

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์รูปภาพเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านม

A Mathematical Image Analysis to Breast Cancer Nuclei Counting



T117160



นายนิธิ คณิสสรมงคล
นางสาวปวีตรา อวยจินดา
นางสาวมยุรา มั่งคั่ง

สาขา.....
เลขทะเบียน..... 117160
วัน,เดือน,ปี..... 19 ก.ค. 2554

b..... 1231210X
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A MATHEMATICAL IMAGE ANALYSIS TO BREAST CANCER
NUCLEI COUNTING**



MR. NITI KARNISSONMONGKON

MISS PRAVITRA OYJINDA

MISS MAYURA MANGKHALANG

**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN APPLIED MATHEMATICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2010**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การวิเคราะห์รูปภาพเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านม
A Mathematical Image Analysis to Breast Cancer Nuclei Counting

ชื่อนักศึกษา	นายนิธิ	คณิตสรมงคล	50050045
	นางสาวปวีตรา	อวยจินดา	50050050
	นางสาวมยุรา	มังคลัง	50050064
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์		
ปีการศึกษา	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พรณทิพย์ ภัทรอินทากร		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.จินดา ไชยช่วย		

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2553

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.ไพโรบลย์ พันธรักษ์พงษ์	
ดร.เดชา สมณะ	
ผศ.ดร.พรณทิพย์ ภัทรอินทากร	
อ.จินดา ไชยช่วย	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การวิเคราะห์รูปภาพเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านม		
ชื่อนักศึกษา	นายนิธิ	คณิตสรรมงคล	50050045
	นางสาวปวีตรา	อวยจินดา	50050050
	นางสาวมยุรา	มังคลัง	50050064
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต		
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์		
ปีการศึกษา	2553		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พรณทพิย์ ภัทรอินทากร		
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.จินดา ไชยช่วย		

บทคัดย่อ

ในปัญหาพิเศษนี้ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาสมบัติที่น่าสนใจสำหรับคิดค้นขั้นตอนวิธีและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบอัตโนมัติสำหรับจำแนกและนับเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษา และเซลล์มะเร็งที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด แสดงผลอัตราส่วนของเซลล์ดังกล่าวระดับการกระจายตัวของเซลล์มะเร็ง และสรุปผลในรูปแบบของใบรายงาน ทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับเซลล์มะเร็งที่ได้จากการย้อมสีด้วยทั้งวิธี ER/PR และ KI-67 ให้ผลที่ดีกว่างานวิจัยอื่นที่ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม สามารถถูกใช้เป็นเครื่องมือช่วยแพทย์พยาธิวิทยาในการวิเคราะห์ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งที่ต้นทุนต่ำ รวดเร็ว แม่นยำและลดความผิดพลาดจากบุคคลได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : การประมวลภาพดิจิทัล, การแบ่งส่วนภาพ

Title	A Mathematical Image Analysis to Breast Cancer Nuclei Counting		
Students	Mr. Niti	Karnissonmongkon	50050045
	Miss Pravitra	Oyjinda	50050050
	Miss Mayura	Mangkhalang	50050064
Degree	Bachelor of Science		
Major Program	Applied Mathematics		
Academic Year	2010		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Puntip Pattaraintakorn		
Co-Advisor	Mr. Chinda Chaichuay		

ABSTRACT

In this research, we propose a mathematical microscopic image analysis of immunohistological stained slides from breast cancer tissue. The main objective is to devise procedures and prototype a program to automatically analyze microscopic images that demonstrate the existence of estrogen or progesterone receptors in breast cancer cells. Evaluations of these cells are useful for hormonal therapy. The capabilities of the implemented computer-aided analysis tool consist of: the segmentation of cells from backgrounds, the classification of cells, the counting of cells, the identification of cells ratio, the computation of cell spreading and the conclusion. ER/PR and KI-67 staining techniques are acceptable by our computer-aided system. Results show that all extracted feature values outperform previous studies conducted by using artificial neural networks. Our computer-aided image analysis is a cheap, fast, precise aid to the pathologist. Furthermore, it offers qualitative and quantitative results which complement and reduce objective interpretation.

Keywords: Digital Image Processing, Image Segmentation

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำหัวข้อปัญหาพิเศษเรื่อง การวิเคราะห์รูปภาพเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนับจำนวน เซลล์มะเร็งเต้านม ฉบับนี้ ทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณทิตย์ ภัทรอินทากร อย่างสูง ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษและได้ให้ความช่วยเหลือในการให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้ด้วยดี และเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้วิจัยมีความพยายามในการทำปัญหาพิเศษให้ประสบผลสำเร็จ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ จินดา ไชยช่วย เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความรู้และแก้ไขรวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ซึ่งทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพโรบลย์ พันธรักษ์พงษ์ ประธานกรรมการสอบและ ดร. เดชา สมณะ กรรมการสอบ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะรวมทั้งความรู้ที่เป็นประโยชน์เพื่อนำไปแก้ไขในปัญหาพิเศษให้ถูกต้องสมบูรณ์ และกรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการสอบในปัญหาพิเศษฉบับนี้

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ แพทย์หญิง เตือนใจ ช่วงสูวนิช และอาจารย์แพทย์หญิง มาลี วรรณิสสร อาจารย์ประจำภาควิชาพยาธิวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพเซลล์มะเร็งเต้านมเพื่อนำไปประกอบการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง ปลื้มจิต บุญยพิพัฒน์ ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการวิเคราะห์ปัญหาพิเศษฉบับนี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพี ดวงรัตน์ จิตต์เจริญ นักศึกษาปริญญาเอก คุณพี พงษ์ศิริ แซ่ถิ่ม นักศึกษาปริญญาโท และนักศึกษาแพทย์ ปัญญาวัฒน์ อภิวัฒน์กุล นักศึกษาปริญญาตรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ท้ายที่สุดทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆที่รักทุกคน ที่คอยให้กำลังใจสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยด้วยความรักยิ่งตลอดมา

นิธิ คณิสสรมงคล
ปวีตรา อวยจินดา
มยุรา มังคคลัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	3
1.3 ข้อยกเว้นและขอบเขตของปัญหาพิเศษ	3
1.4 ขั้นตอนและกรอบเวลาของปัญหาพิเศษ	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล	5
2.2 กราฟฮิสโตแกรม	9
2.3 การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation)	9
2.4 ลักษณะเฉพาะของสี	11
2.5 จุดเซนทรอยด์ หรือจุดกึ่งกลางของวัตถุ (Centroid)	12
2.6 แผนภาพโวโรนอยด์ (Voronoi diagram)	12
2.7 การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis)	13
2.8 การปรับค่าความเปรียบต่าง (Adjust contrast)	14
2.9 มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Morphology)	15
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัยและผลการดำเนินงานเบื้องต้นของการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านม	18
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	18
3.2 ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	20
3.3 ผลการดำเนินงาน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	56
4.1 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม	56
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน การอภิปรายและข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	75
5.2 การอภิปราย	75
5.3 ข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	77



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์	2
2.1 Tele-Radiograph	5
2.2 การวางแผนการรักษาด้วยรังสีโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล	6
2.3 (a) ภาพตัดขวางแสดงตำแหน่งของเนื้องอก	6
(b) รูปแบบจำลอง 3 มิติบริเวณสมองแสดงให้เห็นถึงเนื้องอก	
2.4 ภาพสีRGBและองค์ประกอบของภาพสี RGB	7
2.5 ภาพสเกลสีเทาและค่าระดับเทา	8
2.6 ภาพขาวดำและค่าของภาพขาวดำ	8
2.7 (a) แสดงค่าความเข้มสีของรูปภาพ	9
(b) ฮิสโตแกรมของภาพ	
2.8 (a) ฮิสโตแกรมระดับเทาที่สามารถถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยใช้ระดับกันเดียว	10
(b) ฮิสโตแกรมระดับเทาที่สามารถถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วนโดยใช้หลายระดับกัน	
2.9 การแสดงช่วงสี HSV	11
2.10 การหาจุดเซนทรอยด์ของวัตถุ	12
2.11 แผนภาพไวโรนอยด์	12
2.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกเซลกับช่วงแสดง	15
2.13 การขยายเซต A ด้วย B	16
2.14 การเซาะ A ด้วย B	16
2.15 การแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของการรวมของการเลือนทั้งหมด	17
3.1 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสี	21
3.2 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB	22
3.3 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมของภาพสี RGB ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา	22
3.4 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสเกลสีเทา แปลงเป็นภาพขาวดำ	23
3.5 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพขาวดำ ที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ	23
3.6 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว	24
3.7 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำที่ทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว	25
3.8 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่ได้ทำการเติมสีให้เต็มตัวเซลล์	25
3.9 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีหลังการจัดกลุ่ม	26
3.11 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	27
3.12 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV	28
3.13 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Hue	28
3.14 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Saturation	29
3.15 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Value	29
3.16 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมขององค์ประกอบ Saturation ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา	30
3.17 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมขององค์ประกอบ Saturation แปลงเป็นภาพขาวดำ	30
3.18 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว	31
3.19 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่ได้ทำการเติมสีให้เต็มตัวเซลล์	32
3.20 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	32
3.21 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	33
3.22 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	33
3.23 ภาพจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ จากงานวิจัยเบื้องต้นที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม	34
3.24 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB	35
3.25 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	36
3.26 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	36
3.27 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	37
3.28 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	38
3.29 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	38
3.30 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	39
3.31 ภาพจุดเซนทรอยด์ของเซลล์จากงานวิจัยเบื้องต้นที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม	40
3.32 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB	41
3.33 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมของภาพสี RGB ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา	42
3.34 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสี RGB แปลงเป็นภาพขาวดำ	42
3.35 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสี RGB ที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ	43
3.36 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.37 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	44
3.38 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	45
3.39 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	45
3.40 ภาพเซลล์มะเร็งด้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV	46
3.41 ภาพเซลล์มะเร็งด้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Saturation	47
3.42 ภาพเซลล์มะเร็งด้านมขององค์ประกอบ Saturation ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา	47
3.43 ภาพเซลล์มะเร็งด้านมที่เป็นภาพสี RGB แปลงเป็นภาพขาวดำ	48
3.44 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว	48
3.45 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	49
3.46 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	49
3.47 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	50
3.48 ภาพเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB	51
3.49 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	52
3.50 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	52
3.51 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	53
3.52 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	53
3.53 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์	54
3.54 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมและแผนภาพไวโรนอยด์	54
4.1.1 หน้าหลักของโปรแกรม	57
4.1.2 หน้าต่างอธิบาย Basic Mode	57
4.1.3 หน้าต่างอธิบาย Advance Mode	58
4.1.4 หน้าต่างที่ 1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรมประมวลผล	58
4.1.5 หน้าต่างที่ 2 เพื่อเลือกชนิดการย้อมสี	59
4.1.6 หน้าต่างเลือกภาพชนิดการย้อมสีแบบ ER/PR	60
4.1.7 หน้าต่างแสดงเมื่อ input ภาพที่ต้องการวิเคราะห์	61
4.1.8 หน้าต่างแสดงการประมวลผลจุดเซนทรอยด์	62
4.1.9 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ทั้งหมด	62
4.1.10 หน้าต่างแสดงแผนภาพไวโรนอยด์	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1.11 หน้าต่าง Report	64
4.1.12 หน้าต่างผลลัพธ์ทั้งหมด	65
4.1.13 หน้าต่างเมื่อเข้าสู่การประมวลผล	66
4.1.14 หน้าต่างแสดงผลภาพที่ทำการ Input	67
4.1.15 หน้าต่างแสดงการประมวลผลเบื้องต้น	68
4.1.16 หน้าต่าง Clustering	68
4.1.17 หน้าต่าง Clustering	69
4.1.18 หน้าต่าง Clustering	70
4.1.19 หน้าต่าง Clustering	70
4.1.20 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ทั้งหมด	71
4.1.21 หน้าต่างแสดงแผนภาพ ไวโรนอยด์	72
4.1.22 หน้าต่าง Report	73
4.1.23 หน้าต่างผลลัพธ์ทั้งหมด	74



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

โรคมะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบบ่อยในสตรีไทยเป็นอันดับที่ 2 รองจากมะเร็งปากมดลูก มักเกิดในหญิงอายุ 40 ปี ขึ้นไปและพบมากในหญิงที่ไม่มีบุตรหรือมีบุตรยาก จากข้อมูลสถิติโรคมะเร็งปี 2546-2550 (กระทรวงสาธารณสุข:กลุ่มภารกิจด้านข้อมูลข่าวสารและสารสนเทศสุขภาพ) มีผู้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งเต้านมโดยเฉลี่ย 1,965 คนต่อปี สาเหตุการเกิดมะเร็งเต้านมยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น คนในครอบครัวเคยป่วยเป็นโรคมะเร็งเต้านมมาก่อน สตรีที่มีน้ำหนักตัวมากกว่าปกติมีโอกาสที่จะเป็นมะเร็งเต้านมได้มาก สตรีเชื้อชาติอเมริกันหรือยุโรปมีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมมากกว่าสตรีทางเอเชีย และสตรีที่มีประจำเดือนครั้งแรกเมื่ออายุน้อยหรือหมดประจำเดือนเมื่ออายุมาก จะมีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมมากกว่าสตรีที่มีระยะของการมีประจำเดือนสั้น การรักษาโรคมะเร็งเต้านมมี 4 วิธี ได้แก่ การผ่าตัด เคมีบำบัด ฮอว์โมนบำบัดและรังสีรักษา

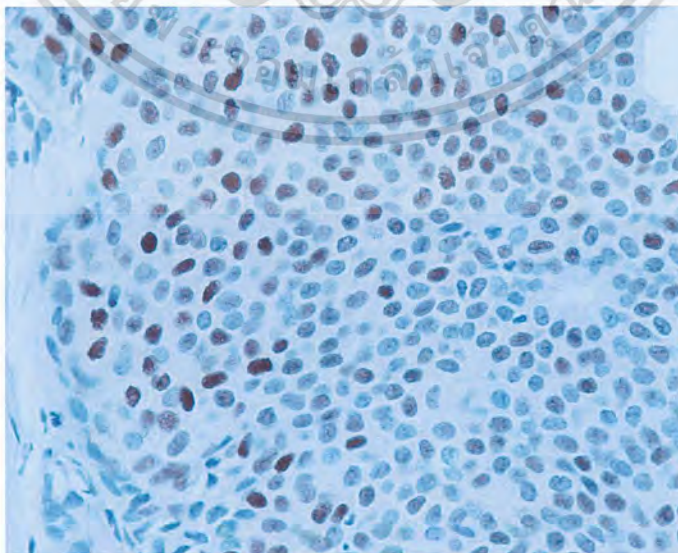
เซลล์มะเร็งเต้านมใช้ฮอว์โมนเพศหญิงเอสโตรเจน (Estrogen) ในการเจริญเติบโต ดังนั้นถ้าขัดขวางไม่ให้ฮอว์โมนเอสโตรเจนออกฤทธิ์ที่เซลล์มะเร็งได้ หรือลดฮอว์โมนเอสโตรเจนให้มึน้อยที่สุด ก็จะช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของมะเร็งเต้านมได้ แต่ไม่ใช่ผู้ป่วยมะเร็งเต้านมจะตอบสนองการรักษาด้วยวิธีนี้ทุกราย เซลล์มะเร็งจะต้องมีตัวรับฮอว์โมนเอสโตรเจนและฮอว์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone) หรืออย่างใดอย่างหนึ่งที่เซลล์มะเร็งด้วย ยาต้านฮอว์โมนจึงจะได้ผล ซึ่งแพทย์จะทราบว่าก่อนมะเร็งมีตัวรับสัญญาณฮอว์โมนหรือไม่ จากการตรวจชิ้นเนื้อจากนั้นก็ใช้วิธีฮอว์โมนบำบัด หรือการใช้ยาต้านฮอว์โมนทำการลดปริมาณฮอว์โมนเอสโตรเจนให้มึน้อยที่สุด เช่น ทำให้รังไข่ไม่สามารถผลิตฮอว์โมนเอสโตรเจนได้โดยการตัดรังไข่ การฉายแสงที่รังไข่ การฉีดยายับยั้งการทำงานของรังไข่ การกินยากลุ่ม Aromatase inhibitor ที่ยับยั้งการเปลี่ยนฮอว์โมนอื่นมาเป็นฮอว์โมนเอสโตรเจน หรือขัดขวางไม่ให้ฮอว์โมนเอสโตรเจนออกฤทธิ์ที่เซลล์มะเร็งได้ทั้งนี้ การกินยาที่จะมาแย่งจับกับตัวรับสัญญาณฮอว์โมน ทำให้ฮอว์โมนเอสโตรเจนออกฤทธิ์ไม่ได้ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมที่สุดโดยการใช้ยาที่เรียกว่า Tamoxifen การใช้ยาฮอว์โมนบำบัดมีผลข้างเคียงน้อยและการใช้ยากินด้วย Tamoxifen ง่ายและสะดวก กินวันละหนึ่งเม็ด นาน 5 ปี

ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นวิธีวินิจฉัยที่สำคัญในการพิจารณารักษาโรคมะเร็งเต้านมเพื่อพิจารณาจำนวนเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษาและ

เซลล์มะเร็งที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาออกจากกัน รวมถึงการกระจายตัวของเซลล์มะเร็ง ซึ่งจะ เป็นประโยชน์อย่างมากในการวินิจฉัยว่าวิธีการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัดจะได้ผลหรือไม่

การพัฒนากระบวนการช่วยวิเคราะห์ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์จึงมี ความสำคัญเป็นอย่างมาก ข้อดีของการพัฒนาระบบวิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งแบบนี้ ได้แก่ การ วิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งทำได้รวดเร็ว ต้นทุนของการวิเคราะห์ภาพต่ำ ผลของการวิเคราะห์ ที่ขึ้นกับบุคคลน้อยลง ไม่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากบุคคล ได้ผลวิเคราะห์ทั้งในเชิงปริมาณและ คุณภาพ สามารถเก็บผลการวิเคราะห์ได้ในฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบผลการรักษา หรือการ วิเคราะห์ที่ควบคู่กับข้อมูลอื่น ๆ ของผู้ป่วยเพื่อประโยชน์สูงสุดในการรักษาต่อไปได้ ผลการวิจัยใน ปัญหาพิเศษนี้จะถูกเปรียบเทียบกับผลการวิจัยด้วยวิธีอื่นของภาพถ่ายเดียวกัน โดยมุ่งเน้นการ แก้ปัญหาตรงส่วนขอบรูปที่งานวิจัยอื่นยังไม่สามารถจำแนกภาพเซลล์และหาจำนวนเซลล์มะเร็ง ให้หาได้ถูกต้องมากขึ้น แสดงผลลัพธ์อย่างอื่นเพิ่มเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น เช่น บอกระดับ การกระจายของเซลล์มะเร็งและสร้างใบสรุปรายงานการวิเคราะห์ผล ในปัจจุบันคณะแพทยฯยังคงใช้ ผลการนับจากการสังเกตของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งการนับจำนวนเซลล์ด้วยวิธีดังกล่าวใช้เวลานาน อาจไม่ สามารถทำได้ในสถานพยาบาลขนาดเล็กที่ขาดแคลนบุคลากรผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

ดังนั้น ในปัญหาพิเศษนี้ การวิเคราะห์รูปภาพเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนับจำนวนเซลล์มะเร็ง เต้านม (A Mathematical Image Analysis to Breast Cancer Nuclei Counting) ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อค้นหาสมบัติต่าง ๆ ที่น่าสนใจ ทดค้น ขั้นตอนวิธีและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบ เพื่อจำแนกรวมถึงนับจำนวนเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อ การรักษา และเซลล์มะเร็งที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาออกจากกันหลัง และแสดงผลการกระจายตัว ของเซลล์มะเร็ง



รูปที่ 1.1 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการวิเคราะห์ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็ง เต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์
2. คิดค้นระเบียบวิธีทางคณิตศาสตร์เพื่อค้นพบสมบัติต่าง ๆ ของภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์
3. คิดค้นขั้นตอนและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำแนกเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษา และเซลล์มะเร็งที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาออกจากพื้นหลัง และนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านมทั้งสองชนิดได้
4. คิดค้นขั้นตอนเฉพาะและพัฒนาโปรแกรมเฉพาะ ที่สามารถรองรับและ วิเคราะห์ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมที่เกิดจากการย้อมสีได้หลายชนิด นั่นคือ ทั้งแบบ ER/PR และ KI-67
5. คิดค้นขั้นตอนและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบให้สามารถแสดงผลระดับการกระจายตัวของเซลล์มะเร็ง และช่วยแปลผลเกี่ยวกับการรักษาด้วยวิธีฮอร์โมนบำบัดได้
6. ทดสอบ โปรแกรมต้นแบบกับภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ และพัฒนา/ปรับปรุงขั้นตอนและ โปรแกรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
7. สร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อใช้ในการประมวลผลสำหรับผู้ใช้

1.3 ข้อจำกัดและขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. ศึกษาภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ชนิด JPEG ขนาด 640×512 พิกเซล
2. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ โดยกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ศึกษาภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ เฉพาะส่วนที่เกิดเป็นมะเร็ง โดยไม่คำนึงถึงขั้นตอนและวิธีการทางพยาธิวิทยา ก่อนและหลังของภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านม (เช่น คุณภาพของกล้อง คุณภาพของสี ความผิดเพี้ยนของสีจากการย้อมหรือบันทึกภาพ ขึ้นเนื้อที่ตรวจ และความชำนาญของแพทย์)
4. ศึกษาการนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านมโดยนับเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษา และไม่ตอบสนองต่อการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด ซึ่งรายละเอียดของผู้ป่วย โรค และกระบวนการรักษาอื่น ๆ จะขึ้นอยู่กับกรณีวินิจฉัยของแพทย์และอยู่นอกขอบเขตของปัญหาพิเศษ
5. ศึกษาภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูล ทั้งวิธีการย้อม ER/PR และ KI-67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและกรอบเวลาของปัญหาพิเศษ

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษ (150 วัน)
2. ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบที่ช่วยวิเคราะห์การนับจำนวนเซลล์มะเร็งเรื้อรังเต้านม (150 วัน)
3. นำข้อมูลที่ได้ศึกษามาวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ (60 วัน)
4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบและสรุปผล (30 วัน)
5. ปรับปรุงทฤษฎีและนำไปใช้วิเคราะห์กับโปรแกรมต้นแบบ (30 วัน)
6. ออกแบบและสร้างหน้าจอเพื่อติดต่อกับผู้ใช้ (30 วัน)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาและค้นพบสมบัติต่าง ๆ ที่น่าสนใจ จากการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพของภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเรื้อรังเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์
2. ได้ศึกษาทฤษฎีและความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ผลในปัญหาพิเศษ
3. ได้โปรแกรมต้นแบบเฉพาะสำหรับแต่ละวิธีย้อมสีที่แตกต่างกันที่สามารถจำแนกเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษาและเซลล์มะเร็งที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาออกจากพื้นหลัง และนับจำนวนเซลล์มะเร็งเรื้อรังเต้านมทั้งสองชนิดได้
4. ได้โปรแกรมต้นแบบที่วิเคราะห์รูปภาพของเซลล์มะเร็งเรื้อรังเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์เพื่อบอกระดับการกระจายได้
5. การแปลผลและผลลัพธ์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพเซลล์มะเร็งเรื้อรังเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ อาจสามารถถูกเก็บลงบนฐานข้อมูลเพื่อต่อยอดเป็นเครื่องมือช่วยบุคลากรทางแพทย์ในการวินิจฉัยโรคมะเร็งเรื้อรังเต้านมต่อไปได้

บทที่ 2

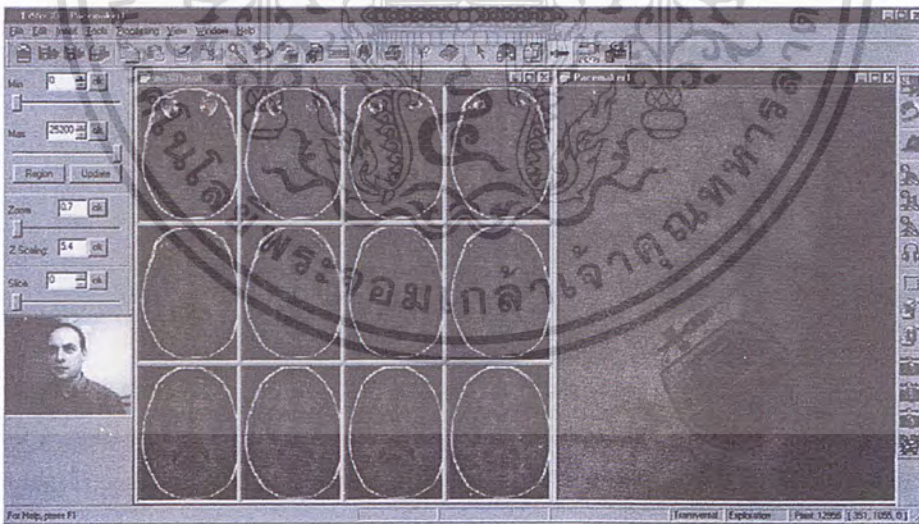
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) โดยทั่วไปแล้วหมายถึงการประมวลผลภาพดิจิทัลสองมิติโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือหมายถึงการประมวลผลทางดิจิทัลของข้อมูลสองมิติ [1]

การประมวลผลภาพดิจิทัลถูกนำมาใช้ในการประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง เช่น การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ การส่งภาพ และเก็บภาพสำหรับงานธุรกิจ การประมวลผลภาพทางการแพทย์ การประมวลผลภาพถ่ายด้วยเรดาร์ โซนาร์ และสัญญาณความถี่ย่านเสียง (Acoustic) งานด้านหุ่นยนต์ และการตรวจสอบชิ้นส่วนทางอุตสาหกรรมอัตโนมัติ ดังตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลภาพในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

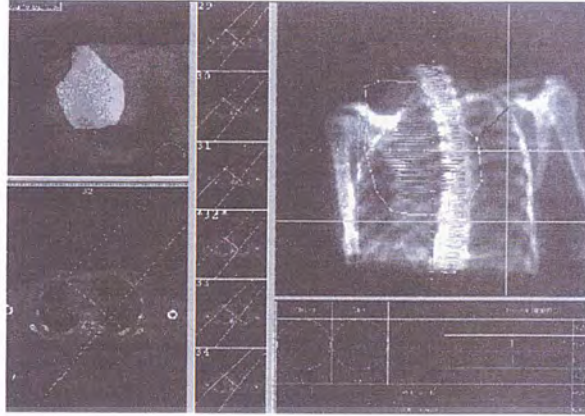
การประมวลผลภาพดิจิทัลและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของระบบอินเทอร์เน็ตได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 Tele-Radiograph

