การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท

โดย
นางสาวจารวี ฉันทสิทธิพร

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
ภาควิชาคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-464-971-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

MEDICINE TABLET IDENTIFICATION USING

FEATURE EXTRACTION BASED ON NEURAL NETWORK

By

Jaravee Chantasitiporn

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Computing

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2005

ISBN 974-464-971-2

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง "การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท" เสนอโดย นางสาวจารวี ฉันทสิทธิพร เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

....

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสาข์ จัติวัตร์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ รักษาราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา จันทราพรชัย

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา พิริยะประสาธน์)

............./.............../...........

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา จันทราพรชัย)

............./.............../...........

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ ประกอบผล)

............./.............../...........

K 45307302 : สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
คำสำคัญ : การจำแนกชนิดยาเม็ด / การแยกคุณลักษณะ / เครือข่ายใยประสาท

จารวี ฉันทสิทธิพร : การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท (MEDICINE TABLET IDENTIFICATION USING FEATURE EXTRACTION BASED ON NEURAL NETWORK) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : รศ. ดร. จันทนา จันทราพรชัย. 63 หน้า. ISBN 974-464-971-2

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจสอบชนิดของยาเม็ดโดยใช้ระบบรู้จำภาพ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการแบ่งส่วนภาพ การแยกคุณลักษณะจากภาพถ่ายยาเม็ดและการจำแนกประเภทยาเม็ด สำหรับในขั้นแรกลดขนาดภาพก่อนแล้วใช้อัลกอริทึมของ Canny หาขอบเม็ดยาในภาพถ่าย หลังจากนั้นในขั้นถัดมาจึงทำการหาคุณลักษณะทางรูปร่าง 5 คุณลักษณะ ได้แก่ เส้นรอบวง พื้นที่ ค่า compactness รัศมี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี คุณลักษณะทางสี 3 คุณลักษณะ (ค่าองค์ประกอบในแต่ละสี: แดง เขียว น้ำเงิน) และคุณลักษณะภายในเม็ดยา ได้แก่ ระยะห่างของเส้นขอบภายในกับจุดศูนย์กลาง ในขั้นตอนสุดท้ายหลังการแยกคุณลักษณะต่างๆแล้วจะเป็นขั้นตอนการจำแนกชนิดยาเม็ดซึ่งเริ่มด้วยการใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed Forward Backpropagation Neural Network จำแนกรูปร่างโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิผลเมื่อใช้กลุ่มของคุณลักษณะทางรูปร่างที่แตกต่างกันและนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ร่วมกับคุณลักษณะทางสีและคุณลักษณะภายในเพื่อบอกถึงชนิดยาเม็ดในภาพถ่ายที่ใช้ทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ใช้เม็ดยาจำนวน 33 ชนิด ชนิดละ 20 เม็ด เก็บภาพถ่ายใน 2 ทิศทาง คือ ด้านหน้า และ ด้านหลัง จากผลการทดลองพบว่าอัลกอริทึมที่เสนอนี้ให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกชนิดเม็ดยาได้สูงสุดร้อยละ 99.39

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2548
ลายมือชื่อนักศึกษา ....
ลายมือชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ....

K 45307302 : MAJOR : COMPUTER SCIENCE

KEY WORD : MEDICINE TABLET IDENTIFICATION / FEATURE EXTRACTION / NEURAL NETWORK

JARAVEE CHANTASITIPORN : MEDICINE TABLET IDENTIFICATION USING FEATURE EXTRACTION BASED ON NEURAL NETWORK. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. CHANTANA CHANTRAPORNCHAI, Ph.D. 63 pp. ISBN 974-464-971-2

The purpose of this research is to develop medicine tablet identification method by using an image recognition system. The algorithm consists of three main stages: (i) preprocessing and segmentation (ii) feature extraction (iii) image classification. In the first stage, the images of the medicines are cropped. Then, we use Canny's algorithm to detect edges from the images. After that in the second stage, 3 groups of features: shape features (perimeter, area, compactness, radius and standard derivation of radius), color features and internal tablet features are extracted from the medicine tablet images. In the last stage, we apply a feed-forward backpropagation neural network to classify different groups of shape features. From these outputs, we compare and select the group of features that give the best classification. Finally, medicine tablets are identified by using the output from the neural network and observing color and internal tablet features.

In the experiments, we used 33 types of medicines, 20 tablets for each type which were digitized in 2 dimensions: front and back for each tablet. The proposed method yields 99.39% total accuracy maximum.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Department of Computing Graduate School, Silpakorn Academic Year 2005

Student's signature..

Thesis Advisor's signature...

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา จันทราพรชัย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำชี้แนะแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือการดำเนินงานทั้งปวง จนสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่จำเป็นในการวิจัยครั้งนี้ ดังรายนามต่อไปนี้

โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17 ที่ให้ความอนุเคราะห์เรื่องตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย

อ. ดร. ชูเกียรติ สอดศรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้ให้คำแนะนำเรื่องเครือข่ายใยประสาทและโปรแกรม Matlab

อ. อวยไชย อินทรสมบัติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ได้ให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์แหล่งข้อมูลงานวิจัย

คณาจารย์ภาควิชาคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้พร้อมทั้งคำแนะนำปรึกษาในส่วนต่างๆของงานวิจัย

เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน

รวมทั้ง เพื่อนร่วมงาน บิดามารดา น้อง เพื่อนและรุ่นน้องในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำหรับความช่วยเหลืออื่นๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... จ

กิตติกรรมประกาศ .... ฉ

สารบัญตาราง .... ญ

สารบัญรูปภาพ .... ฎ

สารบัญแผนภูมิ .... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 3

ขอบเขตของการศึกษา 3

ขั้นตอนการศึกษา 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 6

การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการหาขอบภาพ 6

การแยกคุณลักษณะ 7

การจำแนกโดยใช้เครือข่ายใยประสาท 8

3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11

การหาขอบเม็ดยา 11

วิธีการหาขอบภาพ 11

Canny Edge Detection Algorithm 14

การจำแนกรูปร่างยาเม็ดด้วยเครือข่ายใยประสาท 16

เครือข่ายใยประสาทเทียม (Artificial neural network).. 16

รูปแบบการเรียนรู้ของระบบเครือข่ายใยประสาท 16

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้ระบบเครือข่ายใยประสาท 17

ตัวอย่างรูปแบบเครือข่ายใยประสาท 18

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ หน้า

Multilayer perceptron 20
สถาปัตยกรรมของ Feed-forward multilayer perceptron 21
Back-propagation algorithm 22
Transfer functions 23
4 วิธีดำเนินการวิจัย 24
ขั้นตอนการเก็บและเตรียมภาพถ่ายยาเม็ด 25
การแบ่งส่วนภาพ 25
การหาขอบภาพ 25
การหาขอบภายนอกของเม็ดยา 25
การแยกคุณลักษณะจากภาพถ่ายยาเม็ด 26
คุณลักษณะทางรูปร่าง 26
คุณลักษณะทางสี 28
คุณลักษณะภายในยาเม็ด 29
การจำแนกชนิดยาเม็ด 30
การจำแนกยาเม็ดจากรูปร่างโดยใช้เครือข่ายใยประสาท 31
การใช้คุณลักษณะทางสีคัดเลือกชนิดยาเม็ด 33
การใช้คุณลักษณะภายในเพื่อบ่งบอกชนิดยาเม็ด 34
การประเมินผล 34
5 ผลการวิจัย 35
เครื่องมือและอุปกรณ์ 35
โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย 35
ตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย 36
การทดลอง 38
การฝึก 38
การทดสอบ 43
6 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 49
อภิปรายผล 49
สรุปผล 51

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ หน้า

ข้อเสนอแนะของการวิจัย 51
แนวทางการพัฒนางานวิจัยในอนาคต 51
บรรณานุกรม 53
ภาคผนวก 57
ภาคผนวก ก ตารางแสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย 58
ภาคผนวก ข การนำเสนองานวิจัย........ 62
ประวัติผู้วิจัย 63

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครือข่ายใยประสาทรูปแบบต่างๆ	20
2	กลุ่มของคุณลักษณะที่ใช้ในเครือข่ายใยประสาท ....…………………...……...	31
3	คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	35
4	แสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย	36
5	คุณสมบัติของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย	38
6	ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางรูปร่างของเม็ดยาแต่ละชนิดในกลุ่มฝึก	39
7	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของคุณลักษณะทางรูปร่างของยาเม็ดแต่ละกลุ่มรูปร่าง..	40
8	กลุ่มของคุณลักษณะที่ใช้ในเครือข่ายใยประสาท	41
9	ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางสีของเม็ดยาแต่ละชนิดในกลุ่มฝึก	42
10	ผลการจำแนกรูปร่างจากคุณลักษณะที่แตกต่างกันโดยใช้เครือข่ายใยประสาท	43
11	ผลการจำแนกชนิดเม็ดยาแต่ละชนิดโดยใช้กลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน	47
12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณลักษณะ	50

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการปฏิบัติงานบริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก	2
2	กราฟแสดงการหาขอบด้วยวิธี Gradient method และ Laplacian method	12
3	ตัวอย่างการหาขอบภาพโดยใช้ Edge detector แบบต่างๆ	13
4	ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny	14
5	รูปแบบของเซลล์ประสาท (Neuron model)	16
6	โครงสร้างของ Feed-forward multilayer perceptron แบบ 3 ชั้น	21
7	สถาปัตยกรรมของ Feed-forward multilayer perceptron	21
8	รูปแบบ Back-propagation neural network	23
9	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	24
10	8-connected neighbor	26
11	เส้นรอบวงของเม็ดยา	27
12	ขั้นตอนการจำแนกชนิดยาเม็ด	30
13	โครงสร้างของเครือข่ายใยประสาท	33

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้เส้นรอบวงเป็นคุณลักษณะหลัก	45
2	ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้พื้นที่เป็นคุณลักษณะหลัก	45
3	ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้ค่า compactness เป็นคุณลักษณะหลัก	46
4	ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้รัศมีเป็นคุณลักษณะหลัก	46

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 1
บทนำ

งานบริการทางเภสัชกรรมที่มีความสำคัญอย่างมากงานหนึ่ง คือ งานบริการจ่ายยาแก่ผู้ป่วย สำหรับการจ่ายยานั้น เภสัชกรต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งกับการตรวจสอบยาให้ถูกต้องตรงกับใบสั่งยาและฉลากยา โดยเฉพาะยาเม็ดซึ่งเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน หากสามารถมีเครื่องมือที่สามารถช่วยในการตรวจสอบชนิดของเม็ดยาในเบื้องต้นก่อนการตรวจสอบซ้ำโดยเภสัชกร ซึ่งจะทำให้ระบบการตรวจสอบชนิดยานั้นมีความถูกต้องยิ่งขึ้น และเภสัชกรมีเวลาเพิ่มขึ้นในการให้คำแนะนำการใช้ยาแก่ผู้ป่วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้ทำงานวิจัยนี้เพื่อนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยตรวจสอบชนิดยาเม็ดในเบื้องต้น

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ยาที่ใช้ในปัจจุบันมีความหลากหลายทั้งชนิดและรูปแบบ โดยสามารถแบ่งรูปแบบยาตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 รูปแบบ (Ancel, Allen, and Popovich 1999) ดังนี้

1. รูปแบบยาที่เป็นของแข็ง (Solid dosage forms) เช่น ยาเม็ด ยาแคปซูล ยาผง
2. รูปแบบยาที่เป็นกึ่งแข็งกึ่งเหลว (Semi-solid dosage forms) เช่น ยาขี้ผึ้ง ยาครีม
3. รูปแบบยาที่เป็นของเหลว (Liquid dosage forms) เช่น ยาน้ำ

แม้ว่าการใช้ยาทั้ง 3 รูปแบบดังกล่าว ในงานทางด้านการแพทย์และสาธารณสุขจะมีอย่างแพร่หลาย แต่ก็พบว่ายาส่วนใหญ่ที่ใช้จะมีรูปแบบเป็นของแข็ง จากข้อมูลของกองควบคุมยา สถิติจำนวนการขึ้นทะเบียนตำรับยา แบ่งตามหมวดยา ปี 2542 พบว่า ยาเม็ดมีการขึ้นทะเบียนตำรับยาสูงสุดถึง 43% ของทั้งหมด ส่วนอันดับถัดมาเป็นยาน้ำ ยาปราศจากเชื้อและยาแคปซูลซึ่งมีการขึ้นทะเบียนตำรับยา 14 %, 13 % และ 12% ตามลำดับ (สำนักงานอาหารและยา, กองควบคุมยา 2542) จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบยาที่มีการใช้มากที่สุดทั้งในสถานพยาบาลและในร้านขายยาคือยาเม็ด ทั้งนี้เป็นผลมาจากความสะดวกทั้งในแง่การผลิต การบริหารยา และการจัดเก็บ นอกจากนี้ยังสามารถพิมพ์อักษรหรือทำสัญลักษณ์ที่แสดงถึงบริษัทผู้ผลิตหรือชนิดยาไว้บนเม็ดยาได้อีกด้วย อย่างไรก็ดีการจำแนกชนิดเม็ดยายังคงกระทำได้ยากหากไม่ใช่บุคลากรทางด้านสาธารณสุข เนื่องจากยาเม็ดนั้นมีความหลากหลายมากแม้ว่าจะเป็นยาชนิดเดียวกันแต่ต่างบริษัทผู้ผลิตก็จะมี

รูปแบบที่ต่างกัน ดังนั้นถ้าไม่มีฉลากระบุชื่อยาแล้วจะต้องอาศัยประสบการณ์และความจำของเภสัชกรในการจำแนกหรือระบุว่ายาเม็ดดังกล่าวเป็นยาชนิดใด

ตามมาตรฐานวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาลที่ประกาศใช้ตั้งแต่ปี 2542 ได้กำหนดมาตรฐานงานบริบาลทางเภสัชกรรมของเภสัชกรโรงพยาบาลใน 6 ด้าน ดังนี้ (สมาคมเภสัชกรรมโรงพยาบาล (ประเทศไทย) และกลุ่มงานเภสัชกรรม กองโรงพยาบาลภูมิภาค, ใน สุวัฒนา จุฬาวัฒนทล, อรพินท์ รัตนจันทร์ และอภิฤดี เหมะจุฑา, บรรณาธิการ 2542 : 1-7)

1) ภาวะความเป็นผู้นำและการบริหารจัดการงานเภสัชกรรม

2) การให้บริการเภสัชสนเทศและการให้การศึกษาด้านยา

3) การส่งเสริมการใช้ยาอย่างสมเหตุสมผล

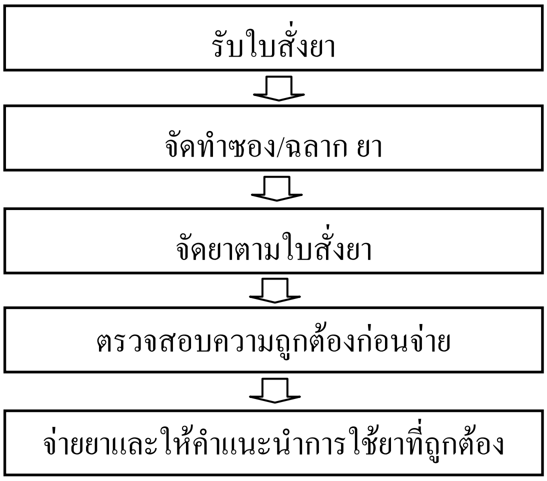
4) การกระจายและการควบคุมยา

5) อุปกรณ์ สถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และแหล่งข้อสนเทศทางยา

6) การศึกษาวิจัย

งานบริการหลักที่สำคัญงานหนึ่งสำหรับเภสัชกรที่มีในทุกโรงพยาบาลคือ การจ่ายยาให้กับผู้ป่วยซึ่งเป็นงานที่มีมาตรฐานกำหนดไว้ในส่วนของการกระจายและการควบคุมยา โดยเภสัชกรจะต้องตรวจสอบความถูกต้องของยา ก่อนที่จะส่งมอบให้กับผู้ป่วยและแนะนำเกี่ยวกับการใช้ยาดังกล่าว ให้ผู้ป่วยทราบทุกครั้ง ซึ่งการให้บริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอกนั้นโดยทั่วไปมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังภาพที่ 1

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานบริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก

ที่มา : ระพีพรรณ ฉลองสุข. “งานวิจัยของเภสัชกรโรงพยาบาลในงานบริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก.” ใน <u>การรักษาด้วยยาบนหลักฐานวิชาการสำหรับเภสัชกรรม</u>, สุวัฒนา จุฬาวัฒนทล และจุฑามณี สุทธิสีสังข์, บรรณาธิการ (กรุงเทพฯ : จันทร์ม่วงการพิมพ์, 2543), 52-59.

ดังนั้นเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับยาที่ถูกต้องเภสัชกรต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งกับการตรวจสอบยาให้ถูกต้องกับชื่อยาที่ปรากฏในใบสั่งยาและฉลากยา ก่อนการส่งมอบยาให้กับผู้ป่วย ซึ่งหากสามารถใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบยาเม็ดในเบื้องต้นก่อนการตรวจซ้ำโดยเภสัชกร จะทำให้เภสัชกรมีเวลาเพิ่มขึ้นในการให้คำแนะนำการใช้ยากับผู้ป่วย รวมถึงเพิ่มความถูกต้องในการตรวจสอบยาได้ จากเหตุผลดังกล่าวผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบชนิดของยาเม็ด นอกจากนี้การใช้คอมพิวเตอร์จำแนกชนิดยาเม็ดยังสามารถช่วยในการบ่งบอกชนิดของยาเม็ดที่มีในฐานข้อมูลกรณีที่ไม่มีฉลากระบุชื่อยาได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการจำแนกภาพถ่ายยาเม็ดโดยอาศัยคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ คุณลักษณะทางรูปร่าง คุณลักษณะทางสี และคุณลักษณะภายในยาเม็ด ซึ่งจุดมุ่งหมายหลักสำหรับงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

- แยกคุณลักษณะที่สำคัญทางรูปร่างและทางสีจากภาพถ่ายเม็ดยาใน 2 ทิศทาง (ด้านหน้าและด้านหลัง) และจัดเก็บในฐานข้อมูลที่เหมาะสม
- จำแนกรูปร่างของยาเม็ดจากคุณลักษณะทางรูปร่างโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท
- บ่งบอกชื่อของยาเม็ดจากภาพถ่ายได้ เมื่อมีข้อมูลคุณลักษณะของยาเม็ดดังกล่าวจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลแล้ว โดยใช้คุณลักษณะภายในยาเม็ด คุณลักษณะทางสี ร่วมกับผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท
- ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลเมื่อใช้กลุ่มของคุณลักษณะที่แตกต่างกันในการจำแนกชนิดยาเม็ด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบชนิดของยาเม็ดในงานวิจัยมีขอบเขตในการตรวจสอบยาเม็ดจากภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิตอลในลักษณะ 2 ทิศทาง คือ ด้านหน้า และด้านหลัง โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 แยกคุณลักษณะที่สำคัญทางรูปร่าง ทางสี และคุณลักษณะภายในยาเม็ดจากภาพถ่าย ขั้นที่ 2 นำคุณลักษณะทางรูปร่างมาประมวลผลโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาทเพื่อจำแนกรูปร่างและนำผลลัพธ์ที่ได้มาพิจารณาร่วมกับคุณลักษณะอื่นๆ ที่ได้จากขั้นที่ 1 ตรวจสอบชนิดของยาเม็ดดังกล่าวโดยเทียบกับข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล เพื่อให้งานวิจัยมีขอบเขตที่ชัดเจนจึงได้กำหนดคุณสมบัติสำหรับยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

