

การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ
Application Development for Leukemia Detection using Image Processing
โปรแกรมเพื่อการประยุกต์ใช้งาน

รายงานฉบับสมบูรณ์

เสนอต่อ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม
โครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่๒๒
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๓

โดย

นายบิลาล สุไลมาน
นายเนอพัล สาแล๊ะ
นายอดิกันต์ พยุงทอง
นายมะรุสดี ยูโซ๊ะ

โรงเรียนสาธิตอิสลามศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคติดเชื้อในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ ” สำเร็จลุล่วงได้โดยความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ โครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22 จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนทุนในการทำโครงการนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์มธุรสดี ยูโซ๊ะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่สละเวลาส่วนตัวเพื่อช่วยเสนอแนะให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณอาจารย์ไพชอล เปาะแต อาจารย์ประจำรายวิชาเทคโนโลยีที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ ในการเขียนโปรแกรม และการทำหน้าแอปพลิเคชัน และขอขอบพระคุณโรงเรียนสาธิตอิสลามศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่คอยสนับสนุนสถานที่ในการทำโครงการเล่มนี้

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้คำปรึกษา และให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุน และช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาต่างๆ และทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการเล่มนี้จะมีประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์ ไม่มากก็น้อย ความดีและประโยชน์ใด ๆ จากโครงการนี้ ขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมา

คณะผู้จัดทำ

ผลการตรวจสอบการคัดลอกเอกสาร



รายงานผลการตรวจสอบเอกสาร (กรุณาแนบไฟล์รายงานผลฉบับนี้ในหน้าที่ 2 ของข้อเสนอโครงการ)

ชื่อเอกสาร : การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคภูมิแพ้ในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ (22p23s0266)

ชื่อ-นามสกุล : บิลาล สุไลมาน

เปอร์เซ็นต์ความคล้ายทั้งหมด : 6.08 % (ตรวจ ณ วันที่ 31 มกราคม 2563)

เปอร์เซ็นต์ความคล้ายทั้งหมด คือ เปอร์เซ็นต์ความคล้ายทั้งหมดที่เอกสารของเราเหมือนกับแหล่งอื่น

เปอร์เซ็นต์ความคล้ายตามแหล่งที่มา คือ เอกสารของเรามีความคล้ายเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของแต่ละแหล่ง

* หมายเหตุ หากเปอร์เซ็นต์ความคล้ายทั้งหมดเกิน 60% หรือมีรายการแหล่งที่มาใดที่มีค่าความคล้ายมากกว่า 20%
ควรมีการอ้างอิงแหล่งที่มาในส่วนที่มีความคล้าย

รายการแหล่งที่มาที่ควรอ้างอิง

1 19p21c0101: ฟลิป (โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย)

20.43%



ชื่อโครงการ	การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือด ด้วยการประมวลผลภาพ
คณะผู้จัดทำ	นายบิลาล สุไลมาน นายเนฟล สาแล๊ะ นายอดิกันต์ พยุงทอง
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	นายมะรุสดี ยูโซ๊ะ

บทคัดย่อ

โครงการ การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือด โดยใช้ Visual Studio 2019 และโปรแกรม Octave โดยการทำงานของโปรแกรมคือ เริ่มต้นด้วยการนำเข้าภาพทดสอบ จากนั้นโปรแกรม จะทำการแปลงภาพจากภาพสีเป็นภาพ Grey scale แล้ววิเคราะห์ค่าความเข้มสีของภาพ Gray scale ออกมา รูปของกราฟฮิสโตแกรม โดยค่าของฮิสโตแกรมจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-255 จากนั้นทำการแปลงกราฟฮิสโตแกรม ให้มีความเรียบโดยใช้ Spline function ส่งผลให้กราฟมีความเรียบขึ้น แล้วหาค่าสูงสุดและต่ำสุดจากกราฟ ดังกล่าว เพื่อใช้ในการแบ่งช่วงสำหรับหาค่า Threshold เพื่อช่วยในการแปลงภาพ Gray scale เป็นภาพ Binary โดยมองจากช่วงค่าสีที่กำหนด แต่ภาพ binary ที่ได้ยังมีในส่วนของ noise อยู่ จึงใช้ฟังก์ชัน เข้ามาลบ noise ออก และหลังจากนั้นก็ทำการนับจำนวนเม็ดเลือดขาวและแดง หลังจากทำการแยกเม็ดเลือดเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการหาขอบภาพของเม็ดเลือดโดยการใช้วิธีการของ Canny พร้อมทำการเปลี่ยนสีขอบของเม็ด เลือดให้เป็นสีแดง

การทดลองเพื่อทดสอบโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การทดสอบกับภาพเม็ดเลือดที่ สังเคราะห์ขึ้น และ ผลการทดสอบสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมสามารถทำการแยกแยะหว่างเม็ดเลือดแดงและ เม็ดเลือดขาวได้ดี โดยจากภาพทดสอบทั้งหมด 10 รูป มีความถูกต้องอยู่ที่ 97.77% สำหรับภาพสังเคราะห์ที่ เป็นโรคลูคีเมีย และ มีความถูกต้องอยู่ที่ 97.77% สำหรับภาพสังเคราะห์ที่ไม่เป็นโรคลูคีเมีย และจากการ ทดลองโดยใช้ภาพเม็ดเลือดจริงสามารถสรุปได้ว่า เมื่อเราใช้ภาพเม็ดเลือดจริง สามารถนับเม็ดเลือดขาวได้ แต่ มีข้อจำกัดเช่นเดียวกันการใช้ภาพเม็ดเลือดสังเคราะห์ คือ ถ้าภาพเม็ดเลือดนั้น มีเม็ดเลือดที่ซ้อนทับกัน โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดในการนับ

Abstact

The application development project for leukemia detection using image processing aims to develop an application for the detection of leukemia in the blood using Visual Studio 2019 and Octave program. The first step is to input the test image in the system. The program will convert the RGB image to a gray scale image. After that convert gray scale image to the histogram image, with the histogram of intensity value from gray scale ranging from 0-255. Then the Spline function is used to transform the histogram graph to be smooth. To transform the gray scale image, the threshold value is calculated by finding the maximum and minimum values from the histogram. After that, count the number of white and red blood cells where the blood has been separated. The program will find the edge of the blood using Canny method and change the color of the edge to the red color.

The experiment to test the program will be divided into 2 parts; Synthetics blood cell image and Real blood cell image. The result for the synthetics blood cell can be concluded that the application can obtain good separation between red blood cells and white blood cells from 10 test images, the accuracy was 97.77% for synthetic images with leukemia case and the accuracy was 94.9% for synthetic images without leukemia case. The experimental results for the real blood cell can be concluded that when we use the real blood cell images, the application can be separate the white cell and the red blood cell and also count the number of blood cells. The limitation of the developed program is the blood cell must not overlap. Otherwise, the result will be an error in the blood cell count.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
CopyCatch	
บทคัดย่อ	
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	1
ขอบเขตและข้อจำกัด	1
เป้าหมาย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัย	
เทคนิคและเทคโนโลยีที่ใช้	3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
เครื่องมือที่ใช้พัฒนา	5
รายละเอียดในการพัฒนาเชิงเทคนิค	5
คุณลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม	7
กลุ่มของผู้ใช้งานโปรแกรม	7
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
ผลการทดสอบโปรแกรม	8
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
สรุปผล และอภิปราย	18
ปัญหา และอุปสรรค	18
แนวทางการพัฒนา	18
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
คู่มือการติดตั้ง	
คู่มือการใช้งาน	
ข้อตกลงในการใช้ software	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โลกในยุคปัจจุบันนี้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จึงมีการนำเทคโนโลยีต่างๆที่มีเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ด้านการแพทย์ วิศวกรรม การคมนาคม การบัญชี การศึกษา ฯลฯ การแพทย์เป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมนุษย์ทุกคน เพราะไม่มีใครสามารถหลีกเลี่ยงได้ ทั้งอาการป่วย ภูมิแพ้ แม้กระทั่งการเป็นโรคติดต่อ ซึ่งอาจจะมีมาจากทางพันธุกรรม แต่เราสามารถหาวิธีในการป้องกันโรคร้ายเหล่านี้ได้ มะเร็งเม็ดเลือดขาวเป็นโรคที่สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกเพศ ทุกวัยและยังไม่สามารถทราบสาเหตุการเกิดที่แน่ชัด เนื่องจากโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวนี้ มี 2 ประเภท คือ 1.ประเภทเรื้อรัง 2.ประเภทเฉียบพลัน ซึ่งการทดลองของเราเป็นการหาโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวประเภทเฉียบพลันโดยใช้วิธีประมวลผลภาพ,เปรียบเทียบอัตราส่วนของวงแหวนและพื้นที่ภายในวงแหวน หลังจากนั้นสังเกตสัดส่วนของเม็ดเลือดขาวต่อเม็ดเลือดแดงและบันทึกผลเป็นฮิสโตแกรม โดยโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวชนิดเฉียบพลันจะพบเม็ดเลือดขาวตัวอ่อนมากกว่าร้อยละ 20 ของเซลล์เม็ดเลือดขาวในไขกระดูกทั้งหมด

สถิติทางการแพทย์ พบว่า คนไทยป่วยเป็นโรคร้าย จำพวกมะเร็งเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นถึงปีละ 10% ซึ่งปัจจุบันคนไทยป่วยเป็นโรคมะเร็งเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยมียอดผู้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งสูงถึง 80,000 คนต่อปี (ศ.นพ.อิสรางค์ นุชประยูร) ดังนั้นถ้าหากเราสามารถตรวจหาอาการได้ตั้งแต่เนิ่นๆ ก็จะทำให้สามารถรักษาได้ทันเวลาที่

ทางคณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ (Leukemia Detection using Image processing) เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถตรวจหาโรคลูคีเมียได้โดยการสแกนด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือ สะดวกและประหยัดเวลาในการตรวจของแพทย์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจหาโรคลูคีเมียในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.3 ขอบเขตและข้อจำกัด

1. การตรวจหาโรคลูคีเมียผ่านโปรแกรมอาจมีความคลาดเคลื่อน ไม่สามารถแสดงผลได้ชัดเจน 100% ต้องอาศัยความรู้ของผู้ใช้โปรแกรมและฐานข้อมูลของรูปที่จะใช้ในการตรวจสอบ

2. ข้อจำกัดของเม็ดเลือด จะต้องไม่มีการซ้อนทับทับ เพื่อง่ายต่อการคำนวณและการประมวลผล

1.4 เป้าหมาย

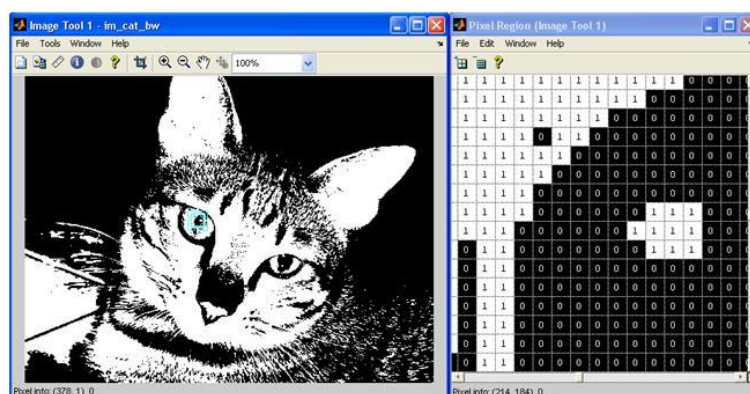
1. สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันในการตรวจโรคคูคีเมียโดยการประมวลผลภาพ
2. แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงกับการตรวจหาโรคคูคีเมียในวงการแพทย์
3. แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถอำนวยความสะดวก รวดเร็วและมีความถูกต้องสูงในการตรวจหาโรคคูคีเมีย นำไปสู่การรักษาที่ถูกต้องและทันเวลาที่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัย

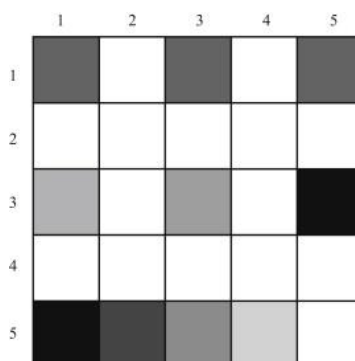
2.1 เทคนิค เทคโนโลยีที่ใช้

1. การประมวลผลภาพ (Image processing) คือการนำภาพมาประมวลผลเพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยจะนำภาพของ RBC และ WBC ที่ถูกเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำแล้ว มาตรวจนับจำนวน
2. ฮิสโตแกรมของภาพ (Image Histogram) คือกราฟแท่งที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยจะกำหนดแนวตั้งเป็นจำนวนของค่าสีระดับต่างๆของภาพ และแนวนอนคือค่า Gray Scale ตั้งแต่ 0-255
3. Annular Ring Ratio method คือ วิธีการตรวจหาอัตราส่วนของพื้นที่วงแหวนต่อพื้นที่วงกลมด้านใน (Conrentin Dallet และคณะ, 2015)
4. Hole Filling method คือวิธีการเติมค่าสีลงไปในภาพที่ต้องการ เพื่อให้ภาพมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
5. ภาพไบนารี ในแต่ละ pixel ใช้แค่ 1 บิต ซึ่งจะเป็นไปได้แค่ ขาว ไม่ก็ ดำ



