ระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ

ONE DISH MEAL RECOGNITION SYSTEM BY IMAGE PROCESSING

นางสาวศิริพร เกิดสลุง รหัส 54362593

นางสาวสุนันทา เมืองเปรม รหัส 54362661

i 718 831

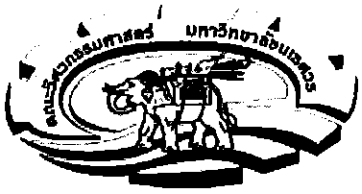
ประ
ด 463 ร
2557
ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2557



ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**ระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ**		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวศิริพร	เกิดสลุง	รหัส 54362593
	นางสาวสุนันทา	เมืองเปรม	รหัส 54362661
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์รัฐภูมิ	วรานุสาสน์	
	ดร.พัฒนาวดี	พัฒนถาบุตร	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2557		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์)

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.พัฒนาวดี พัฒนถาบุตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวศิริพร	เกิดสลุง	รหัส 54362593
	นางสาวสุนันทา	เมืองเปรม	รหัส 54362661
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์รัฐภูมิ	วรานุสาสน์	
	ดร.พัฒนาวดี	พัฒนถาบุตร	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

วิธีหนึ่งในการควบคุมน้ำหนัก คือ การรับประทานแบบนับแคลอรี่ ซึ่งการที่จะทราบปริมาณแคลอรี่นั้นผู้ที่ควบคุมอาหารต้องทำการเปิดตารางทำให้เกิดความไม่สะดวก คณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพระบบนี้จะนำภาพถ่ายของอาหารจานเดียวไปประมวลผลเพื่อตรวจสอบชนิดอาหารและบอกถึงปริมาณแคลอรี่ โดยเริ่มต้นด้วยการคำนวณฮิสโตแกรมของค่าสี และค่าความอิ่มตัวของสีจากนั้นนำฮิสโตแกรมที่ได้ไปเป็นคุณลักษณะในการจำแนกชนิดอาหารด้วยอัลกอริทึมซับพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนผลการทดลองการปรับจำนวนช่องของฮิสโตแกรม ได้จำนวนช่องที่ให้ความถูกต้องสูงสุดคือจำนวน 35x35 ช่อง ด้วยค่าความถูกต้องร้อยละ 86.67

Project Title	One Dish Meal Recognition System by Image Processing		
Name	MissSiriporn	Kerdsalung	ID.54362593
	MissSununta	Muangprem	ID.54362661
Project Advisor	Mr. Rattapoom	Waranusast	
	Dr. Pattanawadee	Pattanathabutr	
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2014		

Abstract

One method of weight controlis caloriecounting. To count calorie, one has to look up a calorie table which leads to inconvenience. Hence, wedevelop a system to recognize one-dish meal based onimage processing. The system takesan image of one-dish meal to determine the type of the dish and itscalorie. The system starts with a construction of hue and saturation histogramsof the input image. The histogramsare usedas features for classification by support vector machine (SVM) classifier.The experimentsshows that the number of histogram bins that gives the best result is 35 by 35 bins with theaccuracyof 86.67%.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความเมตตาช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานอาจารย์รัฐภูมิวรานุสาสน์ และดร.พัฒนาวดี พัฒนถาบุตร ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษา และคำแนะนำวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ รวมไปถึงยังช่วยการตรวจทานปริญญานิพนธ์ทำให้คณะผู้จัดทำทำโครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์นี้สำเร็จได้

ทั้งนี้ขอบคุณคณะกรรมการโครงงานทั้งสองท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พนมขวัญ ริยะมงคลและรองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง ที่ช่วยให้คำชี้แนะ

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน บิดา มารดา ที่คอยสั่งสอน ให้ความรู้จนกระทั่งคณะผู้จัดทำสำเร็จการศึกษามาได้ด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวศิริพร เกิดสลุง
นางสาวสุนันทา เมืองเปรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญรูป ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ 2

1.5 แผนการดำเนินงานของโครงการ 3

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.7 งบประมาณ 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing) 5

2.1.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing) 5

2.1.2 มาตรฐานของสี 5

2.1.2.1 ระบบสี RGB 5

2.1.2.2 ระบบสี HSV 6

2.1.3 การแปลงค่าสีระหว่างระบบสีต่าง ๆ 8

2.1.4 ฮิสโตแกรม (Histogram) 8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2 Support Vector Machine (SVM).....9
2.3 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....11
2.3.1 ระบบช่วยเหลือส่วนบุคคลสำหรับการตรวจสอบการบริโภคสารอาหาร...11
2.3.2 เรื่องราวจากวิธีการรู้จำอาหารสำหรับแอพพลิเคชั่นวัดปริมาณแคลอรี่.....12

บทที่ 3วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 การออกแบบระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ.....14
3.2 หลักการทำงานของระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ.....15
3.2.1 การรับภาพอาหาร (สี).....15
3.2.2 การเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ.....15
3.3 ขั้นตอนการทดลองหาค่า Cost และ Gamma.....18
3.4 ผลการทดลองจากการจำแนกด้วย libSVMที่ขนาด Bins ต่างๆ.....23

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การทดลอง.....28
4.2ผลการทดลอง.....30

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและแนวทางพัฒนา

5.1 สรุปผลการออกแบบและพัฒนาระบบ.....37
5.2 สรุปผลการทดลอง.....37
5.3 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข.....40
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานในอนาคต.....41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง.....42
ภาคผนวกก. คู่มือการตั้งค่าการใช้งานไลบรารีโอเพนซีวี.....43
ภาคผนวกข. คู่มือการใช้งานระบบ.....54
ภาคผนวกค. การเตรียมไฟล์ข้อมูลประเภท ARFF.....57
ภาคผนวกง. ตารางแคลอรี่ของอาหารจานเดียวทั้ง 10 ชนิด.....61
ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....62

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงผังงานของการประมวลผลภาพ.....5
2.2 แสดงระบบสี RGB.....6
2.3 แสดงระบบสี HSV.....7
2.4 แสดงกราฟระดับความสว่าง.....8
2.5 แสดงกราฟระดับความสว่าง.....8
2.6 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ.....9
2.7 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ.....10
2.8 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 3 มิติ.....10
2.9 แสดงแผนผังของระบบการตรวจสอบการบริโภคสารอาหาร.....11
2.10 แสดงอินเตอร์เฟซของผู้ใช้งานระบบ.....12
2.11 แสดงการรู้จำอาหารสำหรับภาพที่แตกต่างกัน.....13
3.1 แสดงผังงานของระบบที่ออกแบบ.....14
3.2 แสดงผังงานของการประมวลผลภาพ.....15
3.3 แสดงการเตรียมภาพก่อนทำการประมวลผล.....16
3.4 แสดงขั้นตอนการประมวลผลภาพ.....17
3.5 แสดงการนำฟีเจอร์มาสร้างไฟล์ .arff.....18
3.6 แสดงการนำไฟล์ .arffเข้าสู่โปรแกรม.....18
3.7 แสดงการ discretize ข้อมูล.....19
3.8 แสดงการใช้ GridSearchเพื่อสุ่มหาค่า cost และ gamma.....20
3.9 แสดงการกำหนดค่าเพื่อสุ่มหาค่า cost และgamma.....20
3.10 แสดงร้อยละความถูกต้องและค่า cost, gamma.....21
3.11 แสดงการใช้ libSVM classifier.....22
3.12 แสดงร้อยละความถูกต้อง และการประเมินผลลัพธ์การทำนาย.....22
3.13 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 32.0, gamma = 0.00390625ที่ Bin ขนาด 5x5.....23
3.14 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 29.0, gamma = 0.0028 ที่ Bin ขนาด 10x10.....23

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.15 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625ที่ Bin ขนาด 15x15.....24
3.16 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 31072.0, gamma = 0.0078125 ที่ Bin ขนาด 20x20.....24
3.17 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625ที่ Bin ขนาด 25x25.....25
3.18 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 30x30.....25
3.19 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 35x35.....26
3.20 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 15.0, gamma = 0.002 ที่ Bin ขนาด 40x40.....26
3.21 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 45x45.....27
3.22 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 50x50.....27
4.1 แสดงสรุปร้อยละความถูกต้องของแต่ละขนาด bin.....35
4.2 แสดงกราฟของร้อยละความถูกต้องของแต่ละขนาด bin.....36
5.1 แสดงผลร้อยละความผิดพลาดของการจำแนกชนิดอาหาร.....37
5.2 แสดงผลการจำแนกของผัดซีอิ๊ว และข้าวขาหมู.....38
5.3 แสดงฮิสโตแกรม H-S ของข้าวผัดกะเพราและผัดซีอิ๊ว.....39
5.4 แสดงผลการจำแนกของผัดซีอิ๊ว และข้าวขาหมู.....40

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน.....3

4.1 แสดงรูปและชื่อของอาหารจานเดียว.....28

4.1 แสดงรูปและชื่อของอาหารจานเดียว (ต่อ).....29

4.2 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 5x5bins.....30

4.3 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 10x10 bins.....30

4.4 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 15x15bins.....31

4.5 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 20x20 bins.....31

4.6 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 25x25bins.....32

4.7 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 30x30 bins.....32

4.8 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 35x35bins.....33

4.9 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 40x40 bins.....33

4.10 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 45x45bins.....34

4.11 แสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 50x50 bins.....34

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การมีรูปร่างที่สมส่วนและสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงนั้นถือเป็นกระแสที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นในกลุ่มของคนรุ่นใหม่ และผู้สูงอายุ ซึ่งการมีรูปร่างที่สมส่วนเกิดจากการควบคุมการรับประทานอาหาร และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ โดยการควบคุมการรับประทานอาหารนั้น วิธีหนึ่งที่สามารถทำได้คือ การรับประทานอาหารแบบนับจำนวนแคลอรี่

ในการทราบถึงจำนวนแคลอรี่นั้น จะต้องทำการเปิดดูค่าจากตารางที่มีทั้งในอินเทอร์เน็ตและในหนังสือ ซึ่งสร้างความยุ่งยากให้กับผู้ที่ต้องการควบคุมการรับประทานอาหาร จนอาจทำให้ยกเลิกการควบคุมการรับประทานอาหารลงได้

ในปัจจุบัน อาหารจานเดียวถือได้ว่าเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถหารับประทานได้ง่าย มีรายการอาหารที่หลากหลาย ราคาประหยัด และใช้เวลาในการปรุงไม่มาก ทางกลุ่มผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาถึงวิธีการในการระบุชนิดอาหาร เพื่อนำไปสร้างเป็นระบบที่ใช้ในการบอกถึงจำนวนแคลอรี่ของอาหาร เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ต้องการควบคุมการรับประทานอาหารให้ทราบถึงจำนวนแคลอรี่ของอาหารชนิดนั้น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการรู้จำภาพ

1.2.2 เพื่อศึกษาและหาวิธีการรู้จำอาหารจานเดียวที่กำหนดได้อย่างถูกต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถรู้จำอาหารจานเดียวได้อย่างน้อย 10 ชนิด

1.3.2 ภาพถ่ายที่ใช้ในการประมวลผลจะต้องมีความคมชัดและสมบูรณ์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.3.2.1 เป็นภาพถ่ายอาหารจานเดียวแบบหน้าตรง ไม่เอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่ง

1.3.2.2 ภาพถ่ายเป็นภาพที่ไม่เบลอ ต้องมีความชัดเจน

1.3.2.3 เห็นสัดส่วนของจานอาหารที่พอดี ไม่ใกล้จนเกินไป หรือไกลจนเกินไป

1.3.3 สามารถบอกปริมาณแคลอรี่ได้ตรงตามชนิดอาหาร อย่างน้อยร้อยละ 70

1.3.4 ชนิดอาหารจานเดียวที่ใช้ในการรู้จำในโครงงานนี้มี 10 ชนิด ได้แก่

1.3.4.1 ข้าวมันไก่

1.3.4.2 ข้าวผัดกะเพรา

1.3.4.3 ผัดซีอิ๊ว

1.3.4.4 ผัดไทย

1.3.4.5 ข้าวหมูทอดกระเทียม

1.3.4.6 ข้าวหมูแดง

1.3.4.7 ข้าวไข่เจียว

1.3.4.8 ข้าวขาหมู

1.3.4.9 ส้มตำ

1.3.4.10 โจ๊ก

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

1.4.1 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

1.4.2 ศึกษาและค้นคว้าบทความวิจัยที่เกี่ยวกับการรู้จำอาหาร

1.4.3 ศึกษาค้นคว้าโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.4.4 ออกแบบโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการรู้จำอาหารจานเดียว

1.4.5 เขียนโปรแกรมและพัฒนาโปรแกรม

1.4.6 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม และตรวจสอบข้อบกพร่องของโปรแกรม

1.4.7 แก้ไขข้อบกพร่องที่พบและเก็บรายละเอียดของโปรแกรม

1.4.8 สรุปผลการทำโครงงาน และจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 แผนการดำเนินงานของโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ปี 2557								
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ									
2. ศึกษาและค้นคว้าบทความวิจัยที่เกี่ยวกับการรู้จำอาหาร									
3. ศึกษาโครงสร้างของภาษา C++ และการใช้งาน openCV เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ									
4. ออกแบบโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการรู้จำอาหารจานเดียว									
5. เขียนโปรแกรมและพัฒนาโปรแกรม									
6. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม และตรวจสอบข้อบกพร่องของโปรแกรม									
7. แก้ไขข้อบอกพร่องที่พบและเก็บรายละเอียดของโปรแกรม									
8. สรุปผลการทำโครงงานและจัดทำรูปเล่มรายงาน									

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ศึกษาหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

1.6.2 ได้ระบบรู้จำอาหารจานเดียวที่สามารถใช้งานได้จริง

1.6.3 ได้ระบบที่มีความถูกต้อง ไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70

1.7 งบประมาณ

1.7.1	ค่าอุปกรณ์ทำโครงงาน	1,000 บาท
1.7.2	ค่าทำเอกสาร พิมพ์เอกสารและเข้าเล่ม	1,000 บาท
	รวมค่าใช้จ่าย	2,000 บาท

***หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ**

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.1.1 การประมวลผลภาพ (Image Processing) [1]

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การประมวลผลภาพหรือนำภาพมาคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยจะได้ข้อมูลที่เราต้องการออกมาทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ

ขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิตอลประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

1. ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ขั้นตอนการประมวลผลภาพ
3. ขั้นตอนการแสดงผลภาพ

รูปที่ 2.1 แสดงผังงานของการประมวลผลภาพ

ที่มา: https://sillIovely.files.wordpress.com/2013/06/20.jpg

โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ [2] คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของ การประชุมทางไกลผ่านระบบเทเลคอนเฟอเรน ใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ

2.1.2 มาตรฐานของสี

2.1.2.1 ระบบสี RGB [3]

RGB ย่อมาจาก red, green และ blue คือ กระบวนการผสมสีจากแม่สี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน การใช้สัดส่วนของสี 3 สีนี้ต่างกัน จะทำให้เกิดสีต่าง ๆ ได้อีกมากมาย เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไป ที่นิยมใช้งานได้แก่ RGB_{CIE} และ RGB_{NTSC}

รูปที่ 2.2 แสดงระบบสี RGB

ที่มา: http://th.wikipedia.org/wiki/RGB#mediaviewer/File:AdditiveColorMixiing.svg

2.1.2.2 ระบบสี HSV [4]

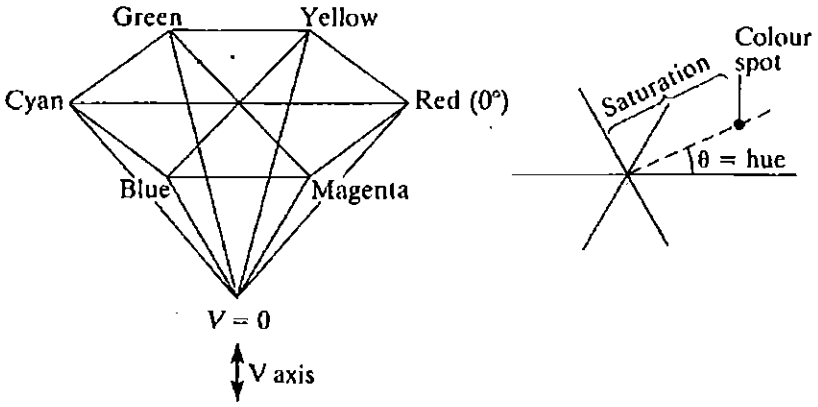
ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือ ค่าสีของสีหลัก (แดง เขียวและน้ำเงิน) ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_k = red - min(red, green, blue) \quad (2.1)$$

$$green_k = green - min(red, green, blue) \quad (2.2)$$

$$blue_k = blue - min(red, green, blue) \quad (2.3)$$



รูปที่ 2.3 แสดงระบบสี HSV

ที่มา: http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/Image4.gif

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสี (ค่าสี) มีค่าเป็นไปตามสีที่สาม และถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0

$$\frac{(240 \times blue_k) + (120 \times green_k)}{blue_k + green_k} \qquad (2.4)$$

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

$$\text{Saturation} = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)} \qquad (2.5)$$

Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้จาก

$$value = \max(red, green, blue) \qquad (2.6)$$

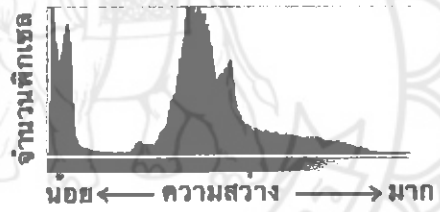
2.1.3 การแปลงค่าสีระหว่างระบบสีต่าง ๆ [5]

การแปลงค่าสีระหว่างระบบสามารถทำได้โดยการใช้ Matrix ตัวอย่างเช่น การแปลงสีระหว่างระบบ RGB (ICE) กับระบบสีแบบ XYZ จะมีเมตริกสำหรับการแปลงดังนี้คือ

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.490 & 0.310 & 0.200 \\ 0.177 & 0.813 & 0.011 \\ 0.000 & 0.010 & 0.990 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{ICE} \\ G_{ICE} \\ B_{CIE} \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

2.1.4 ฮิสโตแกรม (Histogram) [6]

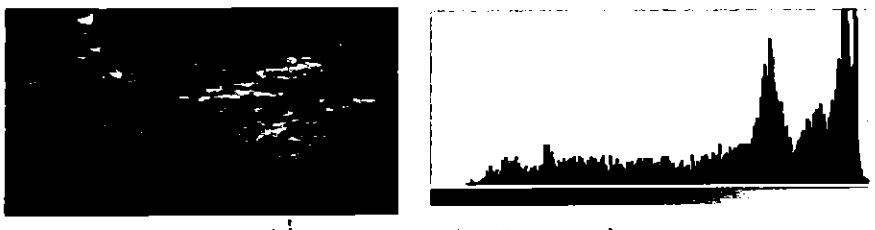
ฮิสโตแกรม เป็นกราฟแสดงจำนวนพิกเซลที่ความสว่างต่าง ๆ ของภาพ สังเกตได้จากภาพแรกด้านล่าง แกนนอนเป็นระดับความสว่างที่แบ่งระดับเป็น 256 ระดับ (มักเรียกว่าระดับสีเทา หรือ gray level) โดยมีค่าตั้งแต่ 0-255 เมื่อระดับสีเทามีค่าต่ำ (ด้านซ้ายมือ) หมายถึงมีความสว่างน้อย จะมองเห็นเป็นสีดำ ค่าระดับสีเทามาก (ด้านขวามือ) หมายถึงมีความสว่างมากจะมองเห็นเป็นสีขาว แกนตั้งของกราฟแสดงจำนวนพิกเซลในแต่ละความระดับสีเทาซึ่งเป็นค่าสัมพัทธ์



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟระดับความสว่าง

ที่มา: http://www.fotofile.net/learning/histogram/Fig1his.jpg

จากรูปที่ 2.4 เราพอจะวิเคราะห์ได้ว่าภาพถ่ายนี้น่าจะได้รับการเปิดรับแสงมาอย่างถูกต้องเพราะมีจำนวนพิกเซลครอบคลุมอยู่ตั้งแต่ค่าระดับ สีเทาน้อยๆ ในส่วนเงา ไปจนค่าระดับสีเทามาก ๆ ในส่วนสว่าง



รูปที่ 2.5 แสดงกราฟระดับความสว่าง

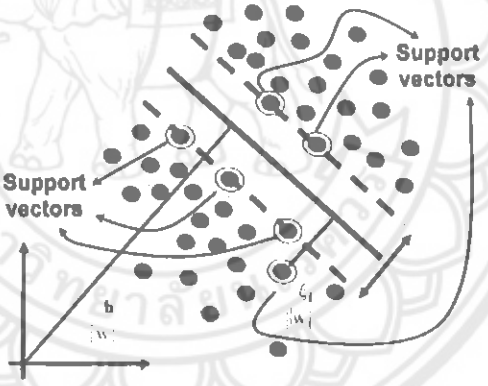
ที่มา: http://www.fotofile.net/learning/histogram/Kyoto.jpg

http://www.fotofile.net/learning/histogram/overhis.jpg

เมื่อพิจารณาภาพที่ถ่ายได้ควบคู่ไปกับฮิสโตแกรมแล้วจะเห็นว่า ส่วนขาวสุดของภาพซึ่งได้แก่ เมฆ มีค่าไม่ถึง 255 ซึ่งบอกได้ว่าภาพที่ถ่ายมานี้ under ไปเล็กน้อย ลองพิจารณาฮิสโตแกรมของอีกภาพหนึ่งซึ่งมีจำนวนพิกเซลครอบคลุมตั้งแต่ส่วนสว่างไปจนถึงส่วนเงา