- รูปแบบยาเม็ด ต้องเป็นยาเม็ดที่ไม่ได้มีการห่อหุ้มด้วยวัสดุอื่น เช่น กระดาษอะลูมิเนียม หรือพลาสติก เป็นต้น และในงานวิจัยนี้ไม่รวมถึงยารูปแบบอื่น เช่น ยาแคปซูล ยาเหน็บ เป็นต้น
- ขนาดเม็ดยา เม็ดยาที่ใช้ทดสอบจะมีความกว้างและความยาวได้ไม่เกิน 2 เซนติเมตร ความหนาไม่เกิน 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ครอบคลุมเม็ดยาทั่วไป
- สีของยาเม็ด งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ฉากหลัง 2 สี คือ สีดำสำหรับยาเม็ดที่มีสีขาวและสีอ่อน และ สีขาวสำหรับยาเม็ดที่มีสีเข้ม เพื่อให้การหาเส้นขอบเม็ดยาทำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น
- ลักษณะภาพถ่ายยาเม็ด เป็นภาพถ่ายสี รูปแบบ JPEG image โดยตัดภาพให้มีขนาดอยู่ในช่วงระหว่าง 50 x 50 ถึง 150 x 150 พิกเซล โดยควบคุมระยะห่างจากกล้องกับเม็ดยาเท่ากับ 7 เซนติเมตร รวมถึงต้องมีการควบคุมทิศทางและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงให้คงที่ตลอดการทดลอง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งขั้นตอนในการศึกษาได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของยาเม็ด ทฤษฎีต่างๆที่ใช้ในการแยกคุณลักษณะจากภาพถ่าย และการใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาทในการจำแนกภาพ

1.4.2 วิเคราะห์และเลือกใช้ทฤษฎีและอัลกอริทึมที่เหมาะสมสำหรับการแยกคุณลักษณะจากภาพถ่ายยาเม็ดและการจำแนกชนิดยาเม็ด

1.4.3 เขียนโปรแกรมและทำการทดลองกับภาพถ่ายยาเม็ด

1.4.4 วิเคราะห์ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิผลในการจำแนกชนิดเม็ดยาเมื่อใช้กลุ่มของคุณลักษณะที่แตกต่างกันในการจำแนกชนิดยาเม็ด

1.4.5 สรุปผลการทดลอง

1.4.6 รวบรวมข้อเสนอแนะ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ยา (Medicine) หมายถึง สิ่งที่ใช้แก้หรือป้องกันโรคหรือบำรุงร่างกาย (ราชบัณฑิตยสถาน 2542 : 298)

ยาเม็ด (Tablet) หมายถึง ยาเตรียมในรูปแบบของแข็ง ประกอบด้วยตัวยาและอาจจะมีหรือไม่มีสารเจือจางผสมอยู่ด้วย เตรียมขึ้นโดยวิธีนำตัวยาไปตอกอัดเป็นเม็ดด้วยเครื่องตอกเม็ดยา (Compression Method) หรือโดยวิธีอัดลงแบบพิมพ์ (Molding Method)

ยาเม็ดมีลักษณะภายนอก ได้แก่ รูปร่าง ขนาด สีที่แตกต่างกันไป โดยมากจะทำเป็นเม็ดกลม นอกจากนี้อาจทำเป็นรูปวงรี สี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งานและกรรมวิธีการผลิตของแต่ละบริษัท (สุธี เวคะวากยานนท์ 2528 : 53 ; ชัชวาล ศรลัมพ์ ม.ป.ป. : 1 ; Ancel et al. 1999 : 196)

ผู้ป่วยใน (In-patient) หมายถึง ผู้ป่วยที่รับตัวไว้รักษาในโรงพยาบาล โดยพักอยู่ตามหอผู้ป่วยต่างๆ (ภาษิต ประชาเวช 2532 : 4)

ผู้ป่วยนอก (Out-patient) หมายถึง ผู้ป่วยที่มารับการตรวจรักษาที่โรงพยาบาล แล้วสามารถกลับบ้านได้โดยไม่ต้องรับตัวไว้รักษาในหอผู้ป่วย (ภาษิต ประชาเวช 2532 : 5)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย มีดังต่อไปนี้

1.6.1 สามารถนำเทคนิควิธีการจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่ายโดยใช้คุณลักษณะต่างๆมาประยุกต์และพัฒนาต่อเพื่อสร้างระบบที่สามารถตรวจสอบชนิดเม็ดยาได้จริงในอนาคต

1.6.2 ทราบถึงกลุ่มคุณลักษณะที่เหมาะสมในการนำมาใช้จำแนกชนิดยาเม็ด

1.6.3 ได้เรียนรู้หลักและวิธีการประมวลภาพพร้อมทั้งการเลือกคุณลักษณะต่างๆ ในการจำแนกภาพ

1.6.4 ได้เรียนรู้การใช้เครือข่ายใยประสาทในการจำแนกภาพจากคุณลักษณะ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกชนิดเม็ดยาที่มีอยู่ในปัจจุบันเป็นการจำแนกโดยใช้การค้นข้อมูลของลักษณะเม็ดยาที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ดังตัวอย่างงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาเม็ดและยาแคปซูล (วีรยุทธ์ เลิศนที 2538) โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลยาสำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์ยาเม็ดและยาแคปซูล ซึ่งระบบจะสามารถให้ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ป้อนข้อมูลที่ถูกต้องไว้เกี่ยวกับยาที่สอบถาม ผู้สอบถามสามารถสอบถามได้จากลักษณะต่างๆ อันได้แก่ ชื่อการค้า ชื่อสามัญทางยา ประเภทของยาตามกฎหมาย รูปแบบของยา รูปร่างลักษณะ สี ขนาด ตัวพิมพ์บนเม็ดยา โดยระบบจะแสดงรายการต่าง ๆ ตามข้อกำหนดที่ให้กับโปรแกรม พร้อมแสดงรูปภาพของเม็ดยาดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้ใช้การจำแนกจากข้อมูลของผู้สอบถามและการค้นข้อมูลจากฐานข้อมูล แม้ว่าจะมีงานวิจัยที่ใช้พิสูจน์เอกลักษณ์เม็ดยาดังที่ยกตัวอย่างไว้ข้างต้นแต่ยังไม่มีงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจำแนกชนิดของยาเม็ดโดยสามารถระบุถึงชื่อของยาหลังจากที่มีการนำภาพถ่ายยาเม็ดดังกล่าวมาให้ระบบจดจำก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงขั้นตอนวิธีการต่างๆ เพื่อนำไปสู่การวิจัย จากงานวิจัยที่ใกล้เคียงโดยเฉพาะงานวิจัยด้านการประมวลผลภาพวัตถุประเภทอื่นๆ ผู้วิจัยขอสรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเป็นหัวข้อตามขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้

2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการหาขอบภาพ

2.2 การแยกคุณลักษณะ

2.3 การจำแนกโดยใช้เครือข่ายใยประสาท

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

2.1 การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการหาขอบภาพ

การหาขอบภาพนับเป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่สำคัญที่จะนำไปสู่การหาคุณลักษณะทางรูปร่างต่างๆ แม้ว่าอัลกอริทึมที่ใช้หาขอบภาพจะมีหลายวิธีและมีผู้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แต่ละอัลกอริทึมไว้มากมาย (Heath et al. 1996 ; Fisher et al. 2000 ; Blodgett 2004) แต่การจะเลือกใช้เทคนิคใดนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงานที่ใช้ด้วย สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการหาขอบแบบ Canny เนื่องจากให้เส้นขอบที่บางและมีการใช้ Gaussian filter ทำให้ลดสัญญาณรบกวนลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดระดับความละเอียดของขอบจากการ

กำหนดค่า threshold ซึ่งเป็นแบบที่ใช้ 2 ค่า (double threshold) ได้อีกด้วย ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ การหาขอบแบบ Canny ได้แก่ Foshci et al. (2002) เป็นงานวิจัยที่ใช้คุณลักษณะทางสี พื้นผิวและเส้นขอบ ร่วมกันในการค้นคืนภาพถ่ายทางอากาศ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาบริเวณที่มีวัชพืชน้ำชนิดหนึ่ง (*Egeria densa*) ซึ่งเจริญมากเกินไปจนเป็นปัญหากับระบบกักเก็บน้ำและการเดินเรือ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกหลายงานที่ใช้การหาขอบแบบ Canny ในการเปรียบเทียบและเป็นต้นแบบในการพัฒนาวิธีการหาขอบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น งานวิจัยของ Ding, and Goshtasby (2001 : 721-725), Hou, and Wei (2002 :1559-1570), Grigorescu, Petkov, and Westenberg (2004 : 609-622) เป็นต้น

2.2 การแยกคุณลักษณะ

การเลือกคุณลักษณะนั้นนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในงานด้านการจดจำรูปแบบเพื่อการจำแนกชนิดวัตถุ ดังนั้นจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแยกคุณลักษณะภาพ โดยมีตัวอย่างดังนี้

Marotz, Lubbert and Eisenbeiss (2001 : 183-198) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการจดจำวัตถุเพื่อนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียในจานเพาะเลี้ยง ดังนั้นจึงต้องให้ระบบจดจำลักษณะรูปร่างของโคโลนีก่อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ ค่าต่ำสุด สูงสุดและค่าเฉลี่ยของรัศมี ร่วมกับค่า compactness เป็นค่าตัวแปรทางรูปร่าง อีกงานวิจัยหนึ่งซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้แก่ งานวิจัยของ Solomon and Somasundaram (2005) ซึ่งทำการทดลองเพื่อหาคุณลักษณะที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดเซลล์เม็ดเลือดขาว ซึ่งการทดลองนี้ได้ใช้คุณลักษณะทางพื้นผิว คุณลักษณะทางรูปร่าง (พื้นที่, เส้นรอบวง, compactness, curvature, bending energy และ moment) คุณลักษณะทางสี และคุณลักษณะที่ได้จาก Gabor function พบว่าแต่ละกลุ่มคุณลักษณะให้ผลลัพธ์ที่ต่างกันไป โดยคุณลักษณะที่ใช้จำแนกได้ดีคือ คุณลักษณะทางสี และคุณลักษณะทางรูปร่าง สำหรับคุณลักษณะทางรูปร่างที่มีบทบาทสูงในการจำแนกคือ compactness คุณลักษณะที่ได้จาก Gabor function ให้ผลที่ไม่ดีนักกับภาพถ่ายเซลล์จริง ส่วนคุณลักษณะทางพื้นผิวนั้นจำแนกได้เบื้องต้นเท่านั้น

Soltanian-Zadeh, Rafiee-Rad and Pourabdollah-Nejad (2004 : 1973-1986) เป็นงานวิจัยทางการแพทย์เพื่อการตรวจวินิจฉัยมะเร็งเต้านม โดยได้ใช้คุณลักษณะทางรูปร่างเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ได้แก่ multiwavelet, wavelet และ Haralick เพื่อแยกประเภทการสะสมของแคลเซียมขนาดเล็ก (microcalcification) ในภาพถ่ายแมมโมแกรม (mammogram) โดยคุณลักษณะทางรูปร่างที่ใช้ได้แก่ ขนาดของ microcalcification, Compactness, moment และคุณลักษณะที่เกี่ยวกับกลุ่มของ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

แคลเซียมโดยรวม พบว่าวิธี multiwavelet ได้ผลดีที่สุดและการใช้คุณลักษณะทางรูปร่างให้ผลดีรองลงมา นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในแง่ของการตรวจจากส่วนที่เป็นก้อนเนื้องอก ในงานวิจัยของ Intharasombat (2003) ซึ่งได้ใช้คุณลักษณะทางรูปร่าง 5 อย่าง ได้แก่ พื้นที่ (area), เส้นรอบวง (perimeter), compactness, รัศมี (radius) และ Fourier Descriptor (FD) ในการจำแนกว่าเป็นเนื้องอกชนิดธรรมดาหรือชนิดร้ายแรง พบว่าให้ผลการจำแนกถูกต้องร้อยละ 90

แม้ว่าจะไม่มีงานวิจัยที่จำแนกชนิดเม็ดยาทั่วไปจากการใช้ระบบรู้จำดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น แต่พบงานที่เกี่ยวกับเรื่องภาพถ่ายเม็ดยาเพื่อมุ่งเน้นตรวจสอบยาเม็ดในกลุ่มที่ผิดกฎหมายของ Geradts et al. (2001 : 553-562) งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผลการค้นคืนภาพตามเนื้อหาโดยใช้ระบบที่มีวิธีการค้นต่างกัน โดยนำระบบที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ 3 ระบบ ได้แก่ QBIC, Imatch และ MPEG-7 สำหรับ QBIC และ Imatch วิธีการค้นหานั้นยังไม่ทราบชัดเจนแต่เก็บคุณลักษณะในแง่ของสี พื้นผิวและรูปร่างจากภาพในฐานข้อมูล ส่วน MPEG-7 ใช้วิธีเปรียบเทียบรูปร่าง (object bounding box, region-based shape contour-based shape) เมื่อได้ทำการทดลองเพื่อค้นคืนภาพยาที่ต้องการ 3 ชนิดจากฐานข้อมูลยา โดยใช้วิธีที่มีใช้ในเชิงพาณิชย์ 3 โปรแกรมที่กล่าวไว้ข้างต้นเปรียบเทียบกับวิธีหาความสัมพันธ์ของ log polar ในขั้นต้นเมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า QBIC และ Imatch สามารถค้นคืนได้ถูกต้องมากที่สุด แต่ทั้งนี้เป็นผลมาจากการใช้สีในการจำแนก ซึ่งถ้ามีความแปรปรวนเรื่องแสงจะทำให้ความถูกต้องลดลงได้ แต่เมื่อแยกพิจารณาเฉพาะสัญลักษณ์บนเม็ดยา พบว่าการใช้คุณสมบัติทางรูปร่างให้ผลลัพธ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดในแง่ของเวลาในการจัดอันดับ ส่วนวิธีหาความสัมพันธ์ของ log polar จะใช้เวลาในการคำนวณมากเกินไป จากงานวิจัยนี้จะพบว่าสีและรูปร่างเป็นคุณลักษณะที่สามารถใช้ในการจำแนกชนิดเม็ดยาได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นแม้ว่าวัตถุที่ต้องการจำแนกนั้นมีความแตกต่างกันแต่อย่างไรก็ตามพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ได้ใช้คุณลักษณะทางรูปร่างเข้าร่วมในการจำแนกชนิดวัตถุและในงานวิจัยของ Geradts et al. (2001 : 553-562) ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับยาเม็ดได้ให้แนวคิดที่สอดคล้องกันคือ การใช้สี รูปร่างและคุณลักษณะภายในยาเม็ด (สัญลักษณ์หรือรอยพิมพ์) ในการจำแนกชนิดยา

2.3 การจำแนกโดยใช้เครือข่ายใยประสาท

มีงานวิจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคของเครือข่ายใยประสาททั้งงานทางด้านการจดจำภาพ จำแนกชนิดวัตถุและงานด้านอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้เครือข่ายใยประสาทนั้นสามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องการควบคุมสภาวะแวดล้อมเพราะการเรียนรู้ของระบบที่ใช้ตัวอย่างภาพใน

หลายรูปแบบ นอกจากนี้การใช้เครือข่ายใยประสาทแม้ว่าจะไม่ทราบกลไกหรือรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณก็สามารถให้ผลลัพธ์ได้ ตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่

Storbeck and Daan (2001 : 11-15) ได้ทำงานวิจัยการจำแนกชนิดปลาที่อยู่บนสายพานโดยใช้เครือข่ายใยประสาทที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ Back-propagation ซึ่งให้ผลการจำแนกถูกต้องมากกว่าร้อยละ 95

งานวิจัยของ Langner (2001) ได้ใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ feed-forward backpropagation network ที่มีจำนวน hidden layer 1 ชั้น ในการจำแนกพันธุ์ของใบไม้ โดยใช้ค่าไซน์และโคไซน์ของมุมระหว่างจุดที่เป็นเส้นขอบของใบไม้ซึ่งเรียกว่า token เป็นค่าอินพุต ซึ่งพบว่าระบบจะสามารถจำแนกพันธุ์ของใบไม้ได้ถ้าใช้มากกว่า 5 ภาพต่อสายพันธุ์ เพื่อให้ระบบเรียนรู้

Zhang (1997 : 57-68) งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาทในการจดจำวัตถุขนาดเล็กโดยมีอินพุตเป็นข้อมูลในแต่ละพิกเซลของภาพ ทั้งนี้เพื่อลดขั้นตอนก่อนการประมวลผลและการแยกคุณลักษณะ จากงานวิจัยนี้พบว่าการใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Multilayer feed-forward สามารถหาตำแหน่งและจำแนกวัตถุที่มีในภาพได้ในเฉพาะกรณีที่ภาพนั้นไม่มีความซับซ้อนมากนัก เช่น รูปวงกลม รูปสี่เหลี่ยม และเหรียญ แต่ไม่สามารถใช้ได้ในกรณีภาพที่มีความซับซ้อนมาก เช่น แยกชนิดเส้นเลือดในเรตินา ซึ่งให้ค่าความแม่นยำน้อยกว่าร้อยละ 10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ในงานวิจัยทางด้านการพัฒนาความสามารถในการมองเห็นของหุ่นยนต์ ของ Mitzias and Mertzios (2004 : 315-330) ได้ใช้ระบบ NEural MUlticlassifier System (NEMUS) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ตัวจำแนก (Classifier) หลายชนิดร่วมกัน โดยมีการทำงานหลัก 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกจำแนกจากกลุ่มของคุณลักษณะที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม (คุณลักษณะทางเรขาคณิต, central moment และ เทคนิคการประมาณค่ารูปหลายเหลี่ยม) โดยใช้ Back-propagation neural classifiers ในขั้นถัดมาจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาประมวลผลร่วมกันโดยใช้ decision making network (DM-Net) พบว่าการใช้คุณลักษณะเพียงกลุ่มเดียวจะให้ความถูกต้องสูงสุดเพียงร้อยละ 75.6 แต่หากใช้ร่วมกันจะให้ค่าความถูกต้องสูงสุดร้อยละ 98.3 งานวิจัยนี้นอกจากจะเป็นตัวอย่างของการใช้เครือข่ายใยประสาทในการจำแนกวัตถุแล้วยังแสดงให้เห็นถึงการใช้คุณลักษณะหลายกลุ่มร่วมกันเพื่อช่วยในการจำแนกวัตถุอีกด้วย

จากตัวอย่างงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นพบว่าใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward multilayer perceptron และการเรียนรู้แบบ Back-propagation เพื่อการจำแนกชนิด (Storbeck and Daan 2001 : 11-15) สายพันธุ์ (Langner 2001) หรือรูปร่าง (Zhang 1997 : 57-68) โดยในงานวิจัยของ Storbeck and Daan (2001 : 11-15) และ Mitzias and Mertzios (2004 : 315-330) ที่ได้

ยกตัวอย่างไว้ให้ผลความถูกต้องในการจำแนกสูงสุดสูงกว่าร้อยละ 90 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของรูปแบบเครือข่ายใยประสาทดังกล่าวกับงานการจำแนกกลุ่มวัตถุในรูปแบบต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่เลือกใช้ระบบเครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward multilayer perceptron และการเรียนรู้แบบ Back-propagation เพื่อการจำแนกรูปร่างของยาเม็ด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและอัลกอริทึมที่จำเป็นต่องานวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือการหาขอบภาพและ Canny Edge Detection Algorithm ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการหาขอบของเม็ดยา ส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงเทคนิคเครือข่ายใยประสาทซึ่งนำมาใช้เพื่อจำแนกรูปร่างของเม็ดยา โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การหาขอบเม็ดยา

3.1.1 วิธีการหาขอบภาพ (Edge detection method)

การหาขอบภาพคือการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ Gradient method และ Laplacian method โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Castleman 1996 : 465-466 ; Pratt 2001 : 448-481)

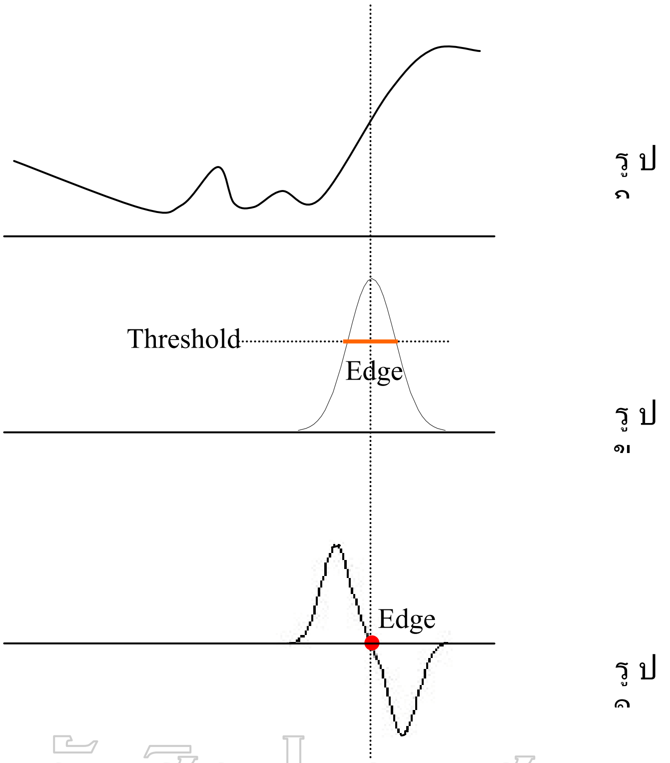
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- Gradient method

วิธีนี้จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold (ภาพที่ 2 ในรูป ข) จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Roberts, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

- Laplacian method

จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 โดยใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zerocrossing) (ภาพที่ 2 ในรูป ค) ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น

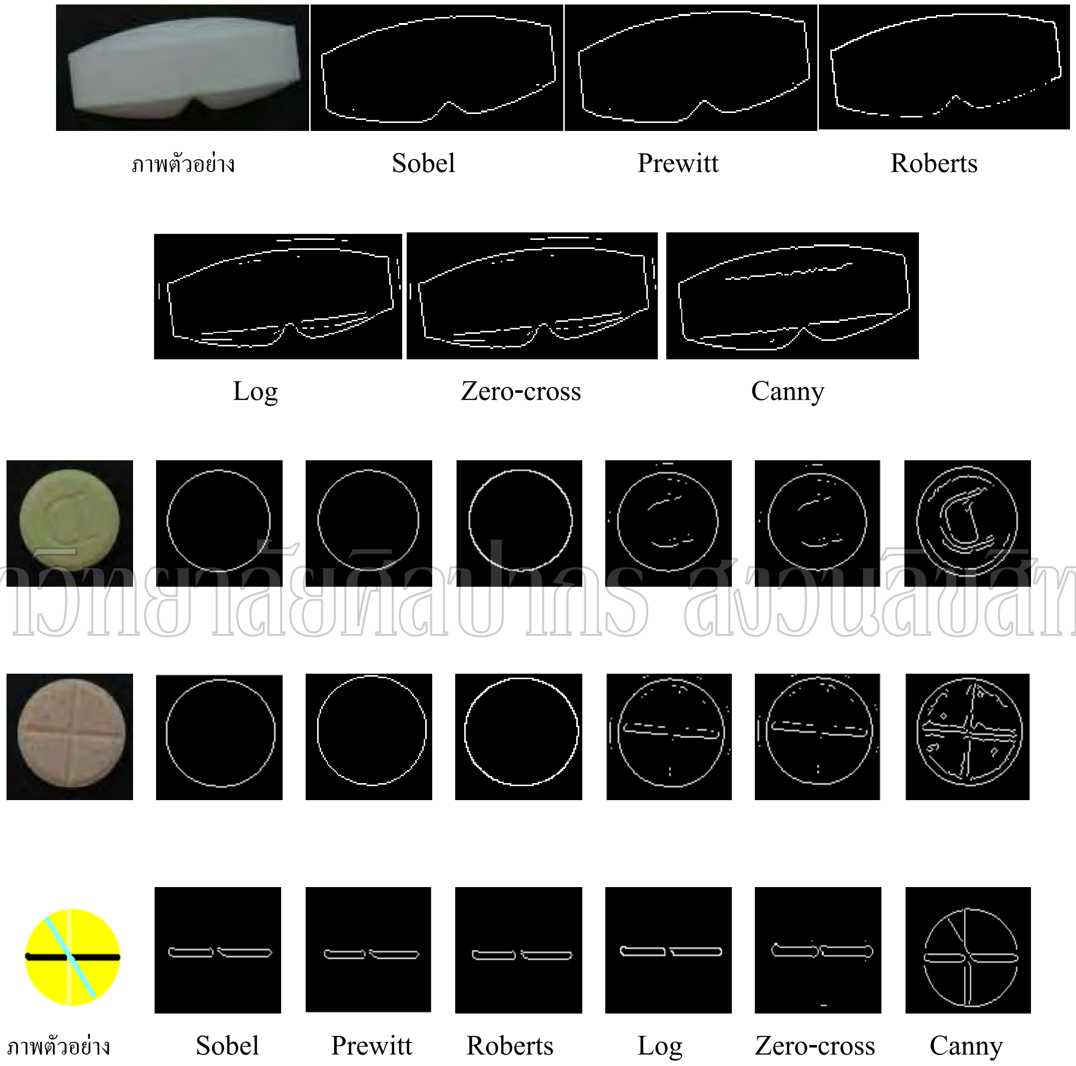


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 2 กราฟแสดงการหาขอบด้วยวิธี Gradient method (รูป ข) และ Laplacian method (รูป ค) โดยรูป ก แสดงถึงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี

ที่มา : GIMP, GNU Image Manipulation Program User Manual : 5. Edge-detect filters [Online], accessed 8 April 2005. Available from http://k12linux.mesd.k12.or.us/docs/gimp/en/index.html

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Matlab 6.1 ช่วยในการหาขอบภาพ ซึ่งมีคำสั่งที่ใช้ในการหาขอบทั้งหมด 6 วิธี (Semmlow 2004 :368-370) ดังนี้ Roberts, Sobel, Canny, Laplacian of Gaussian, zero cross และ Prewitt โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Canny ในการหาขอบภาพ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ ทำให้สามารถตัดขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น (preprocessing) ตัวอย่างภาพที่ผ่านการหาขอบทั้ง 6 วิธีโดยใช้โปรแกรม Matlab 6.1 เป็นดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งจากรูปตัวอย่างจะพบว่าการหาขอบภาพ ด้วยวิธี Canny จะให้รายละเอียดภายในเม็ดยาได้ดีที่สุดและใช้ได้ในกรณีที่สีแต่ละสีมีความแตกต่างกันน้อยเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

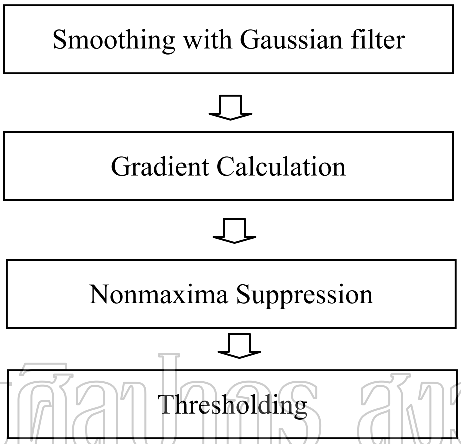


ภาพที่ 3 ตัวอย่างการหาขอบภาพโดยใช้ Edge detector แบบต่างๆ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.1.2 Canny Edge Detection Algorithm

ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 4



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny

การทำงานของ Canny edge detection นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นจะคำนวณค่าขนาด (magnitude) และทิศทาง (orientation) ของ gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงใช้ nonmaxima suppression กับขนาด (magnitude) ของ gradient เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ double thresholding algorithm เพื่อหาพิกเซลที่เป็นขอบและทำการเชื่อมต่อขอบ (Canny 1986 : 679-698 ; Green 2002) โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- Smoothing

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ Gaussian filter ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (mask) ขนาดเล็ก ขนาดของ Gaussian mask นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ Gaussian filter เป็นดังสมการที่ 3.1

$$S[i, j] = G[i, j, \sigma] * I[i,j] \qquad (3.1)$$

กำหนดให้

$I[i, j]$ เป็นภาพที่ต้องการหาขอบ

$G[i, j, \sigma]$ เป็น Gaussian smoothing filter

σ เป็น spread of the Gaussian (ควบคุมระดับของการ smoothing)

$S[i, j]$ เป็น smoothing image

- Gradient Calculation

ในขั้นแรกนำ smoothing image S[i, j] มาสร้าง x, y partial derivatives P[i, j] และ Q [i, j] ตามลำดับ ดังสมการที่ 3.2 และ 3.3

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j]) / 2 \qquad (3.2)$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1]) / 2 \qquad (3.3)$$

หลังจากนั้นนำค่า x , y partial derivatives มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจาก rectangular ไปเป็น polar (rectangular-to-polar conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ gradient ตามสมการที่ 3.4 และ 3.5

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2} \qquad (3.4)$$

$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j]) \qquad (3.5)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชั่น arctan (x , y)

- Nonmaxima Suppression

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

- Thresholding

แม้ว่าภาพจะผ่านการ smoothing ในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า threshold ขึ้นมา 2 ค่า คือ high threshold (T1) และ low threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า

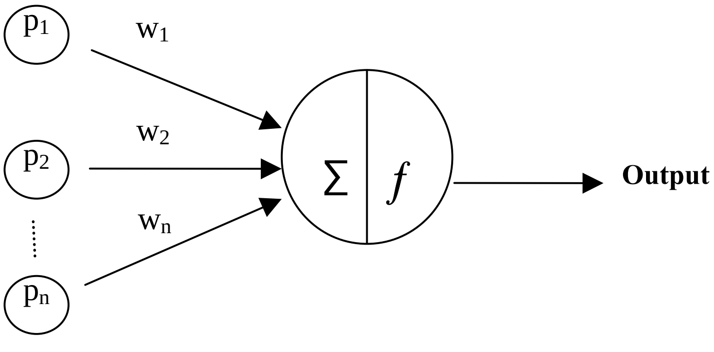
T1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า >T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นหนึ่งในขอบภาพด้วยเช่นกัน

3.2 การจำแนกรูปร่างยาเม็ดด้วยเครือข่ายใยประสาท

3.2.1 เครือข่ายใยประสาทเทียม (Artificial neural network)

เครือข่ายใยประสาทเทียม (Artificial neural network) เป็นการจำลองการทำงานบางส่วนของสมองมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาท (neuron) เป็นจำนวนมาก โดยในแต่ละเซลล์จะประกอบด้วยนิวเคลียส (nucleus) ตัวเซลล์ (cell body) ใยประสาทนำเข้า (dendrite) แกนประสาทนำออก (axon)โดยใยประสาทนำเข้าจะมีหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าเคมีซึ่งส่งมาจากเซลล์ประสาทที่อยู่ใกล้เคียง เมื่อสัญญาณไฟฟ้าเคมีที่ได้รับเข้ามาเกินค่าค่าหนึ่ง เซลล์ประสาทจะถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณไปทางแกนประสาทนำออกต่อไป เมื่อปรับโครงสร้างและรูปแบบมาใช้กับเครือข่ายใยประสาทเทียมจะใช้โหนด (nodes) ทำหน้าที่คล้ายกับตัวเซลล์ประสาท (neurons) พิจารณาภาพที่ 5 ประกอบ เซลล์ประสาทแต่ละโหนดจะรับค่าอินพุตได้หลายค่า (p_1, p_2, ..., p_n) แต่ผลการกระตุ้นหรือค่าเอาต์พุตที่ได้มีเพียงหนึ่งค่า ซึ่งคำนวณได้จากการใช้ transfer function (f) กับผลรวมเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนัก (w_1,w_2, ..., w_n) ของอินพุต (Blum 1992 : 37)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



ภาพที่ 5 รูปแบบของเซลล์ประสาท (Neuron model)

3.2.2 รูปแบบการเรียนรู้ของระบบเครือข่ายใยประสาท

ลักษณะการเรียนรู้ของระบบเครือข่ายใยประสาทสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ (Hagan, Demuth and Beale 1996 : 4.2-4.3)

- การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning)

เครือข่ายใยประสาทจะได้รับการฝึกด้วยกลุ่มฝึกที่ประกอบด้วยข้อมูลอินพุตและค่าเอาต์พุตที่ต้องการ การปรับค่าน้ำหนักและ bias นั้นจะกระทำเพื่อให้ค่าเอาต์พุตที่ได้มีความใกล้เคียงหรือตรงกับเอาต์พุตที่ต้องการมากที่สุด ตัวอย่างเครือข่ายใยประสาทที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบนี้ได้แก่ back-propagation และ multilayer perceptron เป็นต้น

- Reinforcement learning

การเรียนรู้แบบนี้จะคล้ายคลึงกับการเรียนรู้แบบมีผู้สอนแต่ต่างกันตรงที่การเรียนรู้แบบนี้จะใช้อินพุตและใช้ระดับ (grade) หรือคะแนน (score) แทนค่าเอาต์พุต ซึ่งวิธีนี้จะมีความซับซ้อนมากกว่าและใช้เวลาในการฝึกมากกว่าทำให้เป็นที่นิยมน้อยกว่าการเรียนรู้แบบมีผู้สอน การเรียนรู้รูปแบบนี้มีความเหมาะสมสำหรับระบบขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยเครือข่ายใยประสาทหลายเครือข่ายทำงานร่วมกัน

- การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning)

การเรียนรู้เพื่อปรับค่าน้ำหนักและค่า bias จะตอบสนองต่อข้อมูลอินพุตเท่านั้นโดยไม่ได้ใช้ค่าเอาต์พุตร่วมด้วยในการฝึก วิธีการเรียนรู้แบบนี้จะใช้การจัดแบ่งกลุ่มโดยพิจารณาตามรูปแบบของอินพุตตัวอย่างเครือข่ายใยประสาทที่ใช้วิธีการเรียนรู้แบบนี้ได้แก่ counterpropagation และ Kohonen network เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.2.3 ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้ระบบเครือข่ายใยประสาท

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้ระบบเครือข่ายใยประสาท (Bailey and Thomson 1990 : 38-47) ได้แก่

- ขนาดของเครือข่ายใยประสาท

ในกรณีของเครือข่ายใยประสาทที่ไม่ใช้สถิติ เช่น back-propagation และ counterpropagation ควรมีจำนวนโหนดได้ไม่เกิน 1000 โหนด ส่วนเครือข่ายใยประสาทที่ใช้สถิติ เช่น Boltzmann machine ควรมีขนาดที่เล็กกว่า

- ชนิดของเอาต์พุตที่ต้องการ

การเลือกรูปแบบของเครือข่ายใยประสาทต้องคำนึงถึงลักษณะงานว่าต้องการเอาต์พุตแบบใดซึ่งโดยทั่วไปอาจจำแนกชนิดของเอาต์พุตได้ 4 รูปแบบ ได้แก่

1) Classifications ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีเอาต์พุตเพียงโหนดเดียวเท่านั้นที่ได้รับการกระตุ้น ตัวอย่างงาน เช่น การพยากรณ์ การประมวลข้อมูลและสัญญาณ เป็นต้น

2) Patterns อาจมีเอาต์พุตหลายโหนดที่มีโอกาสได้รับการกระตุ้นพร้อมกัน ตัวอย่างงาน เช่น การระบุชนิดของสัญลักษณ์ การประมวลผลภาพ และการรวมข้อมูล เป็นต้น

3) Real-number ค่าเอาต์พุตออกมาเป็นค่าจำนวนจริง ตัวอย่างงาน เช่น การทำนายทางด้านการเงิน และ การทำงานของหุ่นยนต์ เป็นต้น

4) Optimization เอาต์พุตที่ได้อยู่ในรูปแบบเฉพาะที่แสดงเป็นชุดการตัดสินใจ ตัวอย่างงาน เช่น ปัญหาเรื่อง Traveling salesman และปัญหาเรื่องการจองพื้นที่ทำงาน เป็นต้น

- Associative memory classification

Associative memory classification เป็นวิธีที่คล้ายคลึงกับการจดจำของมนุษย์ โดยการบ่งบอกถึงลักษณะของวัตถุที่จำแนกได้อย่างสมบูรณ์เมื่อทราบเฉพาะลักษณะบางส่วน มีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ autoassociative และ heteroassociative โดยนิยมใช้ autoassociative สำหรับงานที่ต้องการเติมเต็มในส่วนที่ขาดหายหรือบกพร่อง เช่น ระบบรู้จำอักษร เป็นต้น ส่วน heteroassociative ลักษณะการทำงานเป็นการจับคู่ชุดของรูปแบบชุดหนึ่งกับอีกชุดหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วเอาต์พุตในกลุ่มนี้ ได้แก่ classifications, patterns และ real-number ตัวอย่างงาน เช่น การวิเคราะห์แนวโน้มทางการเงิน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- วิธีการเรียนรู้

การเลือกวิธีการเรียนรู้จะขึ้นกับข้อมูลที่มีและระยะเวลา ซึ่งในแต่ละเครือข่ายใยประสาทจะมีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

- ระยะเวลาที่ใช้

ระยะเวลาประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่ ระยะเวลาในการฝึก (Training time) และ ระยะเวลาในการประมวลผล (Execution time) โดยในเครือข่ายใยประสาทแต่ละรูปแบบจะใช้เวลาใน 2 ส่วนนี้แตกต่างกัน

3.2.4 ตัวอย่างรูปแบบเครือข่ายใยประสาท

ระบบเครือข่ายใยประสาทที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบและมีวิธีการจัดแบ่งกลุ่มต่างๆกัน ดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างระบบเครือข่ายใยประสาทที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยม พร้อมทั้งสรุปคุณสมบัติของเครือข่ายใยประสาทรูปแบบต่างๆ เปรียบเทียบกันดังแสดงในตารางที่ 1

Counterpropagation (Hecht-Nielson 1987 : 4979-4984) เป็นระบบเครือข่ายใยประสาทที่ประกอบด้วย 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นอินพุต ชั้นซ่อน และชั้นเอาต์พุต การส่งสัญญาณระหว่างชั้นอินพุต

และชั้นซ่อนจะเป็นแบบ winner-take-all โดยในแต่ละรูปแบบของอินพุตโหนดในชั้นซ่อนที่ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับรูปแบบของอินพุตมากที่สุดจะถือเป็น winning neuron ที่ได้รับเลือกให้มีผลต่อการจัดกลุ่มรูปแบบของอินพุต สำหรับการส่งสัญญาณในชั้นซ่อนกับชั้นเอาต์พุตนั้นเป็นแบบ Grossberg outstar encorder ซึ่งการปรับค่าน้ำหนักในแต่ละรูปแบบจะขึ้นกับการกระตุ้นจาก winning neuron ในชั้นซ่อนและค่าเอาต์พุตเวกเตอร์ เครือข่ายใยประสาทรูปแบบนี้สามารถใช้ได้กับการเรียนรู้ทั้งแบบมีผู้สอนและแบบไม่มีผู้สอน