รูปที่ 2.1 แสดง Tele-Radiograph ซึ่งเป็นการส่งภาพถ่ายรังสีจากโรงพยาบาลที่ไม่มีรังสีแพทย์ประจำผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังโรงพยาบาลที่มีรังสีแพทย์ เพื่อการร่วมมือกันวินิจฉัยระหว่างแพทย์ประจำและรังสีแพทย์ในการรักษาคนไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การวางแผนการรักษาด้วยรังสีโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล

รูปที่ 2.2 เป็นการประยุกต์ใช้งานอีกด้านหนึ่งในด้านการวางแผนการรักษาโรคมะเร็งโดยการฉายรังสี เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ารังสีแกมมาสามารถหยุดการเจริญของเนื้อเยื่อมะเร็งได้ อย่างไรก็ตามรังสีแกมมา สามารถทำลายเนื้อเยื่อที่ดีได้เหมือนกัน การวางแผนการฉายรังสีสามารถช่วยทำลายเนื้อร้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ทำให้การทำลายเนื้อเยื่อส่วนดีมีน้อยที่สุด โดยการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับจำลองเส้นทางเดินของลำรังสี นำมาใช้วางแผนการจัดทำผู้ป่วย การป้องกันอวัยวะก่อนทำการรักษาจริง

การวางแผนการผ่าตัดเป็นสาขาหนึ่งที่ใช้ประโยชน์จากการประมวลผลภาพดิจิทัลได้



(a)

(b)

รูปที่ 2.3

(a) ภาพตัดขวางแสดงตำแหน่งของเนื้องอก

(b) รูปแบบจำลอง 3 มิติบริเวณสมองแสดงให้เห็นถึงเนื้องอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

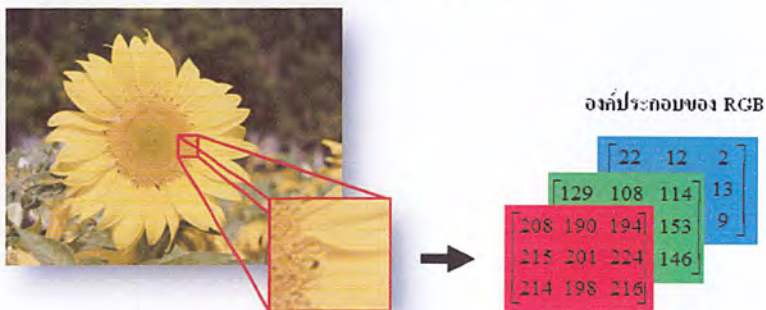
รูปที่ 2.3 (a) แสดงภาพถ่าย MRI ของคนไข้ที่มีเนื้องอก และรูปที่ 2.3 (b) แสดงแบบจำลอง 3 มิติที่ได้ซึ่งจะเห็นได้ว่าบริเวณของเนื้องอกอยู่ติดกับเส้นเลือด การศึกษาแบบจำลองทำให้สามารถวางแผนการผ่าตัดเนื้องอกได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อเส้นเลือดบริเวณข้างเคียง

ภาพดิจิทัล (Digital Image)

ภาพดิจิทัลถูกนำเสนอด้วยอาร์เรย์สองมิติของข้อมูล โดยแต่ละจุด (x,y) ในภาพจะถูกเรียกว่า พิกเซล (pixel, picture element) แต่ละพิกเซลในภาพแสดงความสว่าง (brightness) หรือความเข้ม (intensity) $f(x,y)$ ที่จุด (x,y) นั้น ยกตัวอย่างเช่นภาพที่แทนด้วย 8 บิต เป็นภาพที่มีค่าระดับความเข้มเท่ากับ $2^8 = 256$ ระดับ โดยที่ 0 แทนระดับความเข้มต่ำสุดและ 255 แทนระดับความเข้มสูงสุด ระดับความเข้มต่ำสุดเทียบเท่ากับสีดำในภาพ ในขณะที่ระดับความเข้มสูงสุดแทนสีขาวในภาพ ภาพดิจิทัลขนาด $M \times N$ อาจถูกพิจารณาว่าเป็นเมทริกซ์ที่มีขนาด $M \times N$ ซึ่งค่าอินเด็กซ์ของเมทริกซ์ (แถวและคอลัมน์) ระบุพิกเซลในภาพและค่าของเมทริกซ์ที่ตำแหน่งดังกล่าวแทนค่าระดับเทาที่จุดนั้น

ภาพสี (RGB Image)

ภาพสี RGB คืออาร์เรย์ขนาด $M \times N \times 3$ ของพิกเซลสี โดยที่แต่ละพิกเซลสีคือค่าที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของภาพ RGB อย่างละ 8 บิต ดังนั้นภาพสี 1 พิกเซล จะประกอบไปด้วยจำนวนบิตทั้งหมด 24 บิต ที่ถูกป้อนให้เป็นอินพุตของจอมอนิเตอร์สีเพื่อทำให้เกิดสีบนจอภาพ โดยมาตรฐานแล้วภาพทั้งสามที่เป็นส่วนของภาพสีหมายถึงภาพองค์ประกอบสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน คลาสของข้อมูลของภาพองค์ประกอบเป็นตัวกำหนดช่วงของค่า ถ้าภาพสีเป็นคลาส Double ค่าจะอยู่ในช่วง $[0,1]$ และถ้าภาพสีเป็น คลาส Unit8 ค่าจะอยู่ในช่วง $[0,255]$ หรือคลาส Unit16 ค่าจะอยู่ในช่วง $[0,65535]$



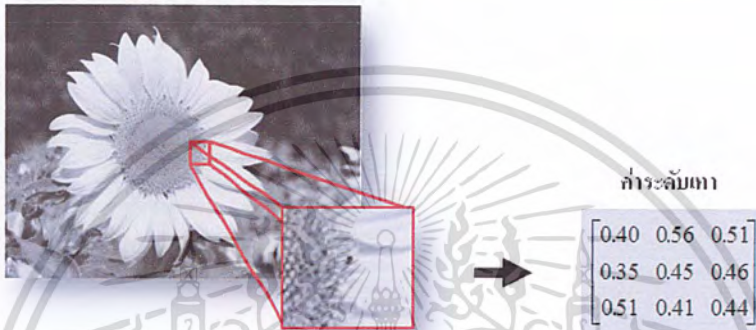
รูปที่ 2.4 ภาพสี RGB และองค์ประกอบของภาพสี RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพสเกลสีเทา (Grayscale Image)

ภาพสเกลสีเทา (Grayscale Image) คือ รูปภาพที่มีความสามารถแสดงความสว่างได้ถึง 256 ระดับ โดยจะไล่สีได้ตั้งแต่เฉด สีดำ สีเทา และสีขาว ตามลำดับ โดยแต่ละพิกเซลมีความเข้มแสงเกิดจากค่าเฉลี่ยของทั้งสามเมทริกซ์ ดังแสดงด้วยสมการ
$$\frac{R+G+B}{3}$$

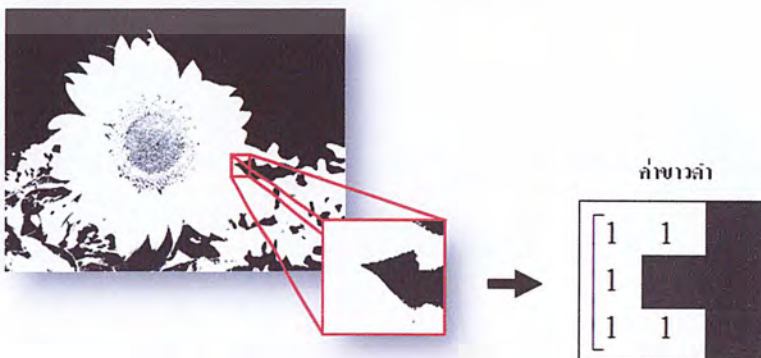
โดยสีแต่ละสีจะเกิดจากปริมาณแสงที่ตกกระทบบนรูปภาพ เรียกขนาดแสงที่ตกกระทบนี้ว่า ความเข้มแสง (Intensity)



รูปที่ 2.5 ภาพสเกลสีเทาและค่าระดับเทา

ภาพขาวดำ (Black and White Image)

ภาพขาวดำ คือ รูปภาพที่ประกอบด้วยสีขาวและสีดำเท่านั้น โดยส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปภาพชนิดนี้ได้ง่ายกว่ารูปภาพชนิดอื่น ๆ เนื่องจากรูปภาพขาวดำในแต่ละพิกเซลจะมีค่าข้อมูลเพียง 1 บิตหรือ 2 ค่าเท่านั้น คือ 0 หรือ 1 ซึ่งมีค่าที่เป็นไปได้จะแทนสีดำด้วย 0 และสีขาวด้วย 1 หรือ แทนสีดำด้วย 0 และสีขาวด้วย 255 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ภาพขาวดำคือ ด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (computer vision)



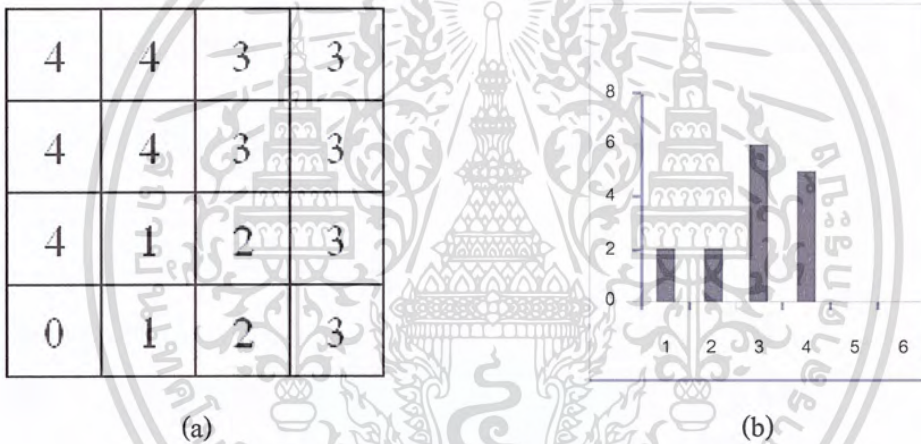
รูปที่ 2.6 ภาพขาวดำและค่าของภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กราฟฮิสโตแกรม

กราฟฮิสโตแกรม (Histogram) ในการประมวลผลภาพดิจิทัล คือกราฟแสดงช่วงจำกัดของแต่ละระดับของความสว่างของภาพเทียบกับ จำนวนพิกเซลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละระดับ ซึ่งสามารถบอกลักษณะของภาพได้ดังนี้

- กรณีภาพมืด (Dark Image) ค่าของฮิสโตแกรมหรือค่า Gray Level จะรวมกลุ่มกันอยู่ด้านซ้ายของกราฟ
- กรณีภาพสว่าง (Bright Image) ค่าของฮิสโตแกรมหรือค่า Gray Level จะรวมกลุ่มกันอยู่ด้านขวาของกราฟ
- ภาพที่มีระดับความสว่าง (Contrast) ที่เหมาะสมค่าของฮิสโตแกรมควรกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วกราฟ



รูปที่ 2.7 (a) แสดงค่าความเข้มสีของรูปภาพ

(b) ฮิสโตแกรมของภาพ

2.3 การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation)

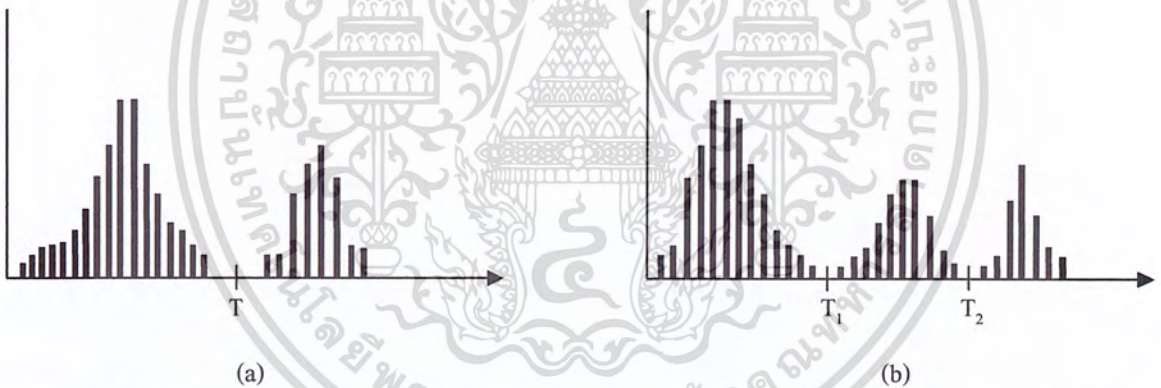
การแบ่งส่วนภาพเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนการวิเคราะห์ภาพ การแบ่งส่วนภาพเป็นการแบ่งภาพออกตามองค์ประกอบหรือวัตถุที่อยู่ในภาพ ซึ่งการแบ่งส่วนภาพควรหยุดเมื่อวัตถุที่สนใจในการประยุกต์ใช้งาน ได้ถูกแยกออกมา ตัวอย่างเช่น ในระบบค้นหาเป้าหมายจากอวกาศสู่ภาคพื้นดิน เราสนใจเส้นถนนเพื่อระบุถึงยานพาหนะที่อยู่บนถนน ขั้นตอนแรกจึงเป็นการแบ่งส่วนที่เป็นถนน จากนั้นแยกวัตถุขนาดต่าง ๆ ในถนน ที่อาจเป็นยานพาหนะ จึงไม่มีความจำเป็นต้องทำการแยกส่วนย่อยต่อไปอีกจากจุดนี้ รวมทั้งไม่มีความจำเป็นต้องทำการแยกส่วนนอกขอบเขตของถนน เนื่องจากได้ทำการแยกส่วนที่เป็นวัตถุที่สนใจได้แล้ว [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการแบ่งส่วนภาพ โดยใช้การตั้งระดับกัน หรือเทรชโวลด์ (Threshold)

การทำเทรชโวลด์คิงค์ (Thresholding)

สมมติว่าฮิสโตแกรมที่แสดงในรูป 2.5 (a) เป็นของภาพ $f(x, y)$ ที่ประกอบด้วยวัตถุขาวบนพื้นดำ พิกเซลของวัตถุและพื้นหลังสามารถถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจน วิธีที่ชัดเจนที่สุดในการแยกวัตถุจากพื้นหลังคือการเลือกค่าระดับกัน T ซึ่งจากนั้นจุด $f(x, y)$ ที่ซึ่ง $f(x, y)$ มากกว่า T ถูกเรียกว่าจุดวัตถุ (Object Point) ในขณะที่จุด $f(x, y)$ ที่ซึ่ง $f(x, y)$ น้อยกว่า T ถูกเรียกว่าจุดพื้นหลัง (Background Point) รูปที่ 2.5 (b) แสดงกรณีทั่วไป จะเห็นว่าฮิสโตแกรมของวัตถุถูกแบ่งออกเป็นสามบริเวณ ซึ่งอาจสอดคล้องกับวัตถุสองชนิดที่มีความเข้มต่างกันในพื้นที่สีดำ ในกรณีนี้ต้องเลือกสองระดับกัน T_1 และ T_2 ที่ซึ่งจุด $f(x, y)$ เป็นของวัตถุชนิดหนึ่ง ถ้า $T_1 < f(x, y) < T_2$ เป็นของวัตถุอีกชนิดถ้า $f(x, y) < T_2$ และเป็นของพื้นหลังถ้า $f(x, y) > T_2$



รูปที่ 2.8 (a) ฮิสโตแกรมระดับเทาที่สามารถถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนโดยใช้ระดับกันเดียว

(b) ฮิสโตแกรมระดับเทาที่สามารถถูกแบ่งออกเป็นหลายส่วนโดยใช้หลายระดับกัน

เมื่อ $f(x, y)$ คือระดับเทาของจุด ภาพที่ถูกทำเทรชโวลด์คิงค์ $g(x, y)$ ถูกนิยามดังนี้

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & f(x, y) \geq T \\ 0, & f(x, y) < T \end{cases}$$

ดังนั้นพิกเซล 1 ถูกกำหนดว่าเป็นวัตถุในขณะที่พิกเซล 0 ถูกกำหนดว่าเป็นพื้นหลัง

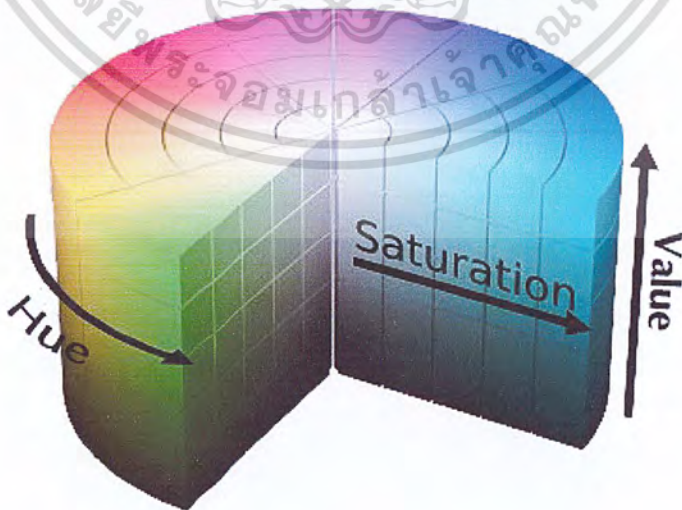
2.4 ลักษณะเฉพาะของสี

สีเป็นส่วนหนึ่งของการมองเห็นลักษณะเฉพาะของรูป ขณะที่มนุษย์สามารถจำแนกได้ 1,000 สี คอมพิวเตอร์สามารถแสดงความแตกต่างของสีได้เป็นล้านสี ในทางปฏิบัติ สีถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์รูปภาพด้านต่าง ๆ ได้ดี เพราะมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับวัตถุที่ซ่อนอยู่ได้ภาพ นอกจากนี้ลักษณะของสียังบ่งบอกถึงความซับซ้อนของพื้นหลัง การขยาย การกำหนดตำแหน่ง การเขียนภาพให้ได้สัดส่วนและขนาดของภาพ พิกเซลของสีในภาพดิจิทัลถูกแทนด้วยสี 3 สี (แดง, เขียวและน้ำเงิน) เป็นที่รู้กันว่า ทุก ๆ สีสามารถถูกผลิตได้โดยการผสมของแม่สี 3 สี

นอกเหนือจากนี้มนุษย์สามารถใช้ทุกช่วงสีแบบอื่น ๆ เพื่อคำนวณฮิสโตแกรมสีและวิเคราะห์ภาพสีได้อีกด้วย ทั้งแบบ HSV นั่นคือ เคนสี (Hue), ความอิ่มตัวของสี (Saturation), ค่าความมืดสี (Value), แบบ HLS นั่นคือ เคนสี, ความส่องสว่าง (lightness), ความอิ่มตัวของสี และแบบทางวิศวกรรมคือ CIE color space (เช่น CIELAB, CIELUV) พบว่าในบางประเภทงานได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงสี RGB

ยกตัวอย่างเช่น สามารถอธิบายช่วงสี HSV ได้ดังนี้

- Hue เป็นการแสดงด้วยลักษณะของเคนสี คือ redness, greenness เป็นต้น
- Saturation เป็นการแสดงถึงความอิ่มตัวของสี
- Value เป็นการแสดงความมืดของสี



รูปที่ 2.9 การแสดงช่วงสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 จุดเซนทรอยด์ หรือจุดกึ่งกลางของวัตถุ (Centroid)

จุดเซนทรอยด์หรือจุดกึ่งกลางวัตถุ (Centroid) คือ จุดศูนย์กลางของมวล (Center of mass) ของบริเวณหรือวัตถุใด ๆ ซึ่งมีการนิยามมาจาก จุดกึ่งกลางของวัตถุในเชิงกายภาพและมีความสำคัญในการวิเคราะห์ของวัตถุต่อวัตถุในภาพ โดยสำหรับรูปภาพที่มีพิกเซล $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ จะสามารถคำนวณจุดเซนทรอยด์ได้จาก

$$C = \left(\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n} \right)$$



รูปที่ 2.10 การหาจุดเซนทรอยด์ของวัตถุ

2.6 แผนภาพโวโรนอยด์ (Voronoi diagram)

Voronoi diagram คิดค้นโดย Georgy Voronoi อาจถูกเรียกว่า Voronoi tessellation, Voronoi decomposition หรือ Dirichlet tessellation ได้ [9]

เมื่อได้รับเซตของพิกเซล S ในระนาบ แผนภาพโวโรนอยด์ ประกอบด้วย เซลล์โวโรนอยด์ (Voronoi cell) หรือเรียกว่า Dirichlet cells $V(s)$ ประกอบด้วยเซตของจุดที่อยู่ใกล้ s



รูปที่ 2.11 แผนภาพโวโรนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแผนภาพโวโรนอยด์ ซึ่งถูกตั้งชื่อตาม Georgy Fedoseevich Voronoy จะคำนวณระยะทางระหว่างจุดโดยใช้ระยะทางยูคลิด (Euclidean distance) โดยระยะทางยูคลิดใน n มิติของ

จุด p และ q นิยามได้โดย $d(p, q) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2}$ โดย p_k คือ คอมโพเนนต์ที่ k ของจุด p หรือ หากนิยามใน 2 มิติ จะได้ว่าระยะทางยูคลิดของจุด p และ q สามารถคำนวณได้โดยใช้

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2 + (p_y - q_y)^2}$$

แผนภาพโวโรนอยด์ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ เซลล์โวโรนอยด์ (Voronoi cell) เส้นขอบโวโรนอยด์ (Voronoi edge) และนิเวศของเซลล์โวโรนอยด์ เซลล์โวโรนอยด์ คือ เซลล์ของจุดในระนาบที่อยู่ใกล้กับนิเวศของเซลล์นั้นที่สุด โดยเซลล์นี้อาจจะเป็นพื้นที่ปิดซึ่งมีขอบเขตที่ระบุโดยเส้นขอบโวโรนอยด์ หรืออาจจะเป็นพื้นที่เปิดก็ได้ ส่วนเส้นขอบโวโรนอยด์ คือ เส้นขอบของเซลล์โวโรนอยด์ โดยเส้นนี้เป็นนิยามโดย $\{p \in E^2 \mid d(c_i, p) = d(c_j, p)\}$ โดย c_i และ c_j เป็นตำแหน่งของนิเวศใด ๆ ของเซลล์โวโรนอยด์ โดยที่ $i \neq j$ และเป็นเส้นที่เกิดจากการตัดกันของเส้นที่มีระยะทางเท่ากันของทุก ๆ เซลล์นี้

นั่นคือจุดทุกจุดบนเซลล์โวโรนอยด์ จะมีระยะห่างจากนิเวศของมันน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับระยะห่างกับนิเวศอื่น

การประยุกต์ใช้แผนภาพโวโรนอยด์

ตำแหน่งของจุดในแผนภาพโวโรนอยด์ สามารถใช้ค้นหาจุดที่ใกล้เคียงกับจุดที่ต้องการมากที่สุด หรือเพื่อการหาขั้วใกล้ที่สุดได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการค้นหาโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด หรือวัตถุที่คล้ายกันมากที่สุดในฐานข้อมูล ซึ่งโดยปกติใช้ในการบีบอัดข้อมูล หรือใช้ประยุกต์ในการสร้างซูเปอร์มาร์เก็ตใหม่มากเท่าที่ควรจะมีได้ในเมืองหนึ่ง

2.7 การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis)

การวิเคราะห์จัดกลุ่มหรือการรวมกลุ่ม เป็นการกำหนดชุดของการสังเกตให้เป็นเซตย่อย (ถูกเรียกว่า กลุ่ม หรือ Clusters) เพื่อให้ข้อสังเกตในกลุ่มเดียวกันมีความคล้ายคลึงกัน ถูกใช้มากในด้านต่าง ๆ เช่น เครื่องมือการเรียนรู้ การทำเหมืองข้อมูล การจัดรูปแบบ การวิเคราะห์ภาพ การดึงข้อมูลและชีวสารสนเทศ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการจัดกลุ่มส่วนใหญ่ ใช้ข้อกำหนดเบื้องต้นของกลุ่มจำนวนหรือระยะทางก่อนที่จะดำเนินการจัดกลุ่ม ยกเว้นในกรณีที่ทราบค่าเหมาะสมสำหรับแต่ละชิ้นงาน ค่าเหมาะสมนี้ควรที่จะถูกศึกษาและถูกกำหนด เพื่อนำไปใช้โดยเทคนิคต่างๆ

2.7.1 การวัดระยะทาง (Distance Measure)

ขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งสำหรับการจัดกลุ่ม คือ การวัดระยะทางที่ใช้กำหนดความเหมือนกันสำหรับ 2 สมาชิก เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณ และมีผลต่อรูปร่างของกลุ่มองค์ประกอบบางตัวอาจมีค่าใกล้เคียงกัน และบางตัวอาจมีระยะห่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น ระยะห่างระหว่างจุด (1,0) และจุด (0,1) จะเป็น 1 โดย ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้ระยะทางยูคลิด ที่ได้กล่าวข้างต้นมาเป็นเครื่องมือในการวัดระยะทาง

2.7.2 ระยะทางเฉลี่ย (Average Distance)

หลังจากที่ได้ระยะห่างระหว่างจุดของแต่ละคู่อันดับแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยตามทฤษฎีค่าเฉลี่ยทางสถิติของข้อมูลจำนวน n ตัว นั่นคือ

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

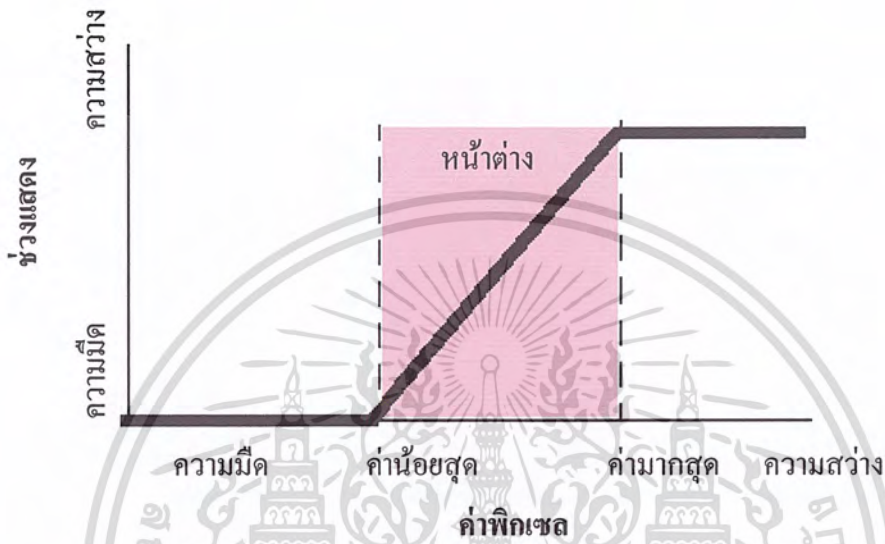
ในปัญหาพิเศษฉบับนี้ จะใช้การหาค่าเฉลี่ยของระยะทางของแต่ละจุดเซนทรอยด์ที่คำนวณได้เพื่อบ่งบอกถึงการกระจายตัวของเซลล์มะเร็ง สำหรับบอกความหนาแน่นของวัตถุบนภาพถ่ายที่สนใจ