2.2 Support Vector Machine (SVM) [7]

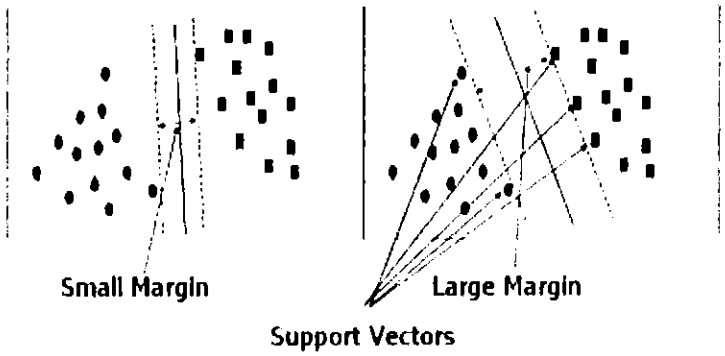
SVM เป็นอัลกอริทึมในการคัดแยกที่มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในด้านการประมวลผลเป็นภาพดิจิตอล หลักการของ SVM คือการให้อินพุทที่ใช้ฝึกเป็นเวคเตอร์ในสเปซ N มิติ เช่นถ้าในกรณีของ 2 มิติ และ 3มิติ จะเป็นจุดที่อยู่ในระนาบ xy และสเปซ xyz ตามลำดับ จากนั้นทำการสร้างไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ที่จะแยกกลุ่มของเวคเตอร์อินพุทออกเป็นประเภทต่างๆ 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 ดังกล่าวเวคเตอร์อินพุท สามารถแยกประเภทได้โดยไฮเปอร์เพลน



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ

ที่มา: http://4.bp.blogspot.com/-ZRdRvcO0APg/TpFojq12IcI/AAAAAAAAAAU/1ka-fmRXApw/s320/SVM.JPG

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

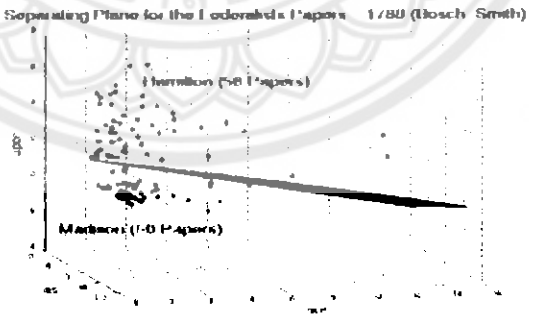


รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 2 มิติ

ที่มา: http://3.bp.blogspot.com/-SSpdmniozQU/TpFpMFXU0iI/AAAAAAAAAAY/6ZF3At0DAYY/s400/SvmMargin2.jpg

สมมติว่าเราต้องการคัดแยกอินพุทออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ไฮเปอร์เพลน ที่เป็นเส้นตรง จะเห็นว่ามีเส้นตรงจำนวนมากที่สามารถคัดแยกได้ แต่เส้นตรงเส้นไหนที่ดีที่สุด (Optimal Line) รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างของ 2 เส้นตรง เราจะนิยาม Margin เป็นผลรวมระยะห่างของเส้นตรงที่เป็นไฮเปอร์เพลน (เส้นทึบในรูป 2.7) ถึงเส้นตรงที่ผ่านอินพุทที่ ใกล้ที่สุดและขนานกับไฮเปอร์เพลนของทั้งสองกลุ่ม (เส้นทึบในรูป 2.7) ระยะดังกล่าวอาจมองเป็นเวคเตอร์และมีชื่อว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) อัลกอริทึม SVM จะเลือกไฮเปอร์เพลนที่ให้ค่า Margin มีค่าสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 2.8

กรณีของ 3 มิติ จะเป็นทำนองเดียวกัน อัลกอริทึม SVM ใน 3 มิติ



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่าง SVM ใน 3 มิติ

ที่มา: http://4.bp.blogspot.com/-r6MoGuDdacY/T3tL26p1nKI/AAAAAAAAAB0/ulhavaD38jU/s320/SvmCube2.jpg

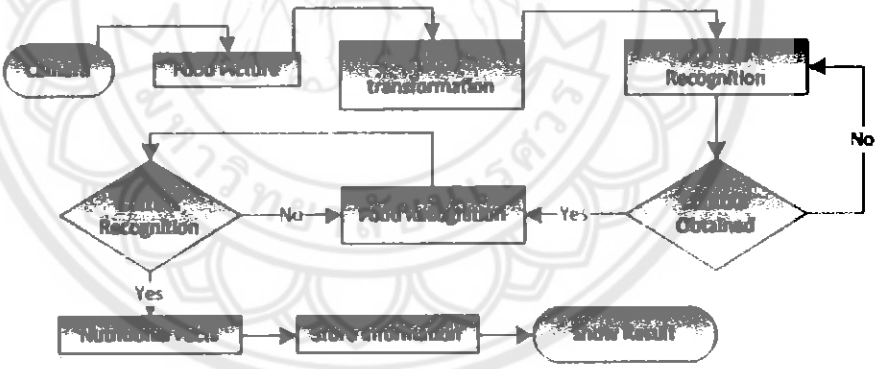
2.3 บทความวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ระบบช่วยเหลือส่วนบุคคลสำหรับการตรวจสอบการบริโภคสารอาหาร (A Personal Assistive System for Nutrient Intake Monitoring) [8]

ตามที่สถิติขององค์การอนามัยโลก โรคอ้วนนั้นมีการแพร่ระบาดไปทั่วโลก โดยมีผู้ใหญ่จำนวนมากกว่า 1.5 พันล้านคนที่ทุกข์ทรมานจากการที่มีน้ำหนักเกินในปี 2008 โรคอ้วนและมีน้ำหนักเกินนั้นเป็นความเสี่ยงหลักของโรคที่เกี่ยวกับสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งการรักษาโรคอ้วนนั้นมีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องไปจนถึงการรับประทานอาหารของผู้ป่วย และปัจจุบันเทคโนโลยีนั้นมีความเพียบพร้อม ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำเทคโนโลยีบนสมาร์ทโฟนมาใช้ในเรื่องของการช่วยควบคุมปริมาณแคลอรี่ในการทานอาหารของผู้ป่วย โดยจะนำรูปภาพที่ถ่ายจากกล้องสมาร์ทโฟนมาใช้ตรวจสอบชนิดอาหารและสัดส่วน เพื่อนำข้อมูลนั้นไปประมาณปริมาณแคลอรี่

โดยระบบนี้จะใช้นิ้วหัวแม่มือเป็นตัวเทียบวัด ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายโดยไม่ต้องใช้บัตรเทียบวัด เพียงแค่ผู้ป่วยมีสมาร์ทโฟนที่ใช้ทำการถ่ายภาพก่อนและหลังรับประทานอาหาร เพื่อเปรียบเทียบขนาดของสัดส่วนก่อนและหลังของการบริโภคอาหาร

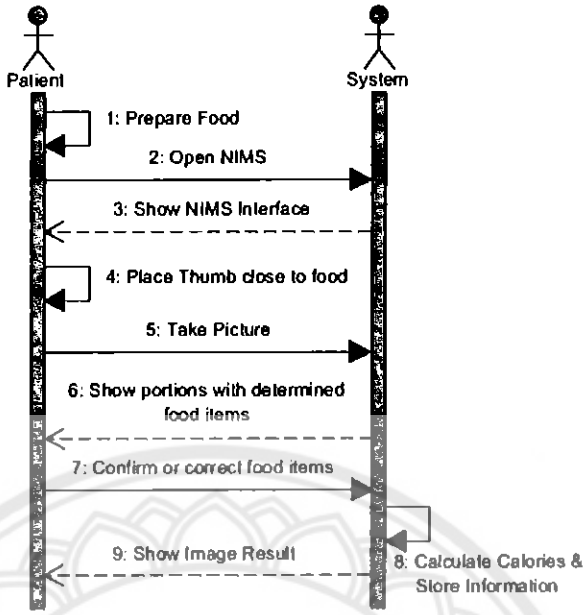
ระบบจะประมวลผลภาพถ่ายของอาหารเพื่อตรวจสอบความแตกต่างของชนิดอาหารและขนาดสัดส่วนตามลำดับที่แสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงแผนผังของระบบการตรวจสอบการบริโภคสารอาหาร

ภาพรวมของระบบ

ระบบนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะทำการช่วยเหลือผู้คนที่ทนทุกข์ทรมานจากโรคอ้วนเพื่อเก็บบันทึกการบริโภคสารอาหารในชีวิตประจำวัน โดยไม่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลด้วยตัวเอง โดยมีการพัฒนาอินเตอร์เฟซที่ทำงานบนสมาร์ทโฟนและใช้ประโยชน์จากกล้องในตัว พลังการประมวลผลและความสามารถในการสื่อสารของสมาร์ทโฟนในการออกแบบระบบฟังก์ชั่นของวิธีการการคำนวณปริมาณแคลอรี่และข้อมูลสารอาหาร โดยใช้การประมวลผลภาพ เพื่อแยกรูปทรงของสัดส่วนที่แตกต่างกันในภาพอาหาร



รูปที่ 2.10 แสดงอินเตอร์เฟซของผู้ใช้งานระบบ

2.3.2 เรื่องราวจากวิธีการรู้จำอาหารสำหรับแอพพลิเคชั่นวัดปริมาณแกลอรี่ (A Novel SVM Based Food Recognition Method for Calorie Measurement Applications) [9]

วิธีการการจัดหมวดหมู่อาหารที่เกิดขึ้นใหม่มีบทบาทสำคัญในการใช้งาน**ในแอพพลิเคชั่น**รู้จำอาหารในปัจจุบัน สำหรับจุดประสงค์นี้ อัลกอริทึมการรู้จำแบบใหม่สำหรับอาหาร **พิจารณาจาก**ลักษณะรูปร่าง สี ขนาด และพื้นผิว การใช้ชุดต่างๆของคุณสมบัติเหล่านี้ จะได้**การจัดหมวดหมู่ที่**ดีกว่ารวมถึงจะประสบความสำเร็จ ขึ้นอยู่กับผลลัพธ์จำลองของเรา จุดประสงค์**ของอัลกอริทึมที่**รู้จำประเภทอาหารที่มีอัตราการรู้จำที่ยอมรับได้เฉลี่ย 92.6%

ในการประมวลผลการจำแนกสี ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสเปกตรัมพื้นผิว**ของวัตถุ**จะถูกดึงออกเป็นครั้งแรก แล้วใช้ชุดของที่รู้จักกันดีหรือ รายละเอียดหรือคลาสโมเดลที่มีการ**จับคู่ที่ดีที่สุด**จะได้รับการค้นพบ

พื้นผิวเป็นหนึ่งในหัวข้อที่ใช้งานมากที่สุดใน machine intelligence และการวิเคราะห์รูปแบบตั้งแต่ปี 1950 ซึ่งพยายามแยกแยะรูปแบบที่แตกต่างกันของภาพโดยแยก การพึ่งพาของความเข้มระหว่างพิกเซลและพิกเซลที่ใกล้เคียง หรือโดยได้รับความแปรปรวนของความเข้มในพิกเซล เมื่อเร็ว ๆ นี้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันของสีและพื้นผิว จะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อที่จะวัดคุณค่าทางอาหารให้ถูกต้องมากขึ้น

ในขั้นตอนการจำแนก (classification) คุณลักษณะบางอย่าง (เช่นสี และพื้นผิว) สำหรับแต่ละภาพในการทดลองจะถูกแยกและ เก็บไว้ในฟีเจอร์ไลบรารี่ ในขั้นตอนการรู้จำ ภาพที่ถ่ายจะถูกเปรียบเทียบกับการทดลองโดยใช้การวัดระยะห่างต่ำสุด ในบรรดาภาพชุดในการทดลอง หนึ่งใน

ภาพที่มีระยะทางต่ำจะได้รับการคัดเลือกให้เป็นรูปที่ดีที่สุด สุดท้ายขึ้นอยู่กับผลการตรวจสอบและขนาด สามารถคำนวณแคลอรี่ของอาหารและผลไม้จากโมเดล

อัลกอริทึมการรู้จำอาหาร

โปรแกรมนี้โดยทั่วไปมีสองขั้นตอน ชื่อว่า การแบ่งออกเป็นส่วน และการจำแนกประเภทในส่วนย่อยดังต่อไปนี้

A. การแบ่งออกออกเป็นส่วน (Segmentation)

ในการประมวลผลภาพ การแบ่งกลุ่มเป็นกระบวนการของการ แบ่งภาพดิจิตอลออกเป็นส่วนต่างๆ เป้าหมายของการแบ่งส่วนคือการลดความซับซ้อนของภาพให้เป็นสิ่งที่มีเป้าหมายและง่ายต่อการวิเคราะห์

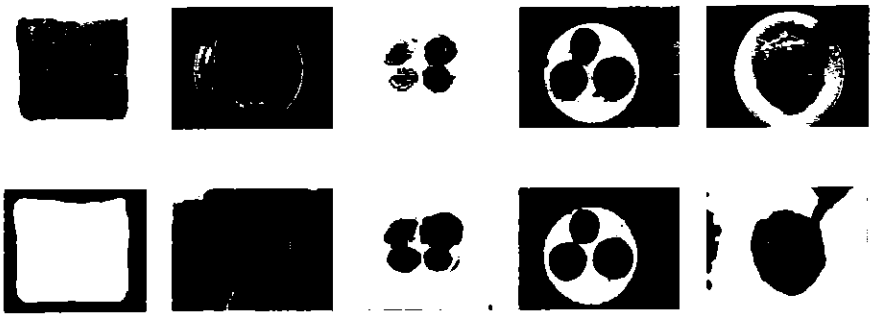
B. การจำแนกประเภท (Classification)

SVM ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการรับรู้หลายรูปแบบ รวมทั้งปัญหาการจดจำใบหน้า, การรับรู้วัตถุ 3 มิติ เป็นต้น SVM เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ทางสถิติที่ใช้ ข้อมูลการทดลองเป็นปัจจัยเพื่อสร้างฟังก์ชั่นการตัดสินใจเป็นเอาต์พุตที่จะจำแนกประเภทข้อมูลที่ไม่รู้จัก

คำอธิบายระบบ

ฟังก์ชั่นของวิธีการ คือ การคำนวณปริมาณของแคลอรี่และข้อมูลสารอาหาร โดยใช้การประมวลผลภาพ โดยที่ผู้ใช้ถ่ายภาพอาหารกับนิ้วหัวแม่มือ โดยจะให้นิ้วหัวแม่มือนั้นเป็นส่วนที่จะถูกพิจารณาที่เป็นมาตรฐานสำหรับการคำนวณหามิติของอาหารที่เลือกมา ซึ่งนอกจากจะใช้นิ้วหัวแม่มือแล้วยังสามารถใช้เหรียญเพื่อระบุตำแหน่งภายในรูปได้ ซึ่งระบบจะใช้เหรียญแทนนิ้วมือ เพื่อทำการแปลงสัดส่วนอาหารจากขนาดภาพ ไปเป็นขนาดจริง และยังมีการใช้วิธีการของ SVM และฐานข้อมูลของสารอาหารด้วย

โดยระบบจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของรูปภาพ แล้วจึงทำการพิจารณาว่าชนิดอาหารนั้นเป็นอาหารชนิดเดียว หรืออาหารที่มีการผสมกัน หลังจากนั้นจะทำการรู้จำอาหาร หากผู้ใช้เห็นว่าถูกต้องก็จะทำการคำนวณและแสดงผลลัพธ์ออกมา และระบบจะทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลต่อไป



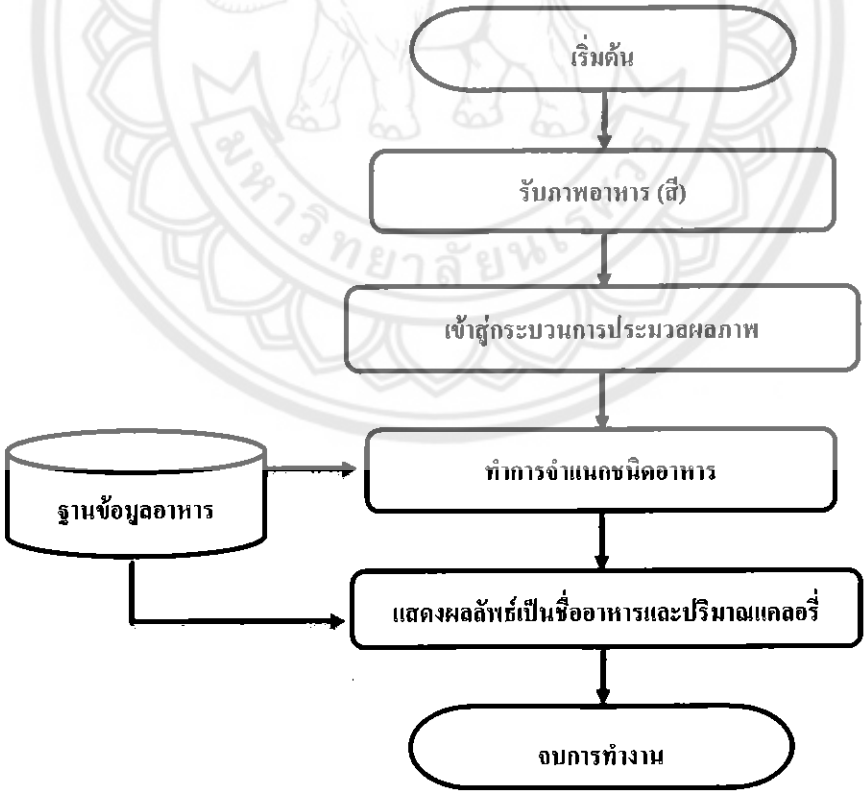
รูปที่ 2.11 แสดงการรู้จำอาหารสำหรับภาพที่แตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงการ

ในการสร้างระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพนั้น ทางผู้จัดทำได้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้รับไฟล์ภาพที่มีอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจเป็นภาพที่ถ่ายมาจากกล้องถ่ายรูปดิจิตอล หรือกล้องจากโทรศัพท์มือถือ แล้วนำไปประมวลผลภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นชื่ออาหารจานเดียว และปริมาณแคลอรี่ตามชนิดอาหารนั้นๆ ซึ่งบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการทำงานของระบบ และการพัฒนาระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ

3.1 การออกแบบระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ

ระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพนั้น มีการออกแบบให้รับภาพอาหารซึ่งเป็นภาพสีเข้ามา จากนั้นจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ โดยจะทำการหาค่าคุณลักษณะออกมาเพื่อนำไปใช้ในการจำแนกชนิดอาหารแล้วแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นชื่อของอาหารและจำนวนแคลอรี่ โดยแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงผังงานของระบบที่ออกแบบ

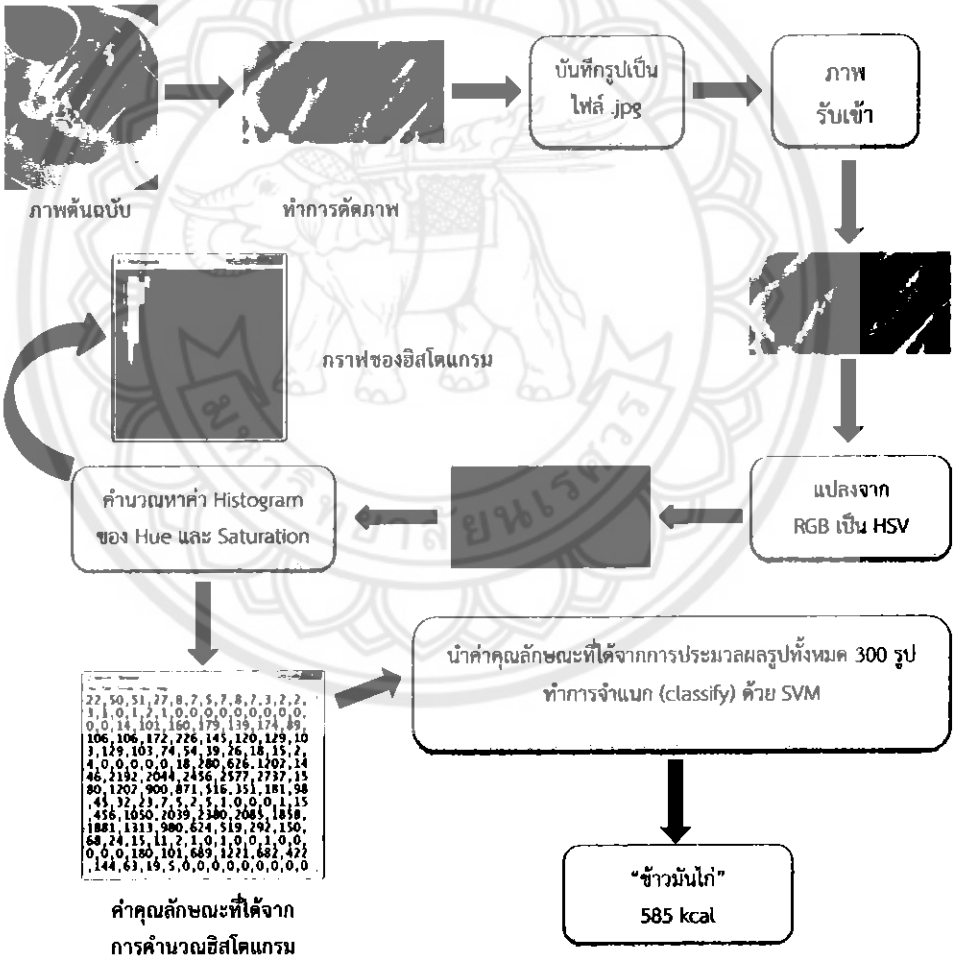
3.2 หลักการทำงานของระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ

