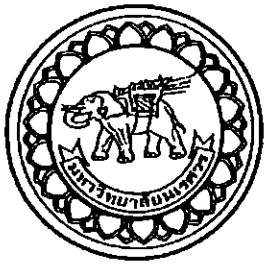


การวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติ
โดยใช้การประมวลผลภาพ

ANALYSIS OF ABNORMAL RED BLOOD CELLS
USING IMAGE PROCESSING

นาย ศุภวิทย์ เฉาะสุวรรณ รหัส 50371179

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 1 9 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 15738076
เลขเรียกหนังสือ มร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ศ72ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติโดยใช้การประมวลผลภาพ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายศุภวิทย์ เถาะสุวรรณ รหัส 50371179

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล)

.....ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(นายสิรภพ คชรัตน์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติโดยใช้การประมวลผลภาพ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายศุภวิทย์ เถาะสุวรรณ รหัส 50371179
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2553

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายเสมียร์เลือดที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อตรวจดูความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยอาศัยการประมวลผลภาพดิจิตอลการวิเคราะห์เริ่มต้นโดยการนำรูปถ่ายเซลล์เม็ดเลือดแดงแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) แล้วนำภาพที่ได้มาทำการแยกเซลล์เม็ดเลือดแดงออกจากพื้นหลังโดยใช้เทคนิค มีเดียนฟิลเตอร์ การขยายขนาด (Dilation) การกร่อน (Erosion) การเปิด (Opening) ขั้นตอนวิธีแบบฟลัดฟิลล์ (Flood-Fill Algorithm) และการแบ่งแยกวัตถุตามลักษณะพื้นที่ (Region Oriented Image Segmentation) ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะวิเคราะห์รูปร่างของแต่ละเซลล์เพื่อบ่งบอกความกลมและความรี นับจำนวนจุดภาพในเซลล์เพื่อบ่งบอกขนาดของเซลล์ และสุดท้ายทำการการตรวจสอบลักษณะของการติดสีโดยการดูจากค่าฮิสโทแกรม

Project title	Analysis of abnormal red blood cells using image processing
Name	Mr. Supawit Thorsuwan ID.50371179
Project advisor	Dr. Suradet Jitprapaikulsarn
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2010

.....

Abstract

In this project, we develop a program to analyze the images taken from microscope to identify the abnormality of red blood cells. First, the image is transformed to be a binary image. Then, the red blood cells were separated from the background using techniques such as median filtering, dilation, erosion, opening, flood-fill algorithm, and region oriented image segmentation. Next, the shape of each cell is analyzed to determine whether the cell is similar to an eclipse. Then, the number of pixels in the cell is counted to determine the size of the cell. Finally, the histogram was used to identify how the cell appeared from the staining process.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานการวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติโดยใช้การประมวลผลภาพสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับการสนับสนุนจากทางภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ขอขอบพระคุณอาจารย์สุรเดช จิตประไพกุลศาลและอาจารย์พนมขวัญ ริยะมงคล เป็นอย่างมากที่สละเวลามาดูและให้คำปรึกษา ถ่ายทอดวิชาความรู้และประสบการณ์ในการทำงานด้านต่าง ๆ ทำให้ผู้จัดทำโครงงานนี้ทำงานผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการเป็นอย่างมากที่เสียสละเวลามาเป็นกรรมการในการคุมสอบและให้คำปรึกษาต่างๆเกี่ยวกับการจัดทำโครงงาน ทำให้ผู้จัดทำโครงงานนี้ทำงานผ่านไปได้ด้วยดี

ขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องที่ช่วยดูแล เป็นกำลังใจ ให้ความรักความอบอุ่นอบรมสั่งสอน และส่งเสริมการเรียนของผู้จัดทำให้ได้เรียนได้อย่างไม่มีขาดตกบกพร่อง

ขอให้สิ่งศักดิ์ที่คุ้มครองดูแลมหาวิทยาลัยนเรศวรช่วยปกปักรักษาผู้มีพระคุณทุกท่านให้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ปราศจากโรคภัยและสิ่งอันตรายทั้งปวง

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 งบประมาณ 2

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซลล์เม็ดเลือด 3
2.1 เซลล์เม็ดเลือด 3
2.2 ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง 9

บทที่ 3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ 21
3.1 Median Filter 21
3.2 Histogram Equalization 22
3.3 Thresholding 22
3.4 Dilation 23
3.5 Erosion 24
3.6 Opening 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 Flood-Fill Algorithm 26
3.8 Region Oriented Image Segmentation 26

บทที่ 4 การออกแบบและพัฒนา 27
4.1 การทำงานของส่วนรับข้อมูล 29
4.2 การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพ 29
4.3 การทำงานของส่วนแสดงผล 35

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 36
5.1 วิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง 36
5.2 วิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดง 38
5.3 ผลการใช้งานโปรแกรม 41

บทที่ 6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 44
6.1 บทสรุปในการดำเนินงาน 44
6.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงาน 44
6.3 ข้อเสนอแนะโครงการ 45

เอกสารอ้างอิง 46

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ผลการทดสอบลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง..... 36
5.2 ผลการทดสอบลักษณะทางพื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดง..... 38

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 Erythrocyte Mature Red Cell 3
2.2 Erythrocyte Polychromasia 4
2.3 Neutrophil (Segmented form) 5
2.4 Eosinophil(Segmented form) 5
2.5 Basophil(Segmented form) 6
2.6 Neutrophil(Band form) 7
2.7 Small Lymphocyte & Large Lymphocyte 8
2.8 Monocyte 8
2.9 Platelet 9
2.10 Macrocyte 10
2.11 Microcyte 10
2.12 Hypochromia 11
2.13 Spherocyte 11
2.14 Target Cell 12
2.15 Stomatocyte 12
2.16 Ovalocyte 13
2.17 Teardrop 13
2.18 Burr Cell 14
2.19 Schistocyte 14
2.20 Acanthocyte 15
2.21 Sickle Cell 15
2.22 Basophilic Stippling 16
2.23 Pappenheimer Bodies 16
2.24 Howell-Jolly bodies 17
2.25 Cabot rings 17
2.26 Rouleaux Formation 18
2.27 Agglutination 18
2.28 Erythroblastemia 19
2.29 Malarial Pigment 19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.30 Dimorphic Red Blood Cell 20
2.31 Crenated Cell 20
3.1 ตัวอย่างการใช้งาน Median filter 21
3.2 ตัวอย่างการใช้งาน Histogram Equalization 22
3.3 ตัวอย่างการใช้งาน Otsu's Threshold 23
3.4 ตัวอย่างการทำงานของ Dilation 24
3.5 ตัวอย่างการทำงานของ Erosion 24
3.6 ตัวอย่างการทำงานของ Opening 25
4.1 โครงสร้างของโปรแกรม 28
4.2 ตัวอย่างของรูปภาพที่นำมาประมวลผล 29
4.3 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา 30
4.4 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Histogram Equalization 30
4.5 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Image Negatives 31
4.6 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Thresholding 31
4.7 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Flood-Fill 32
4.8 ภาพที่ผ่านกระบวนการการ Opening 32
4.9 ภาพที่ผ่านกระบวนการลบส่วนที่ติดขอบออก 33
4.10 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Region Labeling 33
4.11 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง 35
5.1 หน้าจอโปรแกรมเริ่มต้น 41
5.2 หน้าจอแสดงการนำรูปภาพมาวิเคราะห์ 41
5.3 หน้าจอแสดงภาพที่รับเข้ามา 42
5.4 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง 42
5.5 หน้าจอแสดงการเน้นตำแหน่งของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติ 43
5.6 หน้าจอแสดงข้อมูลของเซลล์เม็ดเลือดแดงของแต่ละเซลล์ 43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ส่วนใหญ่จะใช้เลือดในการตรวจสอบความผิดปกติต่างๆ เช่น ความผิดปกติที่เกิดจากเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดเป็นต้น เนื่องจากการเจาะเลือดจะไม่ส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย เป็นการตรวจสอบอย่างง่ายที่ทำได้โดยทั่วไป ไม่ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีความซับซ้อน โดยวิธีที่ใช้ในการวินิจฉัยโรคส่วนใหญ่จะใช้การวิเคราะห์ผลจากเสมียร์เลือด ดังนั้นการวินิจฉัยจึงจำเป็นต้องมีผู้ชำนาญการทางด้านโลหิตวิทยาเป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งวิธีดังกล่าวต้องอาศัยเวลาและผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ผลการวินิจฉัยที่มีความแม่นยำสูง

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นเราสามารถใช้โปรแกรมมาช่วยในการประมวลผลความผิดปกติต่างๆ ของ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด ผ่านทางภาพถ่ายเสมียร์เลือดและวินิจฉัยโรคขั้นต้น ผู้พัฒนาจึงขอเสนอโปรแกรมการวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยใช้การประมวลผลภาพ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงในการวิเคราะห์ผลขั้นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง
    1.1 สามารถบอกลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง
    1.2 สามารถอ่านรูปภาพจากภาพถ่ายเสมียร์เลือด
2. เพื่อศึกษาความผิดปกติต่างๆของเซลล์เม็ดเลือดแดง และโรคที่เกิดจากความผิดปกตินั้นๆ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โปรแกรมสามารถตรวจจับเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ปกติ และเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติทางด้านขนาด การติดสี และรูปร่างซึ่งในส่วนของรูปร่างนี้จะดูเฉพาะลักษณะความผิดปกติที่เป็นวงรี

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน							
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1. ศึกษาลักษณะผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง								
2. ศึกษาวิธีการแยกแยะเซลล์เม็ดเลือดแดงออกจากพื้นหลัง								
3. ศึกษาการประมวลภาพทางดิจิตอลที่นำมาใช้กับการตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง								
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม								
5. ทดลองใช้งานโปรแกรม								
6. เขียนสรุปรายงาน								

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โปรแกรมตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง หากสามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งจะช่วยวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง ทำให้ลดเวลาในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานลงได้

1.6 งบประมาณ

1.6.1 ค่าถ่ายเอกสาร	600	บาท
1.6.2 ค่าเข้าเล่มรายงาน	250	บาท
1.6.3 ค่า cd และอื่นๆ	150	บาท
รวมเป็นเงิน	1000	บาท

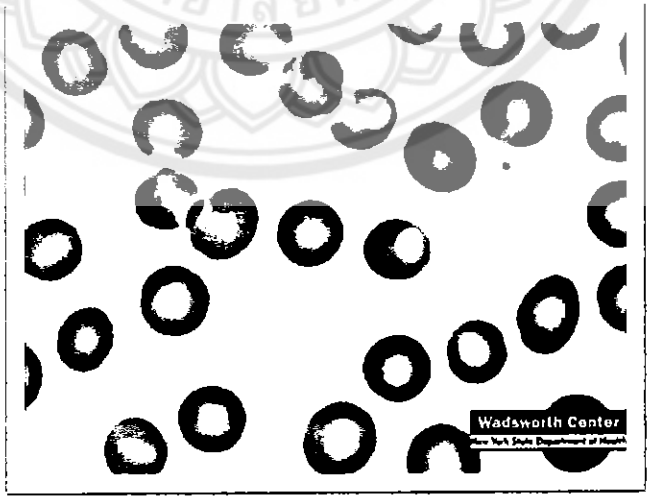
บทที่ 2
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเซลล์เม็ดเลือด

2.1 เซลล์เม็ดเลือด

เซลล์เม็ดเลือดในกระแสคนปกติแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด

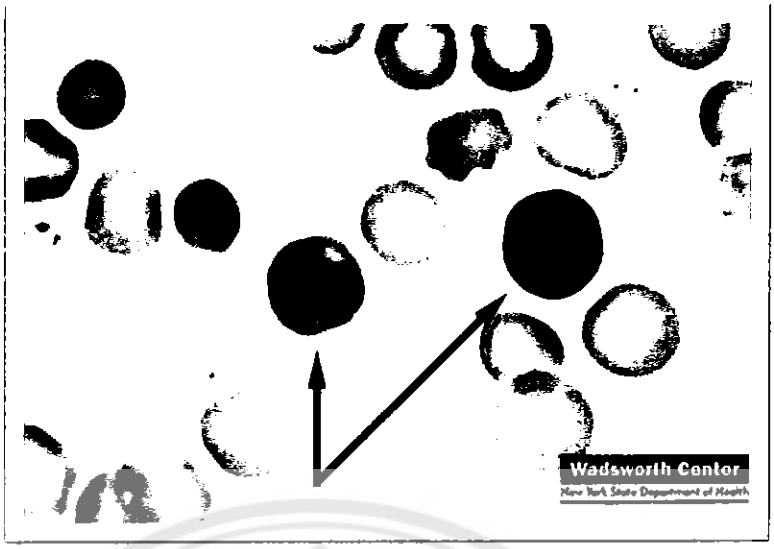
1. เซลล์เม็ดเลือดแดง(Erythrocyte) [1]

ในกระแสเลือดของคนปกติส่วนมากจะพบ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้ว (Mature Red Cell) มีรูปร่างกลมไม่มีนิวเคลียส มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 μm ติดสีชมพู ตรงกลางเซลล์ไม่ติดสี (Central Pallor) ซึ่งบริเวณที่ไม่ติดสีมีความกว้างประมาณ 1 ใน 3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์มองโดยรวมมีรูปร่างคล้ายๆโดนัท และประมาณ 0.2-2% เราจะพบเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ยังเจริญไม่เต็มที่ มีรูปร่างกลม ไม่มีนิวเคลียส มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้วเล็กน้อย ภายในเซลล์ยังคงมี Ribonucleic acid (RNA) เหลืออยู่จึงสามารถสร้างฮีโมโกลบินได้ เมื่อย้อมสีเซลล์จะติดสีม่วง เรียกเซลล์เม็ดเลือดแดงนี้ว่า Polychromasia บางครั้งเราอาจพบเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติได้เช่น Ovalocyte, Microcyte, และ Stomatocyte แต่จะพบไม่เกิน 3% ส่วน Target cell, Schistocyte, และ Burr cell ไม่เกิน 1% และไม่ควรพบ Macrocyte, Oval-Macrocyte, Spherocyte และ Microspherocyte