2.8 การปรับค่าความเปรียบต่าง (Adjust contrast)

ภาพที่ต้องการความเปรียบต่าง (contrast) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดสิ่งรบกวนเพื่อทำการแบ่งส่วนภาพให้ได้ภาพที่ชัดเจนและเหมาะสมกับการวิเคราะห์มากขึ้นได้ การปรับเปลี่ยนความเปรียบต่างหรือความคมชัดของภาพ เป็นกระบวนการส่งค่าพิกเซล ตั้งแต่ช่วงค่าความมืด (Dark) จนถึงค่าน้อยสุด (Minimum Value) ให้แสดงค่าเป็นสีดำทั้งหมด ส่งค่าที่อยู่ตั้งแต่ค่ามากที่สุด (Maximum Value) จนถึงค่าความสว่าง (Light) ให้แสดงค่าเป็นสีขาว และค่าที่อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุดให้แสดงเป็นค่าสเกลสีเทาตามรูปแบบที่ต้องการ (พื้นที่ส่วนที่แรงเงาในรูปที่ 2.12) สังเกตว่าผู้วิจัยสามารถเลือกปรับว่าต้องการขอบล่างหรือค่าน้อยสุดและขอบบนหรือค่ามากที่สุด ได้โดยกำหนดขอบเขตหน้าต่างที่แสดงในรูปที่ 2.12 ขึ้นอยู่กับรูปภาพที่ทำการวิเคราะห์



รูปที่ 2.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพิกเซลกับช่วงแสดง

2.9 มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Morphology)

มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์เป็นขบวนการที่สำคัญที่ถูกใช้ในการประมวลผลภาพขาวดำ โดยใช้ทฤษฎีเซต เพื่อนิยามการขยายและการเซาะวัตถุในรูปภาพ เป็นวิธีที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากในการจัดการปัญหาด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล เพื่อแยกองค์ประกอบของภาพที่จำเป็นต้องวิเคราะห์เป็นส่วนๆ [11]

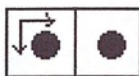
การขยาย (Dilation)

ให้เซต A และ B เป็นเซตใน E^n การขยายของ A ด้วย B แทนด้วย $A \oplus B$ มีนิยามดังต่อไปนี้

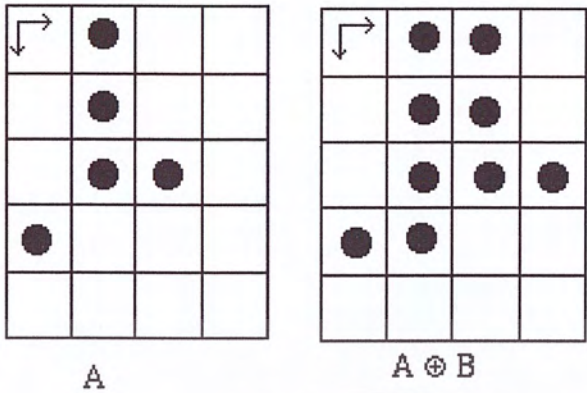
$$A \oplus B = \{c \in E^n \mid c = a + b, \text{ for some } a \in A, b \in B\}$$

A เป็นภาพที่กำลังศึกษาขณะที่ B เป็นโครงสร้างของเซตที่เล็กกว่าใช้สำหรับขยาย ในการประมวลผลภาพดิจิทัล เซต B มักถูกเรียกว่า หน่วยโครงสร้าง (Structuring element) ในการขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$A = \{ (0,1), (1,1), (2,1), (2,2), (3,0) \}$ $B =$ 

$B = \{ (0,0), (0,1) \}$



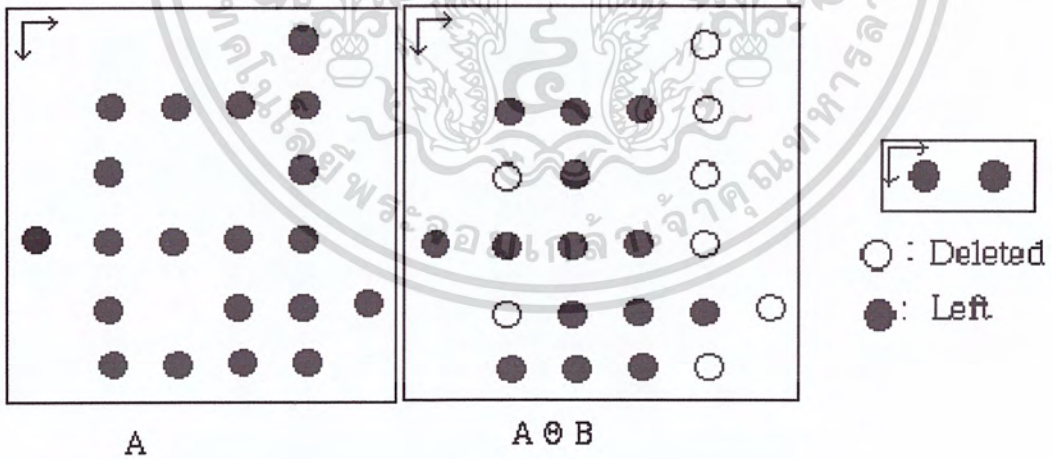
รูปที่ 2.13 การขยายเซต A ด้วย B

การเซาะ (Erosion)

ถ้าให้เซต A และ B เป็นเซตใน E^n การเซาะของ A ด้วย B แทนด้วย $A \ominus B$ และมีคำจำกัดความดังนี้

$$A \ominus B = \{ c \in E^n \mid \text{for } \forall b \in B \text{ there is an } a \in A \text{ such that } c = a - b \}$$

นั่นคือการเซาะของ A ด้วย B คือเซตของจุด x ทุกจุดที่ซึ่งการเคลื่อนย้าย B ด้วยระยะ x อยู่ภายใน A



รูปที่ 2.14 การเซาะ A ด้วย B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการขยาย (Dilation) ให้ภาพมีขนาดใหญ่ขึ้นและการเซาะ (Erosion) ทำให้ภาพมีขนาดเล็กลง ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขบวนการมอร์โฟโลยีที่ผู้วิจัยได้ใช้ในปัญหาพิเศษนี้ คือ การปิด (closing)

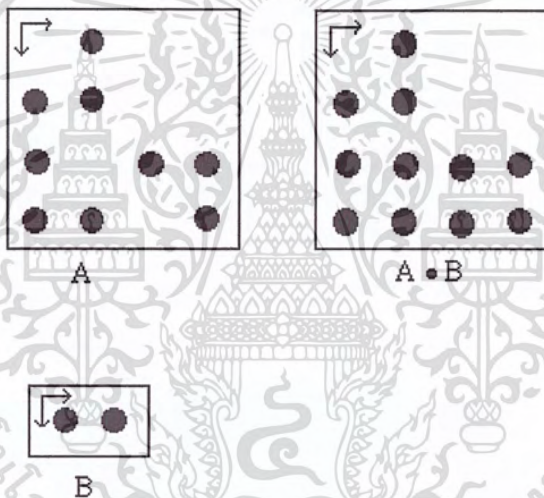
การปิด (Closing)

การปิดเป็นกระบวนการที่เกิดจากการรวมกันของทั้งการขยายและการเซาะ

การปิดของเซต A โดย B แทนด้วย $A \bullet B$ และมีคำจำกัดความดังนี้

$$\text{การปิด: } A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

นั่นคือการปิดของเซต A และ K ทำได้โดยการขยาย A ด้วย K แล้วตามด้วยการเซาะผลลัพธ์ด้วย K



รูปที่ 2.15 การแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของการรวมของการเลื่อนทั้งหมด

การปิดด้วยเซตที่มีขนาดเล็กกว่าในการประมวลผลภาพถือเป็นการเติมการเชื่อมต่อวัตถุหรือขจัดช่องว่างเล็กๆ เพื่อจะเติมเต็มวัตถุ

117160

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัยและผลการดำเนินงาน ของการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านม

คณะผู้จัดทำได้ศึกษาระเบียบวิธีวิจัยขั้นใหม่และใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเป็นเครื่องมือ มาใช้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ ซึ่งรูปภาพที่นำมาวิเคราะห์ คือ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีสองประเภทที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ โดยคณะผู้จัดทำมุ่งหวังให้โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ภาพถ่ายดังกล่าว ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยวินิจฉัยเกี่ยวกับการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด ดังระเบียบวิธีวิจัยและผลการทดลองที่แสดงรายละเอียดไว้ในบทนี้

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

คณะผู้จัดทำได้พัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ภาพถ่าย สำหรับหาจุดเซนทรอยด์ของวัตถุชนิดต่าง ๆ ในภาพ นับจำนวนวัตถุในภาพ แสดงแผนภาพไวโรนอยซ์ของวัตถุ บอกระดับการกระจายของวัตถุในแต่ละภาพและสร้างในรายงานสรุปการวิเคราะห์ได้

INPUT:

- ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งย้อมสีจากเทคนิคการย้อมแบบ ER/PR หรือ เทคนิคการย้อมแบบ KI-67 ประเภทไฟล์ JPEG

OUTPUT:

- ให้โปรแกรมแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงิน
- แสดงแผนภาพไวโรนอยซ์
- แสดงจำนวนเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงิน
- แสดงอัตราส่วนเซลล์สีน้ำตาลต่อเซลล์สีน้ำเงิน ในภาพ
- บอกระดับการกระจายของวัตถุในแต่ละภาพ
- แปลผลเบื้องต้นเกี่ยวกับการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมต้นแบบ

1. ขั้นตอนการทำงานของภาพเซลล์มะเร็งด้านมที่ย้อมสีแบบ ER/PR

- 1.1 นำรูปภาพที่ต้องการวิเคราะห์เป็นข้อมูลนำเข้าใน โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น
- 1.2 โปรแกรมจะทำการแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสเกลสีเทา และแปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็น Hue, Saturation, Value แล้วจึงนำภาพทั้งหมดมาแปลงเป็นภาพสเกลสีเทาเช่นเดียวกันทั้งหมด
- 1.3 นำภาพที่ได้จากการแปลงเป็นสเกลสีเทาตามขั้นตอนที่ 1.2 ไปทำการปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ เพื่อให้จำแนกภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 1.4 นำภาพที่เป็นภาพสเกลสีเทาที่ได้จากการปรับค่าความเปรียบต่างแล้วของภาพสเกลสีเทา RGB และองค์ประกอบ Saturation มาทำการแปลงเป็นภาพสีขาวดำ และจึงทำการสลับสีของวัตถุกับพื้นหลังตามลำดับ (ในกรณีของภาพองค์ประกอบสี Saturation ไม่ต้องการสลับสีวัตถุกับพื้นหลัง เนื่องจากองค์ประกอบ Saturation มีพื้นหลังเป็นสีดำอยู่แล้ว)
- 1.5 ใช้มอร์ฟอโลยีเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการกำจัดสิ่งรบกวนในภาพ
- 1.6 นำผลจากขั้นตอนที่ 1.5 มาทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ และแสดงผล
- 1.7 แสดงผลลัพธ์ได้แก่ จำนวนเซลล์สีน้ำตาล จำนวนเซลล์สีน้ำเงิน แผนภาพไวโรนอยด์ อัตราส่วนเซลล์สีน้ำตาลต่อเซลล์สีน้ำเงินในภาพ บอกระดับการกระจายของเซลล์ในแต่ละภาพ สรุปผลเบื้องต้นเกี่ยวกับการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด
- 1.8 สำหรับตัวเลือกแบบ Advanced Program สามารถแสดงค่าประมาณต่าง ๆ และนำข้อมูลจุดเซนทรอยด์ มาทำการจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อปรับจุดเซนทรอยด์เพิ่มเติมได้

2. ขั้นตอนการทำงานของภาพถ่ายเซลล์มะเร็งด้านมที่ย้อมสีแบบ KI-67

- 2.1 นำรูปภาพที่ต้องการวิเคราะห์เป็นข้อมูลนำเข้าใน โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้น
- 2.2 โปรแกรมจะทำการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพสเกลสีเทา และแปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็น Hue, Saturation, Value แล้วจึงนำภาพทั้งหมดมาแปลงเป็นภาพสเกลสีเทาเช่นเดียวกันทั้งหมด
- 2.3 นำภาพที่ได้จากการแปลงเป็นภาพสเกลสีเทาของ RGB และองค์ประกอบ Saturation มาทำการแปลงเป็นภาพสีขาวดำ และจึงทำการสลับสีของวัตถุกับพื้นหลังตามลำดับ
- 2.4 ใช้มอร์ฟอโลยีเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการกำจัดสิ่งรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.5 นำผลจากขั้นตอนที่ 2.4 มาทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ และแสดงผล
- 2.6 แสดงผลลัพธ์ที่ได้แก่จำนวนเซลล์สีน้ำตาล จำนวนเซลล์สีน้ำเงิน แผนภาพโวโรนอยด์ อัตราส่วนเซลล์สีน้ำตาลต่อเซลล์สีน้ำเงินในภาพ บอกระดับการกระจายของเซลล์ในแต่ละภาพ สรุปผลเบื้องต้นเกี่ยวกับการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด
- 2.7 สำหรับตัวเลือกแบบ Advanced Program สามารถแสดงค่าประมาณต่าง ๆ และนำข้อมูลจุดเซนทรอยด์ มาทำการจัดกลุ่มข้อมูล เพื่อปรับจุดเซนทรอยด์เพิ่มเติมได้

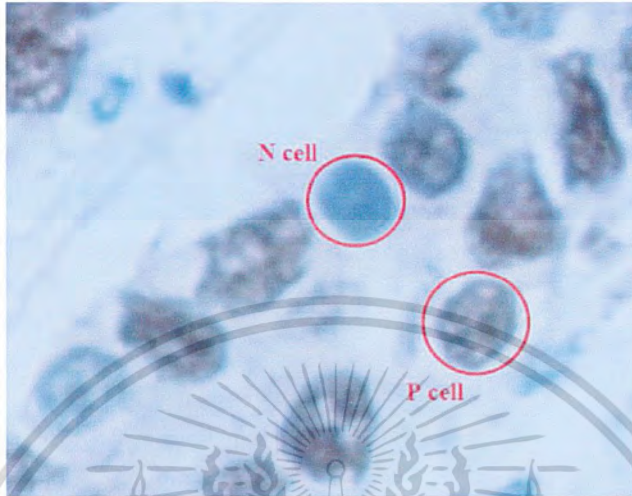
3.2 ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

การแบ่งส่วนภาพเพื่อแยกเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษา และไม่ตอบสนองต่อการรักษาออกจากพื้นหลัง เพื่อนำผลลัพธ์ไปทำการวิเคราะห์เซลล์ที่มีตัวรับฮอร์โมนเอสโตรเจนว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด เป็นประโยชน์อย่างมากในการวินิจฉัยว่าวิธีการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัดจะได้ผลหรือไม่ ทั้งนี้ โปรแกรมอาจได้รับการชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์บางส่วน แต่ก็จะเป็นการพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อทดแทนบุคลากรทางการแพทย์ ข้อดีของการวิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งแบบนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งทำได้รวดเร็ว ต้นทุนของการวิเคราะห์ภาพต่ำ ผลของการวิเคราะห์ขึ้นกับบุคคลน้อยลง ไม่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากบุคคล สามารถเก็บผลการวิเคราะห์ได้ในฐานข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการรักษา หรือการวิเคราะห์ควบคู่กับข้อมูลอื่น ๆ ของผู้ป่วยเพื่อประโยชน์สูงสุดในการรักษาต่อไปได้ ผลการวิจัยเบื้องต้นในโครงการพิเศษนี้จะถูกเปรียบเทียบกับผลการวิจัยเมื่อใช้วิธีทางด้านวิศวกรรมรูปภาพของภาพถ่ายเดียวกัน โดยมุ่งเน้นการแก้ปัญหาตรงส่วนของรูปที่เซลล์มักจะขาดไป หรือมีลักษณะไม่เต็มรูปเซลล์ ทำให้ไม่สามารถตรวจพบภาพเซลล์มะเร็งได้ถูกต้องและเพิ่มทางเลือกให้มีส่วนต่อประสานกราฟฟิคกับผู้ใช้ และให้สามารถบอกระดับการกระจายของเซลล์และสร้างใบรายงานได้

ในปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้ศึกษา ภาพถ่ายที่ย้อมสีแบบ ER/PR ที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลได้มาจากกล้องจุลทรรศน์รุ่น Eclipse 80i (Nikon Instech Co, Ltd., Japan) ที่ใช้กำลังขยาย 400 เท่า ภาพดิจิทัลที่เก็บสำหรับการประมวลผลเป็นภาพสีแบบ JPEG มีขนาดของภาพเป็น 2560×3200 ภาพถ่ายได้รับการย้อมสีและถ่ายโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์จาก

ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และภาพถ่ายที่ย้อมสีแบบ KI-
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

67 มีขนาดของภาพเป็น 2040×1536 เป็นภาพถ่ายได้รับการข้อมติและถ่ายโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์จากภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล



รูปที่ 3.1 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมติ

รูปที่ 3.1 แสดงภาพจากเซลล์มะเร็งที่ผ่านการข้อมติแล้ว โดยสีของนิวเคลียสจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าเซลล์นั้นมีตัวรับฮอร์โมนเอสโตรเจนอยู่หรือไม่ เซลล์ที่ผ่านการข้อมติแล้วมีสีน้ำตาลแสดงว่าเซลล์มีตัวรับฮอร์โมนเอสโตรเจนอยู่ ในทางการแพทย์สำหรับเซลล์ชนิดนี้จะสามารถใช้การรักษาแบบฮอร์โมนบำบัดหยุดการแพร่ขยายได้ เซลล์ประเภทนี้จะถูกเรียกว่าเซลล์ Positive (P) และในทางตรงกันข้าม เซลล์สีน้ำเงินจะไม่มีตัวรับฮอร์โมนเอสโตรเจนอยู่ เช่น เซลล์ที่อักเสบ เซลล์ต่อมน้ำเหลือง เซลล์พลาสมาและเนื้อเยื่อเชื่อมต่อบางชนิด ซึ่งเซลล์ชนิดนี้ไม่สามารถถูกระงับการแพร่ขยายได้ เซลล์เหล่านี้ถูกเรียกว่าเซลล์ Negative (N)

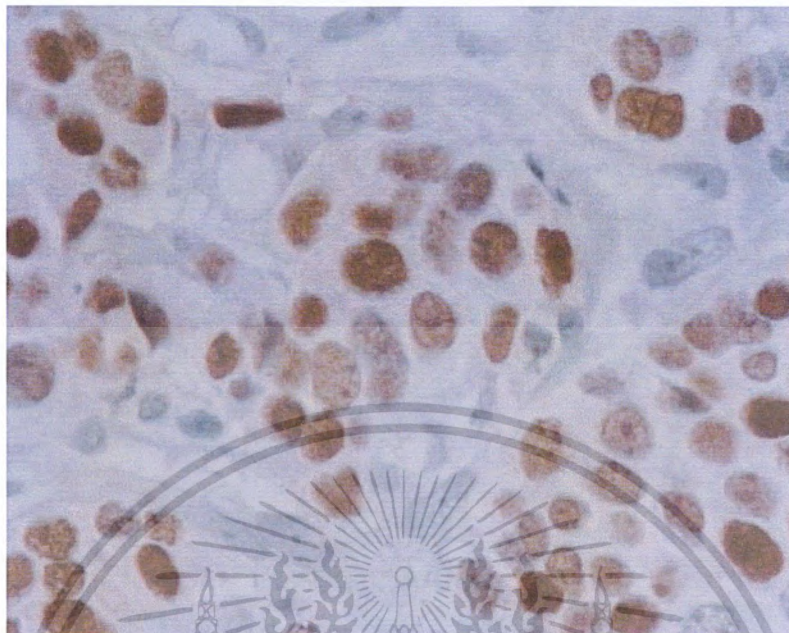
3.3 ผลการดำเนินงาน

3.3.1 ชนิดการข้อมติแบบ ER/PR

รูปภาพเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมติที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพสี 2 มิติ เป็นประเภทภาพ JPEG ขนาด 640×512 พิกเซล ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินของภาพ RGB

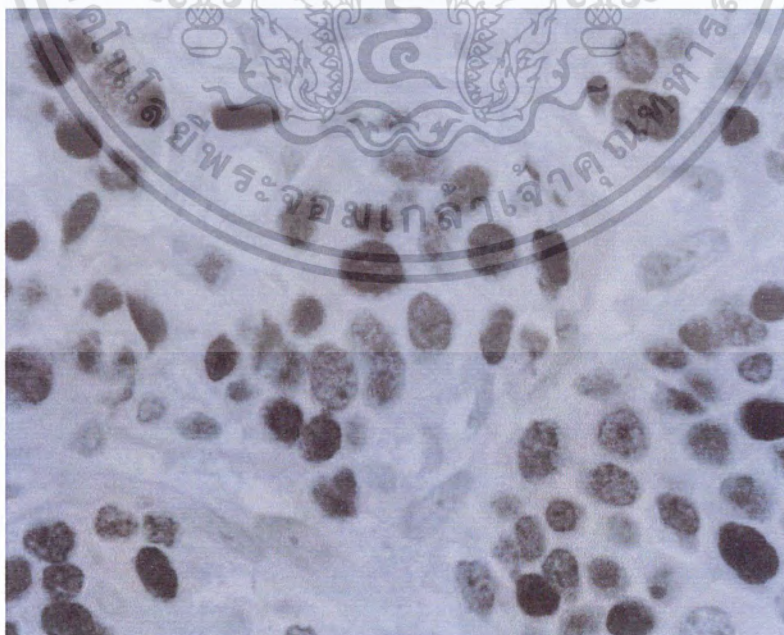
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 1



รูปที่ 3.2 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB

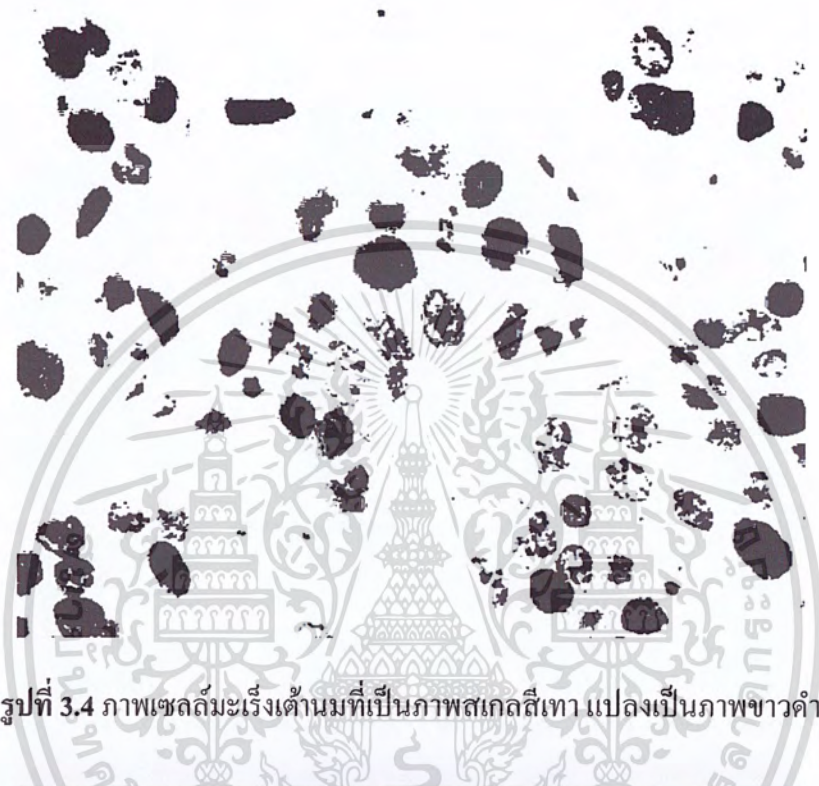
การประมวลผลของภาพสี RGB



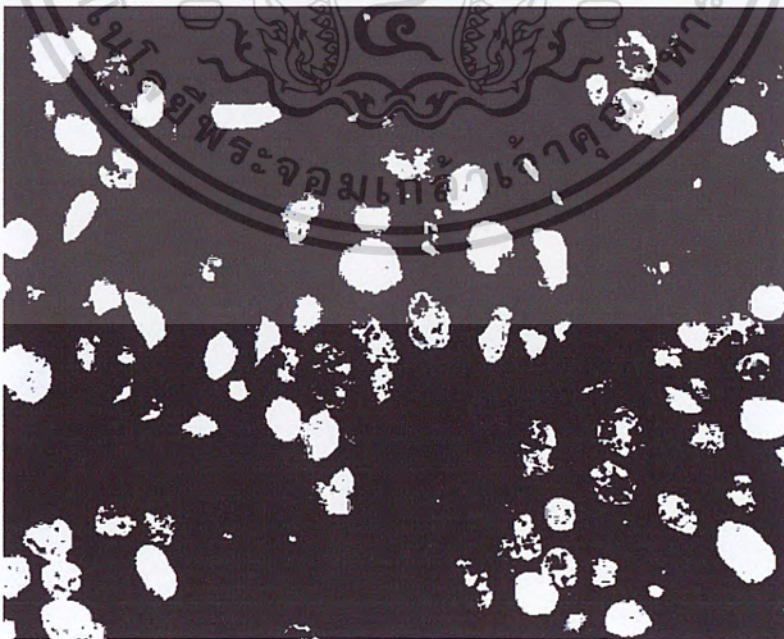
รูปที่ 3.3 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมของภาพสี RGB ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 เป็นภาพสี RGB ถูกแปลงให้เป็นภาพสเกลสีเทาในรูปที่ 3.3 เป็นภาพที่ไม่ผ่านการประมวลผลอื่น ๆ เพิ่มเติม จะเห็นได้ว่าแสดงเซลล์สีน้ำตาลได้ชัดเจนกว่าเซลล์สีน้ำเงินและในภาพมีสิ่งรบกวนค่อนข้างมาก ถัดไป แปลงภาพสเกลสีเทา ให้เป็นภาพขาวดำ แล้วเปรียบเทียบผลการสลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ ดังนี้



รูปที่ 3.4 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสเกลสีเทา แปลงเป็นภาพขาวดำ