3.2.1 การรับภาพอาหาร (สี)

การรับภาพอาหารนั้น จะรับภาพจากไฟล์ภาพที่มีอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่ภาพนั้นจะต้องมีความชัดเจน เพื่อให้สามารถทำการแยกสี และพื้นผิวออกได้โดยง่าย

3.2.2 การเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนกระบวนการประมวลผลภาพนั้น จะทำการตัดส่วนกึ่งกลางของภาพมาเพื่อใช้วิเคราะห์ และทำการหาคุณลักษณะเกี่ยวกับสี เพื่อนำไปใช้จำแนกว่าภาพอาหารที่รับมานั้นคืออาหารชนิดใด ซึ่งมีผังงานดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงผังงานของการประมวลผลภาพ

การทำการทดลองนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การประมวลผลภาพเพื่อทำการหาค่าของคุณลักษณะ และการจำแนกชนิดอาหาร ซึ่งในการประมวลผลภาพนั้นจะมีขั้นตอนของการเตรียมรูปก่อนนำมาทำการประมวลผล โดยนำรูปอาหารมาทำการตัดให้มีขนาด กว้างxยาว คือ 300x150 พิกเซล (ภาพต้นฉบับที่นำมาตัดควรมีขนาดประมาณ 800x600 พิกเซล) การตัดนั้นให้ตัดเฉพาะส่วนของอาหาร ห้ามให้ติดส่วนของภาชนะที่ใส่อาหารมาด้วย หากเป็นอาหารชนิดที่เป็นราดข้าว ให้ตัดมาเฉพาะส่วนของกับข้าวเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แสดงการเตรียมภาพก่อนทำการประมวลผล

การประมวลผลทำโดยอ่านรูปที่เตรียมไว้แล้วทำการแปลงภาพให้เป็นแบบสี HSV โดยมีสมการการแปลงจากสี RGB เป็น HSV ดังนี้

Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ดังนี้

$$red_k = red - min(red, green, blue) \quad (3.1)$$

$$green_k = green - min(red, green, blue) \quad (3.2)$$

$$blue_k = blue - min(red, green, blue) \quad (3.3)$$

Saturation สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$Saturation = \frac{max(red, green, blue) - min(red, green, blue)}{max(red, green, blue)} \quad (3.4)$$

Value สามารถคำนวณได้จาก

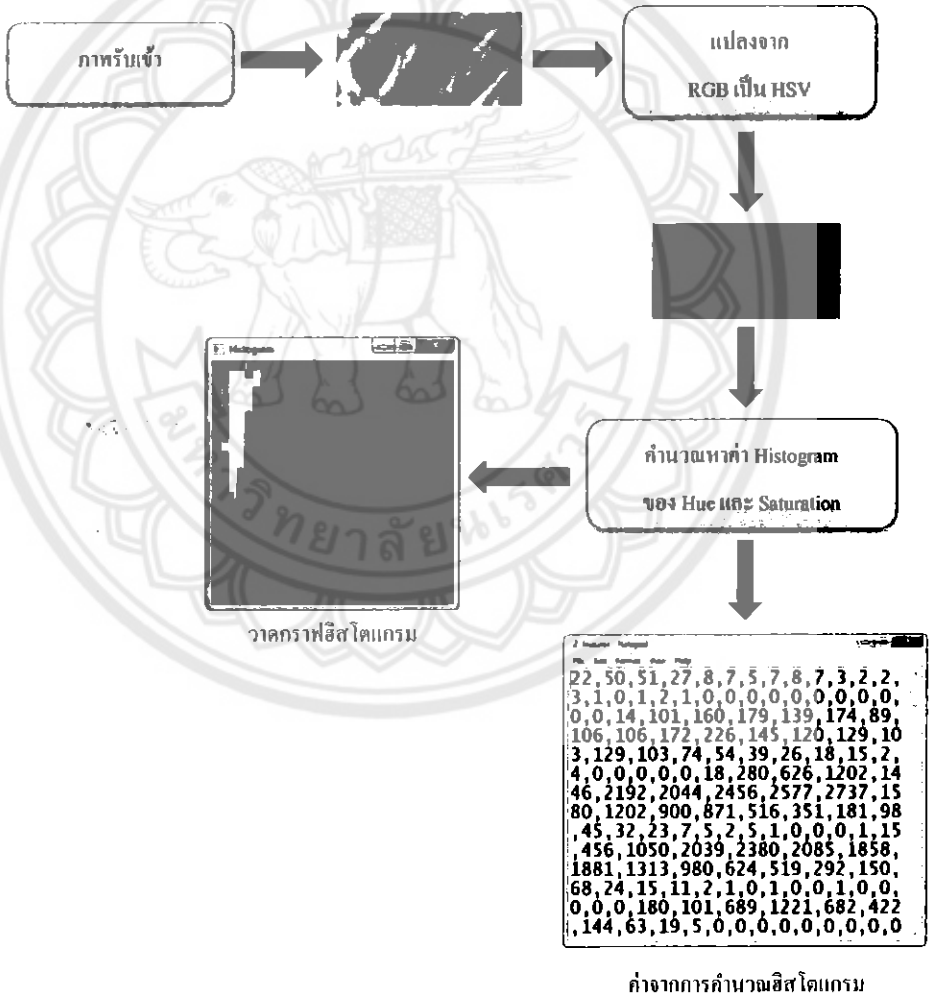
$$value = max(red, green, blue) \quad (3.5)$$

หลังจากแปลงเป็นสี HSV เรียบร้อยแล้ว จะทำการคำนวณหาค่าฮิสโตแกรมแบบ 2 มิติ โดยนำค่าของ hue และ saturation มาวาดกราฟฮิสโตแกรม โดยให้แกน x คือค่า hue และแกน y คือค่า saturation

มีสมการฮิสโตแกรมแบบ 2 มิติ คือ

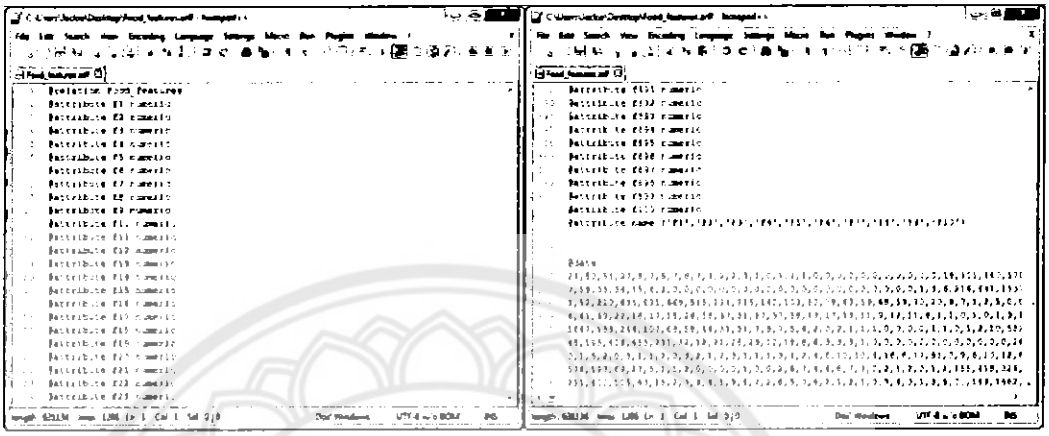
$$p_{(n)}(x_1, x_2) = \text{round}\left[\frac{(M-1)p(x_1, x_2) - Mp_{min} + p_{max}}{Mp_{max} - p_{min}}\right] \qquad (3.6)$$

เขียนค่าฮิสโตแกรมที่คำนวณได้ลงในเท็กซ์ไฟล์ ในส่วนนี้เป็นส่วนของฟีเจอร์ที่จะนำไปใช้ในการจำแนกชนิดอาหารในโปรแกรมเวกา (WEKA) โดยแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการประมวลผลภาพ

ค่าที่ได้จากการคำนวณฮิสโตแกรมที่เขียนลงเท็กซ์ไฟล์นั้นจะถูกนำมาสร้างเป็นไฟล์ .arff โดยทำการประกาศตัวแปรเท่ากับจำนวนของฟีเจอร์ ซึ่งในการทดลองได้ทำการทดลองด้วย bins ขนาด 20x20, 30x30 และ 40x40 โดยรูปแบบของการทำไฟล์ .arff นั้นแสดงในรูปที่ 3.5

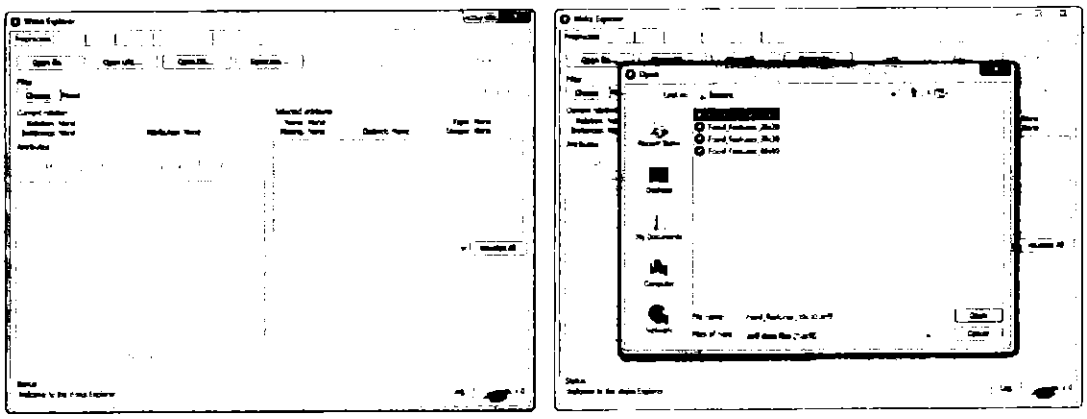


รูปที่ 3.5 แสดงการนำฟีเจอร์มาสร้างไฟล์ .arff

นำไฟล์ .arff อ่านเข้าในเวก้า จากนั้นทำการกรองด้วยการ Discretized ซึ่งการ Discretized คือการแปลงค่าต่อเนื่องให้เป็นค่าไม่ต่อเนื่อง จากนั้นเลือกเทคนิคที่ใช้ในการจำแนก โดยเลือก Classify > classifier > meta > GridSearch เพื่อหาค่าของ cost และ gamma ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

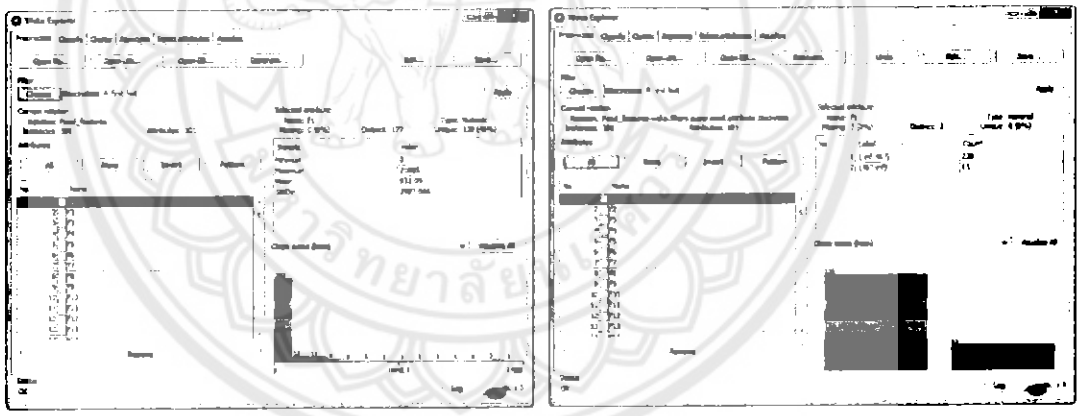
3.3 ขั้นตอนการทดลองหาค่า Cost และ Gamma

3.3.1 ทำการเปิดโปรแกรม WEKA จากนั้นให้ทำการเปิดไฟล์ .arff ที่เราสร้างไว้ดังในรูปที่ 3.5 ขึ้นมา โดยจะแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการนำไฟล์ .arff เข้าสู่โปรแกรม

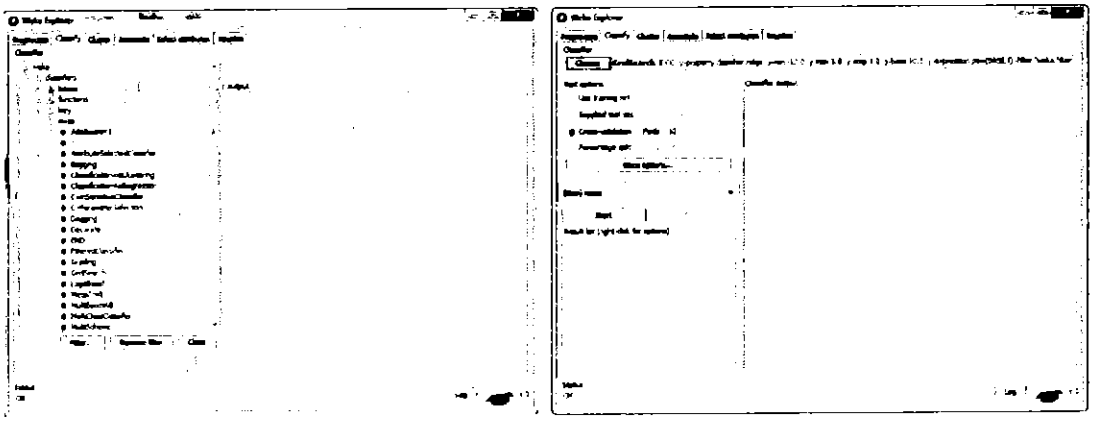
3.3.2 ทำการ Discretize ข้อมูลที่นำเข้ามา โดยเลือกที่ Choose > filters > supervised > attribute > Discretized จากนั้นทำการกด Apply จะทำให้ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ มีการเปลี่ยนแปลงดังในรูปที่ 3.7 (ข)



(ก) ข้อมูลก่อนการทำ Discretized (ข) ข้อมูลหลังการทำ Discretized

รูปที่ 3.7 แสดงการ discretize ข้อมูล

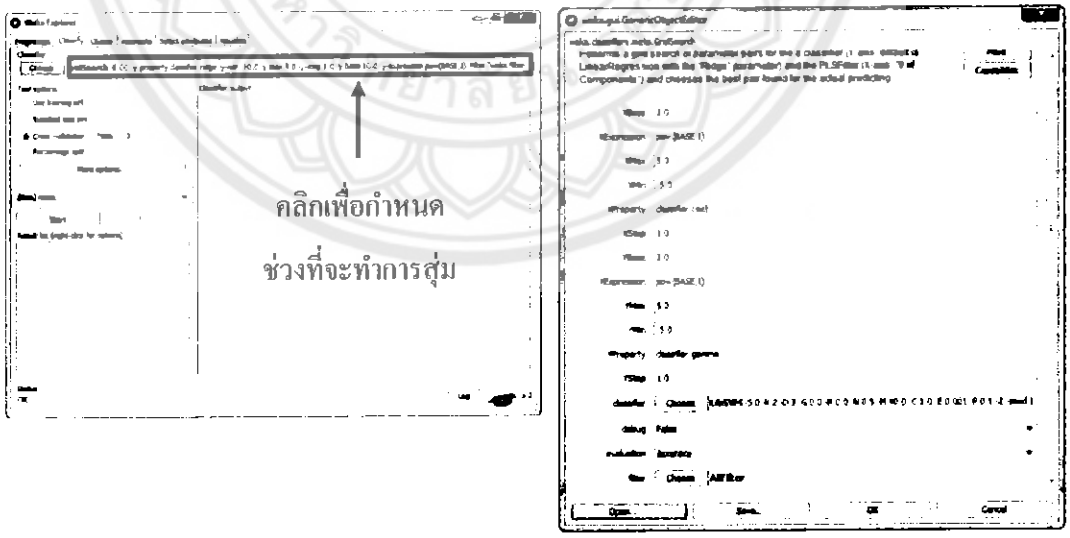
3.3.3 ใช้ GridSearch เพื่อสุ่มหาค่า cost และ gamma เพื่อนำไปใช้ในการจำแนกด้วย libSVM โดยเลือกที่ Classify > choose > meta > GridSearch



รูปที่ 3.8 แสดงการใช้ GridSearch เพื่อสุ่มหาค่า cost และ gamma

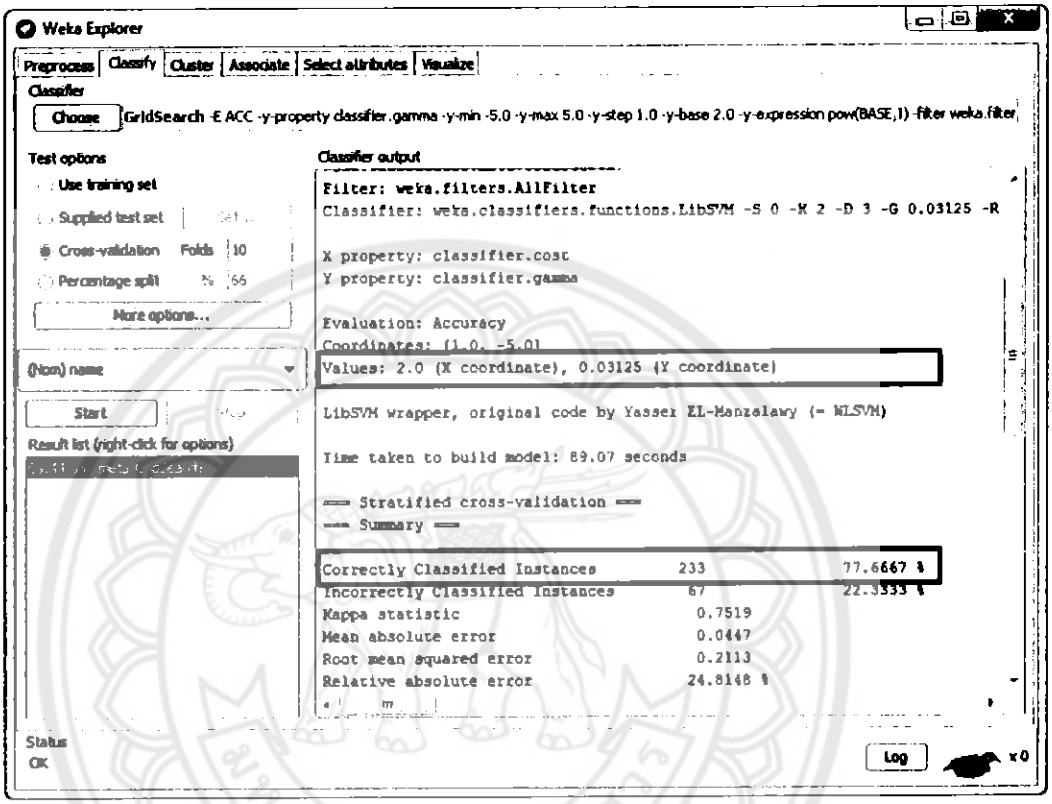
3.3.4 จากนั้นทำการตั้งค่าเพื่อทำการสุ่มหาค่า cost และ gamma ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ให้ผลลัพธ์ของความถูกต้องที่มากที่สุด ซึ่งจะกำหนดช่วงที่จะทำการสุ่มในแกน x นั่นคือค่า cost และกำหนดช่วงที่จะทำการสุ่มในแกน y นั่นคือค่า gamma โดยทำการคลิกเพื่อกำหนดช่วงของพารามิเตอร์ดังในรูปที่ 3.9

ซึ่งส่วนที่ใช้ในการกำหนดช่วงที่ต้องการสุ่มคือค่าของ XMax, XMin, YMax, YMin จะเป็นการกำหนดช่วงให้กับค่าสูงสุดและต่ำสุดในแนวแกน x และ y



รูปที่ 3.9 แสดงการกำหนดค่าเพื่อสุ่มหาค่า cost และ gamma

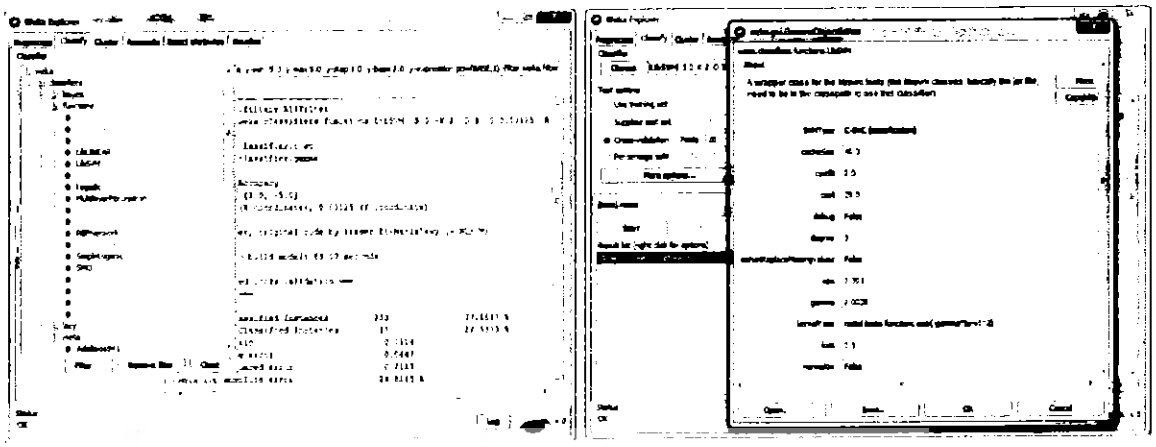
หลังจากนั้นกด OK แล้วจึงทำการ Start เพื่อเริ่มทำการหาค่า cost และ gamma รอจนโปรแกรมทำการประมวลผลจนเสร็จจะทราบถึงร้อยละความถูกต้อง และบอกถึงค่าของ cost และ gamma ที่สุ่มพบ ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงร้อยละความถูกต้องและค่า cost, gamma

