การแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย

SEGMENTATION BLOOD SMEARS IMAGE OF MALARIA PARASITE

T033098

สมชาย แย้มต่วน

SOMCHAI YAMTUAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2542

ISBN 974-622-426-3

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33098
วัน, เดือน, ปี 5 ก.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEGMENTATION BLOOD SMEARS IMAGE OF MALARIA PARASITE

SOMCHAI YAMTUAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN COMPUTER SCIENCE

AND INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

ISBN 974-622-426-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย
นักศึกษา	ร.อ.สมชาย แย้มต่วน
รหัสประจำตัว	35628040
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ชม กิ้มปาน

บทคัดย่อ

ในการตรวจหาเชื้อไข้มาลาเรีย กระทำโดยการนำเลือดผู้ป่วยมาสเมียร์ลงบนแผ่นกระจกและนำไปย้อมสี แล้วส่องดูการติดสีของส่วนประกอบต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เช่น นิวเคลียสติดสีม่วงแดง ไซโตรพลาสซึมติดสีฟ้าน้ำเงิน สำหรับการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียเป็นการนำรูปภาพที่ได้จากการถ่ายภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์ มาอ่านเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้เครื่องสแกนเนอร์ และกำหนดกลุ่มสีเฉพาะของเชื้อไข้มาลาเรีย แล้วคำนวณหาค่าฮิวของเชื้อไข้มาลาเรีย ซึ่งค่าฮิวเป็นค่ามุมของสีที่ได้จากการวัดสเปกตัมของแสง และกำหนดค่าฮิวที่คำนวณได้เป็นค่าฮิวอ้างอิงเก็บไว้ในฐานข้อมูล ส่วนขั้นตอนการทดสอบจะนำภาพที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์มาคำนวณหาค่าฮิวของภาพ หลังจากนั้นนำค่าฮิวของภาพที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิง ถ้าค่าฮิวของจุดภาพใด ๆ มีค่าฮิวตรงกับค่าฮิวอ้างอิงแสดงว่าภาพนั้นมีเชื้อไข้มาลาเรีย ในทางตรงข้ามถ้าไม่มีค่าฮิวของจุดภาพที่มีค่าตรงกับค่าฮิวอ้างอิงแสดงว่าภาพนั้นไม่มีเชื้อไข้มาลาเรีย

สำหรับการทดลองนี้ ใช้ภาพตัวอย่างและภาพทดสอบอย่างละ 50 ภาพ โดยภาพทั้งสองเป็นภาพแบบบิตแมป 24 บิต ชนิดไม่มีการบีบอัดข้อมูล ความละเอียดของภาพ 100 จุดต่อนิ้ว ซึ่งจากการนำคุณสมบัติของสีในส่วนของค่าฮิว มาใช้ในการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย ผลการทดลองสามารถใช้ค่าฮิวทำการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Segmentation Blood Smears Image of Malaria Parasite
Student	Capt.Somchai Yamtuan
Student ID.	35628040
Degree	Master of Science
Programme	Computer Science and Information Technology
Year	1999
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Chom Kimpan

ABSTRACT

At the beginning, the inspection of malaria parasite was done by smearing malaria patient's blood and dying. Next, the blood was searched for its color using a microscope; for example: the nucleus will become magenta; and cytoplasm will become sky-blue. Then, the image segmentation of malaria parasite was performed by taking an image from a microscope and sending to a computer via a scanner. The group of color malaria parasite was set and computed to find out a hue value, which is a color angle value measured from a light spectrum, then kept the values as references in a database. On contrary, testing a blood image, whether it infects malaria or not, can be accomplished by comparing the hue values of the image pixels from the scanner with the reference hue values. If one of the hue values of the image is the same as the reference value, it indicates that the blood have malaria parasite. On the other hand, if the hue values are not the same as the reference value, it indicates that the blood doesn't have malaria parasite.

This experiment is conducted using 50 images from infected samples and 50 test images. All of them are 24 bits uncompress images and have 100 pixel/inches resolution. As a result, hue values analysis given up to 100 % correction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับระบบการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย รวมทั้งได้ทดสอบการแยกภาพเชื้อมาลาเรียจาก รศ.ดร.ชม กิ้มปาน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์จากท่าน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์มัฆวาน จันทร์กอฮอ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและแก้ไขในปัญหา ตลอดจนอุปสรรคของการทำวิจัย ซึ่งเป็นผลให้ผู้วิจัยสามารถผ่านพ้นปัญหาและอุปสรรคได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ พ.ท.หญิง สุรีพร พ่วงพงษ์ ภาควิชาพยาธิวิทยา และ พ.ท.หญิง ปานจิต ธรรมศรี ภาควิชาปรสิตวิทยา วิทยาลัยแพทย์พระมงกุฎเกล้า ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือทางด้านข้อมูลของเชื้อมาลาเรีย อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาเรื่องทั่ว ๆ ไปของเชื้อมาลาเรีย

ขอขอบพระคุณพี่ ๆ กรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและช่วยในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับระบบงานการแยกภาพเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย

ขอขอบพระคุณ คุณบุญช่วย ชาติทอง คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาให้การช่วยเหลือ และคำแนะนำในส่วนของงานธุรการทุก ๆ ด้าน

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือในการหาแหล่งของข้อมูล และยังให้กำลังใจต่อผู้วิจัยตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ช่วยตรวจสอบการทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยให้เป็นไปตามรูปแบบของบัณฑิตวิทยาลัย

สมชาย แย้มต่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....V

สารบัญภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....2

1.3 แนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.5 ศัพท์ต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรียที่ควรทราบ.....4

บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อมาลาเรีย และทฤษฎีแสงสี.....6

2.1 เชื้อมาลาเรีย.....6

2.1.1 วงจรชีวิตของเชื้อมาลาเรีย.....7

2.1.2 ระยะต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรีย.....8

2.1.3 รูปร่างลักษณะของเชื้อมาลาเรีย.....8

2.1.4 การตรวจเชื้อมาลาเรียจากสไลด์เลือด.....14

2.2 การรับรู้แสงสีของมนุษย์.....16

2.2.1 องค์ประกอบของแสงสี.....17

2.2.2 ระบบสีซีไออี.....18

2.2.3 แบบจำลองสี.....19

- แบบจำลองสีอาร์จีบี.....20

- แบบจำลองสีซีเอ็มวาย.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

- แบบจำลองสีวายไอคิว.....22
- แบบจำลองสี เอชเอสวี.....23
- แบบจำลองสีเอชเอสไอ.....24
2.3 การแปลงข้อมูลภาพแบบอาร์จีบี เป็นแบบเอชเอสไอ 25

บทที่ 3 ระบบการเก็บภาพและการแสดงภาพ.....29
3.1 การเก็บภาพเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์.....30
3.1.1 Video Capture.....30
3.1.2 สแกนเนอร์.....31
3.2 การแสดงภาพ.....36
3.2.1 การแสดงภาพสีจริง.....36
3.2.2 การแสดงภาพสีเทียม.....36

บทที่ 4 หลักการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรีย.....38
4.1 การสร้างฐานข้อมลค่าฮิวอ้างอิง.....39
4.1.1 ขั้นตอนการหาค่าฮิว.....39
4.1.2 ขั้นตอนการกำหนดค่าฮิวอ้างอิง.....41
4.2 การแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียโดยเปรียบเทียบค่าฮิว.....43

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....46

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....59

เอกสารอ้างอิง.....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ผนวก ก.....62

ผนวก ข.....65

ผนวก ค.....68

ประวัติผู้เขียน.....80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางการเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของเชื้อมาลาเรียในแต่ละชนิด.....13
ของแต่ละระยะ

2.2 ตารางเปรียบเทียบคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับสีในวิชาการวัดสีและการรับรู้สี.....18

4.1 ตารางแสดงสีส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับการติดเชื้อ.....38

4.2 ตารางแสดงสีส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ได้รับการติดเชื้อ.....38

5.1 ตารางแสดงค่ามุมของสีในภาพที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย.....48

5.2 ตารางแสดงค่ามุมของสีในภาพที่ได้รับเชื้อมาลาเรีย.....48

5.3 ตารางแสดงค่าฮิวของเชื้อมาลาเรีย.....48

5.4 ตารางแสดงผลการทดสอบการแยกเชื้อมาลาเรีย.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเชื้อมาลาเรีย.....9

2.2 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ ring form.....9

2.3 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ growing trophozite.....10

2.4 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ immature schizont.....11

2.5 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ mature schizont.....12

2.6 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ gametocyte.....12

2.7 แสดงวงกลมของสี.....17

2.8 แสดงแผนภาพซีไออี.....20

2.9 แสดงแบบจำลองสีอาร์จีบี.....21

2.10 แสดงแบบจำลองสีเอชเอสวี.....24

2.11 แสดงสามเหลี่ยมของแบบจำลองเอชเอสไอ.....25

2.12 แสดงภาพแบบจำลองสีเอชเอสไอ.....26

2.13 แสดงการหาค่ามุม H จากรูปสามเหลี่ยมสีเอชเอสไอในโคออดิเนต.....27
แบบจำลองอาร์จีบี

3.1 แสดงโครงสร้างของ Viodeo Capture.....30

3.2 แสดงโครงสร้าง VGA Card.....31

3.3 แสดงการทำงานของสแกนเนอร์.....32

3.4 แสดงการอ่านภาพสีของสแกนเนอร์.....34

3.5 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Flatbed Scanner.....34

3.6 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ SheetFed Scanner.....35

3.7 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Overhead Scanner.....35

3.8 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Handheld Scanner.....35

4.1 แสดงการสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง.....40

4.2 แสดงตัวอย่างค่ามุมของเชื้อมาลาเรีย.....42

4.3 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอร์แดนที่ 1.....42

4.4 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอร์แดนที่ 3.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นระหว่างควอร์แดนที่ 3 และ 4.....42

4.6 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอร์แดนที่ 4.....43

4.7 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นระหว่างควอร์แดนที่ 1 และ 4.....43

4.8 แสดงการแยกภาพเชื้อมาลาเรียโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว.....44

5.1 แสดงภาพตัวอย่างเชื้อมาลาเรีย.....45

5.2 แสดงค่า r, g, b ณ จุดภาพใด ๆ.....47

5.3 แสดงค่าฮิวของภาพ.....47

5.4 แสดงค่าของจุดภาพในการ segment ได้.....47

5.5 แสดงภาพเชื้อไข้มาลาเรียที่ทำการแยกได้.....47

5.6 แสดงภาพสไลด์เลือดที่ทราบข้อมูลแล้วว่าไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย.....49

5.7 แสดงภาพสไล์เลือดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการที่นำเสนอ.....49

5.8 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์.....50

5.9 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....50

5.10 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์.....51

5.11 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....51

5.12 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์.....52

5.13 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....52

5.14 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดฟาริฟารัม.....53

5.15 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....53

5.16 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์.....54

5.17 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....54

5.18 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์ในระยะ growing trohozoite.....55

5.19 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....55

5.20 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดโอวาเล่.....56

5.21 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....56

5.22 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดมาลาเรียอี.....57

5.23 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีที่นำเสนอ.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มาลาเรีย [1] (malaria) เป็นโรคที่รู้จักกันมานาน ส่วนมากพบในภูมิประเทศเขตร้อนและใกล้เขตร้อน (tropical & subtropical) ซึ่งองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) จัดเป็นโรคอันดับหนึ่งที่ทำลายสุขภาพมนุษย์ และเกิดเป็นปัญหาสำคัญสำหรับประเทศในเขตร้อนที่กำลังพัฒนา สำหรับประเทศไทยพบมาลาเรียในภูมิภาคที่เป็นป่าเขา และหมู่บ้านที่ติดชายแดนซึ่งพบว่ามีการระบาดอยู่

เชื้อไข้มาลาเรีย (malaria parasite) เป็นสโปโรซัว (sporozoa) ที่อาศัยและเจริญเติบโตอยู่ในเม็ดเลือดแดงที่เกิดจากเชื้อพลาสโมเดียม (plasmodium) ซึ่งเชื้อนี้ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์มี 4 ชนิด (species) คือ พลาสโมเดียมไวแวกซ์ (plasmodium vivax) พลาสโมเดียมโอวาเลย์ (plasmodium ovale) พลาสโมเดียมมาลาเรียอี (plasmodium malariae) และ พลาสโมเดียมฟาริฟารัม (plasmodium falciparum) โดยอาการของโรคมีลักษณะของไข้สูงเป็นระยะ ๆ หนาวสั่น โลหิตจาง ตับม้ามโต ดังนั้นในการที่จะวินิจฉัยว่ามีเชื้อมาลาเรียในผู้ป่วยหรือไม่ บุคลากรทางด้านการแพทย์จะต้องทำการตรวจหาเชื้อจากเลือดผู้ป่วย ซึ่งเชื้อจะมีรูปร่างและลักษณะพิเศษที่บ่งบอกว่าเป็นเชื้อมาลาเรียชนิดนั้น ๆ ซึ่งในการวินิจฉัยเชื้อมาลาเรียสามารถกระทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติคือการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนาและฟิล์มเลือดชนิดบาง (thick blood film และ thin blood film) โดยบุคลากรทางด้านการแพทย์จะนำเลือดผู้ป่วยไปทำการย้อมสี เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรียเกิดการติดสีต่าง ๆ กัน เช่น นิวเคลียส (nucleus) หรือโครมาติน (chromatin) ติดสีโทนแดง ไซโตรพลาสซึม (cytoplasm) ติดสีโทนฟ้าหรือสีโทนน้ำเงิน เป็นต้น ซึ่งค่าสีที่แสดงนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของส่วนประกอบในเชื้อมาลาเรีย จากภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้จากการย้อมสีนี้ บุคลากรทางด้านการแพทย์สามารถกำหนดชนิดและระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียในเซลล์เม็ดเลือดแดงได้ โดยพิจารณาว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างของเชื้อมาลาเรียที่ปรากฏในภาพ และสังเกตจากสีที่แสดงออกมา รวมทั้งพิจารณาว่าส่วนประกอบที่ปรากฏมีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ต้องอาศัยบุคลากรทางด้านการแพทย์ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบ ซึ่งในกรณีที่เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อมาลาเรียอย่างหนัก หรือในพื้นที่ชนบทที่ห่างไกล ตลอดจนตามแนวชายแดนปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความชำนาญอาจเกิดขึ้นได้

งานวิจัยนี้จึงได้เสนอการเปรียบเทียบค่าฮิว [2] (Hue) ในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดง เพื่อตรวจหาว่ามีเชื้อมาลาเรียอยู่ในภาพหรือไม่ ซึ่งค่าฮิวคือโทนของสีแบบเฉพาะที่แตกต่างจากสีอื่น ๆ และเป็นตัวกำหนดว่าส่วนประกอบของเชื้อมาลาเรีย ในแต่ละส่วนประกอบนั้นเป็นสีอะไร โดยแต่ละค่าสีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฮิวจะมีค่ามุมเฉพาะเพื่อบอกว่าเป็นสีนั้น ๆ และจากหลักการนี้สามารถนำค่าฮิวมาตรวจเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างอัตโนมัติว่าได้รับเชื้อมาลาเรียหรือไม่ และทำการคัดแยกภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยที่ได้รับการติดเชื้อออกจากภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงปกติ แล้วนำไปวินิจฉัยเพิ่มเติมว่ามีการติดเชื้อชนิดอะไร อยู่ในระยะใด โดยแนวคิดที่เสนอนี้จะช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการวินิจฉัยโรคมาลาเรีย

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เนื่องจากการบำบัดรักษาโรคมาลาเรีย แพทย์จำเป็นต้องทราบถึงชนิด และระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งถ้าหากแพทย์ไม่ทราบว่าผู้ป่วยมีเชื้อชนิดใดและอยู่ในระยะใดแล้ว การรักษาจะไม่สามารถกระทำได้ ดังนั้นงานการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย โดยใช้การเปรียบเทียบค่าฮิว จึงเป็นหนทางนำไปสู่การจำแนกชนิด และระยะของการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากการตรวจทางการแพทย์หากเกิดข้อบกพร่องหรือผิดพลาดขึ้นแล้ว จะเป็นเหตุของการสูญเสียชีวิตของผู้ป่วยได้ และปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันคือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญมีไม่เพียงพอกับปริมาณงานที่มีอยู่และกระจายอยู่ตามชนบท ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมสำหรับแยกภาพเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วยเพื่อ

1.2.1 ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี หลักการต่าง ๆ ของโรคมาลาเรีย

1.2.2 ศึกษาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพทางการแพทย์

1.2.3 เสนอแนวความคิดในการประมวลผลภาพทางการแพทย์

1.2.4 เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและพัฒนางานในสาขาการประมวลผลภาพ ทางการแพทย์ตลอดจนงานการประมวลผลภาพทางด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 แนวความคิดของงานวิจัย

แนวความคิดสำหรับการแยกภาพเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย ที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้กำหนดขึ้นจากหลักความจริง 2 ประการ

1.3.1 นิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเชื้อมาลาเรีย จะปรากฏให้เห็นในภาพเสมอไม่ว่าจะได้รับเชื้อมาลาเรียชนิดอะไร และอยู่ในระยะใด ซึ่งต่างจากส่วนประกอบอื่น ๆ ของเชื้อมาลาเรียที่การปรากฏขึ้นอยู่กับชนิดและระยะของการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียนั้น ๆ

1.3.2 สีของนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมของเชื้อมาลาเรียที่ได้จากการย้อม จะแตกต่างจากค่าสีของส่วนประกอบอื่น ๆ ของเชื้อมาลาเรียอย่างชัดเจน

จากความจริงประการที่หนึ่ง เราสามารถตรวจหาเชื้อมาลาเรียโดยการตรวจหานิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมของเชื้อมาลาเรีย นั้นคือถ้ามีนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมของเชื้อมาลาเรียปรากฏใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงว่ามีเชื้อมาลาเรียในภาพนั้น จากความจริงประการที่สองเราสามารถหานิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมของเชื้อมาลาเรีย โดยการระบุค่าสีเฉพาะของส่วนประกอบทั้งสอง ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ระบุสีที่ปรากฏในภาพว่าคือสีอะไรทำได้โดยการพิจารณาองค์ประกอบทั้ง 3 ของสีคือ ค่าสี (ค่าฮิว : Hue), ค่าความอิ่มตัว (Saturation) และค่าความสว่าง (Brightness) แต่ในงานวิจัยนี้ใช้เฉพาะค่าฮิวในการระบุสีนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมของเชื้อมาลาเรียเท่านั้น เนื่องจากส่วนประกอบต่าง ๆ ในภาพมีค่าฮิวแตกต่างกัน และในการเก็บภาพมักถูกแสงสีขาวในสภาพแวดล้อมรบกวนทำให้ค่าความอิ่มตัว และค่าความสว่างไม่คงที่ ดังนั้นการระบุสีโดยพิจารณาจากค่าฮิวแต่เพียงอย่างเดียวจึงเหมาะสมกว่า

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แนวความคิดที่เสนอเพื่อทำการวินิจฉัยว่าภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงมีการติดเชื้อมาลาเรียหรือไม่ ทำได้โดยการหาค่าฮิวเฉพาะของนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมเชื้อมาลาเรียในภาพนั้น ถ้าพบแสดงว่ามีการติดเชื้อ และถ้าไม่พบแสดงว่าไม่มีการติดเชื้อ

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ นำเสนอถึงหลักการเปรียบเทียบค่าฮิวสำหรับการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย จากสไลด์เลือดฟิล์มหนาเพื่อทำการตรวจหาในเบื้องต้นว่าในภาพดังกล่าวมีหรือไม่มีเชื้อ และนำไปประยุกต์กับงานทางด้านการแพทย์ โดยใช้คุณสมบัติของสีในส่วนของค่าฮิวมาเป็นเงื่อนไขในการแยกภาพเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วย ซึ่งรายละเอียดของงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 6 บท โดยที่แต่ละบทจะมีหัวข้อและเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ

อธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ แนวความคิด และขอบเขตของงานวิจัย

บทที่ 2 หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อมาลาเรีย และทฤษฎีแสงสี

อธิบายถึงความเป็นมาและลักษณะต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรีย ตลอดจนการอธิบายถึงการรับรู้แสงสีของมนุษย์ องค์ประกอบของแสงสี (chromatic light) แบบจำลองต่าง ๆ ของสี และความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

บทที่ 3 ระบบการเก็บภาพและการแสดงภาพ

อธิบายถึงระบบการเก็บภาพด้วยเครื่องสแกนเนอร์ ตลอดจนการแสดงภาพสีในระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 หลักการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรีย

แสดงถึงวิธีการ และขั้นตอนการแยกภาพเชื้อมาลาเรียโดยการนำคุณสมบัติของสีในส่วนของค่าฮิวมาใช้ในการแยกภาพ ซึ่งเป็นงานที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง

เป็นการทดลองและผลการทดลอง ที่แสดงถึงความสามารถในการแยกภาพเชื้อมาลาเรียที่ได้จากวิธีการและขั้นตอนที่นำเสนอไว้ในบทที่ 3

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เป็นการสรุปผลการวิจัยและวิจารณ์ผลที่ได้จากการทดลอง พร้อมทั้งปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดจนข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการทำวิจัยที่จะพัฒนาต่อไป

และในส่วนท้ายเป็นภาคผนวก ซึ่งได้กล่าวถึงรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัย ทั้งนี้เพื่อความสะดวกของผู้ที่จะทำการวิจัยพัฒนาต่อไป

1.5 ศัพท์ต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรียที่ควรทราบ

(1) Sporozoite ระยะติดต่อของเชื้อมาลาเรีย เจริญเติบโตอยู่ภายในกระเพาะอาหารของยุง จากนั้นจะเข้าไปอยู่ที่ต่อมน้ำลายยุง ระหว่างที่ยุงกัดกินเลือดคนจะปล่อยเชื้อจากต่อมน้ำลายเข้ากระแสเลือดคน

(2) Merozoite เป็นระยะตัวอ่อนที่ได้มาจากการแบ่งเซลล์แบบมีเพศ (Schizogony) หรือตัวอ่อนที่เจริญจาก sporozoite เข้าไปอยู่ในเซลล์ตับ

(3) Schizogony การเจริญแบ่งตัวแบบไม่มีเพศของ Sporozoa เช่นในมาลาเรียของคนจะแบ่งตัวเมื่ออยู่ในเซลล์ตับ หรือในเม็ดเลือดแดงของคน

(4) Sporogony การเจริญแบ่งตัวแบบมีเพศของ Sporozoa เช่นในมาลาเรีย male และ female gametes ผสมพันธ์กันในยุงซึ่งเป็น Definitive host

(5) Pre-erythrocytic Stage เป็นระยะ Schizogony ในเซลล์ตับของคน ซึ่งเจริญจาก Sporozoite จากน้ำลายยุง ก่อนกระจายเข้าสู่เม็ดเลือดแดง

(6) Exo-erythrocytic Stage เกิดจาก Merozoite ของระยะ Pre-erythrocytic stage

(7) Trophozoite เป็นระยะแรกของ Asexual form ในเม็ดเลือดแดงซึ่งยังไม่มีการแบ่งตัวของนิวเคลียส มี 2 ระยะคือ ring form และ amoeboid form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) Schizont ระยะการแบ่งตัวแบบไม่มีเพศของเชื้อมาลาเรีย พบในเซลล์ตับและเม็ดเลือดแดง แบ่งเป็น Immature Schizont ซึ่งระยะนี้นิวเคลียสแบ่งตัวเต็มที่แล้วแต่ไซโตรพลาสซึมยังแบ่งไม่หมด และ Mature Schizont ทั้งนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมมีการแบ่งตัวเต็มที่แล้ว ซึ่งแต่ละอันเรียกว่า Merozoite

(9) Microgametocyte เป็นเซลล์ตัวผู้ของเชื้อมาลาเรีย จะแบ่งตัวให้ Microgamete จำนวนมาก

(10) Exflagellation คือขบวนการสร้าง microgamete ของ microgametocyte

(11) Macrogametocyte เป็นเซลล์ตัวเมียของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งเจริญเป็น Macrogate 1 เซลล์

(12) Hypnozoite เป็น merozoite ที่เข้าไปอยู่สงบในเซลล์ตับ โดยไม่ก่อให้เกิดอาการ เมื่อร่างกายคนมีภูมิต้านทานต่ำลง จะมีการเจริญเติบโตแบ่งตัวแบบ schizogony ปล่อย merozoite เข้าเม็ดเลือดแดงเป็น erythrocytic stage และพบใน plasmodium vivax และ plasmodium ovale เท่านั้นซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดไข้กลับ (relapse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับเชื้อมาลาเรียและทฤษฎีแสงสี

2.1 เชื้อมาลาเรีย (Malaria Parasite)

เชื้อมาลาเรีย [3] เป็นสโปโรซัวชนิดหนึ่ง ซึ่งอยู่ใน Genus Plasmodium เป็นโรคที่รู้จักกันมานานตั้งแต่สมัยอียิปต์โบราณ ใน ค.ศ.1717 พบได้ทั้งในคนและสัตว์ ต้นเหตุทำให้เกิดโรคมาลาเรียหรือไข้จับสั่นนี้ นำโดยยุงก้นปล่องตัวเมียใน Genus Anopheles ในหลาย species ทำให้เกิดอาการที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มีไข้สูงเป็นพัก ๆ หนาวสั่น โลหิตจาง ตับม้ามโต เชื้อมาลาเรียที่ก่อโรคในมนุษย์ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด Plasmodium falciparum, Plasmodium vivax, Plasmodium malariae และ Plasmodium ovale โดยแต่ละชนิดมีการกระจายของเชื้อและชีววิทยาที่แตกต่างกันดังนี้

(1) Plasmodium falciparum

พบได้ในเขตร้อนและใกล้เขตร้อนของอาฟริกา อเมริกาใต้ และเอเชีย แต่ในเขตหนาวยุงเจริญเติบโตได้ไม่ดีจึงพบเชื้อชนิดนี้ไม่บ่อย โดยการกระจายของเชื้อเข้าไปเจริญเติบโต และแบ่งตัวในเซลล์ตับจนได้ merozoite ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเชื้อมาลาเรียชนิดอื่น ๆ อีกทั้ง merozoite เข้าไปในเม็ดเลือดแดงได้ทุกระยะทั้งเซลล์แก่และเซลล์อ่อน และระยะเวลาของ erythrocytic schizogony กินเวลาสั้น ดังนั้นการเพิ่มจำนวนเชื้อในกระแสเลือดจึงรวดเร็ว นอกจากนี้ระยะฟักตัวของโรคสั้น รวมทั้งการดื้อยาของเชื้อนี้ ทำให้เป็นปัญหาทั้งในด้านระบาดวิทยาและการรักษา

(2) Plasmodium vivax

พบได้ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นเกือบทั่วโลก แต่พบได้น้อยในอาฟริกาโดยเฉพาะแถบตะวันตก โดยเชื้อมาลาเรียชนิดนี้มีระยะ hypnozoite ในเซลล์ตับซึ่งทำให้เกิดไข้กลับได้ ดังนั้นการรักษาต้องใช้ยาทำลายเชื้อ

(3) Plasmodium malariae

พบได้ในเขตร้อนและใกล้เขตร้อนของอาฟริกาตะวันออก และประเทศอินเดียทางตะวันตก เชื้อชนิดนี้พบได้น้อยกว่า plasmodium falciparum และ plasmodium vivax โดยเชื้อในกระแสเลือดมีจำนวนน้อย ทำให้เกิดโรคมาลาเรียที่มีระยะฟักตัวนานและอาการของโรคไม่รุนแรง

(4) Plasmodium ovale

พบได้ในเขตร้อนของอาฟริกาโดยเฉพาะแถบตะวันตก อเมริกาใต้และเอเชีย เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดไข้กลับได้เพราะมีระยะ hypnozoite ในเซลล์ตับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 วงจรชีวิตของเชื้อมาลาเรีย

เชื้อมาลาเรียมีวงจรชีวิต 2 ช่วงดังนี้

(ก) วงจรชีวิตในยุง มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

(ข) วงจรชีวิตในคน มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ แบ่งเป็น

- ระยะที่อยู่ในตับ
- ระยะที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง

(ก) วงจรชีวิตในยุง

เมื่อยุงก้นปล่องตัวเมียกัดคนที่มีเชื้อมาลาเรีย ยุงจะดูดเลือดที่มี microgametocyte และ macrogametocyte เข้าไปในกระเพาะอาหาร microgametocyte จะมีการ exflagellation โดยแบ่งนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมเป็นเส้นยาว ๆ ได้ microgamete 4-8 ตัว ส่วน macrogametocyte จะออกจากผนังเม็ดเลือดแดงเป็น macrogamete โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง เมื่อ microgamate ผสมกับ macrogamete ได้เป็น zygote แล้วเจริญเป็น ookinete เคลื่อนที่แทรกผ่านระหว่างเซลล์เยื่อบุกระเพาะอาหารไปอยู่ที่ผิวด้านนอกของผนังกระเพาะอาหารของยุง จากนั้นจึงสร้างผนังล้อมรอบตัว เกิดเป็นก้อนกลม ๆ เรียกว่า oocyst ซึ่งเซลล์ภายในมีการแบ่งตัวได้ sporozoite รูปร่างคล้ายกระสวยเป็นจำนวนมาก เมื่อ oocyst เจริญเต็มที่ผนังหุ้มจะแตกออกและปล่อย sporozoite กระจายไปทั่วตัวยุงรวมทั้งที่ต่อมน้ำลายด้วย