รูปที่ 2.1 Erythrocyte Mature Red Cell

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/rbc.htm)



รูปที่ 2.2 Erythrocyte Polychromasia

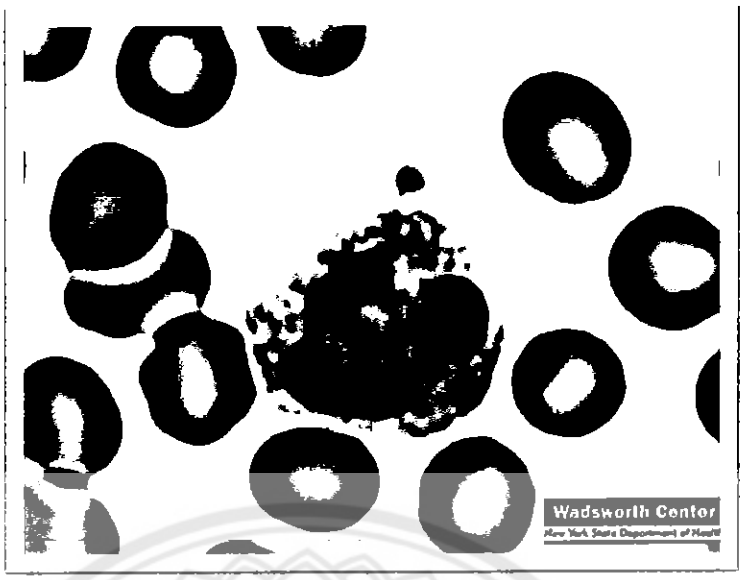
(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/polychrome.htm)

2. เซลล์เม็ดเลือดขาว(Leukocyte) [1]

แบ่งออกเป็น 2 พวกคือ

1. Granulocytes หรือ Polymorphonuclear Leukocytes คือเซลล์เม็ดเลือดขาวที่มีแกรนูลจำเพาะ (Specific granules) เซลล์เม็ดเลือดขาวพวกนี้มีนิวเคลียสแยกออกจากกันเป็นหลายก้อน (Lobe) แต่ละ Lobe เชื่อมต่อกันด้วยเส้นโฆรมาติน (Chromatin) แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ

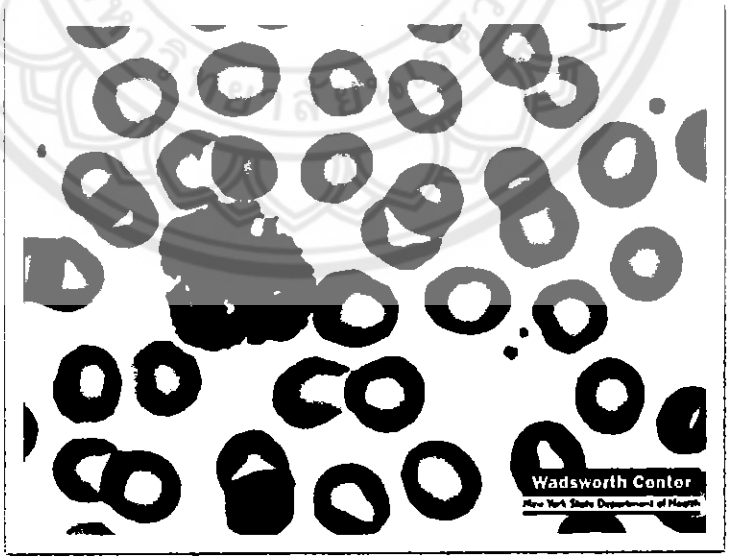
1.1 Neutrophil ระยะที่พบส่วนมากในกระแสเลือดคนปกติคือ Segmented form มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-15 μm หรือขนาดประมาณ 2 เท่าของเซลล์เม็ดเลือดแดง นิวเคลียสมีประมาณ 2-5 lobes แต่ส่วนมากจะพบ 3 lobes โฆรมาตินหยาบมาก ติดสีม่วงเข้ม ซัยโตพลาสมมีปริมาณมาก และมีแกนูลจำเพาะคือ Neutrophilic Granules มีขนาดเล็กละเอียดติดสีชมพูอมม่วงกระจายอยู่เต็มเซลล์



รูปที่ 2.3 Neutrophil (Segmented form)

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/seg.htm)

1.2 Eosinophil ระยะที่พบส่วนมากในกระแสเลือดคนปกติคือ Segmented form มีขนาดประมาณ 12-17 μm ซึ่งใหญ่กว่า Neutrophil เล็กน้อย มองเห็นนิวเคลียสได้ชัดเจนมักจะมี 2 Lobes โฆรมาตินติดสีเข้มทึบ ซัยโตรพลาสมเต็มไปด้วยแกรนูลซึ่งมักจะไม่ทับนิวเคลียส และมีแกรนูลจำเพาะคือ Eosinophilic Granules ซึ่งมีลักษณะหยาบและใหญ่เท่าๆกันติดสีส้มแดง



รูปที่ 2.4 Eosinophil(Segmented form)

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/eos.htm)

1.3 Basophil ระยะที่พบส่วนมากในกระแสเลือดคนปกติคือ Segmented form มีขนาดประมาณ 10-14 μm ซึ่งใกล้เคียงกับ Neutrophil นิวเคลียสมี 2-3 Lobes แต่มองเห็นไม่ชัดเจน เนื่องจากถูกบดบังด้วยแกรนูลจำเพาะคือ Basophilic Granules มีขนาดเล็กบ้างใหญ่บ้างไม่เท่ากัน ติดสีม่วงอมดำ

รูปที่ 2.5 Basophil(Segmented form)

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/basophil.htm)

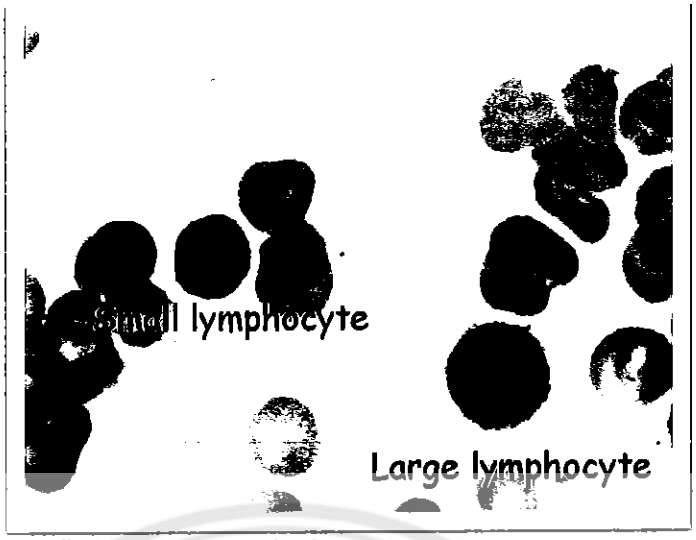
จากที่กล่าวมาทั้ง 3 ชนิดคือ Segmented form เป็นระยะที่เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Granulocytes เจริญเต็มที่แล้วพบมากในกระแสเลือดคนปกติ แต่ในบางครั้งเราอาจจะพบ Band form คือระยะก่อนที่จะเจริญเต็มที่ เนื่องจากไขกระดูกได้ปล่อยเม็ดเลือดออกสู่กระแสเลือดตั้งแต่ Band form ทำให้บ้างครั้งเราอาจจะพบระยะนี้ในกระแสเลือดคนปกติได้แต่จะพบได้น้อยมาก เราสามารถสังเกตได้ดังนี้ เซลล์จะมีขนาดเล็กลง นิวเคลียสเป็นท่อนยาว (Elongated) โค้ง พบมากเป็นรูปเกือกม้า หรือ U Shape หรือ S Shape อาจจะบิดพันกันได้ นิวเคลียสยังไม่แยกเป็นก้อน (No Lobe) แต่อาจจะมีปริเวณที่คอดเว้าลงมาเล็กน้อยได้ 1-2 แห่ง ทำให้บางครั้งแยกยากจาก Segmented form และจะพบ Neutrophil มากที่สุด

รูปที่ 2.6 Neutrophil(Band form)

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/band.htm)

2. Agranulocyte หรือ Mononuclear Leukocytes คือเม็ดที่ไม่มีแกรนูลจำเพาะ แต่อาจจะพบ Azurophilic Granules เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มีนิวเคลียสอันเดียวจึงเรียกว่า Mononuclear leukocytes [1] ได้แก่

2.1 Lymphocyte มีทั้งขนาดเล็ก (Small Lymphocyte ขนาดประมาณ 6-9 μm) และขนาดใหญ่ (Large Lymphocyte ขนาดประมาณ17-30 μm) นิวเคลียสเป็นรูปไข่ หรือรูปไต โฆรมาตินหยาบเป็นปื้น (Dense Chromatin) ติดสีม่วงเข้ม ส่วนใหญ่ไม่มีนิวคลิโอไล ซัยโตพลาสซึมมีปริมาณน้อยใน Small Lymphocyte และมีปริมาณมากใน Large Lymphocyte ติดสีฟ้าอ่อน และใส อาจจะพบ Azurophilic Granules



รูปที่ 2.7 Small Lymphocyte & Large Lymphocyte

(ที่มา : http://home.kku.ac.th/acamed/kanchana/p41.jpg)

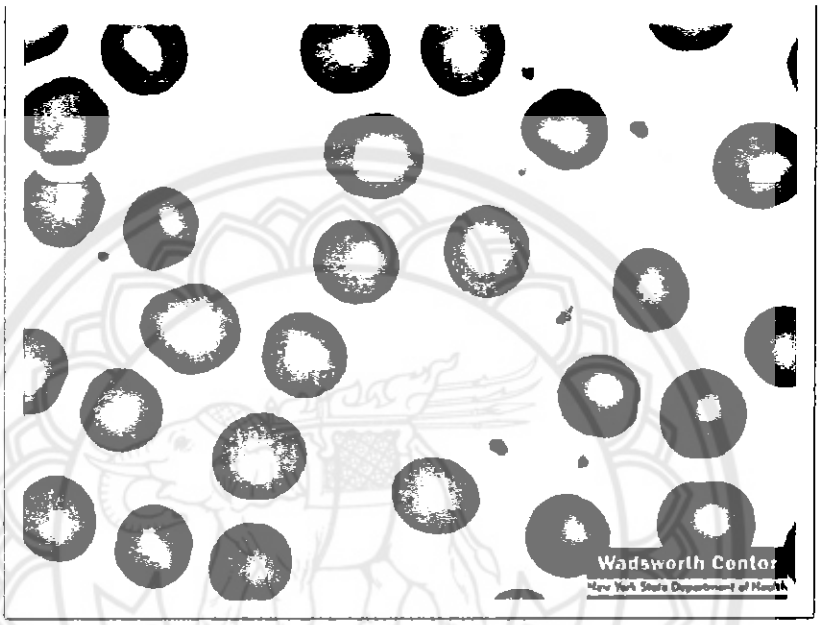
2.2 **Monocyte** เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ และมีขนาดแตกต่างกันมาก ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14-20 μm ถึงขนาด 30-40 μm นิวเคลียสเป็นลอนคล้ายคลื่นสมอง หรืออุ้งเท้าสัตว์ อาจมีรูปร่างคล้ายเกือกม้าหรือรูปไตได้ โมรมาติดอยู่กันแบบหลวมๆ เห็น Parachromatin ชัดเจน ไม่มีนิวคลิโอไล ซัยโตพลาสมมีปริมาณมาก ติดสีฟ้าปนเทาอาจจะพบ Azurophilic Granules หรือไม่พบก็ได้

รูปที่ 2.8 Monocyte

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/monocyte.htm)

3. เกล็ดเลือด(Thrombocyte หรือ Platelet) [1]

เป็นเซลล์เม็ดเลือดที่มีขนาดเล็กที่สุด มีขนาดเล็กกว่า 1 ใน 3 ของเซลล์เม็ดเลือดแดง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-4 μm มีรูปร่างแบนคล้ายจาน (Disc like) มีรูปกลมหรือรูปไข่ มองเห็นขอบเขตของเซลล์ได้ไม่ชัดเจน ไม่มีนิวเคลียส ภายในเซลล์มี Azurophilic Granules ติดสีชมพูแดงอยู่รวมกันมากบริเวณกลางเซลล์อาจจะมองเห็นซัยโตพลาสมสีฟ้า



รูปที่ 2.9 Platelet

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/platelets.htm)

2.2 ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง

ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงมีหลายชนิด เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงขนาดผิดปกติ เซลล์เม็ดเลือดแดงติดสีผิดปกติ เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปร่างผิดปกติ เซลล์เม็ดเลือดแดงมีสิ่งผิดปกติอยู่ภายในเซลล์ และเซลล์เม็ดเลือดแดงเรียงตัวผิดปกติการ ตรวจรูปร่างลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยกล้องจุลทรรศน์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ช่วยในการวินิจฉัยโรคต่างๆได้เป็นอย่างดี ความผิดปกติบางอย่างอาจจำเพาะเจาะจงสำหรับโรคบางอย่าง ในขณะที่ความผิดปกติบางอย่างอาจไม่จำเพาะเจาะจงแต่อย่างใด จำเป็นต้องใช้ข้อมูลอื่นๆ มาประกอบการวินิจฉัยโรค [2]

เซลล์เม็ดเลือดแดงขนาดผิดปกติ [1] [3]

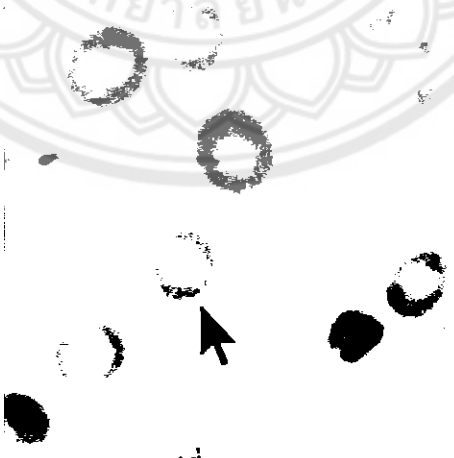
ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงในด้านขนาด เรียกว่า Anisocytosis