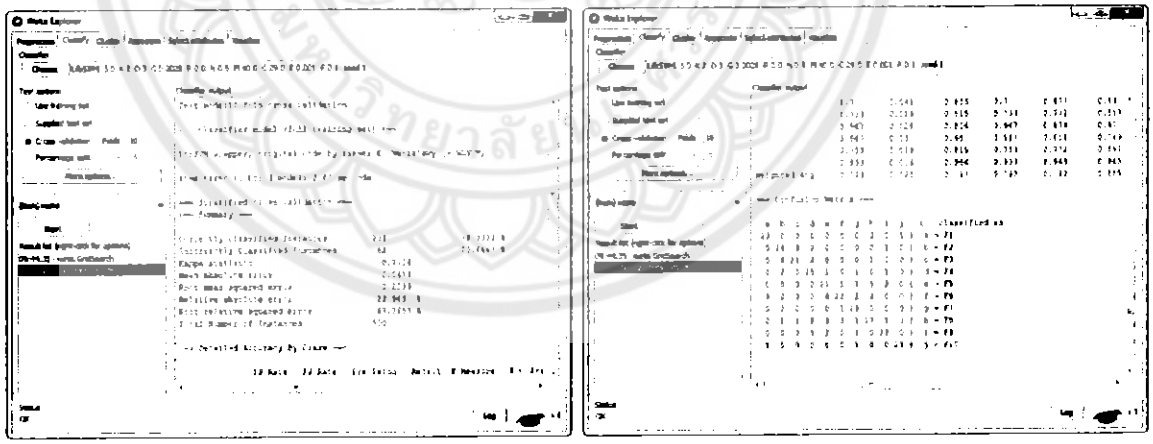
หากค่าที่พบนั้นยังมีร้อยละความถูกต้องต่ำให้ทำการเปลี่ยนช่วงที่ใช้ในการทำการสุ่ม ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะได้ร้อยละความถูกต้องที่ต้องการ

3.3.5 เมื่อได้ค่า cost และ gamma ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแล้วจึงนำไปทำการจำแนกด้วย libSVM โดยเลือกที่ choose > function > libSVM จากนั้นนำค่า cost และ gamma ที่ได้ใส่ลงไป แล้วคลิก start เพื่อประมวลผล ดังแสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงการใช้ libSVM classifier

หลังจากทำการประมวลผลแล้วจะแสดงผลของร้อยละความถูกต้อง และเมตริกซ์การประเมินผลลัพธ์การทำนาย (Confusion Matrix) ซึ่งเมตริกซ์การประเมินผลลัพธ์การทำนายนั้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์หลังการประมวลผลว่าเกิดความสับสนในการจำแนกอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกได้ เช่น ผัดซีอิ๊วถูกจำแนกว่าเป็นข้าวขาหมูเนื่องจากมีค่าของฮิสโตแกรมที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.12

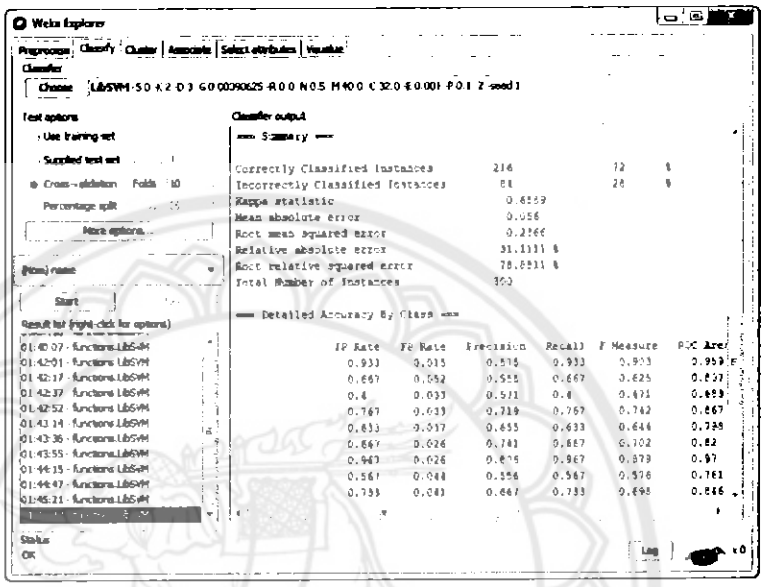


รูปที่ 3.12 แสดงร้อยละความถูกต้อง และการประเมินผลลัพธ์การทำนาย

3.4 ผลการทดลองจากการจำแนกด้วย libSVM ที่ขนาด Bins ต่างๆ

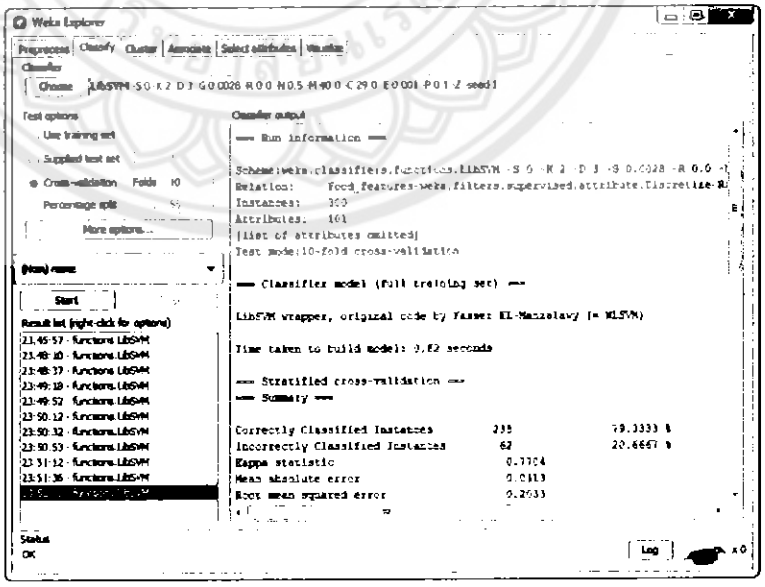
ผลการทดลองเพื่อหาค่า cost และ gamma ที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดในการจำแนกชนิดอาหารด้วย LibSVM แสดงในรูปต่อไปนี้

Bins 5x5: cost = 32.0, gamma = 0.00390625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 72 %



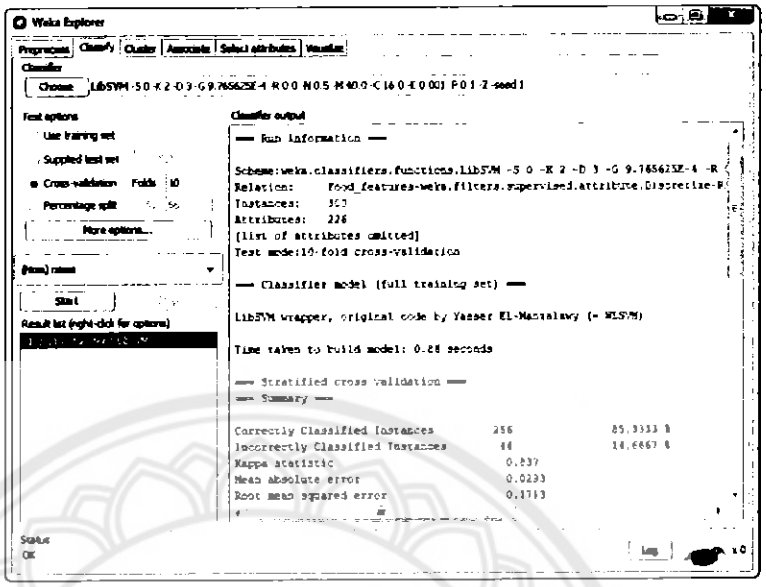
รูปที่ 3.13 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 32.0, gamma = 0.00390625 ที่ Bin ขนาด 5x5

Bins 10x10: cost = 29.0, gamma = 0.0028 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 79.33 %



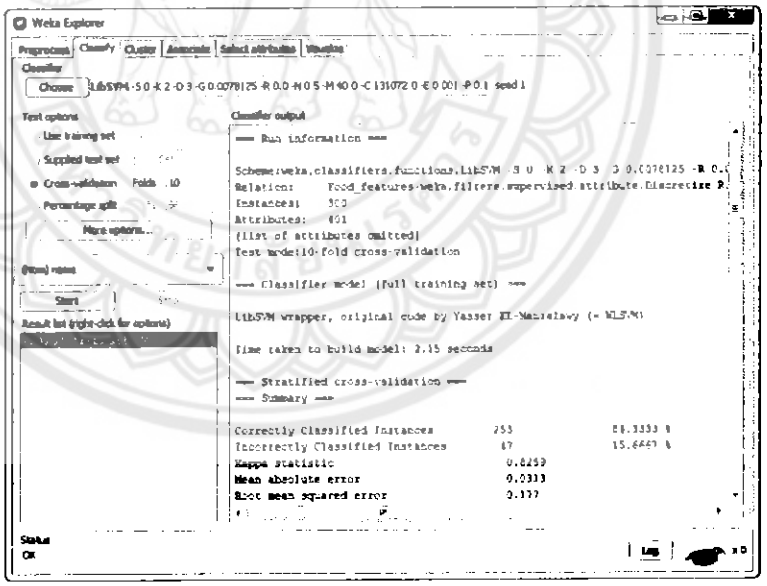
รูปที่ 3.14 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 29.0, gamma = 0.0028 ที่ Bin ขนาด 10x10

Bins 15x15: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 85.33 %



รูปที่ 3.15 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 15x15

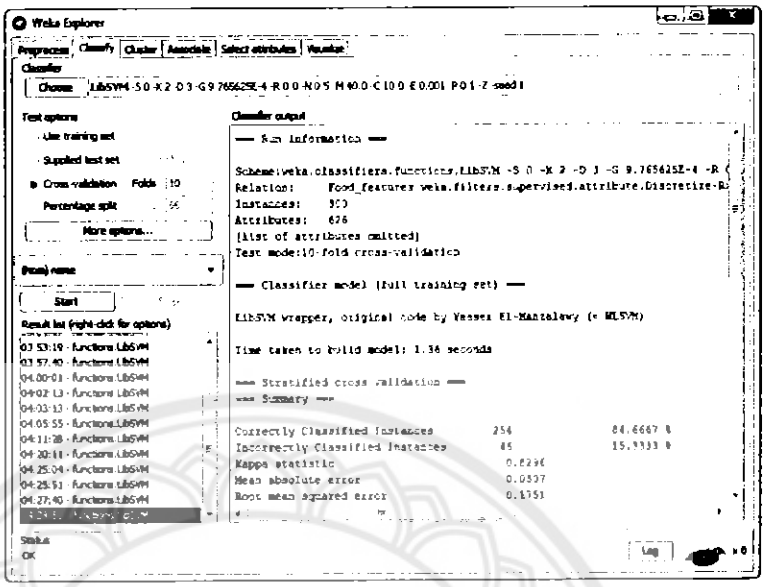
Bins 20x20: cost = 131072.0, gamma = 0.0078125 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 84.33 %



รูปที่ 3.16 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 31072.0, gamma = 0.0078125 ที่ Bin ขนาด 20x20

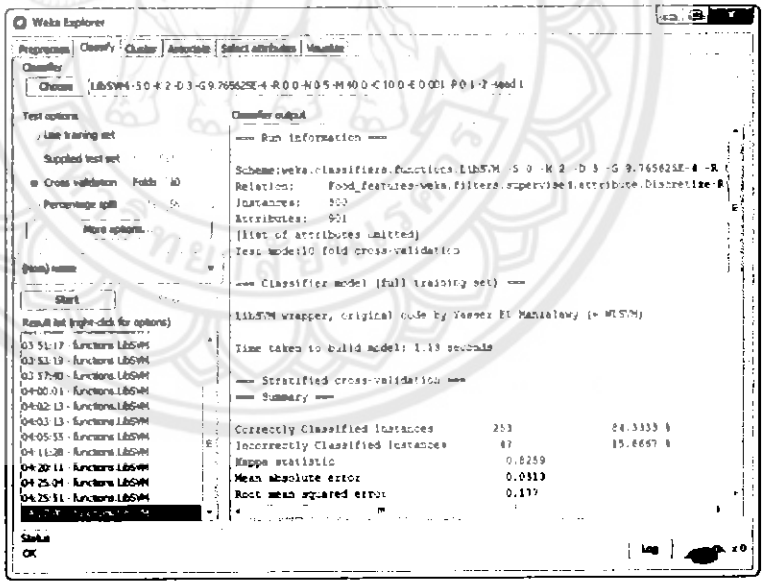
ป
ส 4635
2554

Bins 25x25: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 84.67 %



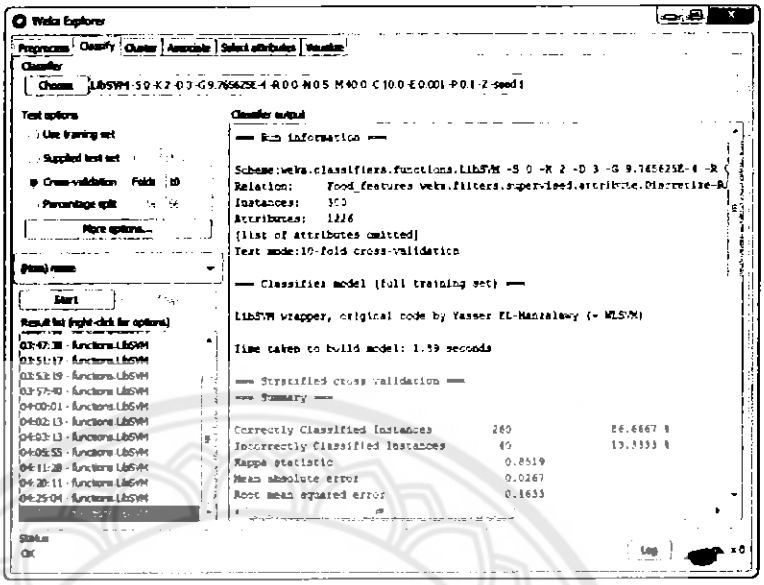
รูปที่ 3.17 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 31072.0, gamma = 0.0078125 ที่ Bin ขนาด 25x25

Bins 30x30: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 84.33 %



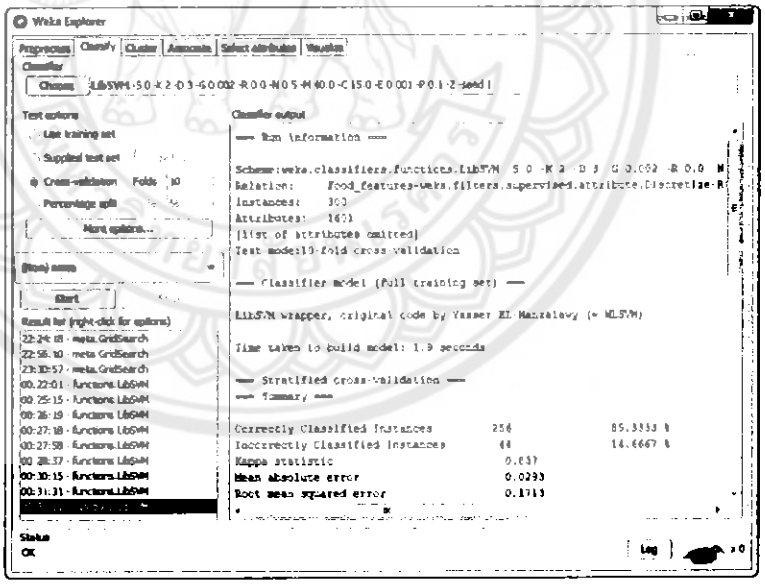
รูปที่ 3.18 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 30x30

Bins 35x35: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 86.67 %



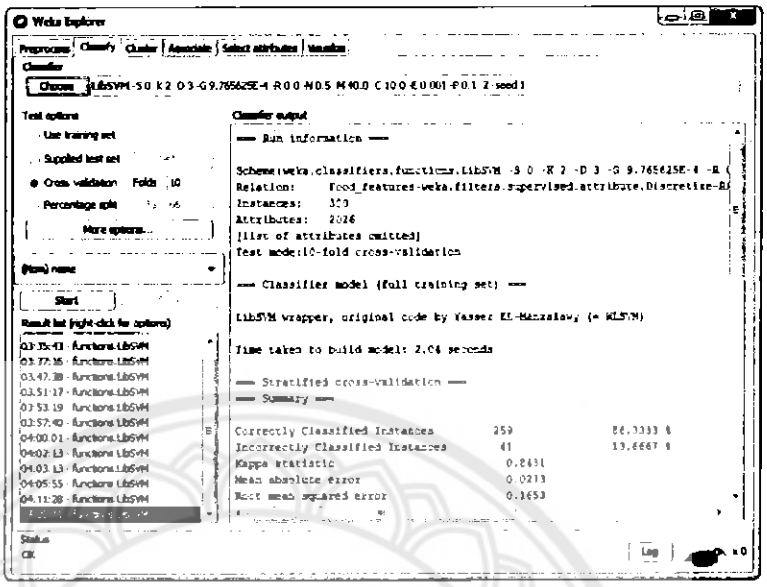
รูปที่ 3.19 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 35x35

Bins 40x40: cost = 15.0, gamma = 0.002 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 85.33 %



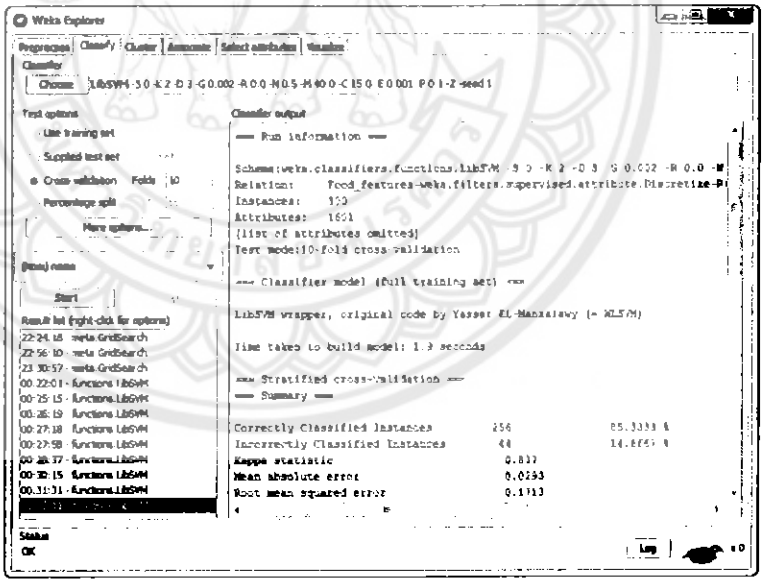
รูปที่ 3.20 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 15.0, gamma = 0.002 ที่ Bin ขนาด 40x40

Bins 45x45: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 86.33 %



รูปที่ 3.21 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 45x45

Bins 50x50: cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ได้ค่าความถูกต้องเป็น 86.33 %



รูปที่ 3.22 แสดงผลลัพธ์ของค่า cost = 16.0, gamma = 0.0009765625 ที่ Bin ขนาด 50x50

บทที่ 4

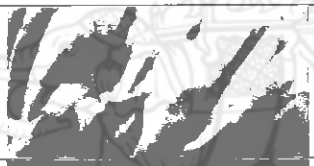
ผลการทดลอง

ในการสร้างระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยวิธีการประมวลผลภาพนั้น จะทำการทดลองเพื่อจำแนกชนิดของอาหารโดยใช้คุณลักษณะของสีของอาหารดังต่อไปนี้

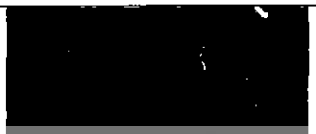
4.1 การทดลอง

ในการทำการทดลองนั้นจะมีชนิดของอาหารจานเดียวที่นำมาใช้ในการทดลองทั้งหมด 10 ชนิด โดยจะแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรูปและชื่อของอาหารจานเดียว

ลำดับที่	รูป	ชื่ออาหาร
1		ข้าวมันไก่
2		ข้าวผัดกะเพรา
3		ผัดซีอิ๊ว
4		ผัดไทย
5		ข้าวหมูทอดกระเทียม
6		ข้าวหมูแดง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงรูปและชื่อของอาหารจานเดียว (ต่อ)