รูปที่ 3.5 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพขาวดำ ที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแปลงภาพทั้งหมดเป็นภาพขาวดำโดยรวมพบว่า ภาพที่ทำการสลับพื้นหลังจากขาวเป็นดำ จะสังเกตเห็นเซลล์มะเร็งได้ชัดเจนกว่าพื้นหลังสีขาว นั่นคือรูปที่ 3.5 ให้ผลดีกว่า รูปที่ 3.4 ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ภาพเซลล์สีขาวและพื้นหลังสีดำเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป นอกจากนี้ยังสังเกตเห็นเพิ่มเติมได้อีกว่า ในแต่ละเซลล์จะยังมีจุดดำปอยอยู่ในเซลล์ ซึ่งเป็นสมบัติที่คณะผู้วิจัยได้ค้นพบเพิ่มเติม การสังเกตขนาดของจุด จำนวนของจุดดำในเซลล์แสดงถึงการติดสีย้อมไม่สม่ำเสมอของนิวเคลียส สมบัติที่ได้นี้อาจบ่งชี้ลักษณะชนิดของเซลล์มะเร็ง ระยะของเซลล์มะเร็ง และคุณภาพของตัวรับเอสโตรเจนที่มีอยู่ได้ ซึ่งอาจต้องทำการวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป แต่ทั้งนี้อยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้

เนื่องจากสิ่งรบกวนในภาพถ้าทำการหาจุดเซนทรอยด์โดยตรงจากภาพนี้ ก็จะทำให้ผลที่ผิดพลาดได้ ดังนั้น ขั้นตอนถัดไป เป็นการแปลงภาพสเกลสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพก่อนด้วย เพื่อให้ภาพสามารถจำแนกเซลล์ได้อย่างชัดเจนขึ้น ทำให้ผลลัพธ์การหาจุดเซนทรอยด์เซลล์ รวมถึงการนับจำนวนเซลล์ทั้งเซลล์สีน้ำเงินและน้ำตาลทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ในภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 1 ได้ทำการปรับภาพให้จำแนกได้ชัดเจนขึ้น ด้วยวิธีปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ แล้วจะได้ผลดังภาพต่อไป



รูปที่ 3.6 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 สังเกตเห็นเซลล์ชัดเจนกว่ารูปที่ 3.6 จึงเลือกใช้ภาพขาวดำที่มีพื้นหลังเป็นสีดำ นอกจากนี้สังเกตได้ว่าในรูปที่ 3.7 จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการแปลงภาพสเกลสีเทาเป็นภาพขาวดำของรูปที่ 3.5 ที่ยังไม่ได้ทำการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพอย่างชัดเจน



รูปที่ 3.7 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำที่ทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว



รูปที่ 3.8 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่ได้ทำการเติมสีให้เต็มตัวเซลล์

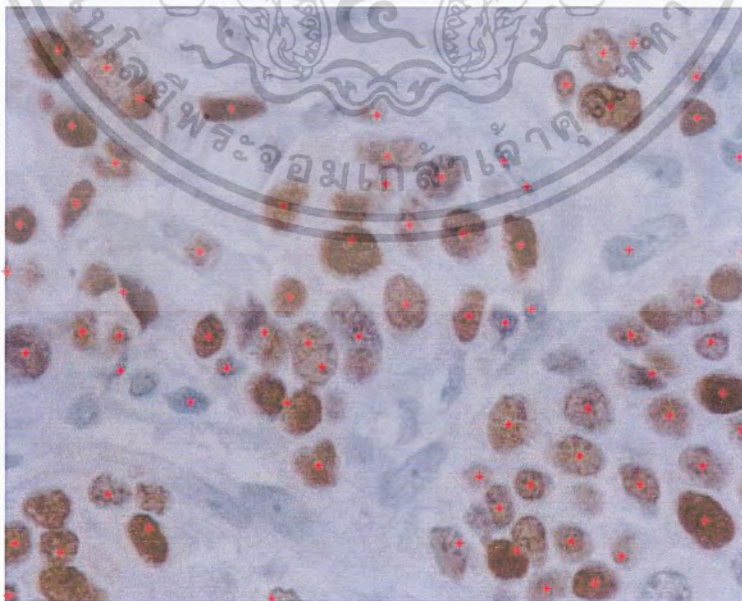
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3.7 พบว่ามีจุดสีดำตรงกลางเซลล์สีขาวอยู่นั้นคือมีสิ่งรบกวนอยู่ เพราะฉะนั้นจึงทำการเติมเต็มเซลล์ด้วยสีขาว โดยการใช้มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์ ได้ผลดังรูปที่ 3.8

ถัดไป เป็นการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ ดังจุดที่แสดงในรูปที่ 3.9 ในแต่ละเซลล์ หลังจากที่โปรแกรมแสดงจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพแล้ว ยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นบางส่วน คือ บางเซลล์มีจุดเซนทรอยด์มากกว่า 1 จุด จึงใช้การจกกลุ่มแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังแสดงผลในรูปที่ 3.10 ที่แสดงผลจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

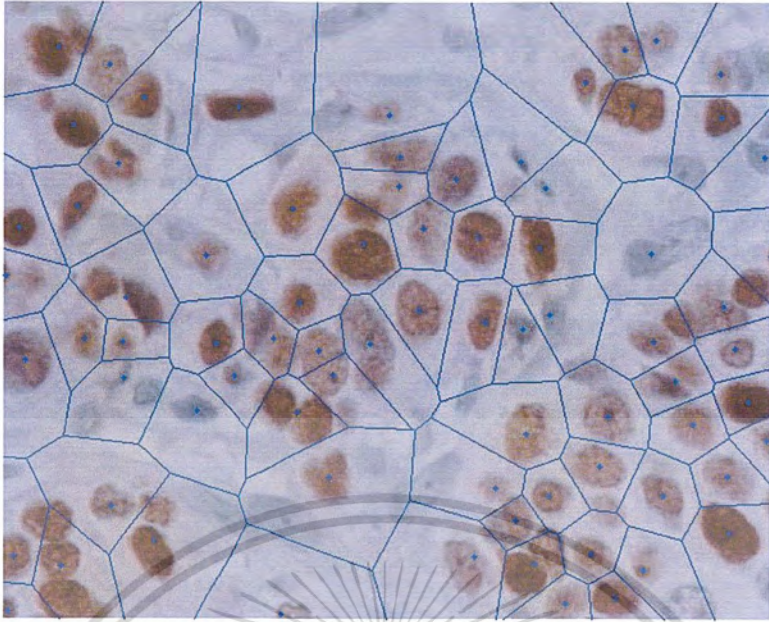


รูปที่ 3.9 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมีสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.10 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมีสีหลังการจกกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



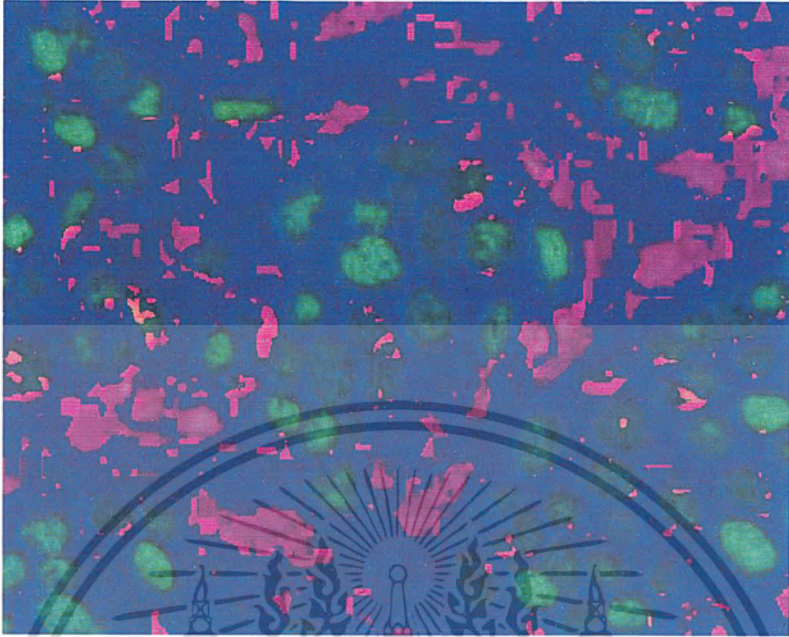
รูปที่ 3.11 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเรียงเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

จากผลการทดลองของภาพถ่ายเซลล์มะเรียงเต้านมย้อมสีแบบ ER/PR ภาพที่ 1 ของภาพสี RGB คณะผู้วิจัยสามารถ แสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงินได้ และนับผลเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงินรวมกัน ได้ทั้งหมด 77 เซลล์ ดังผลลัพธ์ในรูปที่ 3.2-3.11

ทั้งนี้ เนื่องจากจุดประสงค์หลักของปัญหาพิเศษนี้คือการนับจำนวนเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงิน ในหัวข้อถัดไปเป็นการแสดงผลการประมวลผลภาพสี HSV เพื่อหาเซลล์ทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลโดยเฉพาะ

การประมวลผลของภาพสี HSV

ขั้นตอนของการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Hue, Saturation, Value เพื่อหาเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาล

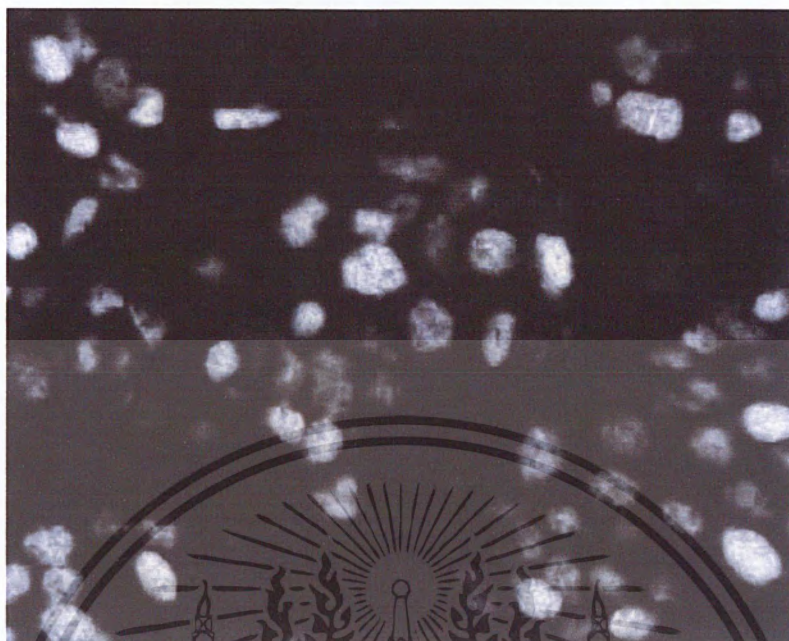


รูปที่ 3.12 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV



รูปที่ 3.13 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Hue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



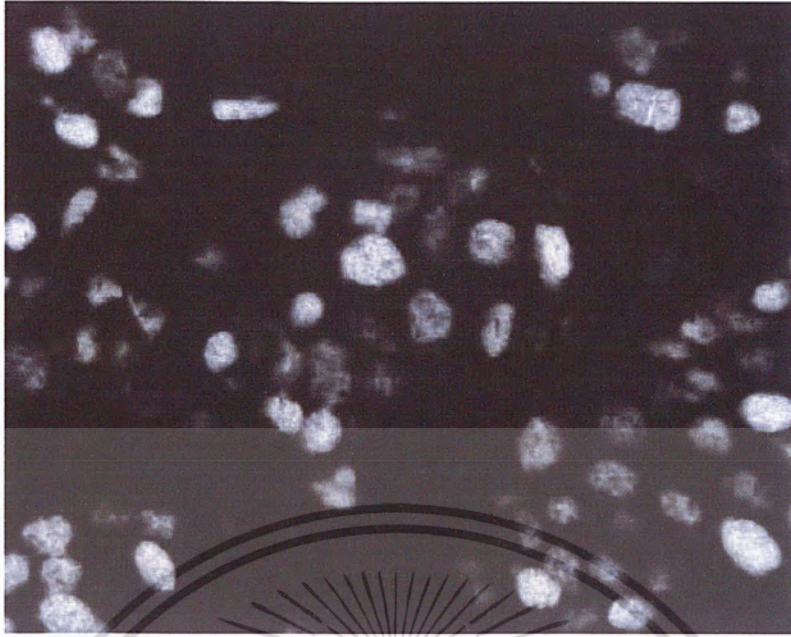
รูปที่ 3.14 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Saturation



รูปที่ 3.15 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Value

ในการแปลงภาพสเกลสีเทาของภาพสี HSV นั้น คณะผู้วิจัยจะพิจารณาเฉพาะภาพของ Saturation สำหรับแสดงผลจุดเซนทรอยด์เท่านั้น ดังแสดงผลต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมขององค์ประกอบ Saturation ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา

ในการแปลงภาพขาวดำของภาพสี HSV ผู้วิจัยไม่ทำการสลับพื้นหลังจากขาวเป็นดำ เนื่องจากภาพของ Saturation มีพื้นหลังเป็นสีดำอยู่แล้ว ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 3.17 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมขององค์ประกอบ Saturation แปลงเป็นภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสิ่งรบกวน ถ้าทำการหาจุดเซนทรอยด์โดยตรงจากภาพนี้ ก็จะทำให้ผลที่ผิดพลาดได้ ดังนั้น ขั้นตอนถัดไป เป็นการแปลงภาพสเกลสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพก่อนด้วย เพื่อให้ภาพสามารถจำแนกเซลล์ได้อย่างชัดเจนขึ้น ทำให้ผลลัพธ์การหาจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ รวมถึงการนับจำนวนเซลล์ทั้งเซลล์สีน้ำเงินและน้ำตาลทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ในภาพเซลล์มะเร็งเต้านมข้อที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 1 ได้ทำการปรับภาพให้จำแนกได้ชัดเจนขึ้น ด้วยวิธีปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ แล้วจะได้ผลดังภาพ



รูปที่ 3.18 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว

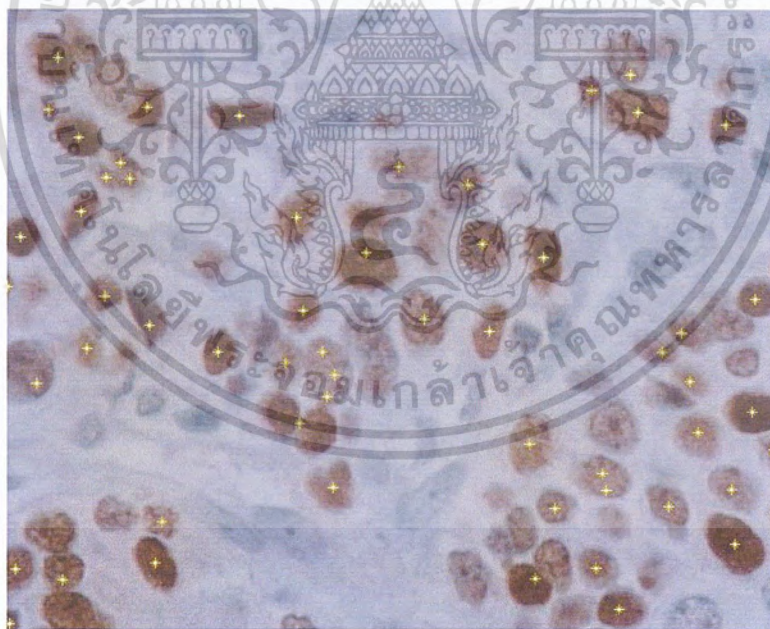
สังเกตได้ว่าในรูปที่ 3.18 จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการแปลงภาพสเกลสีเทาเป็นภาพขาวดำของรูปที่ 3.17 ที่ไม่ได้ทำการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพและสอดคล้องกับรูปที่ 3.8 แต่แสดงเฉพาะเซลล์สีน้ำตาล

ในรูปที่ 3.18 มีจุดสีดำตรงกลางเซลล์สีขาวอยู่นั้นคือมีสิ่งรบกวนอยู่ เพราะฉะนั้นจึงต้องการเติมเต็มเซลล์ด้วยสีขาว โดยการใช้ออร์โพโลยีเชิงคณิตศาสตร์ ได้ผลดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ภาพขาวดำของเซลล์มะเร็งที่ได้ทำการเติมสีให้เต็มตัวเซลล์

ในขั้นตอนถัดไป เป็นการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์สีน้ำตาลในภาพ



รูปที่ 3.20 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

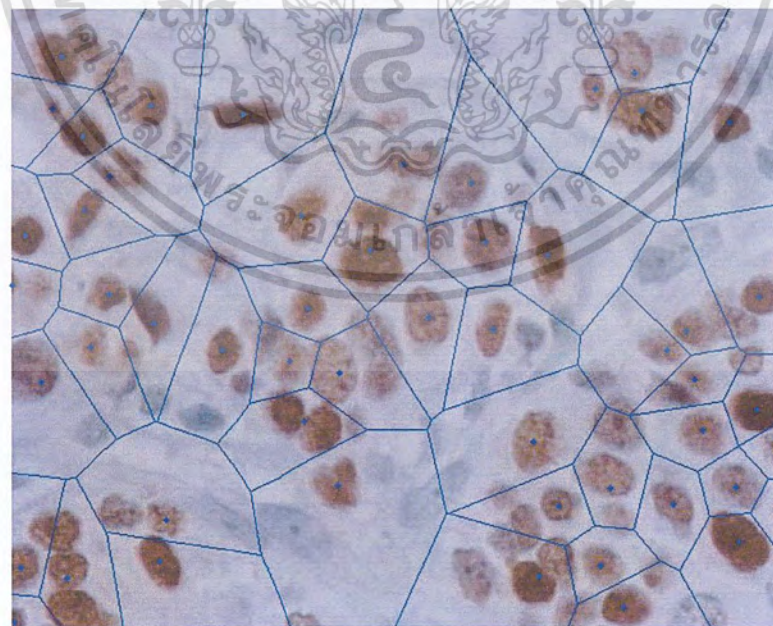
จากรูปที่ 3.20 เป็นการแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลเพียงชนิดเดียว ซึ่งแตกต่างจากรูปที่ 3.10 ที่แสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ทั้ง 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่โปรแกรมต้นแบบได้ทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์แล้ว คณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจัดกลุ่มวิเคราะห์ต่อแล้วในรูป 3.21, 3.22 เป็นผลจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และผลแผนภาพไวโรนอยด์ตามลำดับ ซึ่งสามารถนับเซลล์สีน้ำตาลได้ทั้งหมด 53 เซลล์



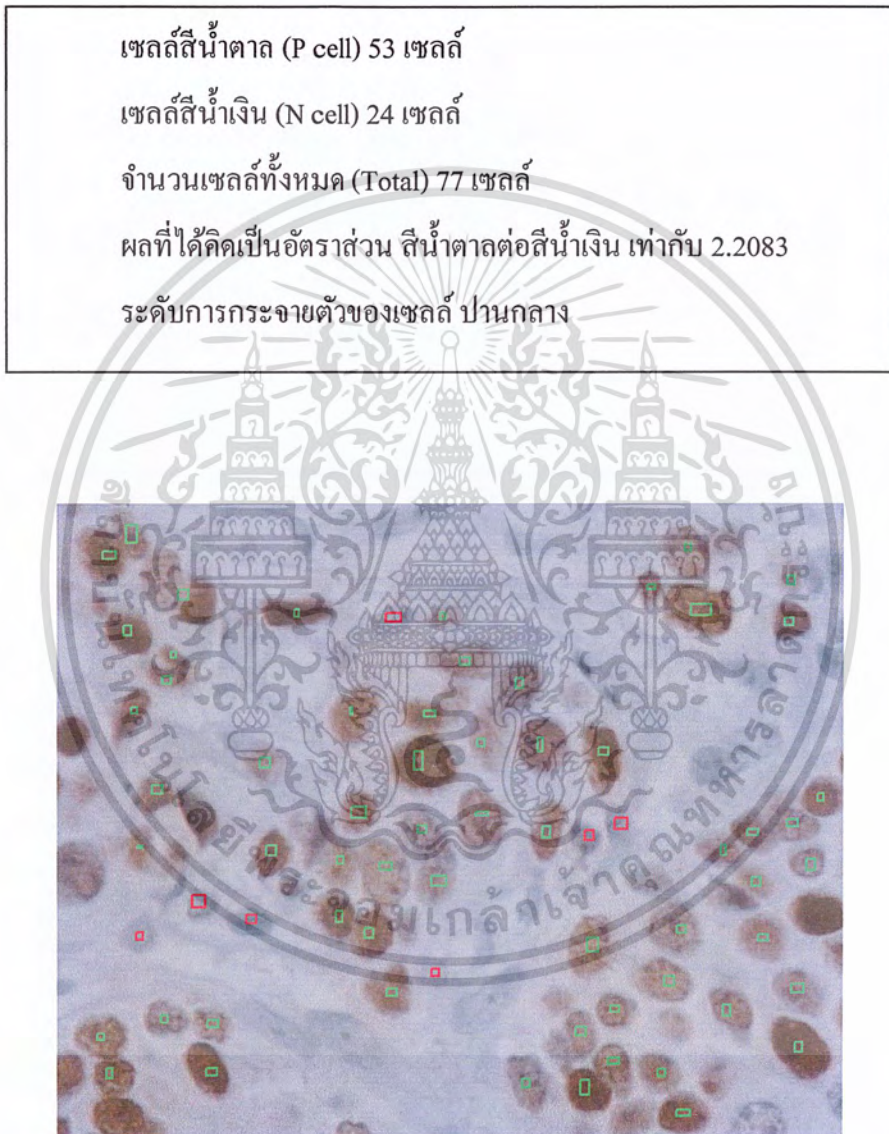
รูปที่ 3.21 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.22 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 ของการประมวลผลรูป RGB และจากรูปที่ 3.21 และรูปที่ 3.22 ของการประมวลผลรูป HSV สำหรับการเชื่อมสี่แบบ ER/PR โปรแกรมต้นแบบแสดงผลลัพธ์ของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็ง แผนภาพไวโรนอยด์ และสามารถนับจำนวนเซลล์มะเร็งได้ดังต่อไปนี้

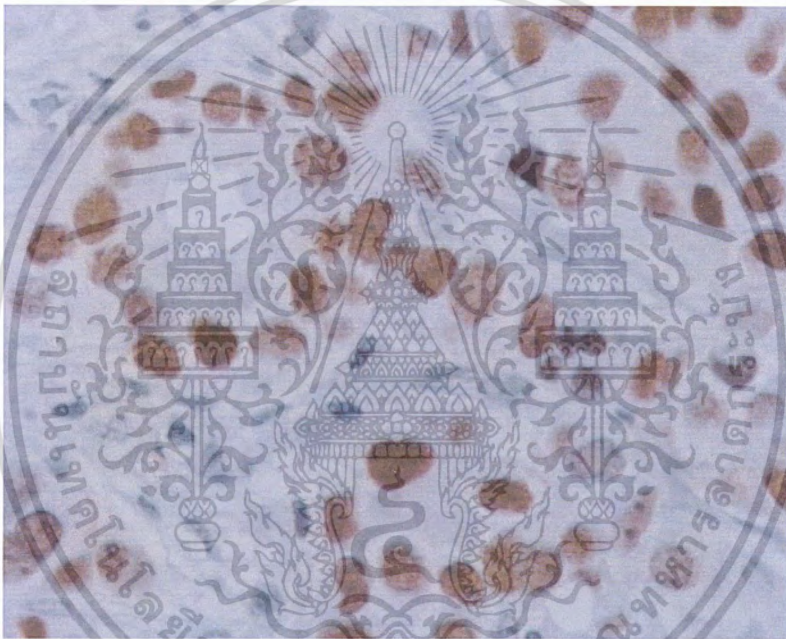


รูปที่ 3.23 ภาพจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ จากงานวิจัยเบื้องต้นที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ได้ดี เห็นได้ทั้งเซลล์สีน้ำตาล และสีน้ำเงิน รวมถึงสามารถแก้ปัญหาเซลล์ตรงริมขอบภาพที่มีลักษณะไม่เต็ม ได้ดีกว่างานวิจัยอื่นในรูปที่ 3.23 ที่ไม่สามารถตรวจนับตรงริมภาพ ผลการทดลองจากงานวิจัยนี้ยังสามารถเก็บผลได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งแตกต่างกับการวิเคราะห์ด้วยบุคคลที่จะให้ผลลัพธ์เชิงคุณภาพเท่านั้นและอาจมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากบุคคลขึ้นได้

ผลการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 2

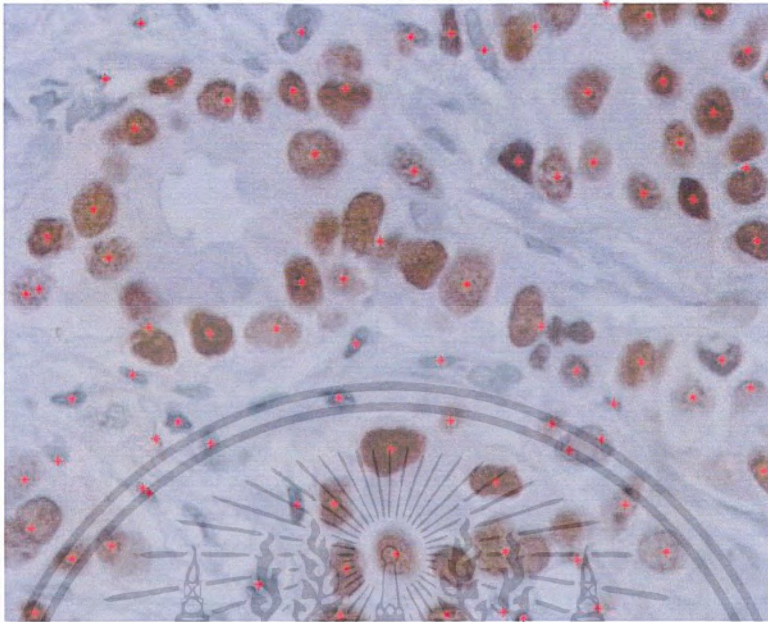


รูปที่ 3.24 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB

ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 2 มีขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับกับภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 1 ได้ให้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

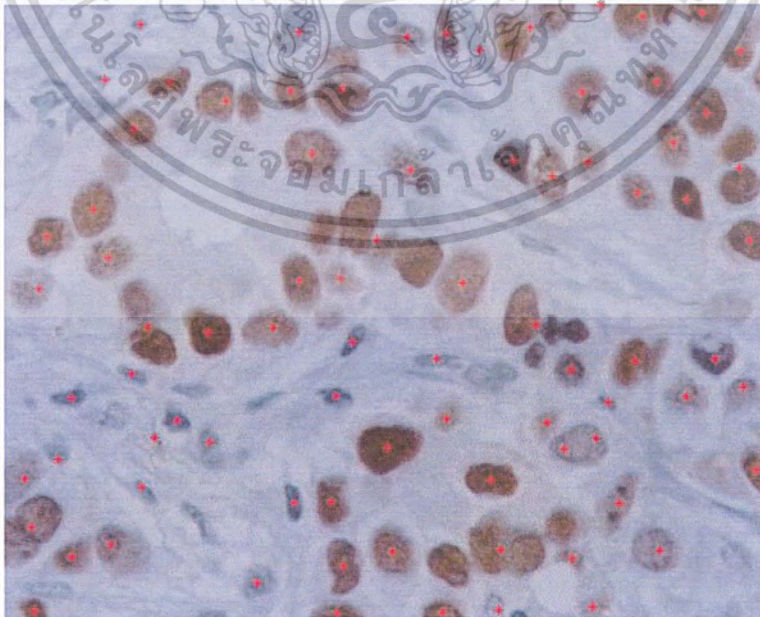
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลของภาพสี RGB