Hopfield network (Hopfield 1982 : 2554-2558) เป็นระบบเครือข่ายใยประสาทที่มีเพียงชั้นเดียวโดยมีลักษณะการส่งสัญญาณย้อนกลับ (feedback) คือมีบางส่วนของเอาต์พุตที่เชื่อมต่อเข้ามายังอินพุตซึ่งเรียก recurrent network เครือข่ายใยประสาทรูปแบบนี้จะเหมาะกับงานประเภท associative memory classification (การบ่งบอกถึงลักษณะของวัตถุที่จำแนกได้อย่างสมบูรณ์เมื่อทราบเฉพาะลักษณะบางส่วน) โดยกลไกที่ใช้เป็นแบบ auto-associative pattern storage mechanism รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน ตัวอย่างงานที่นำไปใช้ เช่น ระบบรู้จำอักษร การทำภาพให้สมบูรณ์ในระบบการรักษาความปลอดภัยของสนามบิน เป็นต้น

Kohonen network (Kohonen 1972 : 353-359) เป็นระบบเครือข่ายใยประสาทที่มีความแตกต่างจาก feed-forward backpropagation ในหลายประเด็น ระบบเครือข่ายใยประสาทรูปแบบนี้จะประกอบด้วยชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุตเพียง 2 ชั้น โดยอินพุตที่ใช้จะต้องได้รับการปรับค่าให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ก่อน ส่วนในชั้นเอาต์พุตของเครือข่ายใยประสาทรูปแบบนี้จะมีเพียงโหนดเดียวที่ได้รับการกระตุ้นและให้ค่าเอาต์พุตโดยเรียกโหนดนี้ว่า winning neuron ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากระบบเครือข่ายใยประสาทรูปแบบนี้โดยมากจะเป็นลำดับที่ของโหนดที่ถูกกระตุ้นหรือเป็น winning neuron รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ตัวอย่างงานที่นำไปใช้ เช่น ระบบรู้จำลายมือ โปรแกรม OCR เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สำหรับในงานวิจัยนี้ซึ่งใช้ระบบเครือข่ายใยประสาทเพื่อจำแนกรูปร่างยาเม็ด เมื่อพิจารณาจากเอาต์พุตที่ต้องการให้บ่งบอกถึงกลุ่มรูปร่างและข้อมูลที่ใช้ในการฝึกซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอินพุตและค่าเอาต์พุตที่ต้องการจึงเลือกใช้ลักษณะการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) โดยใช้อัลกอริทึม back-propagation ร่วมกับเครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward multilayer perceptron ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2.5-3.2.8

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครือข่ายใยประสาทรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ	Associative memory		วิธีการเรียนรู้		ชนิดของเอาต์พุต*				Training time	Execution time
	Auto	Hetero	มีผู้สอน	ไม่มีผู้สอน	C	P	R	O		
Back-propagation			/		/	/	/		ช้า	เร็ว
Counterpropagation			/	/	/	/	/		ปานกลาง	เร็ว
Kohonen network		/		/		/			ปานกลาง	เร็ว
Hopfield network	/		/		/	/		/	เร็ว	ปานกลาง
Mutilayered perceptron			/		/		/		ปานกลาง	เร็ว

*C = classifications, P = patterns, R = Real-number, O = optimization

ที่มา : Bailey and Thompson, “How to Develop Neural-Network Applications,” AI Expert (June 1990) : 38-47.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.2.5 Multilayer perceptron

เครือข่ายใยประสาทประกอบด้วยหลายชั้นโดยในแต่ละชั้นประกอบด้วยโหนด (nodes) หรือเปรียบได้กับตัวเซลล์ประสาท (neurons) ค่าน้ำหนักของเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดในแต่ละชั้น (เมทริก W), ค่า bias vector (b) และค่า output vector (a) โดย m เป็นตัวเลขบอกลำดับชั้นที่กำกับไว้ด้านบน เมื่อ p เป็น input vector การคำนวณค่าเอาต์พุตสำหรับเครือข่ายใยประสาทที่มีจำนวน M ชั้นดังสมการที่ 3.6 พิจารณาภาพที่ 6 ประกอบการอธิบาย (Hagan, Demuth and Beale 1996 : 2.10-2.13 ; Demuth and Beale 2000 :5.1-5.13)

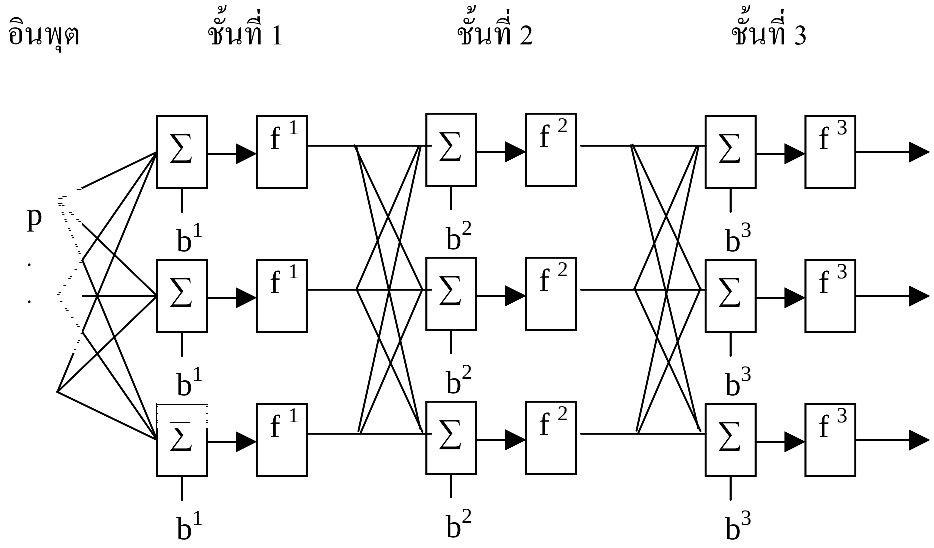
$$a^{m+1} = f^{m+1}(W^{m+1}a^{m} + b^{m+1}) \qquad (3.6)$$

เมื่อ m = 0, 2, …, M-1

$a^{0} = p$

$a = a^{m}$

และ f เป็น transfer function



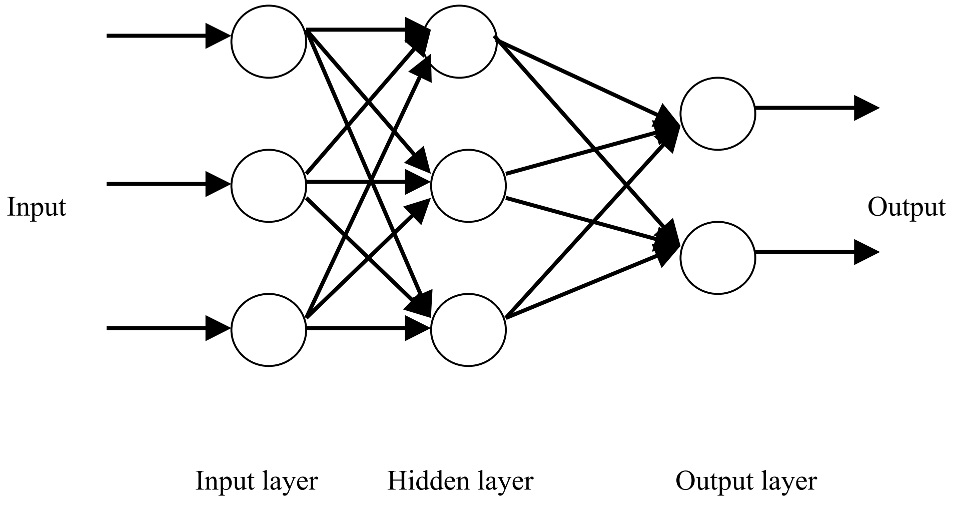
$a^1 = f^1(W^1 p + b^1)$ $a^2 = f^2(W^2 a^1 + b^2)$ $a^3 = f^3(W^3 a^2 + b^3)$

ภาพที่ 6 โครงสร้างของ Feed-forward multilayer perceptron แบบ 3 ชั้น

3.2.6 สถาปัตยกรรมของ Feed-forward multilayer perceptron

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

องค์ประกอบหลักของเครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward ได้แก่ ชั้นอินพุต (Input layer) ชั้นซ่อน (hidden layer) และชั้นเอาต์พุต (output layer) โดยจะมีการเชื่อมต่อระหว่างชั้นต่างๆ โหนดในชั้นอินพุตจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นซ่อนชั้นแรก และทุกโหนดในชั้นซ่อนชั้นแรกจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นถัดไป จนกระทั่งถึงชั้นซ่อนชั้นสุดท้ายซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังทุกๆ โหนดในชั้นเอาต์พุต ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 สถาปัตยกรรมของ Feed-forward multilayer perceptron

3.2.7 Back-propagation algorithm

Back-propagation (Rumelhart, Hinton, and Williams 1986 : 533-536) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครือข่ายใยประสาทวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ใน multilayer perceptron เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่านี้จะขึ้นกับความแตกต่างของค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้กับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ พิจารณาภาพที่ 8 ประกอบ (Winston 1992 : 443-469)

1) กำหนดค่าอัตราเร็วในการเรียนรู้ (rate parameter : r)
2) สำหรับแต่ละตัวอย่างอินพุตจะทำตามขั้นตอนต่อไปนี้จนกว่าได้ระดับ performance ที่ต้องการ
   - คำนวณหาค่าเอาต์พุตโดยใช้ค่าน้ำหนักเริ่มต้นซึ่งอาจได้จากการสุ่ม
   - คำนวณหาค่า β : แทนประโยชน์ที่จะได้รับสำหรับการเปลี่ยนค่าเอาต์พุตของแต่ละโหนด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ในชั้นเอาต์พุต

$$\beta_z = d_z - o_z \qquad (3.7)$$

เมื่อ d_z = ค่าเอาต์พุตที่ต้องการ

o_z = ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้

ในชั้นซ่อน

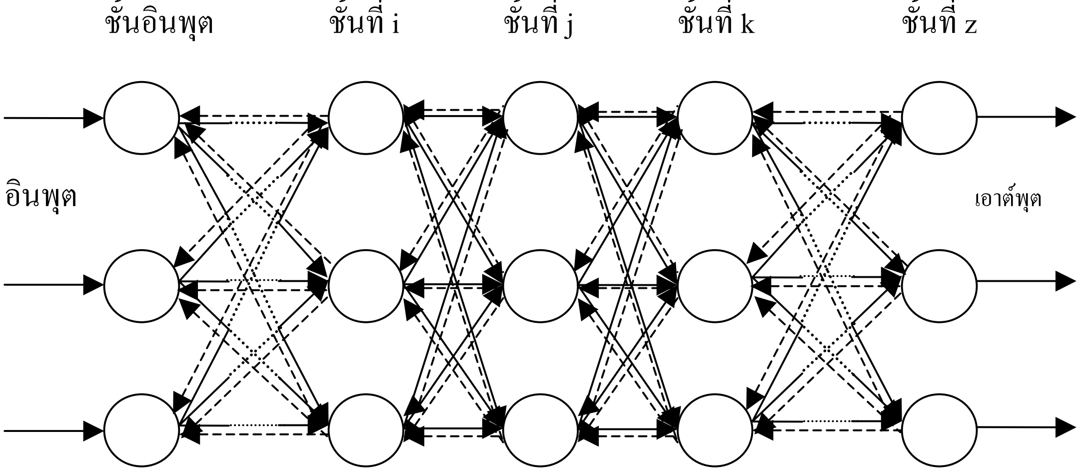
$$\beta_j = \sum_k w_{j \to k}\, o_k (1 - o_k)\, \beta_k \qquad (3.8)$$

เมื่อ $w_{j \to k}$ น้ำหนักของเส้นเชื่อมระหว่างชั้นที่ j กับ k

- คำนวณค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปสำหรับในทุกน้ำหนัก โดยสมการที่ 3.9

$$\Delta w_{i \to j} = r\, o_i\, o_j (1 - o_j)\, \beta_j \qquad (3.9)$$

- เพิ่มค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง สำหรับตัวอย่างอินพุตทั้งหมด และเปลี่ยนค่าน้ำหนัก



——————— การส่งสัญญาณในทิศทางไปข้างหน้า

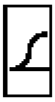
---------- การส่งค่าความผิดพลาดของผลลัพธ์ในทิศทางย้อนกลับ

ภาพที่ 8 รูปแบบ Back-propagation neural network

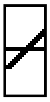
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

3.2.8 Transfer functions

Transfer functions ที่นิยมใช้ใน Back-propagation neural network มี 3 รูปแบบ ได้แก่ Log-Sigmoid, Tan-Sigmoid และ Linear เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ทั้งอินพุตและเอาพุตที่ต้องการไม่ได้มีค่าลบเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นรูปแบบ Transfer functions ที่นำมาใช้สำหรับส่งผ่านข้อมูลไปยังชั้นถัดไปในงานวิจัยนี้ ได้แก่ Log-Sigmoid และ Linear ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ 3.10 และ 3.11 ตามลำดับ (Demuth and Beale 2000 :14.13-14.17)

Log-Sigmoid 

$$a = \frac{1}{1+e^{-n}} \qquad (3.10)$$

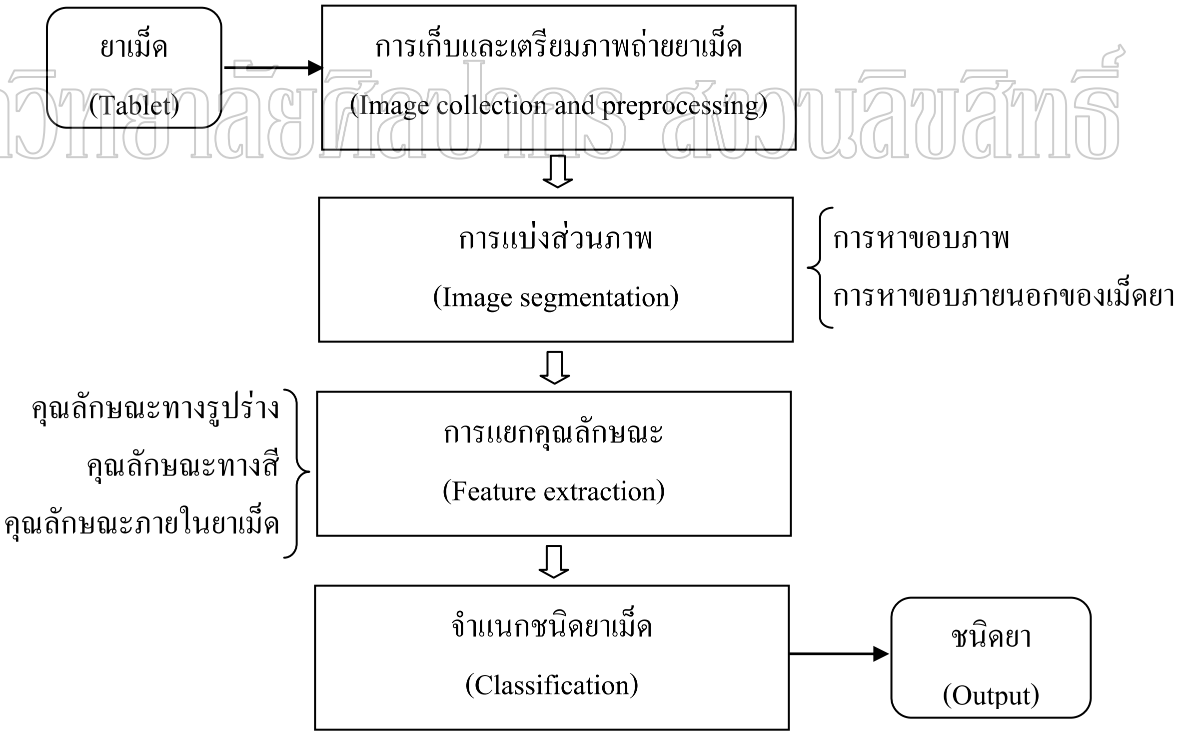
Linear 

$$a = n \qquad (3.11)$$

เมื่อ a เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลเข้า n ที่ผ่านการแปลงโดย Transfer function

บทที่ 4
วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นแรกเป็นการเตรียมภาพถ่ายและการหาขอบภาพ ขั้นที่ 2 เป็นการแยกคุณลักษณะที่สำคัญทางรูปร่างทางสีและคุณลักษณะภายในเม็ดยาจากภาพถ่ายยาเม็ด และในขั้นสุดท้ายจะนำคุณลักษณะดังกล่าวมาประมวลผลโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาทเพื่อตรวจสอบรูปร่างของเม็ดยาร่วมกับการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางสีและคุณลักษณะภายในยาเม็ดเพื่อระบุชนิดของยาเม็ดดังกล่าว ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนต่อไป โดยภาพที่ 9 แสดงภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 9 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการเก็บและเตรียมภาพถ่ายยาเม็ด

ในการเก็บและเตรียมภาพถ่ายยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมด 33 ชนิด มีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 พิจารณาสีเม็ดยาเพื่อเลือกใช้ฉากหลัง โดยใช้ฉากหลังสีดำสำหรับยาเม็ดที่มีสีขาวและสีอ่อนและ สีขาวสำหรับยาเม็ดที่มีสีเข้ม

4.1.2 ใช้กล้องดิจิตอลที่กำหนดขนาดภาพไว้ที่ 640 x 480 พิกเซล ถ่ายภาพยาเม็ดโดยกำหนดระยะห่างจากกล้องกับเม็ดยาเท่ากับ 7 เซนติเมตร และควบคุมทิศทางและระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงให้คงที่ตลอดการทดลอง

4.1.3 นำภาพถ่ายยาเม็ดมาตัดให้มีขนาดเล็กลงโดยให้ขนาดภาพอยู่ในช่วงระหว่าง 50 x 50 ถึง 150 x 150 พิกเซล เพื่อความรวดเร็วในการประมวลผล

4.1.4 ปรับรูปแบบภาพให้อยู่ในรูปขาวดำเพื่อใช้สำหรับการหาขอบในขั้นต่อไป

4.2 การแบ่งส่วนภาพ

4.2.1 การหาขอบภาพ (Edge detection)

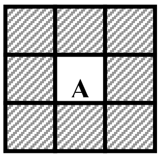
ในขั้นตอนนี้ได้ใช้ Canny edge algorithm ในการหาขอบ โดยในขั้นแรกใช้ Gaussian filter ปรับให้ภาพเรียบขึ้น หลังจากนั้นคำนวณหา partial derivatives ในแนวแกน x และ y แล้วนำค่าที่ได้มาแปลงให้เป็นขนาดและทิศทางของ gradient แล้วจึงทำ Nonmaxima Suppression ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้มีเส้นขอบที่บางเพราะเหลือเฉพาะจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่เท่านั้นที่เป็นขอบ และในขั้นตอนสุดท้ายจึงกำหนด threshold ให้กับขอบที่ต้องการ โดยในที่นี้ได้กำหนดค่า Threshold ไว้ 2 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 สำหรับการหาขอบภายนอกของเม็ดยา มีค่า T1 (high threshold) = 0.2, T2 (low threshold) = 0.08 และชุดที่ 2 สำหรับหาเส้นขอบภายในของเม็ดยามีค่า T1 = 0.1, T2 = 0.04 ซึ่งทั้งหมดนี้กระทำโดยใช้คำสั่งการหาขอบแบบ Canny ที่มีใน Matlab เนื่องจากความแตกต่างของฉากหลังกับเม็ดยามีมากกว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจากรอยบากหรือรอยพิมพ์บนเม็ดยาจึงใช้ค่า threshold ที่สูงกว่าในการหาขอบภายนอกของเม็ดยา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.2.2 การหาขอบภายนอกของเม็ดยา (Outer edge selection)