ลำดับที่	รูป	ชื่ออาหาร
7		ข้าวไข่เจียว
8		ข้าวขาหมู
9		ส้มตำ
10		โจ๊ก

โดยขั้นตอนการทดลองจะใช้ภาพของอาหารชนิดละ 30 ภาพ ทั้งหมด 300 ภาพ โดยจะทำการทดสอบด้วยเทคนิคของ 10-fold validation โดยเทคนิคของ 10-fold validation มีหลักการคือ ทำการเสิร์ชชุดข้อมูลออกมา 1 ส่วน จาก 10 ส่วน เพื่อใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ และนำข้อมูลที่เหลือ 9 ส่วนนั้นเป็นชุดข้อมูลสำหรับการเทรน ครั้งที่สองก็เช่นกัน จะทำการเสิร์ชข้อมูลออกมา 1 ส่วนจาก 10 ส่วน เพื่อนำไปเป็นชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ แล้วนำข้อมูลอีก 9 ส่วนมาทำการเทรน ทำเช่นนี้ไปจนครบทั้ง 10 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะให้ร้อยละความถูกต้องออกมา จากนั้นนำค่าร้อยละความถูกต้องที่ทำการทดสอบทั้ง 10 ครั้งมาเฉลี่ย จึงจะได้ร้อยละความถูกต้องของทั้งชุดข้อมูล

โดยในการทดสอบนี้จะใช้คุณลักษณะสีของภาพอาหาร ด้วยการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบของโมเดลสีแบบ HSV คำนวณค่าฮิสโตแกรมของภาพอาหาร โดยเลือกค่าของ Hue และ Saturation มาใช้ เนื่องจากเป็นค่าสีบริสุทธิ์ของภาพ ซึ่งไม่คำนึงถึงแสงและความสว่างของภาพ ทำการทดลองด้วยการปรับจำนวนช่องของฮิสโตแกรม (bin) เป็นขนาด 5x5, 10x10, 15x15, 20x20, 25x25, 30x30, 35x35, 40x40, 45x45 และ 50x50 ตามลำดับ โดยจะให้ผลลัพธ์ของการทดลองดังต่อไปนี้

4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองจำแนกชนิดอาหารด้วยค่าฮิสโตแกรมสีของ Hue และ Saturation ที่ขนาด Bins ต่างๆ จะได้ผลลัพธ์ของการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 5x5 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	28	93.33	2	6.67
ข้าวผัดกะเพรา	20	66.667	10	33.33
ผัดซีอิ๊ว	12	40.00	18	60.00
ผัดไทย	23	76.67	7	23.33
ข้าวหมูทอดกระเทียม	19	63.33	11	36.67
ข้าวหมูแดง	20	66.67	10	33.33
ข้าวไข่เจียว	29	96.67	1	3.33
ข้าวขาหมู	17	56.67	13	43.33
ส้มตำ	22	73.33	8	26.67
โจ๊ก	26	86.67	4	13.33
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 10x10 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	24	80.00	6	20.00
ผัดซีอิ๊ว	21	70.00	9	30.00
ผัดไทย	25	83.33	5	16.67
ข้าวหมูทอดกระเทียม	21	70.00	9	30.00
ข้าวหมูแดง	22	73.33	8	26.67
ข้าวไข่เจียว	29	96.67	1	3.33
ข้าวขาหมู	17	56.67	13	43.33
ส้มตำ	22	73.33	8	26.67
โจ๊ก	28	93.33	2	6.67
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 15x15 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	25	83.33	5	16.67
ผัดซีอิ๊ว	18	60.00	12	40.00
ผัดไทย	27	90.00	3	10.00
ข้าวหมูทอดกระเทียม	29	96.67	1	3.33
ข้าวหมูแดง	22	73.33	8	26.67
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	21	70.00	9	30.00
ส้มตำ	25	83.33	5	16.67
โจ๊ก	30	100.00	0	0.00
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 20x20 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	27	90.00	3	10.00
ผัดซีอิ๊ว	21	70.00	9	30.00
ผัดไทย	24	80.00	6	20.00
ข้าวหมูทอดกระเทียม	25	83.33	5	16.67
ข้าวหมูแดง	23	76.67	7	23.33
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	21	70.00	9	30.00
ส้มตำ	24	80.00	6	20.00
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 25x25 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	27	90.00	3	10.00
ผัดซีอิ๊ว	19	63.33	11	36.67
ผัดไทย	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูทอดกระเทียม	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูแดง	25	83.33	5	16.67
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวเปล่า	18	60.00	12	40.00
ส้มตำ	25	83.33	5	16.67
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
รวม	254	84.67	46	15.33

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 30x30 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	26	86.67	4	13.33
ผัดซีอิ๊ว	20	66.67	10	33.33
ผัดไทย	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูทอดกระเทียม	25	83.33	5	16.67
ข้าวหมูแดง	21	70.00	9	30.00
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวเปล่า	22	73.33	8	26.67
ส้มตำ	25	83.33	5	16.67
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
รวม	253	84.33	47	15.67

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 35x35 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	29	96.67	1	3.33
ข้าวผัดกะเพรา	25	83.33	5	16.67
ผัดซีอิ๊ว	22	73.33	8	26.67
ผัดไทย	25	83.33	5	16.67
ข้าวหมูทอดกระเทียม	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูแดง	25	83.33	5	16.67
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	24	80.00	6	20.00
ส้มตำ	25	83.33	5	16.67
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
[illegible]	260	86.67	40	13.33

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 40x40 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	30	100.00	0	0.00
ข้าวผัดกะเพรา	27	90.00	3	10.00
ผัดซีอิ๊ว	21	70.00	9	30.00
ผัดไทย	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูทอดกระเทียม	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูแดง	22	73.33	8	26.67
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	20	66.67	10	33.33
ส้มตำ	25	83.33	5	16.67
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
[illegible]	256	85.33	44	14.67

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 45x45 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	30	100.00	0	0.00
ข้าวผัดกะเพรา	27	90.00	3	10.00
ผัดซีอิ๊ว	19	63.33	11	36.67
ผัดไทย	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูทอดกระเทียม	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูแดง	25	83.33	5	16.67
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	21	70.00	9	30.00
ส้มตำ	26	86.67	4	13.33
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
[illegible]	[illegible]	86.33	[illegible]	13.67

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงผลการทดลองของการใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 50x50 bins

ชื่ออาหาร	ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ	ผิดพลาด	คิดเป็นร้อยละ
ข้าวมันไก่	30	100.00	0	0.00
ข้าวผัดกะเพรา	27	90.00	3	10.00
ผัดซีอิ๊ว	20	66.67	10	33.33
ผัดไทย	25	83.33	5	16.67
ข้าวหมูทอดกระเทียม	26	86.67	4	13.33
ข้าวหมูแดง	24	80.00	6	20.00
ข้าวไข่เจียว	30	100.00	0	0.00
ข้าวขาหมู	21	70.00	9	30.00
ส้มตำ	27	90.00	3	10.00
โจ๊ก	29	96.67	1	3.33
[illegible]	[illegible]	86.33	[illegible]	13.67

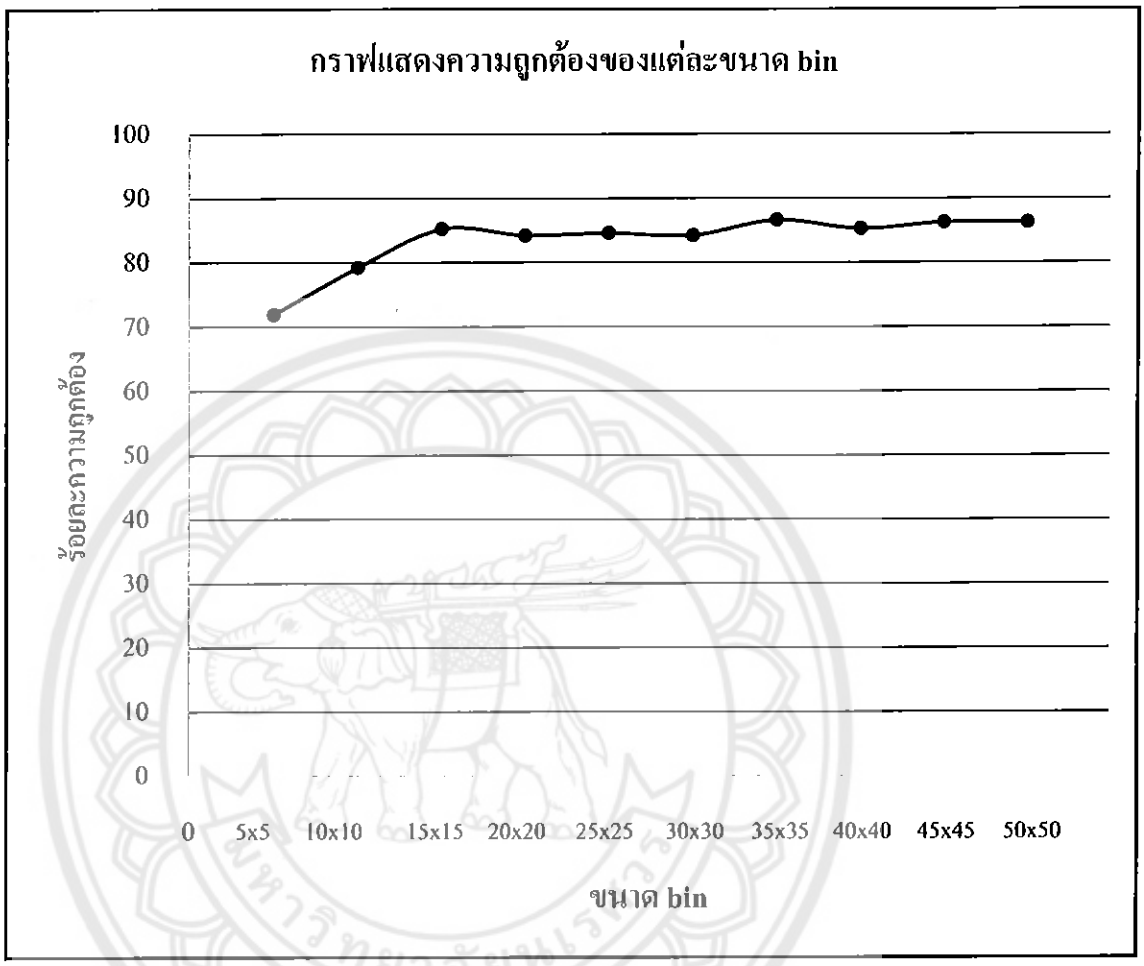
จากผลการทดลองจะพบว่า การใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 35x35 bins นั้นให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด โดยมีค่าความถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 86.67 รองลงมาคือ การใช้ฮิสโตแกรมค่าสี H และ S ขนาด 45x45 bins และ 50x50 bins, 15x15 bins และ 40x40 bins, 25x25 bins, 20x20 bins และ 30x30 bins, 10x10 bins และ 5x5 bins ตามลำดับ

	5x5	10x10	15x15	20x20	25x25	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50
	93.33	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67	100.00	100.00	100.00
	66.67	80.00	83.33	90.00	90.00	86.67	83.33	90.00	90.00	90.00
	40.00	70.00	60.00	70.00	63.33	66.67	73.33	70.00	63.33	66.67
	76.67	83.33	90.00	80.00	86.67	86.67	83.33	86.67	86.67	83.33
	63.33	70.00	96.67	83.33	86.67	83.33	86.67	86.67	86.67	86.67
	66.67	73.33	73.33	76.67	83.33	70.00	83.33	73.33	83.33	80.00
	96.67	96.67	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	56.67	56.67	70.00	70.00	60.00	73.33	80.00	66.67	70.00	70.00
	73.33	73.33	83.33	80.00	83.33	83.33	83.33	83.33	86.67	90.00
	86.67	93.33	100.00	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67	96.67

รูปที่ 4.1 แสดงสรุปร้อยละความถูกต้องของแต่ละขนาด bin

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่า เมื่อขนาดช่องของฮิสโตแกรมมีขนาดเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ร้อยละความถูกต้องเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โดยร้อยละความถูกต้องที่พบนั้นจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันมาก โดยค่าร้อยละความถูกต้องสูงสุดนั้นจะอยู่ที่ 35x35 bins ก่อนจะลดลงมาเล็กน้อยแล้วเริ่มมีความคงที่

สามารถสรุปออกมาเป็นกราฟแสดงความถูกต้องของแต่ละขนาด bin ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟของร้อยละความถูกต้องของแต่ละขนาด bin

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและแนวทางพัฒนา

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลการทดลอง การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะของระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงงานและสามารถนำไปพัฒนาระบบต่อไป

5.1 สรุปผลการออกแบบและพัฒนาระบบ

การออกแบบและพัฒนาระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพนั้นจะทำการรับภาพของอาหารที่ทำการตัดเอาเฉพาะส่วนของอาหารมาทำการคำนวณหาฮิสโตแกรมของภาพในโมเดลสีแบบ HSV เพื่อให้ได้ค่าคุณลักษณะสีของค่า Hue และ Saturation จากนั้นใช้อัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนในการจำแนกชนิดอาหาร แล้วทำการบอกถึงปริมาณแคลอรี่ของอาหารชนิดนั้นๆ

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อนำไปพัฒนาระบบรู้จำอาหารจานเดียวด้วยการประมวลผลภาพ ทำการทดลองโดยการใช้ค่าคุณลักษณะสีที่คำนวณหาฮิสโตแกรมในโมเดลสี HSV ด้วยขนาดของการแบ่งช่องฮิสโตแกรมที่ขนาดต่างกัน สามารถสรุปผลได้ว่าการทดลองจะพบร้อยละความผิดพลาดของอาหารแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

[illegible]	5x5	10x10	15x15	20x20	25x25	30x30	35x35	40x40	45x45	50x50	[illegible]
[illegible]	6.67	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	0.00	0.00	0.00	2.67
[illegible]	33.33	20.00	16.67	10.00	10.00	13.33	16.67	10.00	10.00	10.00	15.00
[illegible]	60.00	30.00	40.00	30.00	36.67	33.33	26.67	30.00	36.67	33.33	[illegible]
[illegible]	23.33	16.67	10.00	20.00	13.33	13.33	16.67	13.33	13.33	16.67	15.67
[illegible]	16.67	30.00	3.33	16.67	13.33	16.67	13.33	13.33	13.33	13.33	17.00
[illegible]	33.33	26.67	26.67	23.33	16.67	30.00	16.67	26.67	16.67	20.00	23.67
[illegible]	3.33	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67
[illegible]	43.33	43.33	30.00	30.00	40.00	26.67	20.00	33.33	30.00	30.00	[illegible]
[illegible]	26.67	26.67	16.67	20.00	16.67	16.67	16.67	16.67	13.33	10.00	18.00
[illegible]	13.33	6.67	0.00	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	4.33
[illegible]											16.53

รูปที่ 5.1 แสดงผลร้อยละความผิดพลาดของการจำแนกชนิดอาหาร

จากรูปที่ 5.1 จะพบว่าอาหารที่มีความผิดพลาดในการจำแนกมากที่สุดคือ 'ผัดซีอิ๊ว' และรองลงมาคือ 'ข้าวขาหมู' จึงได้ทำการสรุปผลการจำแนกของอาหารทั้งสองชนิดดังนี้

ขนาด filter	ชื่ออาหาร	ข้าวมันไก่	ข้าวผัดกะเพรา	ผัดซีอิ๊ว	ผัดไทย	ข้าวหมูทอดกระเทียม	ข้าวหมูแดง	ข้าวไข่เจียว	ข้าวขาหมู	ต้มยำ	ไม่มี
5x5	ผัดซีอิ๊ว	0	13	12	3	0	0	0	2	0	0
	ข้าวขาหมู	0	0	0	3	3	2	2	[illegible]	3	0
10x10	ผัดซีอิ๊ว	0	6	21	2	0	0	0	1	0	0
	ข้าวขาหมู	0	1	1	2	4	3	1	[illegible]	1	0
15x15	ผัดซีอิ๊ว	0	6	18	6	0	0	0	0	0	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	5	1	1	[illegible]	1	0
20x20	ผัดซีอิ๊ว	0	4	21	4	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	1	5	1	[illegible]	1	0
25x25	ผัดซีอิ๊ว	0	5	19	5	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	2	0	0	5	3	1	[illegible]	1	0
30x30	ผัดซีอิ๊ว	0	4	20	5	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	4	1	1	[illegible]	1	0
35x35	ผัดซีอิ๊ว	0	3	22	1	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	0	0	0	3	1	1	[illegible]	1	0
40x40	ผัดซีอิ๊ว	0	4	21	4	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	3	4	1	[illegible]	1	0
45x45	ผัดซีอิ๊ว	0	7	19	3	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	4	2	1	[illegible]	1	0
50x50	ผัดซีอิ๊ว	0	7	19	3	0	0	0	0	1	0
	ข้าวขาหมู	0	1	0	0	4	2	1	[illegible]	1	0
ผลการจำแนก	ผัดซีอิ๊ว	0	[illegible]	192	39	0	0	0	3	7	0
	ข้าวขาหมู	0	9	1	5	[illegible]	24	11	[illegible]	12	0

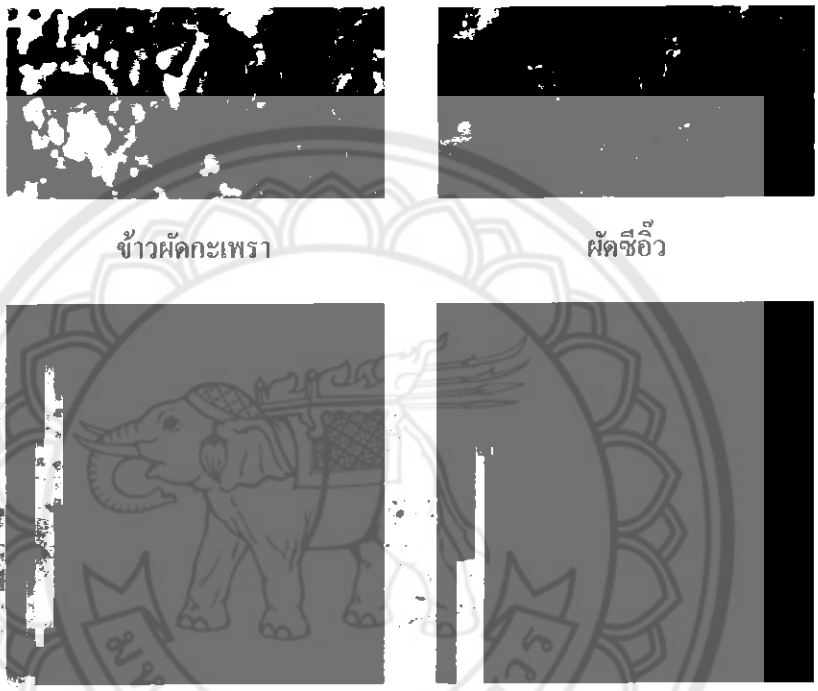
รูปที่ 5.2 แสดงผลการจำแนกของผัดซีอิ๊ว และข้าวขาหมู

จากรูปที่ 5.2 ทำให้ทราบถึงผลการจำแนกของผัดซีอิ๊ว และข้าวขาหมู ซึ่งพบว่า

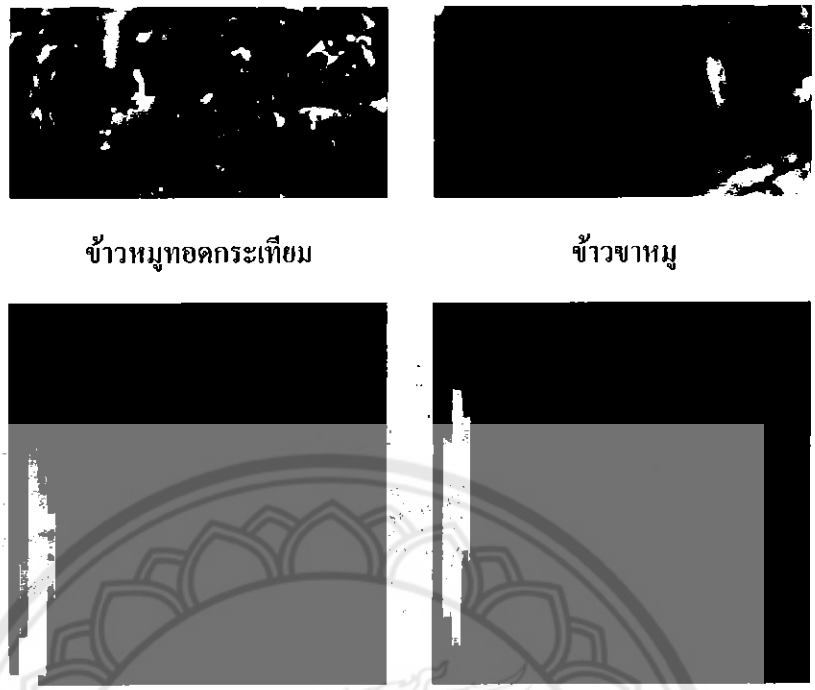
ผัดซีอิ๊ว จำแนกถูกต้องจำนวน 192 ภาพ จากทั้งหมด 300 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 64.00 และมีความผิดพลาดในการจำแนก โดยจำแนกว่าเป็นข้าวผัดกะเพราจำนวน 59 ภาพ ซึ่งถือว่าเป็นชนิดอาหารที่ถูกจำแนกผิดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.67

ข้าวขาหมู จำแนกถูกต้องจำนวน 202 ภาพ จากทั้งหมด 300 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 67.33 และมีความผิดพลาดในการจำแนก โดยจำแนกว่าเป็นข้าวหมูทอดกระเทียมจำนวน 36 ภาพ ซึ่งถือว่าเป็นชนิดอาหารที่ถูกจำแนกผิดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 12.00