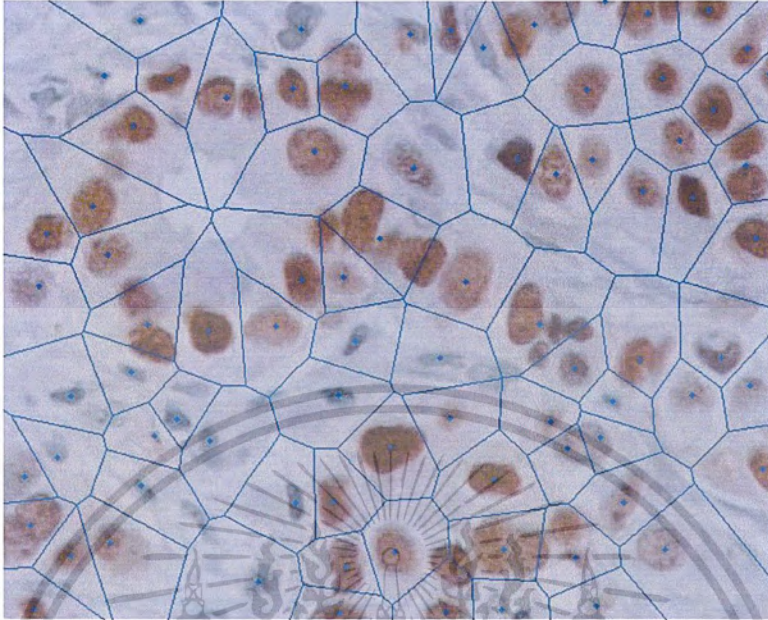
รูปที่ 3.25 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเรียงเต้านมข้อมีสี่ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

ภาพเซลล์มะเรียงเต้านมข้อมีสี่ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 2 ได้ถูกทำการปรับภาพให้
 จำแนกได้ชัดเจนขึ้น ด้วยวิธีปรับค่าความเปรียบต่างได้ผลดังรูปที่ 3.25 แล้วโปรแกรมทำการ
 ประมวลผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ในภาพและใช้วิธีการจัดกลุ่มวิเคราะห์ต่อ ดังแสดงผลต่อไปนี้



รูปที่ 3.26 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเรียงเต้านมข้อมีสี่ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

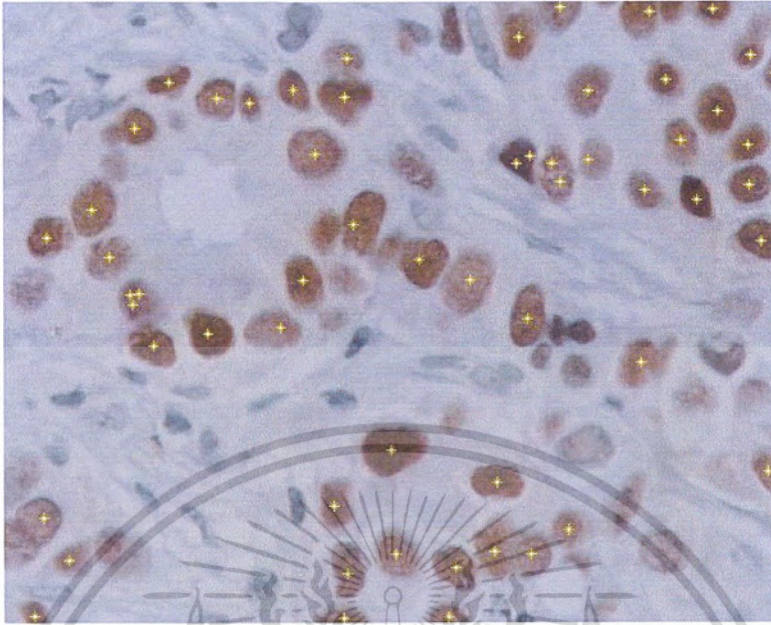


รูปที่ 3.27 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

จากรูปที่ 3.26 และ 3.27 แสดงผลลัพธ์ของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งและแผนภาพไวโรนอยด์ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดีกว่า รูปที่ 3.25 เพราะสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่บางเซลล์มีจุดเซนทรอยด์มากกว่า 1 จุดได้ สามารถนับจำนวนเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงินรวมกันได้ทั้งหมด 83 เซลล์

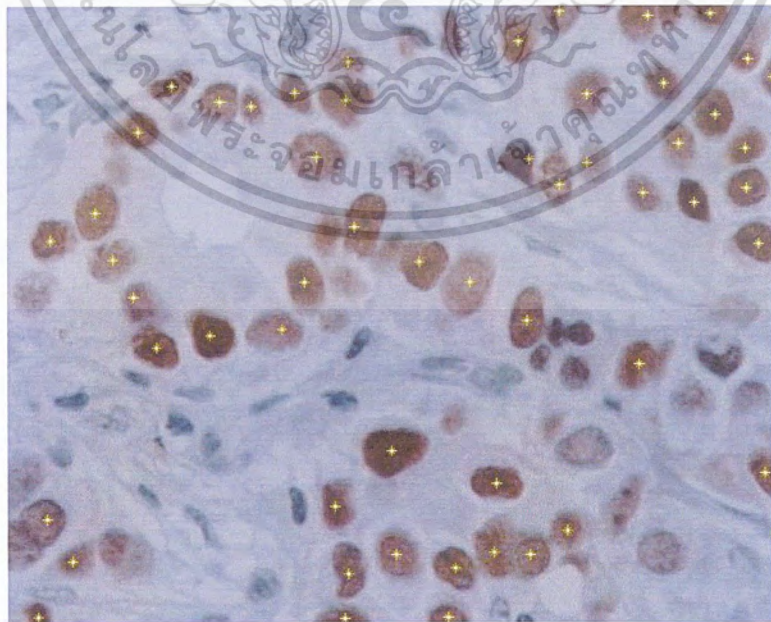
การประมวลผลของภาพสี HSV

ในภาพเซลล์มะเร็งเต้านมข้อที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 2 ได้ทำการปรับภาพให้จำแนกได้ชัดเจนขึ้น ด้วยวิธีปรับค่าความเปรียบต่างของภาพ ได้ผลดังภาพ



รูปที่ 3.28 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เมื่อใช้วิธีการจัดกลุ่มวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาก็ได้ผลจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ที่น้ำตาลในภาพ และได้ผลแผนภาพไวโรนอยด์ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.29 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 ภาพแสดงผลจุกเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

จากรูปที่ 3.26, 3.27, 3.29 และ 3.30 แสดงผลลัพธ์ของจุกเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์ ซึ่งโปรแกรมค้นแบบสามารถนับจำนวนเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีและแสดงผลลัพธ์ ได้ดังต่อไปนี้

เซลล์สีน้ำตาล (P cell) 54 เซลล์

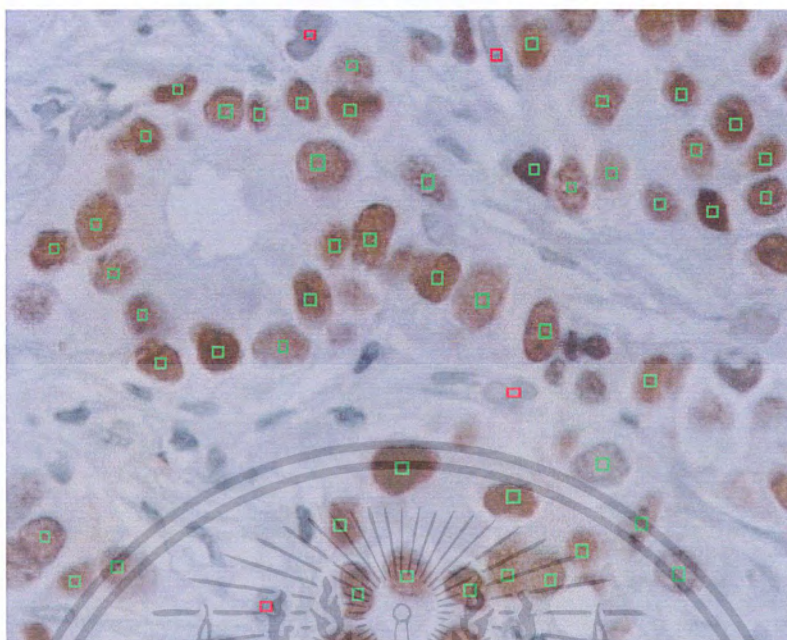
เซลล์สีน้ำเงิน (N cell) 29 เซลล์

จำนวนเซลล์ทั้งหมด (Total) 83 เซลล์

ผลที่ได้คิดเป็นอัตราส่วน สีน้ำตาลต่อสีน้ำเงิน เท่ากับ 1.862069

ระดับการกระจายตัวของเซลล์ ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 ภาพจุดเซนทรอยด์ของเซลล์จากงานวิจัยเบื้องต้นที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

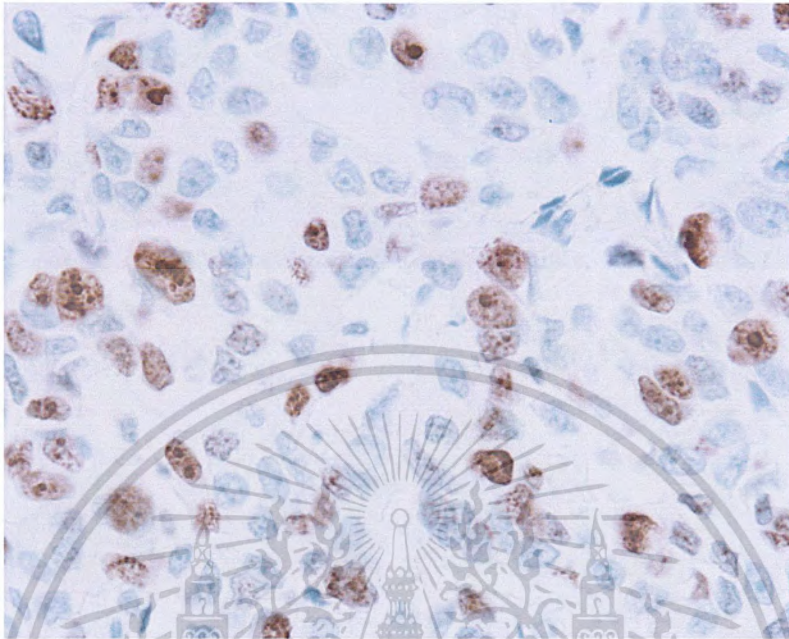
จากผลการทดลองพบว่า โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ได้ดี เห็นได้ทั้งเซลล์สีน้ำเงิน และสีน้ำตาล รวมถึงสามารถแก้ปัญหาเซลล์ตรึงขอบภาพที่มีลักษณะไม่เต็ม ได้ดีกว่างานวิจัยอื่นในรูปที่ 3.31 ที่ไม่สามารถตรวจนับตรึงภาพ

3.3.2 ชนิดการย้อมสีแบบ KI-67

นอกจากการย้อมสีแบบ ER/PR แล้วในหัวข้อนี้ แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์เซลล์ที่ผ่านการย้อมสีแบบ KI-67 ที่จะมีระเบียบวิธีที่แตกต่างกับ ER/PR ดังนี้

รูปภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์เป็นภาพสี 2 มิติ เป็นประเภทภาพ JPEG ขนาด 640×512 พิกเซล

ผลการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 3



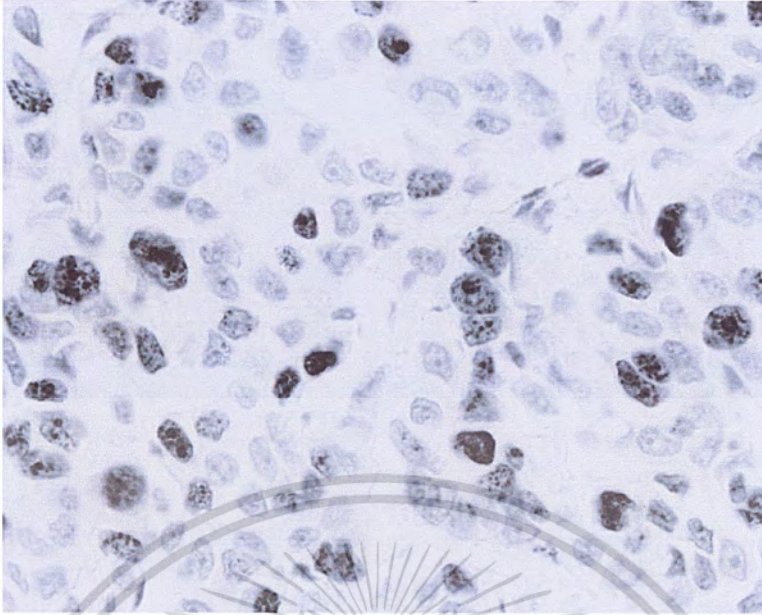
รูปที่ 3.32 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB

ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ชนิดการย้อมสีแบบ KI-67 ลักษณะของเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงินมีความคมชัดสม่ำเสมอทั่วทั้งเม็ดเซลล์ มากกว่าวิธีการย้อมสีแบบ ER/PR ที่มีสิ่งรบกวนอยู่มากกว่า

การประมวลผลของภาพสี RGB

ในขั้นตอนแรก เป็นการแปลงภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB ให้เป็นภาพสเกลสีเทา

รูปที่ 3.33 เป็นภาพเซลล์มะเร็งเต้านมของภาพสี RGB ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา แล้วซึ่งเห็นได้ว่าเซลล์สีน้ำตาลแสดงได้ดีกว่าเซลล์สีน้ำเงิน



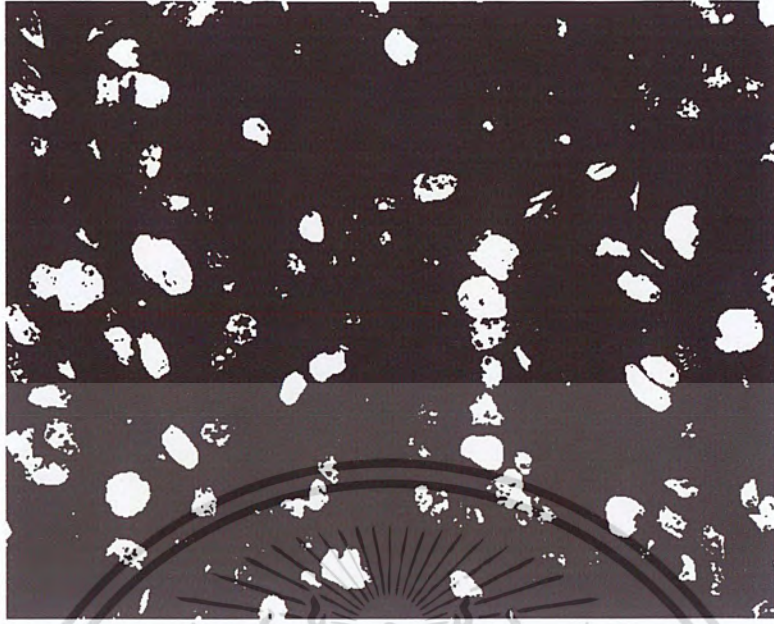
รูปที่ 3.33 ภาพเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านบนของภาพสี RGB ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา

ขั้นตอนถัดไป แปลงภาพสเกลสีเทา ให้เป็นภาพขาวดำ แล้วเปรียบเทียบผลการสลับสีพื้น
หลังจากขาวเป็นดำ ดังนี้



รูปที่ 3.34 ภาพเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านบนที่เป็นภาพสี RGB แปลงเป็นภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

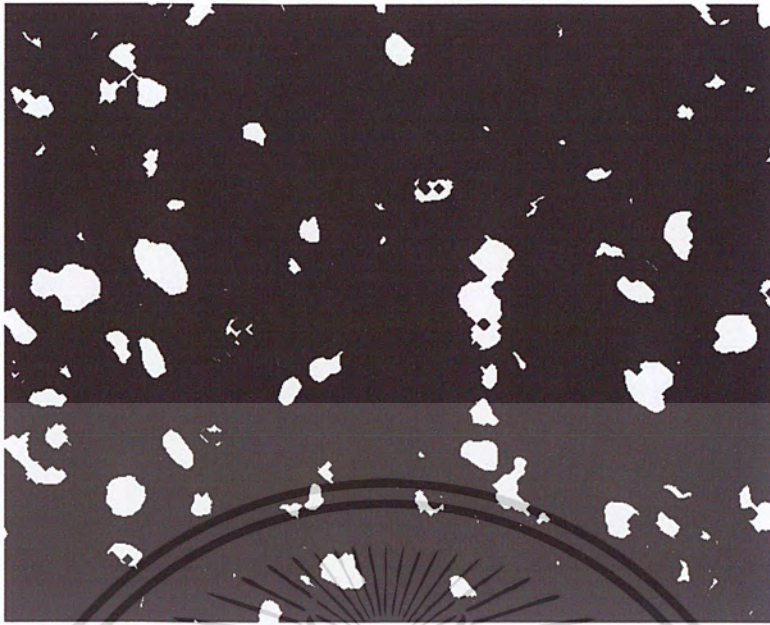


รูปที่ 3.35 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสี RGB ที่สลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ

จากการแปลงภาพทั้งหมดเป็นภาพขาวดำโดยรวมพบว่า ภาพที่ทำการสลับสีพื้นหลังจากขาวเป็นดำ จะสังเกตเห็นเซลล์มะเร็งได้ชัดเจนกว่าพื้นหลังสีขาวเช่นเดียวกันกับการข้อมสีแบบ ER/PR ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ภาพเซลล์สีขาวและพื้นหลังสีดำเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

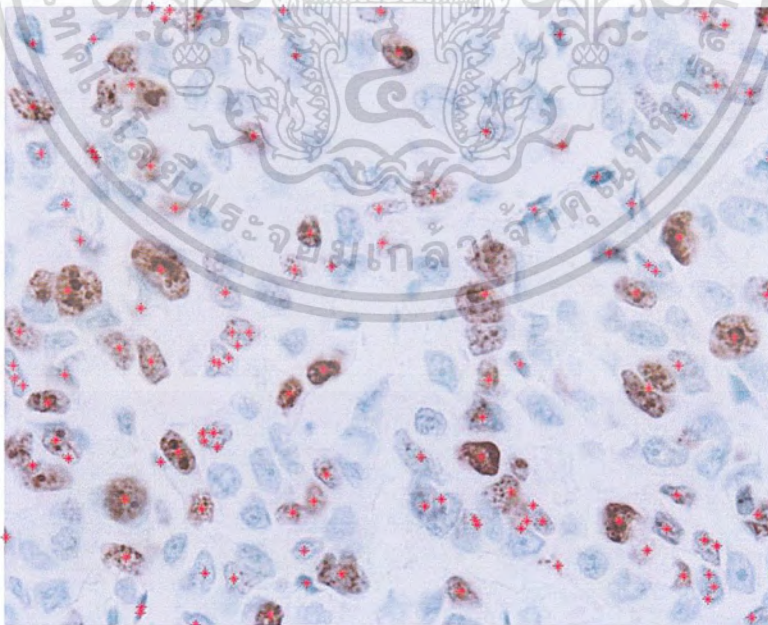
ถ้าทำการหาจุดเซนทรอยด์โดยตรงจากภาพนี้ ก็จะทำให้ผลที่ผิดพลาดได้ ดังนั้น ขั้นตอนถัดไป เป็นการแปลงภาพสเกลสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพก่อนด้วย เพื่อให้ภาพสามารถจำแนกเซลล์ได้อย่างชัดเจนขึ้น ทำให้ผลลัพธ์การหาจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ การนับจำนวนเซลล์ทั้งเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงิน รวมถึงการหาผลลัพธ์การกระจายทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สังเกตได้ว่าในรูปที่ 3.36 จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการแปลงภาพสเกลสีเทาเป็นภาพขาวดำของรูปที่ 3.35 ที่ไม่ได้ทำการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพ ซึ่งการข้อมสีแบบ KI-67 จะแสดงผลของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำเงินได้มากกว่าวิธีการข้อมสีแบบ ER/PR



รูปที่ 3.36 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว

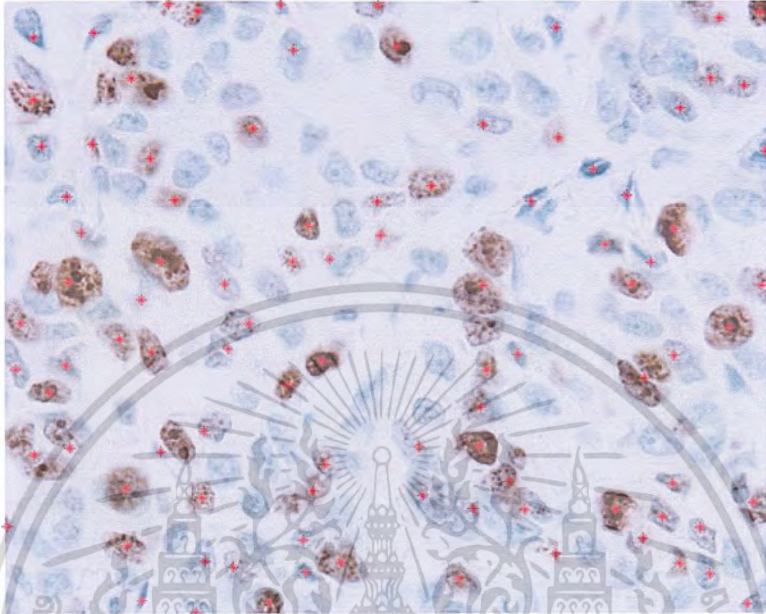
ในขั้นตอนถัดไป เป็นการประมวลผลเพื่อแสดงจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงินในภาพ



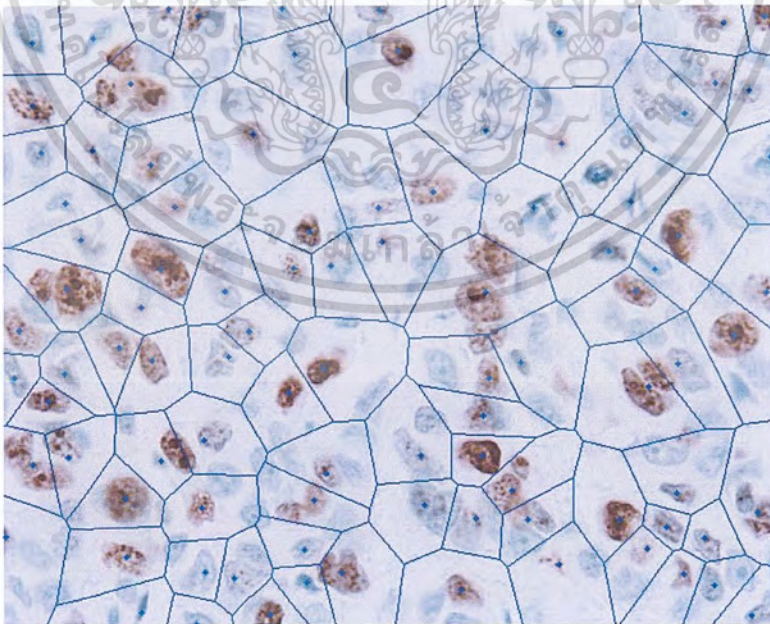
รูปที่ 3.37 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเรื้องด้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพยังคงมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นอยู่ คือ เซลล์หนึ่งเซลล์ยังคงมีจุดเซนทรออยด์มากกว่า 1 จุด คณะผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม เพื่อนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ผลจุดเซนทรออยด์ของแต่ละเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงินในภาพใหม่ และผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ดังนี้



รูปที่ 3.38 ภาพแสดงผลจุดเซนทรออยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.39 ภาพแสดงผลจุดเซนทรออยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองการวิเคราะห์ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเต้านมข้อมูลแบบ KI-67 ภาพที่ 3 ของภาพสี RGB คณะผู้วิจัยสามารถนับเซลล์สีน้ำตาลและสีน้ำเงินรวมกันได้ทั้งหมด 96 เซลล์ ดังผลลัพธ์ในรูปที่ 3.32-3.39 และเพื่อนับจำนวนเซลล์สีน้ำตาล ถัดไปเป็นผลการทดลองของภาพสี HSV

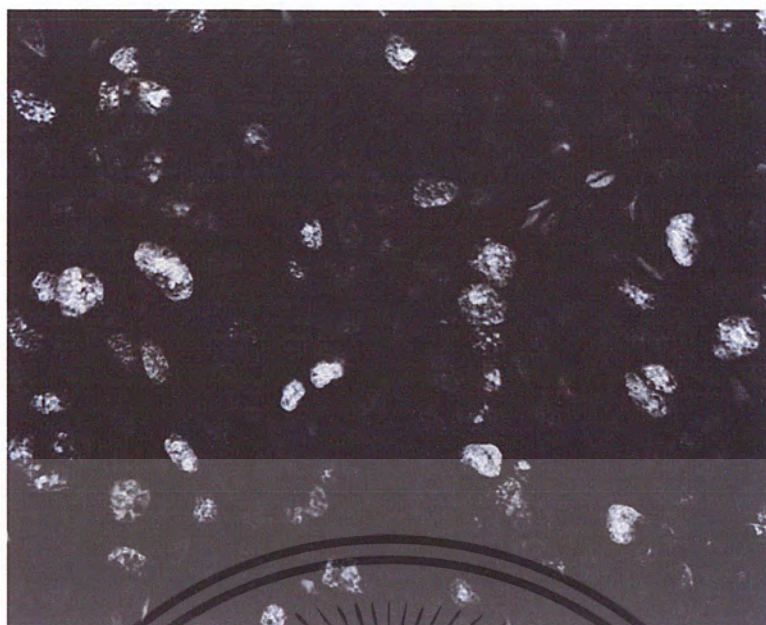
การประมวลผลของภาพสี HSV

ในส่วนนี้เป็นขั้นตอนของการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Hue, Saturation, Value เพื่อหาเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาล



รูปที่ 3.40 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่แปลงเป็นภาพสี HSV แล้วแยกออกเป็นองค์ประกอบ Saturation