(ข) วงจรชีวิตในคน

- ระยะที่อยู่ในตับ เมื่อยุงก้นปล่องตัวเมียกัดคนจะปล่อย sporozoite เข้ากระแสเลือด หลังจากนั้นประมาณ30-40 นาที sporozoite จึงเข้าสู่เซลล์ตับแล้วเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนแบบไม่อาศัยเพศโดยวิธี schizogony ได้ merozoite จำนวนมากทำให้เซลล์ตับแตก และปล่อย merozoite เข้าสู่กระแสเลือด ซึ่งการเจริญเติบโตในเซลล์ตับนี้เรียกว่า exo-erythrocytic schizogony ซึ่งใช้เวลา 5-16 วัน แล้วแต่ชนิดของเชื้อมาลาเรีย

- ระยะที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง เมื่อ merozoite ที่ออกจากเซลล์ตับที่แตกจะเข้าสู่กระแสเลือด และเข้าไปอยู่ในเม็ดเลือดแดง แล้วเจริญเติบโตเป็น ring form, growing trophozoite, immature schizont และ mature schizont ตามลำดับ โดยในระยะ mature schizont นี้ เชื้อมาลาเรียจะแบ่งตัวได้ merozoite จำนวนมาก เมื่อเม็ดเลือดแดงแตกออกจะปล่อย merozoite เข้าสู่กระแสเลือดเซลล์อื่นต่อไป และจากภายหลังที่เม็ดเลือดแดงแตก และ merozoite เข้าไปเจริญเติบโตในเม็ดเลือดแดงเซลล์ใหม่ merozoite บางตัวจะเปลี่ยนสภาพไปเป็น gametocyte ซึ่งมีทั้ง microgametocyte และ macrogametocyte รอให้ยุงมากัดและรับเชื้อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ระยะต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรีย

Plasmodium มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยวิธี sporogony ในยุงก้นปล่องตัวเมีย และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธี schizogony ในมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นในเซลล์ตับและในเม็ดเลือดแดง ระยะต่าง ๆ ของ plasmodium ที่พบในเม็ดเลือดแดง ได้แก่ ring form, growing trophozoite, immature schizont, mature schizont และ gametocyte ซึ่ง plasmodium ที่ก่อโรคในมนุษย์แต่ละชนิด มีความแตกต่างกันทั้งในรูปร่างลักษณะ และการก่อให้เกิดอาการทางคลินิก รวมทั้งการรักษาและการพยากรณ์โรคด้วย ซึ่งระยะต่าง ๆ ของ plasmodium สามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) ระยะ ring form

เป็นระยะที่ merozoite เข้าไปในเม็ดเลือดแดง แล้วเปลี่ยนรูปร่างคล้ายวงแหวน โดยนิวเคลียสเป็นจุดกลมสีแดงเปรียบเป็นหัวแหวน ไซโตรพลาสซึมเป็นรูปวงแหวนกลมเรียบติดสีฟ้าหรือน้ำเงินเปรียบเป็นเรือนแหวน vacuole เป็นช่องว่างกลางลำตัวเปรียบเป็นที่สวมนิ้ว

(2) ระยะ growing trophozoite

ระยะนี้นิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมขยายตัวใหญ่ขึ้น และลักษณะรูปร่างของ plasmodium vivax ในระยะนี้ ไซโตรพลาสซึมจะเปลี่ยนรูปร่างจากกลมเรียบแผ่ไปคล้ายอะมีบา จึงเรียกระยะนี้ว่า ameboid form

(3) ระยะ immature schizont

เป็นระยะที่เชื้อเริ่มมีการแบ่งนิวเคลียส แต่ไซโตรพลาสซึมยังไม่แบ่งหรือแบ่งไม่สมบูรณ์

(4) ระยะ mature schizont

เป็นระยะที่ไซโตรพลาสซึมของเชื้อแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เท่าจำนวนของนิวเคลียส แล้วหุ้มนิวเคลียสไว้เกิดเป็นเซลล์เล็ก ๆ เรียกว่า merozite

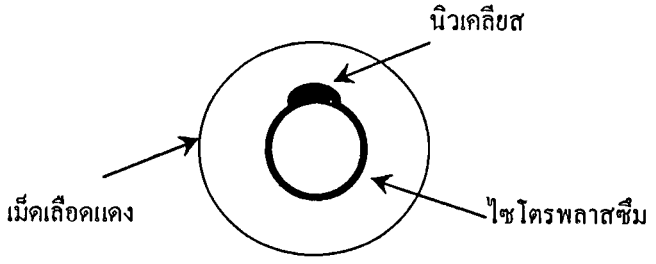
(5) ระยะ gametocyte

เป็นระยะที่ merozite จากเม็ดเลือดแดงที่แตกออกเข้าไปในเม็ดเลือดแดงเซลล์ใหม่ แล้วเติบโตเปลี่ยนสภาพเป็น gametocyte ซึ่งมีนิวเคลียส 1 อัน และไซโตรพลาสซึมเป็นก้อนกลม สำหรับ plasmodium falciparum ในระยะนี้จะแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ คือมีรูปร่างคล้ายพระจันทร์เสี้ยว

2.1.3 รูปร่างลักษณะของเชื้อมาลาเรียในเม็ดเลือดแดงระยะต่าง ๆ

เชื้อมาลาเรียทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมา จะมีรูปร่างลักษณะตามระยะการเจริญเติบโตของเชื้อในแต่ละระยะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างส่วนประกอบหลักของเชื้อมาลาเรีย

(1) Ring form

ก) Plamsmodium falciparum

- ไซโตรพลาสซึม เป็นวงบาง
- เชื้อมักมีนิเคลียส 2 จุด
- ในเม็ดเลือดแดง 1 เซลล์มีการติดเชื้อได้หลายตัว
- เชื้อบางตัวอยู่ชิดขอบหรือทาบขอบในของเม็ดเลือดแดง

ข) Plamsmodium vivax

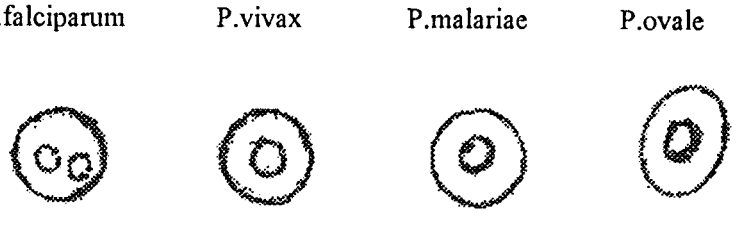
- ไซโตรพลาสซึมเป็นวงค่อนข้างบาง
- เชื้อมีนิวเคลียส 1 จุด บางตัวมี 2 จุด

ค) Plamsmodium malariae

- ไซโตรพลาสซึมเป็นวงค่อนข้างหนาโดยเฉพาะตรงข้ามกับนิวเคลียส
- นิวเคลียสเป็นก้อนมักอยู่ด้านในของเรือนแหวน

ง) Plasmodium ovale

- ไซโตรพลาสซึมเป็นวงค่อนข้างหนา
- นิวเคลียสเป็นก้อน



รูปที่ 2.2 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ ring form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Growing trophozite

ก) Plamsmodium falciparum

- เชื้อขนาดใหญ่ขึ้นจากระยะ ring form
- ไซโตรพลาสซึมเป็นวงหนาขึ้น
- นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้นมักมี 2 จุด
- มาลาเรียพิกเมนต์เป็นกลุ่มติดสีน้ำตาลอยู่ในไซโตรพลาสซึม

ข) Plamsmodium vivax

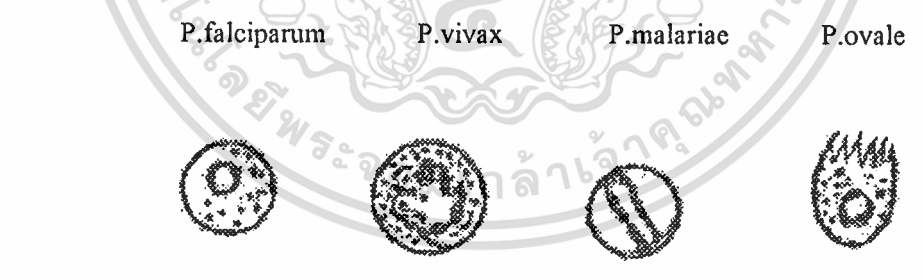
- ไซโตรพลาสซึมรูปร่างไม่แน่นอน มีการขยายตัวแผ่ไปคล้ายอะมีบา
- นิวเคลียสมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นจุดหรือเป็นเส้น
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเหลือง

ค) Plasmodium malariae

- รูปร่างมี 2 แบบ ได้แก่ compact form และ band form
- นิวเคลียสเป็นจุดหรือเป็นเส้น
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเข้มเป็นกลุ่ม ๆ กระจายในไซโตรพลาสซึม

ง) Plasmodium ovale

- ไซโตรพลาสซึมเป็นวงหนาขึ้น
- นิวเคลียสเป็นก้อนขรุขระ
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเหลือเข้มเป็นจุดใหญ่ ๆ กระจายในไซโตรพลาสซึม



รูปที่ 2.3 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ Growing trophozite

(3) Immature schizont

ก) Plamsmodium falciparum

- รูปร่างค่อนข้างกลม
- นิวเคลียสเป็นก้อนขรุขระจำนวนหลายอัน

ข) Plamsmodium vivax

- รูปร่างไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

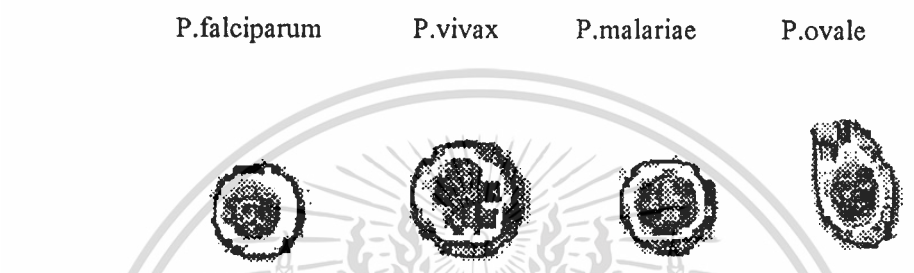
- นิวเคลียสเป็นก้อนขระขระจำนวนหลายอัน

ค) Plasmodium malariae

- รูปร่างค่อนข้างกลม
- นิวเคลียสเป็นก้อนขรุขระจำนวนไม่มาก

ง) Plasmodium ovale

- รูปร่างค่อนข้างกลม
- นิวเคลียสเป็นก้อนขรุขระจำนวนไม่มาก



รูปที่ 2.4 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ Immature schizont

(4) mature schizont

ก) Plamsmodium falciparum

- merozoite มีจำนวน 8-32 ตัว
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีดำอยู่กลางเม็ดเลือดแดง

ข) Plamsmodium vivax

- merozoite มีจำนวน 12-24 ตัว
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเหลืองอยู่กลางเม็ดเลือดแดง

ค) Plasmodium malariae

- merozoite มีจำนวน 6-12 ตัว เรียงเป็นวงคล้ายดอกเดซี่
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเข้มอยู่กลางเม็ดเลือดแดง

ง) Plasmodium ovale

- merozoite มีจำนวน 4-12 ตัว
- มาลาเรียพิกเมนต์ติดสีน้ำตาลเหลืองเข้มอยู่กลางเม็ดเลือดแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P.falciparum P.vivax P.malariae P.ovale

รูปที่ 2.5 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ mature schizont

(5) Gametocyte

ก) Plamsmodium falciparum

- เชื้อขนาดใหญ่ดันชิดขอบเม็ดเลือดแดง
- รูปร่างคล้ายพระจันทรเสี้ยวหรือกล้วยหอม

ข) Plamsmodium vivax

- เชื้อขนาดใหญ่เกือบเต็มเม็ดเลือดแดง
- รูปร่างกลมหรือรูปไข่

ค) Plasmodium malariae

- เชื้อขนาดเล็กกว่าเม็ดเลือดแดง
- รูปร่างกลม

ง) Plasmodium ovale

- เชื้อขนาดเท่าเม็ดเลือดแดงปกติ
- รูปร่างกลม

P.falciparum P.vivax P.malariae P.ovale

รูปที่ 2.6 แสดงรูปร่างลักษณะของเชื้อในระยะ Gametocyte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของเชื้อม่าลาเรียในแต่ละชนิดของแต่ละระยะ

	P.falciparum	P.vivax	P.malariae	P.ovale
RING FORM				
รูปร่าง	เป็นวงบาง	เป็นวงค่อนข้างบาง	เป็นวงค่อนข้างบางโดยเฉพาะตรงข้ามกับนิวเคลียส	เป็นวงค่อนข้างหนา
นิวเคลียส	เป็นจุดเล็ก ๆ มักมี 2 จุด	เป็นจุดเล็ก ๆ บางตัวมี 2 จุด	เป็นก้อนมักอยู่ด้านในของเรือนแหวน	เป็นก้อน
GROWING TROPHOZOITE				
รูปร่าง	เป็นวงหนาขึ้น	ไม่แน่นอนคล้ายอะมีบา	มี 2 แบบ ได้แก่ compact form และ band form	เป็นวงหนาขึ้น
นิวเคลียส	เป็นจุดหรือเป็นเส้น	เป็นจุดหรือเป็นเส้น	เป็นจุดหรือเป็นเส้น	เป็นก้อนขรุขระ
IMMATURE SCHIZONT				
รูปร่าง	ค่อนข้างกลม	ไม่แน่นอน	ค่อนข้างกลม	ค่อนข้างกลม
นิวเคลียส	เป็นก้อนขรุขระจำนวนหลายอัน	เป็นก้อนขรุขระจำนวนหลายอัน	เป็นก้อนขรุขระจำนวนไม่มาก	เป็นก้อนขรุขระจำนวนไม่มาก
MATURE SCHIZONT				
จำนวน Merozoite	8-32	12-24	6-12	4-12
ขนาด	เล็ก	กลาง	ใหญ่	ใหญ่
GAMETOCYTE				
รูปร่าง	คล้ายพระจันทร์เสี้ยว	กลมหรือรูปไข่	กลม	กลม
นิวเคลียส	เป็นก้อนอยู่บริเวณกลางตัว	เป็นก้อนอยู่ขอบตัว	เป็นก้อนอยู่ขอบตัว	เป็นก้อนอยู่ขอบตัว
ไซโตรพลาสซึม	ติดสีฟ้า	ติดสีฟ้า	ติดสีฟ้า	ติดสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การตรวจเชื้อมาลาเรียจากสไลด์เลือด

Plasmodium แต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ ตามระยะการเจริญเติบโตภายในเม็ดเลือดแดงที่ตรวจพบ และสามารถแยกชนิดได้จากการย้อมสีฟิล์มเลือด ซึ่งลักษณะของเชื้อมาลาเรียแต่ละชนิดมีความสำคัญที่จะต้องแยกชนิดให้ได้อย่างเม่นยำ ทั้งนี้เพื่อการรักษาพยากรณ์โรคได้อย่างถูกต้อง โดยในทางปฏิบัติเมื่อพบคนไข้ที่สงสัยว่าจะเป็นโรคมาลาเรียชนิดใดก็ตาม จะต้องทำการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนา (Thick blood film) เพื่อดูว่ามีเชื้อมาลาเรียหรือไม่ จากนั้นจึงตรวจฟิล์มเลือดชนิดบาง (Thin blood film) เพื่อแยกชนิดของมาลาเรีย ซึ่งการตรวจหาเชื้อมาลาเรียจากฟิล์มเลือดทั้งสองชนิดนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติ เนื่องจากตรวจได้สะดวก รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง สำหรับลักษณะสำคัญของเชื้อมาลาเรียจากการตรวจฟิล์มเลือดสรุปได้ดังนี้

(ก) ลักษณะสำคัญโดยทั่วไปของเชื้อมาลาเรียจากการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนาจะพบลักษณะที่สำคัญดังนี้

- นิวเคลียสเป็นจุดหรือเป็นก้อนติดสีแดง
- ไซโตรพลาสซึมติดสีฟ้าขอบเขตชัดเจน
- malarial pigment อยู่ในไซโตรพลาสซึมของตัวเชื้อ

(ข) ลักษณะของเชื้อมาลาเรียชนิดต่าง ๆ จากการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนา

1) Plasmodium falciparum

- พบเชื้อจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นระยะ ring form และพบเชื้อระยะ gametocyte ได้
- ring form เป็นวงเล็กบาง มีนิวเคลียส 2 จุด
- gametocyte เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว

2) Plasmodium vivax

- พบเชื้อได้ทุกระยะ
- ring form เป็นวงค่อนข้างบาง บางตัวอาจไม่ครบวง เห็นนิวเคลียสเป็นจุด และไซโตรพลาสซึมบางส่วนเป็นรูปจุลภาค (comma form)
- growing trophozoite มีไซโตรพลาสซึมรูปร่างไม่แน่นอน มีการขยายตัวแผ่ไปคล้ายอะมีบา
- schizont ประกอบด้วย merozoite ขนาดเล็กจำนวนมาก โดยเฉลี่ย 16 ตัว

3) Palsmodium malariae

- พบเชื้อได้ทุกระยะแต่จำนวนไม่มาก
- ring form เป็นวงหนา มีนิวเคลียสเป็นก้อนกลมอยู่ด้านในของตัวเชื้อ
- growing trophozoite เป็น compact form หรือ band form
- schizont ประกอบด้วย merozoite จำนวนไม่มาก โดยเฉลี่ย 8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Plasmodium ovale

- พบเชื้อได้ทุกระยะแต่จำนวนไม่มาก
- ring form เป็นวงค่อนข้างบาง
- growing trophozoite เป็น compact form หรือ band form
- schizont ประกอบด้วย merozoite จำนวนไม่มาก โดยเฉลี่ย 8 ตัว

(ค) ลักษณะสำคัญของเชื้อมาลาเรียจากการตรวจฟิล์มเลือดชนิดบาง

- นิวเคลียสเป็นก้อนทึบสีแดง
- ไซโตรพลาสซึมติดสีฟ้าหรือสีน้ำเงิน
- malarial pigment ติดสีน้ำตาลปนเหลือง
- vacule เป็นช่องว่างกลางตัวเชื้อและไม่ติดสี
- vesicular area เป็นวงใสไม่ติดสีอยู่รอบนิวเคลียส

(ง) ข้อเสนอแนะในการอ่านฟิล์มเลือด (blood film)

- ควรเพ่งหาลักษณะของการมีเชื้อมาลาเรียในเม็ดเลือดแดงโดยดูจุดสีแดงเลือดหมู หรือน้ำเงินม่วงปนแดงเข้ม ๆ
- ในฟิล์มเลือดชนิดบางจะพบเชื้อได้มากที่สุดตามบริเวณขอบ ๆ ของฟิล์ม และปลายฟิล์มทั้งนี้เนื่องมาจากแรงเหวี่ยง
- ในฟิล์มเลือดชนิดหนาควรหาตามขอบของฟิล์ม เพราะบริเวณนี้จะบางและโปร่งแสงที่สุด

(จ) Laboratory diagnosis

- การตรวจเลือดโดยวิธีตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนาและชนิดบาง (thick blood film และ thin blood film) ซึ่งการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนา เป็นการตรวจหาเชื้อมาลาเรียได้ง่ายและรวดเร็ว ถึงแม้จะมีเชื้อเป็นจำนวนน้อยในกระแสเลือด ส่วนการตรวจฟิล์มเลือดชนิดบาง เป็นการตรวจเพื่อแยกชนิดของเชื้อมาลาเรีย และเลือกตรวจบริเวณใกล้ปลายฟิล์มเลือดที่เม็ดเลือดแดงเรียงตัวสม่ำเสมอ
- การตรวจแอนติบอดี ด้วยวิธี competitive antibody binding inhibition assay เป็นต้น
- การตรวจหาแอนติเจน ด้วยวิธี DNA probe หรือ RNA probe เป็นต้น

การตรวจแอนติบอดีและแอนติเจน เป็นการตรวจที่ไวและแม่นยำ แต่การทดสอบมีความยุ่งยาก และเสียค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้เชื้อมาลาเรียจำนวนน้อย ๆ ไม่ทำให้อาการป่วยไข้หรือเกิดอาการไม่รุนแรง จึงไม่ค่อยมีความสำคัญทางคลินิก การทดสอบเหล่านี้เหมาะสำหรับงานวิจัยทางด้านระบาดวิทยา หรือการตรวจเลือดจำนวนมาก ๆ ดังนั้นการตรวจฟิล์มเลือดชนิดหนาและชนิดบางจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติ เพราะตรวจได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายไม่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การรับรู้แสงสีของมนุษย์

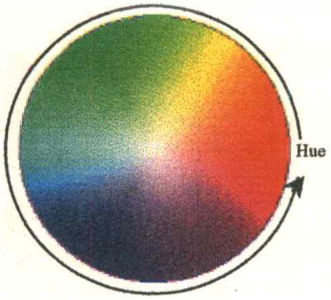
การมองเห็นและรับรู้ภาพของมนุษย์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการตัดสินใจ และการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ ที่เห็น ซึ่งการที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถมองเห็นได้อย่างมนุษย์นั้น สามารถกระทำได้ ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ในหลายปีที่ผ่านมา ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถและประสิทธิภาพเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (image processing) ทั้งที่เป็นภาพขาวดำหรือภาพสี แต่การที่จะทำการประมวลผลภาพได้จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการรับรู้แสงสี องค์ประกอบของแสงสี และแบบจำลองต่าง ๆ ของสี ตลอดจนความสัมพันธ์ของแบบจำลองสี ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการประมวลผลเกี่ยวกับภาพสี ยังไม่มีทฤษฎีเกี่ยวกับสีที่ให้การสนับสนุน หรือใช้ในการอ้างอิงได้สำหรับการนำไปประยุกต์กับงานในหลาย ๆ ด้าน โดยจะเห็นว่ามีแต่เพียงการนำความสามารถของทฤษฎีเพียงจุดหนึ่งมาใช้ และสร้างความถูกต้องให้กับงานหนึ่ง ๆ ในขั้นที่พอใจเท่านั้น และจะขอกล่าวถึงในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

ดวงตาของมนุษย์สามารถมองเห็นวัตถุต่าง ๆ ในธรรมชาติได้ [4] เนื่องจากการสะท้อนของแสง (reflection of light) จากพื้นผิวของวัตถุมาสู่ดวงตาของผู้สังเกต ยังผลให้ผู้สังเกตสามารถบอกความแตกต่างของวัตถุได้ เช่น ลักษณะของรูปร่าง สี หรือลวดลายของพื้นผิว เป็นต้น ซึ่งภายในดวงตาของมนุษย์จะมีเนื้อเยื่อที่เรียกว่าเซลล์ตัวรับ (receptor cell) อยู่ที่ผนังรอบ ๆ ดวงตาซึ่งมีความไวต่อแสงทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า มีอยู่ 2 ประเภทคือ เซลล์รูปกรวย (cone cell) และเซลล์รูปแท่ง (rod cell) การทำงานของเซลล์ทั้ง 2 ประเภทนี้จะให้ผลของการมองเห็นไม่เหมือนกัน โดยเซลล์รูปแท่งจะตอบสนองต่อแสงที่มีความเข้มต่ำ ๆ และสามารถตอบสนองต่อพลังงานของแสงได้ดีแม้ในที่มืดสลัว ถ้ามีเซลล์รูปแท่งเพียงชนิดเดียวระบบการมองเห็นจะเป็นภาพขาวดำ ส่วนเซลล์รูปกรวยจะเป็นเซลล์ที่ตอบสนองต่อสี และสนองตอบต่อพลังงานแสงได้น้อยกว่า จึงใช้ได้ดีเฉพาะในที่มีแสงสว่างเท่านั้น ซึ่งเซลล์รูปกรวยมี 3 ชนิด ที่ตอบสนองต่อสเปกตัมของแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่นได้ไม่เท่ากัน โดยจะตอบสนองต่อแสงได้ดีที่สุดในย่านความยาวคลื่น 420 nm., 530 nm. และ 560 nm. ซึ่งเป็นย่านของแสงสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดงตามลำดับ จึงเป็นเหตุให้ระบบการมองเห็นที่ได้เป็นภาพสี จากการที่เซลล์รูปกรวยแต่ละชนิดไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีแต่ละชนิดได้ ทำให้สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์รูปกรวยเพียงชนิดเดียว จะบอกได้แต่เพียงว่ามีการดูดซับพลังงานของแสงมากหรือน้อยเท่านั้น และไม่สามารถบอกได้ว่าแสงที่เข้ามาอยู่ในช่วงความยาวคลื่นเท่าใด ทั้งนี้จึงเป็นสาเหตุให้เซลล์รูปกรวยเพียงชนิดเดียวไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงของสี (Hue) ออกจากการเปลี่ยนแปลงของความสว่าง (luminance) ดังนั้นถ้าจะแยกความแตกต่างระหว่าง 2 สี จะต้องใช้สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์รูปกรวยทั้ง 3 ชนิดมาทำการเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 องค์ประกอบของแสงสี

แสงโดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือแสงที่สายตามนุษย์มองเห็น (visible rays) กับแสงที่สายตามนุษย์มองไม่เห็น ซึ่งได้แก่ แกมม่า, เอ็กซ์เรย์, อุลตราไวโอเล็ต และอินฟาเรด เป็นต้น แสงเหล่านี้ต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า แต่มีความยาวคลื่นแตกต่างกันออกไปตามที่มนุษย์ได้ค้นพบและรู้จักใช้งานกัน ซึ่งเริ่มตั้งแต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่นำมาใช้ในการส่งวิทยุกระจายเสียงคลื่นสั้นหรือคลื่นยาว การส่งสัญญาณโทรทัศน์ การติดต่อสื่อสารด้วยความถี่ต่าง ๆ จนถึงส่วนของแสงทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยสายตาของมนุษย์ ซึ่งคลื่นของแม่เหล็กไฟฟ้าที่สายตาของมนุษย์มองเห็นมีความยาวคลื่นประมาณ 380 นาโมเมตร จนถึงประมาณ 780 นาโมเมตร โดยแสงสีที่มองเห็นจะทำให้เกิดความรู้สึก 3 ประการคือ ในเรื่องของสี (hue) ความสว่าง (brigness) และความอิ่มตัว (saturation) ซึ่งจากการทดลองของ เซอร์ ไอแซก นิวตัน ได้นำสเปกตัมของแสงมาสร้างเป็นวงกลมของสี โดยเรียงตามความยาวคลื่นของแสงจากแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด ไปจนถึงแสงสีม่วงที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด ดังรูปที่ 2.7 แล้วนำมาผสมกับสีขาวโดยใช้จุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นแสงสีขาวแต่เพียงอย่างเดียว แล้วค่อย ๆ เพิ่มปริมาณสเปกตัมของแสงให้สูงขึ้นและลดแสงสีขาวลงจนกระทั่งถึงขอบของวงกลม ก็จะมีเพียงสเปกตัมของแสงเพียงสีเดียว ซึ่งจากวงกลมของสีจะเห็นว่าสเปกตัมของแสงจะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ เมื่อมุมของวงกลมเปลี่ยนไป ดังนั้นเราสามารถใช้มุมของวงกลมเป็นตัวกำหนดสเปกตัมของแสงได้ และเรียกค่ามุมที่วัดนี้ได้ว่า “ฮิว” (Hue) และถ้าลากเส้นจากศูนย์กลางของวงกลมไปยังขอบของวงกลมก็จะพบว่า แสงที่อยู่บนเส้นตรงนี้จะเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นเท่ากันหรือมีค่าฮิวเท่ากัน และสามารถบอกได้ว่าแสงสีนั้น ๆ เป็นสีอะไร โดยแสดงเป็นค่ามุมในโครมาติกซิตี้ไดอะแกรม (Chromaticity Diagram) เช่น สีแดงมีค่ามุมเท่ากับ 0 องศา สีเขียวมีค่ามุมเท่ากับ 120 องศา และสีน้ำเงินมีค่ามุมเท่ากับ 240 องศา เป็นต้น ส่วนในเรื่องของความสว่างจะแสดงให้เห็นสว่างหรือมืด เช่น บอกว่าสีแดงที่มองเห็นเป็นสีแดงเข้ม และค่าความอิ่มตัวจะทำให้รู้ถึงความบริสุทธิ์ของสี และจะใช้แสดงว่าสีนั้น ๆ ถูกเจือปนด้วยแสงขาว (white light) ในปริมาณมากน้อยเพียงใด เช่น สีน้ำเงินที่มีค่าความอิ่มตัวต่ำก็จะทำให้สีน้ำเงินนั้นจางลง