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดง binary

6. Grey scale ค่าแต่ละค่า ของ grey scale คือความเข้มของแสงในตำแหน่ง pixel นั้น ๆ ค่าที่สามารถเป็นได้ จะขึ้นอยู่กับ bit ที่ใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงภาพของ grey scale

7. ภาพ RGB ในแต่ละ pixel ประกอบด้วย vector ที่แสดงค่าสีเขียว แดง น้ำเงิน อย่างละ 8 บิต นั่นคือ RGB 1 pixel จะมีทั้งหมด 24 บิต และ RGB image จำนวนสีที่เป็นไปได้ ประมาณ 16.7 ล้านสี
8. การหาขอบภาพ เป็นการเส้นรอบวัตถุ ด้วยการใช้ฟังก์ชัน diff ทำให้สามารถคำนวณได้ง่ายขึ้น โดยขอบของภาพเกิดจากความแตกต่างระหว่างความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่ง

2.2 เอกสารและงานวิจัย

1. จากงานวิจัยของ (Aimi Salihah Aabdul Nasir และคณะ, 2009) ได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อตรวจสอบการเป็นโรคลูคีเมียจากภาพของเซลล์เม็ดเลือด โดยเริ่มต้นจากการปรับภาพต้นฉบับให้เป็นภาพเป็น Gray scale จากนั้นทำการคำนวณค่า Threshold จากการหาแปลงค่าความเข้มสีของภาพ Gray scale ในแต่ละพิกเซลเป็นกราฟฮิสโตแกรมและเปลี่ยนภาพที่มีค่า Grayscale ตั้งแต่ 0-89 ให้เปลี่ยนเป็น 255 (สีขาว) และที่เหลือเป็น 0 (สีดำ) แล้วทำการนับจำนวนเม็ดเลือดขาว ทำกระบวนการเดิมอีกครั้งโดยการเปลี่ยนภาพที่มีค่า Grayscale ตั้งแต่ 90-170 ให้เปลี่ยนเป็น 255 (สีขาว) และที่เหลือเป็น 0 (สีดำ) เพื่อนับจำนวนเม็ดเลือดแดง การนับเม็ดเลือดทำได้โดยการใช้ฟังก์ชัน BWLABEL ของ Matlab 7.0 แล้วทำการหาอัตราส่วนระหว่างเม็ดเลือดขาวและแดง จากงานวิจัยพบว่าจากภาพทดสอบ 91 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยภาพเซลล์เม็ดเลือดที่เป็นปกติ 34 รูป และผิดปกติอีก 57 รูป ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถแยกความแตกต่างระหว่างภาพที่เป็นโรคลูคีเมียและไม่เป็นโรคได้

2. จากงานวิจัยของ (Conrentin Dallet และคณะ, 2015) ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันในการตรวจสอบไข้มาลาเรีย ด้วยวิธีการตรวจหาอัตราส่วนของพื้นที่วงแหวนต่อพื้นที่วงกลมด้านในด้วยโปรแกรม MATLAB วิธีการที่นำเสนอสามารถทำการตรวจหาและแยกระหว่างเซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดง อีกทั้งแอปพลิเคชันยังสามารถระบุระยะของการเป็นไข้มาเรียของผู้ป่วยได้ ในการตรวจหาส่วนประกอบของเลือด

3. จากงานวิจัยของ (Himali P. Vaghela และคณะ, 2015) ได้นำเสนอวิธีสำหรับการตรวจหาโรคลูคีเมียโดยการตรวจสอบเซลล์เม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว เพื่อตรวจหาโรคต่างๆ ได้แก่ โรคโลหิตจาง มะเร็งเม็ดเลือดขาวและการขาดวิตามินบี 12 โดยใช้การประมวลผลภาพด้วยวิธีการแบ่งกลุ่ม ฮิสโตแกรมและการยัดค่าระดับสีเทา จากการทดสอบโปรแกรมพบว่าวิธีการดังกล่าวมีความถูกต้องแม่นยำเป็น 72.2%, 72%, 73.7 % และ 97.8% ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. คอมพิวเตอร์พกพาหือ DELL รุ่น latitude 3400
 CPU : Intel Core i5-8265U Processor
 (Quad Core 1.6GHz, Turbo 3.9GHz, 6MB cache)
 RAM : 8GB, 1x8GB, DDR4 2400 MHz Non-ECC SDRAM
 HDD : 2.5" 1TB 5400 RPM SATA Hard Drive 8th GEN
2. โปรแกรม Visual Studio 2019 ภาษา C#
3. โปรแกรม octave

3.2 รายละเอียดการพัฒนาเชิงเทคนิค

1. Input : รูปของเซลล์เม็ดเลือด

Output : ผลของการตรวจสอบรูปของเซลล์เม็ดเลือดว่าเป็นโรคโลหิตจางหรือไม่ ผ่านทางหน้าจอ แอปพลิเคชัน

2. Function Specification

imread : ใช้เก็บค่า RGB ของรูปใน data set

rgb2grey : ใช้ในการเปลี่ยนรูปที่เป็นค่าสี RGB เป็นค่าสี Grey scale โดยการเอาค่าแต่ละ
 3 ช่องมาคูณกับค่าคงที่ของแต่ละสี แล้วนำทั้ง 3 ค่ามาบวกกัน ทำให้ได้เป็น grey scale

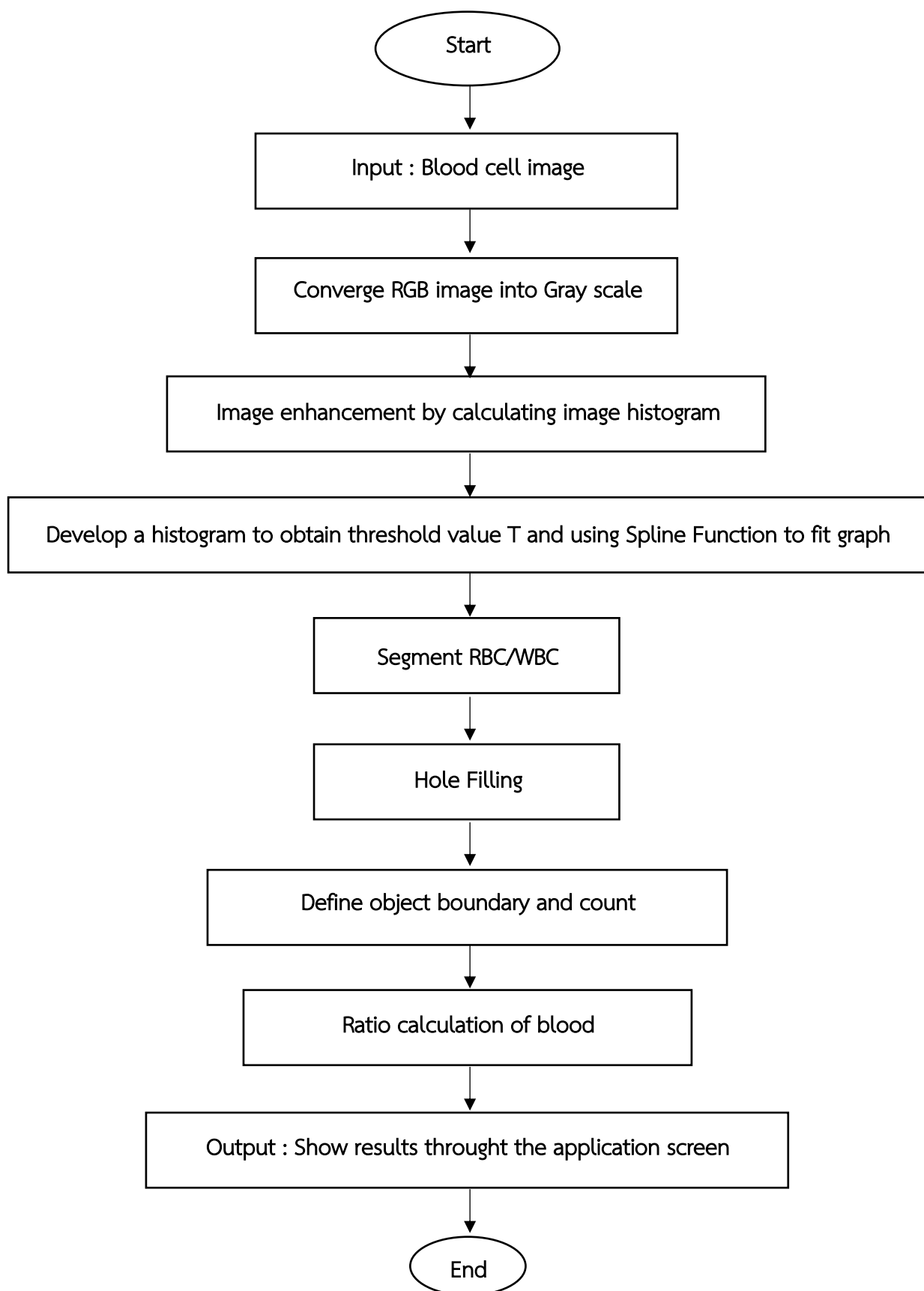
imhist : เป็นการเปลี่ยน ค่าสี Grey scale เป็น กราฟฮิสโตแกรม โดยแกน x เป็นค่าความ
 เข้มของสี ส่วนแกน y เป็นความถี่

imfill : เป็นการเติมให้เม็ดเลือดเต็ม โดยตัวฟังก์ชัน จะดูจากค่าสีรอบ pixel นั้น ๆ และดูว่า
 หากถูกล้อมรอบด้วยค่าสีที่ต่างกัน จะเปลี่ยนค่าสีนั้นให้เหมือนกับค่าสีรอบ ๆ

edge : ใช้ในการลบเส้น pixel ที่ไม่ต้องการ โดยใช้หลักการคล้าย imfill

imshow : ใช้ในการแสดงรูปภาพที่เราต้องการ

3. โครงสร้าง software



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมคือ ลำดับแรกต้องทำการใส่ภาพเม็ดเลือดที่ต้องการทดสอบ จากนั้นโปรแกรมจะทำการแปลงภาพที่เป็น RGB ให้กลายเป็นภาพ Grey scale แล้วโปรแกรมก็จะวิเคราะห์ค่าความเข้มสีของภาพ Gray scale ออกมารูปรูปของกราฟฮิสโตแกรม โดยค่าของฮิสโตแกรมจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-255 เปลี่ยนจาก Grey scale จากนั้นทำการแปลงกราฟฮิสโตแกรมให้มีความเรียบโดยใช้ Spline function หลังจากที่ได้กราฟที่มีความเรียบแล้ว ทำการหาค่าสูงสุดและต่ำสุดจากกราฟดังกล่าว ใช้ในการแบ่งช่วงสำหรับหาค่า Threshold เพื่อช่วยในการแปลงภาพ Gray scale เป็นภาพ Binary โดยมองจากช่วงค่าสีที่กำหนด แต่ภาพ binary ที่ได้ยังมีในส่วนของ noise อยู่ จึงใช้ฟังก์ชัน เข้ามาลบ noise ออก และหลังจากนั้นก็ทำการนับจำนวนเม็ดเลือดขาวและแดง หลังจากทำการแยกเม็ดเลือดเสร็จแล้วโปรแกรมจะทำการหาขอบภาพของเม็ดเลือดโดยใช้วิธีการของ Canny พร้อมทำการเปลี่ยนสีขอบของเม็ดเลือดให้เป็นสีแดง และแสดงผลภาพเป็นลำดับสุดท้าย

3.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้กับโปรแกรม

1. คอมพิวเตอร์ที่สามารถรันโปรแกรมได้

3.4 กลุ่มผู้ใช้งานโปรแกรม

หมอ พยาบาล นักวิจัย คนในแวดวงการแพทย์

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากโครงการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคโลหิตจางด้วยการประมวลผลภาพทางคณะผู้จัดทำได้ทำการทดลองโดยการแบ่งเป็น 2 ส่วนการทดลอง ได้แก่ 1) การทดลองโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่สังเคราะห์ขึ้นมา โดยใช้หลักการและลักษณะความเข้มของสีระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวให้มีความคล้ายคลึงกับเม็ดเลือดจริง 2) การทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดจริง ซึ่งการทดสอบโปรแกรม มีผลดังต่อไปนี้

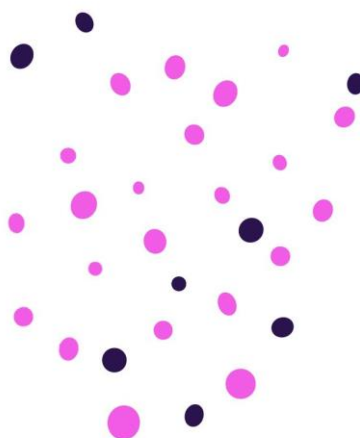
4.1 ผลการทดสอบโปรแกรม

1) การทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่สังเคราะห์

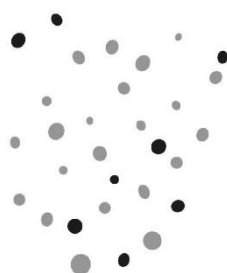
หลักการทำงานของโปรแกรม

รับภาพเซลล์เม็ดเลือด → เปลี่ยน RGB to Gray scale → โปรแกรมแสดงฮิสโตแกรมค่าสี → ใช้ฟังก์ชันปรับเคิร์ฟของฮิสโตแกรมให้เรียบ → กำหนดช่วงของค่าสี → โปรแกรมแสดงรูป Binary จากการกำหนดค่าช่วงสีแต่ยังมี noise → ใช้ฟังก์ชันเคลิเยร์ noise → ใช้ฟังก์ชันนับจำนวนเม็ดเลือด → ใช้ฟังก์ชัน Diff หาขอบของเม็ดเลือดขาว → เปลี่ยนขอบเป็นสีแดง → แสดงภาพ