1. Macrocyte เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวแก่ที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติ โดยมีขนาดประมาณ 9-12 ไมครอน เซลล์เม็ดเลือดแดงขนาดใหญ่สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางชนิดเมกาโลบลาสติก จะมีลักษณะเป็นรูปไข่ และโรคตับจะมีลักษณะค่อยข้างกลม ในกรณีของโรคโลหิตจางที่เกิดจากการขาดวิตามิน B12 หรือเกิดจากการขาดกรดโฟลิก

รูปที่ 2.10 Macrocyte

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

2. Microcyte เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวแก่ที่มีขนาดเล็กกว่าปกติ มักพบว่ามีบริเวณติดสีจางกลางเซลล์กว้างกว่า 1/3 ของเซลล์ เซลล์เม็ดเลือดแดงขนาดเล็กสามารถพบได้ในโรคธาลัสซีเมีย โรคโลหิตจางขาดธาตุเหล็ก และในโรคโลหิตจางที่เกิดจากเม็ดเลือดแตก



รูปที่ 2.11 Microcyte

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

เซลล์เม็ดเลือดแดงติดสีผิดปกติ [1]

เซลล์เม็ดเลือดแดงติดสีน้อยกว่าปกติ เรียกว่า Hypochromia เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีบริเวณติดสีจางกลางเซลล์กว้างกว่า 1/3 ของเซลล์ เนื่องจากปริมาณของฮีโมโกลบินภายในเซลล์ลดลง สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางขาดธาตุเหล็ก และโรคโลหิตจางชนิดเรื้อรัง

รูปที่ 2.12 Hypochromia

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปร่างผิดปกติ [1] [2] [3] [4]

ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงทางด้านรูปร่าง เรียกว่า Poikilocytosis สามารถแบ่งออกได้เป็น

1. **Spherocyte** เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงตัวเล็กกว่าปกติ มีลักษณะกลม ติดสีชมพูเข้มทึบทั้งเซลล์ ไม่มีบริเวณติดสีจางกลางเซลล์ เซลล์เม็ดเลือดแดงตัวเล็กกลมสามารถพบได้ในโรคโลหิตจางที่เกิดจากเม็ดเลือดแตก (Hereditary Spherocytosis) โรคโลหิตจางที่เกิดในทารกแรกเกิด และโรคโลหิตจางตัวกลมเล็กที่เป็นแต่กำเนิด

รูปที่ 2.13 Spherocyte

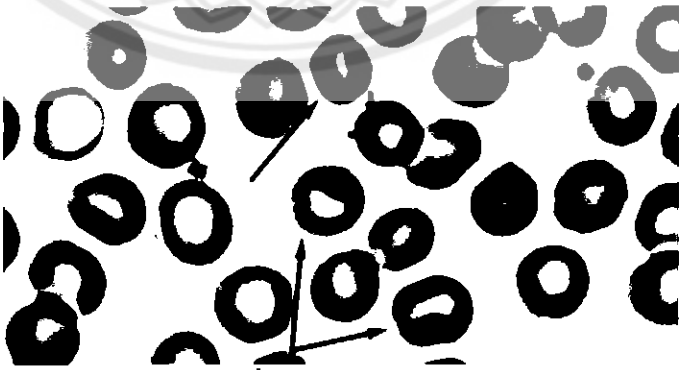
(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

2. Target Cell มีรูปร่างคล้ายระฆัง (Uniconcave) ผนังเซลล์บางกว่าปกติเนื่องมาจากจะมีโคเลสเตอรอลสูงมากกว่าปกติ ทำให้เซลล์มีขนาดไม่ได้สัดส่วนกับปริมาณของฮีโมโกบิล ตรงกลางเซลล์จะติดสีจางคล้ายรูปเป้า สามารถพบได้ในภาวะความผิดปกติของฮีโมโกลบิน โรคตับ และโรคไต

รูปที่ 2.14 Target Cell

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

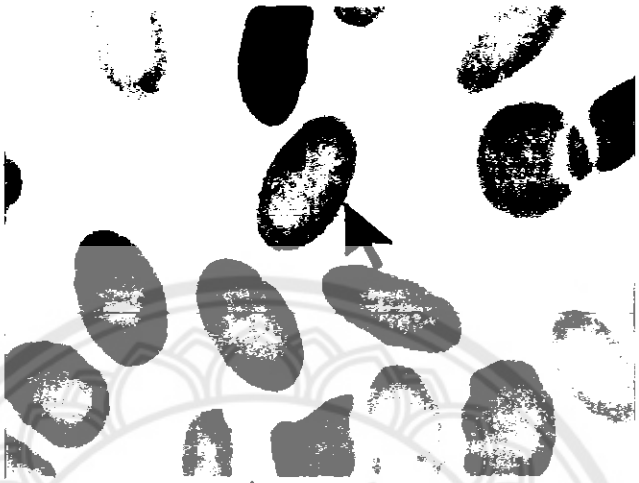
3. Stomatocyte เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดง ที่บริเวณติดสีจางกลางเซลล์มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรืออาจคล้ายรูปปาก ในภาวะปกติบริเวณติดสีจางกลางเซลล์จะมีลักษณะกลม เกิดขึ้นเนื่องจากเซลล์เม็ดเลือดแดงมีการสูญเสียโครงรูปบนด้านหนึ่งของบริเวณผิว เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปปากสามารถพบได้ในโรคตับ โรคพิษสุราเรื้อรัง ภาวะเสียสมดุลของสารเกลือแร่ และความผิดปกติชนิดที่เป็นมาแต่กำเนิด



รูปที่ 2.15 Stomatocyte

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

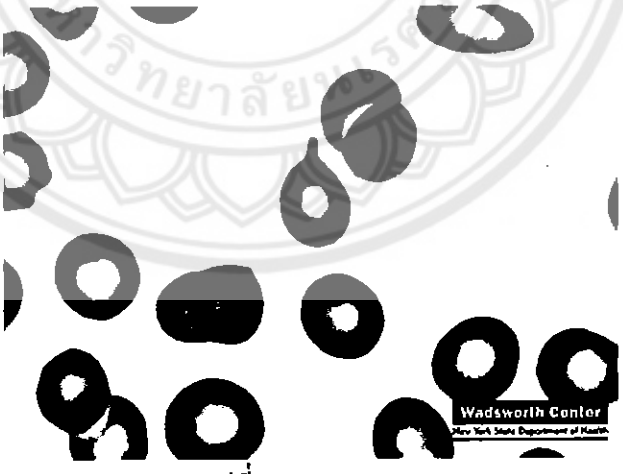
4. Ovalocyte เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะคล้ายรูปไข่ บางเซลล์อาจเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะคล้ายซิการ์ เรียกว่า Elliptocytes เซลล์ทั้งสองชนิดนี้สามารถพบได้ในมากในโรคชนิดเป็นมาแต่กำเนิด นอกจากนี้ยังสามารถพบได้บ้างในภาวะโลหิตจางชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.16 Ovalocyte

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

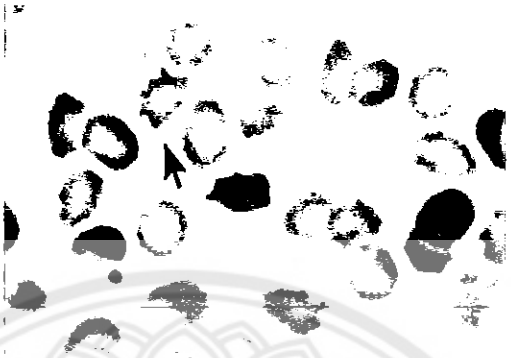
5. Teardrop เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายหยดน้ำตา เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปหยดน้ำตาสามารถพบได้ในภาวะไขกระดูกเป็นพังผืด โรคโลหิตจางขาดวิตามิน B12 โรคของไขกระดูกบางชนิด โรคโลหิตจางธาลัสซีเมีย และโรคโลหิตจางชนิดเม็ดเลือดแตก



รูปที่ 2.17 Teardrop

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/teardrop.htm)

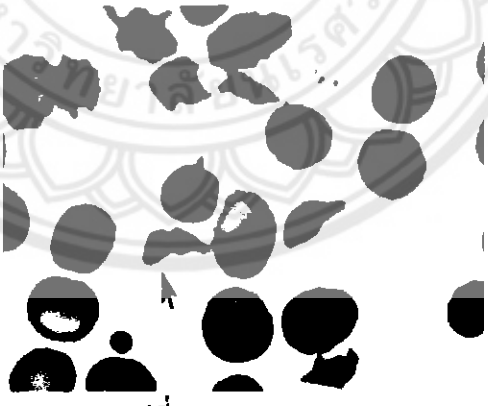
6. Burr Cell เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีหนามแหลมกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอบนผิวของเซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปหนามแหลมสามารถพบได้ในภาวะไตวายเรื้อรัง ภาวะเสียเลือดเฉียบพลัน มะเร็งกระเพาะอาหาร และโรคขาดเอนไซม์บางชนิด



รูปที่ 2.18 Burr Cell

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

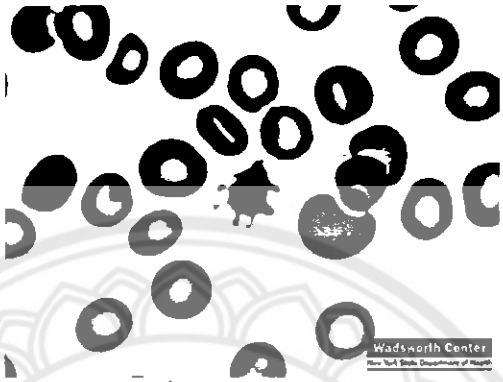
7. Schistocyte เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างลักษณะเป็นเศษชิ้นต่าง ๆ รูปร่างไม่แน่นอน เซลล์เม็ดเลือดแดงรูปเศษเสี้ยวสามารถพบได้ในภาวะเม็ดเลือดแตกในหลอดเลือดเล็ก แผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกรุนแรง และ ภาวะเลือดแข็งตัวในหลอดเลือดชนิดแพร่กระจาย



รูปที่ 2.19 Schistocyte

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

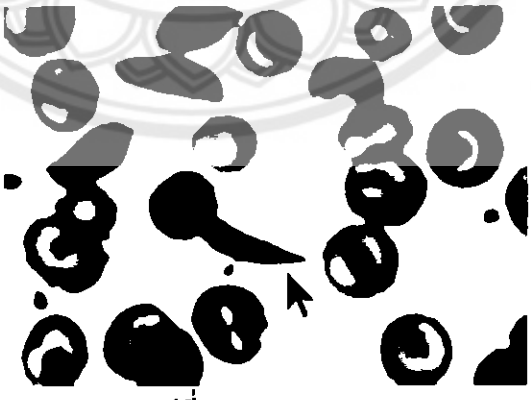
8. Acanthocyte เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีหนามสั้นยาวไม่เท่ากัน และการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ ยื่นออกมาจากขอบของเซลล์เม็ดเลือดแดง นอกจากนั้นยังมีขนาดเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงปกติ และไม่เห็นบริเวณติดสีจางกลางเซลล์ สามารถพบได้ในโรคสารไขมันในร่างกายผิดปกติและโรคตับบางชนิด



รูปที่ 2.20 Acanthocyte

(ที่มา : http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/acanthocyte.htm)

9. Sickle Cell เป็น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายเคียว หรือพระจันทร์เสี้ยว เกิดขึ้นเนื่องจากมีการก่อตัวขึ้นของโพลิเมอร์ของฮีโมโกลบิน เอส เกิดเป็นรูปร่างคล้ายแท่งภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางเม็ดเลือดแดงรูปเคียว โรคฮีโมโกลบิน เอส ซี และโรคฮีโมโกลบิน เอส บี



รูปที่ 2.21 Sickle Cell

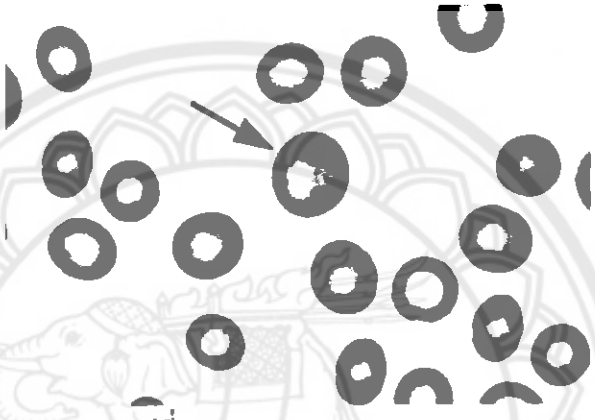
(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

เซลล์เม็ด

เลือดแดงมีสิ่งผิดปกติอยู่ภายในเซลล์ [1] [3] [4]

การที่พบลักษณะบางอย่างผิดปกภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง เรียกว่า Inclusions

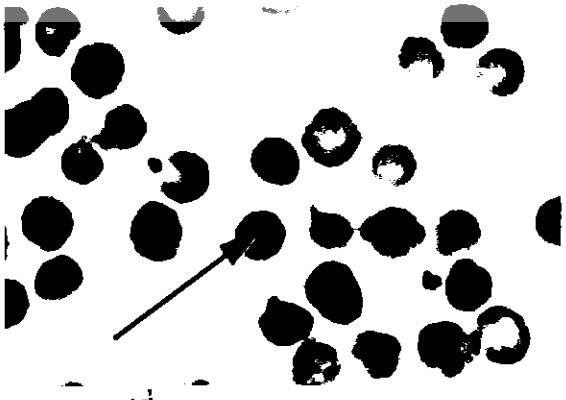
1. Basophilic Stippling จะ พบลักษณะเป็นเม็ดกลมๆ อาจเล็กหรือใหญ่ ติดสีฟ้า-เทา อยู่ภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง เกิดขึ้นเนื่องจากมีการรวมกลุ่มกันของไรโปโซม สามารถพบได้ในภาวะตะกั่วเป็นพิษ ภาวะการสังเคราะห์ฮีโมโกลบินผิดปกติ โรคพิษสุราเรื้อรัง และโรคโลหิตจางชนิดเมกาโลบลาสติก