รูปที่ 2.7 แสดงวงกลมของสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงสีต่าง ๆ ที่สายตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้นั้น เกิดจากการผสมสีของแม่สีทั้งสาม ได้แก่ แสงสีแดง (red) แสงสีเขียว (green) และแสงสีน้ำเงิน (blue) ซึ่งในการเกิดสีต่าง ๆ เกิดจากการนำสีใดสีหนึ่งมาผสมกับอีกสีหนึ่ง หรืออาจเกิดจากการนำสีใดสีหนึ่งมาหักลบออกจากอีกสีหนึ่ง เช่น สีเหลือง (yellow) เกิดจากการผสมของสีแดงกับสีเขียว หรือเกิดจากการนำสีน้ำเงินหักลบออกจากสีขาว เป็นต้น และในการแยกสีก็หมายถึง การกำหนดแสงสีใด ๆ แล้วทำการพิจารณาแยกสีนั้น ๆ ออกมาให้ได้ว่าประกอบด้วยสีจากแม่สีอะไรบ้าง

2.2.2 ระบบสีซีไออี (CIE Color System)[5]

การรับรู้สีของมนุษย์นั้น จะกำหนดในรูปของสีหรือนามรงค์ (Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) และความสว่างของสี (Lightness) ซึ่งสีหมายถึงสีแต่ละสีที่เป็นการให้ชื่อสี เช่น สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เป็นต้น ความอิ่มตัวของสีคือความห่างของสีนั้นจากสีเทา สีที่มีความอิ่มตัวน้อยจะมีสีขาวปนอยู่มาก ส่วนความสว่างของสีมี 2 แบบ คือ ความสว่างของสี (Lightness) ที่สะท้อนออกจากวัตถุ และความส่องสว่าง (Brightness) ของแหล่งกำเนิดแสง

ส่วนการกำหนดสีในเชิงปริมาณที่ศึกษาในวิชาการวัดสี (Colorimety) เป็นสาขาหนึ่งของฟิสิกส์ ซึ่งจะกำหนดในรูปของความยาวคลื่นหลัก (Dominant Wavelength) ความบริสุทธิ์ของการกระตุ้น (Excitation Purity) และความส่องสว่าง (Luminance) โดยเราสามารถเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสีในส่วนของการรับรู้สีกับในวิชาการวัดแสงได้ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นว่าความยาวคลื่นหลักคือค่าของสี ค่าความบริสุทธิ์ของการกระตุ้นคือค่าความอิ่มตัวของสี และค่าความส่องสว่างคือค่าความสว่างของสีนั่นเอง

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคำศัพท์ที่เกี่ยวกับสีในวิชาการวัดสีและการรับรู้สี

วิชาการวัดสี	การรับรู้สี
ความยาวคลื่นหลัก (Dominant Wavelength)	สี (Hue)
ความบริสุทธิ์ของการกระตุ้น (Excitation Purity)	ความอิ่มตัวของสี (Saturation)
ความส่องสว่าง (Luminance)	ความสว่างของสี (Lightness)

ในปี ค.ศ.1931 ได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการมาตรฐานนานาชาติที่ชื่อว่า "คณะกรรมการระหว่างชาติว่าด้วยความสว่าง" (Commission Internationale de l'Eclairage) เรียกย่อ ๆ ว่า ซีไออี (CIE) เพื่อทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานของสี พัฒนาระบบการวัดสีให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และออกแบบแผนภาพมาตรฐานที่ใช้อธิบายสีในด้านของคุณสมบัติทางกายภาพของสี โดยพัฒนาเป็นปริภูมิสี CIE XYZ ซึ่งได้กำหนดแม่สีมาตรฐาน 3 สี คือแม่สี X แม่สี Y และแม่สี Z แล้วเขียนแทนสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใด ๆ ด้วยพิกัดสี 3 มิติ (x,y,z) โดยที่ x, y และ z เป็นสัดส่วนของแม่สี X, Y และ Z ซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ดังนี้

$$x = X / (X+Y+Z)$$
$$y = Y / (X+Y+Z) \qquad (2.1)$$
$$z = Z / (X+Y+Z)$$

การกำหนดสีใด ๆ ด้วยพิกัดสี 3 มิติ ทำให้ยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นเราสามารถกำหนดค่าพิกัดสีเป็น 2 มิติได้ เนื่องจาก x+y+z = 1 เสมอ นั่นคือจะกำหนดเฉพาะสัดส่วนของแม่สี X และ Y สำหรับสัดส่วนของแม่สี Z นั้นสามารถหาได้จาก z = 1-x-y

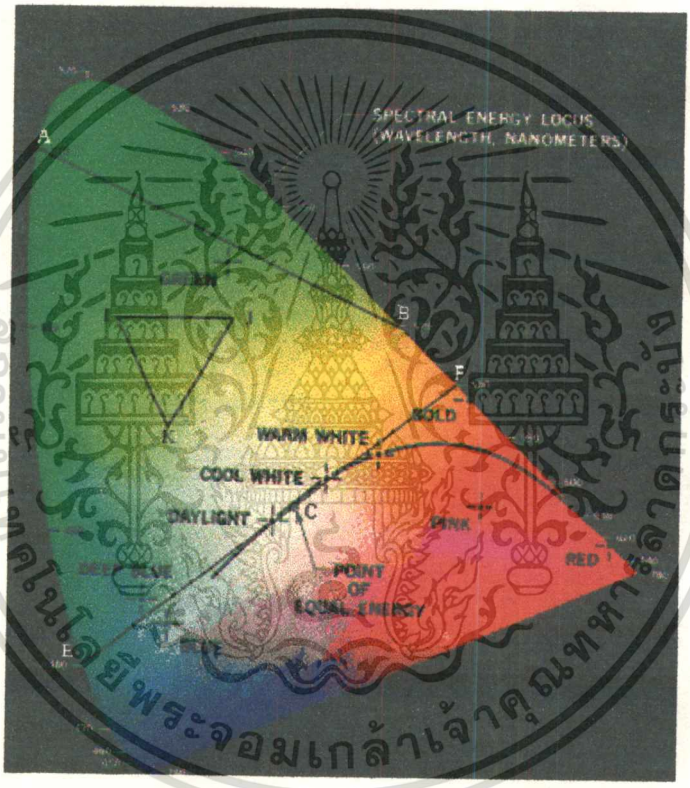
ในส่วนของความยาวคลื่นหลักและความบริสุทธิ์ของการกระตุ้นหาได้จากแผนภาพซีไออี ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งจากค่าทั้งสองนั้น ทำให้รู้ถึงค่าสีและค่าความอิ่มตัวของสีได้ เพราะค่าสีก็คือค่าความยาวคลื่นหลัก ส่วนค่าความอิ่มตัวของสีหาได้จากระยะจากสีใด ๆ ถึงจุดสีขาว C ในรูปที่ 2.8 ซึ่งถ้าอยู่ใกล้สีขาวมากก็จะมีค่าความอิ่มตัวของสีน้อย และเรายังสามารถใช้แผนภูมิซีไออี ในการหาผลลัพธ์ของการผสมสีสองสีใด ๆ ตัวอย่างเช่น ผสมสีเขียวที่จุด A ซึ่งมีความยาวคลื่น 510 นาโมเมตร กับสีเหลืองที่จุด B ที่มีความยาวคลื่น 570 นาโมเมตร ดังนั้นสีที่ได้จากการผสมกันระหว่างสองสีดังกล่าวจะอยู่บนเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างสองสีนั้น และจะอยู่ ณ ตำแหน่งใดก็ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสีที่นำมาผสมกัน นอกจากนี้ยังสามารถหาสีตรงข้าม (Complementary Color) ของสีใด ๆ ได้จากแผนภาพสีซีไออี ซึ่งสีตรงข้ามก็คือคู่สีที่เมื่อผสมกันแล้วได้เป็นสีขาว ถ้าพิจารณาจากรูปที่ 2.8 สามารถหาสีตรงข้ามของสีใด ๆ ได้โดยลากเส้นตรงจากสีนั้นให้ผ่านจุดสีขาว C ไปยังด้านตรงข้ามก็จะพบสีที่เป็นสีตรงข้าม เช่น ลากเส้นตรงจากสีน้ำเงินที่จุด E ที่มีความยาวคลื่น 480 นาโมเมตร ผ่านจุดสีขาวไปยังด้านตรงข้ามจะได้สีเหลืองที่จุด F ที่มีความยาวคลื่น 580 นาโมเมตร และจะได้ว่าสีเหลืองเป็นสีตรงข้ามของสีน้ำเงิน

2.2.3 แบบจำลองสี (color model)

การจำลองจุดสีด้วยลูกบาศก์สี เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการแทนค่าสีและความสัมพันธ์ของสีต่าง ๆ ซึ่งระบบการจำลองและการประมวลผลที่แตกต่างกันจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันด้วย สำหรับอุตสาหกรรมการพิมพ์ภาพสีจะใช้การผสมสีแบบซีเอ็มวาย (Cyan, Magenta และ Yellow) ส่วนกรณีที่เป็นจอสีซีอาร์ที หรือจอภาพคอมพิวเตอร์ก็จะใช้การผสมสีแบบอาร์จีบี (Red, Green และ Blue) ซึ่งการมองเห็นสีของมนุษย์เราสามารถจำลองเป็นการตอบสนองของรูปทรงกรวยได้ นั่นคือระบบสีจะถูกจัดให้อยู่บนพื้นฐาน 3 ค่า เรียกว่า สามค่ากระตุ้น (tristimulus) ซึ่งระบบการจำลองสีต่าง ๆ ที่มีการทำงานเป็นระบบคู่ลำดับ 3 มิติ ที่ใช้กำหนดสีภายในช่วงสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถใช้กำหนดสีทุกสีที่มนุษย์มองเห็นได้ ซึ่งแบบจำลองสีที่ขึ้นกับอุปกรณ์แสดงผลมี 3 แบบคือ แบบจำลองสีอาร์จีบี (RGB Color Model) ใช้สำหรับจอภาพ แบบจำลองสีวายไอคิว (YIQ Color Model) ใช้สำหรับระบบสีของโทรทัศน์ และแบบจำลองสีซีเอ็มวาย (CMY Color Model) ใช้สำหรับอุปกรณ์การพิมพ์ แต่แบบจำลองสีที่กล่าวมานั้นไม่มีแบบจำลองสีใดเลยที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการรับรู้สีของมนุษย์ที่จะรับรู้สีในรูปของสี (Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) และความเข้มของแสง (Intensity) ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบของแบบจำลองสีขึ้นอีกชนิดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสัญชาตญาณของการรับรู้สีของมนุษย์คือ แบบจำลองสีเอชเอสไอ (HSI Color Model)



รูปที่ 2.8 แสดงแผนภาพซีไออี

(1) แบบจำลองสีอาร์จีบี (RGB Color model)

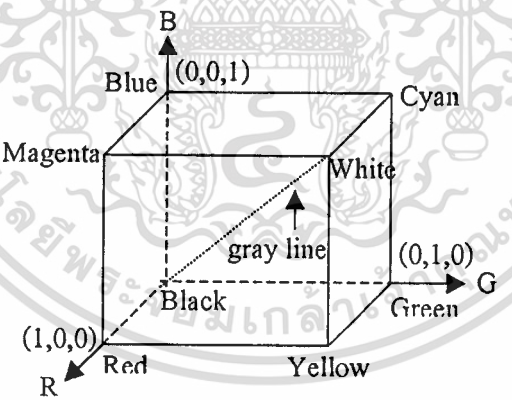
การจำลองรูปแบบหรือการผสมสีแบบอาร์จีบี เกิดจากการรวมกันของแม่สีหลัก 3 สีคือ แดง, เขียว และน้ำเงิน ซึ่งแม่สีหลักนี้เรียกว่าแม่สีบวก(Additive Primaries) โดยสีเหล่านี้จะรวมตัวกันเพื่อให้เกิดสีใหม่ขึ้นมา สำหรับการจำลองสีแบบอาร์จีบี จะแทนด้วยรูปปริมาตรสี 3 มิติ ที่ประกอบด้วยสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน อยู่ที่มุมของแต่ละแกน สีดำอยู่ที่จุดเริ่มต้น และสีขาวอยู่ที่จุดตรงกันข้าม ระดับของสีเทาจะเปลี่ยนแปลงตามเส้นจากสีดำไปสู่สีขาว ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ในจอภาพระบบสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสี 24 บิต จะใช้การเข้ารหัสแบบ 8 บิตต่อสี ตัวอย่างเช่น ถ้าจอภาพแสดงจุดสีเป็นสีแดงก็จะได้ค่าเท่ากับ (255,0,0) แต่ถ้าอยู่ในรูปของแบบจำลองนี้ จะมีค่าเท่ากับ (1,0,0) ซึ่งการอ้างอิงสีแบบนี้นิยมใช้กันมากในการแสดงผลของจอภาพ เนื่องจากสามารถกำหนดความเข้มของลำอิเล็กตรอนที่ยิงไปกระทบบนจอภาพได้ และแบบจำลองนี้นิยมใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลภาพ อุปกรณ์จัดเก็บภาพ เช่น กล้องวีดีโอ หรือเครื่องสแกนเนอร์ ตลอดจนข้อมูลภาพสีที่เก็บในคอมพิวเตอร์ก็ใช้การอ้างอิงสีแบบนี้เป็นหลัก และเราสามารถแปลงพิกัดสีในแบบจำลองสีอาร์จีบี เป็นพิกัดสีในแบบจำลองสีของซีไออีได้ ดังความสัมพันธ์ในสมการที่ 2.2 [5]

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.607 & 0.174 & 0.201 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.066 & 1.117 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \qquad (2.2)$$

จะเห็นได้ว่าระบบสีแบบอาร์จีบีเป็นระบบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่ระบบนี้ทำงานได้ดีและมองดูเป็นธรรมชาติ แต่ระบบอาร์จีบีมีข้อเสียเนื่องจากเราไม่ได้ใช้งานคอมพิวเตอร์กราฟิกบนหน้าจอเสมอไป ซึ่งในบางครั้งเราต้องพิมพ์งานบนกระดาษด้วย ดังนั้นระบบสีซีเอ็มวายซึ่งมีบทบาทสำคัญ โดยระบบนี้ได้เน้นถึงคุณภาพของงานพิมพ์



รูปที่ 2.9 แสดงแบบจำลองสีอาร์จีบี (RGB Color Model)

(2) แบบจำลองสีซีเอ็มวาย (CMY Color Model)

เป็นแบบจำลองสีที่ใช้เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์การพิมพ์ต่าง ๆ โดยที่ตัวแปรทั้ง 3 คือ C (สีเขียวอมน้ำเงิน : Cyan), M (สีม่วงแดง : Magenta) และ Y (สีเหลือง : Yellow) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของตัวแปรสีในแบบจำลองสีอาร์จีบีด้วย ตัวแปรทั้ง 3 นี้ถูกกำหนดขึ้นมาคล้ายกับตัวแปรในระบบอาร์จีบีแต่ต่างกันที่สีขาวจะอยู่ที่จุดกำเนิดแทนสีดำในแบบจำลองของสีอาร์จีบี ซึ่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดสีในแบบจำลองนี้จะถูกกำหนดโดยการหักลบสีออกจากสีขาว ดังนั้นจึงเรียกแม่สีในแบบจำลองนี้ว่าแม่สีลบ (Subtractive Primaries)

แบบจำลองสีซีเอ็มวายยังใช้งานกับอุปกรณ์แสดงผลสำเนาถาวรที่ใช้การพิมพ์สารสี (pigment) ลงบนกระดาษ เช่น พล็อตแบบไฟฟ้าสถิต และพล็อตแบบฉีดหมึก เมื่อผิวของกระดาษถูกปกคลุมด้วยหมึกสีเขียวอมน้ำเงิน ก็จะทำให้แสงสีแดงไม่สามารถสะท้อนออกมาได้ กล่าวว่าสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีที่เกิดจากการหักลบแสงสีแดงออกจากแสงสีขาว ถ้าพิจารณาในแง่ของแม่สีบวกก็จะเห็นว่าสีเขียวอมน้ำเงินเกิดจากสีน้ำเงินปนกับสีเขียว ในทำนองเดียวกันสีม่วงแดงจะดูดกลืนสีเขียว ในแง่ของแม่สีบวกสีม่วงเกิดจากสีแดงผสมกับสีน้ำเงิน ส่วนสีเหลืองจะดูดกลืนสีน้ำเงิน และในแง่ของแม่สีบวกสีเหลืองเกิดจากสีแดงผสมสีเขียวนั่นเอง จะเห็นว่าความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงในรูปที่ 2.9 และเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \qquad (2.3)$$

โดยเวกเตอร์หลักหนึ่งหน่วยนั้น จะแทนสีขาวในแบบจำลองสีอาร์จีบี และแทนสีดำในแบบจำลองสีซีเอ็มวาย ส่วนการแปลงจากแบบจำลองสีซีเอ็มวายเป็นแบบจำลองสีอาร์จีบีเขียนได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} \qquad (2.4)$$

(3) แบบจำลองสีวายไอคิว (YIQ Color Model)

เป็นแบบจำลองใช้ในการถ่านทอดสัญญาณโทรทัศน์ ซึ่งเป็นการเข้ารหัสสัญญาณอาร์จีบีใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณ และเพื่อให้ใช้สัญญาณได้ทั้งโทรทัศน์สีและขาวดำ องค์ประกอบ Y ไม่ได้หมายถึงสีเหลือง (yellow) แต่เป็นความสว่าง ซึ่งเป็นค่าเดียวกับแม่สี Y ของซีไออี เนื่องจากแบบจำลองสีวายไอคิว เป็นการอ้างอิงสีในสัญญาณโทรทัศน์สีและขาวดำ ซึ่งแบบจำลองสีชนิดนี้มีข้อมูล 2 ชุด เพื่อให้ใช้ได้กับโทรทัศน์สี และโทรทัศน์ขาวดำ โดยข้อมูล 2 ชุดคือ Y (Luminance) ใช้กำหนดค่าความสว่างของจุดภาพ ส่วน I (Phase) และ Q (Quadrature) เป็นสัญญาณที่ใช้กำหนดสีของจุดภาพ โดยโทรทัศน์ขาวดำจะนำเอาสัญญาณ Y ไปใช้ในการสร้างภาพ และโทรทัศน์สีจะนำเอาสัญญาณทั้ง 3 ในการสร้างภาพ แบบจำลองวายไอคิว จะใช้ระบบคู่ลำดับคาร์ทีเซียน 3 มิติ โดยเราสามารถเปลี่ยนสีในแบบจำลองอาร์จีบีให้เป็นสีในแบบจำลองสีวายไอคิวได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.528 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \qquad (2.5)$$

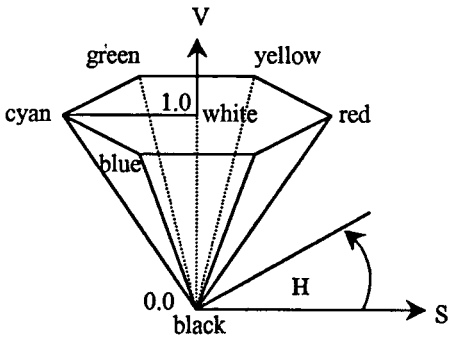
ค่าตัวเลขในบรรทัดแรกแสดงให้เห็นน้ำหนักของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ที่มีต่อความส่องสว่าง (Y) จะเห็นว่า Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B ซึ่งสมการนี้มีประโยชน์ในการแปลงค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินให้เป็นค่าความสว่างซึ่งก็คือค่าระดับเท่า ในการใช้แบบจำลองสีวายไอคิวจะช่วยหลีกเลี่ยวปัญหาในกรณีที่สีสองสีมีค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินแตกต่างกัน ซึ่งจะมองเห็นเป็นสีที่แตกต่างกันบนจอภาพสีด้วย แต่เมื่อนำมาแสดงผลบนจอภาพขาวดำ จะใช้เพียงค่าองค์ประกอบของความสว่าง (Y) เท่านั้น หรืออาจเกิดกรณีที่สีสองสีดังกล่าวมีค่าความสว่างค่าเดียวกัน จึงทำให้มองเห็นเป็นสีเดียวบนจอภาพขาวดำ ปัญหาเหล่านี้หลีกเลี่ยงได้โดยการปรับค่าความสว่างของสีทั้งสองให้ต่างกันเมื่อจะนำมาแสดงผลบนจอภาพขาวดำ

(4) แบบจำลองสีเอชเอสวี (HSV Color Model)

จากแบบจำลองของสีที่กล่าวมา เป็นแบบจำลองที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเป็นการลำบากที่จะใช้แบบจำลองเหล่านั้น ในการกำหนดสีที่ต้องการสำหรับผู้ใช้โดยตรง ดังนั้น แบบจำลองสีเอชเอสวี จึงถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน ซึ่งตัวแปรทั้ง 3 คือ H (Hue) ใช้สำหรับกำหนดค่าสีต่าง ๆ S (Saturation) เป็นค่าอิ่มตัวของสี และ V (Value) คือค่าความสว่างของสีที่ต้องการ และในบางครั้งเรียกแบบจำลองเอชเอสวี ว่าแบบจำลองเอชเอสบี (โดยที่ B คือค่า Brightness) แบบจำลองนี้ถูกกำหนดในพิกัดทรงกระบอก (Cylindrical coordinate) โดยใช้รูปกรวยหกเหลี่ยม (Hexagonal cone) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ซึ่งส่วนบนสุดของรูปกรวยจะมีค่าของสีที่มีความสว่างมากที่สุด และจะได้ค่า V = 1 ส่วนค่าของ H หรือค่าของสีต่าง ๆ จะถูกกำหนดโดยมุมรอบ ๆ แกนตั้ง โดยสีแดงอยู่ที่มุม 0 องศา สีเขียวอยู่ที่มุม 120 องศา และสีน้ำเงินอยู่ที่มุม 240 องศา ส่วนค่าของ S คือค่าตามแนวนอนของแกน V มีค่าระหว่าง 0 และ 1 เท่านั้น

ระบบสีเชเอสวี มีข้อได้เปรียบกว่าระบบสีอื่น ๆ คือ ระบบสีนี้จะมีความใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์มากกว่า แต่มีข้อเสียคือ เราต้องแปลงค่าสีให้เป็นระบบสีอาร์จีบี เมื่อต้องการทำงานบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และต้องแปลงเป็นแบบซีเอ็มวายสำหรับงานพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แสดงแบบจำลองสีเอชเอสวี

(5) แบบจำลองสีเอชเอสไอ (HSI Color Model)

แบบจำลองสีเอชเอสไอ (H : Hue, S : Saturation, I : Intensity) เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันมาก เพราะมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการรับรู้สีของมนุษย์ โดยรูปที่ 2.11 แสดงสามเหลี่ยมของแบบจำลองเอชเอสไอ ซึ่งเราสามารถแปลงค่าพิกัดสีในแบบจำลองสีอาร์จีบีให้เป็นแบบจำลองสีเอชเอสไอได้ เมื่อกำหนดให้ R, G และ B เป็นค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินตามลำดับ และมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.11 ซึ่งสามเหลี่ยมของแบบจำลองสีเอชเอสไอนี้ จุดตรงกลางสามเหลี่ยมคือสีขาว แต่สามเหลี่ยมเอชเอสไอนี้ไม่ด้บอกถึงความเข้มของสี แต่จะบอกค่าสี และความอิ่มตัวเท่านั้น ส่วนค่าความเข้ม (I) หาได้จากสมการที่ (2.6) คือ

$$I = (R+G+B)/3 \qquad (2.6)$$

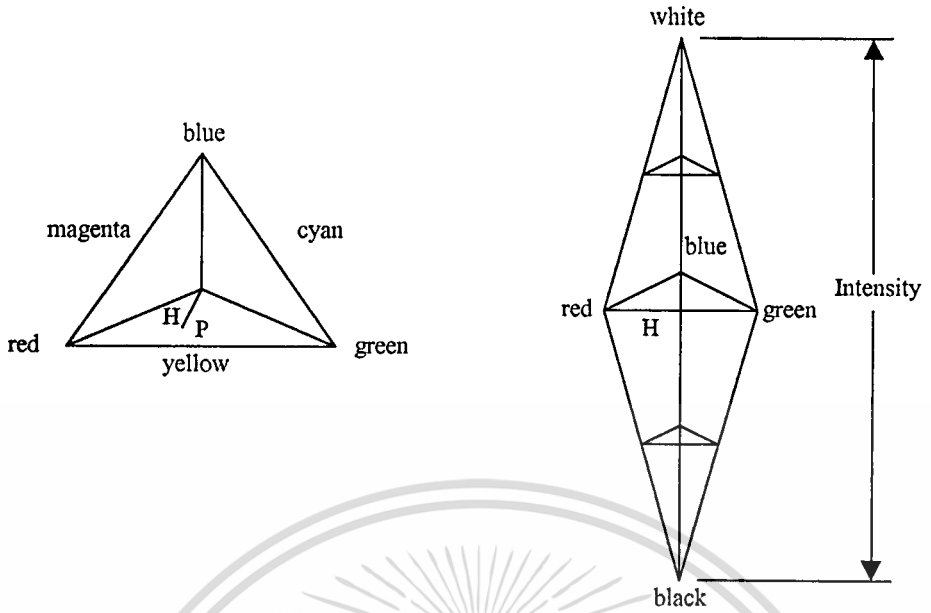
H เป็นค่าสีซึ่งเป็นค่ามุมระหว่างตำแหน่งของสีภายในสามเหลี่ยมเอชเอสไอ กับเส้นที่ลากจากสีขาวมายังสีแดง หาได้จากความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (2.7)

$$H = \arccos [(0.5 * ((R+G)+(R-B))) / ((R-G)^2 + (R-B * (G-B))^{1/2}] \qquad (2.7)$$

ส่วนค่าของความอิ่มตัวสีเป็นระยะห่างของสีจากจุดศูนย์กลางของสามเหลี่ยมเอชเอสไอ โดยสีที่อยู่ขอบนอกจะมีความอิ่มตัวสูง ซึ่งค่าความอิ่มตัวสีหาได้จากความสัมพันธ์ ดังสมการที่ (2.8)

$$S = 1 - ((3 / (R+G+B)) * \min (R,G,B)) \qquad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



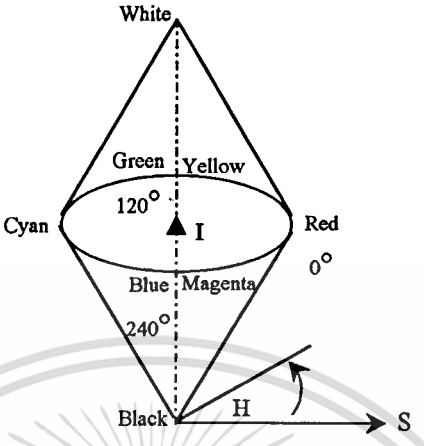
รูปที่ 2.11 แสดงสามเหลี่ยมของแบบจำลองสีเอชเอสไอ

2.3 การแปลงข้อมูลภาพแบบอาร์จีบี เป็นแบบเอชเอสไอ

เมื่อ Hue (H), Saturation (S) และ Intensity (I) เป็นสามคุณสมบัติของสีที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของสี เมื่อใช้ระบบสีเอชเอสไอ แล้วก็ไม่จำเป็นต้องรู้ถึงเปอร์เซ็นต์ของสีที่ใช้ในการผสมกันเพื่อให้เกิดสีใหม่ การกระทำสามารถทำได้ง่ายโดยการปรับค่า H เท่านั้นก็จะทำให้เกิดสีใหม่ และในการเปลี่ยนความเข้มของสี เช่นการปรับจากสีแดงไปเป็นสีชมพูก็สามารถทำได้โดยการปรับค่าของ S ส่วนในการปรับจากความมืดไปสว่างก็ปรับได้ที่ค่าของ I ซึ่งการประยุกต์งานหลายอย่างที่ใช้การจำลองแบบเอชเอสไอ เช่น งาน Machine Vision ใช้การจำลองแบบนี้ในการกำหนดสีความแตกต่างของวัตถุ ในงานการประมวลผลภาพ เช่น ใช้กระทำต่อฮิสโตแกรมสามารถกระทำได้โดยการปรับแต่งความสว่างของข้อมูลภาพ ซึ่งการกระทำทั้งหมดนี้ เป็นการกระทำบนการจำลองแบบ HSI ซึ่งการแสดงแบบจำลองนี้จะแสดงอยู่บนพิกัดรูปทรงกรวย 2 อันคว่ำหน้าเข้าหากัน ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ค่าของ H แทนด้วยมุม θ ซึ่งเปลี่ยนจาก 0 ถึง 360 องศา ค่าของ S แทนด้วยค่าของรัศมีที่เปลี่ยนจาก 0 ถึง 1 และค่า I จะมีค่าเปลี่ยนตามความยาวของแกน z โดยถ้ามีค่าเป็น 0 ก็จะแสดงผลเป็นสีดำ หรือถ้ามีค่าเป็น 1 ก็จะแสดงผลเป็นสีขาว เมื่อ S = 0 สีจะเป็นสีเทาของความสว่าง I เมื่อ S = 1 สีจะอยู่ที่ปลายสุดของรูปทรงกรวยล่าง ถ้าค่าของ S มีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นสีก็จะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีขาว สีเทา และสีดำตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าของความสว่าง ในการปรับค่าของ H จะทำให้สีเปลี่ยนจากสีแดงที่มุม 0 องศา ผ่านไปที่สีเขียวที่มุมเท่ากับ 120 องศา และสีน้ำเงินอยู่ที่ 240 องศา และกลับเป็นสีแดงอีกครั้งที่มุมเท่ากับ 360 องศา สำหรับค่าของ I นั้น เมื่อมีค่าเท่ากับ 0 สีจะเป็นสีดำ H ก็จะไม่ได้ถูกกำหนดเป็นค่าใด ๆ และเมื่อ S = 0 ค่าของ H ก็จะไม่ได้ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเป็นค่าใด ๆ เช่นกัน เมื่อทำการปรับค่าของ I ความสว่างของสีก็จะเปลี่ยนจากมืดเป็นสว่างขึ้นเรื่อย ๆ