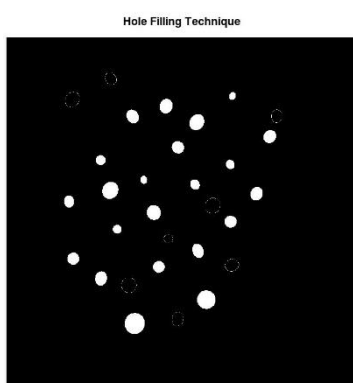
นับเซลล์เม็ดเลือดแดง



ภาพที่ 4.1 รูปต้นฉบับที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 4.2 โปรแกรมเปลี่ยนจาก RGB เป็น Grey scale

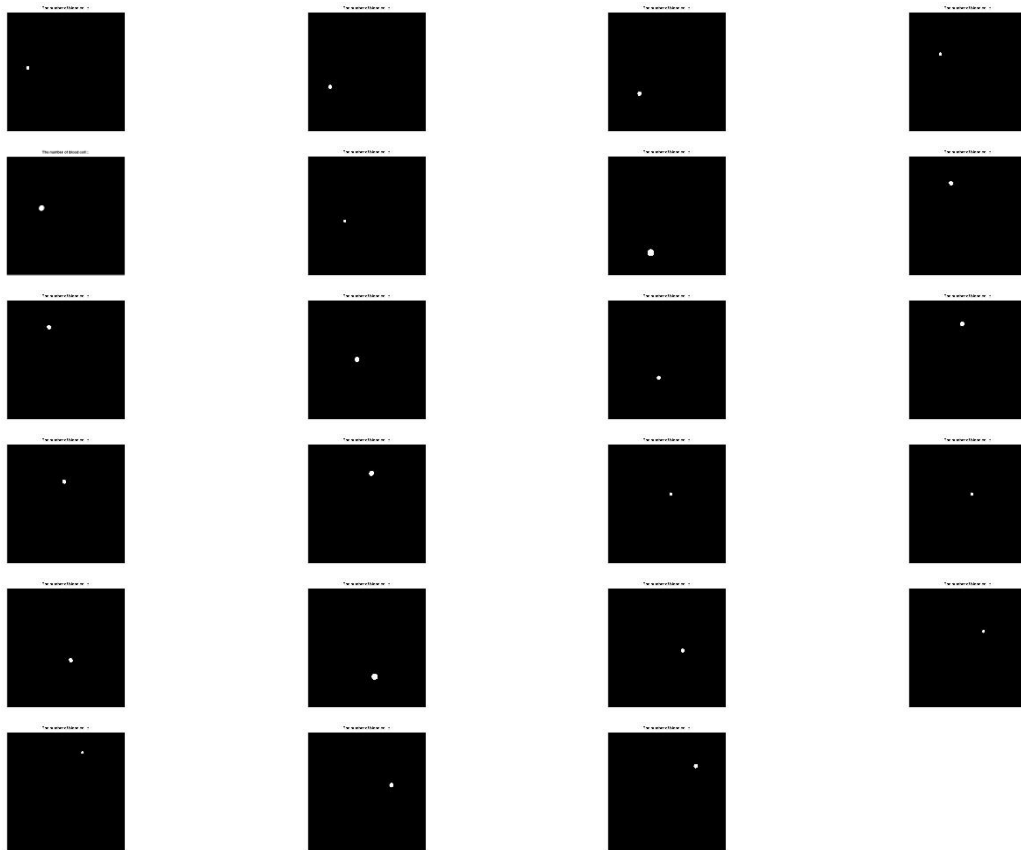


รูปที่ 4.3 โปรแกรมเปลี่ยนภาพ grey scale ให้เป็น binary

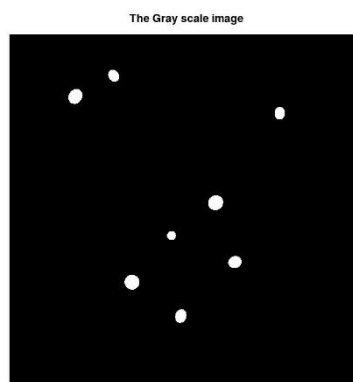


รูปที่ 4.4 ใช้วิธี Canny หาขอบของเม็ดเลือด และเปลี่ยนขอบของเม็ดเลือดให้เป็นสีแดง

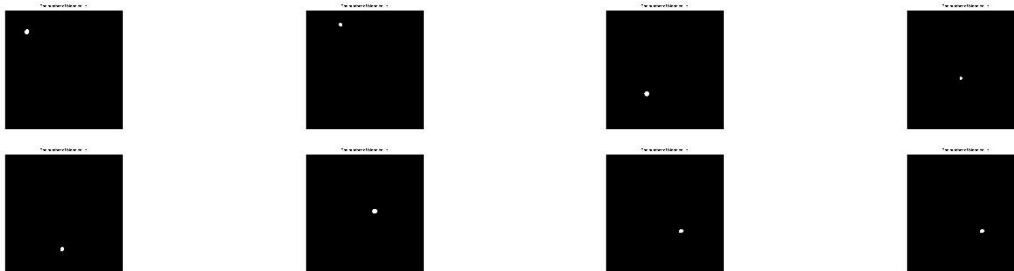
เม็ดเลือดขาวเป็นสีเขียว



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดแยกของโปรแกรมและการนับนับเซลล์เม็ดเลือดขาว



รูปที่ 4.6 แปลงจาก grey scale เป็น binary
(เม็ดเลือดขาว)



รูปที่ 4.7 แสดงการนับเม็ดเลือดขาว

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่ทำการสังเคราะห์ขึ้น
กรณีผู้ป่วยเป็นโรคลูคีเมีย

ภาพทดสอบ	จำนวนเม็ดเลือด			ผลการทดสอบของโปรแกรม ในการนับจำนวนเม็ดเลือด		ค่า อัตราส่วน	ร้อยละ ความ ถูกต้อง
	ทั้งหมด	ขาว	แดง	ขาว	แดง		
รูปที่ 1	30	8	22	8	22	4:11	100
รูปที่ 2	25	8	17	8	17	8:17	100
รูปที่ 3	34	10	24	7	21	1:3	80
รูปที่ 4	31	10	21	10	21	1:2	100
รูปที่ 5	29	7	22	7	22	1:4	100
รูปที่ 6	30	8	28	8	28	4:11	100
รูปที่ 7	40	9	31	9	31	1:4	100
รูปที่ 8	35	10	25	10	25	1:4	100
รูปที่ 9	25	5	20	5	20	1:4	100
รูปที่ 10	29	9	32	9	31	1:3	97
ค่าเฉลี่ย							97.77

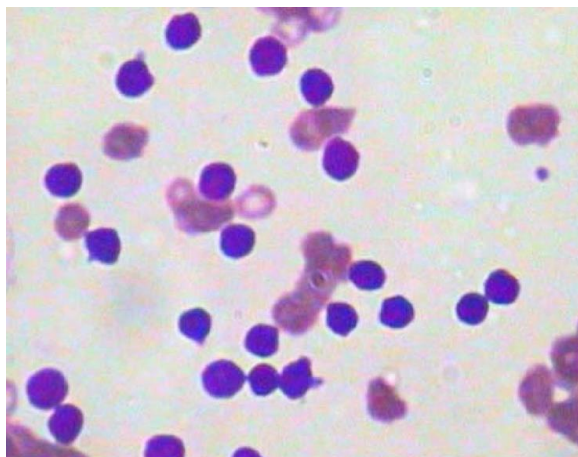
จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมสามารถทำการแยกระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวได้ดี โดยจากภาพทดสอบทั้งหมด 10 รูป มีความถูกต้องอยู่ที่ 97.77% การทำงานของโปรแกรมจะเกิดความผิดพลาดในการนับกรณีที่เม็ดมีการซ้อนทับกัน โดยในการทดลองนี้สมมติให้อัตราส่วน 1:5 คือเป็นคนที่มีความปกติ ส่วนอัตราส่วน 2:5 คือเม็ดเลือดที่เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่ทำการสังเคราะห์ขึ้น
กรณีผู้ป่วยไม่เป็นโรคลูคีเมีย

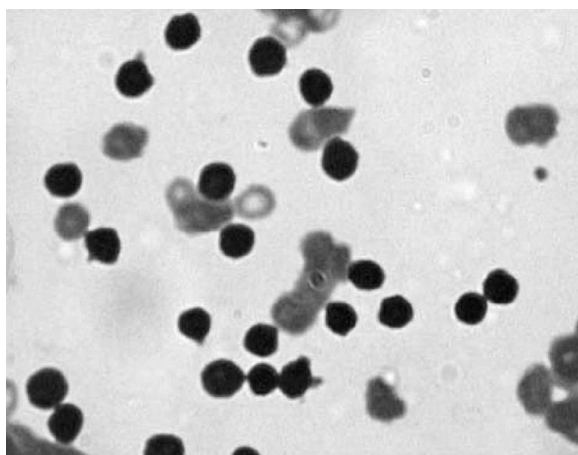
ภาพทดสอบ	จำนวนเม็ดเลือด			ผลการทดสอบของโปรแกรม ในการนับจำนวนเม็ดเลือด		ค่า อัตราส่วน	ร้อยละ ความ ถูกต้อง
	ทั้งหมด	ขาว	แดง	ขาว	แดง		
รูปที่ 1	27	3	24	3	24	1:8	100
รูปที่ 2	42	3	39	3	39	1:13	100
รูปที่ 3	53	4	49	4	48	1:12	98
รูปที่ 4	30	2	28	2	28	1:14	100
รูปที่ 5	36	4	32	3	32	1:11	75
รูปที่ 6	45	7	38	7	37	1:5	97
รูปที่ 7	51	6	45	6	45	1:7	100
รูปที่ 8	37	4	27	3	25	1:6	81
รูปที่ 9	26	2	24	2	24	1:12	100
รูปที่ 10	47	6	41	6	40	1:6	98
ค่าเฉลี่ย							94.9

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมสามารถทำการแยกระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวได้ดี โดยจากภาพทดสอบทั้งหมด 10 รูป มีความถูกต้องอยู่ที่ 94.9% การทำงานของโปรแกรมายังคงเกิดความผิดพลาดในการนับกรณีที่เม็ดมีการซ้อนทับกัน โดยในการทดลองนี้สมมติให้อัตราส่วน 1:5 คือเป็นคนที่มีความปกติ ส่วนอัตราส่วน 2:5 คือเม็ดเลือดที่เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว

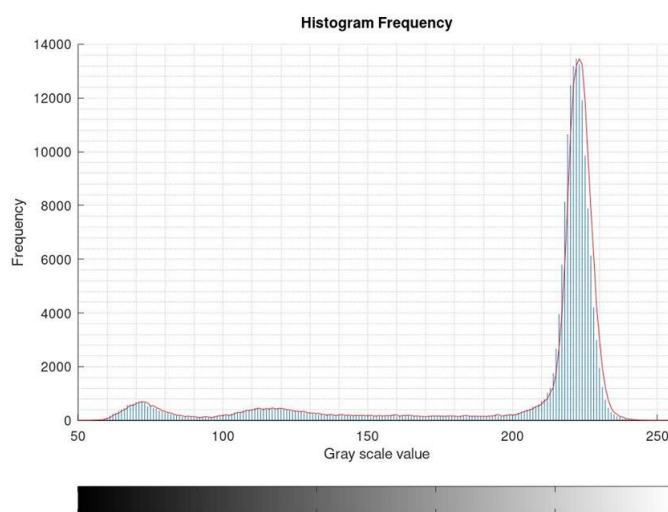
2) การทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดจริง



รูปที่ 4.1 โปรแกรมรับภาพที่จะตรวจสอบเข้ามา

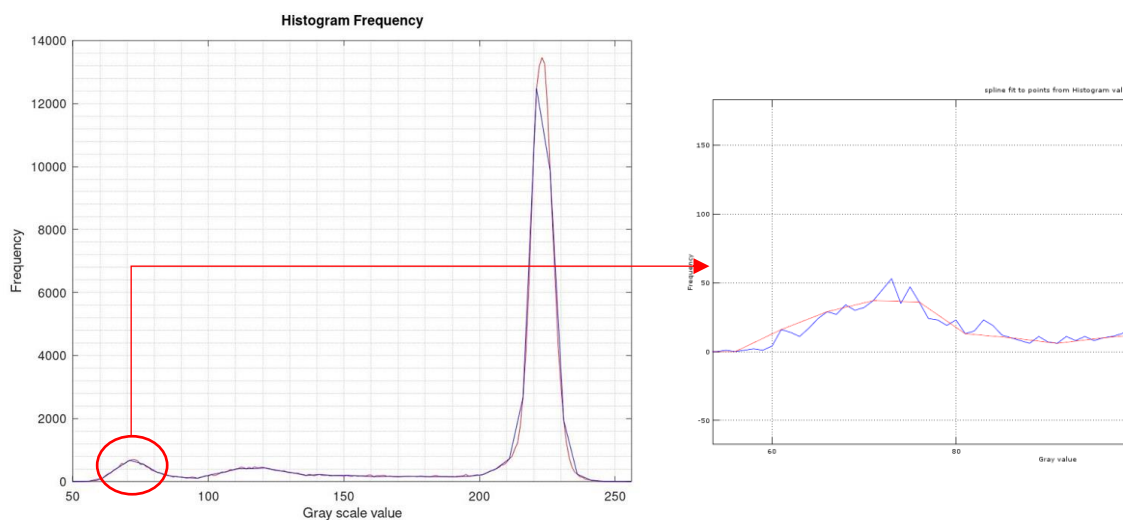


รูปที่ 4.2 เปลี่ยนจาก RGB ให้เป็น Grey scale

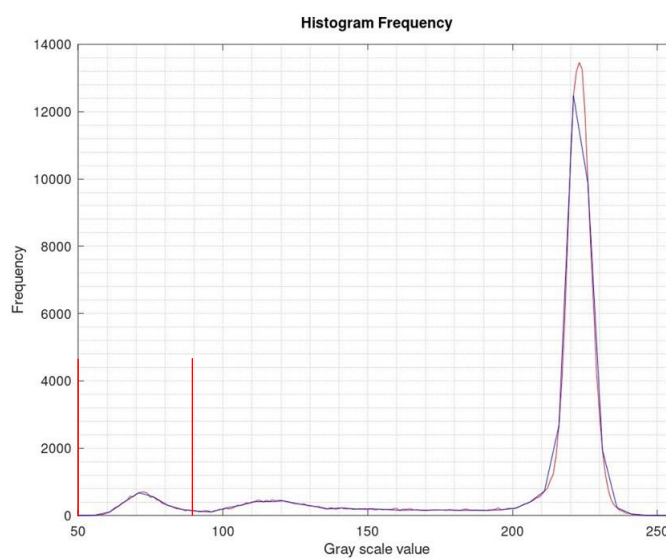


รูปที่ 4.3 ฮิสโตแกรมแสดงค่าสีของ Grey scale

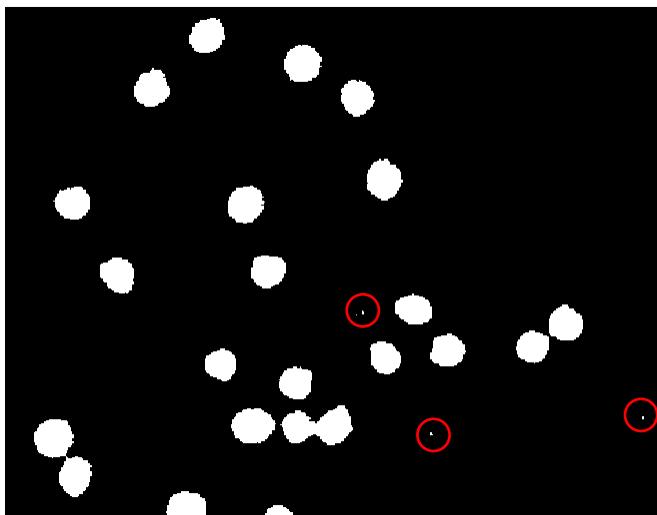
โดยที่แกน x เป็นค่าความเข้มของสี ส่วนแกน y เป็นค่าความถี่



รูปที่ 4.4 ใช้ Spline function สำหรับปรับกราฟจากฮิสโตแกรมเพื่อให้กราฟมีความเรียบมากขึ้น จากนั้นพิจารณาจุดสูงสุดและต่ำสุดของกราฟ



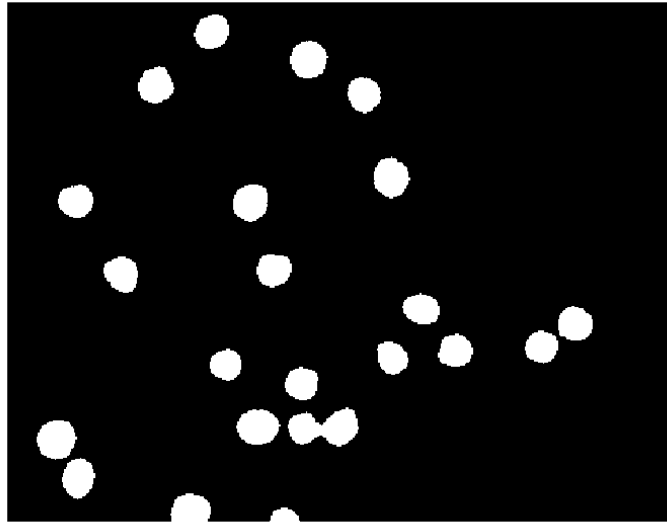
รูปที่ 4.5 กำหนดช่วงสี เพื่อจะเปลี่ยนจากภาพ Grey scale ให้เป็น Binary



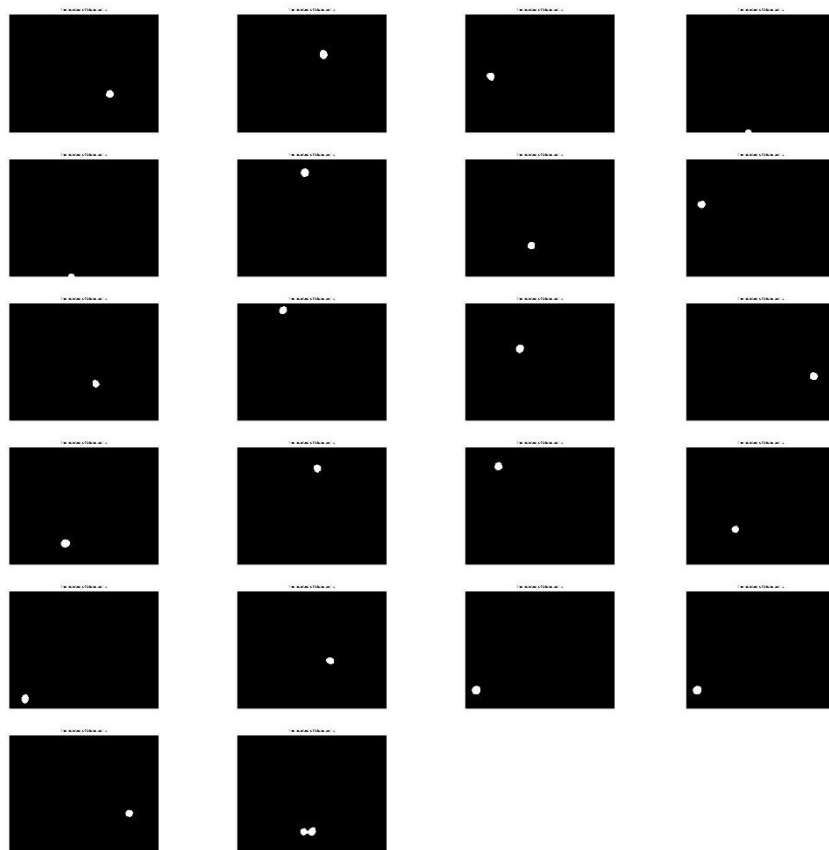
รูปที่ 4.6 แสดงภาพ Binary แต่ยังคงมี noise



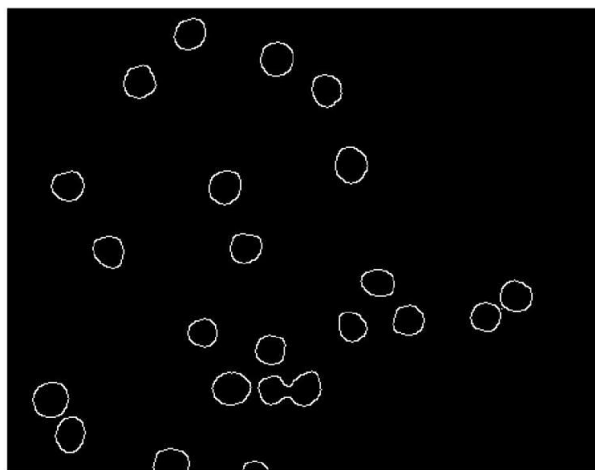
รูปที่ 4.7 ใช้ฟังก์ชันลบ noise



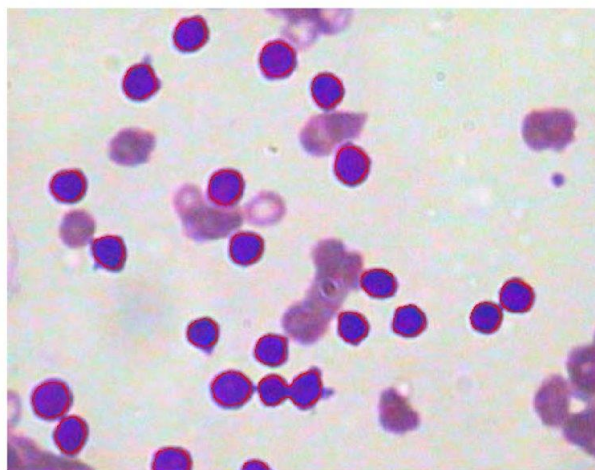
รูปที่ 4.8 ใช้ฟังก์ชันนับจำนวนเม็ดเลือด



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการนับจำนวนเม็ดเลือด



รูปที่ 4.10 เติมขอบของเม็ดเลือดด้วยฟังก์ชัน แล้วเติมสีแดงลงไป



รูปที่ 4.11 แสดงภาพผลลัพธ์ ที่เติมขอบเป็นสีแดงแล้วเรียบร้อย

จากการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อเราใช้ภาพเม็ดเลือดจริง สามารถนับเม็ดเลือดขาวได้ แต่มีข้อจำกัด เช่นเดียวกับการใช้ภาพเม็ดเลือดสังเคราะห์ คือ ถ้าภาพเม็ดเลือดนั้น มีเม็ดเลือดที่ซ้อนทับกัน โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดในการนับ

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผล และอภิปราย

จากการทดลองของคณะผู้จัดทำทั้ง 2 ส่วน คือ ส่วนของการทดลองโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่สังเคราะห์ขึ้นมา โดยผลการทดลองการทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่ทำการสังเคราะห์ขึ้นกรณีผู้ป่วยเป็นโรคโลหิตจางสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมสามารถทำการแยกแยะระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวได้ดี โดยจากภาพทดสอบทั้งหมด 10 รูป มีความถูกต้องอยู่ที่ 97.77% การทำงานของโปรแกรมจะเกิดความผิดพลาดในการนับกรณีที่เม็ดมีการซ้อนทับกัน โดยในการทดลองนี้สมมติให้อัตราส่วน 1:5 คือเป็นคนที่มีความปกติ ส่วนอัตราส่วน 2:5 คือเม็ดเลือดที่เป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว และผลการทดลองการทดสอบโปรแกรมจากเม็ดเลือดที่ทำการสังเคราะห์ขึ้น กรณีผู้ป่วยไม่เป็นโรคโลหิตจาง โดยจากภาพทดสอบทั้งหมด 10 รูป มีความถูกต้องอยู่ที่ 94.9% และส่วนของการทดลองโปรแกรมจากเม็ดเลือดจริง โปรแกรมสามารถนับเม็ดเลือดขาวได้ แต่มีข้อจำกัดเช่นเดียวกับการใช้ภาพเม็ดเลือดสังเคราะห์ คือ ถ้าภาพเม็ดเลือดนั้น มีเม็ดเลือดที่ซ้อนทับกันโปรแกรมจะเกิดข้อผิดพลาดในการนับ ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากการใช้โปรแกรมนี้นั้น ไม่ใช่ผลการทดลองที่ถูกต้องทั้งหมด และจะต้องอาศัยความรู้ของผู้ใช้งานประกอบด้วย

5.2 ปัญหา และอุปสรรค

ในขั้นตอนแรกของโปรแกรม มีปัญหาที่รูปภาพที่ input เข้ามาเนื่องจากเม็ดเลือดซ้อนกัน ทำให้โปรแกรมคำนวณพลาด จึงต้องหา data set ใหม่ ซึ่งใช้เวลานาน และ ในแต่ละ data set อาจจะใช้ RGB หรือ HSV ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของ data set นั้น ๆ หลังจากที่ได้แยก data set แล้ว ยังคงมีปัญหามีเม็ดของเม็ดเลือด ยังมีสีที่เราไม่ต้องการอยู่ภายใน จึงแก้ปัญหาด้วยฟังก์ชัน imfill ซึ่งสามารถแก้ปัญหาเรื่อง noise ได้อีกด้วย แต่ imfill ยังไม่สามารถเคลียร์ได้ทั้งหมด จึงต้องใช้ฟังก์ชัน strel เข้ามาช่วย เพื่อให้ได้ภาพที่สมบูรณ์มากที่สุด