รูปที่ 2.22 Basophilic Stippling

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

2. Pappenheimer Bodies เป็น สิ่งผิดปกติภายในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ มักมีหลายเม็ด ติดสีม่วงแดง หากนำเซลล์เม็ดเลือดแดงนี้ไปย้อมหาเหล็ก จะให้ผลบวก สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางซิเดโรบลาสติก โรคพิษสุราเรื้อรัง ภาวะหลังการตัดม้าม และโรคฮีโมโกลบินผิดปกติ



รูปที่ 2.23 Pappenheimer Bodies

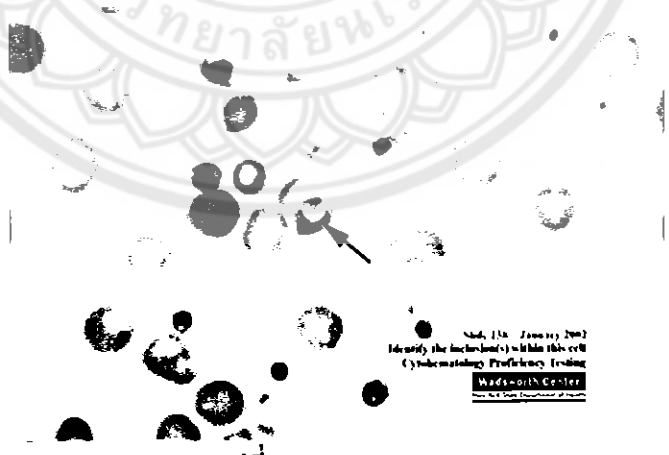
(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

3. Howell-Jolly Bodies มี ลักษณะเป็นเม็ดกลมติดสีม่วงแดงขนาดค่อนข้างใหญ่ภายในเซลล์เม็ดเลือดแดง เป็นส่วนที่หลงเหลือของนิวเคลียส สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางเม็ดเลือดแตก ภายหลังการตัดม้าม และโรคโลหิตจางชนิดเมกาโลบลาสติก

รูปที่ 2.24 Howell-Jolly bodies

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

4. **Cabot Rings** เป็นเส้นสายใยบาง ๆ ย้อมติดสีม่วงแดง มักมีลักษณะเป็นรูปวงแหวนหรือรูปเลข 8 เชื่อว่าอาจเป็นส่วนของสปินเดิลไฟเบอร์ สามารถพบได้ในโรคโลหิตจางขาดวิตามิน B12 และภาวะตะกั่วเป็นพิษ

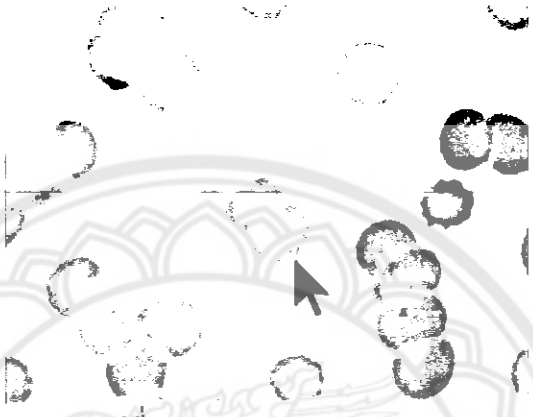


รูปที่ 2.25 Cabot rings

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

เซลล์เม็ดเลือดแดงเรียงตัวผิดปกติ [1] [3]

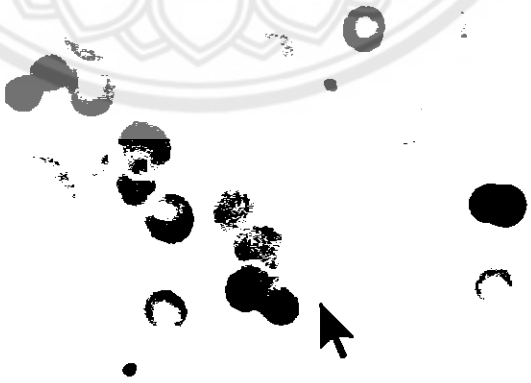
1. Rouleaux Formation เป็น การที่เซลล์เม็ดเลือดแดงมาจับซ้อนทับกันเป็นสายยาว เกิดขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของโกลบูลินหรือไฟบริโนเจนผิดปกติ โดยมีเพิ่มมากขึ้นในกระแสเลือด สามารถพบได้ในโรคมัลติเปิลมัยอีโลมา และแมโครโกลบูลินนีเมีย



รูปที่ 2.26 Rouleaux Formation

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

2. Agglutination เป็นการที่เซลล์เม็ดเลือดแดงมีการจับกลุ่มกันสามารถพบได้ในผู้ป่วยที่มีแอนติบอดี้ต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวเอง (Autoantibodies) และในภาวะเม็ดโลหิตแตกจาก Autoimmune Hemolytic Anemia

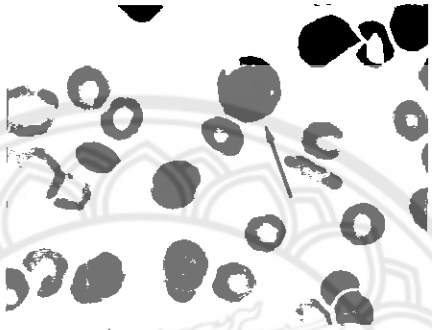


รูปที่ 2.27 Agglutination

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

ลักษณะอื่น [1] [3]

1. Erythroblastemia ภาวะที่พบเซลล์เม็ดเลือดแดงตัวอ่อน ในสเมียร์เลือด พบในผู้ป่วยโลหิตจางรุนแรงภาวะหลังตัดม้าม Hemolytic Anemia บางรายหรือในผู้ป่วยที่มีการสร้างเซลล์นอกไขกระดูก อาจพบได้ในจำนวนที่น้อยมากในเลือดจากสายสะดือ (Cord Blood) หรือในเลือดเด็กอ่อนที่คลอดก่อนกำหนด



รูปที่ 2.28 Erythroblastemia

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

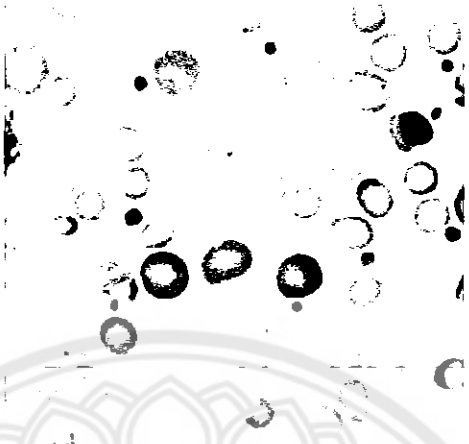
2. Malarial Pigment เป็นพยาธิ (Protozoa) ที่อยู่ในเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วย ซึ่งส่วนมากจะพบในระยะที่เป็นตัวอ่อน (Ring form) แต่ในผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงอาจเห็นตัวแก่ (Trophozoite) ในสเมียร์เลือดได้

รูปที่ 2.29 Malarial Pigment

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

3. Dimorphic Red Blood Cell เป็นภาวะที่เซลล์เม็ดเลือดแดงมีขนาดแตกต่างกัน 2 ชนิดร่วมกันในเสมียร์เลือด พบได้ในผู้ป่วยโลหิตจางที่เกิดจากการขาดเหล็กในระยะแรก และในระยะ

หลังการรักษา โลหิต-จางที่เกิดจากการขาดเหล็กและขาดวิตามินบี 12 หรือ โฟเลต หลังการให้เลือด และ Sideroblastic Anemia



รูปที่ 2.30 Dimorphic Red Blood Cell

(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

4. **Crenated Cell** เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผนังเซลล์มีหนามสั้นๆ ขนาดเท่าๆกัน ยื่นออกมารอบเซลล์พบได้บ่อยเนื่องจากการเตรียมเสมียร์เลือดไม่ถูกต้อง

รูปที่ 2.31 Crenated Cell

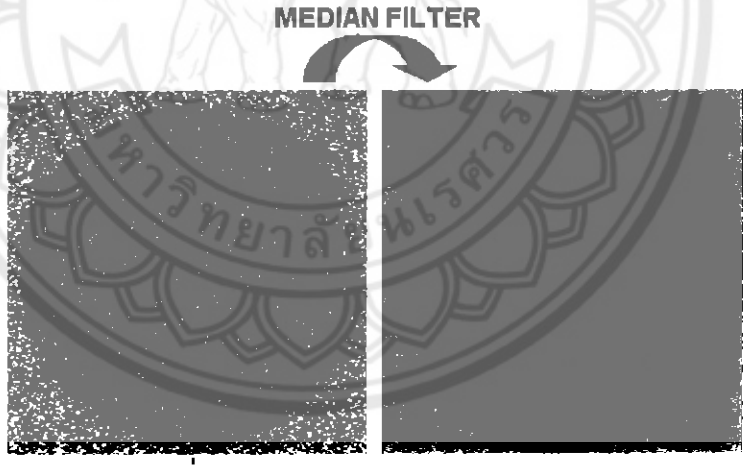
(ที่มา : http://www.medtech.mahidol.ac.th/mtthai/eLearning/AutomateReport/Page2.html)

บทที่ 3
ทฤษฎีการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นการประมวลผลสัญญาณรูปภาพโดยใช้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกและจัดเก็บภาพ ปรับปรุงภาพให้ดีขึ้นโดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์รูปภาพ และสังเคราะห์ภาพเพื่อสร้างระบบการมองเห็นให้กับคอมพิวเตอร์

3.1 Median Filter

เป็นกระบวนการที่ใช้ลดสัญญาณรบกวนประเภทอิมเพาส์ (Impulse Noise) ได้ดี [6] โดยวิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวนภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ ค่าทั้งสองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการคำนวณสูง แต่ข้อดีคือไม่สูญเสียความคมชัดของภาพ



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการใช้งาน Median filter

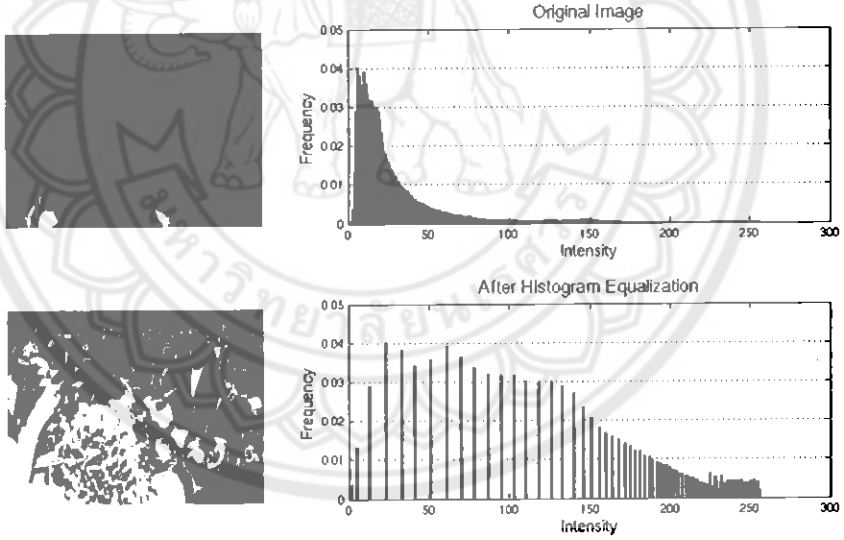
(ที่มา : http://tracer.lcc.uma.es/problems/mfp/mfp.html)

3.2 Histogram Equalization

การแบ่งแบบ Histogram Equalization เป็นการสร้างภาพที่มีจำนวนจุดภาพใกล้เคียงกัน หรือ ข้อมูลที่แปลงแล้วจะมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ [7] วิธีการนี้ใช้การกำหนดจำนวนจุดภาพที่เหมาะสมให้กับแต่ละค่าจำนวน

จุดภาพที่เหมาะสม = จำนวนจุดภาพทั้งหมด / จำนวนค่าในข้อมูล

การคำนวณจะเริ่มจากค่าที่น้อยที่สุด โดยเริ่มบวกจำนวนจุดภาพเข้าด้วยกัน จนกระทั่งเกินจำนวนจุดภาพที่เหมาะสมที่คำนวณได้ ก็ให้ค่าจุดภาพเหล่านั้นเป็นค่าค่าแรก และใช้ค่าถัดไปเป็นค่าใหม่ที่สองจุดภาพที่มีจำนวนเกินที่คำนวณได้ก็จะคงจำนวนเดิมไว้ แต่ถ้าเกินมากกว่า 1 เท่า ก็ยังคงค่าเดิมไว้ แต่จำนวนจุดภาพของค่าความเข้มของแสงค่าถัดไปจะไม่มีผลกราฟที่ได้หลังจากการขยาย จะคล้ายกราฟแท่งที่แบนราบกว่าเดิม ตามรูปที่ 3.2 จะเห็นได้ว่า บริเวณภาพที่มีค่า หรือมีจุดภาพที่มีค่าใกล้เคียงกัน จะถูกขยายออกให้มีความแตกต่างของค่าเพิ่มขึ้นบริเวณกราฟที่มีความถี่สูงจะถูกขยายออก ในขณะที่ส่วนน้อยของภาพที่มีค่าแตกต่างกันส่วนหางของกราฟ จะมีการต่างกันของค่าลดลง หรือมีช่วงห่างของความเข้มของแสงลดลง



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการใช้งาน Histogram Equalization

(ที่มา : http://www.cs.utah.edu/~jfishbau/improc/project2/)

3.3 Thresholding

เป็นเทคนิคที่ถูกใช้หลากหลายในหลายกระบวนการในการประมวลผลภาพที่แตกต่างกันออกไป เทรดโฮลดิ้ง (Thresholding) เป็นการเปลี่ยนข้อมูลที่เก็บค่าต่างๆหลายๆค่าที่แตกต่างกันออกไป ให้เป็นข้อมูลใหม่ที่มีค่าเพียง 2 ค่า คือ จะให้พิกเซลที่มีค่าต่ำกว่าค่าเทรดโฮล (Threshold)

เป็นค่าค่าหนึ่ง และ มีค่าสูงกว่าเป็นค่าอีกค่าหนึ่งคือ ขาวกับดำ (1, 0) ทำให้ภาพที่ผ่านกระบวนการนี้จะได้ออกมาเป็นภาพขาวดำ (Binary Image)

