design for Automatic Voltage Regulator Systems

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์