เนื่องจากการวิเคราะห์เพื่อแยกคุณลักษณะต่างๆ ในขั้นต่อไป เช่น การหาเส้นรอบวง การหารัศมีมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องใช้ขอบเม็ดยารอบนอกที่มีความหนาเพียง 1 พิกเซล และไม่มีพิกเซลที่ไม่ใช่เส้นขอบภายนอกของเม็ดยา (เช่น รอยบากหรือลายพิมพ์ต่างๆ ภายในเม็ดยา) แม้ว่าการหาขอบตามอัลกอริทึมของ Canny นั้นจะให้เส้นขอบที่มีความหนาเพียง 1 พิกเซลแล้วก็ตามแต่ยังคงมีเส้นขอบที่ไม่ใช่เส้นขอบภายนอกของเม็ดยาอยู่ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง จึงต้องมีการปรับภาพขอบที่ได้จาก Canny method ผ่านการประมวลผลโดยการทำซ้ำเปรียบเทียบความเข้มของ

พิกเซลที่เป็นจุดเริ่มต้นของขอบกับ 8 พิกเซลรอบข้าง (ภาพที่ 10 8-connected neighbor พิกเซลส่วนที่แลเงาเป็น 8-connected neighbor ของ A) (Ghuneim 2004) ที่เป็นสมาชิกในขอบที่ได้จาก Canny method พิกเซลที่มีค่าความเข้มใกล้เคียงจุดที่กำหนดมากที่สุดจะถูกกำหนดให้เป็นขอบและเป็นจุดเริ่มต้นในรอบถัดไปจนกว่าจะสุดขอบหรือครบรอบเม็ดยา เม็ดยาที่ผ่านการหาขอบภายนอกแล้วจะสามารถแบ่งส่วนของขอบที่ใช้ในการหารูปร่างและขอบที่ใช้ในการหาคุณลักษณะภายในใน ขั้นตอนต่อไปได้



ภาพที่ 10 8-connected neighbor

4.3 การแยกคุณลักษณะจากภาพถ่ายยาเม็ด

หลังจากได้ขอบของเม็ดยาจากภาพถ่ายแล้ว ขั้นต่อมาคือการแยกคุณลักษณะและจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวในฐานข้อมูล โดยในงานวิจัยนี้จะอาศัยคุณลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.3.1 คุณลักษณะทางรูปร่าง (Shape features)

ยาเม็ดส่วนใหญ่มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้คุณลักษณะดังกล่าวมาช่วยในการจำแนกชนิดยาเม็ดได้ โดยได้เลือกเก็บคุณลักษณะ 5 คุณลักษณะ คือ เส้นรอบวง (perimeter), พื้นที่ (area), รัศมี (radius), ส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานของรัศมี (standard derivation) และ Compactness (Wirth 2002)

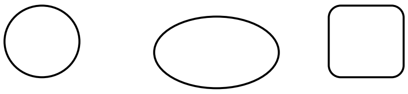
- เส้นรอบวง (perimeter)

เส้นรอบวงเป็นจำนวนของพิกเซลที่เป็นเส้นขอบเม็ดยา ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการหาขอบของ Canny (Canny edge detector) ซึ่งขอบที่ได้จะยังคงมีเส้นขอบที่เกิดจากรอยพิมพ์บนเม็ดยาและเส้นขอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่ขอบของเม็ดยาจริงๆ อีก จากนั้นจึงทำการหาเส้นขอบใหม่ให้เหลือขอบเม็ดยาที่มีความหนาเพียง 1 พิกเซล แล้วนำมาหาเส้นรอบวงของเม็ดยา ดังสมการที่ 4.1

$$\text{perimeter} = \sum_{i=1}^{N-1} d_i = \sum_{i=1}^{N-1} \left| x_i - x_{i+1} \right| \qquad (4.1)$$

เมื่อ $x_1, x_2, ..., x_n$: พิกเซลที่เป็นเส้นขอบ

d_i : ระยะห่างระหว่างพิกเซล ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 เมื่อเส้นขอบเป็นแบบ 4-connected boundary และจะมีค่าเท่ากับ $\sqrt{2}$ เมื่อเส้นขอบเป็นแบบ 8-connected boundary



ภาพที่ 11 เส้นรอบวงของเม็ดยา

- พื้นที่ (area)

พื้นที่เป็นจำนวนพิกเซลที่มีทั้งหมดที่อยู่ภายในขอบเม็ดยา รวมถึงพิกเซลที่เป็นขอบเม็ดยาด้วย

- รัศมี (radius)

รัศมีของเม็ดยาวัดได้จากค่าเฉลี่ยของระยะระหว่างจุดศูนย์กลางของเม็ดยากับจุดแต่ละจุดบนเส้นขอบของเม็ดยา โดยใช้สมการที่ 4.2 และ 4.3 ในการคำนวณหารัศมี

$$R = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left| C - V_i \right| \qquad (4.2)$$

กำหนดให้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

C : พิกเซลที่เป็นจุดศูนย์กลางของเม็ดยา (x_{center}, y_{center})

V_i : พิกเซลในเส้นขอบเม็ดยา (x_i, y_i)

$|C - V_i|$: ระยะห่างระหว่างพิกเซลที่เป็นจุดศูนย์กลางกับพิกเซลที่ i ของเส้นขอบเม็ดยา โดยที่

$$\left| C - V_i \right| = \sqrt{\left(x_{center} - x_i\right)^2 + \left(y_{center} - y_i\right)^2} \qquad (4.3)$$

- ส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานของรัศมี (standard derivation)

ส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานของรัศมีคำนวณได้จากสมการที่ 4.4

$$\text{standard derivation} = \sqrt{\frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}{n(n-1)}} \qquad (4.4)$$

x_i : ระยะห่างจากพิกเซลที่ i กับจุดศูนย์กลางของเม็ดยา

n : จำนวนพิกเซลทั้งหมดที่เป็นสมาชิกในเส้นขอบเม็ดยา

- Compactness

ค่า Compactness จะแสดงถึงความเรียบหรือขรุขระของรูปร่างโดยสำหรับวัตถุที่มีรูปร่างกลมค่านี้จะมีค่าต่ำสุด และค่านี้จะมีค่ามากขึ้นเมื่อมีความขรุขระของขอบหรือเป็นรูปร่างที่มีเหลี่ยมมากขึ้น ซึ่งค่านี้จะใช้ร่วมกับส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานในการแยกเม็ดยาที่มีรูปร่างแตกต่างกัน ค่า Compactness สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.5

$$\text{compactness} = \frac{\text{perimeter}^2}{4\pi a} \qquad (4.5)$$

กำหนดให้ a : พื้นที่ของเม็ดยา (area)

4.3.2 คุณลักษณะทางสี (color features)

การบ่งบอกความแตกต่างของสีสามารถบ่งบอกได้หลายระบบ เช่น HSV (Hue, Saturation และ Value) RGB (Red, Green และ Blue) และ HLS (Hue, Lightness และ Saturation) เป็นต้น ซึ่งภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิตอลจะเก็บค่าของสีในรูปแบบ RGB โดยได้มาจากการทำฮีสโตแกรมและเก็บเฉพาะสีที่อยู่ภายในยาเม็ด แยกเป็น 3 กลุ่ม คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (RGB) แล้วนำค่าฮีสโตแกรมที่ได้คำนวณอัตราส่วนขององค์ประกอบในแต่ละสีของยาเม็ดด้วยสมการที่ 4.6 และ 4.7 (Gonzales and Woods 2001: 286-289 ; Mitra and Acharya 2003 : 332-335)

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

$$\text{average intensity } (R) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (r[i] \times i)}{\sum_{i=1}^{n} i} \qquad (4.6)$$

$$\text{average chromaticity component} = \frac{R}{R+G+B} \qquad (4.7)$$

i : เลขดัชนีแสดงระดับความเข้มของสี

n : ระดับความเข้มของสีสูงสุด เท่ากับ 255

r[i]: จำนวนพิกเซลที่มีความเข้มของแสงสีแดงเท่ากับระดับ i

กรณีเป็นสีเขียว และสีน้ำเงิน จะใช้อักษร g และ b ตามลำดับ

R, G และ B ค่าเฉลี่ยความเข้มในแต่ละสี สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ตามลำดับ

4.3.3 คุณลักษณะภายในยาเม็ด (Internal tablet feature)

ภายในยาเม็ดบางชนิดจะมีลายพิมพ์ ตัวอักษรหรือรอยบากที่แตกต่างจากยาชนิดอื่น ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของยาได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำความแตกต่างของตำแหน่งพิกเซลที่อยู่ในเส้นขอบภายในมาใช้โดยทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นแรกคำนวณหาระยะห่างระหว่างพิกเซลที่เป็นเส้นขอบภายในเม็ดยากับพิกเซลที่เป็นจุดศูนย์กลางของเม็ดยาโดยใช้สมการที่ 4.8 หลังจากนั้นนับจำนวนพิกเซลที่ให้ค่าระยะห่างเท่ากันแล้วเก็บค่าในเมทริก โดยดัชนีของแถวแสดงถึงค่าระยะห่าง ส่วนค่าที่เก็บในแต่ละแถวของเมทริกแสดงถึงจำนวนพิกเซลที่ให้ค่าระยะห่างเท่ากับเลขดัชนีของแถวนั้นๆ ดังสมการที่ 4.9 เม็ดยาในกลุ่มที่เป็นชุดฝึกจะถูกเก็บข้อมูลคุณลักษณะไว้สำหรับใช้เปรียบเทียบกับชุดทดสอบโดยชนิดเม็ดยาที่เป็นผลลัพธ์จะต้องให้ผลรวมค่าความแตกต่างของเมทริกดังกล่าวกับเม็ดยาทดสอบน้อยที่สุด

$$\text{distance from center } (D) = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2} \quad (4.8)$$

$$\begin{aligned} &\text{for } k = 1 : maximumD \\ &\quad M(k) = \text{count of internal edge pixels that give } D = k \end{aligned} \quad (4.9)$$

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

เมื่อ x_i, y_i : แถวและคอลัมน์ของพิกเซล i ซึ่งเป็นเส้นขอบภายในเม็ดยา ตามลำดับ

x_c, y_c : แถวและคอลัมน์ของพิกเซล c ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางเม็ดยา ตามลำดับ

$maximumD$: ค่า D ที่สูงสุดในแต่ละภาพถ่ายเม็ดยา

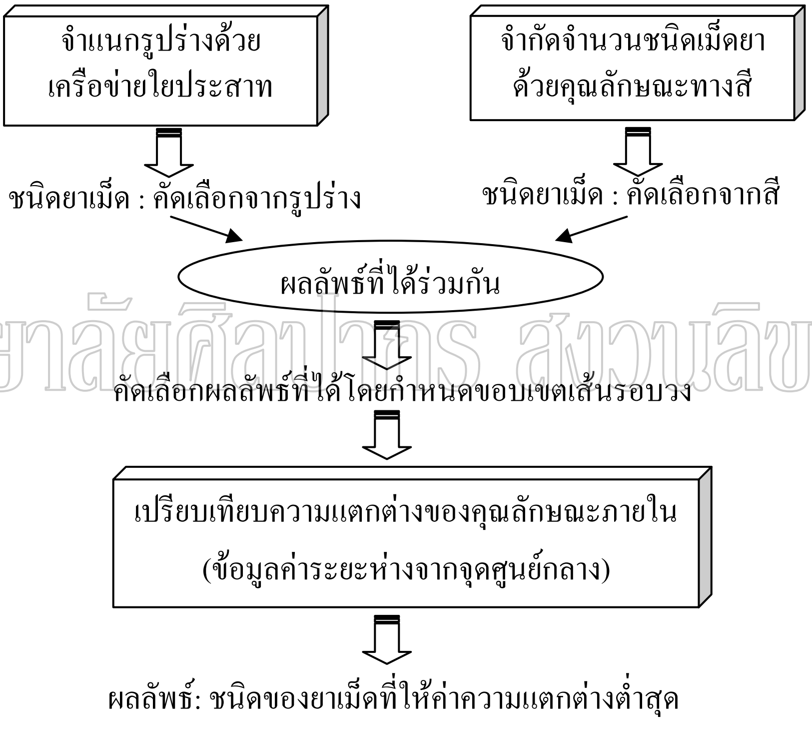
M : เมทริกที่เก็บจำนวนพิกเซลที่ให้ค่า D เท่ากับเลขดัชนีของแถว

k : ดัชนีของแถวในเมทริก M

$M(k)$: ค่าที่เก็บในแถวที่ k ของเมทริก M

4.4 การจำแนกชนิดยาเม็ด

ในส่วนของการจำแนกชนิดยาเม็ดนั้นแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 12 ขั้นแรกทดลองใช้การจัดกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันในการจำแนกรูปร่างโดยใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward back propagation ในขั้นถัดมาใช้คุณลักษณะทางสีในการจำแนกชนิดยาเม็ดที่มีองค์ประกอบของสีใกล้เคียงกับยาเม็ดที่ใช้ทดสอบ ชนิดของยาเม็ดที่มีโอกาสเป็นไปได้ทั้งจากการจำแนกด้วยรูปร่างและการจำแนกด้วยสีจะถูกนำมาใช้ต่อในขั้นตอนสุดท้ายโดยชนิดเม็ดยาที่ให้ความแตกต่างของคุณลักษณะภายในน้อยที่สุดจะเป็นผลลัพธ์ของชนิดยาเม็ดที่ต้องการ



ภาพที่ 12 ขั้นตอนการจำแนกชนิดยาเม็ด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

4.4.1 การจำแนกยาเม็ดจากรูปร่างโดยใช้เครือข่ายใยประสาท

คุณลักษณะทางรูปร่างที่ใช้ ได้แก่ เส้นรอบวง พื้นที่ ค่า compactness รัศมี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี การจัดกลุ่มคุณลักษณะที่ใช้ในแต่ละเครือข่ายใยประสาทในขั้นแรกจะใช้ 2 คุณลักษณะเป็นอินพุตและพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ หากกลุ่มคุณลักษณะใดให้ผลลัพธ์ที่ไม่ดี ในขั้นถัดไปจะเพิ่มคุณลักษณะเป็น 3 คุณลักษณะและพิจารณาผลของคุณลักษณะที่เพิ่มเข้าไปที่มีต่อการจำแนก ในแต่ละกลุ่มคุณลักษณะผู้วิจัยได้ทดลองใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward back propagation ที่มีคุณลักษณะที่ใช้เป็นอินพุตแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้เทคนิค Levenberg-Marquardt algorithm และกำหนดค่าพารามิเตอร์ของเครือข่ายใยประสาทในโปรแกรม Matlab ดังนี้ epochs: 2000, goal: 1.0000e-10, max_fail: 5, mem_reduc: 1, min_grad: 1.0000e-10, mu (μ): 5.0000e-4, mu_dec: 0.1000, mu_inc: 10 และ mu_max: 1.0000e+10

ตารางที่ 2 กลุ่มของคุณลักษณะที่ใช้ในเครือข่ายใยประสาท

กลุ่มที่	จำนวนโหนดในชั้นอินพุต	คุณลักษณะที่ใช้				
		เส้นรอบวง	พื้นที่	Compactness	รัศมี	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี
1	2	/				/
2	2		/			/
3	2			/		/
4	2				/	/
8	2	/			/	
9	2		/		/	
7	2			/	/	
5	2	/		/		
6	2		/	/		
10	2	/	/			
12	3	/	/		/	
11	3	/	/	/		
13	3		/	/	/	
14	3	/		/	/	

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

โครงสร้างเครือข่ายใยประสาทที่เลือกใช้นั้นพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ในแง่ของจำนวนโหนดที่ใช้ เนื่องจากรูปร่างยาเม็ดที่ใช้ทดสอบมีทั้งหมด 5 รูปแบบ ดังนั้นจึงใช้จำนวนโหนด 5 โหนด สำหรับชั้นเอาต์พุต โดยกำหนดค่าเอาต์พุตในการฝึกเป็น 1 ในกลุ่มรูปร่างที่ตรงกับยาชนิด

ที่ใช้และกำหนดค่า 0 สำหรับในกลุ่มรูปร่างอื่น ส่วนในชั้นอินพุตนั้นขึ้นกับจำนวนของคุณลักษณะที่ใช้ในแต่ละกลุ่ม สำหรับชั้นซ่อนนั้นจะใช้จำนวนชั้นซ่อนให้น้อยที่สุดที่สามารถจำแนกได้เพื่อลดระยะเวลาการประมวลผลโดยจำนวนโหนดในชั้นซ่อน ซึ่งในการทดลองนี้ได้ใช้โหนดในชั้นซ่อนจำนวน 4 และ 5 โหนด ซึ่งการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนนี้ต้องพิจารณาร่วมกับจำนวนตัวอย่างที่ใช้คือต้องใช้อย่างน้อย 5 ตัวอย่างสำหรับการฝึกในแต่ละค่าน้ำหนัก (Klimasauskas 1991 : 20-24)

สำหรับในการทดลองนี้จำนวนโหนดที่ใช้สูงสุดคือ ชั้นอินพุต 3 โหนด ชั้นซ่อน 5 โหนด และชั้นเอาต์พุต 5 โหนด คำนวณจำนวนค่าน้ำหนักได้ 50 ค่าโดยใช้สมการที่ 4.10 ดังนั้นจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างในการฝึกอย่างน้อย 250 ตัวอย่าง ในการทดลองนี้ใช้ 330 ตัวอย่าง จึงสามารถเลือกใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อนได้ถึง 5 โหนดได้ สำหรับ Transfer function ที่ใช้ในชั้นซ่อนเลือกใช้ Log-Sigmoid เนื่องจากค่าที่ต้องการไม่ได้มีค่าลบเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่วนในชั้นเอาต์พุตได้ใช้ Linear เนื่องจากหากใช้ Log-Sigmoid ในชั้นเอาต์พุต เมื่อพิจารณาจากสมการของฟังก์ชันดังกล่าวแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 แต่ไม่สามารถเป็น 0 หรือ 1 ได้ สำหรับแบบจำลองโครงสร้างเครือข่ายใยประสาทที่ใช้เป็นดังแสดงในภาพที่ 13

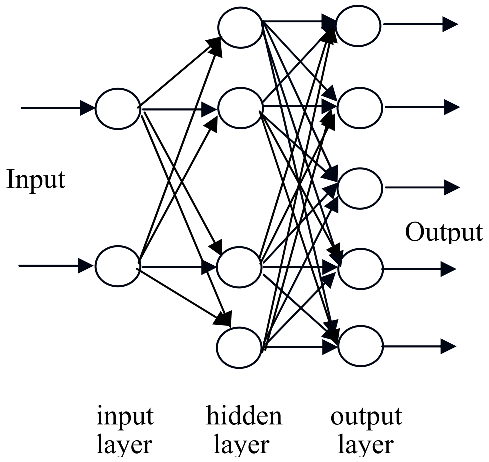
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จำนวนค่าน้ำหนัก = [(จำนวนโหนดในชั้นอินพุต+1) x จำนวนโหนดในชั้นซ่อน] (4.10)

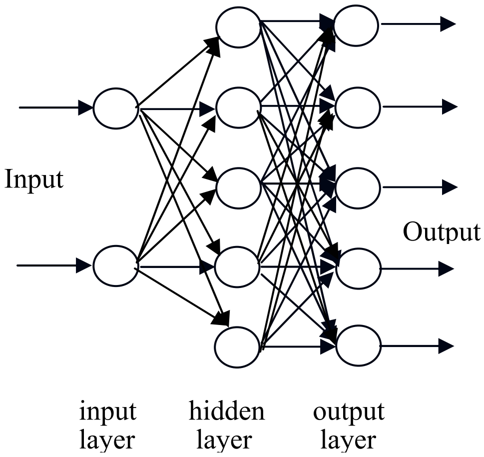
+ [(จำนวนโหนดในชั้นซ่อน+1) x จำนวนโหนดในชั้นเอาต์พุต]

= [(3+1) x 5] + [(5+1) x 5]