นอกจากปัญหาของรูปภาพแล้ว ยังมีปัญหาของกราฟฮิสโตแกรม คือกราฟไม่ smooth ทำให้หาช่วงของ histogram เพื่อทำการเปลี่ยนสียาก ปัญหานี้ทางคณะผู้จัดทำจึงใช้ฟังก์ชัน spline เพื่อทำให้กราฟ smooth และหาช่วงสีในการเปลี่ยนง่ายขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. ทางคณะผู้จัดทำต้องการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถใช้กับ data set ที่ซับซ้อนขึ้น
2. พัฒนาให้โปรแกรมสามารถหาช่วงของค่าสีได้เอง โดยแค่ input รูปภาพเข้าไป
3. พัฒนาหน้าโปรแกรมให้ใช้และเข้าถึงง่ายมากขึ้น เพื่อตอบสนองกลุ่มผู้ใช้ที่มากขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] DALLET, Corentin; KAREEM, Saumya; KALE, Izzet. Real time blood image processing application for malaria diagnosis using mobile phones. In: 2014 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). IEEE, 2014. p. 2405-2408.
- [2] AIMI SALIH AH, Abdul Nasir, et al. Application of thresholding technique in determining ratio of blood cells for Leukemia detection. 2009.
- [3] VAGHELA, Himali P., et al. Leukemia detection using digital image processing techniques. Leukemia, 2015, 10.1: 43-51.
- [4] SOMASUNDARAM, K.; KALAISELVI, T. A method for filling holes in objects of medical images using region labeling and run length encoding schemes. In: National conference on image processing (NCIMP). 2010. p. 110-115.
- [5]. ศ.นพ.อิศรางค์ นุชประยูร. นานาชาติชื่นชมไทยดูแลมะเร็งด้วยประสิทธิภาพสูงสุดของโลก. <https://www.hfocus.org/content/2019/04/17116>. (15 กันยายน 2562)
- [6] IMAGE SCIENCE.ORG. <https://imagescience.org/images/>. (18 กันยายน 2562)
- [7] Octave Forge. (online). Function. shorturl.at/efhvy. (4 มกราคม 63)
- [8] MathWorks. (online). imfill. shorturl.at/ajlC1. (5 มกราคม 63)
- [9] Octave Forge. (online). spline. shorturl.at/afiuK. (19 ธันวาคม 62)
- [10] Octave Forge. (online). strel. shorturl.at/jHNX0. (27 ธันวาคม 62)
- [11] Octave Forge. (online). imhist. shorturl.at/buHKO. (17 มกราคม 63)

สถานที่ติดต่อ

นายบิลาล สุลัยมาน (หัวหน้าโครงการ)

โทรศัพท์ : 091-9254551

อีเมล : bilalsu2546@gmail.com

นายมะรุสดี ยูโซ๊ะ (อาจารย์ที่ปรึกษา)

โทรศัพท์ : 090-9977397

อีเมลล์ : madrusfee@gmail.com หรือ marusdee.y@psu.ac.th

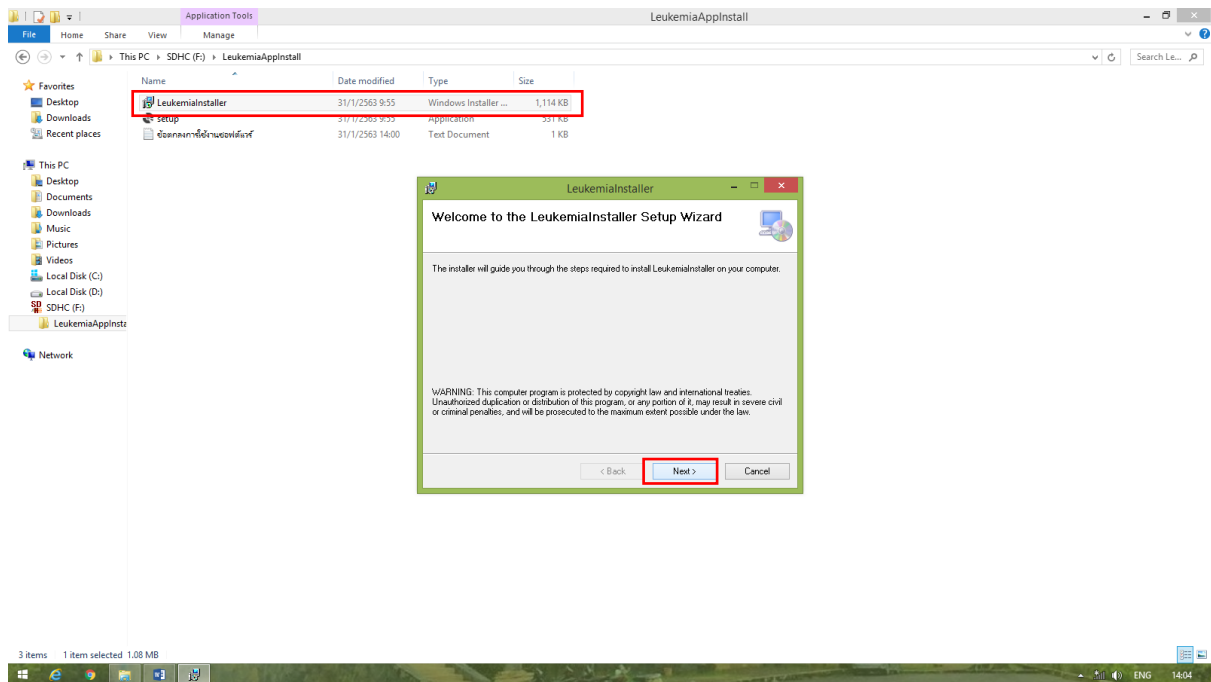
181 หมู่ 6 โรงเรียนสาธิตอิสลามศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตำบลรูสะมิแล

อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000

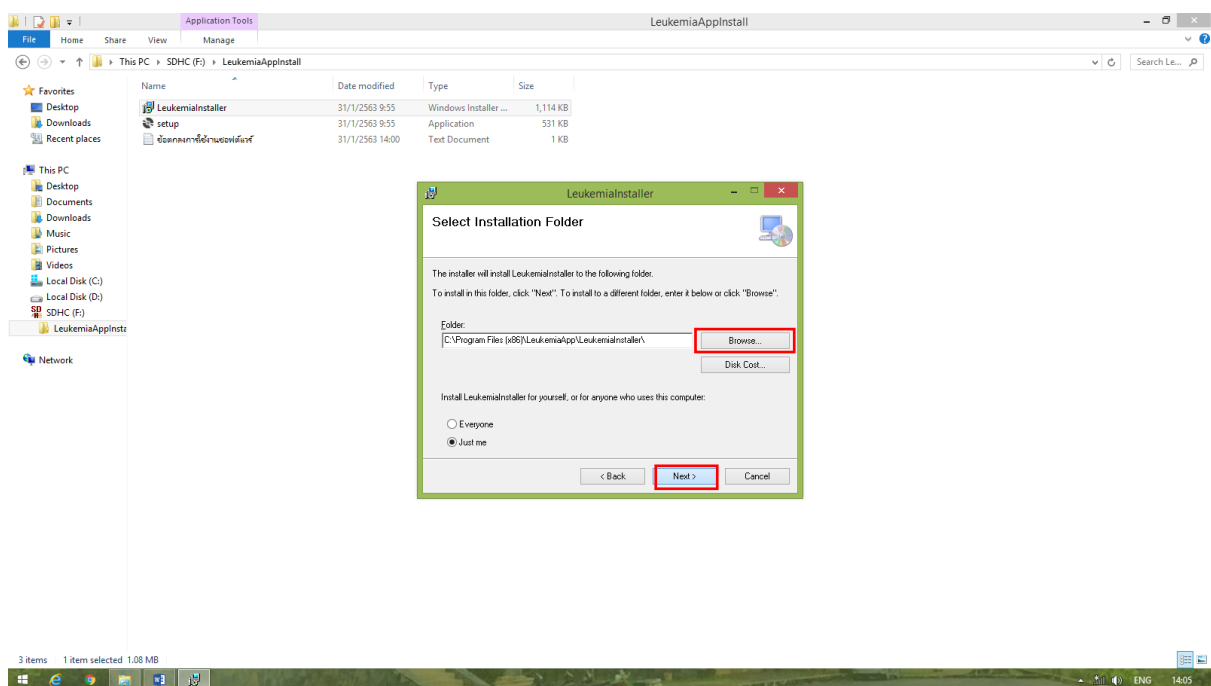
ภาคผนวก

คู่มือการติดตั้ง

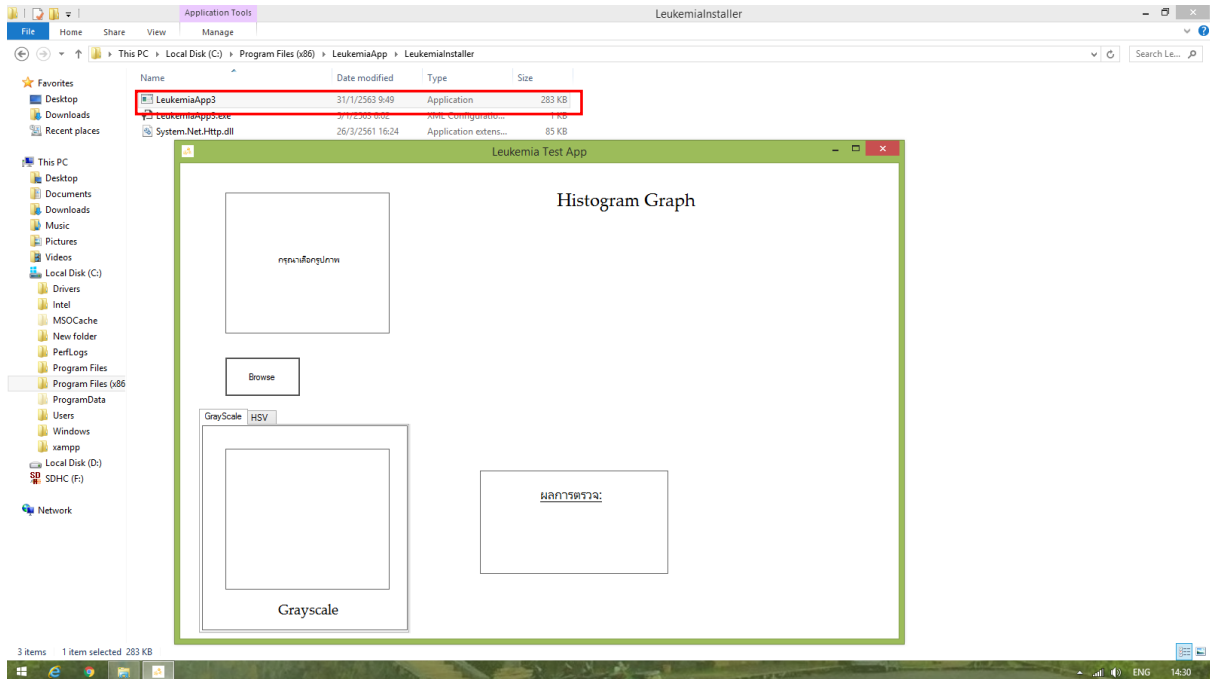
1.เมื่อได้รับไฟล์แล้ว จะทำการติดตั้งโปรแกรม โดยการคลิกไฟล์ชื่อ LeukemiaInstaller จากนั้นคลิก Next



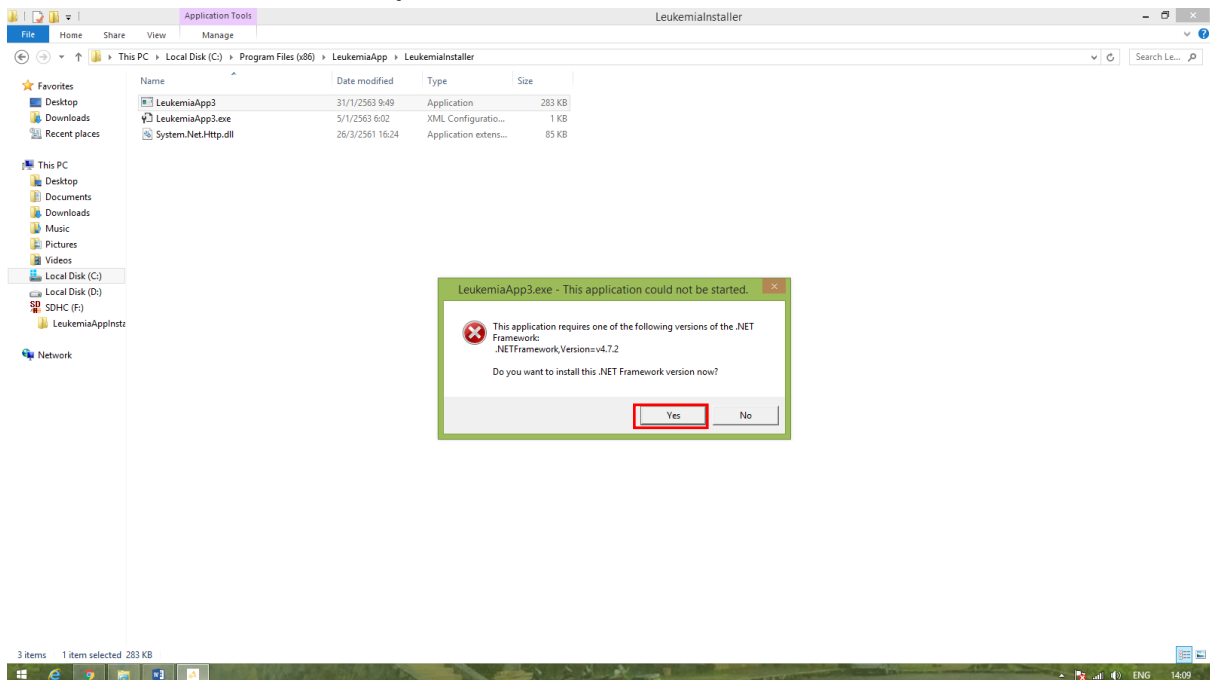
2.เลือกตำแหน่งของไฟล์ที่เราต้องการเก็บไว้ โดยคลิก Browse... เมื่อเลือกแล้วจากนั้นคลิก Next