จากผลของทั้ง 2 ชนิดอาหารที่ยกตัวอย่างมานั้น ทำให้ทราบว่าผัดซีอิ๊วถูกจำแนกผิดพลาดว่าเป็นข้าวผัดกะเพรามากที่สุด และข้าวขาหมูถูกจำแนกว่าเป็นหมูทอดกระเทียม ซึ่งสาเหตุส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการจำแนกนั้นเนื่องมากจากการคำนวณหาฮิสโตแกรมหลังจากการแปลงภาพให้เป็น HSV แล้วทำให้ได้ค่าสี (Hue) ที่แสดงในแนวแกน x และค่าความอิ่มตัวของสี (Saturation) ที่แสดงในแนวแกน y ดังในรูปที่ 5.3 และ รูปที่ 5.4



รูปที่ 5.3 แสดงฮิสโตแกรม H-S ของข้าวผัดกะเพราและผัดซีอิ๊ว



ข้าวหมูทอดกระเทียม ข้าวขาหมู

ฮิสโตแกรมของข้าวหมูทอดกระเทียม ฮิสโตแกรมของข้าวขาหมู

รูปที่ 5.4 แสดงฮิสโตแกรม H-S ของข้าวหมูทอดกระเทียมและข้าวขาหมู

จากรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าฮิสโตแกรมที่คำนวณได้ของข้าวผัดกะเพราและผัดซีอิ๊วมีความคล้ายคลึงกัน ข้าวขาหมูและข้าวหมูทอดกระเทียมก็เช่นกัน ซึ่งส่งผลให้ผลการจำแนกนั้นมีความผิดพลาดเกิดขึ้นกับอาหารทั้ง 4 ชนิดนี้มากที่สุดจากอาหารทั้ง 10 ชนิด

5.3 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

5.3.1 ค่าความผิดพลาดที่พบมากที่สุดนั้นเกิดในการจำแนกผัดซีอิ๊วและข้าวขาหมู ซึ่งผัดซีอิ๊วถูกจำแนกผิดพลาดเป็นข้าวผัดกะเพรา และข้าวขาหมูถูกจำแนกผิดเป็นข้าวหมูทอดกระเทียมมากที่สุดเนื่องมาจากผลของการคำนวณฮิสโตแกรมหาค่า Hue และ Saturation นั้นมีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งหากจะให้เกิดความถูกต้องในการจำแนกมากขึ้น ควรจะเพิ่มคุณลักษณะอื่นๆเข้ามาช่วยในการจำแนก เช่น คุณลักษณะของพื้นผิว (texture)

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานในอนาคต

5.4.1 เพิ่มจำนวนของภาพอาหารที่นำมาใช้ในการเทรนมากขึ้นจากเดิมที่เป็น 300 ภาพ เพื่อความแม่นยำและถูกต้องในการจำแนก

5.4.2 พัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น เช่น อาจจะพัฒนาให้สามารถใช้งานแบบเรียลไทม์ สามารถทราบผลได้ทันทีที่นำกล้องไปส่องที่จานอาหาร

5.4.3 อาจนำไปพัฒนาเป็นแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟนเพื่อความสะดวกในการใช้งาน สามารถพกพาไปได้ในทุกที่

เอกสารอ้างอิง

[1] การประมวลผลภาพ (Image Processing) (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2731/7/250935_ch3.pdf

[2] เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: : http://jaratcyberu.blogspot.com/2009/10/image-processing.html

[3] ระบบสี RGB (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://th.wikipedia.org/wiki/ระบบสี_RGB

[4] ระบบสี HSV (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap1.htm

[5] การแปลงค่าสีระหว่างระบบสีต่าง ๆ (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap1.htm

[6] ฮิสโตแกรม (Histogram) (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://jaratcyberu.blogspot.com/2009/10/image-processing.html

[7] Support Vector Machine (SVM) (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 16 พฤศจิกายน 2557. สืบค้นจาก: http://kokzard.blogspot.com/2011/10/jfjkdshfkjsldf.html

[8] Gregorio Villalobos, Rana Almaghrabi, Behnoosh Hariri, Shervin Shirmohammadi, **A Personal Assistive System for Nutrient Intake Monitoring**, Distributed Collaborative Virtual Environment Research Laboratory, 2011.

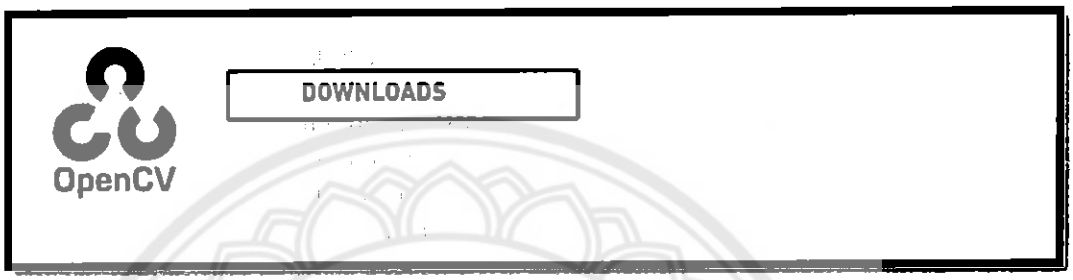
[9] Parisa Pouladzadeh, Gregorio Villalobos, Rana Almaghrabi, Shervin Shirmohammadi, **A Novel SVM Based Food Recognition Method for Calorie Measurement Applications**, IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops, 2012.

ภาคผนวก

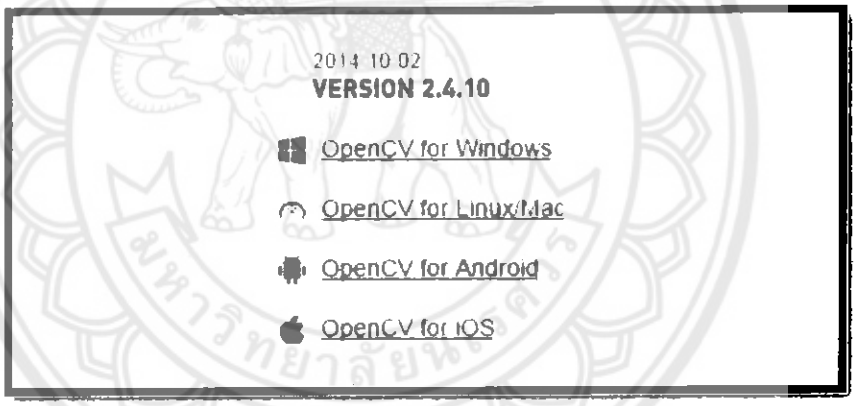
ภาคผนวก ก.

การตั้งค่าการใช้งานไลบรารีโอเพนซีวี

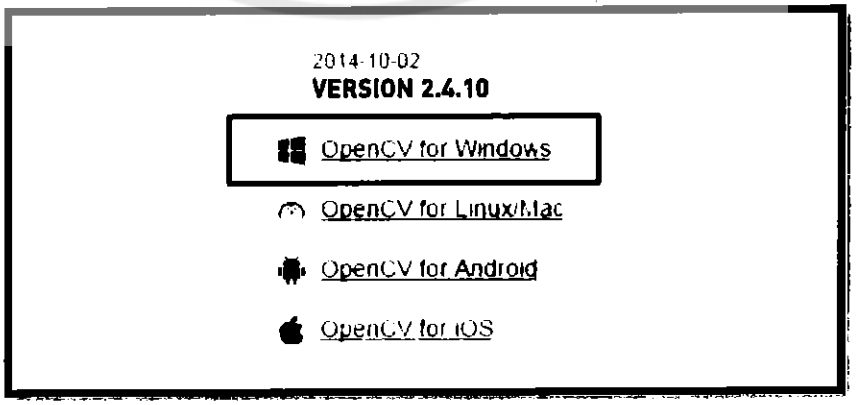
1. ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 หรือ version อื่นให้เรียบร้อย
2. ดาวน์โหลดและติดตั้งไลบรารี opencv ได้จาก http://opencv.org/downloads.html ในส่วนของ Download ให้เลือก release version ดังรูป



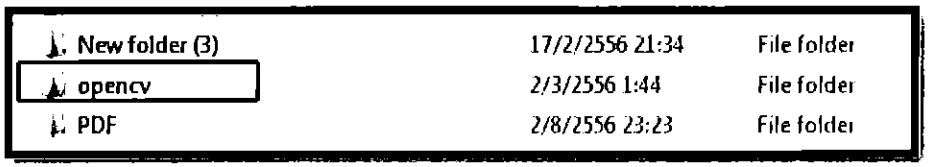
3. เลือก version ของ opencv ที่ต้องการ (ในที่นี้ผู้จัดทำเลือกใช้ version 2.4.10) ดังรูป



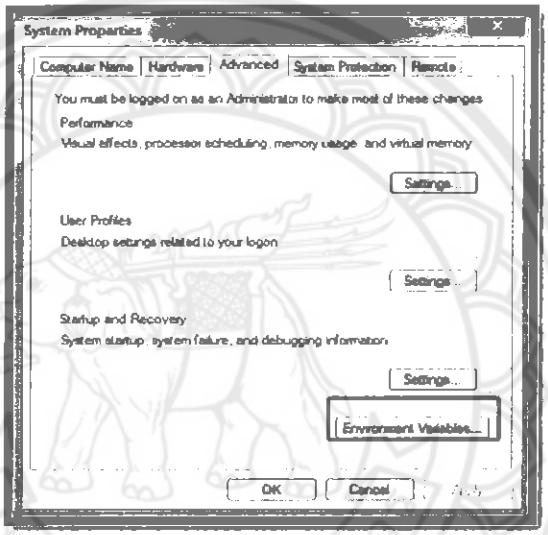
4. เลือก OpenCV for Windows เพื่อดาวน์โหลด ดังรูป



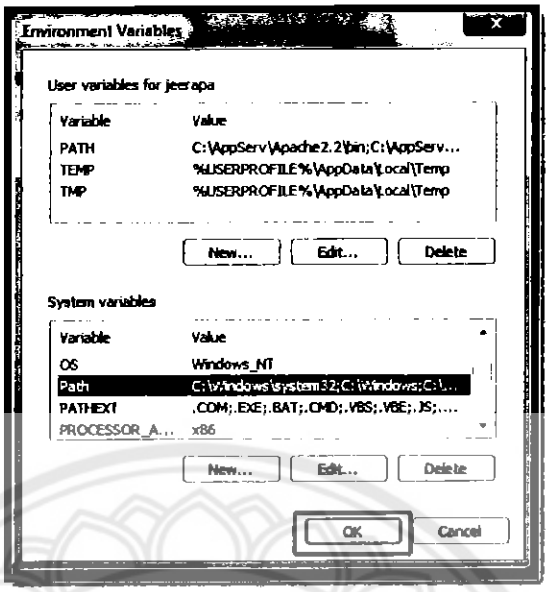
5. ทำการติดตั้งให้เรียบร้อยจะได้โฟลเดอร์ของ opencv ดังรูป



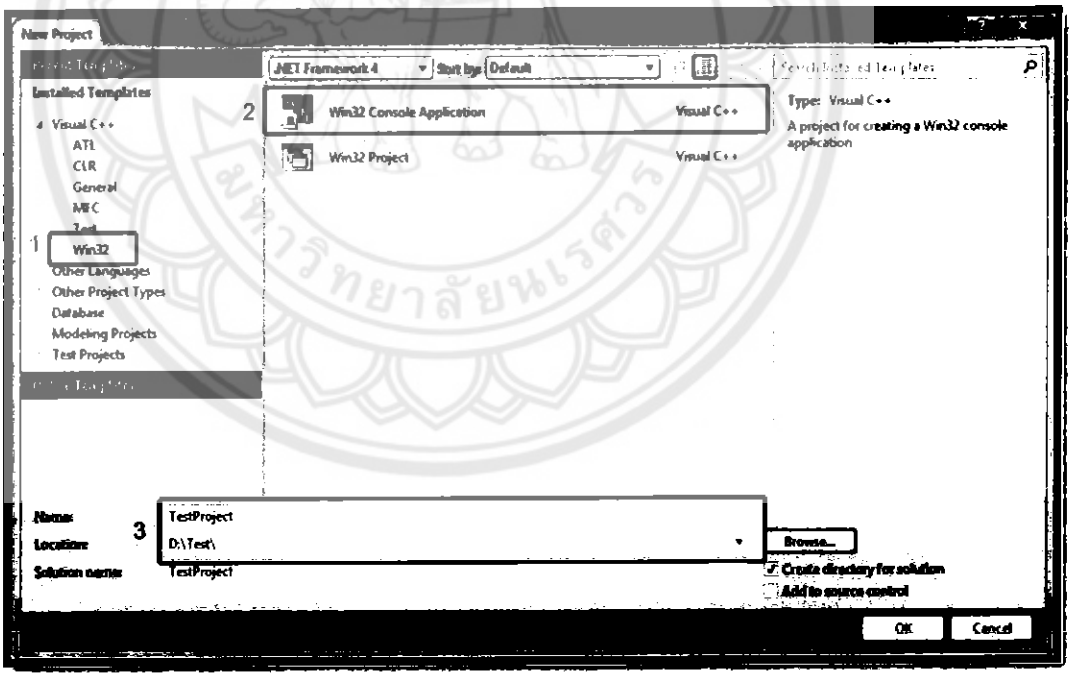
6. ทำการตั้งค่า path โดยไปที่ Control Panel > System and Security >System>Advanced system settings เลือก Environment Variable ดังรูป



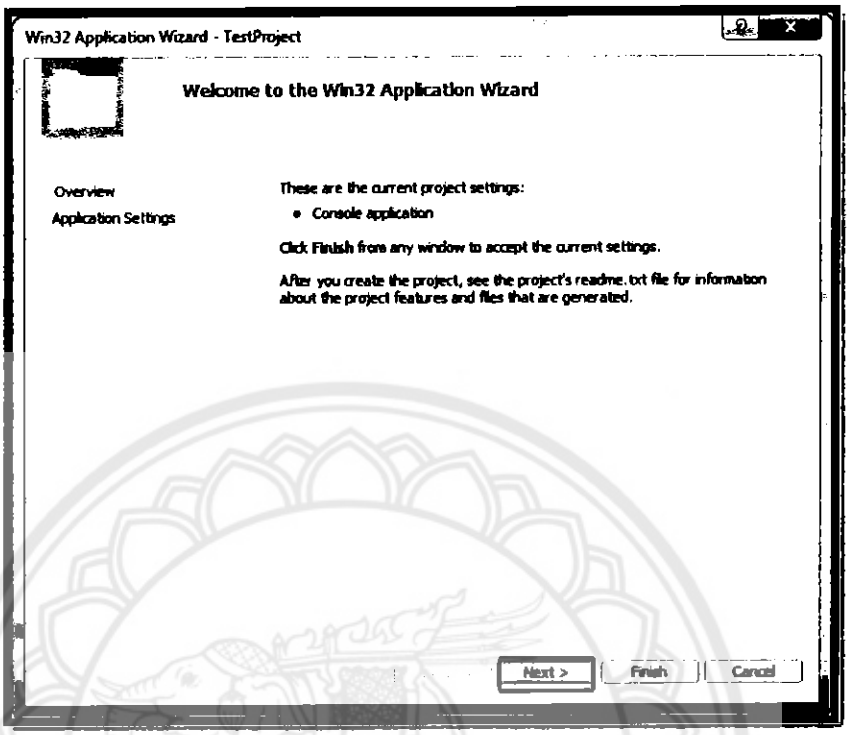
7. ที่ System variables เลือก path จากนั้นกดปุ่ม Edit แล้วทำการเพิ่ม path ของ opencv ดังนี้ D:\OpenCV\opencv\build\x86\vc10\bin; (โดยชื่อ *Drive* ที่ขีดเส้นใต้ จะขึ้นอยู่ที่ผู้ติดตั้ง ว่าติดตั้งไว้ที่ไหน) จากนั้นกดปุ่ม OK



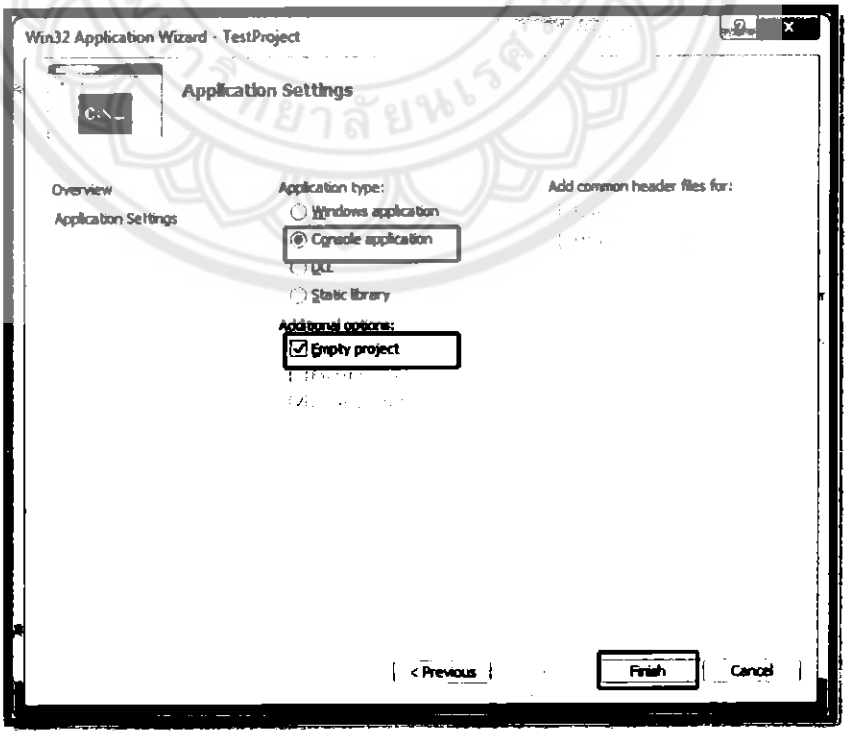
8. เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio ขึ้นมาทำการสร้าง New Project เลือก Win32 >Win32 Console Application > ตั้งชื่อ Project > เลือก Location ที่ต้องการ save > OK



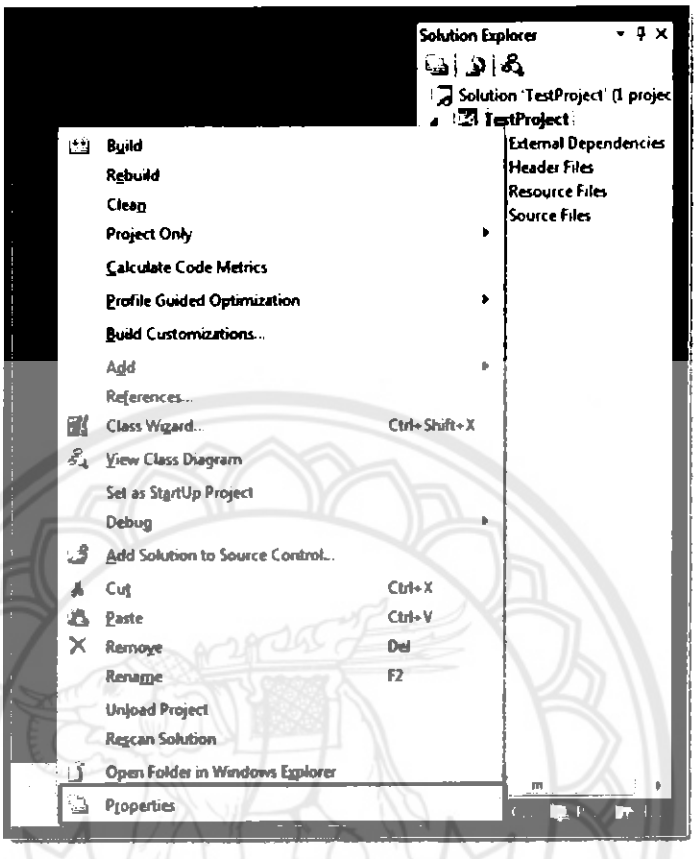
9. เลือกปุ่ม Next



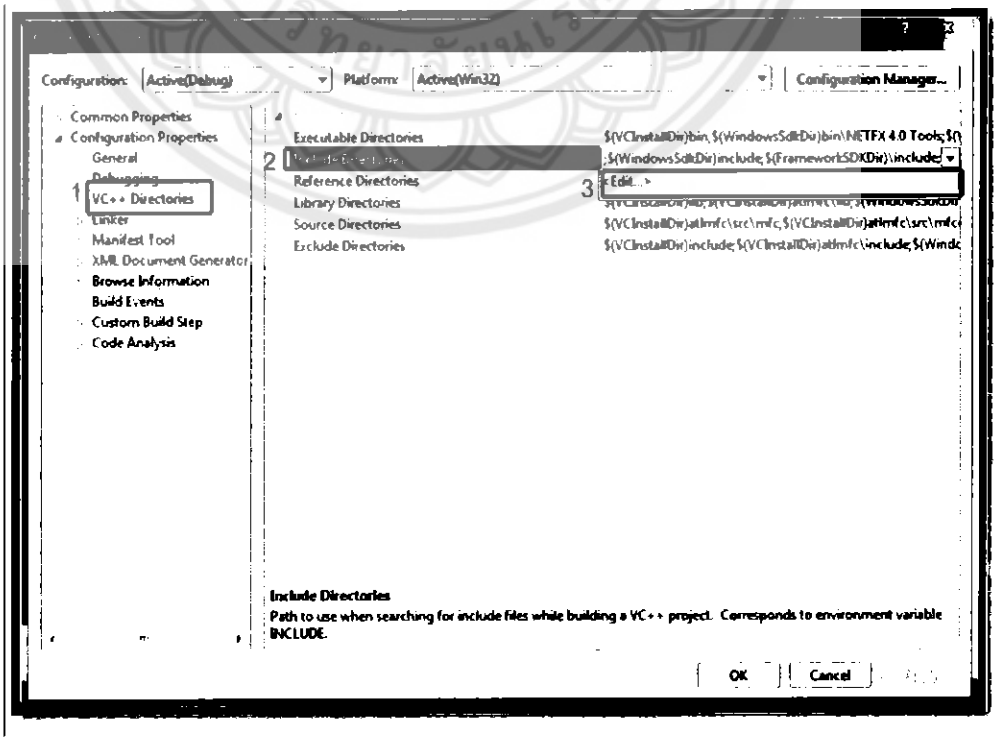
10. เลือก Console type เป็น Console application และ Additional options เป็น Empty project จากนั้นกดปุ่ม Finish