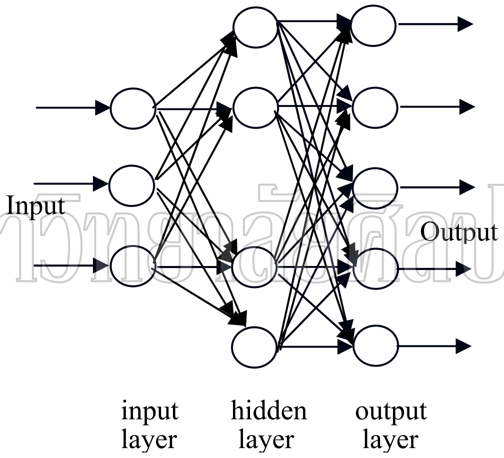
= 50 ค่า



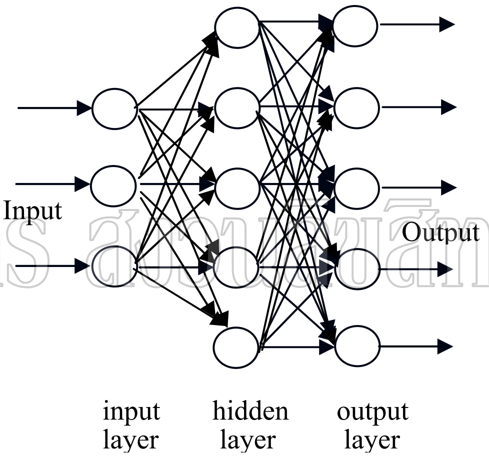
อินพุต 2 โหนด ชั้นซ่อน 4 โหนด



อินพุต 2 โหนด ชั้นซ่อน 5 โหนด



อินพุต 3 โหนด ชั้นซ่อน 4 โหนด



อินพุต 3 โหนด ชั้นซ่อน 5 โหนด

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาพที่ 13 โครงสร้างของเครือข่ายใยประสาท

4.4.2 การใช้คุณลักษณะทางสีคัดเลือกชนิดยาเม็ด

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าองค์ประกอบในแต่ละสีของยาเม็ดทดสอบ แล้วนำค่าที่ได้มาใช้คัดเลือกชนิดเม็ดยาที่มีในฐานข้อมูลโดยชนิดเม็ดยาที่ได้รับคัดเลือกจะต้องให้ค่าองค์ประกอบในแต่ละสีอยู่ในช่วง 95-105% ของเม็ดยาทดสอบ

4.4.3 การใช้คุณลักษณะภายในเพื่อบ่งบอกชนิดยาเม็ด

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง (Distance from center) และเก็บข้อมูลในเมทริกเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่มฝึก โดยชนิดของยาที่เป็นผลลัพธ์จะให้ค่าผลรวมความแตกต่างของค่าระยะห่างจากจุดศูนย์กลางกับเม็ดยาทดสอบน้อยที่สุด

4.5 การประเมินผล

การประเมินผลความถูกต้องของการจำแนกชนิดยาเม็ดในแต่ละวิธีจะใช้การคำนวณค่าร้อยละความถูกต้องในการจำแนกชนิดเม็ดยาแต่ละชนิด และค่าร้อยละความถูกต้องในการจำแนกชนิดยาโดยรวม ดังสมการที่ 4.10 และ 4.11

% ความถูกต้องสำหรับยาเม็ดแต่ละชนิด (% accuracy for each type)

$$= \frac{\text{จำนวนเม็ดยาที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้องสำหรับชนิดนั้นๆ} \times 100}{\text{จำนวนเม็ดยาที่ใช้ทดสอบสำหรับแต่ละชนิด}} \quad (4.10)$$

$$\text{\% ความถูกต้องรวม (\% total accuracy)} = \frac{\text{จำนวนเม็ดยาที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้องทั้งหมด} \times 100}{\text{จำนวนเม็ดยาที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด}} \quad (4.11)$$

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 5
ผลการวิจัย

ในส่วนของผลการวิจัยนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเครื่องมือ อุปกรณ์ โปรแกรม และตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ของการจำแนกรูปร่างจากคุณลักษณะที่แตกต่างกันโดยใช้เครือข่ายใยประสาท และผลการจำแนกชนิดเม็ดยาโดยใช้กลุ่มของคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

กล้องดิจิตอล (Canon รุ่น Power shot A80 ความละเอียดสูงสุด 4 ล้านพิกเซล) พร้อมขาตั้ง หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ คุณสมบัติดังที่ระบุในตาราง ที่ 3

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

Hardware	**Specification**
CPU	Pentium 4 processor 1.8 GHz
DDR RAM	384 MB.
Hard disk	40 GB.
Monitor	15 inch with 800 x 600 pixels
VGA card	NVIDIA GeForce2 MX/MX 400, 64 MB.
CDROM	52X

5.2 โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย

5.2.1 โปรแกรมระบบปฏิบัติการ Microsoft window XP (Professional)

5.2.2 โปรแกรม Canon Utilities ZoomBrowser EX 4.5 นำเข้าและจัดการเกี่ยวกับภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิตอล

5.2.3 โปรแกรม Matlab 6.1 ใช้ในการประมวลผลภาพทั้งหมด ตั้งแต่การหาขอบภาพ การแยกคุณลักษณะ และการจำแนกชนิด

5.2.4 โปรแกรม Microsoft Access 2002 เป็นฐานข้อมูลเก็บคุณลักษณะต่างๆ ของภาพถ่ายยาเม็ด

5.2.5 โปรแกรม Microsoft Excel 2002 เก็บข้อมูลคุณลักษณะภายในยาเม็ด

5.3 ตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้ภาพถ่ายยาเม็ด 33 ชนิด ดังแสดงรายชื่อยาและรหัสที่ใช้แทนชื่อสำหรับการทดลองนี้ในตารางที่ 4 (สำหรับตัวอย่างภาพถ่ายแสดงไว้ในภาคผนวก ก) ใช้ชนิดละ 20 เม็ด แต่ละเม็ดเก็บภาพใน 2 ทิศทาง คือ ด้านหน้า และด้านหลังโดยแบ่งข้อมูลภาพถ่ายเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 เม็ด สำหรับการฝึก และสำหรับการทดสอบ รวมใช้ภาพถ่ายเม็ดยาทั้งสิ้น 1,320 ภาพ โดยตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในการทดสอบนี้สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะรูปร่างได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ วงกลม วงรี สี่เหลี่ยมด้านขนาน หกเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยสามารถสรุปคุณสมบัติโดยรวมของยาเม็ดที่ใช้ดังแสดงในตารางที่ 5

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า
1	acbac1	ascorbic acid 100 mg	Ascorbic acid
2	amlrh1	amiloride HCl 5 mg+ hydrochlorothiazide 50 mg	Minitic
3	amlrh2	amiloride HCl 5 mg+ Hydrochlorothiazide 50 mg	Loretic
4	amttl1	amitriptyline 10 mg	Amitriptyline
5	apr1	aspirin 60 mg	Aspent-m
6	bhx1	benzhexol 2 mg	Benzhexol 2 mg
7	bhx2	benzhexol 5 mg	Benzhexol 5 mg
8	bpnrm1	brompheniramine 4 mg	Brompheniramine

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า
9	cdpp1	codeine phosphate10 mg+ guaifenesin 100 mg+ terpin hydrate 130 mg	Terco-c
10	cpnrm1	chlorpheniramine 4 mg	Chlorpheniramine
11	dazp1	diazepam 2 mg	Diazepam 2 mg
12	dazp2	diazepam 5 mg	Diazepam 5 mg
13	dcfn1	diclofenac 25 mg	Clofec
14	dtmtp1	dextromethorphan 15 mg	Dextromethorphan
15	flac1	folic acid 5 mg	Folic acid
16	frfmr1	ferrous fumarate + etc	Obimin AZ
17	frsm1	furosemide 500 mg	Furetic
18	gsofv1	griseofulvin 500 mg	Grisin
19	hdcrt1	hydrochlorothiazide 50 mg	Hydrochlorothiazide
20	issbd1	isosorbide dinitrate 10 mg	Isobinate
21	issbd2	isosorbide dinitrate 20 mg	Isotrate
22	lmvd1	lamivudine 150 mg	Lamivir
23	mdxpg1	medroxyprogesterone 5 mg	Provera
24	mtndz1	metronidazole 250 mg	Asiazole
25	nfxc1	norfloxacin 200 mg	Norfloxacin
26	opndp1	orphenadrine citrate 35 mg+ paracetamol 500 mg	Nuosic
27	pnclv1	pencillin V 250 mg	Pencillin V
28	prctm1	paracetamol 325 mg	Para-dek
29	pzs1	prazosin 1 mg	Minitic
30	sld1	sulindac 200 mg	Clinoril

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ลำดับที่	**รหัส**	**ชื่อสามัญ**	**ชื่อการค้า**
31	topl1	theophylline 200 mg	Nuelin SR
32	vtmb61	vitamin B_6 50 mg	Biovit B6
33	vtmbc1	vitamin B complex	Vitamin B complex

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย

โทนสี	จำนวน(ชนิด)	รูปร่าง	จำนวน(ชนิด)	เส้นขอบภายใน	จำนวน(ชนิด)
ขาว	9	วงกลม	18	มีด้านเดียว	14
เหลือง	9	วงรี	9	มีทั้ง 2 ด้าน	14
ส้ม	7	สี่เหลี่ยมด้านขนาน	2	ไม่มีทั้ง 2 ด้าน	5
ชมพูหรือแดง	4	หกเหลี่ยม	2		
เขียว	3	สี่เหลี่ยมมุมฉาก	2		
ฟ้า	1				
รวม	**33**	**รวม**	**33**	**รวม**	**33**

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

5.4 การทดลอง

ในการทดลองนี้ได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การฝึก และการทดสอบ โดยใช้ภาพถ่ายยาเม็ดที่ได้ทำการตัดขอบเพื่อลดขนาดให้อยู่ในช่วง 50 x 50 ถึง 150 x 150 พิกเซลที่กล่าวไว้ในส่วนของตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัยสำหรับการฝึกและการทดสอบ

5.4.1 การฝึก

ภาพถ่ายเม็ดยาในกลุ่มฝึกทั้งหมด 660 ภาพ ให้ผลลัพธ์ในการแยกคุณลักษณะทางรูปร่างของยาเม็ดแต่ละชนิดและแต่ละกลุ่มรูปร่างดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ตามลำดับ โดยค่าที่ได้นี้จะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ฝึกเครือข่ายใยประสาทสำหรับการจำแนกรูปร่าง

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางรูปร่างของยาเม็ดแต่ละชนิดในกลุ่มฝึก

รูปร่าง	รหัส	ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางรูปร่าง				
		เส้นรอบวง (พิกเซล)	พื้นที่ (ตารางพิกเซล)	compactness	รัศมี (พิกเซล)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี (พิกเซล)
วงกลม	amttl1	206.10	3114.70	1.08	31.04	0.39
	apr1	182.40	2442.90	1.08	27.44	0.42
	bhx1	259.70	4924.20	1.09	39.14	0.39
	bhx2	286.80	5994.70	1.09	43.24	0.43
	cdpp1	333.20	8033.70	1.10	50.12	0.41
	cpnrm1	201.70	2995.60	1.08	30.43	0.39
	dazp1	266.80	5199.60	1.09	40.24	0.39
	dazp2	256.60	4804.80	1.09	38.66	0.40
	dcfn1	248.10	4498.10	1.09	37.39	0.37
	dtmtp1	215.50	3407.20	1.09	32.48	0.39
	flac1	178.70	2335.20	1.09	26.81	0.47
	frsm1	422.80	12952.90	1.10	63.75	0.40
	gsofv1	426.90	13189.50	1.10	64.35	0.40
	hdcrt1	254.10	4705.90	1.09	38.25	0.40
	mtndz1	340.30	8420.30	1.09	51.32	0.38
	pnclv1	347.00	8730.30	1.10	52.27	0.39
	topl1	275.20	5536.40	1.09	41.53	0.49
	vtmbc1	227.60	3803.80	1.08	34.35	0.38
วงรี	acbac1	342.70	7304.10	1.28	49.07	10.89
	frfmr1	418.70	10657.60	1.31	59.85	14.09
	issbd1	320.30	6767.20	1.21	46.78	8.31
	issbd2	308.60	6229.70	1.22	44.96	7.96
	lmvd1	331.00	6909.80	1.26	47.68	9.96
	nfxc1	331.00	7029.90	1.24	48.12	9.60
	prctm1	316.70	6781.00	1.18	46.52	6.79
	pzs1	268.70	4532.20	1.27	38.66	8.62
	vtmb61	293.40	5516.00	1.24	42.56	8.56
สี่เหลี่ยมด้านขนาน	amlrh1	279.40	5052.30	1.23	40.20	5.44
	amlrh2	279.20	5118.30	1.21	40.34	4.92
หกเหลี่ยม	mdxpg1	204.20	2953.50	1.13	30.22	1.07
	sld1	375.40	9813.50	1.14	55.47	1.84
สี่เหลี่ยมมุมฉาก	bpnrm1	288.20	5138.90	1.29	40.27	3.92
	opndp1	390.50	10013.10	1.21	56.27	4.42

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของคุณลักษณะทางรูปร่างของยาเม็ดแต่ละกลุ่มรูปร่าง

รูปร่าง		เส้นรอบวง (พิกเซล)	พื้นที่ (ตารางพิกเซล)	compactness	รัศมี (พิกเซล)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี (พิกเซล)
วงกลม	ค่าเฉลี่ย	273.86	5838.32	1.09	41.27	0.41
	ต่ำสุด-สูงสุด	178.70-426.90	2335.20-13189.50	1.08-1.10	26.81-64.35	0.37-0.49
วงรี	ค่าเฉลี่ย	325.68	6858.61	1.24	47.13	9.42
	ต่ำสุด-สูงสุด	268.70-418.70	4532.20-10657.60	1.18-1.31	38.66-59.85	6.79-14.09
สี่เหลี่ยมด้านขนาน	ค่าเฉลี่ย	279.30	5085.30	1.22	40.27	5.18
	ต่ำสุด-สูงสุด	279.20-279.40	5052.30-5118.30	1.21-1.23	40.20-40.34	4.92-5.44
หกเหลี่ยม	ค่าเฉลี่ย	289.80	6383.50	1.13	42.84	1.46
	ต่ำสุด-สูงสุด	204.20-375.40	2953.50-9813.50	1.13-1.14	30.22-55.47	1.07-1.84
สี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค่าเฉลี่ย	339.35	7576.00	1.25	48.27	4.17
	ต่ำสุด-สูงสุด	288.20-390.50	5138.90-10013.10	1.21-1.29	40.27-56.27	3.92-4.42

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 6 ได้แสดงค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางรูปร่าง 5 คุณลักษณะที่แยกได้ในกลุ่มฝึกในแต่ละชนิดของเม็ดยาโดยแบ่งตามกลุ่มรูปร่างซึ่งแสดงไว้ในสดมภ์แรก สำหรับสดมภ์ “รหัส” แสดงรหัสย่อของยาที่ใช้ทดสอบ เพื่อความสะดวกในการพิจารณาจึงได้สรุปค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของคุณลักษณะทางรูปร่างของยาเม็ดแต่ละกลุ่มรูปร่างไว้ในตารางที่ 7 จะพบว่ายาเม็ดแต่ละชนิดให้ค่าที่แตกต่างกันในแต่ละคุณลักษณะ โดยเม็ดยาที่มีรูปร่างวงกลมจะให้ค่า compactness ต่ำสุดคืออยู่ระหว่าง 1.08-1.10 เม็ดยาที่มีรูปร่างหกเหลี่ยมจะให้ค่า compactness ใกล้เคียงกับรูปร่างวงกลมมากที่สุดคืออยู่ในช่วง 1.13-1.14 ส่วนเม็ดยารูปร่างอื่นๆ นั้นให้ค่า compactness อยู่ในช่วงระหว่าง 1.18-1.31 เมื่อพิจารณาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะพบว่าจะให้ค่าต่ำสุดในเม็ดยาที่มีรูปร่างกลมคือไม่เกิน 0.5 และให้ค่าสูงสุดในกลุ่มที่มีรูปร่างเป็นวงรีซึ่งค่าที่ได้นี้จะมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มชัดเจนมากกว่าค่า compactness ส่วนคุณลักษณะอื่นๆได้แก่ เส้นรอบวง พื้นที่และรัศมี หากแยกพิจารณาในแต่ละคุณลักษณะจะพบว่าค่าที่ได้นั้นจะขึ้นกับขนาดของเม็ดยาแต่ไม่สามารถใช้จัดแบ่งกลุ่มรูปร่างได้โดยตรง ดังนั้นการใช้คุณลักษณะในกลุ่มนี้จึงต้องใช้ร่วมกับคุณลักษณะอื่นๆ เพื่ออาศัยความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะแต่ละชนิดในการจำแนกรูปร่างของเม็ดยา จึงได้นำ

คุณลักษณะดังกล่าวรวม 5 คุณลักษณะ ไปใช้ฝึกในการจำแนกรูปร่างด้วยเทคนิคเครือข่ายใยประสาทโดยจัดแบ่งกลุ่มคุณลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 กลุ่มของคุณลักษณะที่ใช้ในเครือข่ายใยประสาท

กลุ่มที่	คุณลักษณะที่ใช้				
	เส้นรอบวง	พื้นที่	Compactness	รัศมี	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี
1	/				/
2		/			/
3			/		/
4				/	/
8	/			/	
9		/		/	
7			/	/	
5	/		/		
6		/	/		
10	/	/			
12	/	/		/	
11	/	/	/		
13		/	/	/	
14	/		/	/	

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะทางสีของเม็ดยาแต่ละชนิดในกลุ่มฝึก

รหัส	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนขององค์ประกอบในแต่ละสีของยาเม็ด(%)		
	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน
acbac1	37.72	31.68	30.60
amlrh1	38.04	33.67	28.30
amlrh2	36.35	33.47	30.18
amttl1	38.41	35.91	25.67
apr1	40.98	30.92	28.09
bhx1	33.59	33.69	32.72
bhx2	33.66	33.66	32.68
bpnrm1	34.80	34.62	30.57
cdpp1	31.54	37.07	31.39
cpnrm1	35.34	35.05	29.62
dazp1	33.48	33.54	32.98
dazp2	40.68	33.26	26.06
dcfn1	40.38	34.90	24.72
dtmtp1	40.68	33.26	26.06
flac1	37.85	35.48	26.67
frfmr1	48.11	29.40	22.49
frsm1	34.91	34.47	30.62
gsofv1	33.82	33.56	32.62
hdcrt1	36.40	33.77	29.83
issbd1	34.39	34.76	30.85
issbd2	20.28	35.49	44.22
lmvd1	33.91	33.74	32.35
mdxpg1	33.63	33.55	32.81
mtndz1	32.94	34.70	32.36
nfxc1	33.55	33.63	32.82
opndp1	33.48	37.05	29.47
pnclv1	34.74	33.17	32.10
prctm1	33.40	33.51	33.09
pzs1	39.46	33.60	26.94
sld1	38.99	36.22	24.79
topl1	33.71	33.52	32.78
vtmb61	36.11	33.65	30.24
vtmbc1	38.11	35.86	26.02

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 9 แสดงคุณลักษณะทางสีในรูปค่าเฉลี่ยอัตราส่วนขององค์ประกอบในแต่ละสีของยาเม็ด โดยแยกเป็น สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการจำกัดชนิดเม็ดยาต่อไป โดยกำหนดให้ชนิดยาที่ได้รับคัดเลือกต้องมีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนขององค์ประกอบในแต่ละสีในกลุ่มฝึกแตกต่างจากเม็ดยาทดสอบได้ไม่เกิน ± 5%