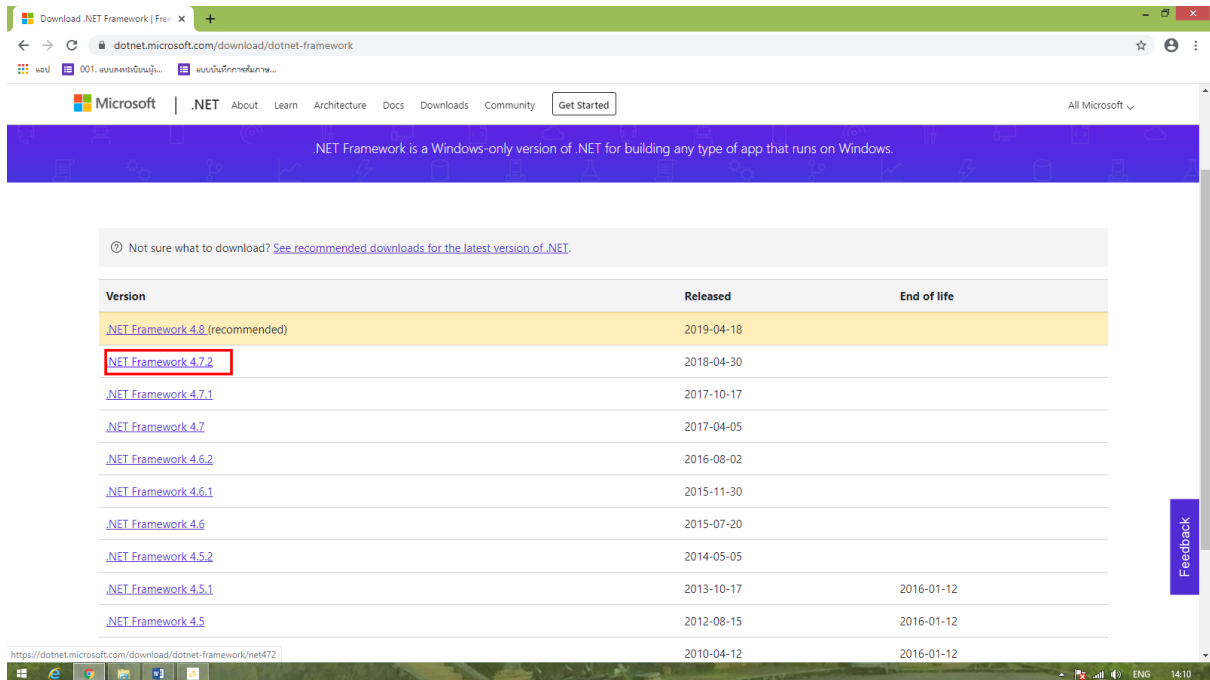
3.ถ้าหากว่าในเครื่องคอมพิวเตอร์ มี .NET Framework 4.7.2 ก็จะสามารถเปิดโปรแกรมได้เลย โดยคลิก LeukemiaApp3



4.ถ้าหากว่าไม่มี จะมีหน้าต่างแจ้งเตือนให้เราติดตั้ง .NET Framework 4.7.2 คลิก Yes หากว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอยู่ จะแสดงหน้าเว็บของ Microsoft เพื่อดาวน์โหลด



5.เลือก .NET Framework 4.7.2



Download .NET Framework | Free: x

dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework

Microsoft | .NET About Learn Architecture Docs Downloads Community Get Started All Microsoft v

NET Framework is a Windows-only version of .NET for building any type of app that runs on Windows.

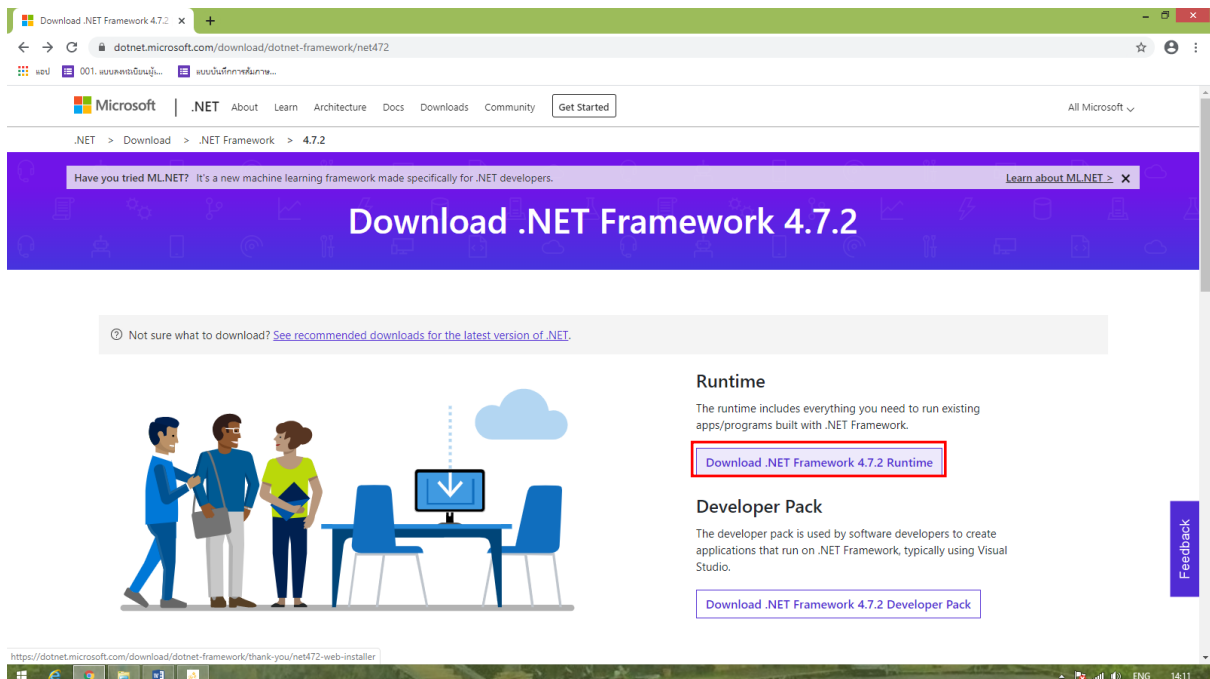
Not sure what to download? [See recommended downloads for the latest version of .NET.](#)

Version	Released	End of life
.NET Framework 4.8 (recommended)	2019-04-18	
.NET Framework 4.7.2	2018-04-30	
.NET Framework 4.7.1	2017-10-17	
.NET Framework 4.7	2017-04-05	
.NET Framework 4.6.2	2016-08-02	
.NET Framework 4.6.1	2015-11-30	
.NET Framework 4.6	2015-07-20	
.NET Framework 4.5.2	2014-05-05	
.NET Framework 4.5.1	2013-10-17	2016-01-12
.NET Framework 4.5	2012-08-15	2016-01-12
	2010-04-12	2016-01-12

Feedback

https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/net472

6.คลิก Download .NET Framework 4.7.2 Runtime



Download .NET Framework 4.7.2

dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/net472

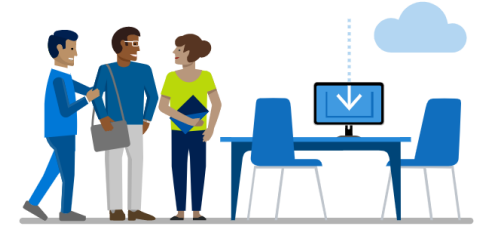
Microsoft | .NET About Learn Architecture Docs Downloads Community Get Started All Microsoft v

.NET > Download > .NET Framework > 4.7.2

Have you tried ML.NET? It's a new machine learning framework made specifically for .NET developers. [Learn about ML.NET >](#)

Download .NET Framework 4.7.2

Not sure what to download? [See recommended downloads for the latest version of .NET.](#)



Runtime

The runtime includes everything you need to run existing apps/programs built with .NET Framework.

[Download .NET Framework 4.7.2 Runtime](#)

Developer Pack

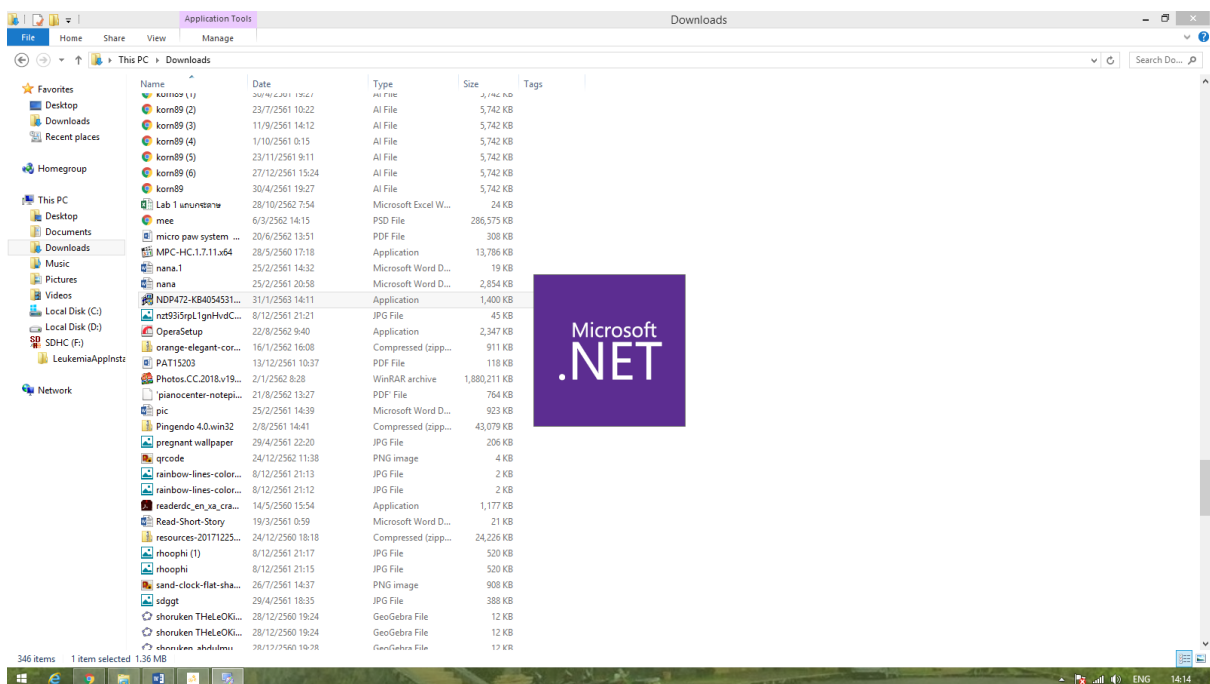
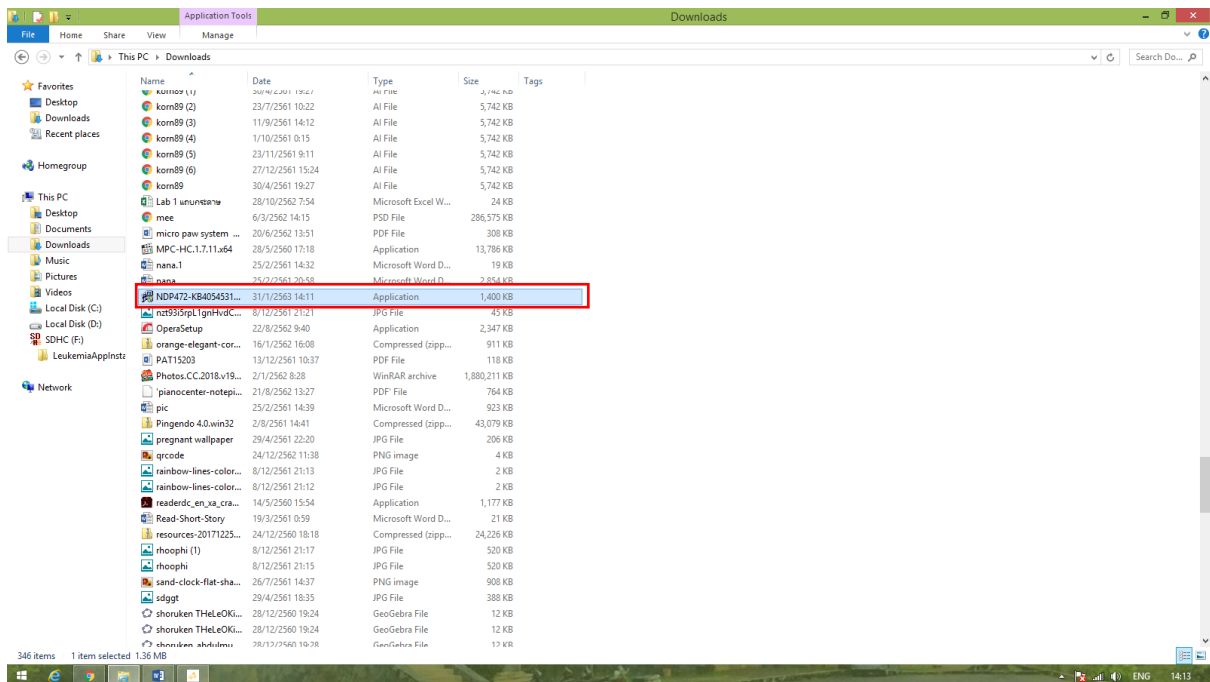
The developer pack is used by software developers to create applications that run on .NET Framework, typically using Visual Studio.