- Otsu method เป็นวิธีการหาค่าเทรดโอล (Threshold) วิธีหนึ่ง โดยการเลือกค่าเทรดโอล (Threshold) จากผลรวมการกระจายระหว่างพื้นหน้า (Foreground) และ พื้นหลัง (Background) ของแต่ละค่าเทรดโอล (Threshold) และเลือกค่าเทรดโอล (Threshold)ที่ได้ค่าผลรวมการกระจายระหว่างพื้นหน้า (Foreground) และ พื้นหลัง (Background) น้อยที่สุด [8]

สมการการหาผลรวมการกระจายระหว่างพื้นหน้า (Foreground) และ พื้นหลัง (Background) เป็นดังนี้

$$\alpha_w^2 = w_b \alpha_b^2 + w_f \alpha_f^2$$

โดยที่ w_b แทนด้วยค่าน้ำหนักของพื้นหลัง (Background)

w_f แทนด้วยค่าน้ำหนักของพื้นหน้า (Foreground)

α_b แทนด้วยค่าการกระจายของพื้นหลัง (Background)

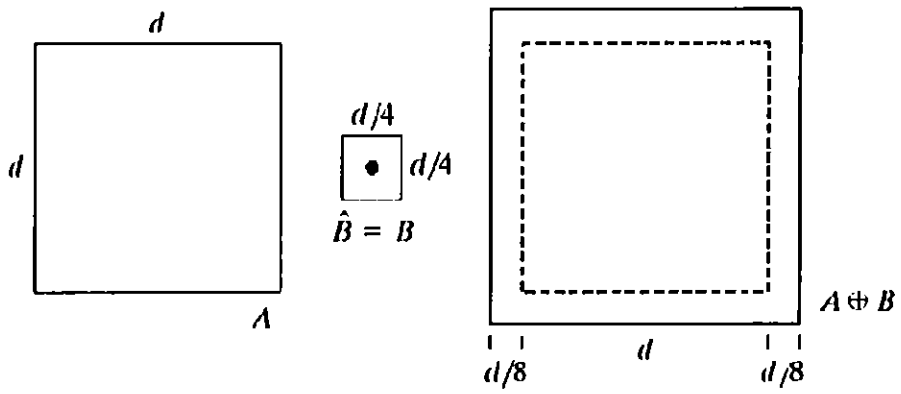
α_f แทนด้วยค่าการกระจายของพื้นหน้า (Foreground)

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการใช้งาน Otsu's Threshold

(ที่มา : http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html)

3.4 Dilation

การขยายขนาด (Dilation) เป็นการขยายโครงสร้างของภาพให้ใหญ่ขึ้น [5] โดยภาพที่ขยายจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ Structuring Element ที่นำมาใช้สแกนบนรูปภาพ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการทำงานของ Dilation

การขยายภาพเขียนแทนด้วย $A \oplus B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

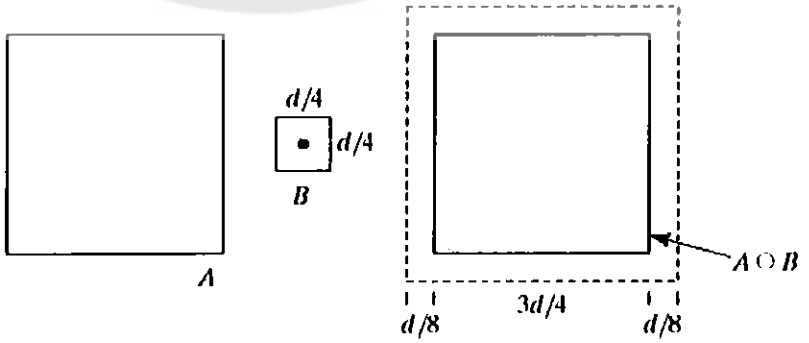
$$A \oplus B = \{Z|[(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\}$$

โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการขยายขนาด (Dilation)

B แทนด้วย Structuring Element

3.5 Erosion

การกร่อน (Erosion) เป็นการทำที่ตรงข้ามกับการขยายขนาด (Dilation) คือเป็นการย่อโครงสร้างของภาพให้เล็กลง [5] โดยภาพที่ย่อลงจะเป็นอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับ Structuring Element ที่นำมาสแกนลงบนภาพ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการทำงานของ Erosion

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

การขยายภาพเขียนแทนด้วย $A \ominus B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

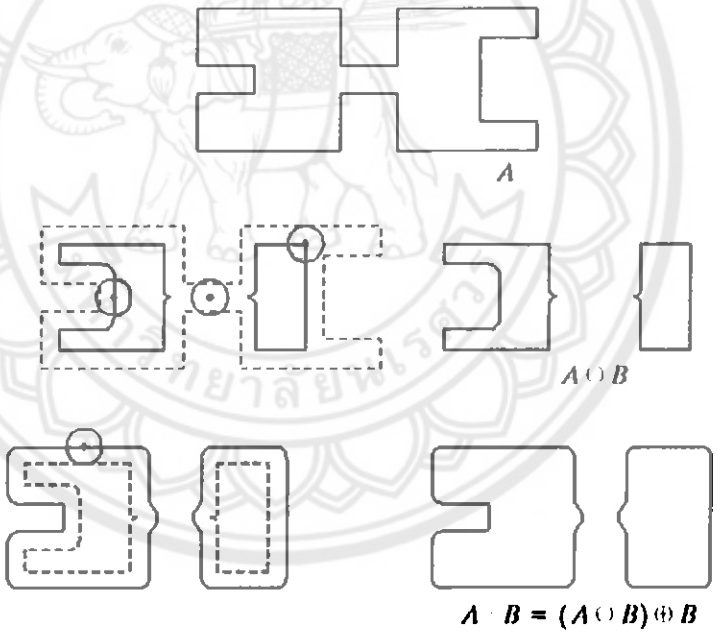
$$A \ominus B = \{Z|(\hat{B})_z \subseteq A\}$$

โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการกร่อน (Erosion)

B แทนด้วย Structuring Element

3.6 Opening

การเปิด (Opening) เป็นการทำให้ผิวขอบของวัตถุโค้งมนราบเรียบ โดยการตัดหรือทำลายส่วนที่เป็นคอคอดและส่วนที่โผล่ยื่นออกไป [5] โดยมีวิธีการทำคือ นำภาพที่จะทำการเปิด (Opening) มาทำการกร่อน (Erosion) ก่อน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการขยายขนาด (Dilation) ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการทำงานของ Opening

การเปิด (Opening) เขียนแทนด้วย $A \circ B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

157380 76
มร.
ศ727ก
2553

3.7 Flood-Fill Algorithm

ฟลัดฟิลล์ (Flood-Fill) เป็นกระบวนการเติมเต็มช่องว่างในรูปภาพโดยหลักการของฟลัดฟิต (Flood Fill Algorithm) มีอยู่ว่า รูปทรงที่ต้องการเติมเต็มจะต้องมีขอบที่หนาพอที่จะไม่ทำให้สีหลุดออกไปจากภาพได้ และจุดแรกที่ต้องการจะเติมเต็มเราจะเรียกว่าจุดกำเนิด (Seed Point) โดยจุดกำเนิด (Seed Point) นี้จะเป็นจุดใดก็ได้แต่ต้องอยู่ภายในส่วนที่เราต้องการเติมเต็มเท่านั้น ซึ่งการทำงานจะเริ่มต้นที่จุดกำเนิด (Seed Point) จากนั้นจะขยายไปตาม 4-connected หรือ 8-connected จุดที่ทำการขยายไปจะกลายเป็นจุดกำเนิด (Seed Point) ใหม่โดยจะไม่เติมเต็มทับจุดเดิมที่เคยเป็นจุดกำเนิด (Seed Point) กับส่วนที่เป็นขอบภาพ ทำการเติมเต็มต่อไปเรื่อย ๆจนกระทั่งถึงขอบของวัตถุแล้วจึงจะกลับมาระบายจุดที่เหลือซึ่งยังรอเป็นจุดกำเนิด (Seed Point) ต่อไป

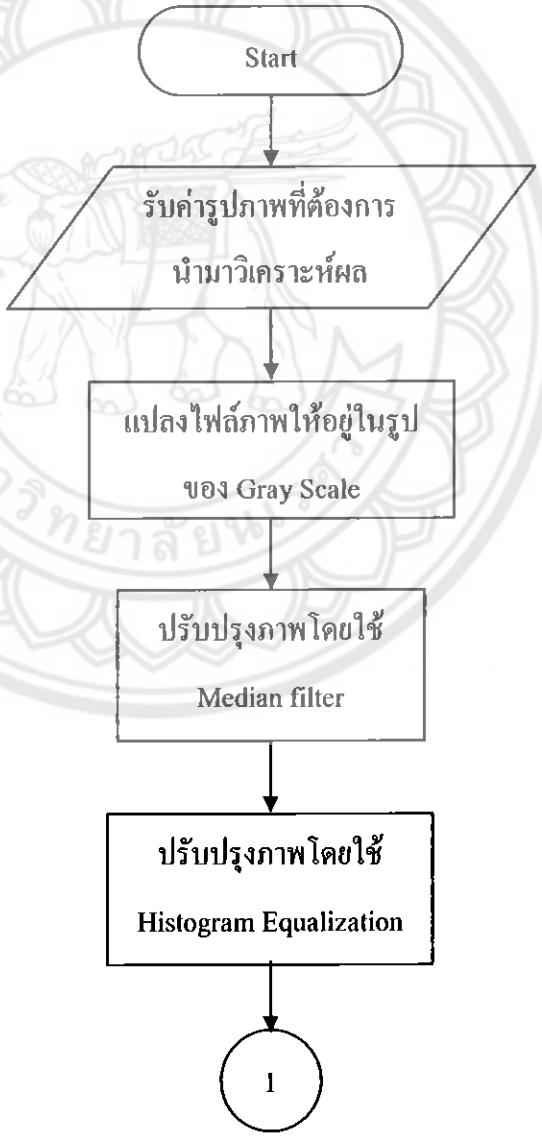
3.8 Region Oriented Image Segmentation

Region Oriented Image Segmentation เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยดูจากตำแหน่งของจุด (Pixel) และความเหมือนกันของคุณสมบัติของจุด (Pixel) ภายในพื้นที่ โดยถ้าจุด (Pixel) ที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันจะถูกจัดให้เข้ากลุ่มเดียวกัน [5] [9] ข้อดีของการทำเช่นนี้จะได้พื้นที่ที่ต่อเนื่อง Region Oriented Image Segmentation แบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ Region Growing และ Region Splitting and Merging โดยวิธีการแรกเป็นการนำจุด (Pixel) ที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันเพื่อมารวบรวมเป็นพื้นที่เดียวกัน โดยใช้การขยายตัวของพื้นที่ ส่วนวิธีการ Region Splitting and Merging เป็นแบ่งซอยรูปภาพออกเป็นพื้นที่ย่อย โดยให้พื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่มี intensity เดียวกัน จากนั้นจึงทำการรวมพื้นที่ย่อยที่มีความเข้มแสง (Intensity) เหมือนกันเข้าด้วยกันเป็นพื้นที่ใหญ่

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนา

การวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงนั้น การตรวจสอบตำแหน่ง รูปร่าง ลักษณะ และสีของเซลล์เม็ดเลือดแดงมีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นตัวที่ใช้บ่งบอกถึงความผิดปกติต่างๆ โปรแกรมที่พัฒนาในโครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบตำแหน่ง รูปร่าง ลักษณะ และสีของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยนำรูปร่าง ลักษณะ และสี ที่ได้มาไปใช้ในการประมวลผลถึงความผิดปกติต่างๆ โดยมีการทำงานดังรูปที่ 4.1



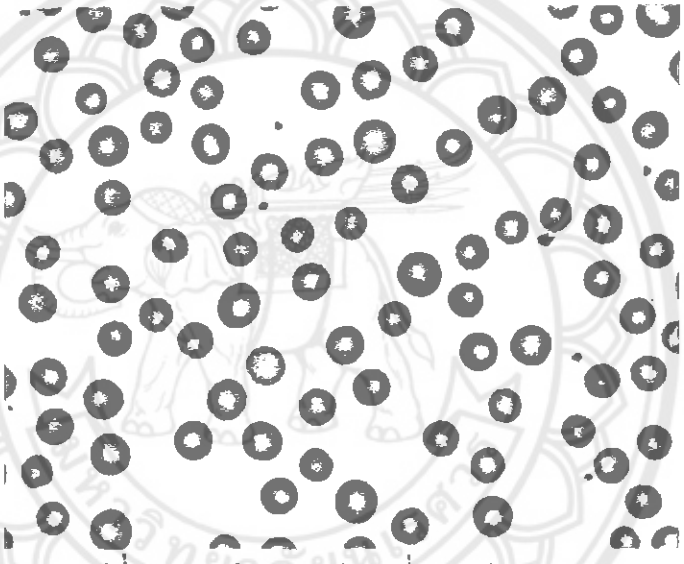
รูปที่ 4.1 โครงสร้างของโปรแกรม

การพัฒนาโปรแกรมผ่านทางภาษา MATLAB โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1. การทำงานของส่วนรับข้อมูล
2. การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพ
3. การทำงานของส่วนแสดงผล

4.1 การทำงานของส่วนรับข้อมูล

การทำงานของส่วนรับข้อมูลเป็นส่วนการทำงานที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยมีรูปแบบ GUI ส่วนรับข้อมูลนี้จะทำหน้าที่รับภาพถ่ายเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้จากการกล้องจุลทัศน์เข้ามาเพื่อใช้ในการประมวลผลต่อไป