5.4.2 การทดสอบ

ภาพถ่ายยาเม็ดชนิดเดียวกับกลุ่มฝึกทั้งหมด 660 ภาพ ได้ผ่านกระบวนการตัดขอบภาพและการหาขอบเช่นเดียวกับในกลุ่มฝึก หลังจากนั้นถูกนำมาแยกคุณลักษณะทางรูปร่างและจำแนกรูปร่างโดยใช้เครือข่ายใยประสาทซึ่งผ่านกระบวนการเรียนรู้มาจากกลุ่มฝึกทั้งหมด 5 รูปแบบ ให้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการจำแนกรูปร่างจากคุณลักษณะที่แตกต่างกันโดยใช้เครือข่ายใยประสาท

กลุ่มที่	จำนวนโหนดในชั้นอินพุต	คุณลักษณะที่ใช้*					% ความถูกต้องรวม จำนวนโหนดในชั้นซ่อน	
		P	A	C	R	stdr	4	5
1	2	/				/	71.82	100.00
2	2		/			/	100.00	-
3	2			/		/	95.76	100.00
4	2				/	/	90.91**	100.00
5	2	/			/		85.45**	89.39**
6	2		/		/		80.91	83.64
7	2			/	/		92.91**	93.03**
8	2	/		/			18.18	93.33
9	2		/	/			92.12	89.70**
10	2	/	/				27.27	86.67**
11	3	/	/		/		90.91	91.52**
12	3	/	/	/			90.00**	91.82**
13	3		/	/	/		11.21	96.67**
14	3	/		/	/		90.61**	93.33**

*C= compactness P=เส้นรอบวง A=พื้นที่ R=รัศมี stdr=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี

** ค่า Mean square error > 1.0000e-2 และมากกว่าค่า goal ที่ตั้งไว้ 1.0000e-10

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 10 แสดงผลการจำแนกรูปร่างจากคุณลักษณะโดยสดมภ์ “คุณลักษณะที่ใช้” แสดงคุณลักษณะที่นำมาใช้ในชั้นอินพุต ส่วนสดมภ์ “% ความถูกต้องรวม” แสดงร้อยละความถูกต้อง

รวมของการจำแนกรูปร่างโดยแยกตามจำนวนโหนดที่ใช้ในชั้นซ่อน จากผลการทดลองในตารางที่ 10 ผู้วิจัยได้แยกพิจารณาใน 2 ประเด็น คือ ผลของจำนวนโหนดที่ใช้ในชั้นซ่อนและผลของคุณลักษณะ

เมื่อพิจารณาจำนวนโหนดที่ใช้ในชั้นซ่อนพบว่าเมื่อใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อนมากขึ้น ร้อยละความถูกต้องรวมโดยส่วนมากมีค่าสูงขึ้น สำหรับในกลุ่มที่ 8, 10 และ 13 ให้ร้อยละความถูกต้องในการจำแนกที่ต่ำมากเมื่อมีจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเพียง 4 โหนด แต่ให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นอย่างมากในกรณีที่ใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อนเพิ่มขึ้นเป็น 5 โหนด แสดงว่าในกลุ่มดังกล่าวการใช้โหนดในชั้นซ่อนเพียง 4 โหนดอาจยังไม่เพียงพอต่อการจำแนกชนิด

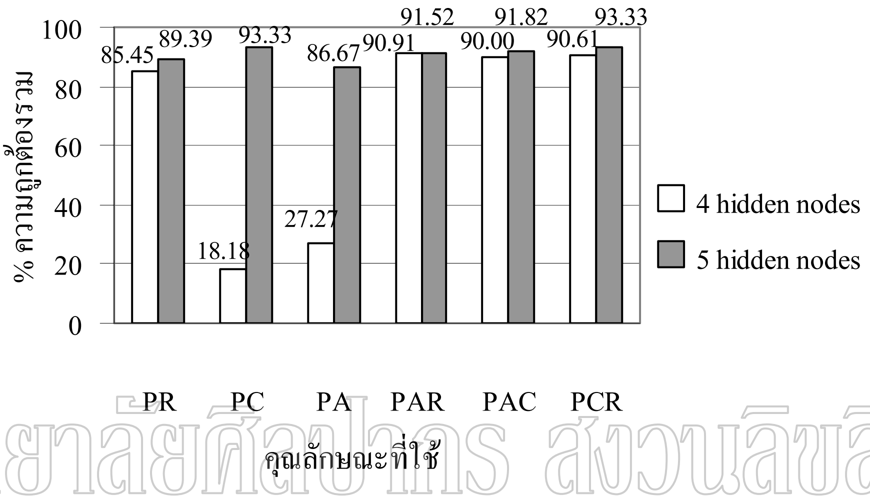
เมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่มคุณลักษณะโดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแต่ละกลุ่ม สำหรับในกลุ่มที่ 1-10 ซึ่งแต่ละกลุ่มใช้คุณลักษณะในการจำแนก 2 คุณลักษณะพบว่าการใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกับคุณลักษณะอื่นๆ (กลุ่มที่ 1-4) ให้ผลการจำแนกถูกต้องสูงสุดได้ถึงร้อยละ 100 ส่วนในกลุ่มที่ 5-10 เมื่อไม่ได้ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเข้าร่วมด้วยพบว่าให้ผลการจำแนกถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 83.64-93.33 กลุ่มที่ 7, 8 และ 9 ซึ่งใช้ค่า compactness ร่วมกับ รัศมี พื้นที่และเส้นรอบวง ตามลำดับ ให้ผลการจำแนกถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 92.12-93.33 ซึ่งให้ค่าสูงกว่าการนำคุณลักษณะในเส้นรอบวง พื้นที่ และรัศมี มาจัดกลุ่มร่วมกัน (กลุ่มที่ 5, 6 และ 10) ถ้าพิจารณาแยกแต่ละคุณลักษณะจะพบว่าการใช้รัศมีจะให้ผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกับการใช้เส้นรอบวงร่วมกับค่า compactness (กลุ่มที่ 7 เทียบกับกลุ่มที่ 8) ส่วนการใช้พื้นที่ร่วมกับคุณลักษณะอื่นในกลุ่มที่ 6, 9 และ 10 จะให้ค่าร้อยละความถูกต้องรวมน้อยกว่าการใช้คุณลักษณะอื่นแทนการใช้พื้นที่ จากผลการทดลองของกลุ่มที่ 1-4 แสดงให้เห็นว่าการใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกับคุณลักษณะอื่นเพียงคุณลักษณะเดียวสามารถจำแนกเม็ดยาได้ถูกต้องถึงร้อยละ 100

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

จากผลดังกล่าวในขั้นต่อมาจึงเพิ่มอินพุตให้เป็น 3 คุณลักษณะโดยไม่ได้นำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเข้าร่วมด้วย พิจารณากลุ่มที่ 11-14 การเพิ่มคุณลักษณะเป็น 3 คุณลักษณะส่วนมากให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการใช้เพียง 2 คุณลักษณะ โดยในกลุ่มที่ 13 ซึ่งใช้พื้นที่ รัศมีและค่า compactness ร่วมกันให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกสูงสุดร้อยละ 96.67 ส่วนกลุ่มที่ให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกต่ำสุดร้อยละ 91.52 คือ กลุ่มที่ 11 ซึ่งใช้เส้นรอบวง พื้นที่ และรัศมี ร่วมกัน

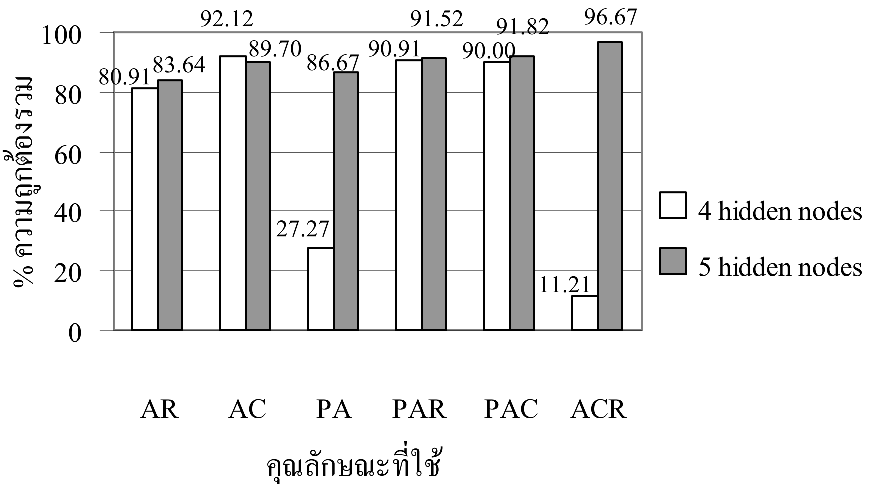
พิจารณาแผนภูมิที่ 1-4 ซึ่งเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการใช้คุณลักษณะร่วมที่แตกต่างกันในการจำแนกประกอบ สำหรับแผนภูมิที่ 1 เมื่อใช้เส้นรอบวงเป็นคุณลักษณะหลักในการจำแนกรูปร่างพบว่า การใช้เส้นรอบวงร่วมกับค่า compactness โดยใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อน 5 โหนด ให้ผลการจำแนกถูกต้องสูงสุดร้อยละ 93.33 ซึ่งแม้ว่าจะเพิ่มคุณลักษณะอื่นเข้าไปเป็น 3 คุณลักษณะก็ไม่สามารถเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกได้ และการใช้พื้นที่เข้าร่วมยังมีผลลดความถูกต้องใน

การจำแนกอีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับผลของการใช้พื้นที่ร่วมกับเส้นรอบวงซึ่งให้ค่าร้อยละความถูกต้องต่ำสุดคือร้อยละ 86.67 สำหรับแผนภูมิที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งใช้พื้นที่ ค่า compactness และรัศมีเป็นคุณลักษณะหลัก ตามลำดับพบว่า การใช้พื้นที่ร่วมกับค่า compactness และรัศมีให้ผลการจำแนกถูกต้องสูงสุดถึงร้อยละ 96.67 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดสำหรับการจำแนกโดยใช้อินพุต 3 คุณลักษณะ ส่วนกลุ่มคุณลักษณะที่ให้ความถูกต้องในการจำแนกต่ำสุดคือรัศมีร่วมกับพื้นที่ซึ่งให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 83.64

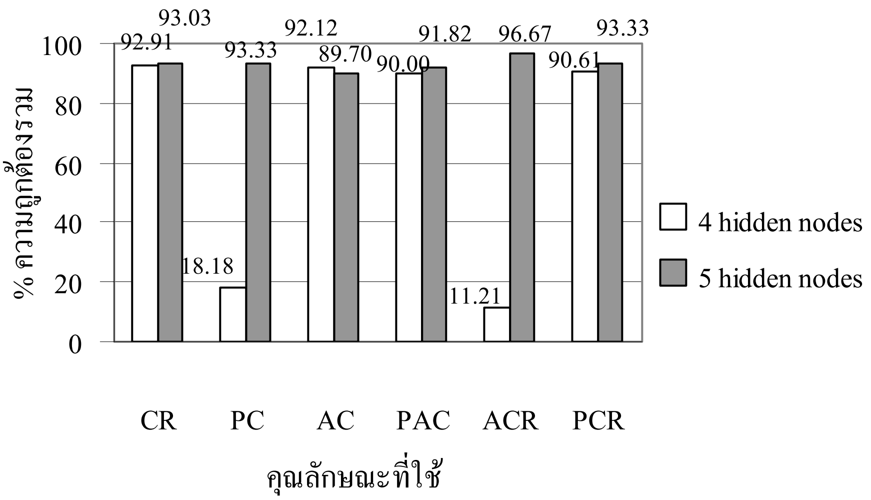


มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

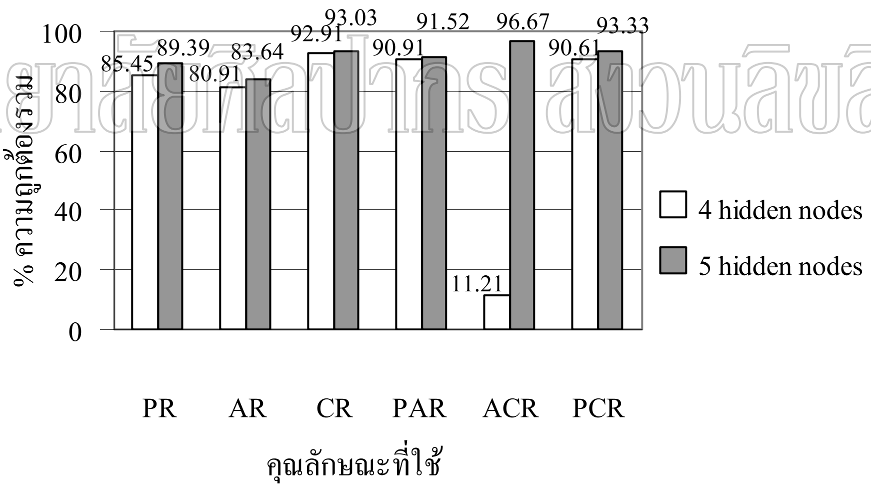
แผนภูมิที่ 1 ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้เส้นรอบวงเป็นคุณลักษณะหลัก



แผนภูมิที่ 2 ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้พื้นที่เป็นคุณลักษณะหลัก



แผนภูมิที่ 3 ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้ค่า compactness เป็นคุณลักษณะหลัก



มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

แผนภูมิที่ 4 ผลการจำแนกรูปร่างโดยใช้รัศมีเป็นคุณลักษณะหลัก

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการจำแนกคุณลักษณะทางรูปร่างมาใช้ร่วมกับคุณลักษณะกลุ่มอื่นเพื่อจำแนกชนิดเม็ดยา โดยทำการทดลองเปรียบเทียบจัดกลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งทดสอบการใช้เส้นรอบวงในการคัดกรองชนิดของยา ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการจำแนกชนิดเม็ดยาแต่ละชนิดโดยใช้กลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกัน

รหัส	% ความถูกต้องในการจำแนกตามกลุ่มคุณลักษณะ*						
	I	I+S	I+S+P	I+C	I+C+P	I+S+C	I+S+C+P
acbac1	80	90	90	100	100	100	100
amlrh1	0	100	100	90	100	100	100
amlrh2	100	100	100	100	100	100	100
amttl1	80	80	100	100	100	100	100
apr1	80	100	100	100	100	100	100
bhx1	70	70	70	100	100	100	100
bhx2	100	100	100	100	100	100	100
bpnrm1	100	100	100	100	100	100	100
cdpp1	90	100	100	100	100	100	100
cpnrm1	30	40	80	100	100	100	100
dazp1	80	90	100	100	100	100	100
dazp2	60	70	70	100	100	100	100
dcfn1	100	100	100	100	100	100	100
dtmtp1	50	80	100	100	100	100	100
flac1	60	60	90	100	100	100	100
frfmr1	20	30	100	100	100	100	100
frsm1	90	100	100	100	100	100	100
gsofv1	60	70	100	70	100	100	100
hdcrt1	100	100	100	100	100	100	100
issbd1	100	100	100	100	100	100	100
issbd2	100	100	100	100	100	100	100
lmvd1	60	70	80	70	80	80	80
mdxpg1	30	100	100	100	100	100	100
mtndz1	100	100	100	100	100	100	100
nfxc1	10	100	100	70	100	100	100
opndp1	90	100	100	90	90	100	100
pnclv1	100	100	100	100	100	100	100
prctm1	100	100	100	100	100	100	100
pzs1	100	100	100	100	100	100	100
sld1	100	100	100	100	100	100	100
topl1	90	100	100	100	100	100	100
vtmb61	50	70	100	80	100	100	100
vtmbc1	70	70	100	70	100	70	100
ค่าเฉลี่ย	**74.24**	**87.58**	**96.36**	**95.15**	**99.09**	**98.48**	**99.39**

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

* I = คุณลักษณะภายใน S = คุณลักษณะทางรูปร่าง C = คุณลักษณะทางสี P = เส้นรอบวง

จากตารางที่ 11 แสดงรายละเอียดผลการจำแนกโดยใช้กลุ่มคุณลักษณะที่แตกต่างกันโดยคอลัมน์ที่แสดงกลุ่มคุณลักษณะจะแสดงเป็นอักษรย่อดังที่ได้อธิบายไว้ด้านล่างของตาราง เมื่อพิจารณาร้อยละความถูกต้องสำหรับยาเม็ดแต่ละชนิดและความถูกต้องรวม พบว่าหากใช้คุณลักษณะภายในยาเม็ดเพียงอย่างเดียวในการจำแนกจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเพียงร้อยละ 74.42 และชนิดยาที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้องทั้งหมดมีเพียง 12 ชนิด ดังนั้นการใช้คุณลักษณะร่วมกันหลายคุณลักษณะจะช่วยเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกชนิดเม็ดยา โดยจะให้ผลถูกต้องสูงสุดเมื่อใช้เส้นรอบวงเพื่อจำกัดขนาดของเม็ดยาร่วมด้วยถึงร้อยละ 99.39 ส่วนการใช้สีหรือรูปร่างเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งร่วมกับคุณลักษณะภายในยาเม็ดจะให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องน้อยกว่าโดยพบว่ากรณีที่ใช้คุณลักษณะทางรูปร่างจะให้ร้อยละความถูกต้องรวมน้อยกว่าการใช้คุณลักษณะทางสี และเมื่อเทียบจำนวนชนิดยาเม็ดที่ให้ผลถูกต้องทั้งหมดพบว่าการใช้สีนั้นให้ร้อยละความถูกต้องสูงกว่าการใช้รูปร่างทั้งกรณีที่ใช้และไม่ใช้เส้นรอบวงของเม็ดยา นอกจากนี้การใช้เส้นรอบวงในการกำหนดขนาดเม็ดยาที่ได้รับคัดเลือกสามารถเพิ่มความถูกต้องได้ในทุกชุดของกลุ่มคุณลักษณะที่ทดสอบ

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บทที่ 6
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในบทนี้จะอภิปรายถึงผลการวิจัยที่ได้จากการใช้กลุ่มคุณลักษณะทางรูปร่างที่แตกต่างกันในการจำแนกรูปร่าง และการนำผลที่ได้จากการจำแนกรูปร่างร่วมกับคุณลักษณะทางสีและระยะห่างของเส้นขอบภายในเม็ดยากับจุดศูนย์กลางซึ่งถือเป็นคุณลักษณะภายในเม็ดยา มาผนวกเข้าด้วยกันเพื่อระบุชนิดของยาเม็ดที่ใช้ทดสอบ นอกจากนี้ในส่วนท้ายของบทจะกล่าวถึงข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนางานวิจัยดังกล่าวต่อไปในอนาคต

อภิปรายผล

จากผลการทดลองในบทที่ 5 สามารถอภิปรายแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- การจำแนกรูปร่างโดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท สามารถแยกพิจารณาได้ใน 2 ส่วน คือ ผลของการใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อน คุณลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการจำแนกรูปร่าง ซึ่งหากพิจารณาในแง่การใช้จำนวนโหนดในชั้นซ่อนพบว่าการเพิ่มจำนวนโหนดมีผลเพิ่มความถูกต้อง ส่วนในแง่คุณลักษณะที่มีความเหมาะสมต่อการจำแนกรูปร่าง การจัดกลุ่มโดยใช้อินพุตเพียง 2 คุณลักษณะ ให้ผลการจำแนกรูปร่างถูกต้องสูงสุดถึงร้อยละ 100 ในกรณีที่ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมด้วย และให้ผลถูกต้องรองลงมาในกรณีที่ใช้ค่า compactness ร่วมด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มรูปร่างแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่หากตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้แต่ละกลุ่มรูปร่างให้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่หลากหลายมากขึ้น การใช้คุณลักษณะอื่นร่วมด้วยอาจมีส่วนเพิ่มความถูกต้องให้กับการจำแนกมากขึ้น ในขั้นต่อมาเมื่อเพิ่มอินพุตเป็น 3 คุณลักษณะ พบว่า ส่วนมากให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้เพียง 2 คุณลักษณะ ยกเว้นในบางกลุ่มคุณลักษณะที่ไม่ได้มีผลเพิ่มความถูกต้องให้กับการจำแนกทั้งนี้เมื่อแยกพิจารณาในกลุ่มดังกล่าวพบว่า อาจเกิดจากคุณลักษณะบางอย่างมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเมื่อตรวจสอบโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient : r) พบว่า เส้นรอบวง พื้นที่ และรัศมี มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่า r อยู่