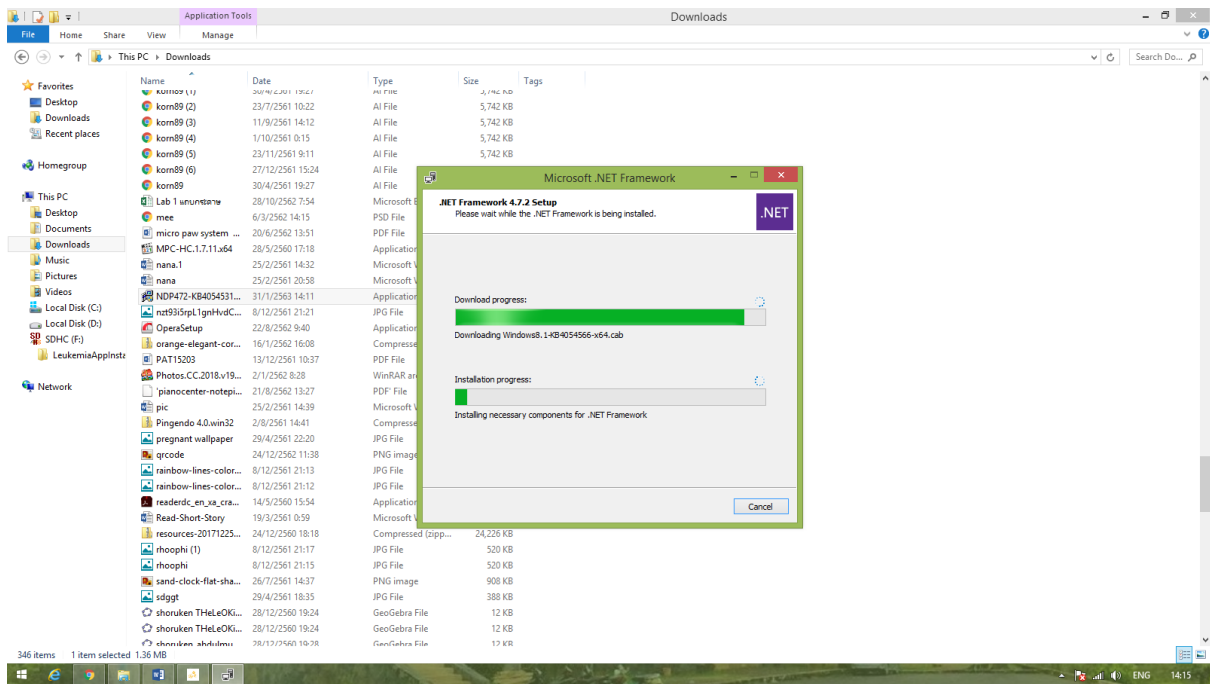
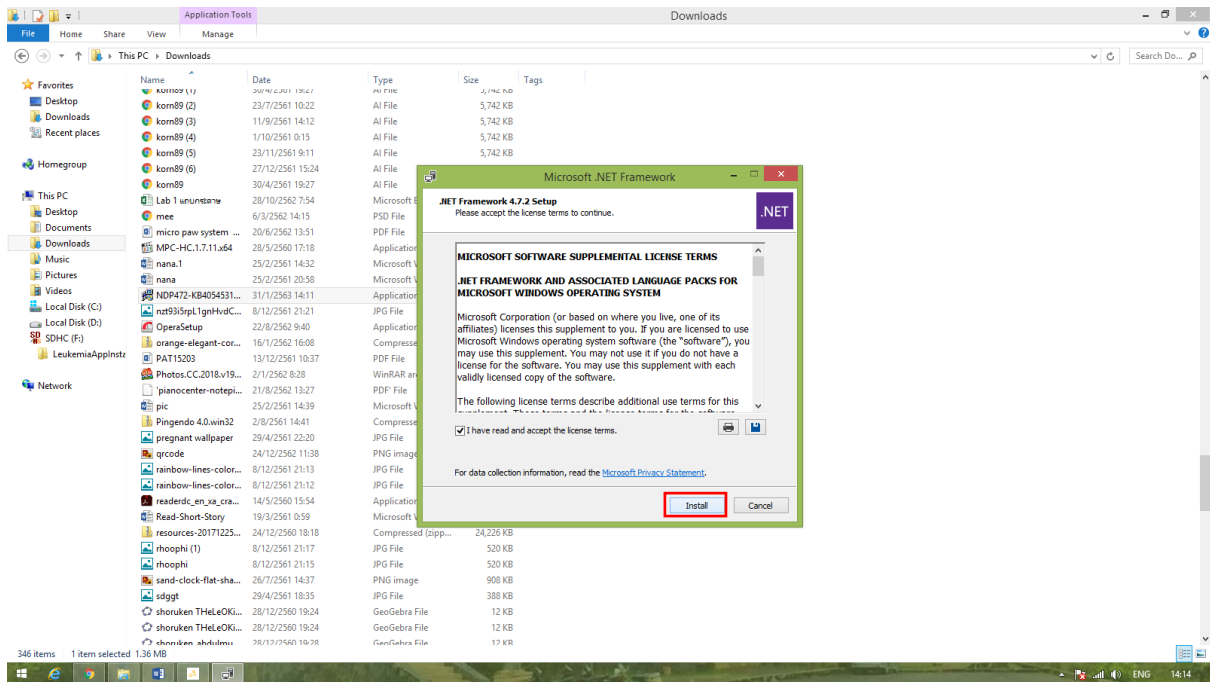
[Download .NET Framework 4.7.2 Developer Pack](#)

Feedback

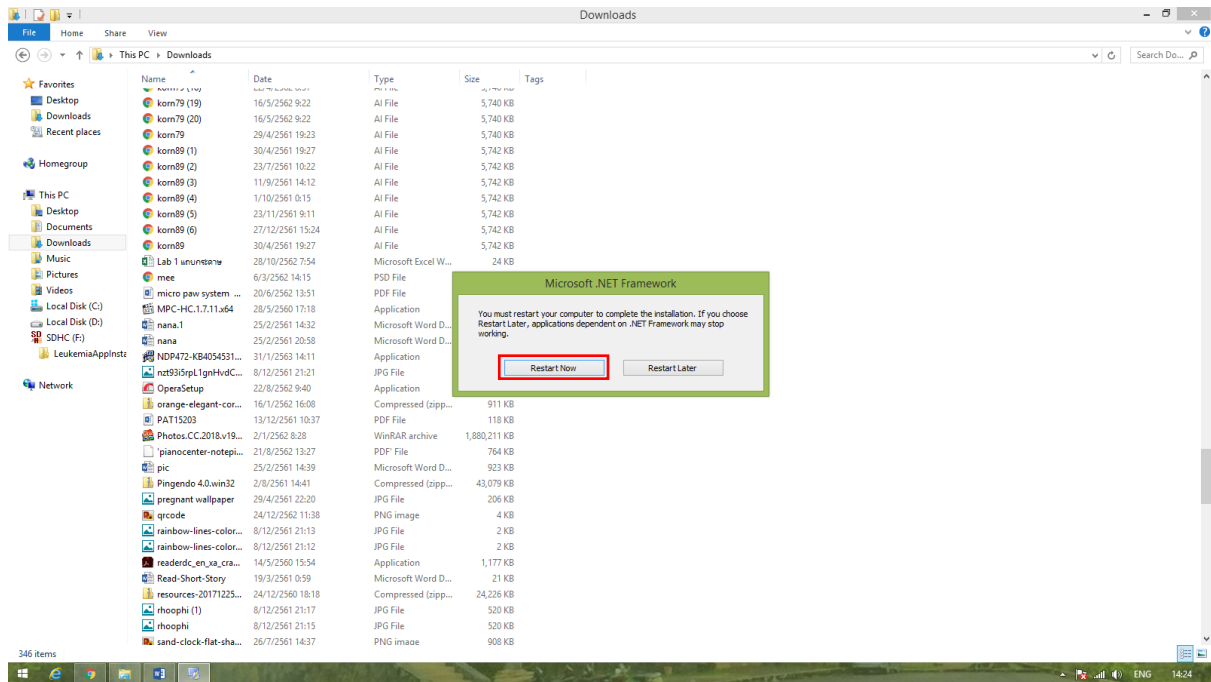
https://dotnet.microsoft.com/download/dotnet-framework/thank-you/net472-web-installer

7. ติดตั้ง .NET Framework 4.7.2

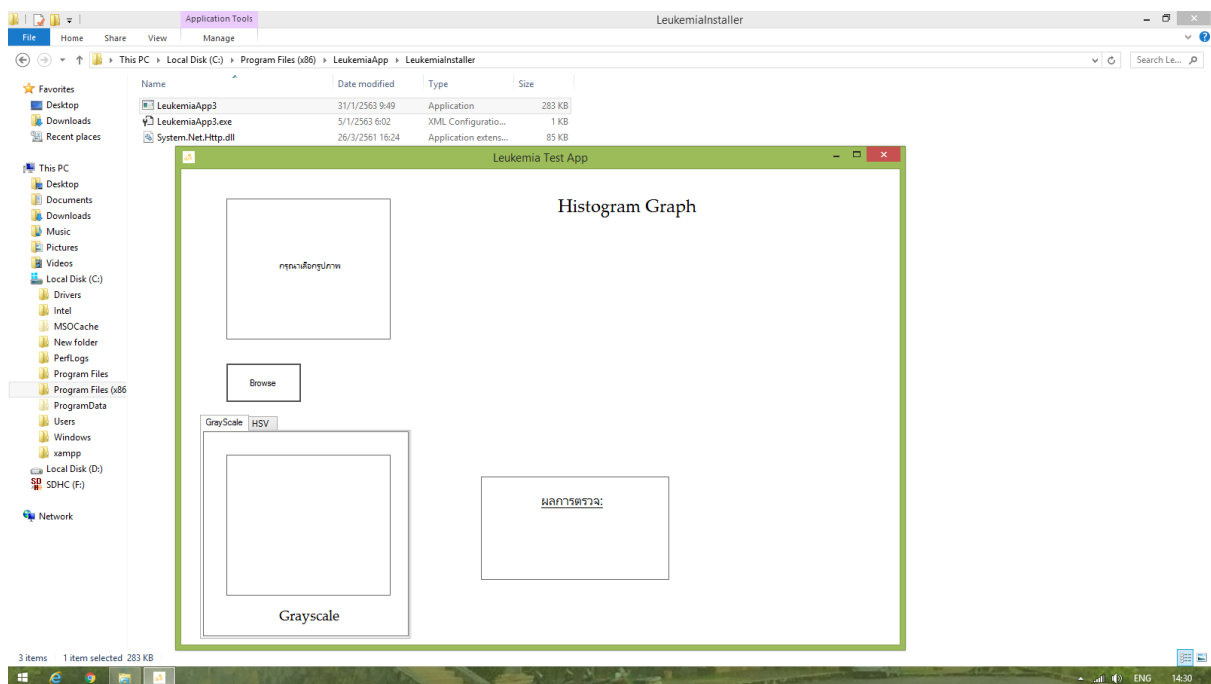




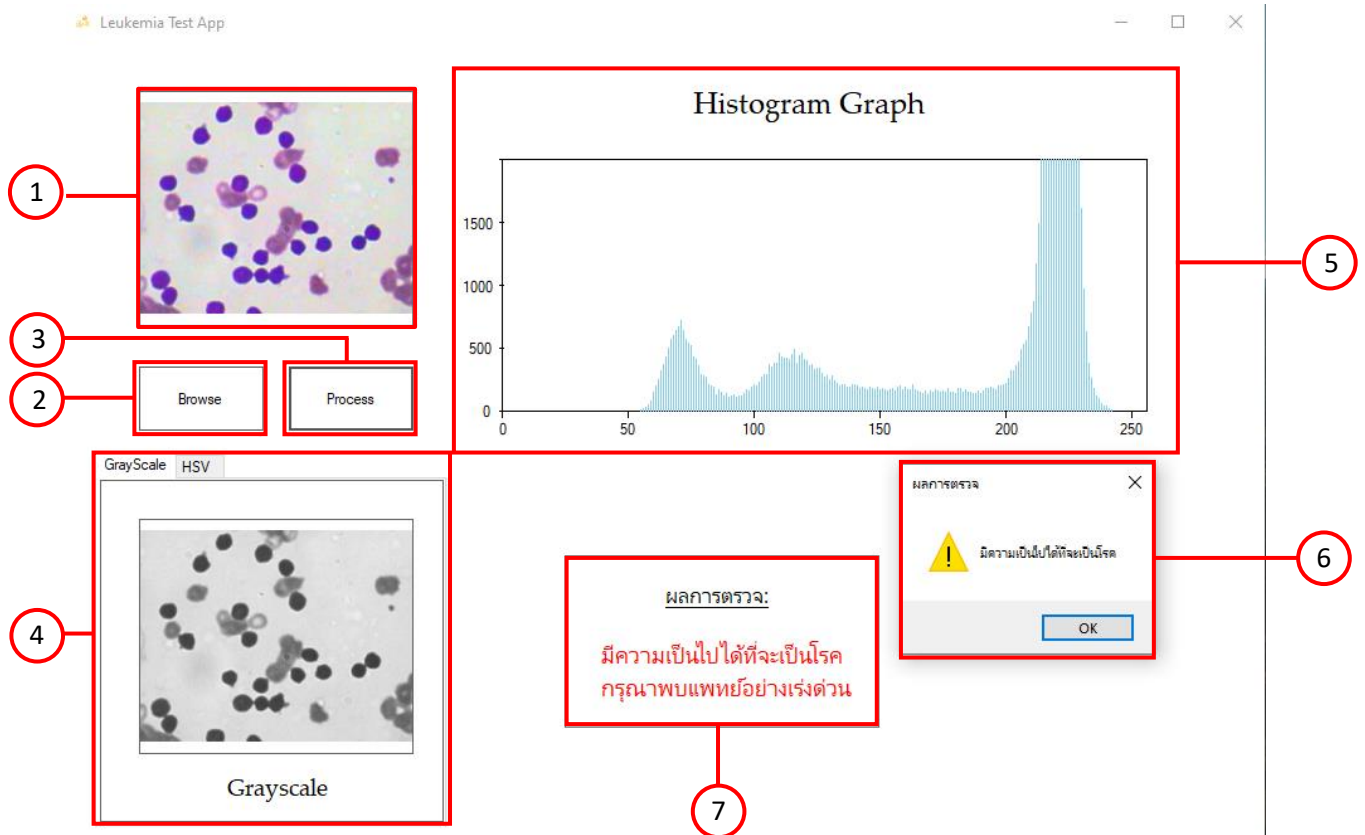
8.เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว จะขึ้นหน้าต่างแจ้งเตือนให้เรา Restart เครื่องคอมพิวเตอร์ของเรา เพื่อเป็นการติดตั้งให้เสร็จสมบูรณ์