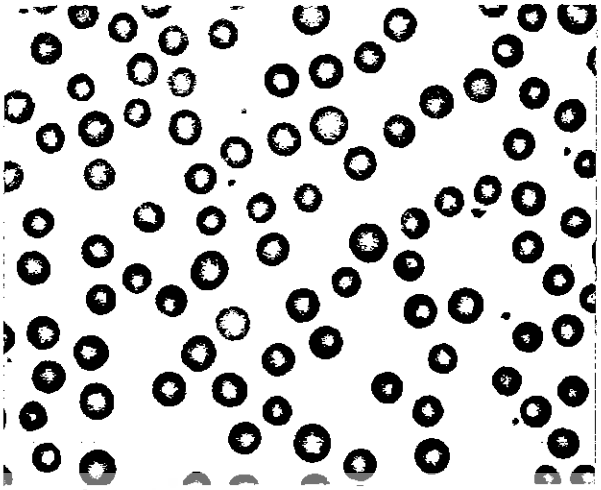
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างของรูปภาพที่นำมาประมวลผล

4.2 การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพ

การทำงานของส่วนการประมวลผลภาพเป็นส่วนของการประมวลผลรูปภาพเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยมีการทำงานแยกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

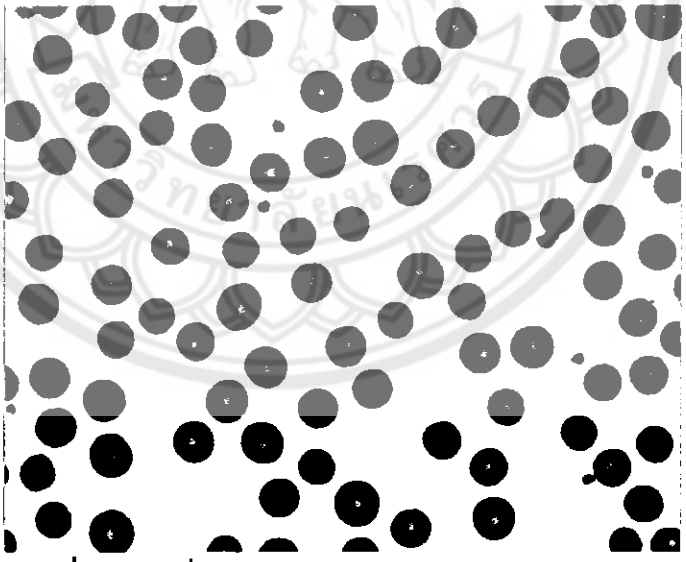
4.2.1 ส่วนแยกแยะเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยการทำงานในส่วนนี้จะทำการแยกเซลล์เม็ดเลือดแดงออกมาใช้ในการวิเคราะห์ผลทีละเซลล์ มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- หลังจากส่วนรับข้อมูลได้ทำการรับภาพเข้ามาแล้วดังรูปที่ 4.2 จากนั้นจะทำการแปลงภาพสี RGB ให้อยู่ในรูปของค่าระดับเทา (Gray Scale) ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพที่ผ่านการแปลงเป็นภาพระดับเทา

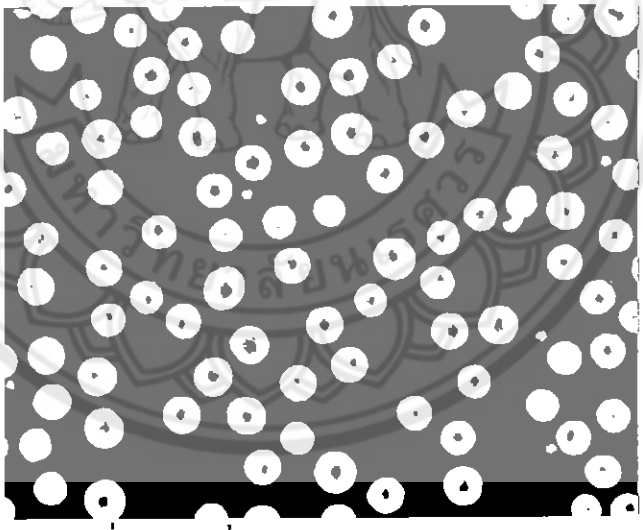
- ทำการปรับปรุงภาพโดยใช้มีเดียนฟิลเตอร์ (Median Filter) เพื่อลดสัญญาณรบกวนชนิดสเปคเกิล (Speckle Noise) และ ซอลแอนด์เปเปอร์ (Salt and Pepper Noise) ออกจากภาพโดยจะไม่ทำให้ขอบภาพเปลี่ยนแปลงและทำการแบ่งกราฟของระดับสีให้เท่ากัน (Histogram Equalization) เพื่อให้การกระจายแสงเข้มขึ้นดังรูปที่ 4.4 จากนั้นทำการกลับค่าสี (Image Negatives) ภายในรูปภาพ เพื่อให้ส่วนที่เราสนใจมีค่าเป็นสีขาวดังรูปที่ 4.5



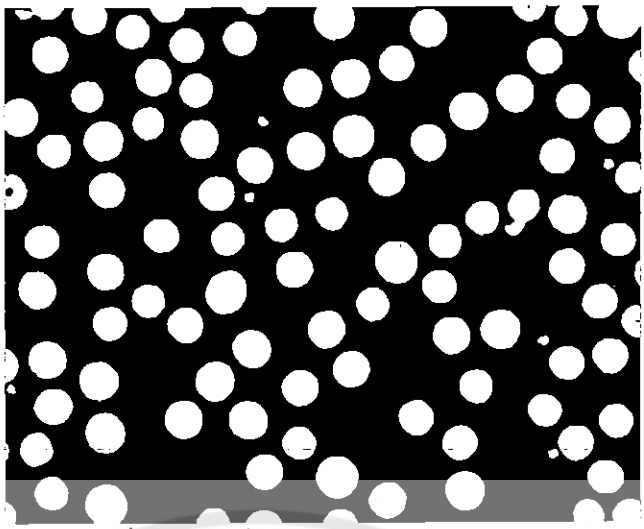
รูปที่ 4.4 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Histogram Equalization

รูปที่ 4.5 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Image Negatives

- ทำการแปลงภาพไปเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) โดยการเทรดโฮลดิ้ง (Thresholding) โดยใช้วิธีของ Otsu ดังรูปที่ 4.6 จากนั้นทำการปิดช่องว่างที่อยู่ในเซลล์เม็ดเลือดโดยผ่านกระบวนการฟลัดฟิลล์ (Flood-Fill Operation) จะได้ดังรูปที่ 4.7

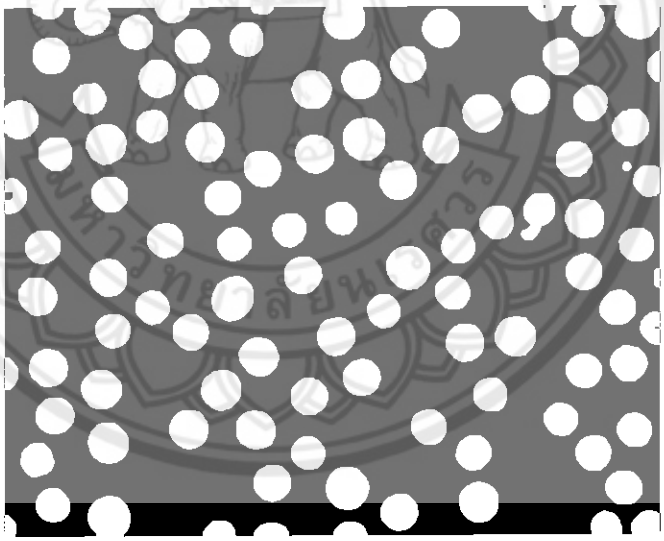


รูปที่ 4.6 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Thresholding



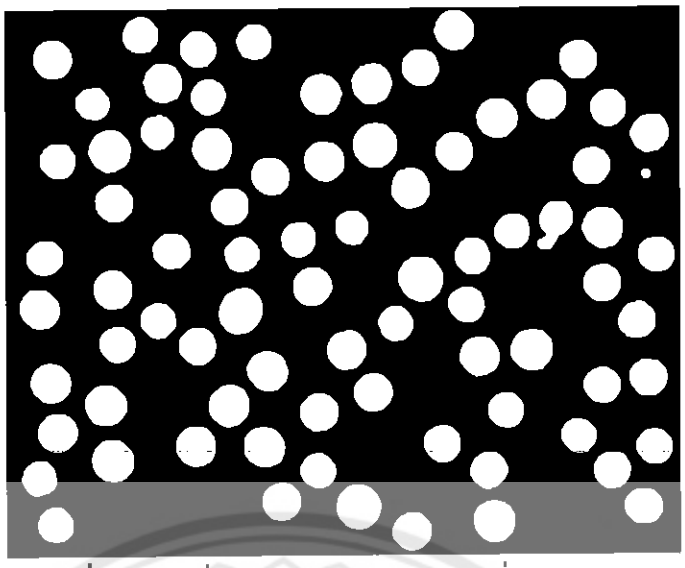
รูปที่ 4.7 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Flood-Fill

- ทำการกร่อน (Erosion) ของเซลล์เม็ดเลือดแดงจากนั้นทำการเปิด (Opening) จะทำให้ส่วนที่มีขนาดเล็กหายไป และทำการเพิ่มขนาดขนาด (Dilation) เพื่อทำให้ขนาดของเซลล์เม็ดเลือดกลับมามีขนาดเท่าเดิมดังรูปที่ 4.8



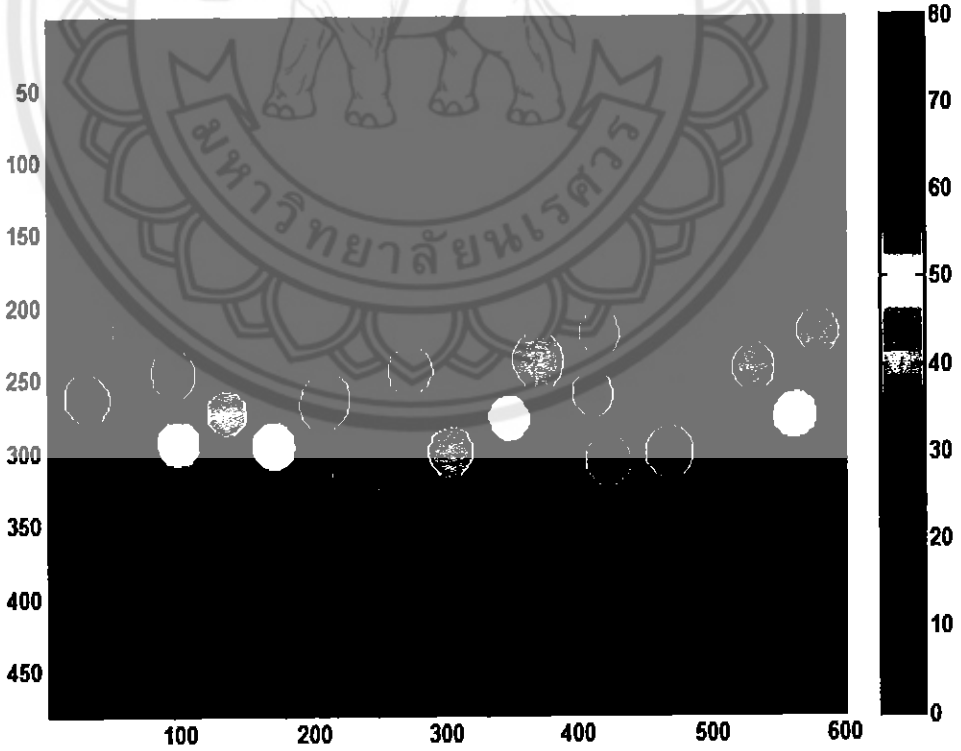
รูปที่ 4.8 ภาพที่ผ่านกระบวนการการ Opening

- จากนั้นจะทำการลบเซลล์เม็ดเลือดที่อยู่ติดขอบออกไปโดยการกำหนดลาเบล (Label) ที่ส่วนติดขอบและลบออกไป ดังรูปที่ 4.9 เนื่องจากเซลล์บริเวณนี้จะไม่สมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลต่อการวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 4.9 ภาพที่ผ่านกระบวนการลบส่วนที่ติดขอบออก

- ทำการกำหนดลาเบล (Label) ให้แต่ละเซลล์โดยการกำหนดลาเบลให้แต่ละส่วน (Region Labeling algorithm) ดังรูปที่ 4.10 จากนั้นนำลาเบล (Label) แต่ละลาเบล (Label) ไปคำนวณหาค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงต่อไป



รูปที่ 4.10 ภาพที่ผ่านกระบวนการ Region Labeling

4.2.2 ส่วนวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง ในส่วนนี้เราจะทำการวิเคาะห์ค่าต่างๆ จากลาเบล (Label) ที่ทำการหามาเพื่อบงชี้ถึงลักษณะต่างๆของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยเราแบ่งออกเป็นดังนี้

ตรวจสอบความกลมและความรี

ค่า Equivalent Circular Diameter (ECD) เป็นค่าที่บงบอกว่ามีลักษณะเป็นวงกลมหรือไม่ โดยค่าที่เป็นวงกลมจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 1 และถ้าเป็นรูปร่างที่ไม่ใช่เรขาคณิตจะมีค่าที่ประมาณ 0.5 ลงมา

เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดโดยสองค่านี้สามารถบ่งบอกความเป็นวงกลมกับวงรีได้โดยอัตราส่วนที่ให้เดียง 1 คือวงกลม และค่า ที่ใกล้เคียง 0.5 คือวงรี