รูปที่ 2.12 แสดงภาพแบบจำลองสีเอชเอสไอ

สำหรับการหาค่า H (Hue) จากแบบจำลองสีอาร์จีบี ก็คือการหาค่ามุมของ H จากรูปสามเหลี่ยมสีเอชเอสไอ ในโคออดิเนตของแบบจำลองสีอาร์จีบี ซึ่งกระทำได้โดยการวางรูปสามเหลี่ยมสีเอชเอสไอ ลงในโคออดิเนตของแบบจำลองสีอาร์จีบี ดังแสดงในรูปที่ 2.13(ก)-(ค) โดยสีในแบบจำลองเอชเอสไอ กำหนดโดยค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน

กำหนดให้

r = normalized red color มีค่าในช่วง [0,1]

g = normalized green color มีค่าในช่วง [0,1]

b = normalized rblue color มีค่าในช่วง [0,1]

W = ตำแหน่งเวกเตอร์ของจุด w(1/3,1/3,1/3)

P = ตำแหน่งเวกเตอร์ของจุด p(r,g,b)

P_R = ตำแหน่งเวกเตอร์ของจุด (1,0,0)

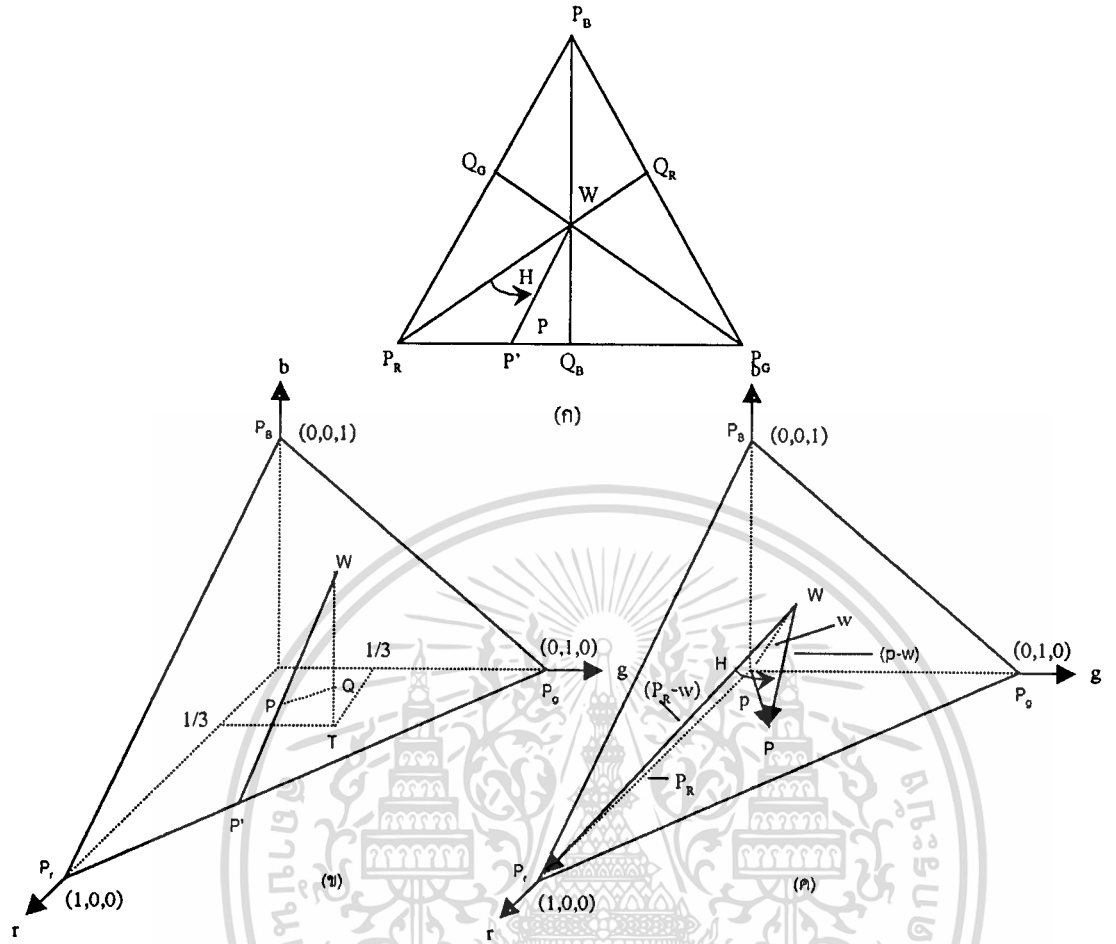
โดยที่

$$r = \frac{R}{(R+G+B)} \tag{2.9}$$

$$g = \frac{G}{(R+G+B)} \tag{2.10}$$

$$b = \frac{B}{(R+G+B)} \tag{2.11}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 (ก)-(ค) แสดงการหาค่า H จากรูปสามเหลี่ยมสีเอชเอสไอ ในโคออดิเนต แบบจำลองสีอาร์จีบี

จากรูปที่ 2.13 (ค) ค่า H คือค่ามุมระหว่างเวกเตอร์ $(P_R - W)$ และ $(P - W)$ แล้ว

$$(P - W) \cdot (P_R - W) = \|P - W\| \, \| P_R - W\| \cos H \tag{2.12}$$

$$H = \cos^{-1}\left[\frac{(P-W)\cdot(P_R-W)}{\| P-W \| \| P_R-W \|}\right] \tag{2.13}$$

ดังนั้นจากเงื่อนไขของรูปที่ 2.13 (ก) **และรูปที่** 2.13 (ข) **จะได้**

$$\| P-W \| = \left[\left(r-\frac{1}{3}\right)^2 + \left(g-\frac{1}{3}\right)^2 + \left(b-\frac{1}{3}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} \tag{2.14}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่าสมการที่ (2.14) ด้วยสมการที่ (2.9)-(2.11) ดังนั้น

$$\| P - W \| = \sqrt{\left[\frac{9\left(R^2 + G^2 + B^2\right) + \left(R + G + B\right)^2}{9\left(R + G + B\right)^2} \right]} \qquad (2.15)$$

ซึ่งเวกเตอร์ P_R และ W มีค่าอยู่ระหว่างจุด (1,0,0) และ (1/3,1/3,1/3) แล้ว

$$\| P_R - W \| = \sqrt{\frac{2}{3}} \qquad (2.16)$$

ดังนั้น

$$(P - W) \cdot (P_R - W) = \frac{2}{3}(r - \frac{1}{3}) + \frac{1}{3}(g - \frac{1}{3}) + \frac{1}{3}(b - \frac{1}{3})$$
$$= \frac{2R - G - B}{3(R + G + B} \qquad (2.17)$$

จากสมการที่ (2.13) จะได้

$$H = \cos^{-1}\left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\} \qquad (2.18)$$

ซึ่งในบทต่อไปจะกล่าวถึงระการเก็บภาพสีและการแสดงภาพสี ที่นำมาใช้ในการแยกภาพเชื้อมาลาเรียของงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบการเก็บภาพและการแสดงภาพ

ระบบการเก็บภาพในคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ[6]

(ก) Vector Picture

ภาพที่เก็บของข้อมูลแบบนี้ จะเป็นภาพที่สร้างจากโปรแกรมประเภท CAD เช่น AutoCad หรือ 3Dstudio เป็นต้น ภาพที่เกิดจากโปรแกรมเหล่านี้ มักจะเป็นเส้นที่ลากระหว่างจุด 2 จุด ในระบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เช่นภาพโครงร่างของตึก หรือภาพวงจรไฟฟ้า เป็นต้น ดังนั้นการเก็บข้อมูลภาพเหล่านี้จึงมักเก็บในรูปของเวกเตอร์ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบย่อยจำนวนมาก ข้อมูลที่เก็บไว้ในองค์ประกอบย่อยแต่ละอันจะใช้บอกจุด 2 จุดที่เป็นจุดปลายของเส้นตรง ความหนาของเส้น สีของเส้น และลักษณะของเส้น เช่น เป็นเส้นทึบหรือเส้นประ และอาจจะมีองค์ประกอบย่อยบางส่วนที่ใช้เก็บชุดอักษรที่ต้องการแสดงผลพร้อมกับภาพ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ก็จะเก็บชุดของตัวอักษร ตำแหน่งที่แสดงตัวอักษร ชนิดของตัวอักษร ความสูงของตัวอักษรแต่ละตัวเป็นต้น

(ข) Rater Picture

ใช้เก็บภาพที่เป็น 2 มิติ โดยจะเก็บเป็นจุด ๆ ข้อมูลของภาพในแต่ละจุดจะบอกถึงสีที่แสดง ณ จุดนั้น การเก็บภาพแบบนี้สามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับจำนวนสีที่สามารถอ้างอิงได้ในแต่ละจุดภาพ เช่น

ภาพขนาด 1 บิต แต่ละจุดสามารถอ้างได้ 2 สี

ภาพขนาด 4 บิต แต่ละจุดสามารถอ้างได้ 16 สี

ภาพขนาด 8 บิต แต่ละจุดสามารถอ้างได้ 256 สี

ภาพขนาด 24 บิต แต่ละจุดสามารถอ้างได้ 16777216 สี

เราจะเรียกภาพ 3 ชนิดแรกว่า ภาพแบบ Psuedo Color เนื่องจากข้อมูลที่อ้างในข้อมูลแต่ละจุดจะไม่ใช่ข้อมูลของสีที่แท้จริง แต่จะเป็นดัชนีเพื่อนำไปชี้ยังตารางที่เก็บสีที่แท้จริงอีกทีหนึ่ง ส่วนภาพชนิดที่ 4 จะเรียกว่าภาพแบบ True Color เนื่องจากข้อมูลของสีในแต่ละจุดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ขนาด 8 บิต เท่า ๆ กัน ในแต่ละส่วนจะใช้เก็บปริมาณความเข้มของ แสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ ดังนั้นสีที่แสดงออกมา ณ จุดของภาพเกิดจากการนำเอาแสงทั้ง 3 มาผสมกันตามปริมาณความเข้มที่กำหนดไว้

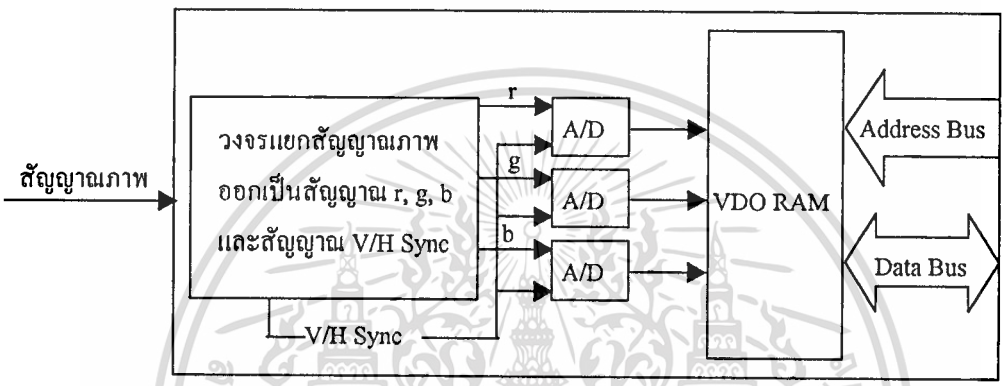
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การเก็บภาพเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์ที่ใช้เก็บภาพแบบ Vector Picture มี 2 แบบคือ Video Capture และสแกนเนอร์

3.1.1 Video Capture

เป็นการ์ดที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าของภาพ เช่น สัญญาณ PAL Composite, NTSC Composite, S-Video หรือ RGB ซึ่งเป็นสัญญาณแบบอนาลอก ให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล เพื่อนำไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปโครงสร้างภายในการ์ด Video Capture แสดงดังรูปที่ 3.1

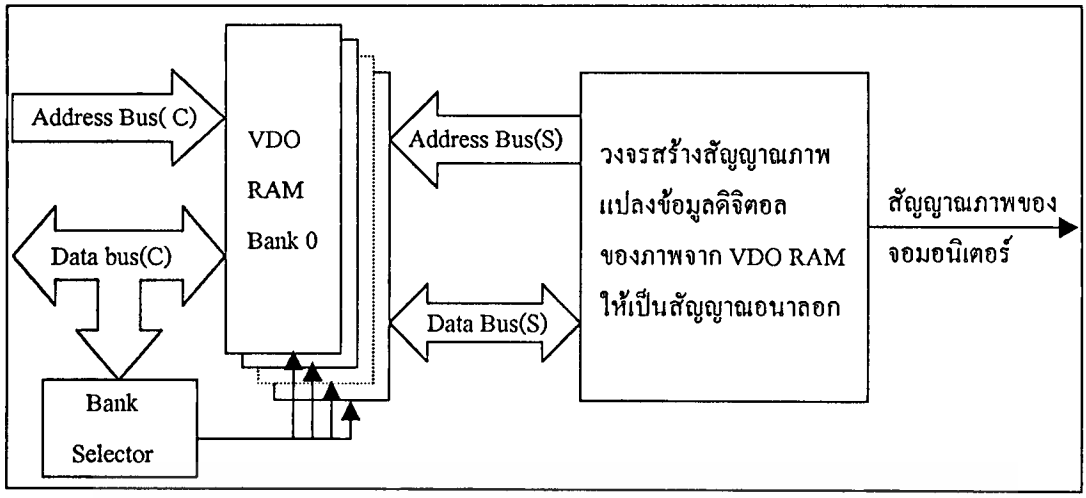


รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของ Video Capture

จากรูปที่ 3.1 สัญญาณภาพจะเข้าไปในวงจรแยกสัญญาณภาพให้เป็นสัญญาณ r, g, b และสัญญาณ V/H Sync โดยที่สัญญาณ r, g, b จะส่งต่อไปยังวงจร A/D การทำงานของวงจร A/D จะถูกควบคุมโดยสัญญาณ V/H Sync เพื่อให้ภาพที่ผ่านการ Quantization มีความถูกต้อง จากนั้นข้อมูลดิจิตอลที่ออกจากวงจร A/D จะนำไปเก็บไว้ที่ VDO RAM เพื่อนำข้อมูลของสัญญาณ r, g, b ไปใช้งานต่อไป ส่วน Address Bus และ Data Bus ใช้สำหรับติดต่อกับคอมพิวเตอร์ในการนำเอาข้อมูลที่อยู่ใน VDO RAM ไปใช้งาน

ส่วนการแสดงภาพ จากรูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบภายในของการ์ดแสดงผลที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ (VGA Card) ซึ่งจะเห็นว่าภายในการ์ดประกอบด้วย VDO RAM ที่ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลของภาพที่แสดงบนจอมอนิเตอร์ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน VDO RAM หมายถึงการเปลี่ยนแปลงภาพบนจอมอนิเตอร์ด้วย VDO RAM จะมี Address Bus และ Data Bus ต่ออยู่ 2 ชุด คือ Address Bus (C) และ Data Bus (C) ติดต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการแก้ไขข้อมูลใน VDO RAM และชุดที่ 2 คือ Address Bus (S) และ Data Bus (S) ติดต่อกับสัญญาณสร้างสัญญาณภาพ เพื่อให้วงจรนำข้อมูลที่อยู่ใน VDO RAM เปลี่ยนเป็นสัญญาณภาพไปเข้าที่จอมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างของ VGA Card

สัญญาณ Address Bus (S) และ Data Bus (S) จะมีอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากวงจรสร้างสัญญาณภาพจะต้องสร้างสัญญาณภาพไปเข้าที่จอมอนิเตอร์ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ภาพกระพริบ ถึงแม้ว่าในช่วงเวลาที่คอมพิวเตอร์ต้องการที่จะติดต่อกับ VDO RAM ผ่านทาง Address Bus (C) และ Data Bus (C) ดังนั้น VDO RAM ที่อยู่ในการ์ดจะต้องเป็นแบบพิเศษที่สามารถติดต่อกับ Address Bus และ Data Bus ทั้ง 2 ชุด ได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งเราเรียก VDO RAM แบบนี้ว่า Dual-Port ในคอมพิวเตอร์เนื้อที่ของหน่วยความจำที่ใช้อ้างอิง VDO RAM จะอยู่ที่ Address 0A000H:0000 – 0A0000H:0FFFFH ซึ่งมีขนาดเพียง 64 kBytes ซึ่งเนื้อที่ขนาดนี้ไม่พอที่จะใช้เก็บภาพทั้งหมดที่แสดงออกที่จอมอนิเตอร์ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการแสดงผลที่ความละเอียด 640x480 จุด จำนวนสีของจุดภาพเป็น 24 บิต (16777216 สี : True Color) จะต้องใช้ VDO RAM ขนาด 921600 ไบต์ ดังนั้น VDO RAM ที่อยู่ในการ์ดจะถูกแบ่งออกเป็น Memory bank ขนาด 64 kBytes และมีวงจรที่ทำหน้าที่ในการเลือก bank (bank Selector) ของ VDO RAM ที่คอมพิวเตอร์ต้องการติดต่อ วงจร bank Selector จะถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเลือก bank ที่ต้องการติดต่อได้

3.1.2 สแกนเนอร์

คืออุปกรณ์เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ที่มีหน้าที่เปลี่ยนแปลงภาพต้นฉบับให้เป็นข้อมูล เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการแสดงผลที่จอภาพทำให้สามารถแก้ไขตกแต่ง เพิ่มเติม และจัดเก็บเป็นไฟล์ภาพเพื่อนำไปประมวลผล

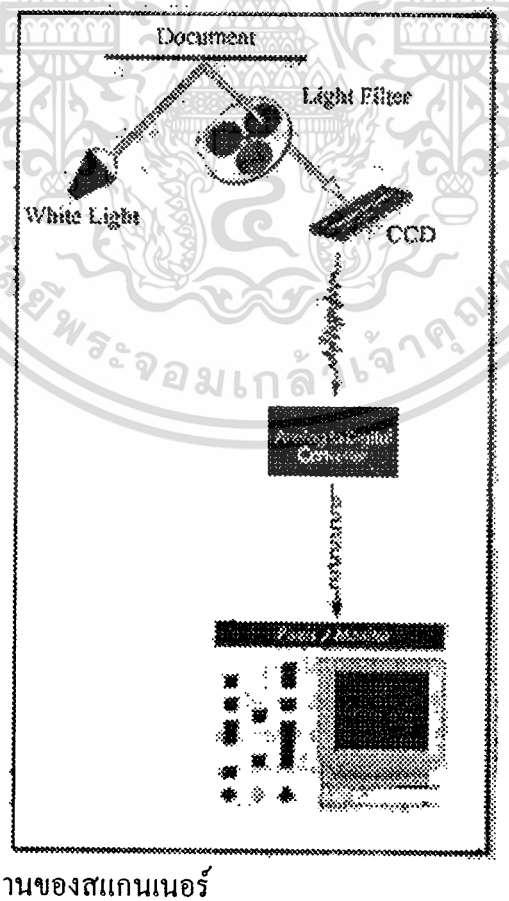
(ก) การทำงานของสแกนเนอร์

สแกนเนอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนข้อมูลอนาลอกเป็นข้อมูลดิจิตอล โดยมีตัวเซนเซอร์เพื่อตรวจรับแสงสะท้อนจากวัตถุที่ต้องการสแกน การแบ่งแยกสีก็โดยหลักการคือ วัตถุสีต่าง ๆ จะดูดและสะท้อนสีได้ไม่เหมือนกัน เซนเซอร์จะตรวจได้ว่าแสงสะท้อนแบบใดเกิดจากวัตถุสีอะไร ไม่ว่าจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสแกนเนอร์แบบ grayscale ที่เป็นภาพแบบขาวดำแต่มีเฉดสี หรือแบบสีก็จะใช้หลักการคือ ตัวเซนเซอร์จะให้ค่าออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ระดับของแรงดันไฟฟ้าต่างกัน (voltage) ตามความเข้มของสี หลังจากนั้นก็จะเปลี่ยนตัวสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (analog-to-digital converter, ADC) ในรูปของบิตเพื่อแทนความเข้มของสิ่งที่สแกน ซึ่งการใช้บิตแทนความเข้มระดับต่าง ๆ กันได้มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนบิต เช่น ถ้าใช้ข้อมูล 4 บิต แทนความเข้มของจุด 1 จุด นั้นคือจะมีความเข้มได้ 2^4 หรือ 16 ระดับ (0000 = สีดำ ถึง 1111 = สีขาว) และถ้ายิ่งเพิ่มจำนวนบิตต่อจุดก็จะแทนความเข้มได้มากระดับขึ้น แต่ก็จะเสียพื้นที่ในการเก็บภาพมากขึ้นด้วย

เครื่องอ่านภาพจะอ่านภาพโดยอาศัยการสะท้อนหรือการส่องผ่านของแสงกับภาพต้นฉบับ ที่ทึบแสงหรือไม่โปร่งแสงให้ตกกระทบกับแถบของอุปกรณ์ไวแสง (Photosentitive) ซึ่งมีชื่อทางเทคนิคว่า charge-couple device (CCD) ตัว CCD จะรับแสงดังกล่าวลงไปเก็บไว้ในเส้นเล็กของเซลและจะแปลงคลื่นแสงของแต่ละเซลเล็ก ๆ ให้กลายเป็นเคลื่อนความต่างศักย์ ซึ่งจะแตกต่างไปตามอัตราส่วนของระดับความเข้มของแสงแต่ละจุด ตัวแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (analog to digital convertor) จะแปลงคลื่นความต่างศักย์ให้เป็นข้อมูลในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ ในเวลาเดียวกันโปรแกรมในการอ่านจะควบคุมการทำงานของเครื่องอ่านภาพให้รับข้อมูล และจัดรูปแบบเป็นแฟ้มข้อมูลของภาพในระดับคอมพิวเตอร์ต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของสแกนเนอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) ชนิดของสแกนเนอร์ มี 3 ชนิดคือ

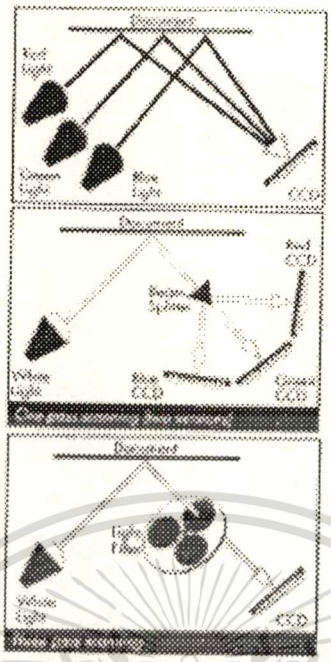
(1) สแกนเนอร์ขาวดำ หรือที่เรียกว่าไบนารีสแกนเนอร์ (binary scanner) ซึ่งจะทำงานได้ดีกับภาพที่มีความละเอียดของภาพต่ำ ๆ เช่น ภาพลายเส้นง่าย ๆ หรือภาพที่มีสีตัดกันอย่างเห็นได้ชัด และผลของการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ที่ได้ก็จะมีความเพียงพอกับงานเล็ก ๆ เช่น งานด้านการโฆษณา

(2) สแกนเนอร์เฉดสี (grayscale scanner) หรือสแกนเนอร์ขาวดำ แต่สามารถรองรับภาพที่มีเฉดสีระดับต่าง ๆ ได้ ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อให้รองรับงานหรือภาพที่มีระดับของสี หรือการไล่โทนสี เช่น ภาพถ่าย หรือภาพวาดที่มีความละเอียด ซึ่งสามารถเลือดระดับสีได้ตั้งแต่ 64 ถึง 256 ระดับ และสามารถผลิตงานพิมพ์ระดับ half-tones ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความละเอียดของเครื่องพิมพ์ที่ใช้ เช่นเครื่องพิมพ์แบบโพสต์สคิปท์ที่มีความละเอียดของการพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว (dpi)

(3) สแกนเนอร์สี (color scanner) เป็นสแกนเนอร์ที่สามารถรองรับได้ทุกรูปแบบทั้งภาพขาวดำและภาพสี ภาพที่หยาบจนถึงภาพที่มีความละเอียดสูง ซึ่งในการอ่านภาพสี CCD ของเครื่องอ่านภาพจะมีการประมวลผล โดยอาศัยโครงสร้างของแม่สี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน (red, green and blue) ในทางเทคนิคเราเรียกว่า RGB ในโครงสร้างสีแบบ RGB นี้ แต่ละสีที่เกิดขึ้นประกอบด้วยแม่สีทั้ง 3 สี รวมอยู่ด้วยกันในค่าที่แตกต่างกันไป โดยสีดำจะเกิดขึ้นจากการไม่มีแสง สีขาว ในทำนองเดียวกันสีขาวก็เกิดจากแสงของแม่สีทั้ง 3 อยู่ในระดับสูงสุดเท่ากัน (100 เปอร์เซ็นต์ของ red, green, blue) และระดับแสงเท่า ๆ กันทั้ง 3 ก็จะกำเนิดแสงสีเทา (gray scale) ซึ่งเครื่องอ่านภาพสีมีการทำงานได้หลากหลายเพื่อที่จะสร้างภาพสี โดยอาศัยหลักการของแม่สี RGB ของภาพ 8 บิต จำนวน 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนคือแม่สีของ RGB ที่จะประกอบเป็นแฟ้มข้อมูลของภาพแต่ละภาพ

สำหรับการอ่านของเครื่องสแกนเนอร์ อาศัยวิธีการอ่านภาพ 2 วิธีพื้นฐานในการอ่านภาพสีเข้าสู่คอมพิวเตอร์คือ การอ่านแบบรอบเดียว (one pass scanning) และแบบ 3 รอบ (three pass scanning) เครื่องอ่านภาพชนิดรอบเดียว จะเก็บรายละเอียดของภาพสีทั้ง 3 (RGB) แต่ละเส้น (line) ก่อนที่จะเลื่อนไปอ่านภาพในเส้นต่อไป ในขณะที่เครื่องอ่านภาพชนิด 3 รอบ จะอ่านภาพได้เพียงรอบละสี สำหรับการอ่านสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งในระบบการอ่านภาพแบบรอบเดียว มีเทคนิคในการอ่านที่แตกต่างกันออกไป โดยเทคโนโลยีแรกคือ แสงที่ตกกระทบบนเอกสารต้นฉบับจะมาจากหลอดไฟ 3 หลอด (3 สี) ที่เป็นต้นกำเนิดแสงเพื่อประกอบเป็นภาพสี และด้วยเหตุผลที่หัวอ่าน CCD จะเคลื่อนที่ครั้งละ 1 เส้นหลอดไฟทั้ง 3 หลอดนี้ จะทำงานต่อเนื่องทีละสีจนครบ 3 สี แล้วจึงเลื่อนหัวอ่านไปเพื่ออ่านเส้นต่อไป การอ่านภาพตามกระบวนการนี้จะดำเนินไปจนจบความยาวของภาพที่จะอ่าน ดังแสดงในรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



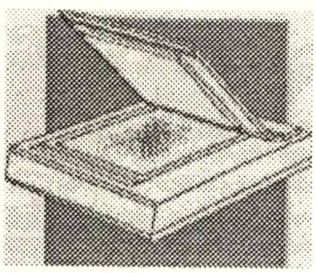
รูปที่ 3.4 แสดงการอ่านภาพสีของสแกนเนอร์

ส่วนเทคโนโลยีอีกชนิดหนึ่งจะใช้แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเพียงจุดเดียว และส่องกระทบต้นฉบับมายังกระจกเงาแบบพิเศษ ซึ่งจะทำหน้าที่แบ่งแยกแสงสีขาวออกเป็นลำแสง 3 สี ให้ตกกระทบหัวอ่าน CCD 3 หัว ที่มีการเคลือบสี (red, green, blue) วางเรียงขนานกันอยู่ ลำแสงแต่ละสีจะวิ่งผ่านไปยัง CCD และแปลงสัญญาณจากภาพให้เป็นข้อมูลตามชนิดของไฟล์ที่ต้องการต่อไป