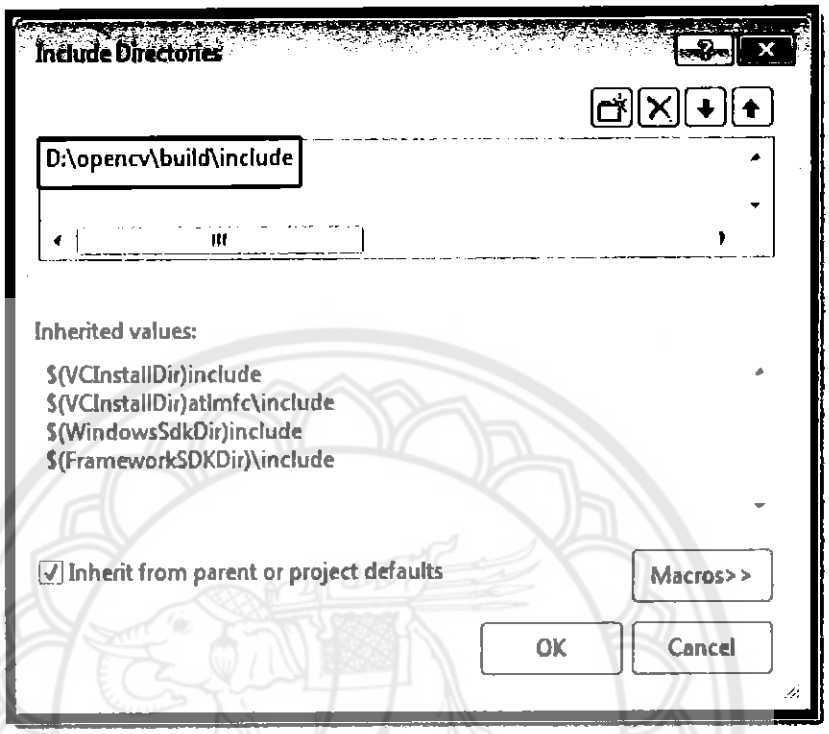
11. ที่หน้าต่าง Solution Explorer ให้คลิกขวาที่ *ชื่อ project* เลือก Properties



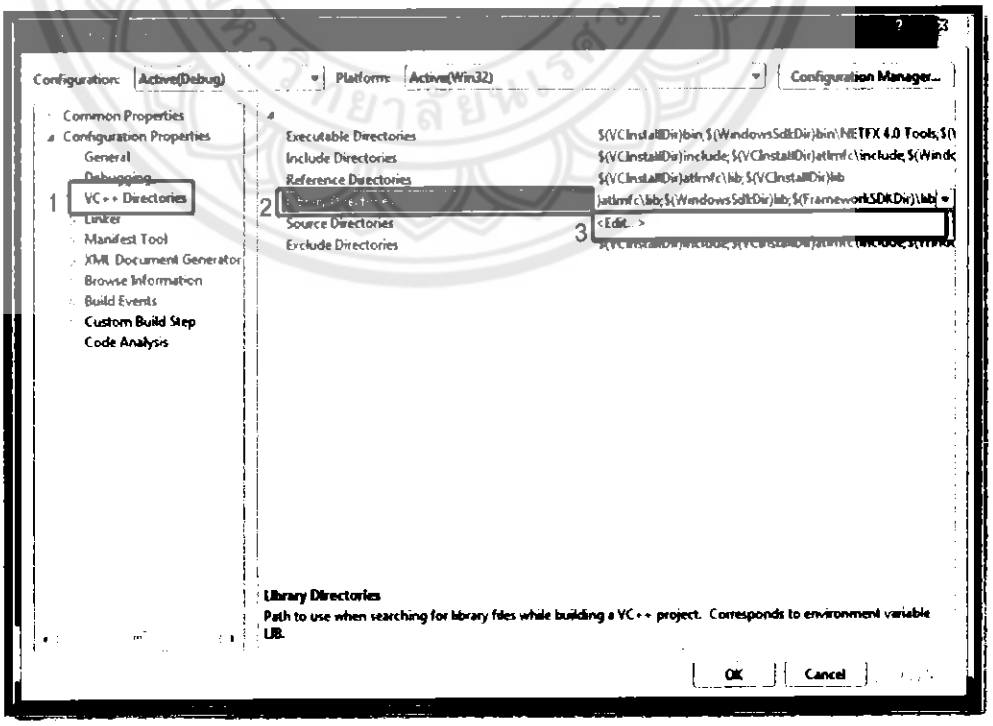
12. เลือก VC++ Directories > Include Directories> Edit



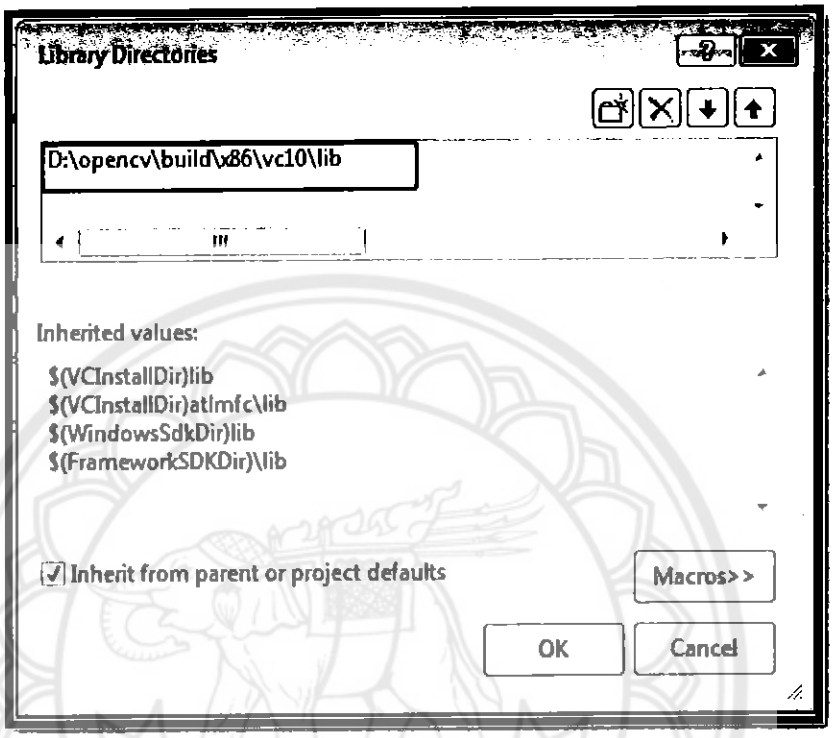
13. ให้เพิ่มโฟลเดอร์ D:\opencv\build\include เข้ามาดังรูป > OK



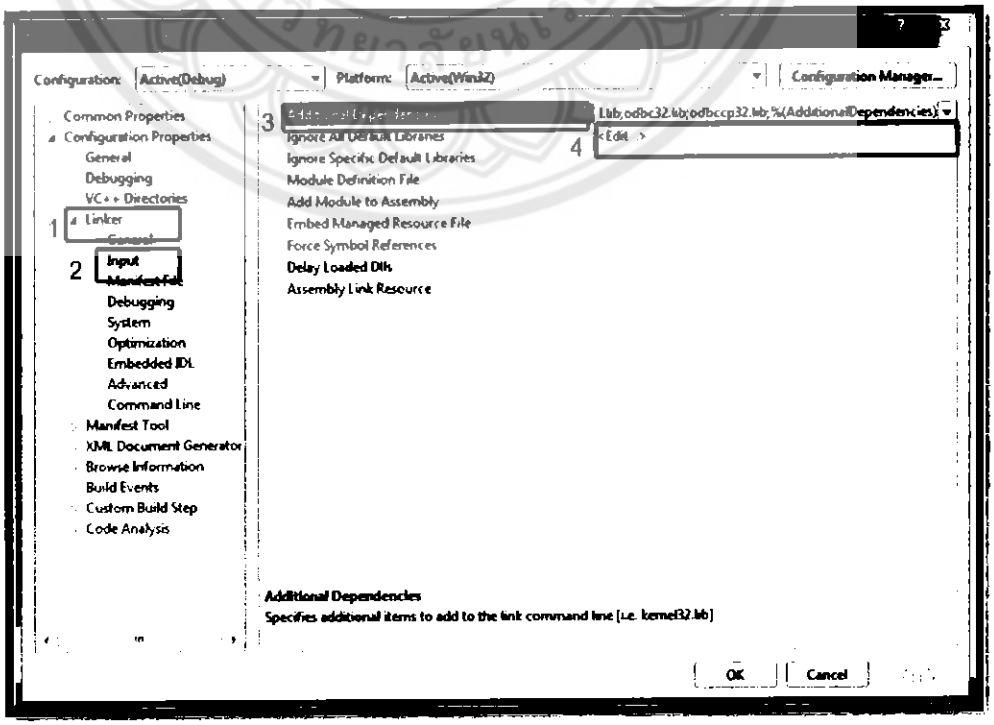
14. เลือก VC++ Directories >Library Directories > Edit



15. ให้เพิ่มโฟลเดอร์ D:\opencv\build\x86\vc10\lib เข้ามาดังรูป> OK



16. Linker> Input > Additional Dependencies > Edit



17. เพิ่ม .lib ดังรูป>OK (opencv_core*2410d*.lib ตัวเลข 2410 ที่ขีดเส้นใต้ คือ เลข version ของ opencv ซึ่งในที่นี้เป็นversion 2.4.10 ส่วนตัวอักษร d หลังตัวเลขคือ บอกว่าเป็น debug mode)

opencv_highgui2410.lib

opencv_core2410.lib

opencv_imgproc2410.lib

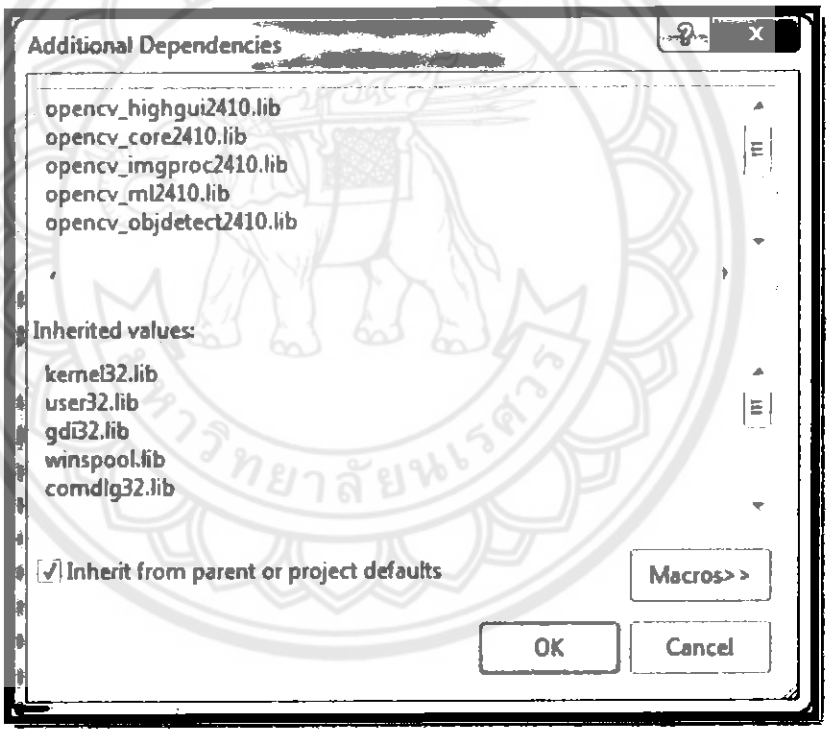
opencv_ml2410.lib

opencv_objdetect2410.lib

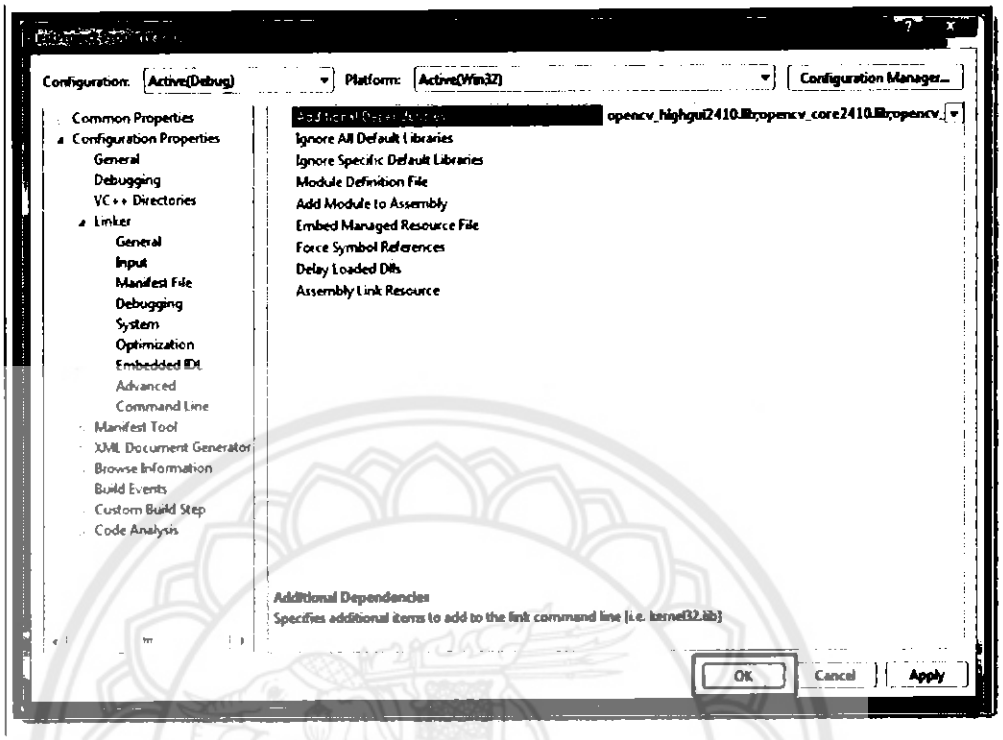
opencv_video2410.lib

opencv_contrib2410.lib

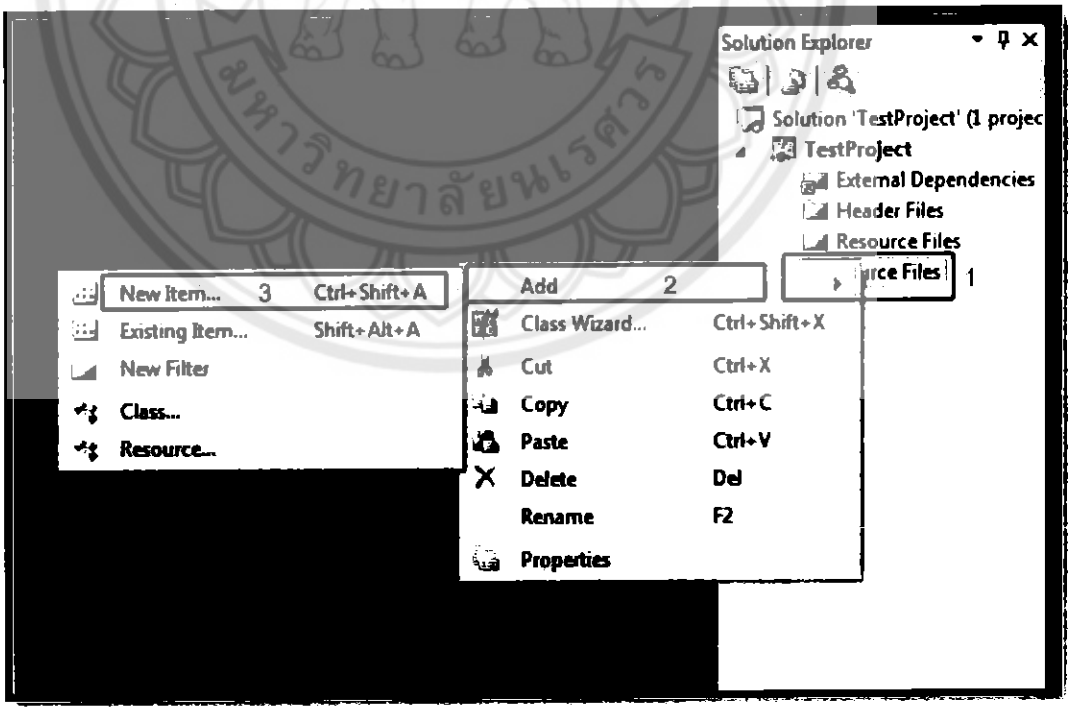
opencv_calib3d2410.lib



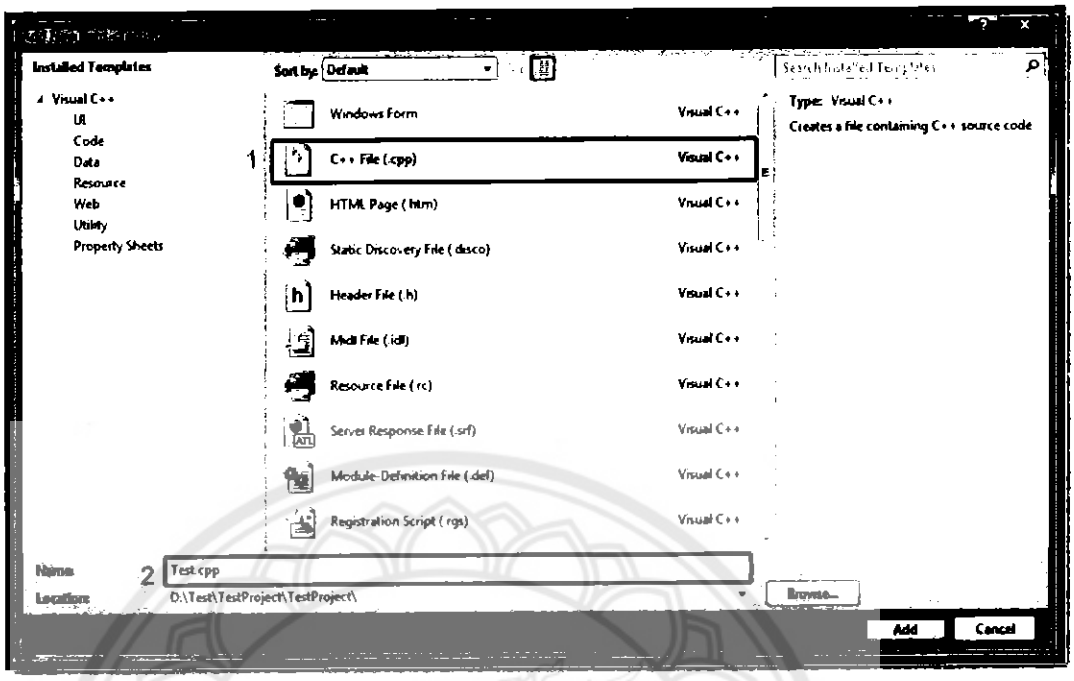
18. ตั้งค่าเสร็จแล้วให้กดปุ่ม OK



19. ตั้งค่าเสร็จแล้ว ให้คลิกขวาที่ Source File > Add > New Item



20. เลือก C++ File (.cpp)>ตั้งชื่อไฟล์ > Add



21. ทดลอง copy code ด้านล่างดังนี้

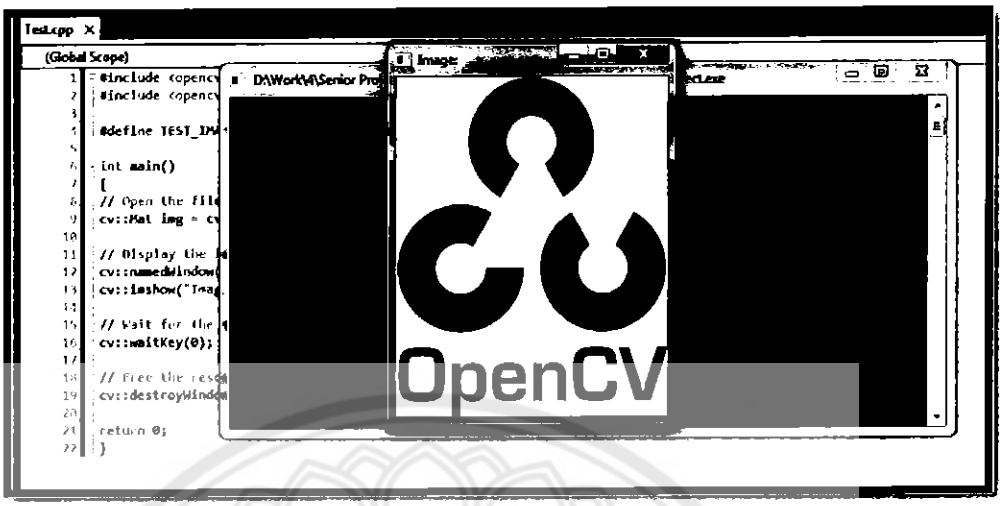
```
#include<opencv2\core\core.hpp>
#include<opencv2\highgui\highgui.hpp>
#define TEST_IMAGE "D:\\opencv.jpg"
int main(){
// Open the file.
cv::Matimg = cv::imread(TEST_IMAGE);

// Display the image.
cv::namedWindow("Image:", CV_WINDOW_AUTOSIZE);
cv::imshow("Image:", img);

// Wait for the user to press a key in the GUI window.
cv::waitKey(0);

// Free the resources.
cv::destroyWindow("Image:");
return 0;
}
```