ตรวจสอบขนาด

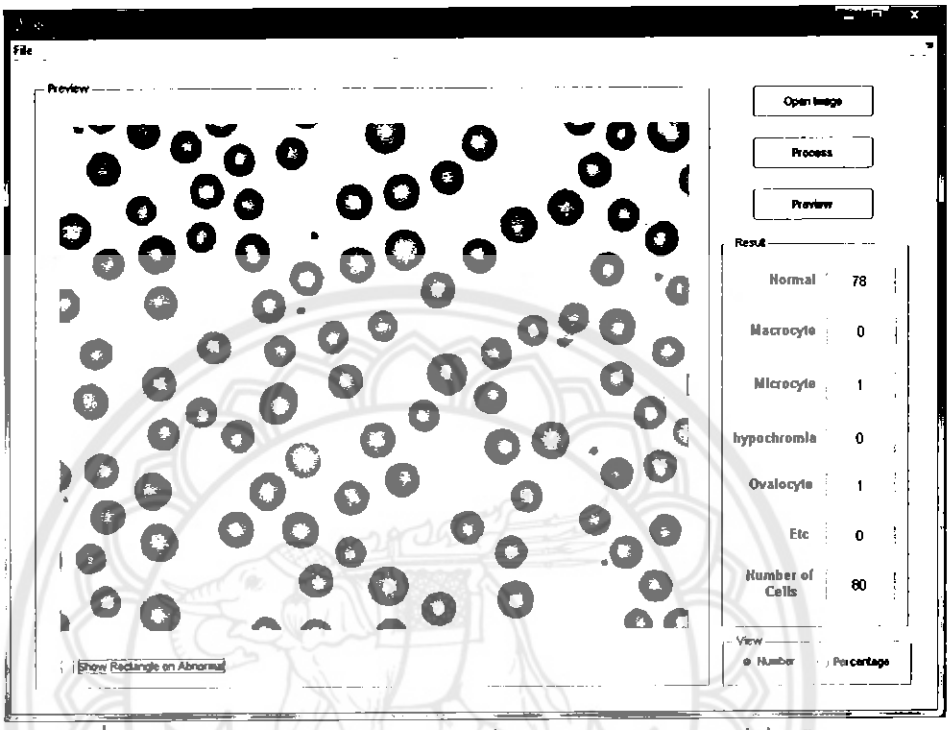
ขนาดพื้นที่เซลล์ในแต่ละลาเบล (Label) สามารถบ่งบอกเราได้ว่าเซลล์มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่

ตรวจสอบการติดสี

สัดส่วนระหว่างส่วนที่ติดสีกับส่วนที่ไม่ติดสีผ่านในเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยสัดส่วนนี้จะบ่งบอกถึงความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เช่นกันกล่าวคือถ้าส่วนที่ไม่ติดสีมีปริมาณมากว่า 1/3 ของเซล์จะถือว่าผิดปกติ

4.3 การทำงานของส่วนแสดงผล

การทำงานส่วน Output เป็นที่แสดงผลภาพออกทางหน้าจอ และแสดงผลการวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง

บทที่ 5

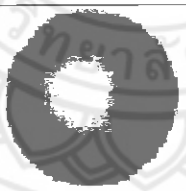
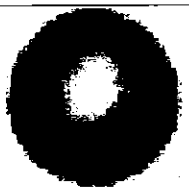
การทดลองและผลการทดลอง

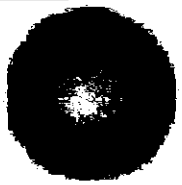
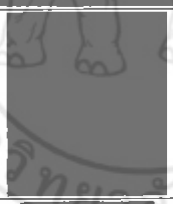
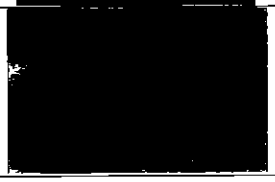
การวิเคราะห์ความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงเราได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นส่วนต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดงซึ่งทำโดยการตรวจสอบรูปร่างของเซลล์เม็ดเลือดแดงว่ามีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี และการวิเคราะห์พื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยจะทำการหาขนาดพื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดงและสัดส่วนของส่วนไม่ติดสีกับส่วนที่ติดสี เมื่อเราได้ข้อมูลดังกล่าวเราจะสามารถนำไปพิจารณาถึงความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงลักษณะต่างๆได้

5.1 วิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง

การตรวจสอบเซลล์เม็ดเลือดแดงว่ามีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรีนั้นเราทำการตรวจสอบจากค่า Equivalent Circular Diameter (ECD) และสัดส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุด ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง

ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดแดง	รูป	ECD	เส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุด/เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด
Normal		0.966	0.987
Normal		0.956	0.986
Normal		0.954	0.976
Normal		0.972	0.962

Normal		0.960	0.970
Normal		0.954	0.853
Normal		0.990	0.881
Normal		0.958	0.803
Normal		0.979	0.901
Ovalcyte		0.899	0.631
Ovalcyte		0.930	0.681
Ovalcyte		0.945	0.735
Ovalcyte		0.847	0.526

Ovalcyte		0.961	0.794
Ovalcyte		0.837	0.525
Ovalcyte		0.734	0.406
Ovalcyte		0.853	0.525
Ovalcyte		0.763	0.428
Sickle cell		0.471	0.371

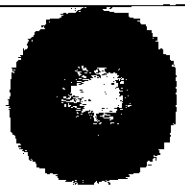
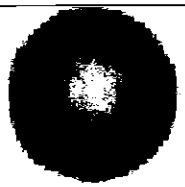
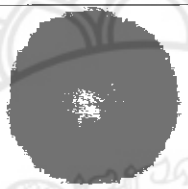
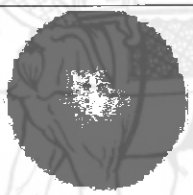
จากตารางที่ 5.1 จะพบว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีลักษณะปกตินั้นจะมีลักษณะกลมและมีค่า ECD ตั้งแต่ 0.9 ขึ้นไป และค่าสัดส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดจะมีค่าอยู่ที่ 0.8 ขึ้นไป ส่วนเซลล์เม็ดเลือดแดงชนิดโอวอลไซต์ (Ovalcyte) นั้นจะลักษณะเป็นวงรีและมีค่า ECD ประมาณ 0.5-0.9 และสัดส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดกับเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดจะมีค่าอยู่ที่ 0.3-0.8

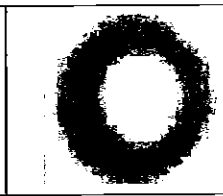
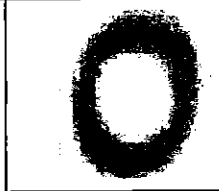
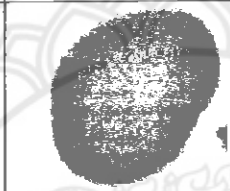
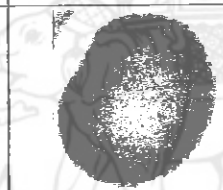
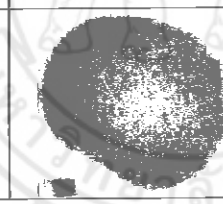
5.2 วิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดง

การตรวจสอบพื้นทีของเซลล์เม็ดเลือดแดงนั้นทำโดยการวัดพื้นที่ผ่านในเซลล์เม็ดเลือดแดงและวัดสัดส่วนของพื้นที่ที่ติดสีกับพื้นที่ที่ไม่ติดสีดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบลักษณะทางพื้นที่ของเซลล์เม็ดเลือดแดง

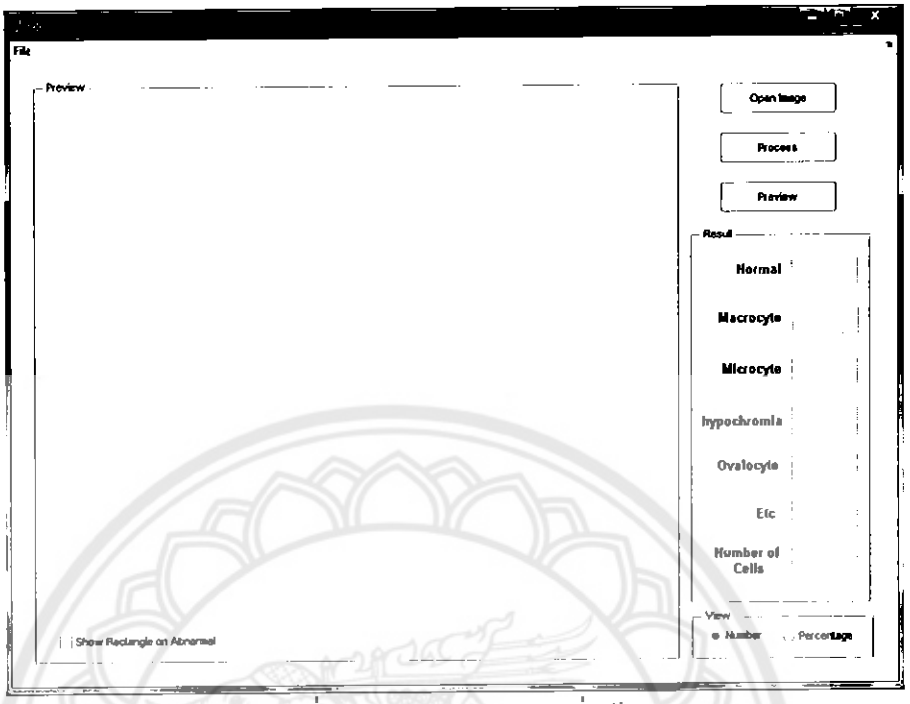
ลักษณะเซลล์เม็ดเลือดแดง	รูป	ขนาด	พื้นที่ติดสี/พื้นที่ไม่ติดสี

Normal		741	11.350
Normal		722	11.667
Normal		744	15.909
Normal		850	24.758
Normal		769	12.982
Hypochromia		1453	1.127
Hypochromia		823	2.707
Hypochromia		2086	1.498
Hypochromia		2637	1.928

Microcyte		350	6.574
Microcyte		390	5.355
Microcyte		364	5.386
Macrocyte		3234	6.946
Macrocyte		2235	6.256
Macrocyte		2153	5.551

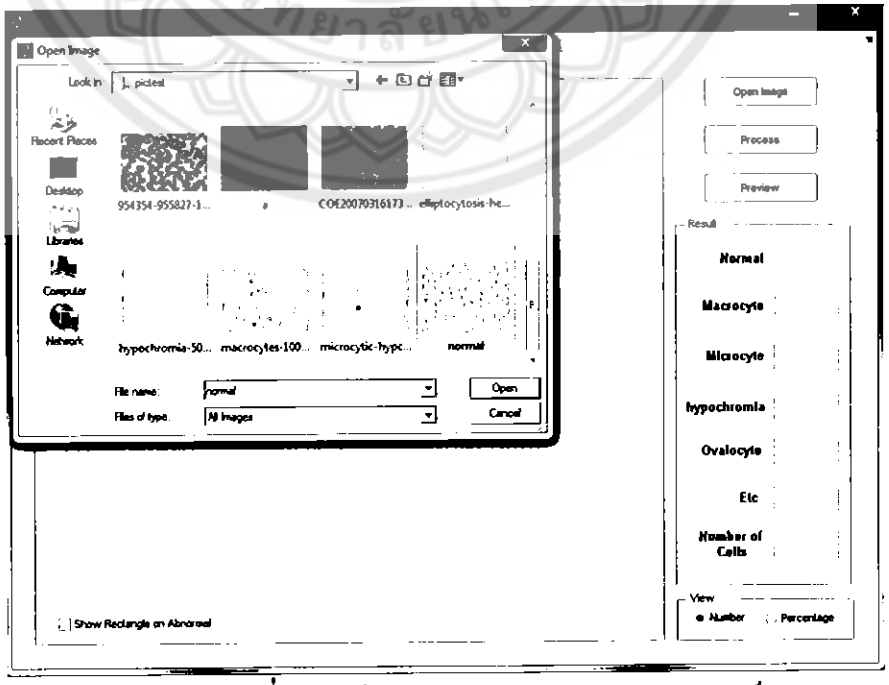
จากตารางที่ 5.2 จะสังเกตุพบว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ปกตินั้นจะมีพื้นที่อยู่ในช่วงประมาณ 500-1500 และค่าความแตกต่างส่วนที่ติดสีกับไม่ติดสีนั้นยังไม่สามารถนำเข้ามาวิเคราะห์ร่วมได้ เนื่องจากความเข้มแสงมีความใกล้เคียงกันสูงจึงยากที่จะทำการแยกแยะแต่ในกรณีของการติดสีผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง (Hypochromia) นั้นจะมองเห็นได้ชัดเจนซึ่งความแตกต่างของส่วนที่ติดสีกับไม่ติดสีจะอยู่ในช่วง 0 – 5 ส่วนในกรณีของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กผิดปกติเราจะดูจากปริมาณพื้นที่ของเม็ดเลือดแดงถ้าน้อยกว่า 500 จะถือว่าเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เล็กว่าปกติ แต่ถ้าหากมากว่า 1500 จะถือว่าเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ใหญ่กว่าปกติซึ่งการทดลองนี้ได้ใช้ภาพถ่ายเสมียร์เลือดที่มีกำลังขยาย 50 เท่า ซึ่งในการนำไปใช้งานจริงจะต้องมีการปรับค่าเกณฑ์การพิจารณาพื้นที่ให้สอดคล้องกับค่ากำลังขยายของภาพที่นำเข้ามาวิเคราะห์

5.3 ผลการใช้งานโปรแกรม



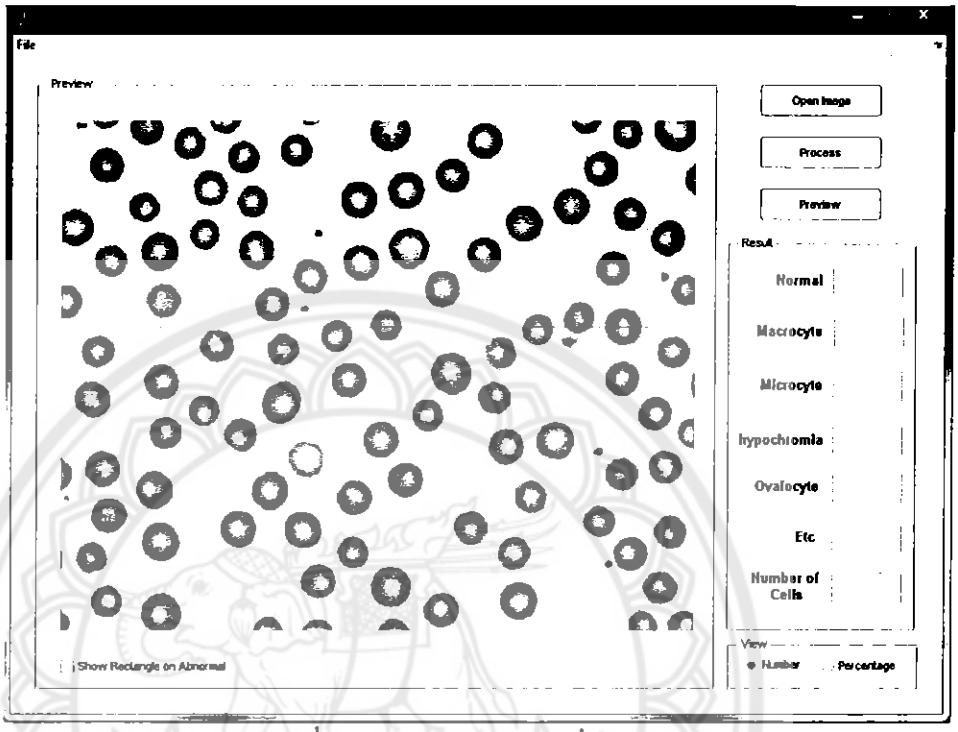
รูปที่ 5.1 หน้าจอโปรแกรมเริ่มต้น

เมื่อเปิดโปรแกรมจะมีลักษณะตามรูปที่ 5.1 โดยเราสามารถรับภาพที่ต้องการนำมาวิเคราะห์โดยกดที่ปุ่ม Open Image จะปรากฏดังรูปที่ 5.2 จากนั้นทำการเลือกรูปที่ต้องการตรวจสอบความผิดปกติ