ส่วนการอ่านแบบ Three pass การอ่านแบบนี้จะใช้กระบวนการอ่านแบบง่าย ๆ โดยแสงสีขาวจากแหล่งกำเนิดจะสะท้อนผ่านฟิลเตอร์กรองแสงไปยัง CCD ซึ่งในการอ่านแต่ละรอบฟิลเตอร์จะถูกเลื่อนไปกรองแสงรอบละสี ได้แก่ red, green, blue ตามลำดับ

(ค) แบบต่าง ๆ ของสแกนเนอร์

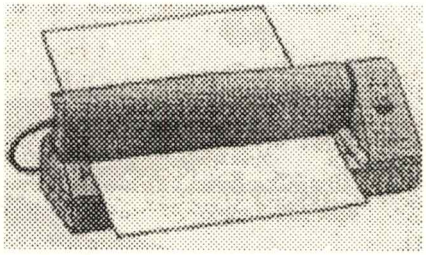
(1) Flatbed Scanner สามารถสแกนเอกสารได้ทีละหน้า โดยมีลักษณะเหมือนกับเครื่องถ่ายเอกสาร และมีตัวเซนเซอร์เคลื่อนที่อ่านกวาดเอกสารนั้น



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Flatbed Scanner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) Sheetfed Scanner จะอ่านเอกสารทีละหน้าเช่นเดียวกัน แต่จะใช้วิธีเลื่อนเอกสารแทนการเลื่อนตัวเซนเซอร์กวาดเอกสาร

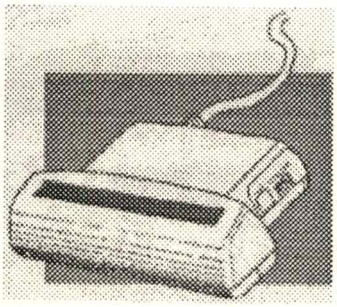


รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Sheetfed Scanner

(3) Overhead Scanner ตัวเซนเซอร์จะอยู่เหนือพื้นที่ที่จะสแกน ซึ่งจะอ่านกวาดเอกสารในพื้นที่นั้น ๆ ข้อแตกต่างของสแกนเนอร์แบบนี้คือ ไม่ต้องใช้หลอดไฟฟ้าให้แสงสว่างจากตัวเครื่องเหมือนกับ 2 แบบแรก แต่จะใช้แสงสว่างจากสภาพแวดล้อม

รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Overhead Scanner

(4) Handheld Scanner จะมีขนาดเล็กซึ่งเหมาะกับงานเล็ก ๆ เพราะความกว้างในการสแกนแต่ละครั้งไม่มากนัก และถ้าต้องการสแกนภาพใหญ่ ๆ จะต้องสแกนหลาย ๆ ครั้ง แล้วนำมาต่อกัน



รูปที่ 3.8 แสดงเครื่องสแกนเนอร์แบบ Handheld Scanner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การแสดงภาพ

การแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์มี 2 แบบ คือ การแสดงภาพสีจริง (True Color Display) และการแสดงภาพสีเทียม (Psuedo Color Display) ซึ่งการแสดงทั้ง 2 แบบ สามารถใช้จอมอนิเตอร์แบบเดียวกันได้ สิ่งที่แตกต่างกันคือ วงจรสร้างสัญญาณภาพและลักษณะของการเก็บข้อมูลใน VDO RAM ที่ไม่เหมือนกัน แต่วงจรของ VDO RAM เป็นแบบเดียวกัน

3.2.1 การแสดงภาพสีจริง (True Color Display)

ลักษณะของข้อมูลรูปสีจริงที่เก็บอยู่ใน VDO RAM ของการ์ดแสดงผลรูปสีจริง ข้อมูลของจุดภาพแต่ละจุดจะมีขนาด 3 ไบต์ ซึ่งแบ่งเป็นข้อมูลของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน สีละ 1 ไบต์ โดยการเก็บจะเริ่มต้นเก็บข้อมูลของจุดภาพเส้นที่ 0 ก่อน [(0,0)-(MaxX-1,0)] จากนั้นจึงเก็บข้อมูลเส้นที่ 1 ใน Address ถัดไป และจะเก็บลักษณะนี้ไปจนถึงเส้นสุดท้าย สมการที่ (3.1)-(3.3) ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่ง และ bank ของ VDO RAM ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของจุดภาพ

$$Total = [(Y * MaxX)+x]*3 \quad (3.1)$$

$$Bank = Truncate[Total/65536] \quad (3.2)$$

$$Address\ PC = A000:[(Total)\ Mod(65536)] \quad (3.3)$$

กำหนดให้

MaxX และ MaxY เป็นขนาดของการแสดงผลของ VGA เช่น MaxX = 640, MaxY = 480 เป็นต้น

Truncate เป็นผลลัพธ์ของการหารที่ตัดเศษออก เช่น Truncate[4/5] = 0, Truncate[10/3] = 3

Mod เป็นผลลัพธ์การหารเฉพาะที่เป็นเศษเท่านั้น เช่น (5) Mod (4) = 1, (15) Mod (3) = 0

วงจรสร้างสัญญาณ Address Counter จะสร้างสัญญาณ Address ส่งไปยัง Address Bus (S) เพื่อใช้อ่านข้อมูลของจุดภาพที่อยู่ใน VDO RAM ไปเข้าที่วงจร A/D เพื่อแปลงสัญญาณเป็น Analog ในขณะเดียวกันก็จะนำเอาสัญญาณที่อยู่ใน Address Bus(S) เป็นตัวกำหนดสัญญาณ V/H Sync

3.2.2 การแสดงภาพสีเทียม (Psuedo Color Display)

การเก็บข้อมูลใน VDO RAM ของการแสดงผลแบบสีเทียมจะเหมือนกับแบบการแสดงแบบสีจริง เพียงแต่ขนาดของหน่วยความจำ ที่ใช้เก็บข้อมูลของแต่ละจุดภาพจะมีขนาดไม่เท่ากับ 3 ไบต์ แต่จะขึ้นอยู่กับจำนวนสีเทียมที่สามารถแสดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในบทต่อไปจะกล่าวถึงการนำองค์ประกอบของแสงสีในส่วนของค่าฮิว (Hue) มาใช้ในการแยกภาพเชื้อมาลาเรียของงานวิจัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย

จากแนวความคิดใน 1.4 ที่กล่าวว่านิวเคลียสและไซโตรพลาสซึม ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเชื้อมาลาเรีย (และในที่นี้ของเรียกส่วนประกอบทั้งสองว่า "เชื้อมาลาเรีย") จะปรากฏให้เห็นในภาพเสมอไม่ว่าจะได้รับเชื้อมาลาเรียชนิดอะไรและอยู่ในระยะใดก็ตาม และจากการติดสีของเชื้อมาลาเรีย จึงทำให้เราสามารถที่จะทำการแยกภาพเชื้อมาลาเรียได้ ประกอบกับการที่เชื้อมาลาเรียอาศัยและเจริญเติบโตในเม็ดเลือดแดง ดังนั้นในการที่จะวิเคราะห์หาเชื้อมาลาเรีย ทำได้โดยการนำเลือดผู้ป่วยมาผ่านกระบวนการย้อมสี ซึ่งกระทำได้ 2 วิธี สไลด์เลือดชนิดหนาเพื่อทำการตรวจหาว่ามีเชื้อหรือไม่มีเชื้อมาลาเรีย และสไลด์เลือดชนิดบางเป็นการแยกชนิดและระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นตรวจหาว่ามีเชื้อหรือไม่มีเชื้อมาลาเรียในภาพสไลด์เลือดเท่านั้น โดยตารางที่ 4.1 จะแสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับการติดเชื้อมาลาเรีย และตารางที่ 4.2 แสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ได้รับการติดเชื้อมาลาเรีย และการติดสีของเชื้อมาลาเรียจะอยู่ในช่วงของโทนสีฟ้าน้ำเงินหรือม่วงแดง ซึ่งสีจากตารางทั้งสองนี้เป็นสีที่ได้จากกระบวนการย้อมสีสไลด์เลือดชนิดหนา (thick blood film)

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับการติดเชื้อ

ส่วนประกอบของเชื้อ	การติดสี
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลืองหรือโทนสีเขียวฟ้า
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียวหรือโทนสีฟ้า

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ได้รับการติดเชื้อ

ส่วนประกอบของเชื้อ	การติดสี
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลืองหรือโทนสีฟ้า
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียวหรือโทนสีเขียวฟ้า
เชื้อมาลาเรีย	ช่วงโทนสีฟ้าน้ำเงินหรือโทนสีม่วงแดง

สำหรับแนวคิดดังกล่าวนั้น สามารถแสดงถึงหลักการของการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย และแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 กระบวนการคือ การกำหนดค่าฮิวอ้างอิงของเชื้อมาลาเรีย และการเปรียบเทียบค่าฮิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1. การสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง

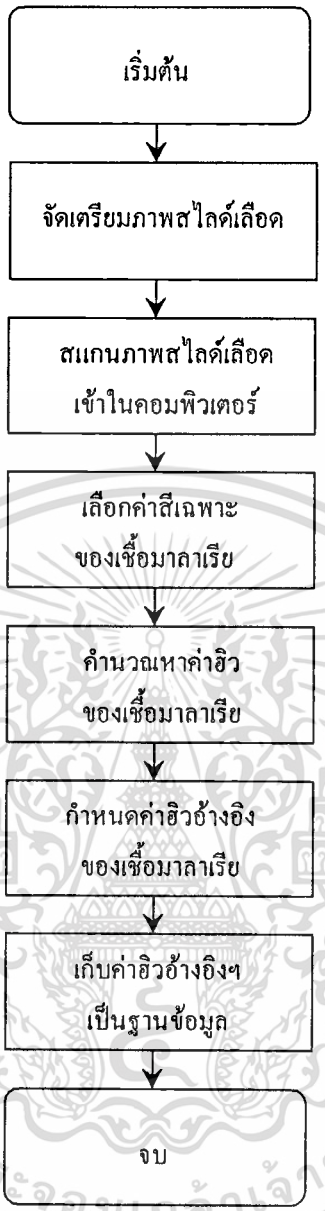
กระบวนการนี้ เป็นการทดลองหาค่าฮิวของเชื้อมาลาเรียเพื่อกำหนดเป็นค่าฮิวอ้างอิง แล้วนำไปเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในกระบวนการที่สอง จากการทดลองพบว่าเชื้อมาลาเรียสามารถมีค่าฮิวได้หลายค่า โดยที่แต่ละค่ามีค่าใกล้เคียงกัน (มีสีในช่วงโทนสีเดียวกัน) ดังนั้นเราจะต้องทำการกำหนดค่าฮิวที่สามารถใช้เป็นตัวแทนค่าฮิวทั้งหมดของเชื้อมาลาเรีย และจะเรียกค่าตัวแทนนี้ว่า "ค่าฮิวอ้างอิง" ซึ่งค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบการเก็บภาพที่ใช้ได้แก่ ประเภทของสีที่ใช้ย้อม แสงสีในสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์เก็บภาพ เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าฮิวของเชื้อมาลาเรียเกิดการเปลี่ยนแปลง และเป็นสาเหตุให้ค่าฮิวอ้างอิงที่กำหนดเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้นเมื่อใดก็ตามที่องค์ประกอบของระบบการเก็บภาพไม่เปลี่ยนแปลงเราจะทำกระบวนการนี้เพียงครั้งเดียว แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเราจำเป็นต้องทำกระบวนการนี้อีกครั้ง โดยขั้นตอนของกระบวนการนี้สามารถสรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4.1 โดยกระบวนการเริ่มจาก บุคลากรทางด้านการแพทย์จัดเตรียมภาพที่มีเชื้อมาลาเรียปรากฏอยู่ แล้วเก็บภาพเหล่านี้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจึงนำภาพมาแสดงบนมอนิเตอร์ เพื่อให้บุคลากรทางการแพทย์ทำการกำหนดค่าของกลุ่มสีเฉพาะในเชื้อมาลาเรีย จากค่าของกลุ่มสีเฉพาะนี้คอมพิวเตอร์จะนำค่าของกลุ่มสีเฉพาะมาทำการคำนวณค่าฮิว และกำหนดเป็นค่าฮิวอ้างอิงเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป สำหรับรายละเอียดของการคำนวณค่าฮิว และการกำหนดค่าฮิวอ้างอิง แสดงในหัวข้อ 4.1.1 และ 4.1.2 ตามลำดับ

4.1.1 ขั้นตอนการคำนวณค่าฮิว

จากค่ากลุ่มสีเฉพาะของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงของโทนสีฟ้าน้ำเงินหรือม่วงแดง ที่บุคลากรทางด้านการแพทย์ได้ทำการเลือก แล้วจะนำค่าสีเฉพาะในแต่ละกลุ่มค่าสีมาคำนวนหาค่ามุมของสีที่เรียกว่าค่าฮิว แต่เนื่องจากไฟล์ภาพที่ได้จากอุปกรณ์เก็บภาพส่วนมาก ใช้แบบการจำลองสีอาร์จีบี [2] รวมทั้งไฟล์ภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้ด้วย ซึ่งเป็นไฟล์ภาพแบบบิตแมป 24 บิต (true color) ที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเสนอเฉพาะวิธีการคำนวณค่าฮิวจากแบบจำลองสีอาร์จีบีเท่านั้น สำหรับการเก็บภาพที่เป็นไฟล์ภาพแบบจำลองสีอื่น ๆ ให้ทำการแปลงเป็นแบบจำลองสีอาร์จีบีเสียก่อน [5] ดังนั้นการคำนวณค่าฮิวจากแบบจำลองสีอาร์จีบี กระทำได้ดังนี้

ก) ทำการอ่านค่าสีปฐมภูมิ (primary color) ของไฟล์ภาพที่ได้จากอุปกรณ์เก็บภาพ โดยค่าสีปฐมภูมินี้มี 3 ค่า คือ r (สีแดง), g (สีเขียว) และ b (สีน้ำเงิน) โดยแต่ละค่าสีปฐมภูมิจะมีขนาด N บิต โดยที่ N เป็นจำนวนบิตของรหัสไบนารี่ ที่ใช้แทนแต่ละค่าสีปฐมภูมินั้น ๆ เช่น ถ้าเป็นการเก็บภาพแบบ 24 บิต แล้วค่าของ r, g, และ b ในแต่ละค่าจะมีขนาด 8 บิต ดังนั้น N จึงมีค่าเท่ากับ 8 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง

ข) ทำการปรับค่า r, g, และ b **ให้อยู่ในช่วงปิด** [0,1] **ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการคำนวณค่าฮิวใน** [2] **จะต้องปรับค่าให้อยู่ในช่วงดังกล่าว และนิยามเป็น** R, G **และ** B **ตามลำดับโดยการปรับค่ากระทำได้ดังนี้**

$$R = r/(2^N-1) \quad (4.1)$$

$$G = g/(2^N-1) \quad (4.2)$$

$$B = b/(2^N-1) \quad (4.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) ทำการคำนวณหาค่าฮิว โดยทั่วไปวิธีการคำนวณค่าฮิวที่นำเสนอใน [2] จะให้ค่าฮิวเป็นค่ามุมอยู่ในช่วง [0° , 360°] แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ต้องการค่าฮิวที่มีค่ามุมอยู่ในช่วง [-180° , 180°] ดังนั้นเราจึงดัดแปลงการคำนวณค่าฮิวใน [2] เป็นดังนี้

$$\Psi = \cos^{-1}\left(\frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}}\right) \qquad (4.4)$$

และกำหนดให้ค่า H คือค่าฮิวของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพสไลด์เลือด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3.5)

$$H = \begin{cases} \Psi & ; \ b_0 \le g_0 \\ -\Psi & ; \ b_0 > g_0 \end{cases} \qquad (4.5)$$

โดยที่

$$b_0 = \frac{3B}{R+G+B}$$

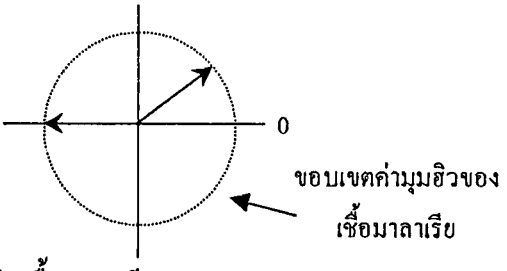
$$g_0 = \frac{3G}{R+G+B}$$

ดังนั้นการคำนวณค่าฮิวของส่วนประกอบต่าง ๆ ในภาพสไลด์เลือดที่ได้รับ และไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (4.1) – (4.5)

4.1.2 ขั้นตอนการกำหนดค่าฮิวอ้างอิงของเชื้อมาลาเรีย

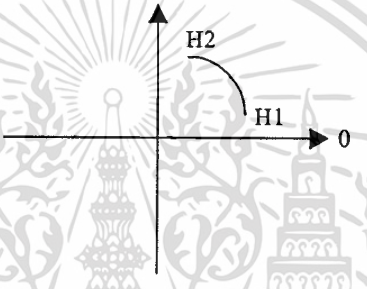
เนื่องจากค่าฮิวของเชื้อมาลาเรียที่ได้จากขั้นตอน 4.1.1 อาจมีได้หลายค่า ทั้งนี้เนื่องจากค่าฮิวของเชื้อมาลาเรียอยู่ในช่วงโทนสีม่วงแดงหรือม่วงน้ำเงิน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำการหาค่าตัวแทนของค่าฮิวดังกล่าว และเรียกค่าตัวแทนนี้ว่า "ค่าฮิวอ้างอิง" ซึ่งมี 2 ค่าคือ H1 และ H2 และจากที่ค่ามุมของฮิวมีค่าอยู่ในช่วงของสีโทนแดงและโทนสีน้ำเงิน ดังนั้นค่ามุมฮิวที่ได้จะปรากฏอยู่ในขอบเขตของควอซ์แดนที่ 1 หรือควอซ์แดนที่ 3 หรือควอดซ์แดนที่ 4 หรือเกิดขึ้นได้ทั้งสองควอซ์แดน ดังรูปที่ 4.2 เป็นการแสดงตัวอย่างขอบเขตค่าฮิวของเชื้อมาลาเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

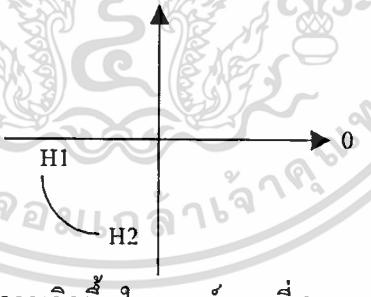


รูปที่ 4.2 แสดงตัวอย่างค่ามุมของฮิวเชื้อมาลาเรีย

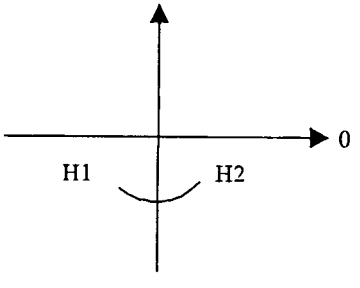
จากหลักการดังกล่าว ช่วงค่ามุมของฮิวอาจเกิดขึ้นในช่วงของควอซ์แดนที่ 1 หรือควอซ์แดนที่ 3 หรือควอดซ์ที่ 4 หรือเกิดขึ้นได้ทั้งสองคอวซ์แดน ดังแสดงในรูปที่ 4.3-4.7 และกำหนดให้ H1 และ H2 คือค่ามุมของฮิวที่ตำแหน่งปลายช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรีย



รูปที่ 4.3 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอซ์แดนที่ 1

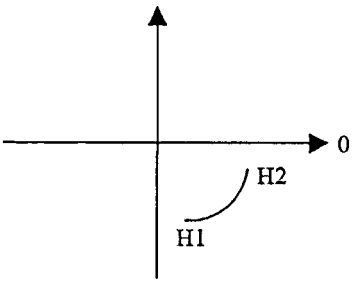


รูปที่ 4.4 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอซ์แดนที่ 3

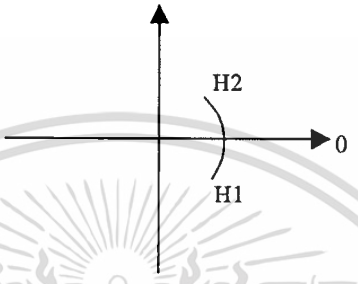


รูปที่ 4.5 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นระหว่างควอซ์แดนที่ 3 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นในควอซ์แดนที่ 4



รูปที่ 4.7 แสดงช่วงค่ามุมเชื้อมาลาเรียที่อาจเกิดขึ้นระหว่างควอซ์แดนที่ 1 และ 4

สำหรับค่า H1 และ H2 สามารถกำหนดได้ดังนี้

กำหนดให้ {H} เป็นเซตของค่าฮิวทั้งหมดของเชื้อมาลาเรีย โดยจะได้

$$H1 = MIN(\{H\}) \quad (4.6)$$

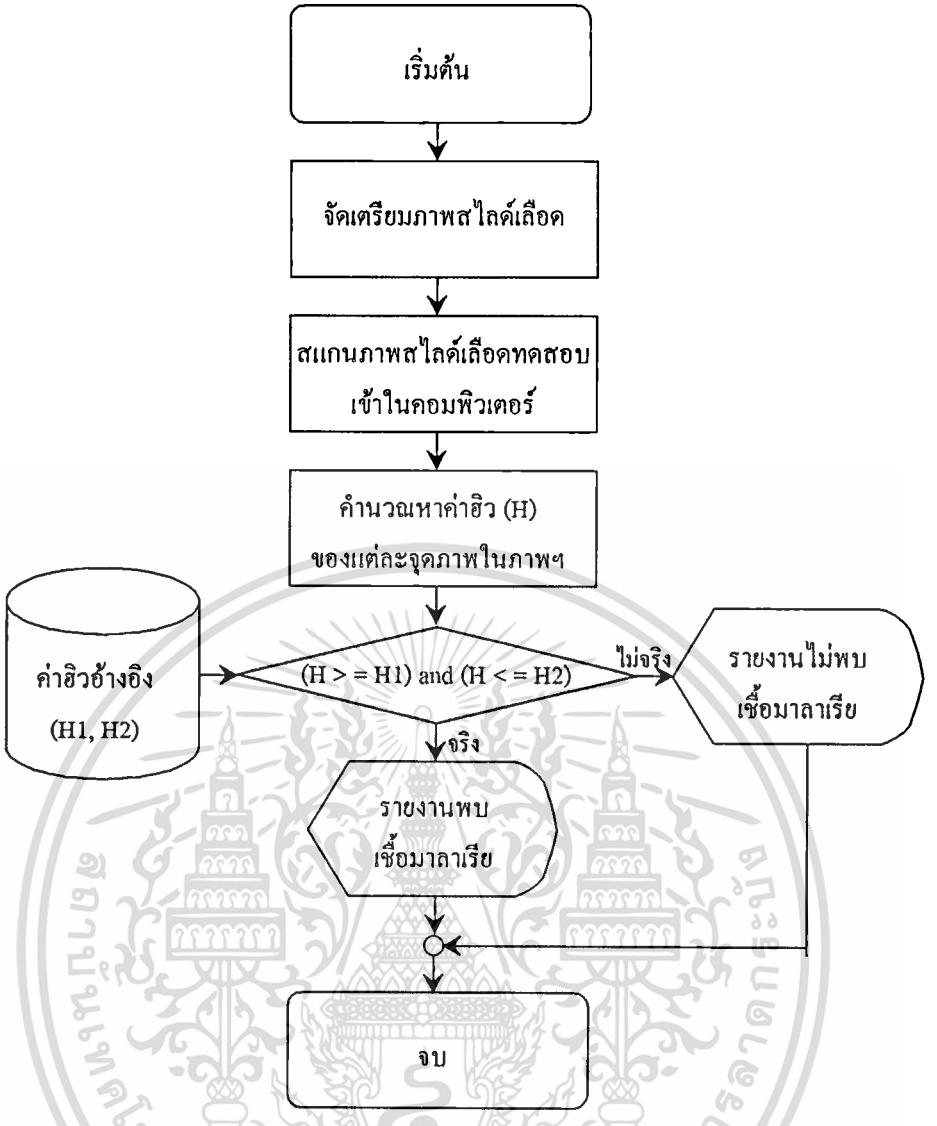
$$H2 = MAX(\{H\}) \quad (4.7)$$

4.2 การแยกภาพเชื้อมาลาเรียโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

กระบวนการนี้ ถูกดำเนินการเพื่อตรวจสอบภาพสไลด์เลือด ว่ามีเชื้อมาลาเรียอยู่ในภาพหรือไม่ สามารถสรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 4.8 โดยขั้นตอนการทำงานเริ่มจากบุคลากรทางด้านการแพทย์เตรียมภาพสไลด์เลือดที่ต้องการตรวจสอบ และเก็บภาพสไลด์เลือดเก็บเข้าสู่คอมพิวเตอร์ แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการสแกนหาค่าของ r, g และ b ในแต่ละจุดภาพ แล้วนำมาคำนวณค่าฮิว (H) ตามสมการที่ (4.1) – (4.5) หลังจากนั้นนำค่าฮิวที่ได้ทั้งหมดจากภาพสไลด์เลือดที่ต้องการตรวจสอบ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิง H1 และ H2 ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งการเปรียบเทียบจะกระทำโดยนำค่าฮิวของแต่ละจุดภาพที่คำนวณได้มาเทียบกับค่าฮิวอ้างอิงที่ละจุดภาพ โดยใช้เงื่อนไขที่แสดงในสมการที่ (4.8) โดยแสดงได้ดังนี้

$$(H >= H1) \text{ and } (H <= H2) \quad (4.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการแยกภาพเชื้อมาลาเรียโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

ถ้ามีค่าฮิว ณ จุดภาพใด ๆ ที่ทำให้เงื่อนไขในสมการที่ (4.8) เป็นจริง แสดงว่ามีเชื้อมาลาเรียปรากฏในภาพสไลด์เลือด และรายงานว่าพบเชื้อ ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่มีค่าฮิว ณ จุดภาพใดเลยที่ทำให้เงื่อนไขของสมการที่ (4.8) เป็นจริง แสดงว่าภาพสไลด์เลือดนั้นไม่มีเชื้อมาลาเรียปรากฏ และรายงานว่าไม่พบเชื้อมาลาเรีย

ในบทต่อไป จะนำวิธีการและขั้นตอนที่นำเสนอในบทนี้ไปทำการทดลองและหาผลทดลองจากการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรีย

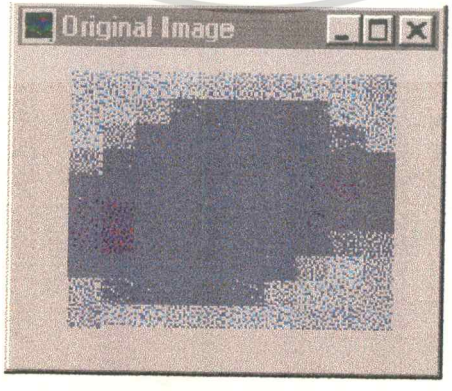
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ ได้ใช้ภาพสไลด์เลือดต้นแบบจำนวน 50 ภาพ สำหรับขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง และภาพสไลด์เลือดตัวอย่างและภาพสไลด์เลือดทดสอบ จำนวนอย่างละ 50 ภาพ สำหรับขั้นตอนการแยกเชื้อมาลาเรียจากวิธีการที่นำเสนอในบทที่ 4 โดยภาพสไลด์เลือดตัวอย่างเป็นภาพที่ทราบข้อมูลมาก่อนแล้วว่ามีเชื้อมาลาเรียอยู่ ณ ตำแหน่งใดในภาพ และภาพสไลด์เลือดทดสอบ ซึ่งเป็นภาพที่ไม่ทราบข้อมูล โดยภาพสไลด์เลือดที่ใช้ทั้งสองนี้ เป็นภาพที่สแกนจากฟิล์มสไลด์ของเชื้อมาลาเรียชนิดหนา (thick blood film) โดยสไลด์เลือดชนิดนี้เป็นชนิดที่ใช้สำหรับตรวจหาว่ามีเชื้อหรือไม่มีเชื้อมาลาเรีย ด้วยความละเอียดของภาพ 100 จุดต่อนิ้ว (dpi) 24 บิต แบบอาร์จีบี และสีที่ใช้ย้อมสไลด์เลือดในงานวิจัยนี้เป็นสี giemsa stain

สำหรับการทดลองนี้ใช้ซอร์ฟแวร์ MATLAB สร้างโปรแกรมทดสอบตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอ และทำการแยกนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากส่วนประกอบทั้งสองจะปรากฏในภาพเสมอไม่ว่าจะเป็นเชื้อมาลาเรียชนิดใด และอยู่ในระยะการเจริญเติบโตระยะใด ๆ ก็ตาม สำหรับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเชื้อมาลาเรีย เช่น มาลาเรียพิกเมนต์ (malarial pigment) หรือ vacuole จะปรากฏให้เห็นในภาพในบางระยะของการเจริญเติบโตของเชื้อเท่านั้น โดยการแสดงภาพเชื้อมาลาเรียมีเงื่อนไขดังนี้ ถ้าค่าฮิวของภาพที่ตำแหน่งใด ๆ (จุดภาพ) ไม่ทำให้สมการที่ (4.8) เป็นจริง ให้แสดงภาพที่ตำแหน่งเดียวกันนั้นเป็นสีดำ แต่ถ้าค่าฮิวของภาพที่ตำแหน่งนั้น ๆ ทำให้สมการที่ (4.8) เป็นจริง ให้แสดงภาพที่ตำแหน่งเดียวกันนี้เป็นสีของค่าฮิวนั้น ๆ ดังตัวอย่างรูปที่ 5.1 – รูปที่ 5.5 เป็นการแสดงขั้นตอนในการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย