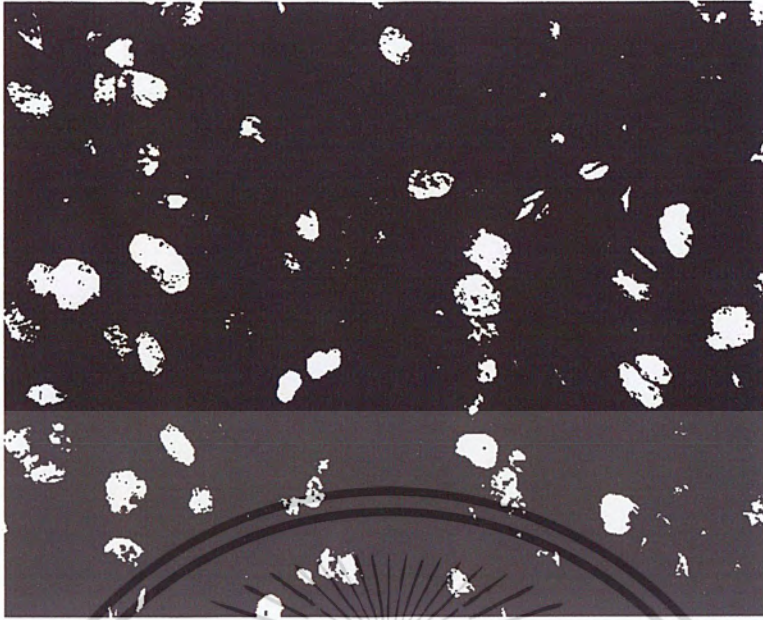
ในการแปลงภาพสเกลสีเทาของภาพสี HSV นั้น คณะผู้วิจัยจะพิจารณาเฉพาะภาพของ Saturation เท่านั้น ดังแสดงผลต่อไปนี้



รูปที่ 3.42 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมขององค์ประกอบ Saturation ที่แปลงเป็นภาพสเกลสีเทา

ผู้วิจัยจะพิจารณาเฉพาะภาพของ Saturation เท่านั้นเนื่องจากให้ผลชัดเจนที่สุด เช่นเดียวกับ การย้อมสีแบบ ER/PR และไม่ทำการสลับพื้นหลังจากขาวเป็นดำ ดังผลต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมที่เป็นภาพสี RGB แปลงเป็นภาพขาวดำ

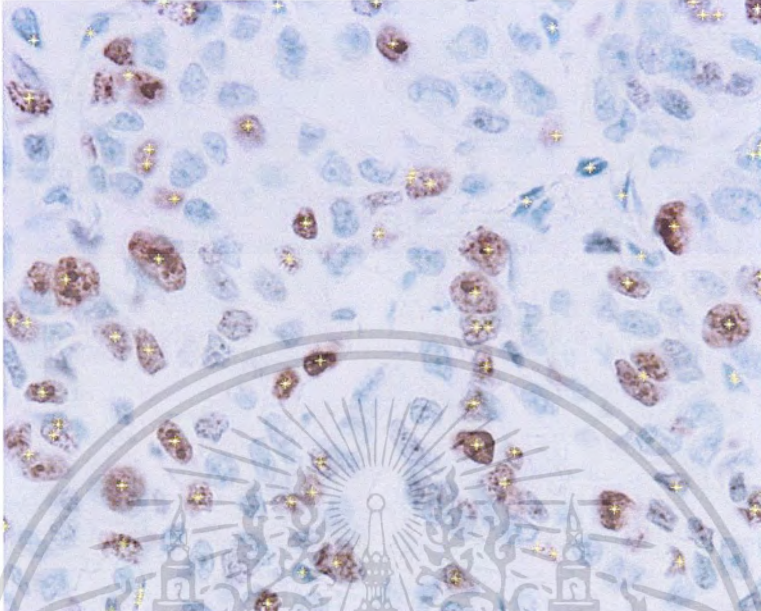
ถ้าทำการหาจุดเซนทรอยด์โดยตรงจากภาพนี้ ก็จะทำให้ผลที่ผิดพลาดได้เนื่องจากสิ่งรบกวน ดังนั้น ขั้นตอนถัดไป เป็นการแปลงภาพสเกลสีเทาให้เป็นภาพขาวดำ โดยการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพก่อนด้วย เพื่อให้ภาพสามารถจำแนกเซลล์ได้อย่างชัดเจนขึ้น ทำให้ผลลัพธ์การหาจุดเซนทรอยด์เซลล์ รวมถึงการนับจำนวนเซลล์ทั้งเซลล์สีน้ำตาลและน้ำเงินทำได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น



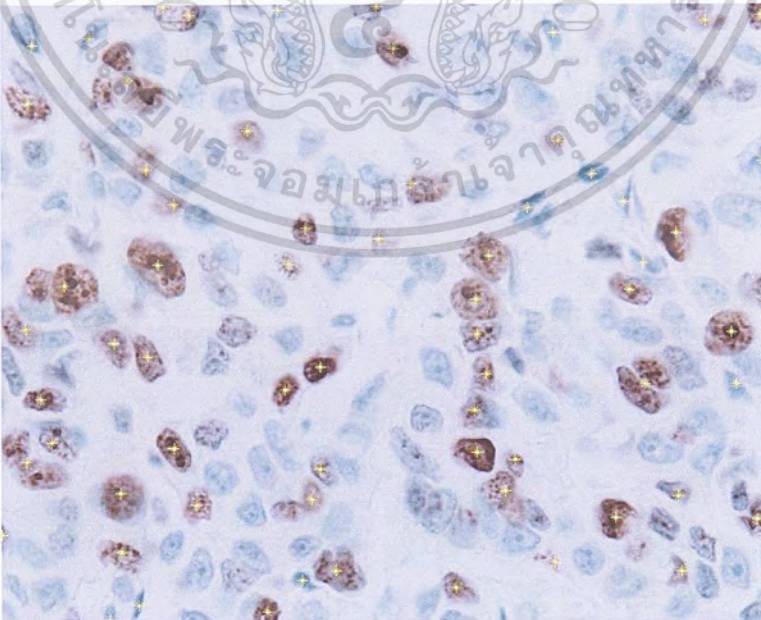
รูปที่ 3.44 ภาพเซลล์มะเร็งที่แปลงเป็นภาพขาวดำแล้วทำการกำจัดสิ่งรบกวนแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3.43 เมื่อเติมเต็มเซลล์ด้วยสีขาว โดยใช้มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์ ได้ผลดังรูปที่ 3.44 ในขั้นตอนถัดไป เป็นการแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์สีน้ำตาลในภาพ

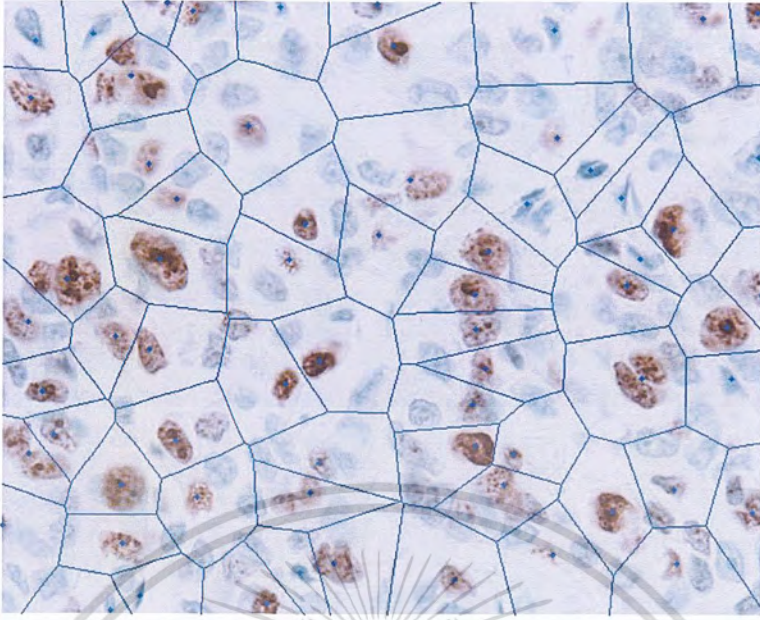


รูปที่ 3.45 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ ขณะผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการจัดกลุ่มตัด แล้วแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และการประมวลผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ดังนี้



รูปที่ 3.46 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.47 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

จากรูปที่ 3.38 และรูปที่ 3.39 ของรูป RGB และจากรูปที่ 3.46 และรูปที่ 3.47 ของ รูป HSV สำหรับการย้อมสีแบบ KI-67 โปรแกรมค้นแบบแสดงผลพีธของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์ นับจำนวนเซลล์มะเร็งและบอกระดับการกระจายได้ดังต่อไปนี้

เซลล์สีน้ำตาล (P cell) 67 เซลล์

เซลล์สีน้ำเงิน (N cell) 29 เซลล์

จำนวนเซลล์ทั้งหมด (Total) 96 เซลล์

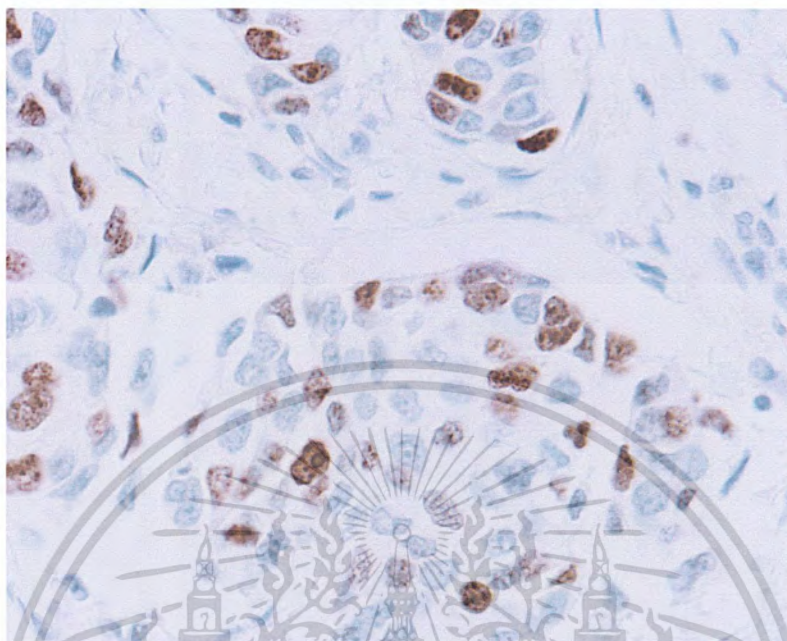
ผลที่ได้คิดเป็นอัตราส่วน สีน้ำตาลต่อสีน้ำเงิน เท่ากับ 2.310345

ระดับการกระจายตัวของเซลล์ ปานกลาง

จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ได้ดี เห็นได้ทั้งเซลล์สีน้ำตาล และสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 4



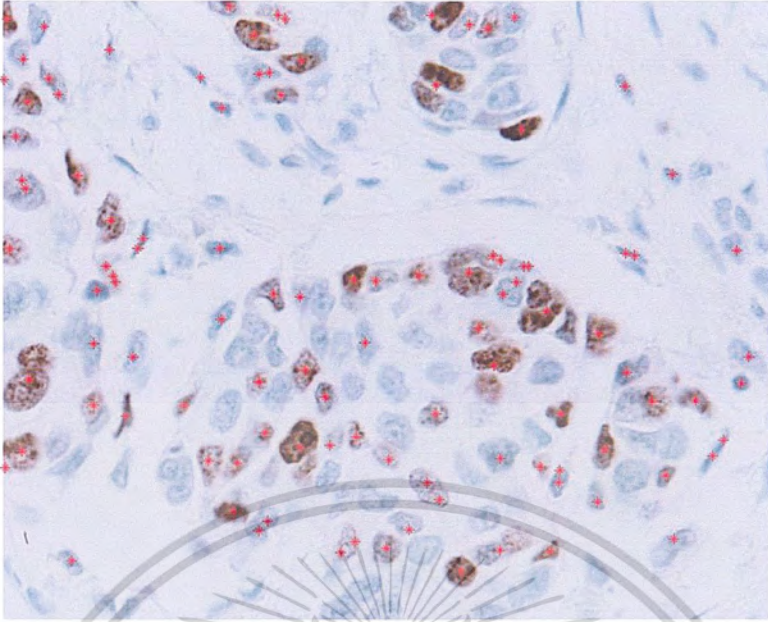
รูปที่ 3.48 ภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ของภาพสี RGB

จากภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 4 เป็นชนิดการย้อมสีแบบ KI-67 มีขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์และการประมวลผลภาพ ที่เหมือนกันกับภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 3 โดยการทดลองหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และการประมวลผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ ให้ผลดังต่อไปนี้

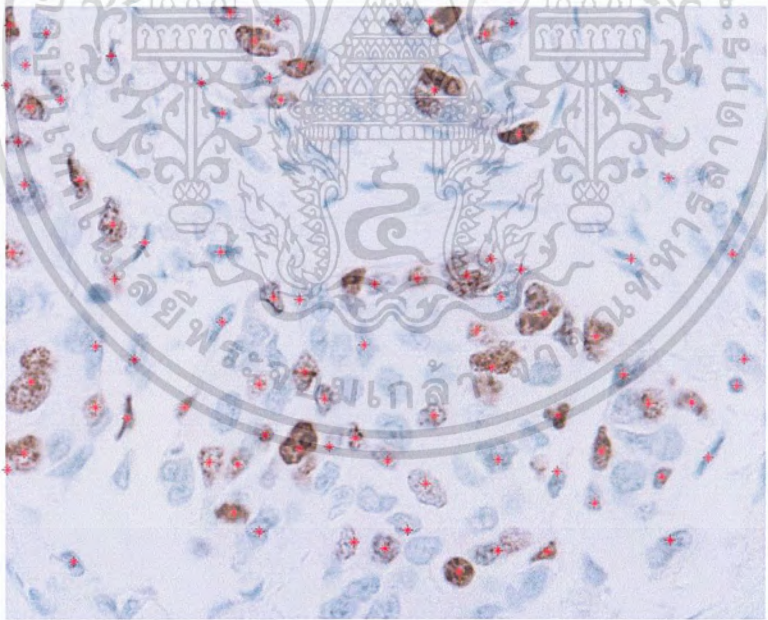
การประมวลผลของภาพสี RGB

ในภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 4 ได้ทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ แล้วจะได้ผลดังภาพ 3.49

หลังจากที่โปรแกรมต้นแบบทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์กลุ่ม แล้วได้ผลเป็นการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และการประมวลผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ดังรูปที่ 3.40



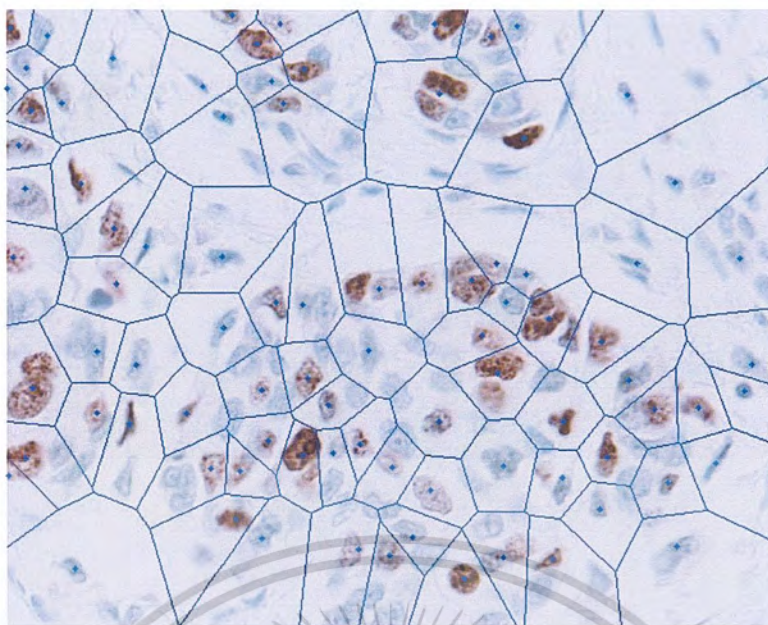
รูปที่ 3.49 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 3.50 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

จากรูปที่ 3.50 และ 3.51 แสดงผลลัพธ์ของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งและแผนภาพ ไวโรนอยด์

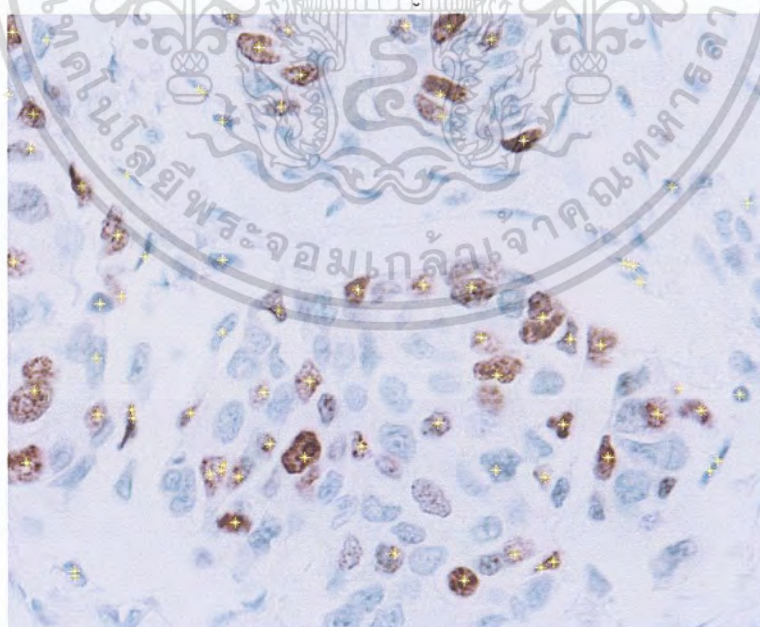
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

การประมวลผลของภาพสี HSV

ในภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ภาพที่ 4 ได้ทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ แล้วจะได้ผลดังภาพ



รูปที่ 3.52 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่โปรแกรมต้นแบบทำการประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และการประมวลผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ จึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่ม แล้วประมวลผลหาจุดเซนทรอยด์ของแต่ละเซลล์ในภาพ และการประมวลผลแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ดังนี้



รูปที่ 3.53 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ใหม่ของเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

รูปที่ 3.54 ภาพแสดงผลจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็งเต้านมและแผนภาพไวโรนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.50 และรูปที่ 3.51 ของรูป RGB และจากรูปที่ 3.53 และรูปที่ 3.54 ของ HSV โปรแกรมต้นแบบแสดงผลพัทธ์ของจุดเซนทรอยด์ของเซลล์มะเร็ง แผนภาพไวโรนอยด์ และสามารถนับจำนวนเซลล์มะเร็งได้ดังต่อไปนี้

เซลล์สีน้ำตาล (P cell) 66 เซลล์
 เซลล์สีน้ำเงิน (N cell) 22 เซลล์
 จำนวนเซลล์ทั้งหมด (Total) 88 เซลล์
 ผลที่ได้คิดเป็นอัตราส่วน สีน้ำตาลต่อสีน้ำเงิน เท่ากับ 3
 ระดับการกระจายตัวของเซลล์ มาก

จากผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถแสดงจุดเซนทรอยด์ของเซลล์
 ได้ดี เห็นได้ทั้งเซลล์สีน้ำตาล และสีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนและรูปแบบการใช้งานของโปรแกรมต้นแบบ ที่ทางคณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอย่างละเอียด รวมถึงการวิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลองจากการใช้งานของโปรแกรมต้นแบบของรูปมะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ทั้งชนิด ER/PR และ KI-67

4.1 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

โปรแกรมต้นแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานในการวิเคราะห์รูปภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ และนำผลลัพธ์ไปทำการวิเคราะห์เซลล์ที่มีตัวรับฮอร์โมนเอสโตรเจนว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำนายว่าวิธีการรักษาด้วยฮอร์โมนบำบัด ผู้วิจัยได้ออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยผู้ใช้งานให้สามารถทำวิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งได้รวดเร็ว ต้นทุนของการวิเคราะห์ภาพต่ำ ผลของการวิเคราะห์ขึ้นกับบุคคลน้อยลง ไม่เกิดความผิดพลาดเนื่องจากบุคคล สามารถเก็บผลการวิเคราะห์ได้ในฐานข้อมูล และสามารถแสดงสรุปรายงานผลการวิเคราะห์ที่สามารถใช้งานได้ง่ายและได้มาตรฐาน

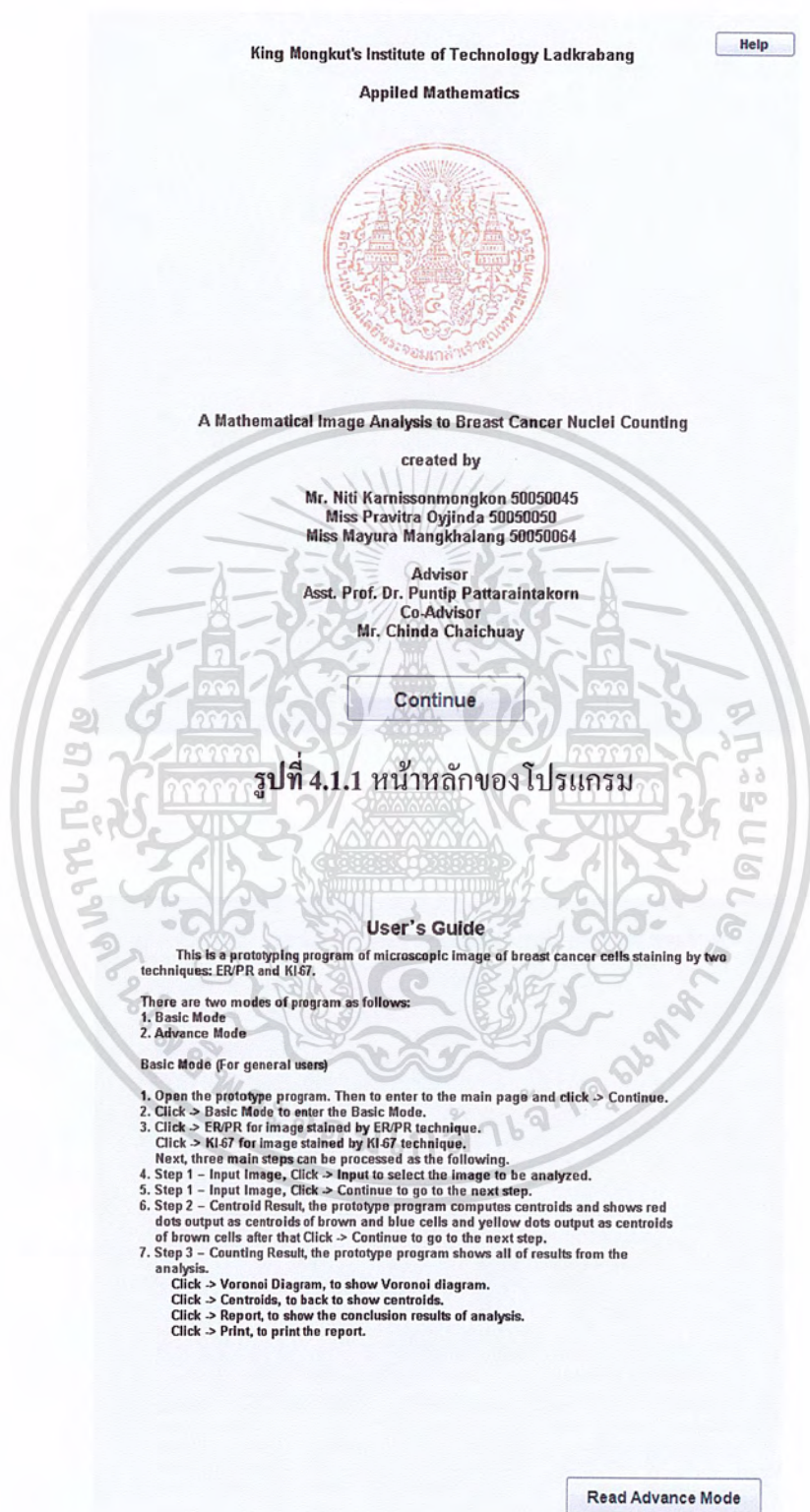
โปรแกรมต้นแบบนี้ ใช้ข้อมูลเข้าเป็นรูปภาพเซลล์มะเร็งเต้านมย้อมสีที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์ เพื่อทำการวิเคราะห์เป็นชนิดภาพ JPEG สามารถรองรับภาพที่เกิดจากวิธีการย้อมสี ได้ 2 ชนิด คือ การย้อมสีแบบ ER/PR และ KI-67 ผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนต่อประสานกราฟฟิคกับผู้ใช้ (Graphic User Interface - GUI) เพื่อให้สามารถเป็นเครื่องมือช่วยผู้ใช้งานให้สามารถทำวิเคราะห์ภาพของเซลล์มะเร็งได้สะดวก รวดเร็วและเห็นผลลัพธ์รวมถึงรายงานได้ทันที

รูปที่ 4.1.1 เป็นการแสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ผู้ใช้งานสามารถเริ่มใช้งาน โปรแกรมต้นแบบได้ โดยกดปุ่มเลือกชนิดการทำงานด้านล่างของหน้าจอหลัก

โดยจะมีปุ่มกดเป็นการเลือกทำงานให้ 2 แบบด้วยกัน คือ

- Basic Mode สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป
- Advanced Mode ที่ผู้วิจัยได้คิดค้นเพิ่มขึ้น โดยสามารถทำการปรับแต่ง และเพิ่มเติมการประมวลผลบางส่วนได้

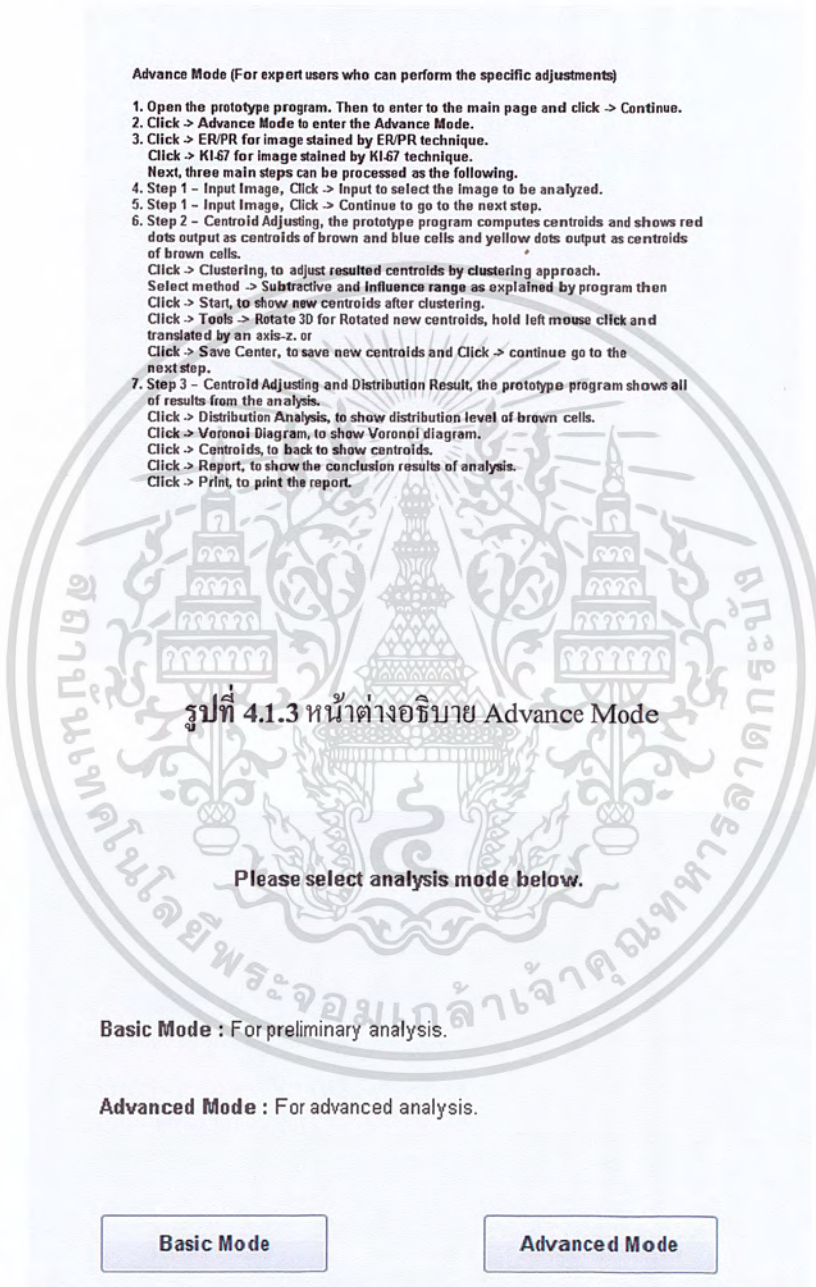
4.1.1 Basic Mode



รูปที่ 4.1.2 หน้าต่างอธิบาย Basic Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1.2 เมื่อกดที่ปุ่ม Help จากรูปที่ 4.1.1 หน้าต่างนี้จะอธิบายการทำงานของโปรแกรมโดยละเอียดทั้งหมดเพื่อความเข้าใจในการใช้งาน Basic Mode ให้กับผู้ใช้ และยังมีปุ่มให้เลือกเพื่ออ่านคำอธิบายการใช้งาน Advance Mode อีกด้วยจะแสดงในรูปที่ 4.1.3