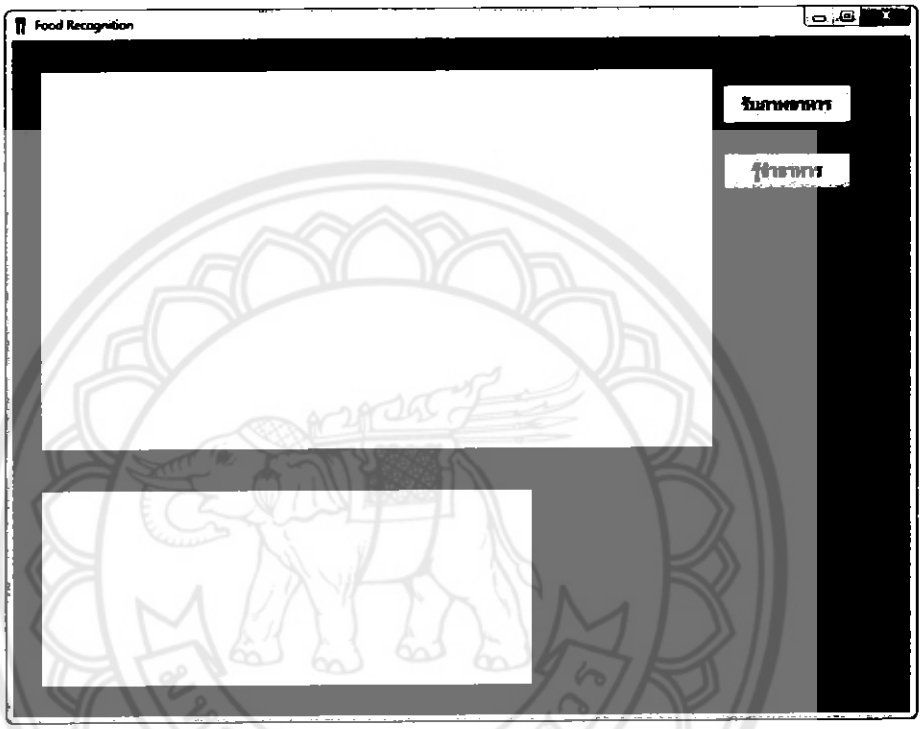
22. จาก code ด้านบน จะได้ผลการ run ดังนี้ถือว่าติดตั้ง opencv เสร็จสมบูรณ์



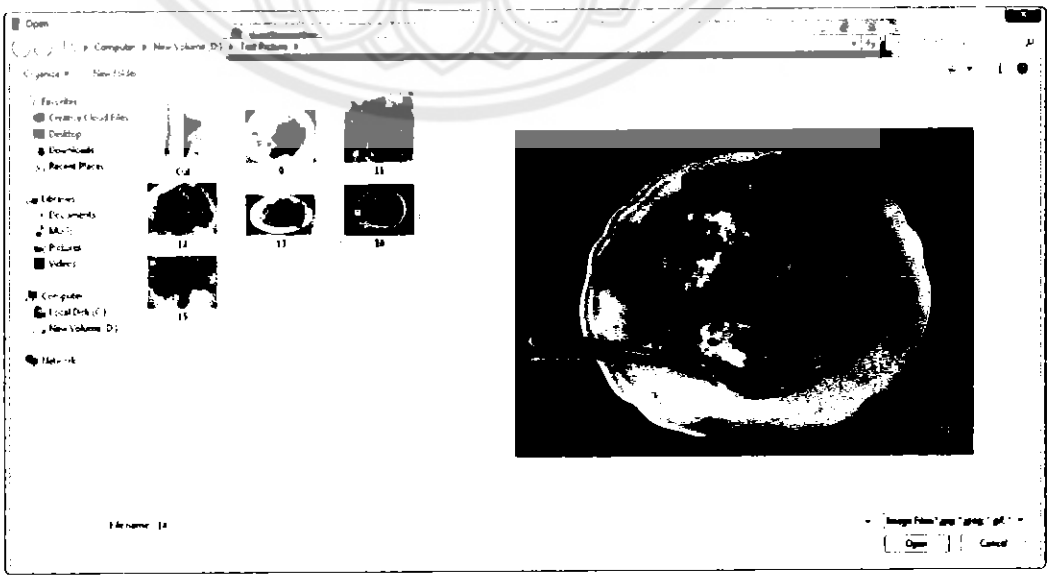
ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งานระบบ

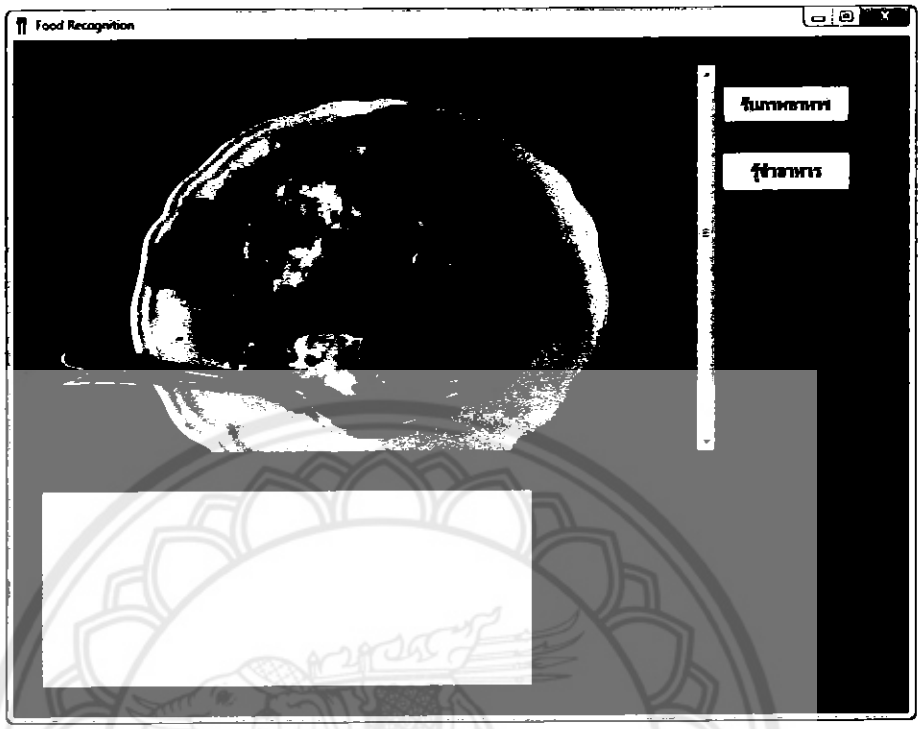
1. เมื่อรันโปรแกรมขึ้นมาแล้วจะได้หน้าต่างของระบบรู้จำอาหารจานเดียวปรากฏขึ้นมา



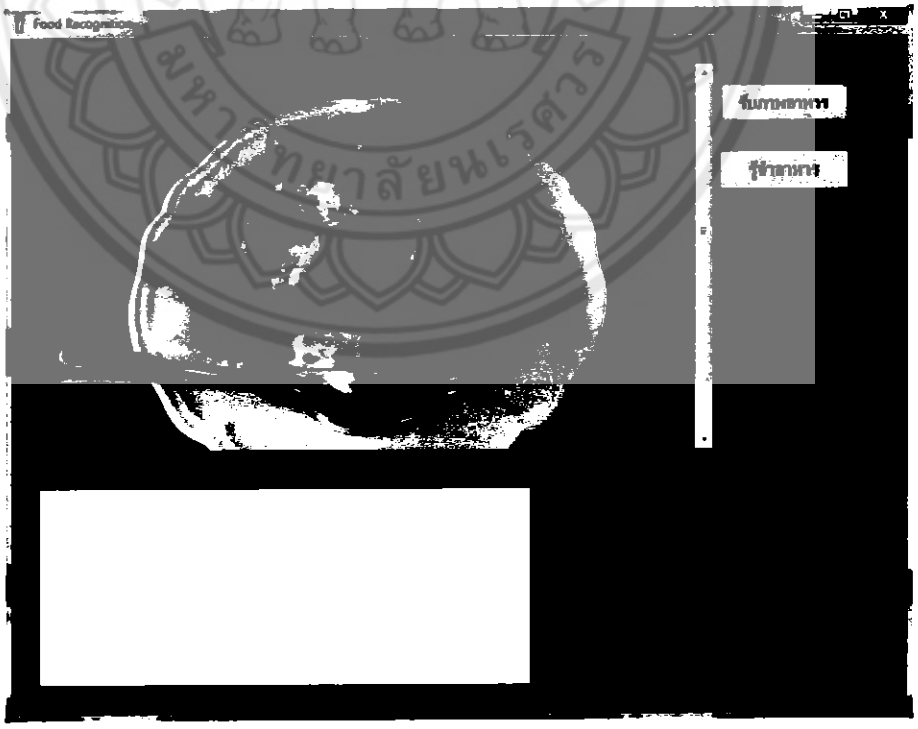
2. เลือกที่ปุ่ม 'รับภาพอาหาร' เพื่อทำการเลือกภาพอาหารที่ต้องการนำมาประมวลผล

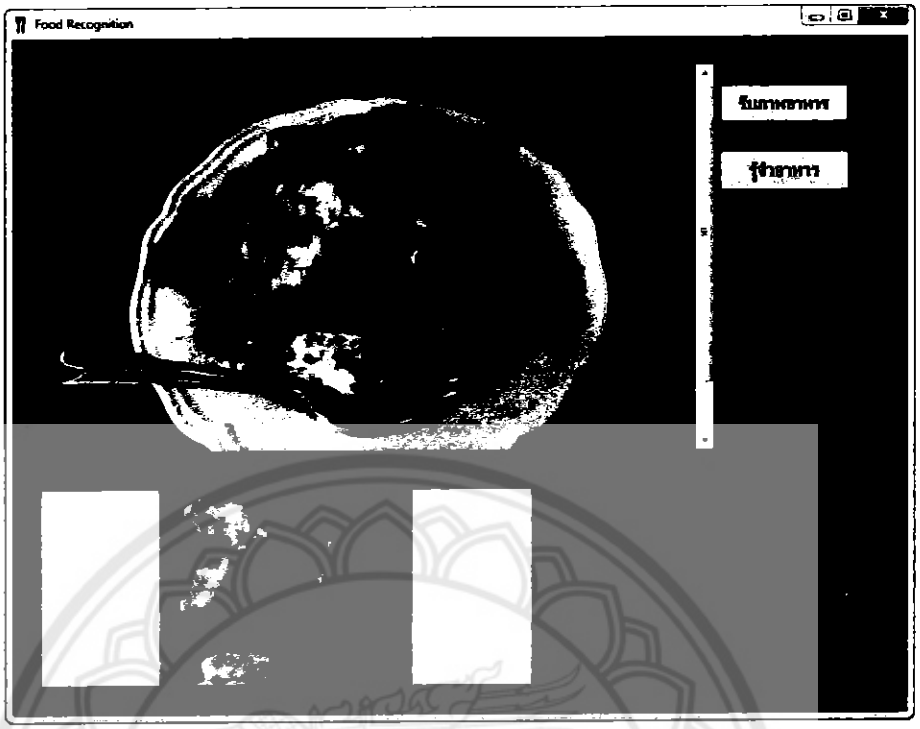


3. เมื่อเลือกภาพที่ต้องการแล้ว ภาพจะถูกแสดงบนส่วนแสดงภาพของโปรแกรม

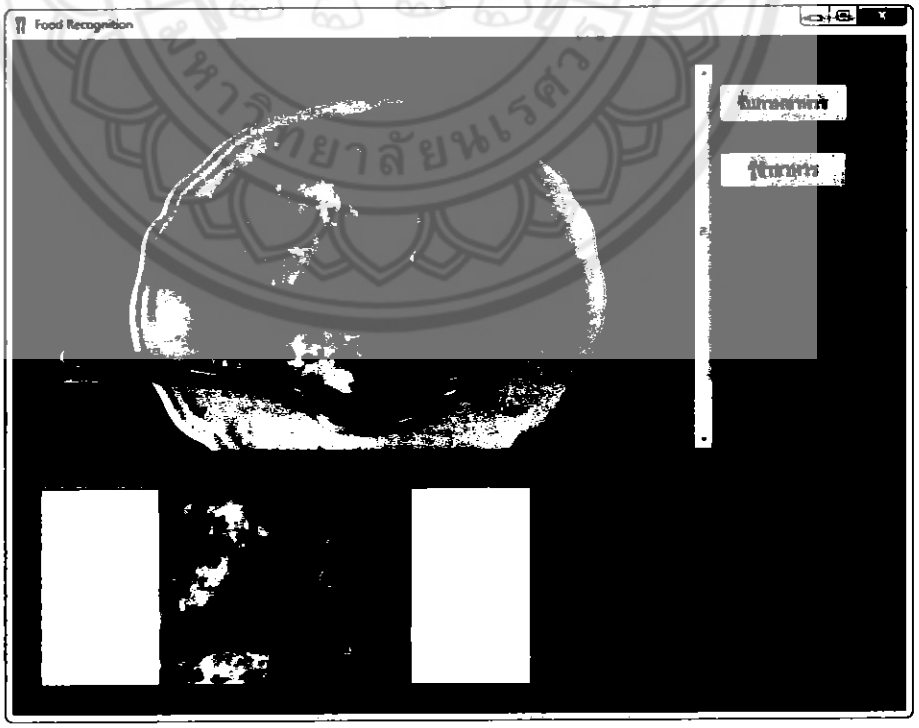


4. เลือกส่วนของอาหารเพื่อทำการประมวลผล โดยส่วนที่เลือกจะแสดงในช่องของ **'ส่วนที่เลือก'**





5. จากนั้นกดที่ปุ่ม ‘รู้จำอาหาร’ รอระบบประมวลผลเสร็จ จะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นชื่ออาหาร และจำนวนแคลอรี่



ภาคผนวก ค.

การเตรียมไฟล์ข้อมูลประเภท ARFF

ไฟล์ .ARFF (Attribute-Relation File Format) เป็นไฟล์ที่ Weka กำหนดขึ้นเอง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน

1. ส่วน Header เป็นส่วนแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ประกอบไปด้วย
   - ชื่อของชุดข้อมูล (relation)
   - ชื่อของแต่ละ attribute
   - ประเภทของข้อมูลในแต่ละ attribute (data type)

2. ส่วน Data เป็นส่วนของข้อมูลในแต่ละ attribute ที่ต้องการใช้ในการวิเคราะห์

1. ขั้นตอนการเตรียมไฟล์ข้อมูลประเภท ARFF

ใช้โปรแกรมในการสร้าง text file ใดก็ได้ เช่น notepad , notepad++

1.1 ส่วนแรกให้ใส่ชื่อของชุดข้อมูล

@relation Food_features

1.2 ส่วนที่สองเป็นการใส่ attribute และชนิดของ attribute ซึ่งเราได้ทำการทดลองด้วย bins ขนาด 10x10, 20x20, 30x30 และ 40x40 โดยจำนวนฟีเจอร์ของแต่ละ bins นั้นเป็นค่าที่ได้มาจากการคำนวณค่า Histogram ของ Hue และ Saturation มีจำนวน 100 ฟีเจอร์, 400 ฟีเจอร์ , 900 ฟีเจอร์ และ 1600 ฟีเจอร์ ตามลำดับ ค่าฟีเจอร์นี้เองที่เรานำมาประกาศเป็น attribute โดยกำหนดเป็นชนิด numeric ทั้งหมด เพราะว่าข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวเลข และนอกจากนั้นได้ประกาศเพิ่มอีก 1 attribute โดยให้ชื่อว่า name ชื่อของอาหารทั้งหมด 10 ชนิด โดยแทนเป็น F1 – F10

ลำดับต่อไปเป็นการยกตัวอย่างของการทดลองด้วย bins ขนาด 40x40 ที่มีจำนวน attributes ที่ได้จากการคำนวณค่า Histogram ของ Hue และ Saturation จำนวน 1600 attributes

@attribute f1 numeric

@attribute f2 numeric

@attribute f3 numeric

.

.

.

@attribute f1599 numeric

@attribute f1600 numeric

@attribute name {'F1','F2','F3','F4','F5','F6','F7','F8','F9','F10'}

1.3 ส่วนต่อไปจากนี้จะเป็นส่วนของข้อมูล โดยใส่ข้อมูลให้ตรงตามที่ประกาศ attribute ที่ประกาศไว้ข้างต้น โดยใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นระหว่าง attribute โดยแต่ละแถวจะแทนหนึ่งชุดข้อมูล

ต่อไปเป็นตัวอย่างส่วนของหนึ่งชุดข้อมูลของการทดลองด้วย bins ขนาด 40x40 ที่มีจำนวน attributes ที่ได้จากการคำนวณค่า Histogram ของ Hue และ Saturation จำนวน 1600 attributes

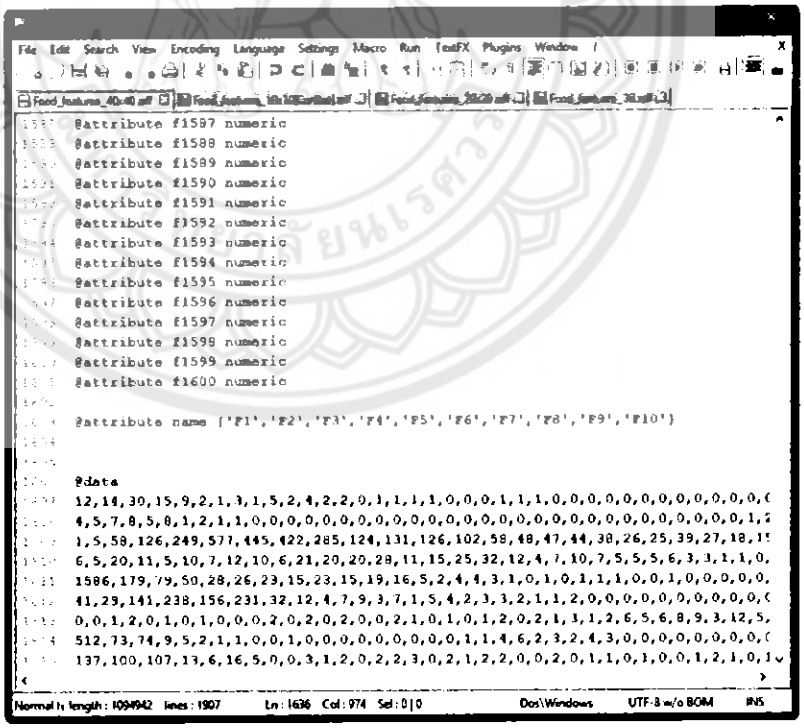
@data

12,14,30,15,9,2,1,3,1,5,2,4,2,2,0,1,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,9,17,92,5
2,33,29,18,16,13,8,13,23,29,20,26,13,8,22,13,19,24,12,6,8,3,4,3,3,2,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,122,83,161,206,306,330,445,356,329,414,343,516,429,345,285,232,267,214,170,174,1
16,103,77,58,60,28,37,19,14,6,2,3,4,0,0,0,0,0,1,0,20,235,460,745,804,1054,1373,1238,1
291,1673,1685,1809,1129,761,707,526,547,358,266,207,106,62,42,11,6,4,2,1,2,2,0,1,2,0
,0,0,0,0,0,12,143,308,664,1118,2093,1603,1600,1332,1303,1294,939,780,514,430,371,2
28,155,87,39,21,13,7,9,1,1,1,0,1,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,53,140,410,675,651,611,370,349,2
04,92,53,39,24,7,2,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,43,212,218,96,268,146
,40,19,9,4,8,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,193,282,150,69,18,2
,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,42,49,45,15,3,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,18,38,5,3,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,13,13,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,27,27,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,16,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,3,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,6,1,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,23,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,4,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1
,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,6,1,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,4,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,7,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,4,1,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,7,4,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,4,1,4,2,1,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,3
,7,1,0,1,0,1,0,0,0,0,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,F1

1.4 บันทึกไฟล์เป็นนามสกุล .arff

Food_features_40x40.arff



รูปแสดงการนำฟีเจอร์มาสร้างไฟล์ .arff

ภาคผนวก ง.

ตารางแคลอรี่ของอาหารจานเดียวทั้ง 10 ชนิด

อาหาร	แคลอรี่ (kcal)
1. ข้าวมันไก่	585
2. ข้าวผัดกะเพรา	580
3. ผัดซีอิ๊ว	520
4. ผัดไทย	565
5. ข้าวหมูทอดกระเทียม	525
6. ข้าวหมูแดง	560
7. ข้าวไข่เจียว	445
8. ข้าวขาหมู	690
9. ส้มตำ	55
10. โจ๊ก	160

ที่มา: http://kcal.memo8.com/food-caloric-table/