ในช่วง 0.97-0.99 ดังแสดงในตารางที่ 12 ทำให้การใช้คุณลักษณะในกลุ่มนี้ร่วมกันอาจไม่สามารถเพิ่มความถูกต้องให้กับการจำแนกรูปร่างได้

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณลักษณะ

คุณลักษณะ	เส้นรอบวง	พื้นที่	รัศมี	Compactness	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เส้นรอบวง	-	0.97	0.99	0.39	0.39
พื้นที่	0.97	-	0.99	0.20	0.22
รัศมี	0.99	0.99	-	0.30	0.31
Compactness	0.39	0.20	0.30	-	0.92
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.39	0.22	0.31	0.92	-

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

- การใช้คุณลักษณะทางสี และคุณลักษณะภายในยาเม็ด ร่วมกับผลการจำแนกรูปร่างที่ได้จากเครือข่ายใยประสาท พบว่า แต่ละคุณลักษณะที่ใช้จะช่วยเพิ่มความถูกต้องให้กับการจำแนกชนิดยาเม็ดได้ดียิ่งขึ้น แต่เนื่องจากตัวอย่างยาเม็ดที่นำมาใช้ในการทดสอบมี 6 โทนสี และจำนวนเม็ดยาแยกตามโทนสีมีการกระจายที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับรูปร่าง ซึ่งตัวอย่างยาเม็ดที่ใช้ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นวงกลมและวงรี ดังนั้นในการทดลองนี้ผลการจำแนกโดยใช้สีร่วมกับคุณลักษณะภายในยาเม็ดจึงให้ร้อยละความถูกต้องที่สูงกว่าการใช้รูปร่างร่วมกับคุณลักษณะภายในยาเม็ด และเมื่อเพิ่มการคัดเลือกขนาดของเม็ดยาโดยใช้เส้นรอบวงทำให้ความถูกต้องในการจำแนกชนิดมีเพิ่มขึ้นโดยเมื่อใช้คุณลักษณะทางรูปร่าง สี คุณลักษณะภายในยาเม็ด ร่วมกับการจำกัดขนาดโดยเส้นรอบวง จะให้ค่าความถูกต้องรวมสูงสุดร้อยละ 99.70
- การใช้คุณลักษณะภายในยาเม็ดเพื่อบ่งบอกชนิดของเม็ดยา ยาเม็ดแต่ละชนิดจะมีเส้นขอบที่เกิดจากรอยบากหรือสัญลักษณ์ที่อยู่บนเม็ดยาแตกต่างกัน โดยในการทดลองนี้ได้ใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของเมทริกที่เก็บระยะห่างของเส้นขอบภายในกับจุดศูนย์กลางของเม็ดยาแต่ละชนิดพบว่า สามารถคัดเลือกเม็ดยาจากความแตกต่างนี้ได้เมื่อเม็ดยาที่ใช้มีลักษณะของเส้นขอบภายในที่แตกต่างกัน แต่หากเม็ดยาดังกล่าวไม่มีเส้นขอบภายในจะไม่

สามารถจำแนกด้วยวิธีดังกล่าวได้ หรือกรณีที่เส้นขอบคล้ายคลึงกันมากการใช้คุณลักษณะอื่นร่วมจะเพิ่มความถูกต้องในการจำแนก

สรุปผล

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะทางรูปร่างที่มีความเหมาะสมในการจำแนกรูปร่างของยาเม็ดโดยใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed-forward multilayer perceptron ได้แก่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมีซึ่งให้ค่าความถูกต้องสูงสุดในทุกกลุ่มที่มีคุณลักษณะดังกล่าวร่วมด้วย ส่วนค่า compactness ให้ผลที่ดีรองลงมา ส่วนการจำแนกชนิดเม็ดยานั้นพบว่าการใช้คุณลักษณะทางสี รูปร่าง คุณลักษณะภายในยาเม็ด และขนาดของเม็ดยาร่วมกันสามารถช่วยเพิ่มความถูกต้องให้กับการจำแนกโดยพบว่าทั้งสีและรูปร่างมีผลในการเพิ่มความถูกต้อง ซึ่งผลนี้ขึ้นกับความหลากหลายทางสีและรูปร่างของตัวอย่างยาที่นำมาทดสอบ โดยเมื่อใช้ทุกกลุ่มคุณลักษณะร่วมกันสามารถให้ค่าความถูกต้องรวมสูงสุดถึงร้อยละ 99.39

ข้อเสนอแนะของการวิจัย

1. การจัดแบ่งกลุ่มรูปร่างนั้นเป็นการจัดแบ่งตามที่สังเกตเห็น แต่ถ้ารูปร่างดังกล่าวมีความซับซ้อนการพิจารณาแบ่งกลุ่มอาจทำได้แตกต่างกัน
2. จำนวนเม็ดยาที่มีรูปร่างสี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมมุมฉาก และ หกเหลี่ยม ในท้องตลาดมีจำนวนชนิดที่น้อยกว่าวงกลมและวงรีมาก ดังนั้นจึงหาตัวอย่างยาที่ทดสอบได้ยาก หากมีเม็ดยาที่มีรูปร่างใน 3 กลุ่มดังกล่าวเพิ่มขึ้น อาจทำให้เครือข่ายใยประสาทเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น
3. การปรับค่าที่เป็นขอบเขตในการคัดเลือกชนิดเม็ดยาด้วยสี หรือด้วยเส้นรอบวง อาจมีผลเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกได้
4. กรณีเม็ดยาที่ไม่สมบูรณ์ เช่น บิ่น แตกหัก หรือมีรอยร้าว อาจมีผลทำให้ระบบจำแนกผิดพลาดได้ เนื่องจากเส้นขอบที่เกิดขึ้นบางส่วนอาจเกิดจากส่วนที่แตกหักหรือไม่สมบูรณ์ของเม็ดยา นอกจากนี้ความไม่สมบูรณ์ดังกล่าวอาจมีผลต่อขนาดเม็ดยาได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

แนวทางการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

1. ตัวอย่างเม็ดยาที่ใช้ทดสอบยังมีรูปร่างจำกัดอยู่เพียง 5 กลุ่ม อาจใช้เม็ดยาที่มีรูปร่างแตกต่างจากนี้มาใช้ในการทดสอบกับระบบเพื่อพิจารณาผลการจำแนก นอกจากนี้อาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างที่ระบบเครือข่ายใยประสาทยังไม่เคยเรียนรู้แต่มีรูปร่างอยู่ใน 5 กลุ่มที่ใช้ฝึกเพื่อทดสอบผลการจำแนก

2. อาจใช้คุณลักษณะอื่นมาใช้เป็นตัวแทนของขนาดยาเม็ด นอกเหนือจากเส้นรอบวง เช่น พื้นที่ และรัศมีเฉลี่ย
3. การใช้คุณสมบัติอื่น เช่น การพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีที่เกิดจากองค์ประกอบภายในเม็ดยาเพิ่มจากคุณลักษณะที่ใช้ในการทดลองอาจช่วยเพิ่มความถูกต้องได้
4. ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการตรวจสอบชนิดของเม็ดยา แต่ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้อาจสามารถดัดแปลงเพื่อใช้ในการแยกชนิดวัตถุอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ชัชวาล ศรลัมพ์. Tablet triturates, pills troches, pastilles. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., ม.ป.ป.

ภาษิต ประชาเวช. พูดจาภาษาหมอ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2532.

ระพีพรรณ ฉลองสุข. "งานวิจัยของเภสัชกรโรงพยาบาลในงานบริการเภสัชกรรมผู้ป่วยนอก." ใน การรักษาด้วยยาบนหลักฐานวิชาการสำหรับเภสัชกรรม, 52-59. สุวัฒนา จุฬาวัฒนทล และ จุฑามณี สุทธิสีสังข์, บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ : จันทร์ม่วงการพิมพ์, 2543.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศิริวัฒนาอินเตอร์พริ้นท์, 2542.

วีรยุทธ์ เลิศนที. "การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์สำหรับพิสูจน์เอกลักษณ์ของยาเม็ดและยาแคปซูล." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

สมาคมเภสัชกรรมโรงพยาบาล (ประเทศไทย) และกลุ่มงานเภสัชกรรม กองโรงพยาบาลภูมิภาค. "มาตรฐานวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาล." ใน คู่มือมาตรฐานวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาล, 1-7 สุวัฒนา จุฬาวัฒนทล, อรพินท์ รัตนจันทร์ และอภิฤดี เหมะจุฑา, บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ : จันทร์ม่วงการพิมพ์, 2542.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กองควบคุมยา (ปรับปรุงครั้งสุดท้าย 2542). กองควบคุมยา : Thai Drug Control Division [Online]. Accessed 28 December 2004. Available from http://wwwapp1.fda.moph.go.th/drug/zone_search/files/sea001_005.asp

สุธี เวคะวากยานนท์. ศัพท์เภสัชกรรม. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : แสงการพิมพ์, 2528.

ภาษาต่างประเทศ

Ancel, H. C., L.V. Allen, and N. G. Popovich. Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems. 7th ed. Maryland : Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

Bailey, D., and D. Thompson. "How to Develop Neural-Network Applications." AI Expert (June 1990) : 38-47.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Blodgett, D. (Last updated 2004). Edge Detection Methods [Online]. Accessed 19 January 2005. Available from http://people.westminstercollege.edu/students/djb0331/CMPT300/Project/ProjectDiscussion.htm

Blum, A. Neural Networks in C++ : An Object-Oriented Framework for Building Connectionist System. USA : Malloy Lithographing, Inc., 1992.

Canny, J. F. "A Computational Approach to Edge Detection." Pattern Analysis and Machine Intelligence 8, 6 (November 1986) : 679-698.

Castleman, K. R. Digital Image Processing. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1996.

Demuth, H., and M. Beale. Neural Network Toolbox for Use with Matlab. 6th ed. Natick, MA :The MathWorks, Inc., 2000.

Ding, L., and A. Goshtasby. "On the Canny Edge Detector." Pattern Recognition 34, 3 (March 2001) : 721-725.

Fisher, R. et al. (Last updated 2000) Canny edge detector [Online]. Accessed 16 November 2004. Available from http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/canny.htm#1

Foshci, P. G. et al. "Feature Extraction for Image Mining." Proceedings of the 8th International Workshop on Multimedia Information Systems (MIS 2002) (October 2002) : 103-109.

Geradts, Z. et al. "Evaluation of contents based image retrieval methods for a database of logos on drug tablets." Proceedings SPIE, Vol.4232 (October 2001) : 553-562.

Ghuneim, A. G. Defining Connectivity [Online]. Accessed 30 October 2004. Available from http://www.cs.mcgill.ca/~aghnei/connectivity.html

GIMP. GNU Image Manipulation Program User Manual : 5. Edge-detect filters [Online]. Accessed 8 April 2005. Available from http://k12linux.mesd.k12.or.us/docs/gimp/en/index.html

Gonzales, R. C., and R. E. Woods. Digital Image Processing. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall, 2001.

Green, B. (Last updated 2002). Canny Edge Detection Tutorial [Online]. Accessed 17 January 2005. Available from http://www.pages.drexel.edu/~weg22/can_tut.html

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Grigorescu, C., N. Petkov, and M.A. Westenberg. "Contour and Boundary Detection Improved by Surround Suppression of Texture Edges." Image and Vision Computing 22, 8 (August 2004) : 609-622.

Hagan, M.T., H. B. Demuth, and M. Beale. Neural Network Design. Boston : PWS Publishing co., 1996.

Heath, M. et al. (Last updated 1996). Edge Detector Comparison [Online]. Accessed 20 December 2004. Available from http://marathon.csee.usf.edu/edge/edge_detection.html

Hecht-Nielsen, R. "Counterpropagation Networks." Applied Optics, Vol. 26 (December 1987) : 4979-4984.

Hopfield, J. J. "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Properties." Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 79 (1982) : 2554-2558.

Hou, Z. J., and G. W. Wei. "A New Approach to Edge Detection." Pattern Recognition 35, 7 (July 2002) : 1559-1570.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

Intharasombat, O. "Mammographic Masses Classification Using Active Contour Models and Shape Features." M.S. Dissertation, Mahidol University, 2003.

Klimasauskas, C. C. "Applying Neural networks Part Ⅲ : Training a Neural Network." PC AI 5, 3 (May/June 1991) : 20-24.

Kohonen,T. "Correlation Matrix Memories." IEEE Transactions on Computers, Vol. 21 (1972) : 353-359.

Langner, J. (Last updated 2001). Leaves Recognition v1.0. [Online]. Accessed 20 August 2004. Available from http://damato.light-speed.de/lrecog/

Marotz, J., C. Lubbert, and W. Eisenbeiss. "Effective Object Recognition for Automated Counting of Colonies in Petri Dishes (automated colony counting)." Computer Methods and Programs in Biomedicine 66, 2-3 (September 2001) :183-198.

Mitra, S., and T. Acharya. Data Mining, Multimedia, Soft Computing and Bioinformatics. New Jersey : A Johnson & Sons, Inc, 2003.

Mitzias, D. A., and B. G. Mertzios. "A Neural Multiclassifier System for Object Recognition in Robotic Vision Applications." Measurement 36, 3-4 (October-December 2004) : 315-330.

Pratt, W. K. Digital Image Processing : PIKS Inside. 3rd ed. California : John Wiley & Sons, Inc, 2001.

Rumelhart, D. E., G. E. Hinton, and R. J. Williams. "Learning representations by back-propagating error." Nature, Vol. 323 (1986) : 533-536.

Semmlow, J. L. Biosignal and Biomedical Image Processing : MATLAB-Based Applications. New York : Marcel Dekker, Inc., 2004.

Solomon, C. A., and D. Somasundaram. Feature Extraction of White Blood Cell Images [Online]. Accessed 8 February 2005. Available from http://www.personal.psu.edu/users/d/u/dus150/Documents/papersd.doc

Soltanian-Zadeh, H., F. Rafiee-Rad, and S. Pourabdollah-Nejad D. "Comparison of Multiwavelet, Wavelet, Haralick, and Shape Features for Microcalcification Classification in Mammograms." Pattern Recognition 37, 10 (October 2004) :1973-1986.

Storbeck, F., and B. Daan. "Fish Species Recognition Using Computer Vision and a Neural Network." Fisheries Research 51, 1 (April 2001) :11-15.

Winston, P. H. Artificial Intelligence. 3rd ed. Massachusetts : Addison Wesley Longman,1992.

Wirth, M. A. (Last updated 2002). CIS*6320 Image Processing Algorithms and Applications [Online]. Accessed 31 January 2005. Available from http://www.uoguelph.ca/~mwirth/cis6320/cis6320.htm

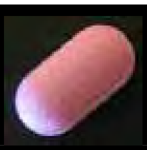
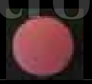
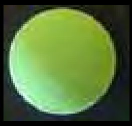
Zhang, M. "A Pixel-Based Approach to Recognizing Small Objects in Large Pictures Using Neural Networks." Proceedings of Annual RMIT Computer Science Postgraduate Students Conference (December 1997) : 57-68.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก

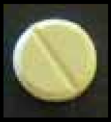
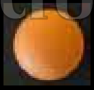
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ก ตารางแสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	ตัวอย่างภาพ	
				ด้านหน้า	ด้านหลัง
1	acbac1	ascorbic acid 100 mg	Ascorbic acid		
2	amlrh1	amiloride HCl 5 mg+ hydrochlorothiazide 50 mg	Minitic		
3	amlrh2	amiloride HCl 5 mg+ hydrochlorothiazide 50 mg	Loretic		
4	amttl1	amitriptyline 10 mg	Amitriptyline		
5	apr1	aspirin 60 mg	Aspent-m		
6	bhx1	benzhexol 2 mg	Benzhexol		
7	bhx2	benzhexol 5 mg	Benzhexol		
8	bpnrm1	brompheniramine 4 mg	Brompheniramine		
9	cdpp1	codeine phosphate10 mg+ guaifenesin 100 mg+ terpin hydrate 130 mg	Terco-c		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ก ตารางแสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	ตัวอย่างภาพ	
				ด้านหน้า	ด้านหลัง
10	cpnrm1	chlorpheniramine 4 mg	Chlorpheniramine		
11	dazp1	diazepam 2 mg	Diazepam 2 mg		
12	dazp2	diazepam 5 mg	Diazepam 5 mg		
13	dcfn1	diclofenac 25 mg	Clofec		
14	dtmtp1	dextromethorphan 15 mg	Dextromethorphan		
15	flac1	folic acid 5 mg	Folic acid		
16	frfmr1	ferrous fumarate + etc	Obimin AZ		
17	frsm1	furosemide 500 mg	Furetic		
18	gsofv1	griseofulvin 500 mg	Grisin		
19	hdcrt1	hydrochlorothiazide 50 mg	Hydrochlorothiazide		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ก ตารางแสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	ตัวอย่างภาพ	
				ด้านหน้า	ด้านหลัง
20	issbd1	isosorbide dinitrate 10 mg	Isobinate		
21	issbd2	isosorbide dinitrate 20 mg	Isotrate		
22	lmvd1	lamivudine 150 mg	Lamivir		
23	mdxpg1	medroxyprogesterone 5 mg	Provera		
24	mtndz1	metronidazole 250 mg	Asiazole		
25	nfxc1	norfloxacin 200 mg	Norfloxacin		
26	opndp1	orphenadrine citrate 35 mg + paracetamol 500 mg	Nusic		
27	pnclv1	pencillin V 250 mg	Pencillin V		
28	prctm1	paracetamol 325 mg	Para-dek		
29	pzs1	prazosin 1 mg	Minitic		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ก ตารางแสดงรายละเอียดของยาเม็ดที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

ลำดับที่	รหัส	ชื่อสามัญ	ชื่อการค้า	ตัวอย่างภาพ	
				ด้านหน้า	ด้านหลัง
30	sld1	sulindac 200 mg	Clinoril		
31	topl1	theophylline 200 mg	Nuelin SR		
32	vtmb61	vitamin B_6 50 mg	Biovit B6		
33	vtmbc1	vitamin B complex	Vitamin B complex		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ภาคผนวก ข การนำเสนองานวิจัย

จารวี ฉันทสิทธิพร และ จันทนา จันทราพรชัย. การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายใยประสาท รายงานการวิจัยฉบับย่อจาก รวมบทคัดย่อและรายงานการวิจัยฉบับย่อด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและอินเทอร์เน็ต [CD-ROM] (มกราคม 2549) : 90-94.

Chantasitiporn, J., and C. Chantrapornchai. “Medicine Tablet Identification using Feature Extraction Based on Neural Network.” Proceedings of KMITL International Conference on Science and Applied Science (March 2006) : 75.

Chantasitiporn, J., and C. Chantrapornchai. “Medicine Tablet Identification using Feature Extraction Based on Neural Network.” KMITL Science Journal (Special Issue), In press.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวจารวี ฉันทสิทธิพร

ที่อยู่ 4/1 หมู่ 5 ตำบลวัดละมุด อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม 73120

ที่ทำงาน โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17 ตำบลสองพี่น้อง อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี โทรศัพท์ 0-3553-1077 ต่อ 1106

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
- พ.ศ. 2545 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

- พ.ศ. 2543 เภสัชกร โรงพยาบาลหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี
- พ.ศ. 2544 เภสัชกร โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17 จังหวัดสุพรรณบุรี

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์