รูปที่ 4.1.4 หน้าต่างที่ 1 เมื่อเข้าสู่โปรแกรมประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1.4 ผู้ใช้จะสามารถเลือกที่ปุ่ม Basic Mode หรือ Advance Mode เพื่อทำการประมวลผลใน Mode นั้นๆ



รูปที่ 4.1.5 หน้าต่างที่ 2 เพื่อเลือกชนิดการย้อมสี

จากรูปที่ 4.1.5 เพื่อให้ผู้ใช้เลือกชนิดของการย้อมสีของภาพเซลล์มะเร็งในด้านมโนชนิดการย้อมสีนั้นๆ โดยมีการย้อมสีให้เลือกวิเคราะห์อยู่ 2 ประเภท คือ การย้อมสีชนิด ER/PR และ การย้อมสีชนิด KI-67

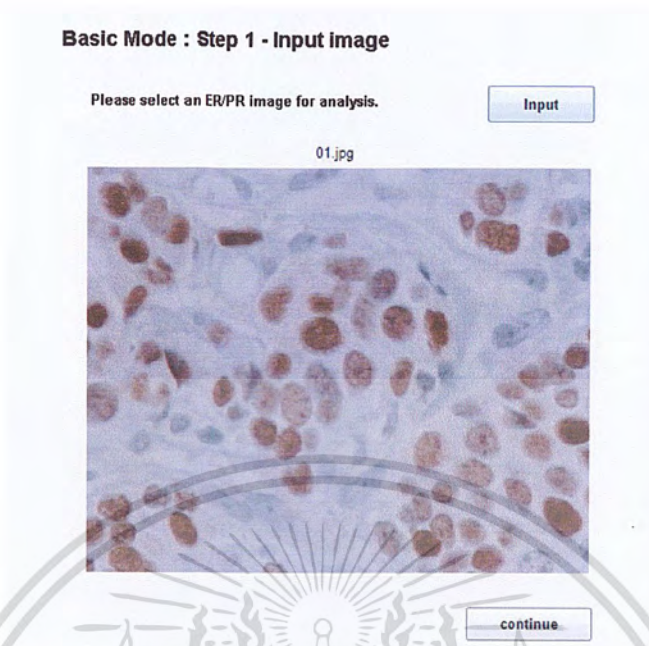
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลภาพที่ย้อมสีด้วยเทคนิค ER/PR



รูปที่ 4.1.6 หน้าต่างเลือกภาพชนิดการย้อมสีแบบ ER/PR

จากรูปที่ 4.1.6 เป็นการให้ผู้ใช้เลือกภาพที่ต้องการจะนำไปประมวลผล โดยเลือกที่ปุ่ม input แล้วทำการกดที่ปุ่ม continue



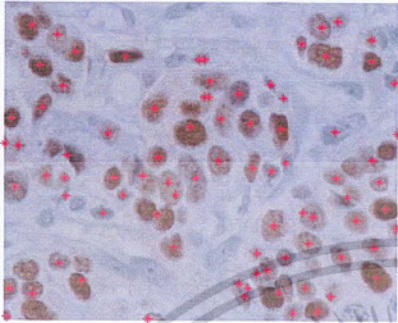
รูปที่ 4.1.7 หน้าต่างแสดงเมื่อ input ภาพที่ต้องการวิเคราะห์

จากรูปที่ 4.1.7 แสดงหน้าจอเมื่อมีภาพที่ Input เข้ามาแล้ว และแสดงผลชื่อภาพ 01.jpg ด้านบน ถัดจากนี้ เพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป

จากขั้นตอนในรูปที่ 4.1.7 รูปที่ 4.1.8 จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้ได้ทำการเลือกให้วิเคราะห์ผล ภาพมะเร็งเต้านมสำหรับวิธีการย้อมสีแบบ ER/PR เป็นการแสดงผลจุดเซนทรอยด์จากการประมวลผลของโปรแกรมตามขั้นตอนวิธีที่ได้อธิบายไว้ทั้งหมดในบทที่ 3 รูปด้านซ้ายแสดงผลจุดเซนทรอยด์สีแดงที่เป็นจุดเซนทรอยด์ของทั้งเซลล์สีน้ำตาลและเซลล์สีน้ำเงิน ส่วนรูปด้านขวาแสดงผลจุดเซนทรอยด์สีเหลืองที่เป็นจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลหลังจากนั้นผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Continue เพื่อเข้าสู่หน้าต่างถัดไป ที่แสดงจำนวนเซลล์จากการประมวลผลจุดเซนทรอยด์นี้

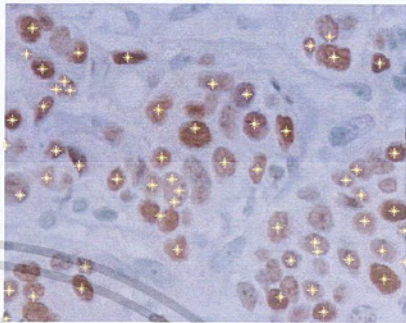
Basic Mode : Step 2 - Centroid results

O1.jpg



Red dots are centroids of brown and blue cells

O1.jpg

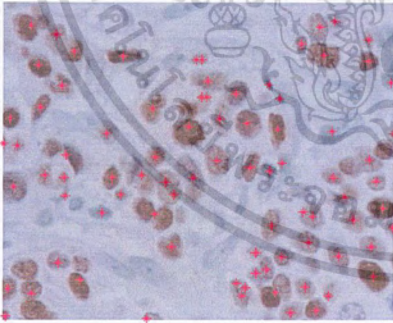


Yellow dots are centroids of brown cells

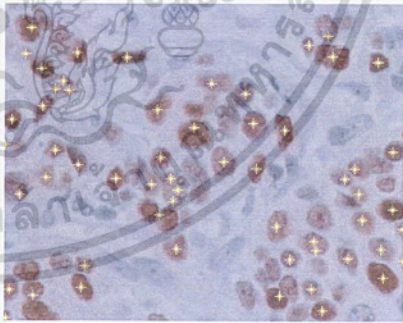
รูปที่ 4.1.8 หน้าต่างแสดงการประมวลผลจุดเซนทรอยด์

Basic Mode : Step 3 - Cell counting results

O1.jpg



O1.jpg



Total cells : 84

Brown cells : 58

Blue cells : 26

The ratio (Brown : Blue) : 2.23077

รูปที่ 4.1.9 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ทั้งหมด

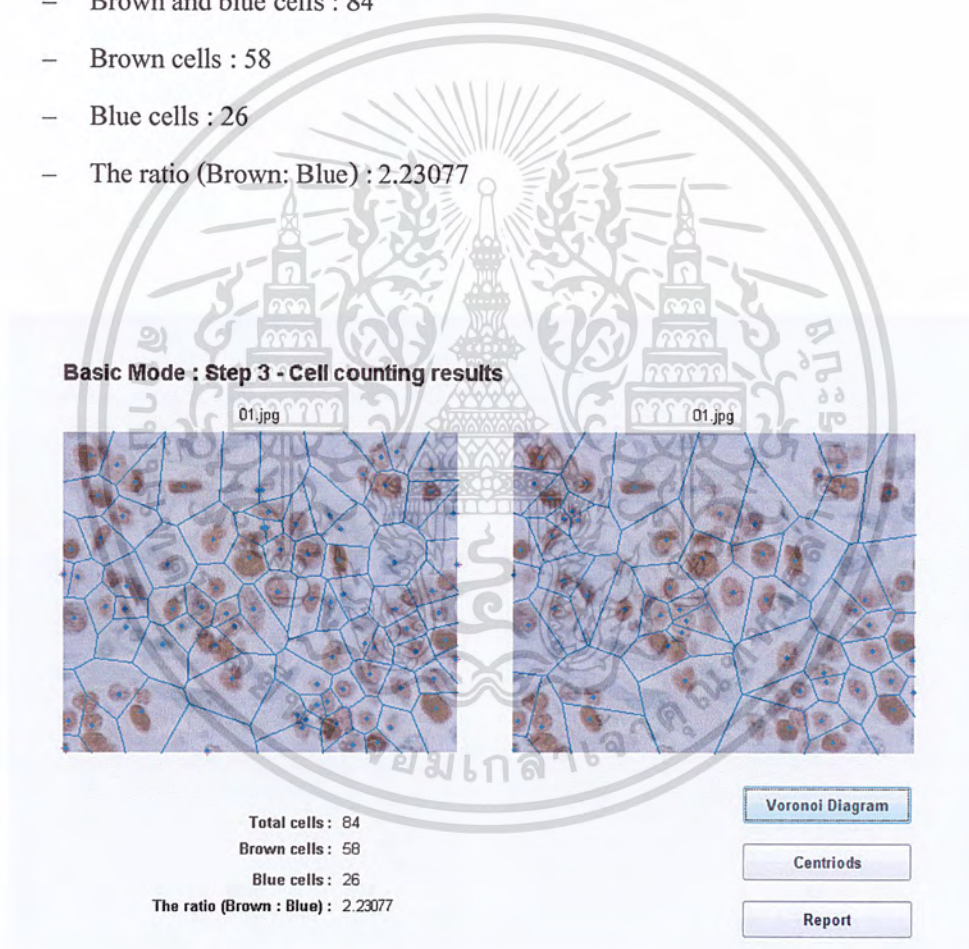
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1.9 แสดงผลภาพของจุดเซนทรอยด์ด้านบนของหน้าต่าง ด้านขวามีปุ่มแสดงผลแผนภาพโวโรนอยด์ ปุ่มกลับมาแสดงผลจุดเซนทรอยด์ และปุ่มแสดงรายงานสรุปการวิเคราะห์ภาพ และยังสามารถแสดงผลลัพธ์ คือ

- Brown and blue cells (จำนวนเซลล์สีน้ำเงินและเซลล์สีน้ำตาล)
- Brown cells (จำนวนเซลล์สีน้ำตาล)
- Blue cells (จำนวนเซลล์สีน้ำเงิน)
- The ratio (Brown: Blue) (อัตราส่วนจำนวนเซลล์สีน้ำตาลต่อสีน้ำเงิน)

ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ 01.jpg ดังแสดงในรูปที่ 4.1.7

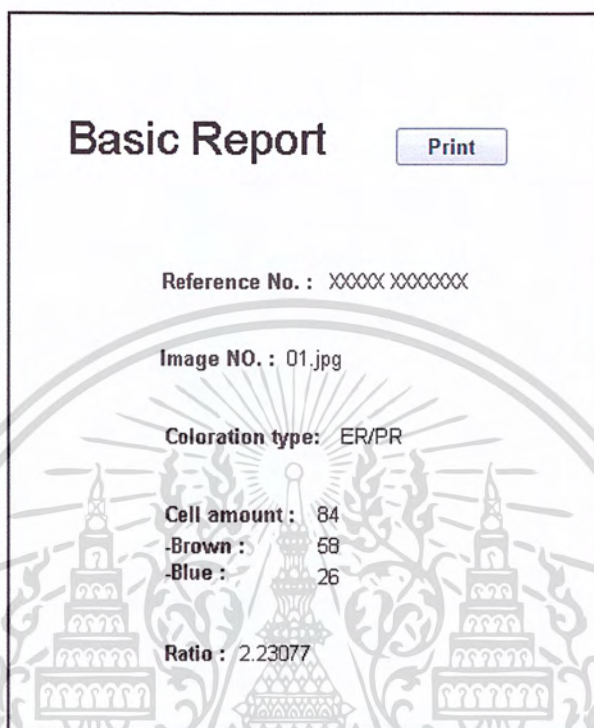
- Brown and blue cells : 84
- Brown cells : 58
- Blue cells : 26
- The ratio (Brown: Blue) : 2.23077



รูปที่ 4.1.10 หน้าต่างแสดงผลแผนภาพโวโรนอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 4.1.10 โปรแกรมได้แสดงผลแผนภาพโวโรนอยด์ เมื่อเลือกที่ปุ่ม Voronoi และยังสามารถคลิกที่ปุ่ม Centriods เพื่อให้โปรแกรมกลับไปแสดงจุดเซนทรอยด์ตามรูปที่ 4.1.7 ได้อีกด้วย ในหน้าต่างนี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกแสดงผลรายงาน โดยคลิกที่ปุ่ม Report ได้อีกด้วย



รูปที่ 4.1.11 หน้าต่าง Report

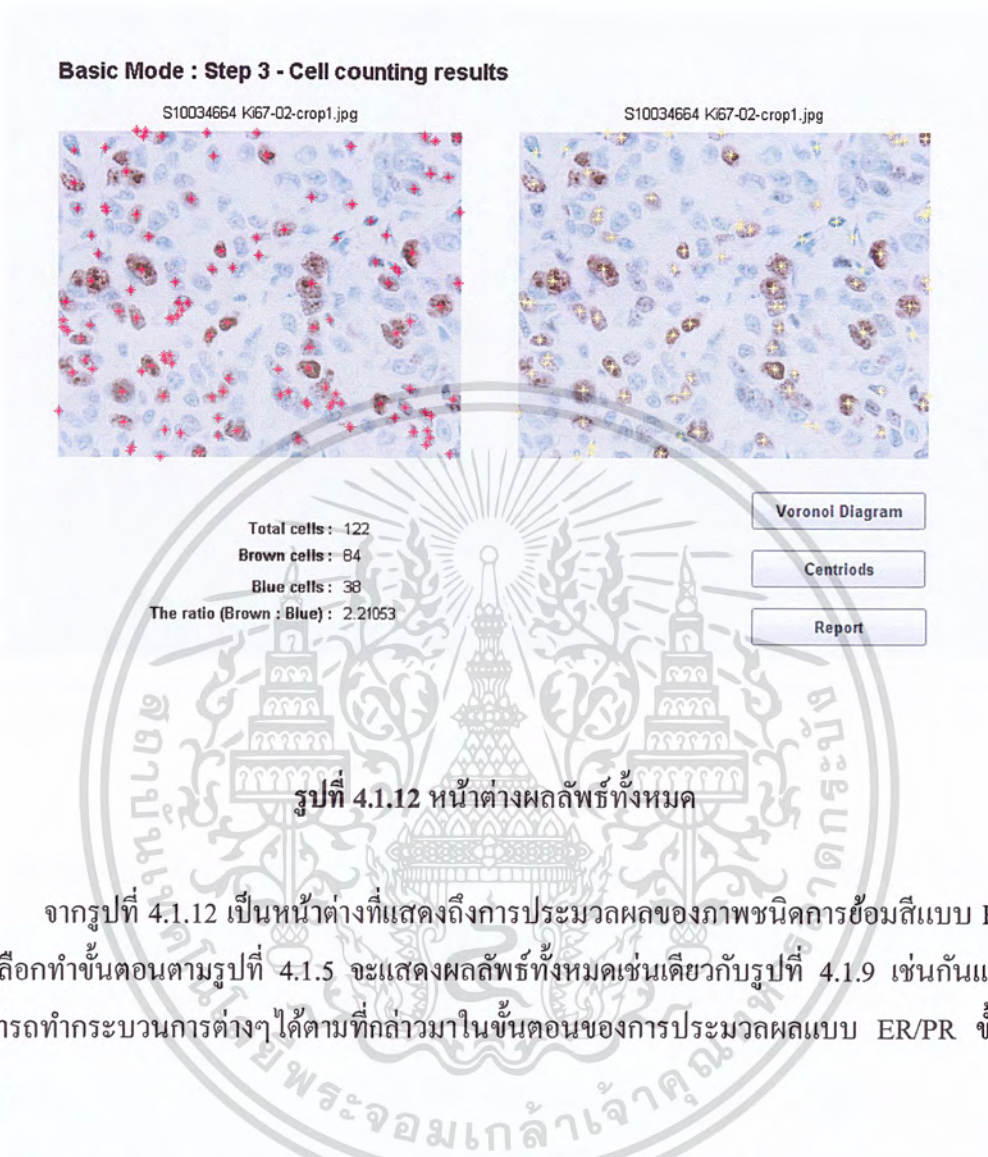
จากรูปที่ 4.1.11 จะแสดงรายงานของผลลัพธ์ทั้งหมดก็ต่อเมื่อ ผู้ใช้เลือกที่ปุ่ม Report ตามรูปที่ 4.1.9 หรือที่รูป 4.1.10 ถ้าผู้ใช้ต้องการแสดงผลออกมาเป็นใบรายงาน สามารถเลือกกดที่ปุ่ม Print ได้เหมือนการพิมพ์งานตามปกติ

ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ 01.jpg

- Coloration Type : ER/PR
- Cell amount : 84
- Brown : 58
- Blue : 26
- Ratio : 2.23077

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลภาพที่ย้อมสีด้วยเทคนิค KI-67



จากรูปที่ 4.1.12 เป็นหน้าต่างที่แสดงถึงการประมวลผลของภาพชนิดการย้อมสีแบบ KI-67 เมื่อเลือกทำขั้นตอนตามรูปที่ 4.1.5 จะแสดงผลลัพธ์ทั้งหมดเช่นเดียวกับรูปที่ 4.1.9 เช่นกันและยังสามารถทำกระบวนการต่างๆ ได้ตามที่กล่าวมาในขั้นตอนของการประมวลผลแบบ ER/PR ขึ้นต้นแล้ว

ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ S10034664 Ki67-02_crop1.jpg ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

- Brown and blue cells : 122
- Brown cells : 84
- Blue cells : 38
- The ratio (Brown: Blue) : 2.21053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 Advanced Mode

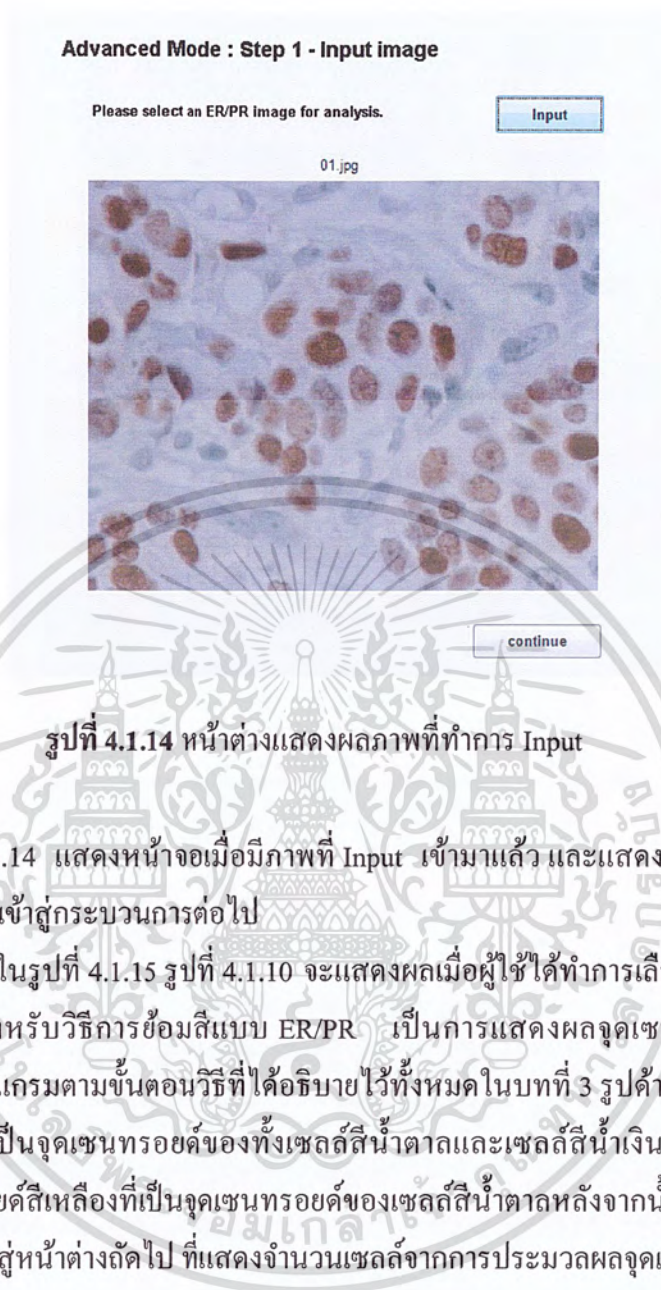
ในตัวเลือก Advanced Mode ผู้ใช้จะสามารถปรับแต่งการประมวลผลภาพเพิ่มเติมด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มได้ แสดงผลการกระจายตัวของเซลล์ได้ และยังได้ผลลัพธ์การรักษาด้วยวิธีฮอว์โมนบำบัดเบื้องต้นได้

การประมวลผลภาพที่ย้อมสีด้วยเทคนิค ER/PR โดย Advanced Mode



รูปที่ 4.1.13 หน้าต่างเมื่อเข้าสู่การประมวลผล

จากรูปที่ 4.1.4 เมื่อเลือกที่ปุ่ม Advanced Mode แล้ว จะเข้าสู่หน้าต่างในรูปที่ 4.1.5 จะให้ผู้ใช้เลือกชนิดของการย้อมสี แล้วจึงเข้าสู่หน้าต่างตามรูปที่ 4.1.13 นี้ จะให้ผู้ใช้ทำการเลือกภาพที่ต้องการประมวลผล

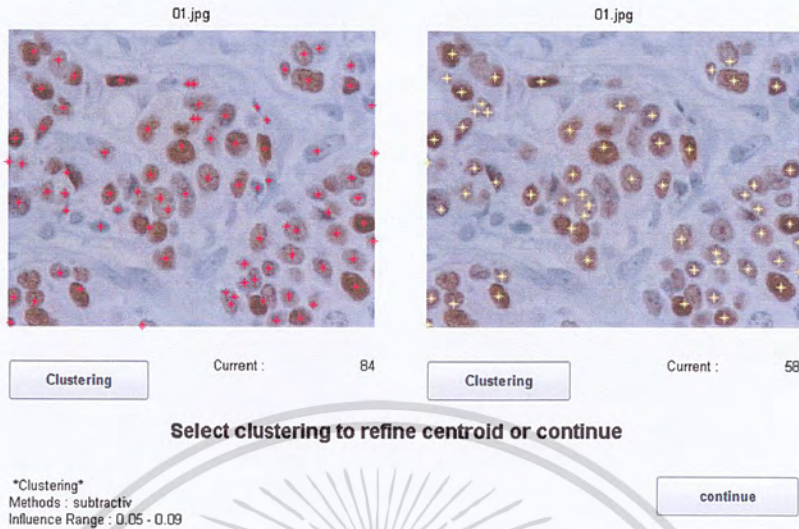


รูปที่ 4.1.14 หน้าต่างแสดงผลภาพที่ทำการ Input

จากรูปที่ 4.1.14 แสดงหน้าจอเมื่อมีภาพที่ Input เข้ามาแล้ว และแสดงผลชื่อภาพ 01.jpg ด้านบนถัดจากนี้เพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไป

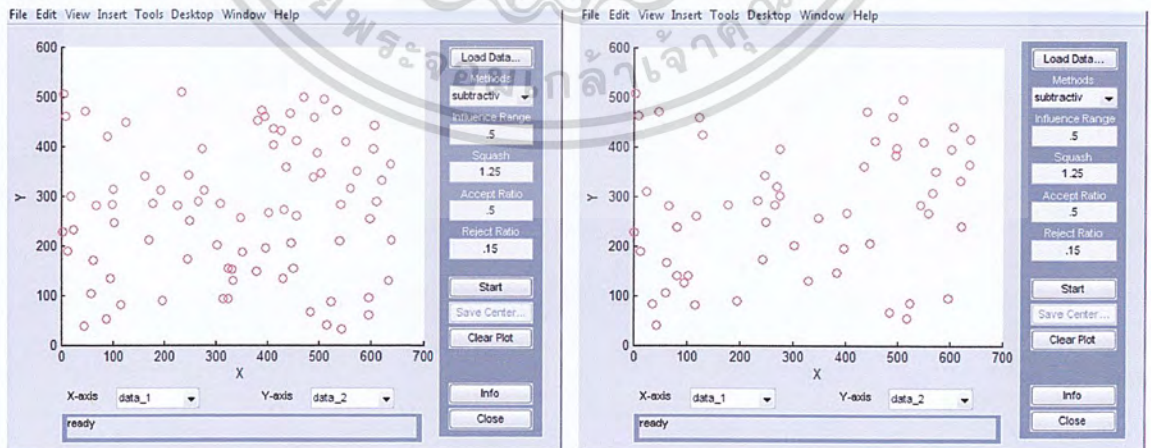
จากขั้นตอนในรูปที่ 4.1.15 รูปที่ 4.1.10 จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้ได้ทำการเลือกให้วิเคราะห์ผลภาพมะเร็งเต้านมสำหรับวิธีการย้อมสีแบบ ER/PR เป็นการแสดงผลจุดเซนทรอยด์จากการประมวลผลของโปรแกรมตามขั้นตอนวิธีที่ได้อธิบายไว้ทั้งหมดในบทที่ 3 รูปด้านซ้ายแสดงผลจุดเซนทรอยด์สีแดงที่เป็นจุดเซนทรอยด์ของทั้งเซลล์สีน้ำตาลและเซลล์สีน้ำเงิน ส่วนรูปด้านขวาแสดงผลจุดเซนทรอยด์สีเหลืองที่เป็นจุดเซนทรอยด์ของเซลล์สีน้ำตาลหลังจากนั้นผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Continue เพื่อเข้าสู่หน้าต่างถัดไป ที่แสดงจำนวนเซลล์จากการประมวลผลจุดเซนทรอยด์นี้