9.เมื่อติดตั้งครบทั้งตัวโปรแกรมและ .NET Framework แล้ว ก็สามารถเริ่มใช้โปรแกรมได้ทันที



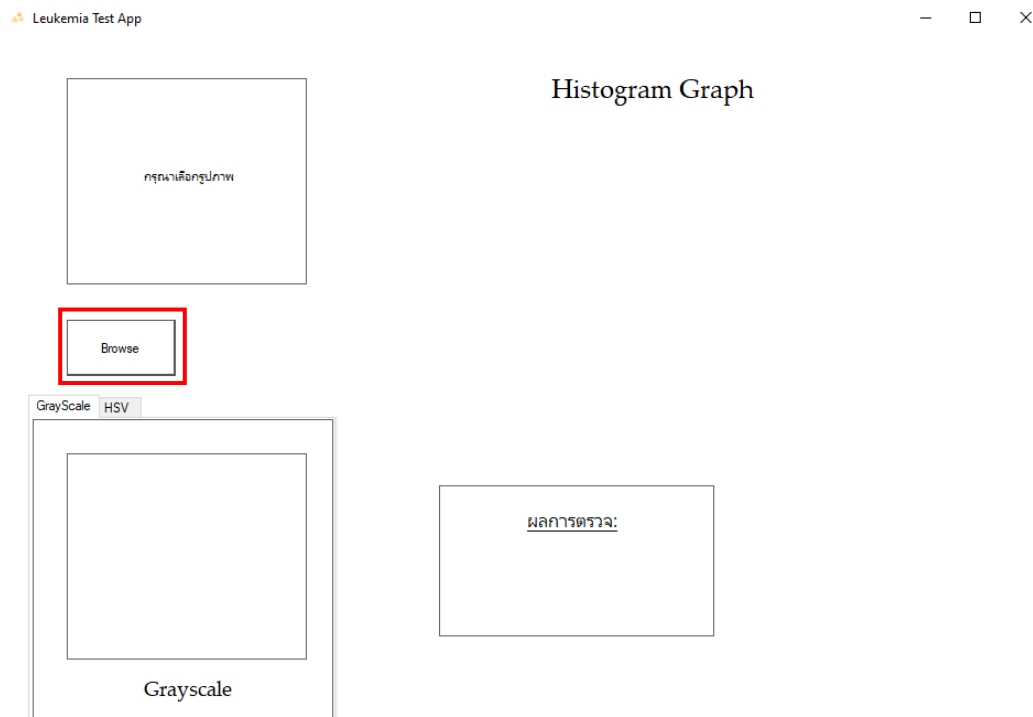
ส่วนประกอบของโปรแกรม



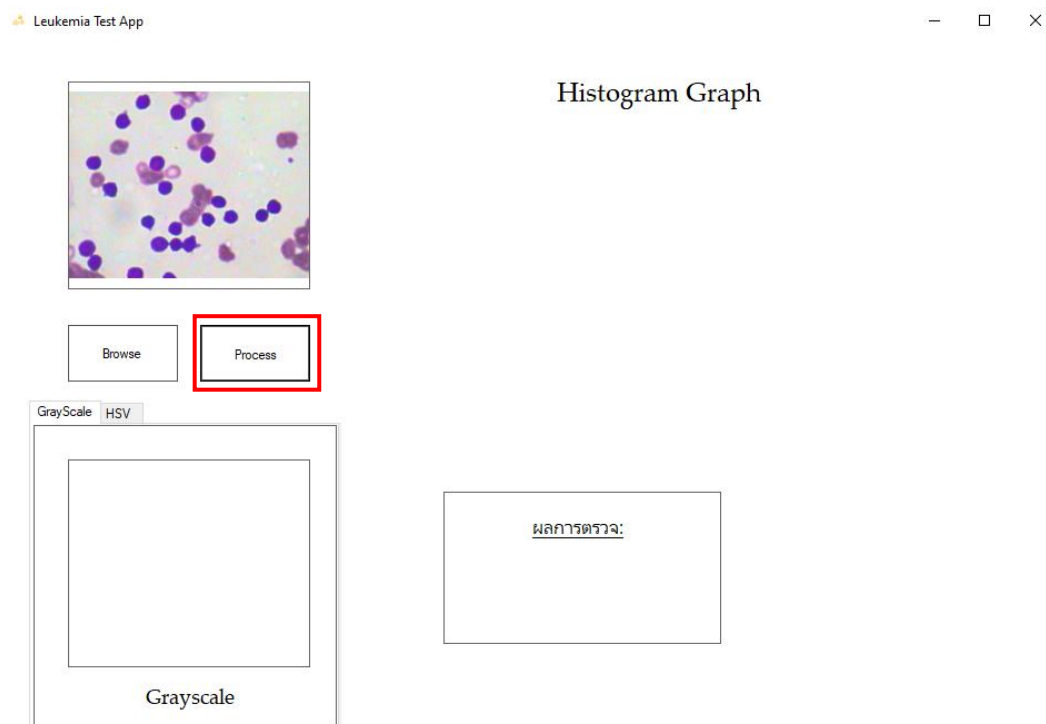
1. PictureBox แสดงภาพที่ผู้ใช้ต้องการที่จะตรวจสอบ
2. Button ใช้เลือกรูปที่ต้องการตรวจสอบจากอุปกรณ์
3. Button ใช้ประมวลผล แสดงภาพที่แปลงเป็นGray scale ภาพที่แปลงเป็นHSV ผลการตรวจและกราฟฮิสโตแกรม
4. TabControl ใช้แสดงภาพที่แปลงเป็น Gray scale และ ภาพที่แปลงเป็น HSV โดยจะมีแถบข้างบนเพื่อเลือกแสดงภาพ Gray scale หรือ HSV
5. Histogram Graph ใช้แสดงจำนวนพิกเซลของภาพที่แปลงเป็น Gray scale
6. MessageBox ใช้แสดงผลการทดสอบในลักษณะของหน้าต่างแจ้งเตือน
7. TextBox ใช้แสดงผลการทดสอบในลักษณะของข้อความ

คู่มือการใช้งาน

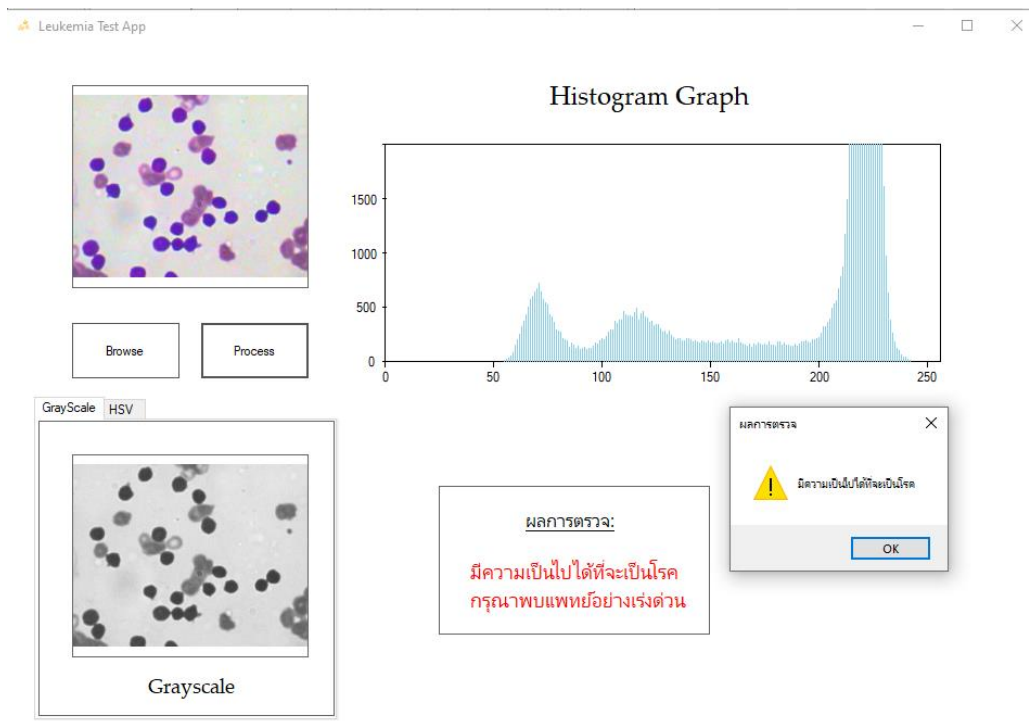
1. เริ่มต้นใช้งานโดยการเปิดโปรแกรมที่ติดตั้งเสร็จแล้ว เมื่อเข้าสู่จะพบกับปุ่ม Browse กดเพื่อระบุภาพที่ต้องการที่จะตรวจสอบ จากนั้นเลือกภาพที่ต้องการ



2.คลิกปุ่ม Process เพื่อทำการประมวลผล



3.โปรแกรมจะแสดงภาพที่แปลงเป็น Gray scale ภาพที่แปลงเป็น HSV ฮิสโตแกรมของภาพ และผลการตรวจสอบ



ข้อตกลงในการใช้ software

ซอฟต์แวร์นี้เป็นผลงานที่พัฒนาขึ้นโดย นายบิลาล สุลaimาน นายเนอฟาล สาและ นายอติกันต์ พยุงทอง จาก โรงเรียนสาธิตอิสลามศึกษา ภายใต้การดูแลของ นายมารูสดี ยูโซ๊ะ ภายใต้โครงการ การพัฒนา แอปพลิเคชันเพื่อการตรวจหาโรคโลหิตจางในเลือดด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งสนับสนุนโดย สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนและนักศึกษาได้เรียนรู้และฝึก ทักษะในการพัฒนา ซอฟต์แวร์ ลิขสิทธิ์ของซอฟต์แวร์นี้จึงเป็นของผู้พัฒนา ซึ่งผู้พัฒนาได้อนุญาตให้สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งชาติ เผยแพร่ซอฟต์แวร์นี้ตาม "ต้นฉบับ" โดยไม่มีการแก้ไขดัดแปลง ใดๆ ทั้งสิ้น ให้แก่บุคคลทั่วไปได้ ใช้เพื่อประโยชน์ส่วนบุคคลหรือประโยชน์ทางการศึกษาที่ไม่มีวัตถุประสงค์ใน เชิงพาณิชย์ โดยไม่คิดค่าตอบแทนการใช้ซอฟต์แวร์ ดังนั้น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ชาติ จึงไม่มีหน้าที่ในการดูแล บำรุงรักษา จัดการอบรมการใช้งาน หรือพัฒนาประสิทธิภาพซอฟต์แวร์ รวมทั้ง ไม่รับรองความถูกต้องหรือประสิทธิภาพการ ทำงานของซอฟต์แวร์ ตลอดจนไม่รับประกันความเสียหายต่างๆ อันเกิดจากการใช้ซอฟต์แวร์นี้ทั้งสิ้น

License Agreement

This software is a work developed by Mr.Bilal Sulaiman Mr.Naofal Salaeh Mr.Atikan Payungthong from Islamic Studies Demonstration School under the provision of Mr.Marusdee Yusoh under Application Development for Leukemia Detection using Image Processing, which has been supported by the National Science and Technology Development Agency (NSTDA), in order to encourage pupils and students to learn and practice their skills in developing software. Therefore, the intellectual property of this software shall belong to the developer and the developer gives NSTDA a permission to distribute this software as an "as is " and non-modified software for a temporary and non-exclusive use without remuneration to anyone for his or her own purpose or academic purpose, which are not commercial purposes. In this connection, NSTDA shall not be responsible to the user for taking care, maintaining, training or developing the efficiency of this software. Moreover, NSTDA shall not be liable for any error, software efficiency and damages in connection with or arising out of the use of the software."