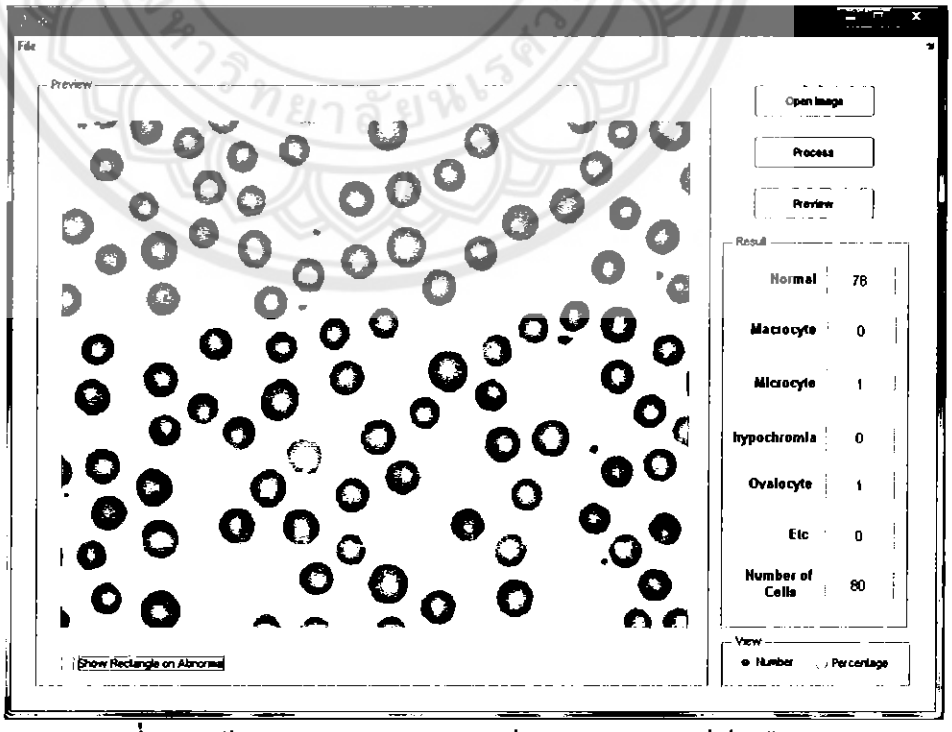


รูปที่ 5.2 หน้าจอแสดงการนำรูปภาพมาวิเคราะห์

เมื่อทำการเลือกรูปที่ต้องการแล้วจะออกมาตามรูปที่ 5.3 จากนั้นทำการกดปุ่ม Process เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลการตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงเมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จจะได้ผลออกมาดังรูปที่ 5.4

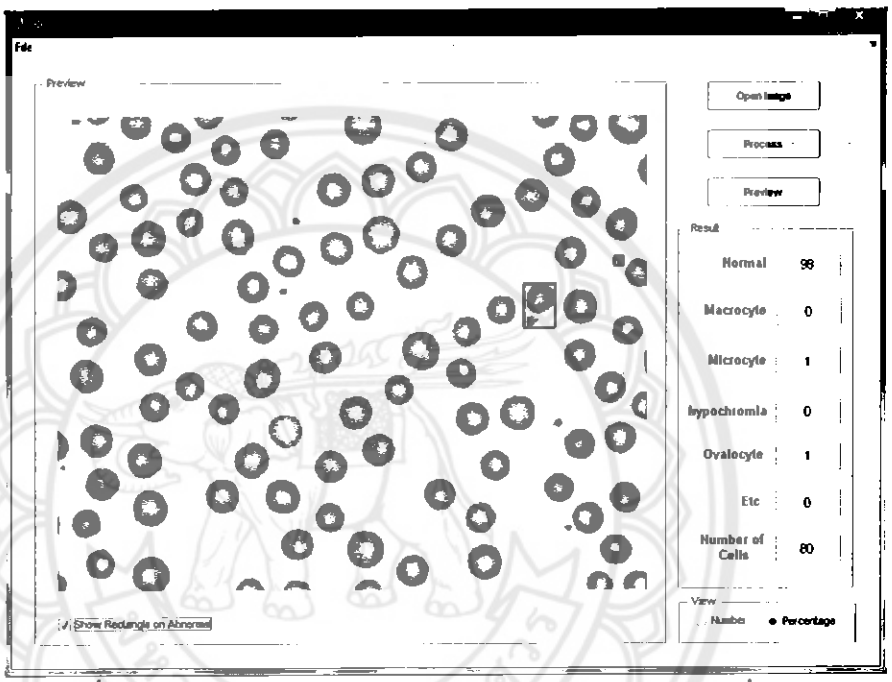


รูปที่ 5.3 หน้าจอแสดงภาพที่รับเข้ามา

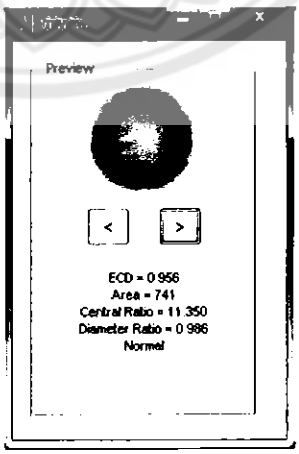


รูปที่ 5.4 หน้าจอแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง

โปรแกรมจะแสดงข้อมูลจำนวนเม็ดเลือดและจำนวนความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงออกมาโดยสามารถเลือกดูได้ว่าจะดูในรูปแบบจำนวนเซลล์เม็ดเลือดหรือแบบคิดเป็นอัตราร้อยละของจำนวนเม็ดเลือดทั้งหมด และสามารถแสดงเน้นตำแหน่งของเม็ดเลือดที่ผิดปกติที่ตรวจพบโดยการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมไว้ โดยการติ๊กเครื่องหมายถูกที่หน้า Show Rectangle on Abnormal เพื่อง่ายต่อการพิจารณาดังรูปที่ 5.5 โดยเราสามารถเลือกดูข้อมูลของเซลล์เม็ดเลือดทีละเม็ดได้โดยทำการกดปุ่ม Preview จะได้ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.5 หน้าจอแสดงการเน้นตำแหน่งของเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ผิดปกติ



รูปที่ 5.6 หน้าจอแสดงข้อมูลของเซลล์เม็ดเลือดแดงของแต่ละเซลล์

บทที่ 6
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปในการดำเนินงาน

การทำงานของโปรแกรมตรวจสอบความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการตรวจสอบลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงจากภาพถ่ายเสมียร์เลือด โดยผ่านโปรแกรม Matlab เริ่มตั้งแต่การนำภาพถ่ายเสมียร์เลือดที่ต้องการวิเคราะห์ลักษณะผิดปกติมาทำการแปลงเป็นภาพระดับเทา และทำการลดสัญญาณรบกวนโดยการใช้มีเดียนฟิลเตอร์ (Median Filter) ต่อจากนั้นแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) โดยใช้เทคนิคกำหนดค่าเทรดโฮล (Threshold) ในการเลือกสีขาวหรือสีดำ และทำการปิดช่องว่างที่อยู่ในเซลล์เม็ดเลือดโดยผ่านกระบวนการฟลัดฟิล (Flood-Fill Operation) จากนั้นแยกเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีขอบติดกันโดยใช้เทคนิคการกร่อน (Erosion) แล้วใช้เทคนิคการเปิด (Opening) เพื่อลดสัญญาณรบกวนออกอีกครั้ง แล้วตามด้วยการขยายขนาดเพื่อให้เซลล์เม็ดเลือดแดงมีขนาดดังเดิม จากนั้นทำการแบ่งแยกเซลล์เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์ความผิดปกติทำละเซลล์ โดยได้แบ่งส่วนของการวิเคราะห์ความผิดปกติออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการตรวจสอบลักษณะลักษณะรูปร่างของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ทำการทดสอบลักษณะความกลมและความรี ซึ่งผลการทดสอบนั้นสามารถบ่งบอกลักษณะความกลมและความรีได้ค่อยข้างแม่นยำ อีกส่วนหนึ่งคือการทดสอบทางด้านพื้นที่ซึ่งในส่วนนี้เราจะทำการตรวจสอบขนาดของเซลล์เม็ดเลือดแดง และพื้นที่ของส่วนที่ติดสีกับไม่ติดสีภายในเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยการตรวจสอบขนาดนั้นจะตรวจสอบได้ดีกับภาพที่มีกำลังขยายใกล้เคียงกับภาพที่นำมาทดลอง และส่วนการติดสีนั้นจะใช้ได้ดีกับกรณีที่การติดสีของเซลล์เม็ดเลือดแดงมีความชัดเจนเท่านั้น ซึ่งการตรวจสอบผลเหล่านี้สามารถที่จะบ่งบอกความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เพียงบางลักษณะเท่านั้น คือ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีรูปร่างรี เซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าปกติ และเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีการติดสีผิดปกติ

6.2 ปัญหาที่พบระหว่างการดำเนินงาน

1. การตรวจจับเม็ดเซลล์เลือดแดงจากภาพที่มีความซับซ้อนสูงหรือมีสิ่งรบกวนมากเช่นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ทับกันยังไม่สามารถที่จะแยกแยะออกมาตรวจสอบได้หรือเซลล์เม็ดเลือดแดงที่สีส่วนติดกันเล็กน้อยบางครั้งโปรแกรมอาจจะมองว่าเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงเซลล์เดียว ทำให้การวิเคราะห์ผลนั้นเกิดข้อผิดพลาด

2. การทำงานบางส่วนยังช้าอยู่ ซึ่งยังสามารถปรับปรุงให้ทำงานได้เร็วขึ้นได้ (Optimize)

3. เนื่องจากผู้พัฒนาโปรแกรมไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิเคราะห์ลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง ดังนั้นในส่วนของการทดลองนั้นการบ่งบอกลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดงนั้น อาจส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการบ่งบอกลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้

4. ภาพถ่ายเซลล์เม็ดเลือดแดงที่นำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้นมีจำนวนจำกัด ทำให้ไม่ครอบคลุมทุกกรณีของความผิดปกติ ดังนั้นโปรแกรมจึงสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้เพียงบางชนิดเท่านั้น

6.3 ข้อเสนอแนะโครงการ

1. ผู้ที่มีความสนใจโครงการนี้สามารถนำโครงการไปพัฒนาต่อยอดได้ โดยเพิ่มเติมการตรวจจับเซลล์เม็ดเลือดแดงให้มีความสามารถในการแยกแยะมากขึ้นโดยอาจทำการแยกส่วนที่ไม่ใช่เซลล์เม็ดเลือดแดงออกไปให้หมดเช่นเกล็ดเลือด หรือเซลล์เม็ดเลือดขาวเป็นต้น หรืออาจทำการแยกแยะเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ทับกันหรือติดกันออกมาพิจารณาได้ และสามารถวิเคราะห์ลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2. ในส่วนการทำงานของโปรแกรมนั้นสามารถทำให้มีความเร็วมากยิ่งขึ้นได้ (Optimize) โดยทำการแก้ไขอัลกอริทึมในส่วนของการประมวลผลภาพดิจิตอล

3. โปรแกรมสามารถระบุค่าที่จะใช้ในการบ่งบอกลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงได้เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิเคราะห์ลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงเป็นผู้กำหนดการบ่งบอกลักษณะความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยตนเอง

4. แหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านโลหิตวิทยาหรือจากหน่วยงานสาธารณสุข เพื่อมานำมาเป็นตัวอย่างเพิ่มเติม ในการตรวจสอบความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงให้มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สุภินันท์ สเป็ค สายเชื้อ. (2534). ภาพสีประกอบโลหิตวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: เอช ที พี เพรส.

[2] วนิดา (อัศวะมหาศักดา) อิฐรัตน์. (2545). โลหิตวิทยาทันยุค. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์.

[3] Kanchana Chansung. Blood Smear Interpretation. Retrieved June 6, 2010, from http://home.kku.ac.th/acamed/kanchana/bsi.html

[4] Wadsworth Center. Through the Microscope Blood Cells. Retrieved June 15, 2010, from http://www.wadsworth.org/chemheme/heme/microscope/celllist.htm

[5] Alan C. Bovik. (2009). The Essential Guide to Image Processing. (Second Edition). San Diego,CA : Academic Press.

[6] The Median Filter Problem. Retrieved August 24, 2010, from http://tracer.lcc.uma.es/problems/mfp/mfp.html

[7] James Fishbaugh. (2009). Histogram Equalization Retrieved September 16, 2010, from http://www.cs.utah.edu/~jfishbau/improc/project2/

[8] Andrew Greensted (2010). Otsu Thresholding Retrieved September 25, 2010 from http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html

[9] Connected Component Labeling Retrieved November 12, 2010 from http://en.wikipedia.org/wiki/Connected_Component_Labeling

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายศุภวิทย์ เถาะสุวรรณ

ภูมิลำเนา 10 หมู่ 8 ต. ชัยนาม อ. วังทอง จ. พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: ragoz@live.com