รูปที่ 5.1 แสดงภาพตัวอย่างของเชื้อมาลาเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

163	164	164	164	162	159	160	163	160	155
163	165	159	147	137	129	128	145	161	160
164	155	134	125	124	122	116	121	146	159
153	136	125	122	120	124	126	116	115	131
130	120	122	122	119	123	126	111	94	104
115	114	121	122	119	121	121	110	114	123
115	112	117	123	123	123	120	126	149	149
134	122	119	124	125	129	139	156	165	157
159	152	142	137	138	148	160	165	163	160
156	163	164	161	160	162	163	159	159	161

182	183	185	186	182	177	179	184	182	173
183	185	175	154	136	119	116	151	182	178
187	169	128	109	110	108	97	108	156	180
170	137	112	103	102	113	117	99	111	152
120	98	107	106	98	107	113	83	78	125
80	70	94	104	100	105	106	81	103	142
77	59	85	107	109	109	108	120	160	166
121	87	90	100	102	114	137	170	184	172
175	156	134	123	125	150	175	183	180	175
173	183	181	176	176	181	182	177	177	178

184	184	184	182	182	181	182	182	182	182
184	184	182	180	178	175	175	178	182	182
184	183	181	178	177	174	173	176	180	181
181	179	178	175	175	175	176	172	166	168
174	172	172	172	175	176	176	165	156	156
170	168	170	173	176	177	174	168	166	168
172	167	170	175	177	178	177	179	181	181
179	175	173	175	177	179	182	183	183	181
184	184	183	183	183	184	185	183	183	182
184	185	186	185	185	185	185	185	185	185

รูปที่ 5.2 แสดงค่าของ r, g, b ณ จุดภาพใด ๆ

จากรูปที่ 5.1 เป็นภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบการแยกภาพเชื้อไข้มาลาเรีย ซึ่งเป็นภาพขนาด 10x10x3 โดยที่ค่า 3 หมายถึงแต่ละค่าของ r, g, b ณ ตำแหน่งจุดภาพใด ๆ เช่นที่จุดภาพที่ 1 จะมีค่าของ r = 163, g = 182 และb = 184 โดยค่าดังกล่าวเป็นค่าที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ และเป็นไฟล์ภาพแบบบิตแมป 24 บิต ดังแสดงในรูปที่ 5.2 แล้วนำค่าของ r, g, b มาทำการคำนวณหาค่าฮิว โดยใช้สมการที่ (3.1) - (3.5) ดังแสดงในรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

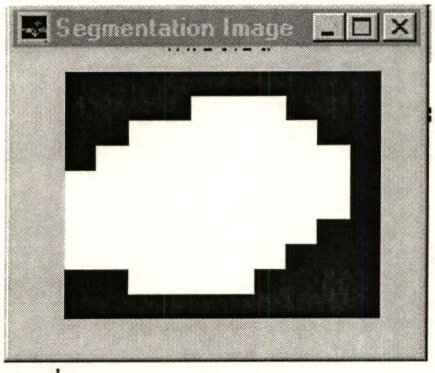
-175	-177	177	170	180	-170	-172	175	180	-160
-177	177	-162	-131	-118	-110	-108	-129	180	-170
173	-150	-114	-107	-108	-108	-106	-109	-136	-177
-157	-121	-109	-105	-106	-110	-111	-107	-116	-154
-109	-103	-107	-106	-104	-107	-108	-100	-108	-143
-97	-93	-99	-105	-106	-107	-107	-100	-110	-144
-96	-90	-98	-107	-108	-108	-110	-114	-139	-152
-107	-96	-99	-101	-102	-107	-117	-151	177	-156
-159	-126	-111	-107	-107	-122	-156	180	-172	-161
-157	-175	-167	-158	-159	-170	-172	-166	-162	-163

รูปที่ 5.3 แสดงค่าฮิวของภาพ

เมื่อได้ค่าฮิวของภาพจะนำค่าฮิวดังกล่าว มาเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิงตามเงื่อนไขของสมการที่ (3.8) ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงให้แสดงค่า ณ จุดภาพนั้น ๆ เป็น 1 แต่ถ้าเป็นเท็จให้แสดงค่าเป็น 0 แสดงดังรูปที่ 5.4 โดยค่าฮิวอ้างอิงของภาพตัวอย่างมีค่า H1 = -122 และ H2 = -90 ซึ่งค่าฮิวอ้างอิงนี้ได้มาจากการคำนวณตามสมการที่ (3.1) - (3.5) เพื่อหาค่าฮิวของเชื้อมาลาเรียที่บุคลากรทางการแพทย์ได้กำหนดค่ากลุ่มสีเฉพาะ

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 5.4 แสดงค่าของจุดภาพในการ segment ได้



รูปที่ 5.5 แสดงภาพเชื้อไข้มาลาเรียที่ทำการแยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าฮิวอ้างอิงที่ได้จากภาพต้นแบบแสดงในตารางที่ 5.1 แสดงค่ามุมของสีในภาพที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย และตารางที่ 5.2 แสดงค่ามุมของสีในภาพที่ได้รับเชื้อมาลาเรีย ตารางที่ 5.3 เป็นตารางแสดงค่าฮิวอ้างอิงของเชื้อมาลาเรีย และจากผลการทดสอบพบว่าสามารถแยกเชื้อมาลาเรียได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 5.4 สำหรับรูปที่ 5.6 แสดงภาพสไลด์เลือดที่ทราบข้อมูลแล้วว่าไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย และรูปที่ 5.7 เป็นภาพสไลด์เลือดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการที่นำเสนอ

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงค่ามุมของสีในภาพที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

ส่วนประกอบในภาพ	สีของส่วนประกอบ	ค่ามุมของสี (ค่าฮิว : H)
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลืองหรือโทนสีเขียวฟ้า	$60^\circ < H < 175^\circ$
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียวหรือโทนสีฟ้า	$42^\circ < H < 160^\circ$

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงค่ามุมของสีในภาพที่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

ส่วนประกอบในภาพ	สีของส่วนประกอบ	ค่ามุมของสี (ค่าฮิว : H)
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลืองหรือโทนสีเขียวฟ้า	$60^\circ < H < 175^\circ$
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียวหรือโทนสีฟ้า	$42^\circ < H < 160^\circ$
เชื้อมาลาเรีย	ช่วงโทนสีฟ้าน้ำเงินหรือม่วงแดง	$H >= -180^\circ$; $H <= 30^\circ$

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงค่าฮิวอ้างอิงของเชื้อมาลาเรีย

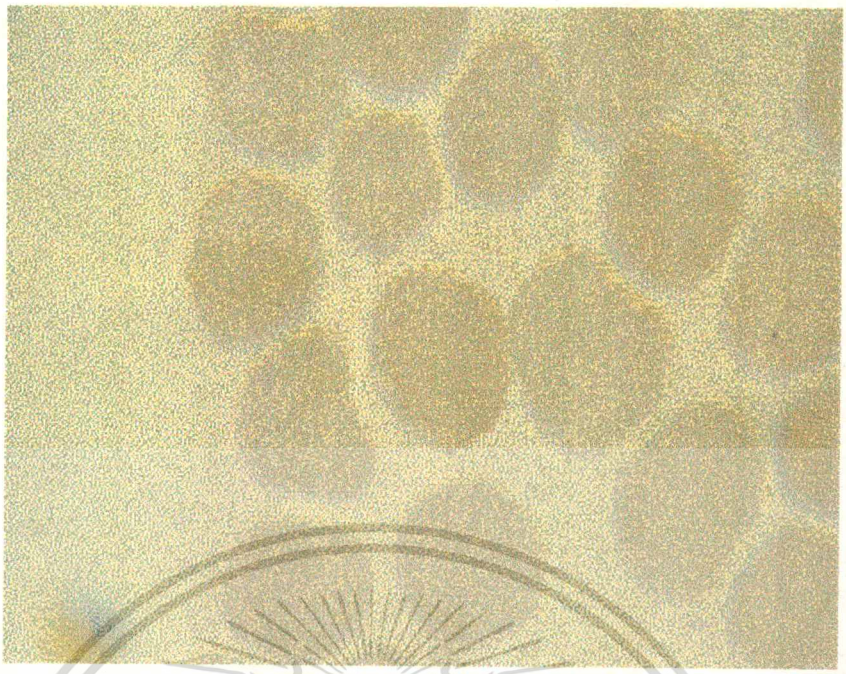
ส่วนประกอบเชื้อมาลาเรีย	ค่าฮิวอ้างอิง (H1, H2)
เชื้อมาลาเรีย	$H1 = 10^\circ$ $H2 = -120^\circ$

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงผลการทดสอบการแยกภาพเชื้อมาลาเรียจากการทดลอง

ภาพเชื้อมาลาเรีย	จำนวนภาพ		ผลการทดสอบ ต่อจำนวนภาพ	
	ไม่ติดเชื้อ	ติดเชื้อ	ไม่ติดเชื้อ	ติดเชื้อ
ภาพตัวอย่าง	25	25	25	25
ภาพทดสอบ	25	25	25	25

ซึ่งภาพที่ได้จากผลการทดลอง ที่ได้จากแนวความคิดที่นำเสนอของงานวิจัย แสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

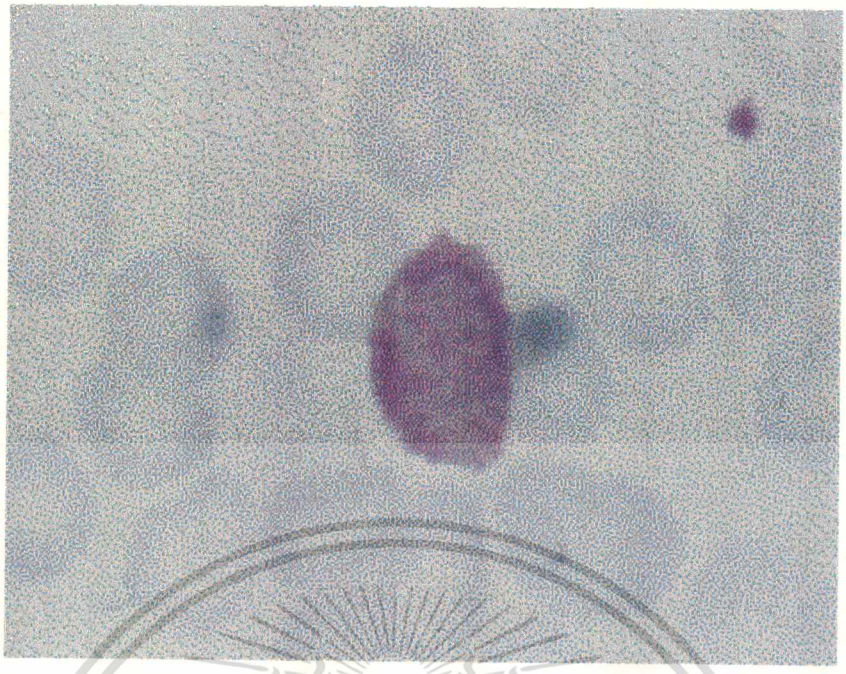


รูปที่ 5.6 แสดงภาพสไลด์เลือดที่ทราบข้อมูลแล้วว่าไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

รูปที่ 5.7 แสดงภาพสไลด์เลือดที่ได้จากการทดลองตามวิธีการที่นำเสนอ

จากรูปที่ 5.7 จะเห็นว่าภาพทั้งหมดแสดงเป็นสีดำ ทั้งนี้เนื่องจากค่าฮิวภายในจุดภาพใด ๆ ของรูปที่ 5.6 นั้น ไม่มีค่าฮิวใด ๆ ที่ทำให้สมการที่ (4.8) เป็นจริง

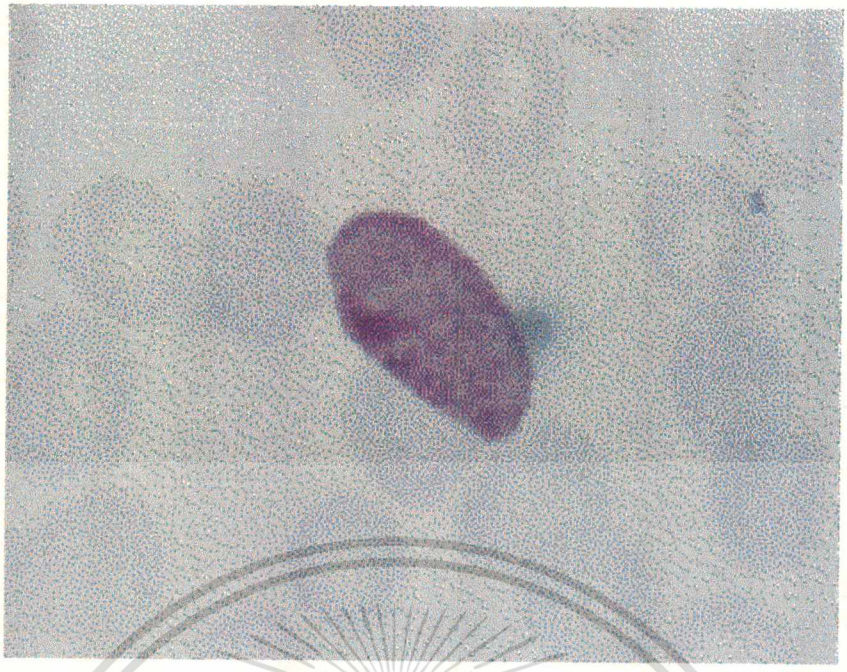
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไนเวกซ์

รูปที่ 5.9 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

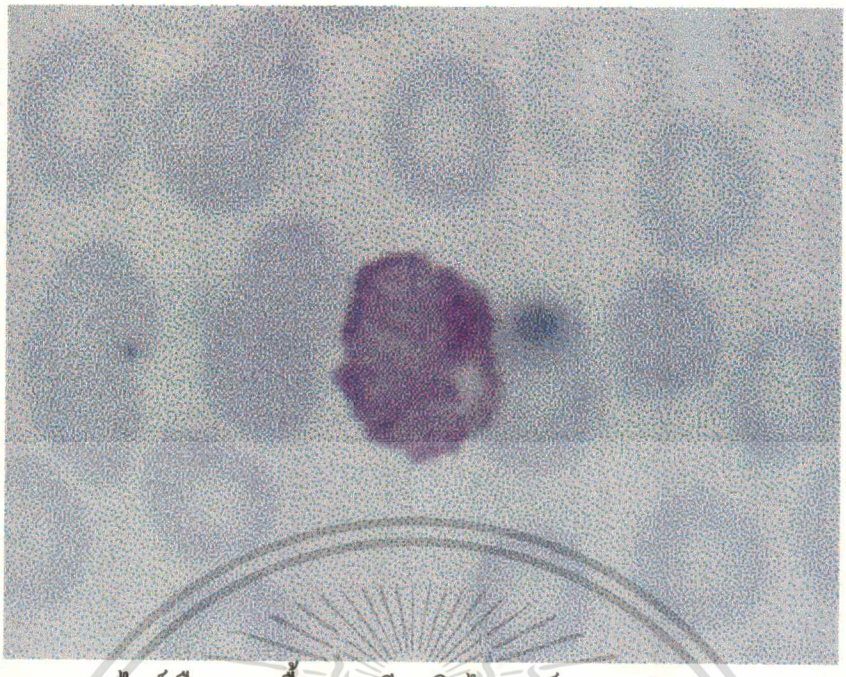
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวเวกซ์

รูปที่ 5.11 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

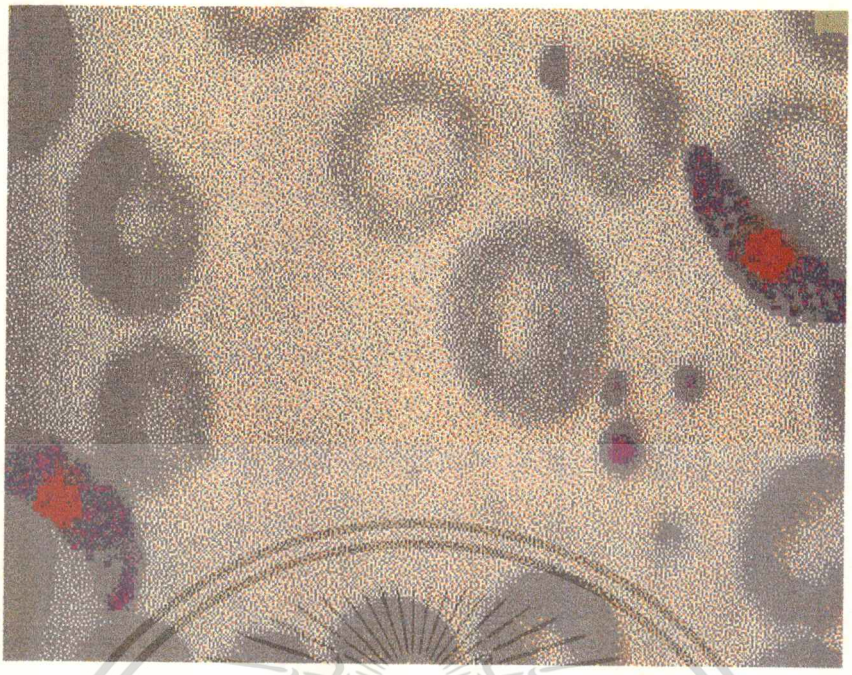


รูปที่ 5.12 แสดงภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรียชนิดไวเวกซ์

รูปที่ 5.13 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

จากรูปที่ 5.8 – 5.13 เป็นภาพของเชื้อมาลาเรียชนิดไวเวกซ์ ในระยะ microgametocyte ซึ่งจะมีรูปร่างกลมโต นิวเคลียสก้อนโต ขรุขระ ขอบเขตไม่ชัดเจน กระจายอยู่อย่างหลวม ๆ และกระจายเข้าไปอยู่ในไซโตรพลาสซึม ทำให้ไซโตรพลาสซึมติดสีโทนน้ำเงิน ส่วนในระยะ macrogametocyte นิวเคลียสเกาะกันเป็นก้อนแน่นค่อนไปข้างใดข้างหนึ่ง

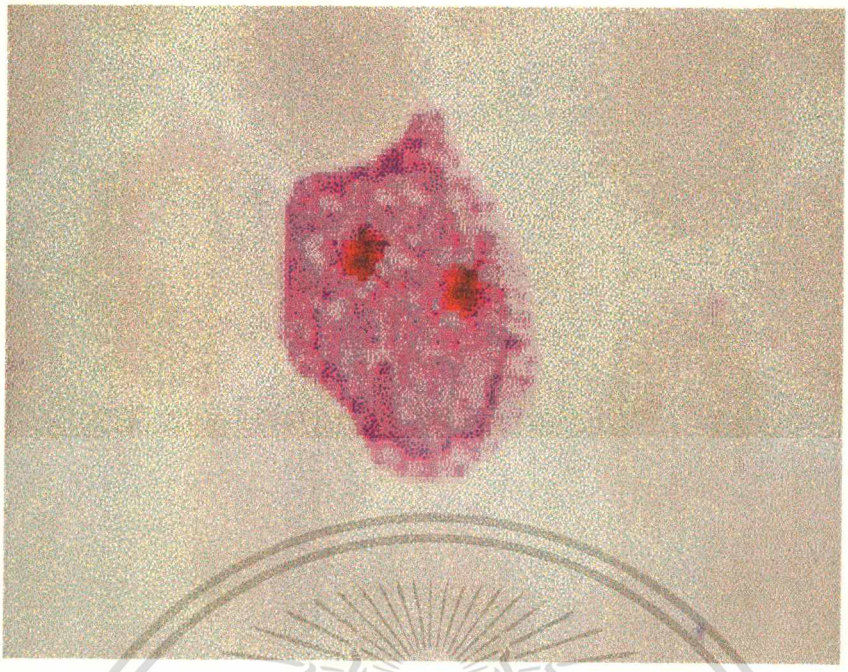
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 แสดงภาพสไลด์เลือดเชื้อมาลาเรียชนิดฟาริฟารัม

รูปที่ 5.15 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

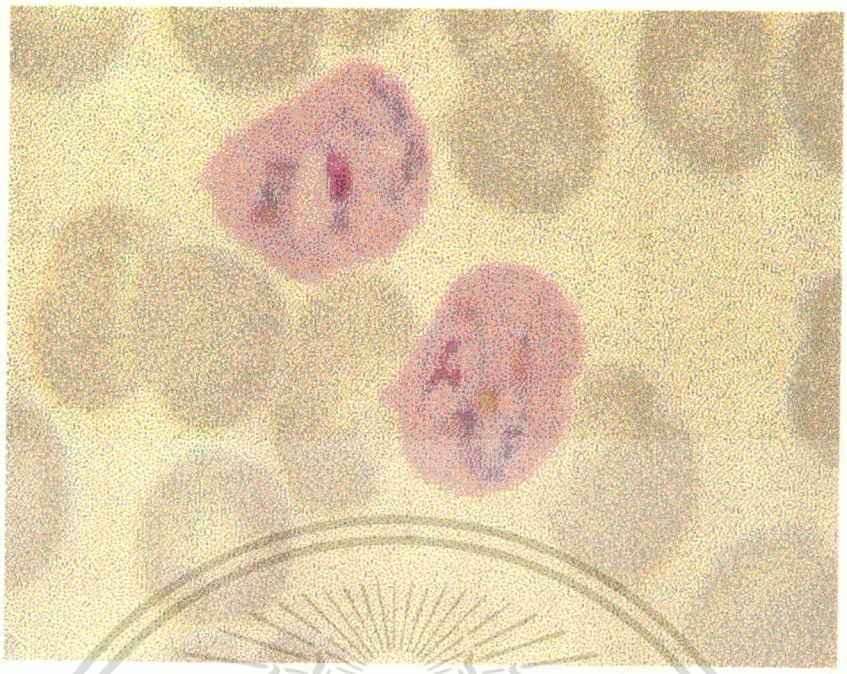
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



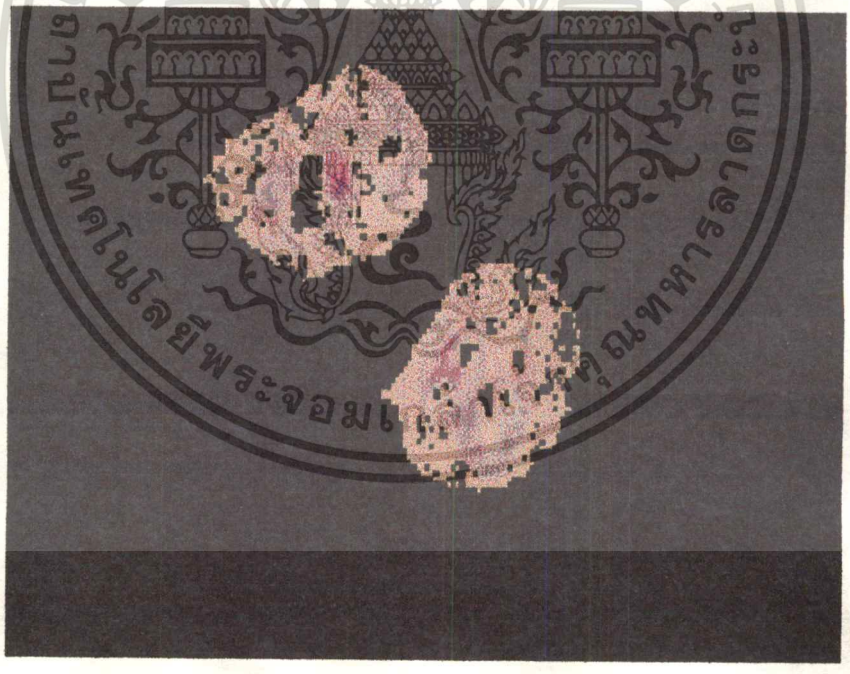
รูปที่ 5.16 แสดงภาพสไลด์เลือดเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์ จะเห็นนิวเคลียสแบ่งตัวเป็นสอง

รูปที่ 5.17 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



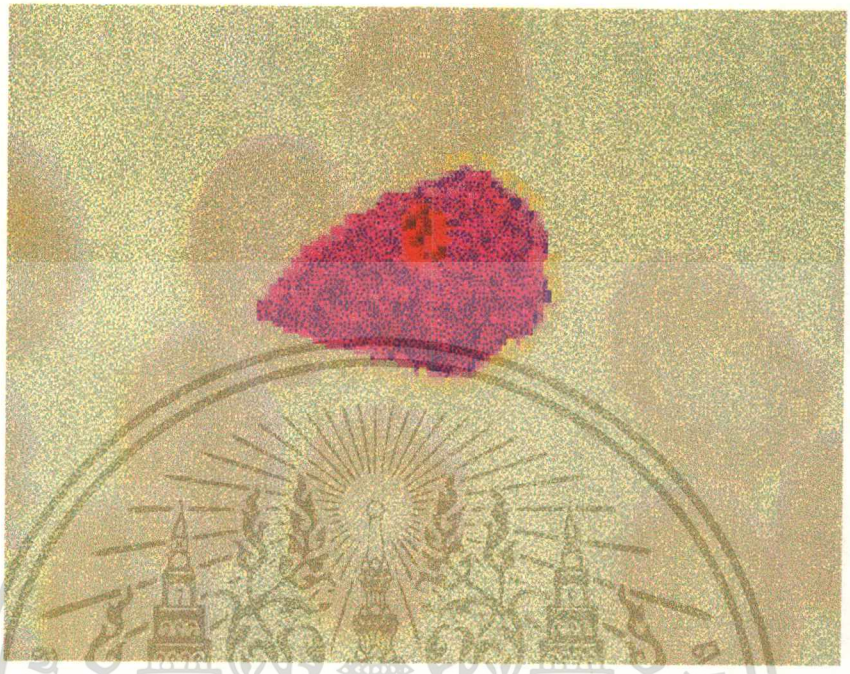
รูปที่ 5.18 แสดงภาพสไลด์เลือดเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์ ในระยะ growing trophozoite



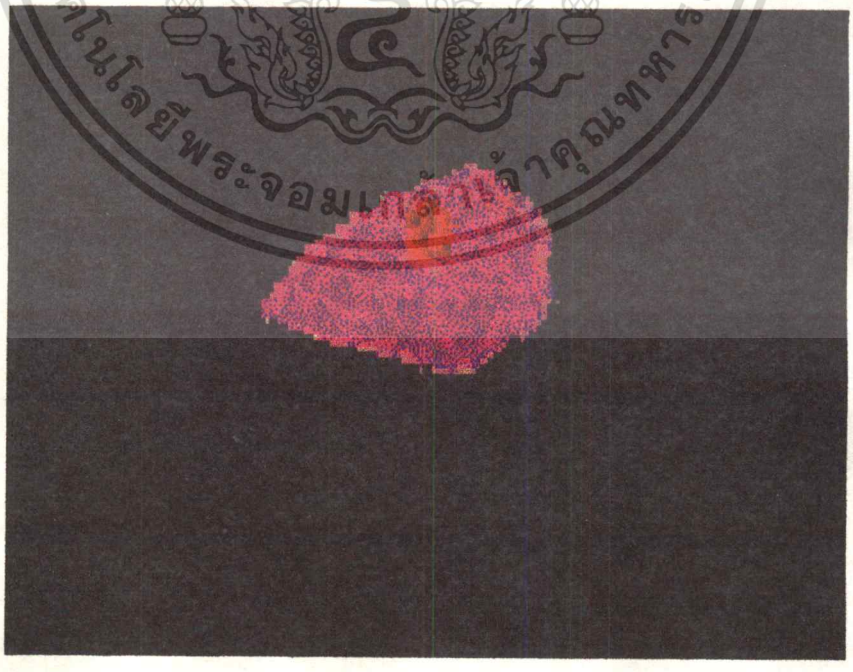
รูปที่ 5.19 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.18 เป็นเชื้อมาลาเรียที่มีระยะการเจริญเติบโตต่อจากระยะ ring form โดยเชื้อมีรูปร่างไม่แน่นอน จะมีส่วนที่ยื่นออกไปคล้ายขาเทียมของตัวอะมีบา และมักจะเรียกระยะนี้ว่า "amoeboid form"