Advanced Mode : Step 2 - Centriod adjusting



รูปที่ 4.1.15 หน้าต่างแสดงการประมวลผลเบื้องต้น

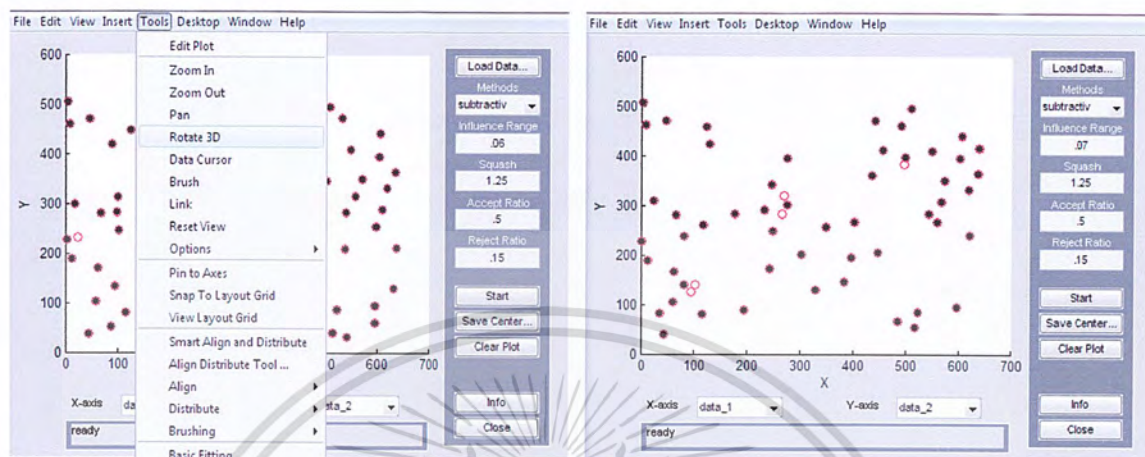
จากรูปที่ 4.1.15 จะแสดงเมื่อผู้ใช้ได้ทำการเลือกให้แสดงผลแบบ ER/PR ตามขั้นตอนของรูปที่ 4.1.14 ในขั้นตอนนี้เป็นการแสดงผลจุดเซนทรอยด์จากการประมวลผลของโปรแกรมเบื้องต้น พร้อมทั้งแสดงผล จำนวนจุดเซนทรอยด์ของเซลล์ทั้งหมด และแสดงจำนวนจุดเซนทรอยด์เฉพาะเซลล์สีน้ำตาล ในโปรแกรมแบบขั้นสูงนี้สามารถปรับแต่งโดยการจัดกลุ่ม เพื่อทำการรวมจุดเซนทรอยด์โดยเลือกที่ปุ่ม Clustering ข้างใต้ของแต่ละภาพได้ โดยให้เลือก Methods ชนิด subtractive และ Influence Range ในช่วง 0.05-0.09 ดังแสดงในส่วนล่างของรูปที่ 4.1.15



รูปที่ 4.1.16 หน้าต่าง Clustering

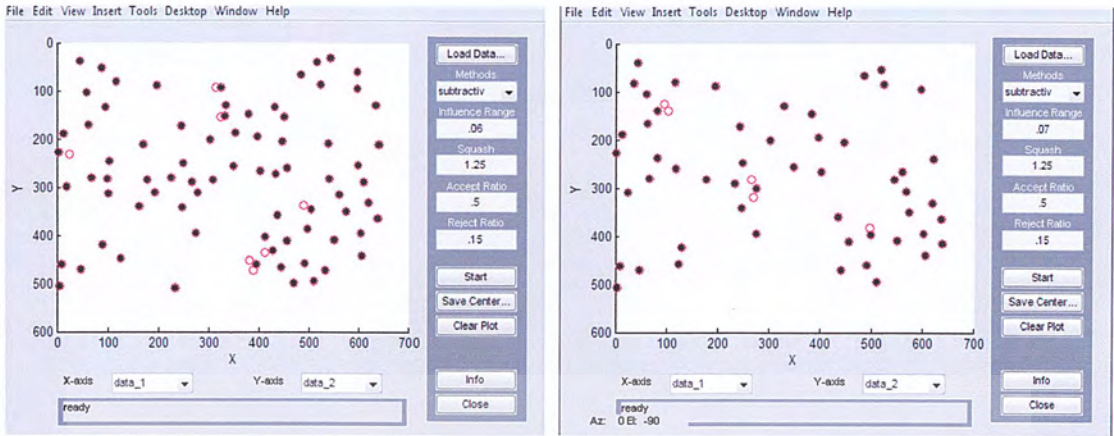
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1.16 เป็นการแสดงหน้าต่างของการทำ Clustering เพื่อแก้ไข เซลล์ที่ยังมีจุดเซนทรอยด์มากกว่า 1 จุดในเซลล์เดียว โดยวิธีการรวมจุดเซนทรอยด์

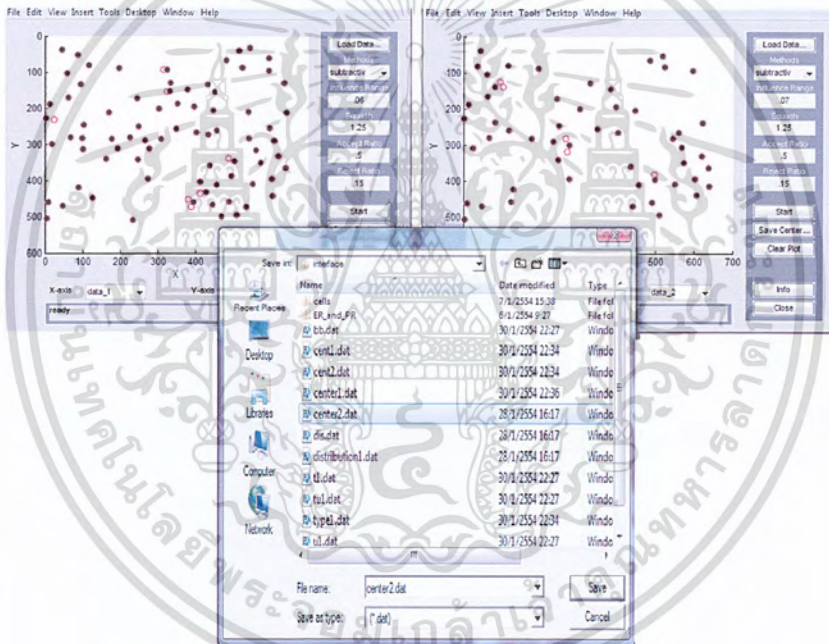


รูปที่ 4.1.17 หน้าต่าง Clustering

จากรูปที่ 4.1.17 ด้านซ้ายแสดงผลจากการกำหนดค่าระยะห่างของแต่ละเซลล์ในช่อง Influence Range ในที่นี้การกำหนดค่าขึ้นอยู่กับผู้ใช้ ค่าที่เหมาะสมควรจะอยู่ในช่วง 0.05 – 0.09 แล้วจึงเลือกที่ปุ่ม Start โปรแกรมจะทำการแสดงค่าจุดเซนทรอยด์ใหม่ขึ้นมาทับบนจุดเซนทรอยด์เก่าที่เป็นวงกลมสีแดงดังรูปที่ 4.1.17 ด้านขวา ในรูปที่ 4.1.18 เมื่อผู้ใช้พอใจกับผลใหม่ที่ออกมา กดไปจะ Rotate จุดเซนทรอยด์ทั้งหมดเพื่อให้สามารถไปปรากฏบนภาพได้ โดยการเลือกที่ Tools --- > Rotate 3D แล้วทำการหมุนภาพจะต้องคลิกซ้ายค้างไว้ แล้วเลื่อนภาพในแนวแกน Z หรือลากจากล่างขึ้นบนให้ตรงตามเดิมนั่นเอง รูปที่ 4.1.18 เป็นการแสดงภาพหลังจากทำตามกระบวนการตามรูปที่ 4.1.17 เรียบร้อยแล้ว



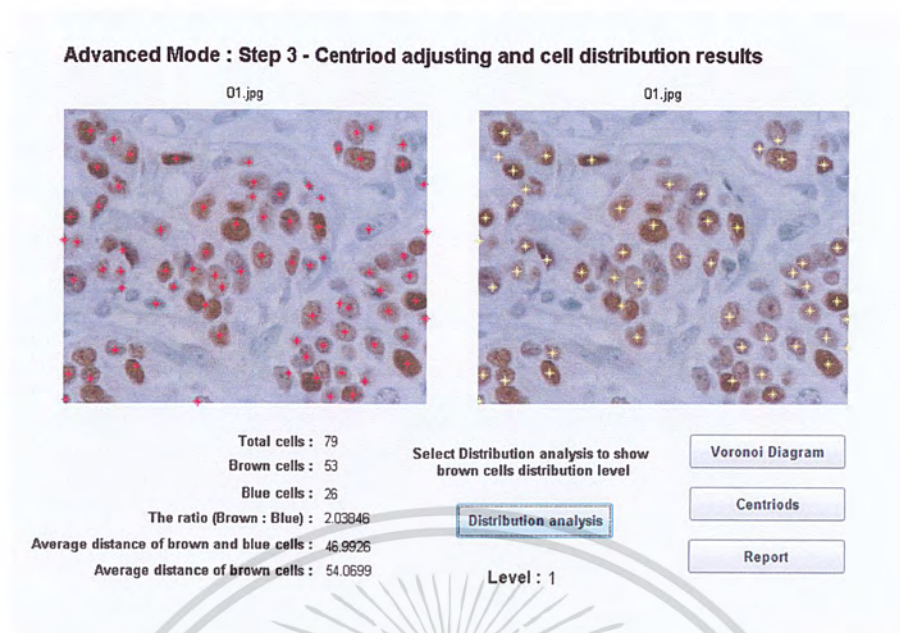
รูปที่ 4.1.18 หน้าต่าง Clustering



รูปที่ 4.1.19 หน้าต่าง Clustering

จากรูปที่ 4.1.19 เป็นการแสดงขั้นตอนการเก็บผลลัพธ์ของข้อมูลที่จะนำไปประมวลผล และแสดงผลในขั้นต่อไป โดยเลือกที่ปุ่ม save รูปทางซ้ายมือเป็นผลลัพธ์ตำแหน่งเซนทรอยด์ใหม่ของการนับเซลล์สีน้ำตาลและเซลล์สีน้ำเงินรวมกันผู้ใช้นั่งที่กโนชื่อ “center1.dat”และรูปทางขวามือคือ ตำแหน่งเซนทรอยด์ใหม่ของการนับเฉพาะเซลล์สีน้ำตาล ผู้ใช้นั่งที่กโนชื่อ “center2.dat” เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1.20 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ทั้งหมด

จากรูปที่ 4.1.20 แสดงผลภาพของจุดเซนทรอยด์ด้านบนของหน้าต่าง ด้านขวามีปุ่มแสดงผล แผนภาพไวโรนอยด์ ปุ่มกลับมาแสดงผลจุดเซนทรอยด์ และปุ่มแสดงรายงานสรุปการวิเคราะห์ภาพ และยังได้มีการแสดงผลลัพธ์ คือ

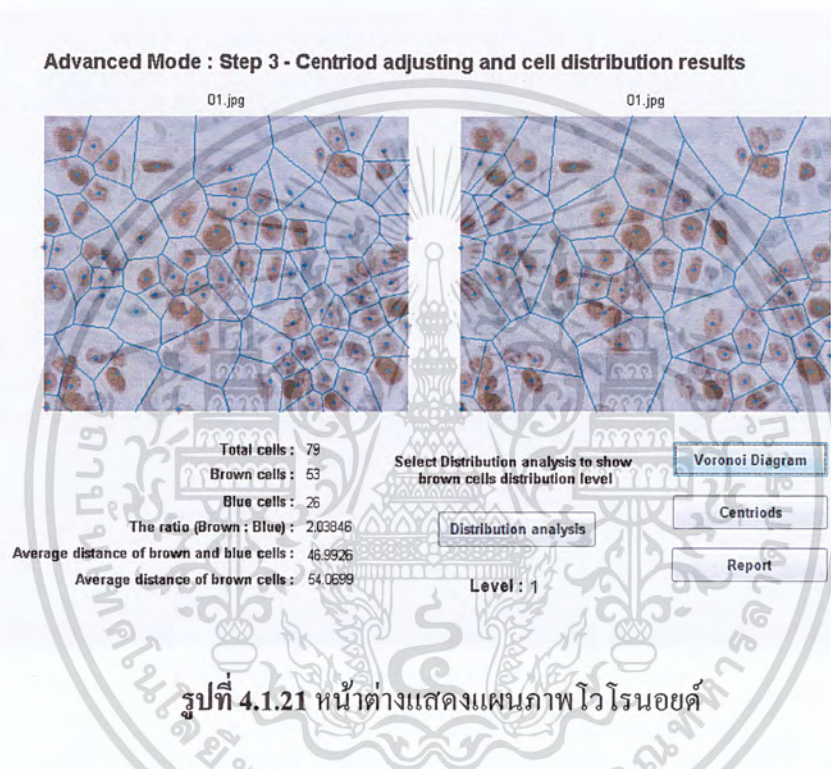
- Brown and blue cells (จำนวนเซลล์สีน้ำเงินและเซลล์สีน้ำตาล)
- Brown cells (จำนวนเซลล์สีน้ำตาล)
- Blue cells (จำนวนเซลล์สีน้ำเงิน)
- The ratio (Brown: Blue) (อัตราส่วนจำนวนเซลล์สีน้ำตาลต่อสีน้ำเงิน)
- Distance Brown and blue (ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างสีน้ำตาลและสีน้ำเงิน)
- Distance Brown (ค่าเฉลี่ยระยะห่างของเซลล์สีน้ำตาล)

ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ O1.jpg

- Brown and blue cells : 77
- Brown cells : 53
- Blue cells : 24
- The ratio (Brown: Blue) : 2.20633
- Distance Brown and blue : 47.8015
- Distance Brown : 54.0699

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาผลลัพธ์ของ Advanced Mode เทียบกับ Basic Mode พบว่า Advanced Mode สามารถแสดงผลจุดเซนทรอยด์ได้ดีกว่าเนื่องจากได้ลดลักษณะเซลล์ที่มีหลายจุดเซนทรอยด์ในหนึ่งเซลล์ลงไปได้นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผล ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างสีน้ำตาลและสีน้ำเงินและค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างสีน้ำตาลเพิ่มเติมได้อีกด้วย เพื่อนำไปบอกผลการกระจายตัวของเซลล์ว่ามีการกระจายตัวอยู่มากน้อยเพียงใด และยังสามารถเลือกที่ปุ่ม Compile เพื่อที่จะทราบการประมวลผลระดับการกระจายของเซลล์สีน้ำตาลว่าอยู่ในระดับใด โดยเป็นแบ่งระดับ 0 หมายถึง ดีมาก 1 หมายถึง ดี และ 2 หมายถึง แย่ ตามลำดับ



จากรูปที่ 4.1.21 โปรแกรมจะแสดงแผนภาพไวโรนอยด์ เมื่อเลือกที่ปุ่ม Voronoi และยังสามารถคลิกที่ปุ่ม Centriods เพื่อให้โปรแกรมกลับไปแสดงจุดเซนทรอยด์ตามรูปที่ 4.1.20 ได้อีกด้วย ในหน้าต่านี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกแสดงผลรายงาน โดยคลิกที่ปุ่ม Report ได้ดังผลต่อไปนี้

Advanced Report		<input type="button" value="Print"/>
Reference No. : XXXXX XXXXXXXX	Hormonal treatment : 1	
Image NO. : 01.jpg	0 = yes 1 = optional 2 = no	
Coloration type: ER/PR		
Cell amount : 79	Cell distribution : 1	
-Brown : 53	0 = minor	
-Blue : 26	1 = mediam	
	2 = severe	
Ratio : 2.03846		

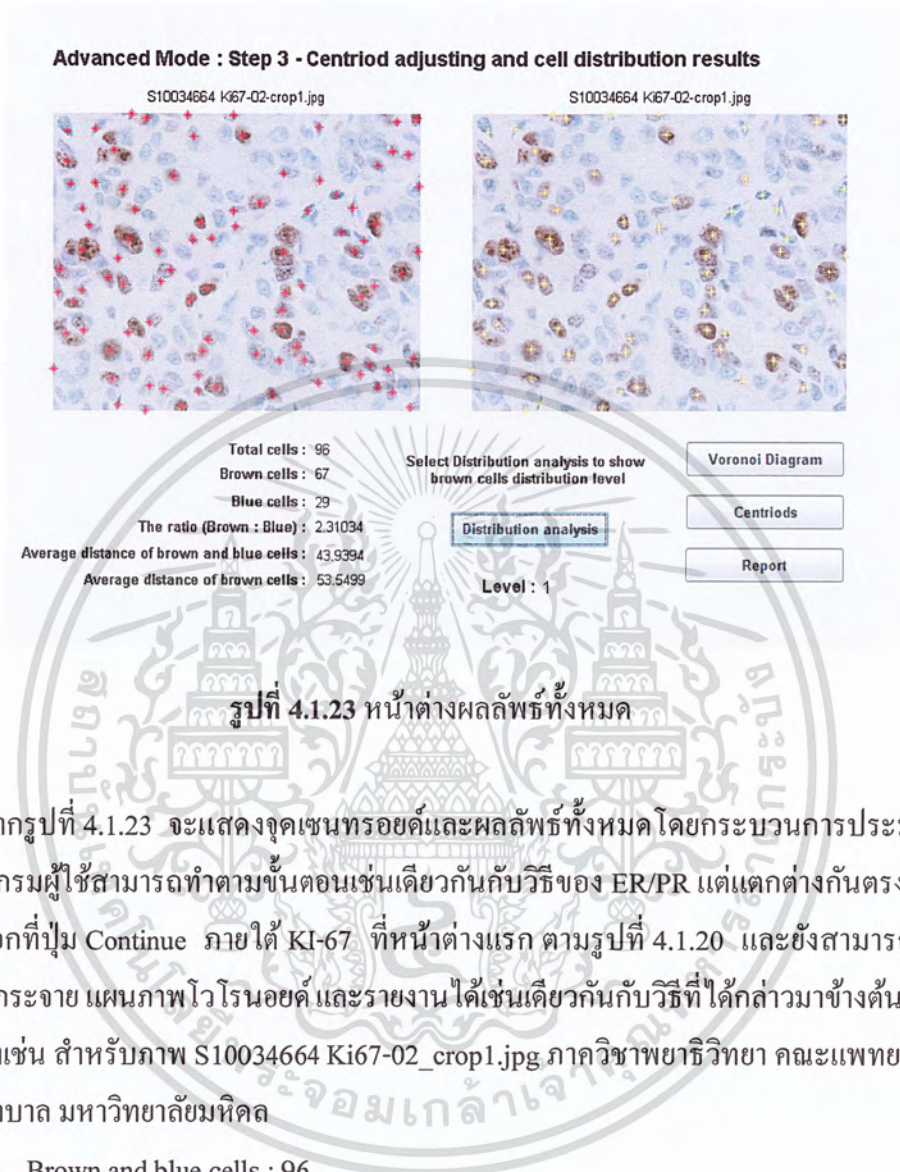
รูปที่ 4.1.22 หน้าต่าง Report

จากรูปที่ 4.1.22 จะแสดงรายงานของผลลัพธ์ทั้งหมดก็ต่อเมื่อ ผู้ใช้เลือกที่ปุ่ม Report ตามรูปที่ 4.1.21 ถ้าผู้ใช้งานใดต้องการแสดงผลออกมาเป็นใบรายงานก็ให้เลือกที่ปุ่ม Print ได้ ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ 01.jpg

- Coloration Type : ER/PR
- Cell amount : 84
- Brown : 58
- Blue : 26
- Ratio : 2.23077
- Hormonal treatment : 1 แสดงว่าการรักษาด้วยวิธีฮอร์โมนบำบัดหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้
- Cell distribution : 1 แสดงว่าการกระจายตัวของเซลล์อยู่ในระดับที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลภาพที่ย้อมสีด้วยเทคนิค KI-67 โดย Advanced Mode



จากรูปที่ 4.1.23 จะแสดงจุดเซนทรอยด์และผลลัพธ์ทั้งหมดโดยกระบวนการประมวลผลของโปรแกรมผู้ใช้สามารถทำตามขั้นตอนเช่นเดียวกันกับวิธีของ ER/PR แต่แตกต่างกันตรงที่ ผู้ใช้จะต้องเลือกที่ปุ่ม Continue ภายใต้ KI-67 ที่หน้าต่างแรก ตามรูปที่ 4.1.20 และยังสามารถแสดงระดับการกระจาย แผนภาพไวโรนอยด์ และรายงาน ได้เช่นเดียวกันกับวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น ยกตัวอย่างเช่น สำหรับภาพ S10034664 Ki67-02_crop1.jpg ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

- Brown and blue cells : 96
- Brown cells : 67
- Blue cells : 29
- The ratio (Brown: Blue) : 2.31034
- Distance Brown and blue : 43.9394
- Distance Brown : 53.5499

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน การอภิปรายและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปัญหาพิเศษนี้ได้นำกระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล มาประยุกต์ใช้ในการช่วยวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ ซึ่งข้อมูลรูปภาพที่นำมาประยุกต์ใช้ คือ ภาพถ่ายเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยอ้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระเบียบวิธีในการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้คำนวณหาจุดเซนทรอยด์ของภาพเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัย และทำการนับจำนวนเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยที่ตอบสนองต่อการรักษา (เซลล์สีน้ำตาล) และเซลล์ที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษา (เซลล์สีน้ำเงิน) โดยแสดงออกมาเป็นอัตราส่วนของเซลล์สีน้ำตาลต่อเซลล์สีน้ำเงิน การกระจายตัวของเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยมีการกระจายตัวของเซลล์มะเร็งเรื้อรังอยู่มากน้อยเท่าใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยในการพิจารณาเกี่ยวกับการรักษาด้วยวิธีฮอร์โมนบำบัด

คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ โดยทางคณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างหน้าต่าง ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface - GUI) ขึ้นมา โดยมุ่งหวังให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง รวดเร็ว สามารถสังเกตผลลัพธ์จากโปรแกรมได้ชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนผู้เชี่ยวชาญ

5.2 การอภิปราย

รูปถ่ายเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยอ้อมสีที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ ในปัญหาพิเศษนี้ทางคณะผู้วิจัยมีข้อมูลรูปภาพเซลล์มะเร็งเรื้อรังด้านมัยที่ได้จากการย้อมสีแล้ว 2 ชนิดด้วยกัน ชนิดที่ 1 คือ การย้อมสีเซลล์มะเร็งด้วยวิธี ER/PR ผลจากการลงจุดเซนทรอยด์ การนับจำนวนเซลล์มะเร็งที่ตอบสนองต่อการรักษาและเซลล์ที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษา และการกระจายตัวของเซลล์ พบว่าได้ผลลัพธ์ที่

ดีกว่างานวิจัยโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาเปรียบเทียบ ส่วนชนิดการย้อมสีเซลล์ชนิดที่ 2 คือ การเอกซเรย์เป็นเอกซเรย์ที่ส่งวนไวสำหรับการศึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลซีแอลเอ็มเอชด้วยวิธี KI-67 ซึ่งวิธีนี้ภาพซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นที่ผ่านการข้อมสิทธิ์แล้วนั้น จะมีความคมชัดของซีแอลเอ็มเอชเหมือนกันทั้งเม็ดซีแอลเอ็มเอช จากการนำมาประมวลผลในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมเช่นกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลลัพธ์จากการทดสอบโปรแกรมที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมานั้น ขึ้นอยู่กับภาพซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นที่เป็นข้อมูลเข้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากภาพซีแอลเอ็มเอชแต่ละภาพมีลักษณะของซีแอลเอ็มเอชที่แตกต่างกันประกอบกับการตัดสินใจที่ไม่ทราบว่าจะมีความชัดเจนมากเท่าใด และวิธีการข้อมสิทธิ์แต่ละวิธีก็ให้ผลของภาพซีแอลเอ็มเอชที่แตกต่างกัน ในบางครั้งถ้าซีแอลเอ็มเอชข้อมสิทธิ์ไม่มากนัก มีผลให้การประมวลผลของโปรแกรมในการลดจุดเซนทรอยด์บิดเบือนไปได้ ซึ่งจะทำให้ผลจากการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนไปได้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นภาพซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นที่จะนำมาทำการวิเคราะห์จากโปรแกรมนี้ ควรจะเป็นภาพซีแอลเอ็มเอชที่มีการแสดงลักษณะสีของซีแอลเอ็มเอชที่ชัดเจนมากที่สุด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นต่อไป

ในส่วนของโปรแกรมต้นแบบผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านพยาธิวิทยาในการวิเคราะห์ภาพถ่ายซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นข้อมสิทธิ์ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์ โดยในโปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น จะต้องมีการปรับค่าในส่วนของ Advanced Mode ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องมีความรู้ในการปรับค่า เพื่อให้การวิเคราะห์ภาพถ่ายซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นข้อมสิทธิ์ที่ดูจากกล้องจุลทรรศน์เกิดผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

จากผลลัพธ์ของปัญหาพิเศษนี้ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจเป็นเพราะซีแอลเอ็มเอชในภาพมีลักษณะสีที่ไม่ชัดเจนและซีแอลเอ็มเอชเริ่มต้นเกิดการซ้อนทับกัน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาร่วมกับวิธีการทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น ได้โดยอาจจะใช้ Fourier transforms และ Wavelet transforms ได้ แต่ทั้งนี้อยู่นอกเหนือของปัญหาพิเศษนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์, “การประมวลผลภาพดิจิทัลด้วย MATLAB”, บริษัทวีเจ, 2550.
- [2] รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์, “การประมวลผลภาพดิจิทัลขั้นสูงด้วย MATLAB”, บริษัทวีเจ, 2551.
- [3] ลัญฉกร วุฒิสถิทธิกุลกิจม, “MATLAB : การประยุกต์ใช้งานทางวิศวกรรมไฟฟ้า”, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2551.
- [4] ดร.ปริญญา สวงนศักดิ์, “คู่มือ Matlab ฉบับสมบูรณ์”, บริษัท ไอดีซี พรีเมียร์ จำกัด, 2553
- [5] Rafael C. Gonzalez, Richard E.woods, Steven L. Eddins, “*Digital image processing using MATLAB*”, Prentice Hall Publishers, 2004.
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E.woods, “*Digital image processing*”, Prentice Hall Publishers, 2002.
- [7] Stephen J. Chapman, “*MATLAB[®] Programming for Engineers*”, Thomson Learning, 2008.
- [8] Steven C. Chapra, “*Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*”, McGraw-Hill, 2008.
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Voronoi_diagram
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Cluster_analysis
- [11] <http://www.cs.ru.nl/~ths/rt2/col/h11/11morphENG.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้