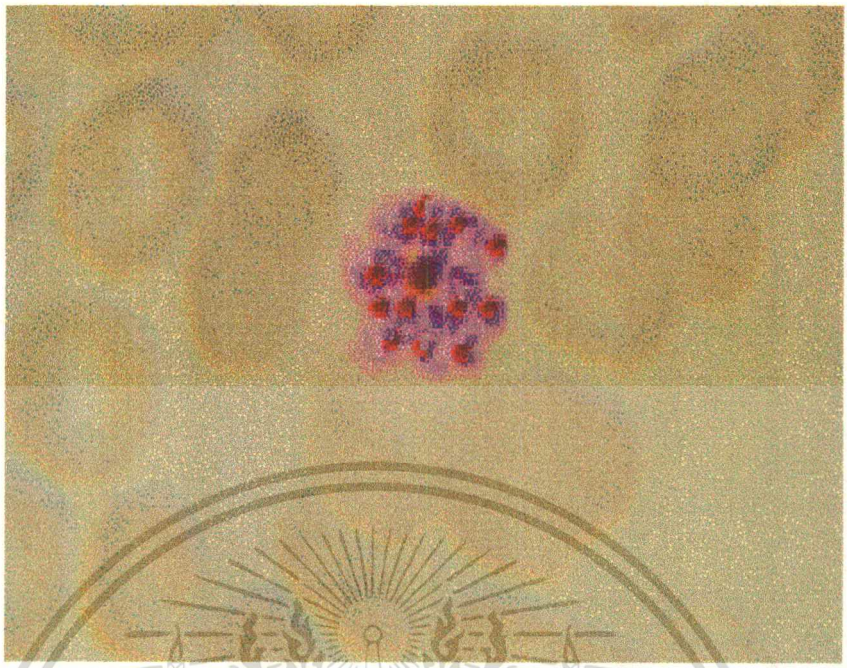


รูปที่ 5.20 แสดงภาพสไลด์เลือดเชื้อมาลาเรียชนิดโอวาเล่



รูปที่ 5.21 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.22 แสดงภาพสไลด์เลือดเชื้อมาลาเรียชนิดมาลาเรียอี

รูปที่ 5.23 แสดงภาพเชื้อมาลาเรียที่แยกได้จากวิธีการที่นำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.22 เป็นเชื้อมาลาเรียชนิดมาลาเรียอี ในระยะ mature schizont ซึ่งมีจำนวนของ merozoite ขนาดใหญ่ มักเรียงตัวเป็นรูปดอกกุหลาบ (rosette formation)

ในการทดลองนี้ ได้ทดลองนำภาพของสไลด์เลือดผู้ป่วยที่ประกอบด้วยที่ได้รับเชื้อมาลาเรียและไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย เพื่อทดสอบแนวความคิดที่นำเสนอ ปรากฏว่าสามารถใช้ค่าฮิวซึ่งเป็นค่าที่ใช้กำหนดสี มาใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อทำการหาเชื้อมาลาเรียในสไลด์เลือดผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้เป็นแนวทางในการที่จะวิเคราะห์ถึงชนิดและระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียได้ ทั้งนี้เนื่องจากภาพเชื้อมาลาเรียที่ได้จากผลการทดลองแสดงรูปร่าง และตำแหน่งตรงตามภาพสไลด์เลือดที่ใช้ทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

เชื้อมาลาเรียแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ ตามระยะการเจริญเติบโตภายในเม็ดเลือดแดงที่ตรวจพบและแยกชนิดได้จากการนำเลือดผู้ป่วยไปทำการย้อมสี เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเชื้อมาลาเรียเกิดการติดสีที่ค่าต่าง ๆ กัน จากหลักการดังกล่าวได้นำคุณสมบัติของสีในส่วนของค่าฮิวมาใช้ในการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย โดยเลือกค่าสีเฉพาะของเชื้อมาลาเรีย แล้วนำค่าสีดังกล่าวมาทำการคำนวณหาค่าฮิว และกำหนดเป็นค่าฮิวอ้างอิง สำหรับการทดสอบจะทำการคำนวณหาค่าฮิวของภาพที่ต้องการตรวจสอบ แล้วนำค่าฮิวของภาพนั้น ๆ ณ จุดภาพใด ๆ มาทำการเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิงที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งจากผลการทดลองสามารถใช้ค่าฮิวทำการแยกภาพเชื้อมาลาเรียได้

6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

6.2.1 จำนวนของภาพที่นำมาทดสอบมีจำนวนน้อย ซึ่งภาพที่นำมาใช้เป็นเพียงเพื่อทดสอบแนวความคิดในเบื้องต้นเท่านั้น หากจะนำระบบไปใช้งานจริงจะต้องใช้ภาพทดสอบที่มีจำนวนมาก เพื่อให้สามารถครอบคลุมเชื้อมาลาเรียได้ทุกชนิดของแต่ละระยะ ตลอดจนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่ระบบควรจะต้องเป็นภาพสไลด์เลือดชนิดแก้ว ทั้งนี้เนื่องจากภาพสไลด์เลือดชนิดนี้เป็นภาพที่ได้จากการเตรียมเพื่อทำการวินิจฉัยทางการแพทย์

6.2.2 ในการแยกภาพเชื้อมาลาเรีย ควรจะต้องพิจารณาถึงส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น มาลาเรียพิกเมนต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่สามารถทำการแยกส่วนประกอบดังกล่าวได้ เนื่องจากภาพที่นำมาใช้เป็นภาพที่เกิดการผิดพลาดในขั้นตอนการเตรียมสไลด์เลือด และหากภาพมีการเปลี่ยนแปลงมาก ๆ อาจจะต้องมีกระบวนการในการปรับภาพก่อนการประมวลผล (Preprocessing)

6.2.3 ภาพที่นำมาใช้ในการแยกเชื้อมาลาเรียเป็นภาพที่แตกต่างกันในส่วนของสีพื้น (background) ทั้งนี้มีสาเหตุมาจาก ขั้นตอนของกระบวนการย้อมสี เช่น ความเก่าใหม่ของสีที่ใช้ย้อม ความเป็นกรดด่างของสีที่ใช้ย้อม ระยะเวลาที่ใช้ในการย้อมสี และขั้นตอนของการเกลี่ย (smear) สไลด์เลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

สำหรับในงานวิจัยต่อไป จะต้องพัฒนาถึงวิธีการระบุชนิดของเชื้อ และระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียที่สามารถตรวจพบได้ ทั้งนี้เนื่องจากระบบการแยกภาพสไลด์เลือดของงานวิจัยนี้ ทำการแยกได้เฉพาะนิวเคลียสและไซโตรพลาสซึมเท่านั้น ซึ่งในการพัฒนาต่อไปควรพิจารณาถึงส่วนของการเปรียบเทียบขนาดของตัวเชื้อกับขนาดของเม็ดเลือดแดง ตลอดจนรูปร่างลักษณะของเชื้อในแต่ละชนิดของแต่ละระยะด้วย เนื่องจากการบำบัดรักษาโรคมาลาเรียแพทย์จำเป็นต้องทราบถึงชนิดและระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งหากว่าแพทย์ไม่ทราบว่าผู้ป่วยมีเชื้อชนิดใดและอยู่ในระยะใดแล้วการรักษาก็ไม่สามารถที่จะกระทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นิภา จรูญเวสน์ แลคณะ, "โรคเขตร้อน" โครงการตำราศิริราช, พ.ศ.2529

[2] Rafael C. Gonzalez : "Digital Image Processing" Addison-Wesley, (1992)

[3] พีระ บูรณะกิจเจริญ, "วัคซีนมาลาเรีย", การประชุมใหญ่ทางวิชาการ งานฉลอง 100 ปีศิริราช, พ.ศ.2531

[4] ชฎิล แก้วปลั่ง. 2539. "แบบจำลองการส่งสว่างของวัตถุในคอมพิวเตอร์กราฟิก." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[5] Foley, VanDam, Feiner and Hughes : "Computer Graphics Principle and Practice" Second Edition. Addison-Wesley, (1990

[6] เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง. 2540. "การลดจำนวนสีในรูปสีเพื่อใช้แสดงผลรูปสีเทียม." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ก.

โปรแกรมของระบบงาน

โปรแกรมการตรวจหาเชื้อมาลาเรียโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

detect( ) เป็นฟังก์ชันที่ใช้รันบนโปรแกรม MATLAB สำหรับการหาค่าฮิวของจุดภาพใด ๆ ในสไลด์เลือดที่จะทำการตรวจหาว่ามีเชื้อมาลาเรียอยู่ในภาพนั้น ๆ หรือไม่ โดยตัวแปร X เป็นตัวแปรแบบ "uint8" ใช้สำหรับเก็บภาพแบบ 24 บิต ซึ่งได้ค่านี้มาจากฟังก์ชัน imread และ X มีขนาด NxMx3 ส่วนค่า h1 และ h2 เป็นตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าของฮิว เพื่อนำไปทำการเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิงของระบบ

```
function [H,C] = detect(X,h1,h2)
%[H,C] = detect(X,h1,h2)
H = findhue(X);
C = hue_segment(h1,h2,H);
displayhue(C);
%.....

function H = findhue(X)

R = double(X(:,:,1))/255;
G = double(X(:,:,2))/255;
B = double(X(:,:,2))/255;

RG = R-G;
RB = R-B;
GB = G-B;

Temp1 = sqrt((RG.*RG)+(RB.*GB));
GRAY = (temp1==0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
temp1 = temp1+GRAY;

I =(1/3)*(R+G+B);
I = I+GRAY;

H = acos((0.5*(RG+RB))./temp1);
% H = H*57.2958

temp2 = (B/I)>(G/I);
temp3 = ~temp2;
temp2 = -temp2+temp3;
H = (H.*temp2)*57.2958;
H = H.*(~GRAY)+(370*GRAY);
%H = ((360-H).*temp2)+(H.*(~temp2));
%H = H+(370*GRAY);
%.....

function C = hue_segment(h1,h2,H)
    C = (H>=h1)&(H,+h2);
%.....

function displayhue(C)
    figure(figure);
    colormap([0 0 0;1 1 1]);
     C = C+1;
     Image(C)
%.....
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

discolor( ) เป็นฟังก์ชันที่ใช้แสดงสีของเชื้อมาลาเรียที่ได้จากการตรวจหาในสไลด์เลือดผู้ป่วย ด้วยฟังก์ชัน detect ( )

```
function discolor(X,C)
%discolor(X,C)
% X เป็นตัวแปรแบบ "uint8" สำหรับเก็บภาพ 24 บิต ที่ได้จากฟังก์ชัน imread
% C เป็นตัวแปรที่ได้จาก function [H,C] =detect( )

x1 = double(X);
for I = 1:3
    x1(:,:,I) = x1(:,:,I).*C;
end
image(uint8(x1));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ข.

แฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี (BMP)

แฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี ใช้เก็บภาพแบบบิตแม็พ มี 2 แบบคือ แฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีบนไมโครซอฟต์วินโดว์ และแฟ้มข้อมูลภาพบี้อ็มพีบนโอเอสทูพรีเซนเตชันแมเนเจอร์ (PS/2 Presentation manager) แฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนหัวของแฟ้มข้อมูล (Bitmap file header) ส่วนหัวของภาพบิตแม็พ (Bitmap Header) และส่วนของข้อมูลภาพ (Bitmap Data) ดังรายละเอียดดังนี้

ส่วนหัวแฟ้มข้อมูล แสดงในตารางที่ ข.1

ตารางที่ ข.1 แสดงส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีเรียกโครงสร้างนี้ว่า บิตแม็พไฟล์เฮดเดอร์ (Bitmap File Header)

ไบต์ที่	ขนาด	ชื่อข้อมูล	ความหมาย
0	2	bfType	มีค่าเป็น "MB" เสอมแสดงว่าเป็นแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี
2	4	bfSize	ขนาดของแฟ้มข้อมูล
6	2	bfReserved1	มีค่าเป็น 0
8	2	bfReserved2	มีค่าเป็น 0
10	4	bfOffBits	ไบต์ออฟเส็ตของข้อมูลภาพ

ส่วนหัวของภาพบิตแม็พ

แฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีบนไมโครซอฟต์วินโดว์ และแฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีบนโอเอสทู จะมีส่วนแตกต่างกันอยู่ในส่วนหัวของภาพบิตแม็พ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข.2.1 ส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีบนไมโครซอฟต์วินโดว์

ส่วนหัวของภาพบิตแม็พอยู่ต่อจากส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลเรียกโครงสร้างนี้ว่า บิตแม็พอินโฟเฮดเดอร์ (BitmapInfoHeader) ถ้าภาพจำเป็นต้องใช้ตารางสีก็จะเก็บต่อจากส่วนนี้ โครงสร้างของบิตแม็พอินโฟเฮดเดอร์ที่มีส่วนของตารางสีด้วยเรียกว่าบิตแม็พอินโฟ (BitmapInfo) โครงสร้างนี้แสดงในตารางที่ ข.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงโครงสร้างส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีบนไมโครซอฟต์วินโดว์

ไบต์ออฟเส็ต	ขนาด	ชื่อข้อมูล	ความหมาย
14	4	biSize	ขนาดของส่วนหัวของภาพบิตแม็พ (40 ไบต์)
18	4	biWidth	ความกว้างของภาพ หน่วยเป็นจำนวนจุดภาพ
22	4	biHeight	ความสูงของภาพ หน่วยเป็นจำนวนจุดภาพ
26	2	biPlanes	จำนวนระนาบของภาพ มีค่าเป็น 1
28	2	biBitCount	จำนวนบิตต่อจุดภาพมีค่าเป็น 1,4,8 หรือ 24
30	4	biCompression	ชนิดของการเข้ารหัสข้อมูลภาพ
34	4	biSiZeImage	ขนาดเป็นไบต์ของภาพที่ถูกเข้ารหัสแล้ว
38	4	biXPelsPerMeter	ความละเอียดตามแนวนอน หน่วยเป็นจุดภาพต่อเมตร
42	4	biYPelsPerMeter	ความละเอียดตามแนวตั้ง หน่วยเป็นจุดภาพต่อเมตร
46	4	biClrUsed	จำนวนสีที่ใช้
50	4	biClrImportant	จำนวนสีที่จำเป็นต้องใช้
54	4*N	bmiColors	ตารางสี

จำนวนรายการในตารางสีพิจารณาได้จากเขตข้อมูล biBitCount ว่ามีค่าเป็นเท่าไร ถ้า biBitCount มีค่าเป็น 1 แสดงว่ามีรายการในตารางสี 2 รายการ ถ้า biBitCount มีค่าเป็น 4 แสดงว่ามี 16 รายการ และถ้า biBitCount มีค่าเป็น 8 แสดงว่ามี 256 รายการ แต่ในตารางสีอาจไม่ได้มีจำนวนรายการนี้ก็ได้ให้พิจารณาเพิ่มเติมจากเขตข้อมูล biClrUsed ว่ามีค่าเป็น 0 หรือไม่เขตข้อมูลนี้จะระบุจำนวนสีที่ใช้ซึ่งหมายถึงจำนวนสีในตารางสี ส่วนภาพ 24 บิต ไม่ใช้ตารางสีแต่จุดภาพแต่ละจุดจะเก็บค่าสีของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินโดยตรง ค่าองค์ประกอบในแต่ละรายการของตารางสีประกอบด้วย 4 ไบต์ เรียกว่า RGBQUAD ดังในตารางที่ ข.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 แสดงองค์ประกอบในรายการของตารางสีของแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพี บนไมโครซอฟต์วินโดว์

ไบต์ออฟเส็ต	ชื่อเขตข้อมูล	ความหมาย
0	rgbBlue	ค่าสีน้ำเงิน
1	rgbGReen	ค่าสีเขียว
2	rgbRed	ค่าสีแดง
3	rgbReserved	มีค่าเป็น 0

ตารางที่ ข.4 แสดงโครงสร้างส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพบีเอ็มพีบนโอเอสทู

ไบต์ออฟเส็ต	ขนาด	ชื่อข้อมูล	ความหมาย
14	4	bcSize	ขนาดของส่วนหัวของภาพบิตแม็พ (12บต์)
18	2	bcWidth	ความกว้างของภาพ หน่วยเป็นจำนวนจุดภาพ
20	2	bcHeight	ความสูงของภาพ หน่วยเป็นจำนวนจุดภาพ
22	2	bcPlanes	จำนวนระนาบของภาพ มีค่าเป็น 1
24	2	bcitCount	จำนวนบิตต่อจุดภาพมีค่าเป็น 1,4,8 หรือ 24
26	3*N	bmciColors	ตารางสี

ตารางที่ ข.5 แสดงองค์ประกอบในรายการของตารางสีของแฟ้มข้อมูลภาพแบบบีเอ็มพีบนโอเอสทู

ไบต์ออฟเส็ต	ชื่อเขตข้อมูล	ความหมาย
0	rgbtBlue	ค่าสีน้ำเงิน
1	rgbtGReen	ค่าสีเขียว
2	rgbtRed	ค่าสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนวก ค.

บทความทางวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารสนเทศลาดกระบัง
Ladkrabang Information Journal
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
Faculty of Information Technology, KingMongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

ที่ วสพ.5/42

๒/ เมษายน พ.ศ. 2542

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาบทความ วารสารสารสนเทศลาดกระบัง

เรียน นายสมชาย แย้มต่วน

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเสนอกองบรรณาธิการเพื่อตีพิมพ์ในวารสารสารสนเทศลาดกระบัง เรื่อง "การตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว (The Detection of Malaria Parasite in Red Blood Cell Image by Hue Value Comparison)"

บัดนี้กองบรรณาธิการได้ดำเนินการพิจารณาแล้ว และขอแจ้งผลการพิจารณาว่าบทความของท่านได้รับการตอบรับให้ตีพิมพ์ในวารสารสารสนเทศลาดกระบัง ฉบับที่ 1 ปีที่ 4 ประจำปี 2542 (Ladkrabang Information Journal. Vol.3 No.1 , 1999)

จึงแจ้งผลการพิจารณาบทความตามชื่อเรื่องดังกล่าว

(ผศ.ดร. เอื้อน ปิ่นเงิน)
บรรณาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

The Detection of Malaria Parasite in Red Blood Cell Image by Hue Value Comparison

สมชาย แย้มต่วน* ชม กิ้มปาน** มัฆวาน จันทร์กอฮอ***

บทคัดย่อ

ในการตรวจหาเชื้อมาลาเรียในเซลล์เม็ดเลือดแดง สไลด์เลือดจะถูกนำไปทำการย้อมสี แล้วตรวจหาสีที่ได้ เพื่อหาส่วนประกอบของเชื้อ โดยสีที่ปรากฏจะแสดงถึงส่วนประกอบของเชื้อมาลาเรีย ในการวิจัยนี้ได้นำคุณสมบัติของสีในส่วนค่ามุมของสีที่เรียกว่าค่าฮิว มาใช้ในการตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดง ในการทดลองนี้ ใช้ภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อ และไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย จำนวน 50 ภาพ จากผลการทดลองสามารถใช้ค่าฮิวตรวจหาเชื้อมาลาเรียได้ 100 เปอร์เซ็นต์

Abstract

In the detection of malaria parasite in red blood cell, the blood film must be dyed, then scan the desired color. The malaria parasite is indicated by the color. So, the research uses the color property in angle of color call the hue value to detect the malaria parasite in image. In the experiment, 50 images of red blood cell was used. From the experiment results, hue value can be used to detect malaria parasite with 100 percent accuracy.

1. บทนำ

ในการวินิจฉัยเชื้อมาลาเรียสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีที่สุดในทางปฏิบัติคือ การวินิจฉัยเชื้อมาลาเรียจากเลือดของผู้ป่วย โดยบุคลากรทางด้านการแพทย์จะนำเลือดของผู้ป่วยไปย้อมสี เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ [1] ของปรสิตมาลาเรียเกิดการติดสีที่ค่าต่าง ๆ กัน เช่น ส่วนของนิวเคียส (Nucleus) จะติดสีแดง ส่วนของไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) จะติดสีฟ้าหรือน้ำเงิน เป็นต้น ซึ่งค่าสีที่ติดนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของส่วนประกอบในเชื้อมาลาเรีย และประเภทสีที่ใช้ย้อม ซึ่งกระบวนการย้อมสีมี 2 วิธี [2] คือ การย้อมด้วยสไลด์เลือดฟิล์มหนา และสไลด์เลือดฟิล์มบาง (thick blood film & thin blood film) จากภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้รับการย้อมสีทั้ง 2 วิธีนี้ บุคลากรทางด้านการแพทย์สามารถตรวจหาว่ามีหรือไม่มีเชื้อมาลาเรียได้จากสไลด์เลือดฟิล์มหนา ส่วนสไลด์เลือดฟิล์มบางใช้เพื่อแยกชนิด หรือระยะการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียในเซลล์เม็ดเลือดแดง จากกระบวนการย้อมสีนี้เราจะพิจารณาว่ามีส่วนประกอบของเชื้อมาลาเรียอะไรบ้างที่ปรากฏในภาพ โดยดูจากสีที่แสดงออกมา รวมทั้งพิจารณาว่าส่วนประกอบที่ปรากฏมีรูป

* นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

** อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

*** อาจารย์ประจำภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม (makawan@hotmail.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างลักษณะเป็นอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ต้องอาศัยบุคลากรทางด้านการแพทย์ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบ ซึ่งในกรณีที่เกิดการแพร่ระบาดของมาลาเรียอย่างหนัก หรือในพื้นที่ชนบทที่ห่างไกลตลอดจนบริเวณตามแนวชายแดน ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรที่มีความชำนาญอาจเกิดขึ้นได้

บทความนี้ ได้เสนอการเปรียบเทียบค่าฮิว (Hue) ในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้จากสไลด์เลือดฟิล์มหนา เพื่อตรวจหาว่ามีเชื้อมาลาเรียอยู่ในภาพหรือไม่ โดยไม่ระบุชนิดและระยะของเชื้อ ซึ่งหลักการนี้สามารถนำไปวิจัยพัฒนาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อตรวจเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างอัตโนมัติว่าได้รับเชื้อมาลาเรียหรือไม่ ตัวอย่างการใช้งาน เช่น บุคลากรทางด้านการแพทย์ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากหลักการนี้ คัดแยกภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงของผู้ป่วยที่ได้รับการติดเชื้อออกจากภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงปกติ หลังจากนั้นจึงนำไปวินิจฉัยเพิ่มเติมว่ามีการติดเชื้อชนิดอะไร อยู่ในระยะใด โดยแนวคิดที่เสนอนี้จะช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการวินิจฉัยโรคมาลาเรีย

2. แนวความคิดการตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

แนวคิดสำหรับการตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้นำเสนอในบทความนี้ กำหนดขึ้นจากหลักความจริง 3 ประการคือ

1) นิวเคลียสของเชื้อมาลาเรียจะปรากฏให้เห็นในภาพเสมอ ไม่ว่าจะเกิดการติดเชื้อมาลาเรียชนิดอะไรหรืออยู่ในระยะใด ซึ่งต่างกับส่วนประกอบอื่น ๆ ของเชื้อมาลาเรีย ที่การปรากฏขึ้นอยู่กับชนิดและระยะของเชื้อมาลาเรียนั้น ๆ

2) สีของนิวเคียสที่เกิดจากการย้อม จะแตกต่างจากค่าสีของส่วนประกอบอื่น ๆ ของเชื้อมาลาเรียอย่างชัดเจน โดยในตารางที่ 1 จะแสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย สำหรับในตารางที่ 2 จะแสดงถึงส่วนประกอบของภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเรีย และส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพ ซึ่งได้ทำการทดสอบจากภาพสไลด์เลือด จำนวน 50 ภาพ

ส่วนประกอบในภาพ	สีของส่วนประกอบ
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลือง
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียว

ตารางที่ 1 แสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

ส่วนประกอบในภาพ	สีของส่วนประกอบ
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนสีเขียวเหลือง
พื้นของภาพ	ช่วงโทนสีเหลืองเขียว
นิวเคลียสมาลาเรีย	ช่วงโทนสีแดง
ไซโตรพลาสซึมมาลาเรีย	ช่วงโทนน้ำเงิน

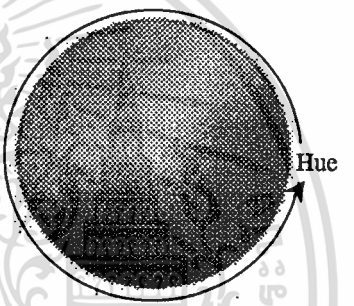
ตารางที่ 2 แสดงสีของส่วนประกอบในภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

3) ยกเว้นส่วนประกอบบางส่วน เช่น Schuffner's dots. ซึ่งเป็นจุดเล็ก ๆ กระจายเต็มเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เกิดการติดเชื้อ (parasitized red blood cell) และมีสีเป็นสีชมพูซึ่งใกล้เคียงกับสีของนิวเคียส

จากความจริงประการที่หนึ่ง เราสามารถลดปัญหาการตรวจหาเชื้อมาลาเรีย เหลือเป็นเพียงการตรวจหานิวเคียสของเชื้อมาลาเรีย นั่นคือถ้ามีนิวเคียสของเชื้อมาลาเรียปรากฏในภาพแสดงว่ามีเชื้อมาลาเรียในภาพเช่นกัน จากความจริงประการที่สอง เรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหานิวเคียสของเชื้อมาลาเรีย โดยการระบุค่าสีเฉพาะของนิวเคียสเชื้อมาลาเรียนั้น ๆ ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ระบุสีที่ปรากฏในภาพว่าคือสีอะไร ทำได้โดยพิจารณาจากองค์ประกอบทั้ง 3 ของสีคือ Hue (ค่าฮิว), Saturation และ Brightness ซึ่งจากการทดลองของ Sir Isaac Newton ได้นำสเปกตัมของแสงมาสร้างเป็นวงกลมของสีโดยเรียงตามความยาวคลื่นของแสง จากแดงที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด ไปจนถึงม่วงที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด ดังรูปที่ 2.1 แล้วนำมาผสมกับสีขาว โดยใช้จุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นแสงสีขาว แต่เพียงอย่างเดียวแล้วค่อย ๆ เพิ่มปริมาณสเปกตัมของแสงให้สูงขึ้น และลดแสงสีขาวลงจนกระทั่งถึงขอบของวงกลมก็จะมีเพียงสเปกตัมของแสงเพียงสีเดียว ซึ่งจากวงกลมของสีจะเห็นว่าสเปกตัมของแสงจะเปลี่ยนไปเมื่อมุมของวงกลมเปลี่ยน ดังนั้นเราสามารถใช้มุมของวงกลมเป็นตัวกำหนดสเปกตัมของแสงได้ และเรียกค่าของมุมที่วัดได้ว่า "ฮิว" และถ้าลากเส้นจากศูนย์กลางของวงกลมไปยังขอบของวงกลมก็จะพบว่าแสงที่อยู่บนเส้นตรงนี้จะเป็นแสงที่มีความยาวคลื่นเท่ากันหรือมีค่าฮิวเท่ากัน ส่วนค่า Saturation เป็นค่าความอิ่มตัวของสี ที่ใช้แสดงว่าสีนั้นถูกเจือปนด้วยแสงขาว (White Light) ในปริมาณมากน้อยเพียงใด เช่น กรณีถ้าสีเขียวมีค่าความอิ่มตัวต่ำจะทำให้สีนั้นจางลง สำหรับค่า Brightness เป็นค่าความสว่างของสี แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ เราใช้เฉพาะค่าฮิว (ค่ามุมของสี) ในการระบุสีนิวเคียสของมาลาเรียแต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากส่วนประกอบต่าง ๆ ในภาพมีค่าฮิวแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และขั้นตอนการเก็บภาพ มักถูกแสงสีขาวในสภาพแวดล้อมรบกวน ทำให้ค่าของ saturation และ brightness ไม่คงที่ ดังนั้นการระบุสีโดยพิจารณาจากค่าฮิวแต่เพียงอย่างเดียวจึงเหมาะสมกว่า จากความจริงประการที่สาม ในบางกรณี ส่วนประกอบบางส่วนซึ่งมีค่าฮิวค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าฮิวของนิวเคียสของเชื้อมาลาเรีย อาจปรากฏในภาพ ดังนั้นอาจเกิดการระบุผิดพลาดว่าส่วนประกอบเหล่านี้ คือนิวเคียสของเชื้อมาลาเรีย อย่างไรก็ตามทุกครั้งที่ส่วนประกอบนี้ปรากฏ นิวเคียสของเชื้อมาลาเรียก็ปรากฏในภาพเช่นกัน (จากความจริงประการที่หนึ่ง) ดังนั้นผลลัพธ์สุดท้ายก็ยังคงสรุปได้ถูกต้องว่าภาพมีเชื้อมาลาเรีย



รูปที่ 2.1 แสดงวงกลมของสี

จากเหตุผลทั้งหมดนี้ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าแนวคิดที่เสนอเพื่อทำการวินิจฉัยว่าภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงมีการติดเชื้อมาลาเรียหรือไม่ ทำได้โดยการหาค่าฮิวเฉพาะของนิวเคียสเชื้อมาลาเรียในภาพนั้น ถ้าพบแสดงว่ามีการติดเชื้อ ถ้าไม่พบแสดงว่าไม่มีการติดเชื้อมาลาเรีย

3. การตรวจหาเชื้อมาลาเรียในภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงโดยการเปรียบเทียบฮิว

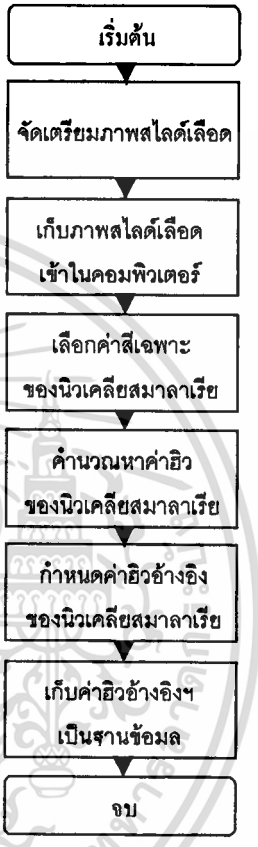
การตรวจหาเชื้อมาลาเรียแบ่งออกเป็น 2 กระบวนการย่อยคือ การสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง และการตรวจหาเชื้อมาลาเรียโดยเปรียบเทียบค่าฮิว ซึ่งรายละเอียดของทั้งสองกระบวนการอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง

กระบวนการนี้ เป็นการทดลองหาค่าฮิวของนิวเคียสเชื้อมาลาเรียเพื่อกำหนดเป็นค่าฮิวอ้างอิง แล้วนำไปเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในกระบวนการที่สอง จากการทดลองพบว่านิวเคียสของเชื้อมาลาเรียสามารถมีค่าฮิวได้หลายค่า โดยแต่ละค่ามีค่าใกล้เคียงกัน (มีสีในช่วงโทนเดียวกัน) ดังนั้นเราจึงต้องทำการกำหนดค่าฮิวที่สามารถใช้เป็นค่าตัวแทนของค่าฮิวทั้งหมดในนิวเคียสของเชื้อมาลาเรีย ซึ่งเราจะเรียกค่าตัวแทนนี้ว่า "ค่าฮิวอ้างอิง" โดยค่านี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบการเก็บภาพที่ใช้ ได้แก่ประเภทของสีที่ใช้ย้อม แสงสีในสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์เก็บภาพ เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าฮิวของนิวเคียสในเชื้อมาลาเรียเกิดการเปลี่ยนแปลง ยังผลให้ค่าฮิวอ้างอิงที่กำหนดจากค่าฮิวเหล่านี้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้นตราบใดก็ตามที่องค์ประกอบของระบบการเก็บภาพไม่เปลี่ยนแปลง เราจะทำกระบวนการนี้เพียงครั้งเดียว แต่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เราจำเป็นต้องทำกระบวนการนี้อีกครั้ง โดยขั้นตอนของกระบวนการนี้สามารถสรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.1

โดยกระบวนการเริ่มจาก บุคลากรทางด้านการแพทย์ จัดเตรียมภาพเซลล์เม็ดเลือดแดง ที่มีนิวเคียสของเชื้อมาลาเรียปรากฏอยู่ แล้วเก็บภาพเหล่านี้เข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องสแกนเนอร์เป็นอุปกรณ์เก็บภาพจากเอกสาร ด้วยความละเอียดของภาพ 100 จุดภาพต่อนิ้ว (dpi) 24 บิท หลังจากนั้นจึงนำภาพแสดงบนมอนิเตอร์ เพื่อให้บุคลากรทางด้านการแพทย์ทำการกำหนดกลุ่มสีเฉพาะ ของนิวเคียสเชื้อมาลาเรีย จากกลุ่มสีเฉพาะเหล่านี้ คอมพิวเตอร์จะนำกลุ่มสีเฉพาะมาทำการคำนวณค่าฮิว และกำหนดค่าฮิวอ้างอิง เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลต่อไป สำหรับรายละเอียดของการคำนวณค่าฮิว และการกำหนดค่าฮิวอ้างอิง แสดงในหัวข้อ 3.1.1 และ 3.1.2 ตามลำดับ ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงการสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง

3.1.1 ขั้นตอนคำนวณหาค่าฮิว

จากกลุ่มสีเฉพาะของนิวเคียสเชื้อมาลาเรียซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงโทนสีแดง ที่บุคลากรทางด้านการแพทย์ได้ทำการเลือก แล้วจะนำค่าสีเฉพาะในแต่ละกลุ่มค่าสีมาคำนวณหาค่ามุมของสีหรือที่เรียกว่าค่าฮิว แต่เนื่องจากไฟล์ภาพที่ได้จากอุปกรณ์เก็บภาพส่วนมาก ใช้แบบจำลองสี RGB [3] รวมทั้งไฟล์ภาพที่ใช้ในงานวิจัยนี้ด้วย ในบทความนี้จึงเสนอเฉพาะวิธีการคำนวณค่าฮิวจากแบบจำลองสี RGB เท่านั้น สำหรับอุปกรณ์เก็บภาพที่ให้ไฟล์ภาพเป็นแบบจำลองสีอื่นๆ ให้ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

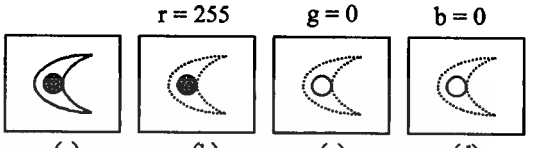
แปลงให้อยู่ในรูปแบบจำลองสี RGB เสียก่อน [4] ดังนั้นการคำนวณหาค่าฮิวจากแบบจำลองสี RGB กระทำได้ดังนี้

ก) ทำการอ่านค่าสีปฐมภูมิ (primary color) ของไฟล์ภาพที่ได้จากอุปกรณ์เก็บภาพ โดยค่าสีปฐมภูมินี้มี 3 ค่าคือ r (สีแดง), g (สีเขียว) และ b (สีน้ำเงิน) โดยแต่ละค่าสีปฐมภูมิจะมีขนาด N บิท โดยที่ N เป็นจำนวนบิทของรหัสไบนารี่ ที่ใช้แทนในแต่ละค่าสีปฐมภูมินั้น ๆ เช่น ถ้าเป็นการเก็บภาพแบบ 24 บิท ค่าของ r, g และ b ในแต่ละค่าจะมีขนาด 8 บิท ดังนั้น N จึงมีค่าเท่ากับ 8 เป็นต้น ในบทความนี้ใช้การเก็บไฟล์ภาพแบบ BMP 24 บิท (True Color) ชนิดไม่มีการบีบอัดข้อมูล (Uncompression) โครงสร้างของไฟล์ภาพแบ่งเป็น 3 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดยสองส่วนแรกของไฟล์คือ Bitmap File Header และ Bitmap Information Header ซึ่งทำหน้าที่เก็บข่าวสารต่าง ๆ สำหรับส่วนที่สามจะเก็บค่าสีปฐมภูมิของแต่ละจุดภาพ (pixel) โดยแต่ละสีมีขนาด 8 บิท

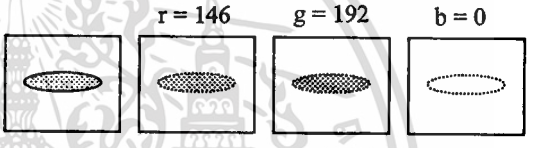
Bitmap File Header			
Bitmap Information Header			
Pixel	r(Red)	g(Green)	b(Blue)
1	29	255	76
2	255	64	232
3	75	117	255
...	...	...	...

รูปที่ 3.2 แสดงโครงสร้างไฟล์ภาพแบบ BMP ที่ใช้ในบทความนี้

จากรูปที่ 3.2 เป็นการแสดงสีเขียวบนจุดภาพที่ 1 โดยเกิดจากการผสมค่าของ r = 29 , g = 255 , และ b = 76 เข้าด้วยกัน และจุดภาพที่ 2 เป็นการแสดงสีชมพู ซึ่งเกิดจากการผสมของค่า r = 255, g = 64, และ b = 232 ส่วนจุดภาพที่ 3 เป็นการแสดงสีน้ำเงินของจุดภาพ โดยเกิดจากการผสมของค่า r = 75, g = 117 และ b = 255 เป็นต้น



รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเลีย



รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเลีย

จากรูปที่ 3.3 ภาพ (a) เป็นตัวอย่างภาพของนิวเคลียสเชื้อมาลาเรีย ที่ประกอบขึ้นจากภาพ (b), (c), และ (d) โดยค่าของ r, g, และ b มีค่าเท่ากับ 255, 0, และ 0 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียเป็นสีแดง และรูปที่ 3.4 ภาพ (a) เป็นตัวอย่างภาพของเม็ดเลือดแดง ที่ประกอบขึ้นจากภาพ (b), (c), และ (d) และค่าของ r, g, และ b มีค่าเท่ากับ 146, 192 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งจะแสดงสีของภาพเป็นสีเหลือง ดังนั้นค่าของ r, g, และ b ที่ได้จึงเป็นค่าที่มาจากไฟล์ภาพแบบบิทแมป (BMP) ซึ่งมีลักษณะการเก็บไฟล์ภาพดังรูปที่ 3.2

ข) ทำการปรับค่า r, g, และ b ให้อยู่ในช่วงปิด [0,1] เนื่องจากเพื่อให้สอดคล้องกับการคำนวณค่าฮิวใน [3] จะต้องปรับค่าให้อยู่ในช่วงดังกล่าว และนิยาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น R, G, และ B ตามลำดับ โดยการปรับค่าทำได้ดังนี้

$$R = r/(2^N-1) \quad (1)$$

$$G = g/(2^N-1) \quad (2)$$

$$B = b/(2^N-1) \quad (3)$$

ค) ทำการคำนวณหาค่าฮิว โดยทั่วไปวิธีการคำนวณค่าฮิวที่ถูกเสนอใน [3] จะให้ค่าฮิวเป็นค่ามุมอยู่ในช่วง [0°, 360°] แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ต้องการค่าฮิวที่มีมุมอยู่ในช่วง [-180°, 180°] ดังนั้นเราจึงดัดแปลงการคำนวณค่าฮิวใน [3] เป็นดังนี้

$$\Psi = \cos^{-1}\left(\frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}}\right) \quad (4)$$

และกำหนดให้ H คือค่าฮิวของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏในภาพสไลด์เลือด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$H = \begin{cases} \Psi & ;if \quad b_0 \le g_0 \\ -\Psi & ;if \quad b_0 > g_0 \end{cases} \quad (5)$$

โดยที่

$$b_0 = \frac{3B}{R+G+B}$$

$$g_0 = \frac{3G}{R+G+B}$$

ซึ่งค่าฮิวของส่วนประกอบภาพต่าง ๆ ในตัวอย่างภาพสไลด์เลือดทั้งที่ได้รับ และไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (1)-(5) โดยค่าของแต่ละส่วนประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

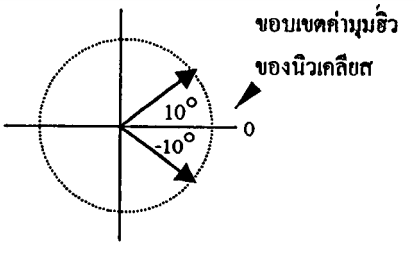
ส่วนประกอบในภาพมาลาเรีย	สีของส่วนประกอบ	ค่ามุมของสี (ค่าฮิว : H)
นิวเคลียส	ช่วงโทนสีแดง	$-10° < H < 10°$
ไซโตรพลาซึม	ช่วงโทนน้ำเงิน	$-100° < H < -47°$
เม็ดเลือดแดง	ช่วงโทนเขียวเหลือง	$50° < H < 92°$
พื้นของภาพ	ช่วงโทนเหลืองเขียว	$42° < H < 75°$

ตารางที่ 3 แสดงค่ามุมของสีที่ได้จากการคำนวณ

3.1.2 ขั้นตอนการกำหนดค่าฮิวอ้างอิงของนิวเคลียสมาลาเรีย

เนื่องจากค่าฮิวของนิวเคลียสที่ได้จากขั้นตอน 3.1.1 อาจมีหลายค่า ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยค่าฮิวของนิวเคลียสอยู่ในช่วงโทนสีแดง และมีค่าอยู่ระหว่าง ($-10°$ ถึง $10°$) ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะทำการหาค่าตัวแทนของค่าฮิวดังกล่าว และเรียกค่าตัวแทนที่ได้นี้ว่า "ค่าฮิวอ้างอิง" ซึ่งมี 2 ค่า คือ H1 และ H2

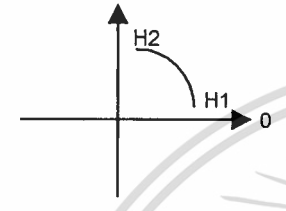
จากที่กล่าวมาข้างต้น ค่ามุมของฮิวที่ได้จะอยู่ในขอบเขตของควอซ์แดน 1 และ 4 ดังแสดงในรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นการแสดงตัวอย่างค่าของฮิวของนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียที่ได้จากตารางที่ 3



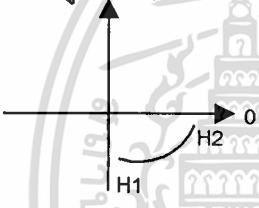
รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างค่ามุมของฮิวของนิวเคลียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

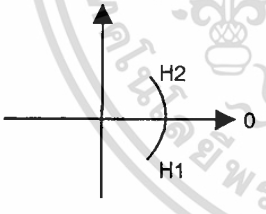
จากการทดลองปฏิบัติ ช่วงค่ามุมของฮิวเกิดในช่วงของควอซ์แดน 1 หรือควอซ์แดน 4 หรือเกิดขึ้นทั้งสองควอซ์แดน ดังแสดงในรูปที่ 3.6 - 3.8 และกำหนดให้ H1, H2 คือค่ามุมของฮิวที่ตำแหน่งปลายของช่วงค่ามุมนิวเคลียสเชื้อมาลาเรีย ซึ่งช่วงดังกล่าวสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 3.6-3.8



(รูปที่ 3.6)



(รูปที่ 3.7)



(รูปที่ 3.8)

รูปที่ 3.6-3.8 แสดงตำแหน่งค่ามุมของนิวเคลียส

สำหรับค่า H1 และ H2 สามารถกำหนดได้ดังนี้

กำหนดให้ {H} เป็นเซตของค่าฮิวทั้งหมดของนิวเคียสมาลาเรีย โดย

$$H1 = MIN(\{H\}) \quad (6)$$

$$H2 = MAX(\{H\}) \quad (7)$$

3.2 การตรวจหาเชื้อมาลาเรีย

กระบวนการนี้ ถูกดำเนินการเพื่อตรวจสอบภาพสไลด์เลือด ว่ามีนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียอยู่ในภาพหรือไม่ กระบวนการนี้ สรุปเป็นบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.9 โดยการทำงานในขั้นตอนนี้ เริ่มจากบุคลากรทางด้านการแพทย์ เตรียมภาพสไลด์เลือดที่ต้องการตรวจสอบ และนำภาพสไลด์เลือดเก็บเข้าสู่คอมพิวเตอร์ แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการสแกนหาค่า r, g, และ b ในแต่ละจุดของภาพ แล้วนำมาคำนวณหาค่าฮิว (H) ตามสมการที่ (1) - (5) หลังจากนั้นนำค่าฮิวที่ได้ทั้งหมด มาทำการเปรียบเทียบกับค่าฮิวอ้างอิง H1 และ H2 ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยใช้เงื่อนไขที่แสดงในสมการที่ (8) โดยแสดงได้ดังนี้

$$(H >= H1) \text{ and } (H <= H2) \quad (8)$$

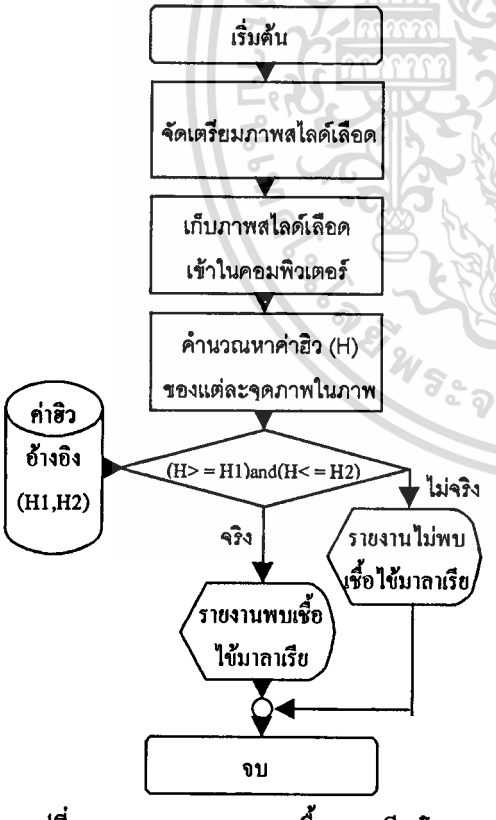
ถ้ามีค่าฮิวใด ๆ ที่ทำให้เงื่อนไขสมการที่ (8) เป็นจริง แสดงว่ามีนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียในภาพสไลด์เลือด ซึ่งจากแนวความคิดที่กล่าวมาข้างต้น แสดงว่ามีเชื้อมาลาเรียปรากฏในภาพสไลด์เลือด และรายงานการพบเชื้อ ในทางตรงกันข้ามถ้าไม่มีค่าฮิวใด ๆ ที่ทำให้เงื่อนไขสมการที่ (8) เป็นจริง แสดงว่าภาพสไลด์เลือดนี้ไม่มีนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียปรากฏแสดงว่าไม่มีเชื้อมาลาเรีย และรายงานว่าไม่พบเชื้อมาลาเรีย

4. ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ เราได้ใช้ภาพสไลด์เลือดต้นแบบจำนวน 25 ภาพ สำหรับขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลค่าฮิวอ้างอิง และภาพสไลด์เลือดทดสอบ จำนวน 50 ภาพ สำหรับขั้นตอนการตรวจหานิวเคลียสเชื้อมาลาเรียโดยการเปรียบเทียบค่าฮิว ภาพสไลด์เลือดทดสอบเป็นภาพที่ทราบข้อมูลมาก่อนแล้วว่ามี

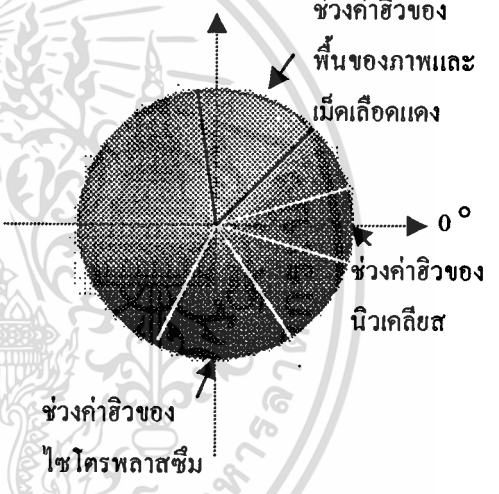
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวเคลียสเชื้อมาลาเรียหรือไม่ และมีนิวเคลียสของเชื้อมาลาเรียอยู่ ณ ตำแหน่งใด โดยภาพสไลด์เลือดทดสอบเหล่านี้ เป็นภาพที่สแกนจากเอกสาร ด้วยความละเอียดของภาพ 100 จุดภาพต่อนิ้ว (dpi) 24 บิท สีแบบ RGB ซึ่งภาพสไลด์เลือดของงานวิจัยนี้เป็นภาพสไลด์เลือดของเชื้อมาลาเรีย ที่อยู่ในระยะ microgametocyte ของเชื้อมาลาเรีย 2 ชนิด คือ Vivax และ Falciparum ซึ่งเชื้อมาลาเรียในระยะ microgametocyte ของเชื้อมาลาเรียชนิด Vivax จะมีรูปร่างลักษณะคือ นิวเคลียสจะมีรูปร่างขรุขระขอบเขตไม่ชัดเจนกระจายอยู่อย่างหลวม ๆ ส่วนชนิด Falciparum นิวเคลียสเป็นก้อนกลมอยู่บริเวณกลางตัว สำหรับสีที่ใช้ในการย้อมเชื้อมาลาเรียในงานวิจัยนี้เป็นสี giemsa stain



รูปที่ 3.9 แสดงการตรวจหาเชื้อมาลาเรีย โดยการเปรียบเทียบค่าฮิว

สำหรับการทดลองนี้ ใช้ซอร์ฟแวร์ MATLAB Version 5 สร้างโปรแกรมทดสอบตามขั้นตอนที่ได้นำเสนอ ซึ่งค่าฮิวอ้างอิงที่ได้จากภาพต้นแบบ แสดงในตารางที่ 4 และผลจากการทดสอบพบว่า สามารถตรวจหาเชื้อมาลาเรียได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 5 และจากตารางที่ 1 และ 2 ค่ามุมฮิวของส่วนประกอบในภาพที่ได้รับเชื้อและไม่ได้รับเชื้อมาลาเรียที่ได้จากการทดลองนั้น สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.10

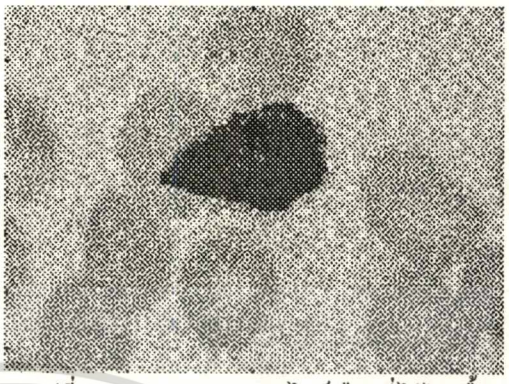


รูปที่ 3.10 แสดงช่วงค่ามุมฮิวของส่วนประกอบในภาพที่ได้รับเชื้อและไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

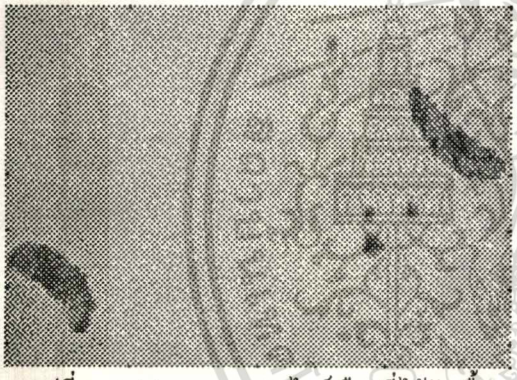
สำหรับรูปที่ 3.11(ก) – 3.13(ก) แสดงภาพตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ และรูปที่ 3.11(ข) – 3.13(ข) แสดงภาพผลลัพธ์ของภาพตัวอย่างที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอในบทความนี้ โดยการแสดงภาพมีเงื่อนไขดังนี้ ถ้าค่าฮิวของภาพที่ตำแหน่งใด ๆ ไม่ทำให้สมการที่ 8 เป็นจริง ให้แสดงภาพที่ตำแหน่งเดียวกันนั้นเป็นสีขาว แต่ถ้าทำให้สมการที่ 8 เป็นจริง ให้แสดงภาพที่ตำแหน่งเดียวกันนี้เป็นสีของค่าฮิวนั้นๆ โดยรูปที่ 3.11 (ก) และ รูปที่ 3.12 (ก) เป็นภาพสไลด์เลือดที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อมาลาเรียชนิด Falciparum และชนิด Vivax ตามลำดับ รูปที่ 3.13 (ก) แสดงภาพตัวอย่างสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย ส่วนรูปที่3.11(ข)-3.12(ข) แสดงภาพผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอ โดยแสดงให้เห็นว่ามีสีของนิวเคลียส (สีโทนแดง) และตำแหน่งของนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียที่มีตำแหน่งถูกต้องตรงกับภาพสไลด์เลือดที่นำมาทดสอบ และภาพที่ 3.13 (ข) แสดงภาพเป็นสีขาว ทั้งนี้เนื่องจากเป็นภาพที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย และไม่มีค่าฮิวที่ตำแหน่งใด ๆ ที่ทำให้สมการที่ (8) เป็นจริง



รูปที่ 3.12 (ก) แสดงภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเรียชนิด Vivax



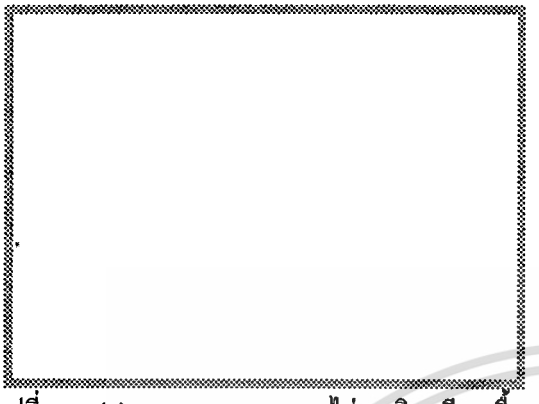
รูปที่ 3.11 (ก) แสดงภาพสไลด์เลือดที่ได้รับเชื้อมาลาเรียชนิด Falciparum

. รูปที่ 3.12 (ข) แสดงภาพการตรวจพบนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียชนิด Vivax ที่ได้จากการทดลอง

รูปที่ 3.11 (ข) แสดงภาพการตรวจพบนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียชนิด Falciparum ที่ได้จากการทดลอง

รูปที่ 3.13 (ก) แสดงภาพสไลด์เลือดที่ไม่ได้รับเชื้อมาลาเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 (ข) แสดงภาพการตรวจไม่พบนิวเคลียสเชื้อมาลาเรียที่ได้จากผลการทดลอง

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้เสนอการเปรียบเทียบค่าฮิวของภาพเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ได้จากสไลด์เลือดฟิล์มหนา เพื่อทำการตรวจหาว่ามีการติดเชื้อมาลาเรียในภาพหรือไม่ โดยไม่ระบุชนิดและระยะของเชื้อมาลาเรียนั้น ๆ ซึ่งได้ทำการทดสอบแนวคิดที่ได้นำเสนอกับภาพสไลด์เลือด จำนวน 50 ภาพ ผลที่ได้รับจากการทดสอบของงานวิจัยนี้ มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการวิจัยในขั้นต่อไป เราจะวิจัยพัฒนาวิธีการระบุชนิดและระยะของเชื้อมาลาเรียที่ตรวจพบในภาพสไลด์เลือดฟิล์มบาง (thin blood film) โดยพิจารณาจากค่าฮิว และรูปร่างขององค์ประกอบส่วนอื่น ๆ ในเชื้อมาลาเรีย

เชื้อมาลาเรีย	ค่าฮิวอ้างอิง (H1, H2)
นิวเคลียส	H1 = -10° H2 = 10°

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าฮิวอ้างอิงนิวเคลียสเชื้อ

ภาพทดสอบ	จำนวนภาพ	ผลการทดสอบ (จำนวนภาพ)	
		ติดเชื้อ	ไม่ติดเชื้อ
Falciparum	20	20	0
Vivax	20	20	0
ไม่ได้รับเชื้อ	10	0	10

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลการทดสอบการตรวจหานิวเคลียสเชื้อมาลาเรียจากการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ประยงค์ ระดมยศ และคณะ, Atlas of Medical Parasitology พิมพ์ครั้งที่ 2 : บริษัท ที.พีพริ้น จำกัด, 2538, หน้า 40-55

[2] พนอจิต หะริณสุต และ แทน จงศุภชัยสิทธิ์, โปรโตซัวทางการแพทย์ พิมพ์ครั้งที่ 4 ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.

[3] Gonzalez Rafael C., Digital Image Processing Addison-Wesley,1992 pp.221-237

[4] Foley, VanDam, Feiner and Hughes, Computer Graphics : Principles and Practice. 2nd ed, ; Addison-Wesley,1993 pp.584-595

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พ.ท.หญิง สุรีพร พ่วงพงษ์ อาจารย์ภาควิชาพยาธิวิทยา และ พ.ท.หญิง ปานจิต ธรรมศรี อาจารย์ภาควิชาปรสิตวิทยา วิทยาลัยแพทย์พระมงกุฎเกล้า ที่กรุณาให้ข้อมูลเชื้อไข้มาลาเรีย

ขอขอบพระคุณ น.ท.นำโชค จันทร์แก้ว ร.น. หัวหน้าแผนกบำรุงรักษาระบบงาน กองพัฒนาระบบกรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ที่กรุณาช่วยตรวจแก้ไขบทความนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ร้อยเอก สมชาย แย้มต่วน เกิดเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2505 ที่กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2534 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ) จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2524 เข้ารับราชการแผนกซ่อมเครื่องไฟฟ้า กรมอู่ทหารเรือ

พ.ศ.2527 เข้ารับราชการในตำแหน่งช่างซ่อมเพาเวอร์เทรน (อัตราสิบเอก) สังกัด กองการบิน กรมการขนส่งทหารบก

พ.ศ. 2535 โอนย้ายเข้ารับราชการที่ กรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ซ่อมสร้างคอมพิวเตอร์ (อัตราสิบเอก) และปัจจุบันดำรงตำแหน่งนายทหารวิชาการคอมพิวเตอร์ (อัตราพันตรี) สังกัดกรมการสนเทศทหาร กองบัญชาการทหารสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้