การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

A Method of Blood Area Segmentation from Intestinal WCE Image by Using Image Processing Technique

นางสาวชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์

นางสาวอภิชญา นวลนาค

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2563

การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

A Method of Blood Area Segmentation from Intestinal WCE Image by Using Image Processing Technique

นางสาวชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์

นางสาวอภิชญา นวลนาค

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โครงงานวิศวกรรม

เรื่อง

การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

ของ

นางสาวชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์

นางสาวอภิชญา นวลนาค

ได้รับอนุมัติจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ รอดอัมพร)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ธีระศักดิ์ จันทร์วิเมลือง)

....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์)

....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วีรยส อร่ามเพียรเลิศ)

การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

ปีการศึกษา 2563

โดย		**อาจารย์ที่ปรึกษา**
นางสาวชุติกาญจน์	ดีนุสนธิ์	รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์
นางสาวอภิชญา	นวลนาค	

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมนี้นำเสนอการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนกสีของเลือดในรูปภาพลำไส้และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิควิธีการที่ต่างกัน เพื่อเป็นส่วนช่วยแพทย์ในการตัดสินใจวินิจฉัยโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยขั้นตอนการทำงานหลักของโครงงานวิจัยนี้ คือ การนำภาพที่ได้จากการจัดเก็บชุดข้อมูล (KIDs Data Set) ที่มีอยู่แล้วมาประมวลผล ซึ่งสามารถแบ่งเทคนิควิธีการที่ใช้ในการประมวลผล 4 วิธี คือ การจำแนกโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) มีความถูกต้องเป็นร้อยละ 98.57 , การจำแนกสีโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) มีความถูกต้องเป็นร้อยละ 78.83 และการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color space มีความถูกต้องเป็นร้อยละ 68.7 จากผลการทดลองที่ได้ คณะผู้จัดทำจึงได้นำวิธีการจำแนกสีโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดงรวมกับวิธีการจำแนกโดยใช้การตัดแยกภาพเพื่อให้ได้กระบวนการกึ่งอัตโนมัติที่รวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งกระบวนการนี้มีความถูกต้องร้อยละ 98.57 ทั้งนี้ความถูกต้องของการประมวลผลภาพเพื่อจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพนี้อาจให้ผลลัพธ์ของความถูกต้องแตกต่างกันไปขึ้นกับภาพและชุดข้อมูลที่ต่างกัน

คำสำคัญ: เลือดออกในทางเดินอาหาร การจำแนกรูปภาพ กล้องแคปซูล

A Method of Blood Area Segmentation from Intestinal WCE Image by Using Image Processing Technique

Academic Year 2021

By

Miss Chutikan Deenuson

Miss Apichaya Nualnak

Advisor

Assoc. Prof. Theekapun Charoenpong, Ph.D

Abstract

This engineering project proposed a method to segment blood area from intestinal WCE image by using image processing aims to segment blood colors in intestinal images and compared with difference methods. For help the doctor diagnosing about Gastrointestinal. This main method is processing of image from existing KIDs dataset which divided into 4 technique: Image segmentation by Graph-cut, Extract Red colors area using threshold, Color-Based Segmentation Using the L*a*b* Color Space, and Image Segmentation by Graph-cut combine with Threshold. The results 303 image from each of the techniques, the average of Image segmentation by Graph-cut accuracy is 98.57%, the average accuracy of Extract Red colors area using threshold is 78.83%, and the average accuracy of Color-Based Segmentation Using the L*a*b* Color Space is 68.7%. From the experimental results. Therefore, we proposed a semi-automatic process improvement Image segmentation by Graph-cut and Extract Red colors area using threshold for the fastest and most correct. Which the accuracy is 98.57%. However, the accuracy of this image processing may be giving a different depend on difference image and difference data set.

Keyword: Gastrointestinal bleeding, Image Segmentation, Graph-cut, Capsule endoscopy wireless

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจแก้ไขความเรียบร้อย ตลอดจนการชี้แนะในการหาคำตอบในปัญหาต่าง ๆ ระหว่างจัดทำโครงงานนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณแพทย์หญิงอัมพร อัศวรุ่งเรืองกิจ จากมหาวิทยาลัย Brown University,

ผศ.ดร.นุวีร์ วิวัฒวัฒนา ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ คุณกวี นำพาเจริญ ที่ได้กรุณาสนับสนุน และอนุญาตให้นำชุดข้อมูลภาพถ่ายลำไส้จากกล้องแคปซูลที่มีการเก็บข้อมูลไว้ก่อนนำมาใช้ได้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่คอยสนับสนุน เป็นกำลังใจ และเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้จัดทำและนิสิตภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์เสมอมา รวมทั้งอาจารย์ผู้สอนคณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่พื้นฐานจนมีความรู้ความชำนาญ สามารถใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตร่วมภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ รวมทั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เป็นสถานที่ทำงานและเป็นสถานที่ที่ให้การศึกษา

ท้ายที่สุดนี้ ทางคณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้การสนับสนุนให้กำลังใจในการศึกษาตลอดมา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานวิศวกรรมนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปศึกษาไม่มากก็น้อยต่อไป ความดีและประโยชน์ใด ๆ จากโครงงานวิศวกรรมนี้ ขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาทั้งหมด

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ซ
ประมวลคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎี	4
2.1.1 โรคเลือดออกในทางเดินอาหาร	4
2.1.2 การตรวจลำไส้เล็กด้วยการกลืนกล้องแคปซูล	5
2.1.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)	5
2.1.4 การจำแนกภาพ	5
2.1.5 คุณสมบัติภาพ และโหมดสี	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.2.1 การจำแนกภาพโดยกระบวนการปรับปรุงภาพ	7
2.2.2 การจำแนกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	8

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3 การจำแนกและตรวจสอบประสิทธิภาพโดยใช้กระบวนการปัญญาประดิษฐ์ 8

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 10

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ 11

3.2 วิธีการนำเสนอ 12

3.2.1 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) 12

3.2.2 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Thresholding) 17

3.2.3 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้ L*a*b* Color Space 22

3.2.4 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยรวมวิธีการตักแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง 26

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 29

4.1 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพ 29

4.2 ผลการทดลอง 31

4.3 อภิปรายผล 49

บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 53

5.1 สรุปผล 53

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก ก 56

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน 60

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

4.1 การหาค่า TP TN FP และTN ของการจำแนกภาพ 30

4.2 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) 32

4.3 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) 33

4.4 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) 34

4.5 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) 36

4.6 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) 37

4.7 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) 38

4.8 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space 40

4.9 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space 42

4.10 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space 44

4.11 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง 46

4.12 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง 47

4.13 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง 48

4.14 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) 49

4.15 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของเทคนิคการตัดแยกภาพ 49

4.16 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง 50

4.17 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง 50

4.18 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space 51

4.19 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของโหมดสี l*a*b* Color Space 51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.20 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพ โดยการรวมเทคนิคการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สี 52

4.21 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ 52

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 โหมดสี RGB	6
รูปที่ 2.2 ระบบสี L*a*b* Color Space	7
รูปที่ 3.1 Block diagram แสดงการทำงานทุกส่วนที่ได้มาซึ่งภาพผลลัพธ์การจำแนกบริเวณที่มีเลือด	10
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม	11
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการจำแนกด้วยเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)	12
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการสร้าง mask และแสดงผลภาพผลลัพธ์ในรูปแบบ Binary Image	13
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	14
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	15
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	16
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง (Threshold)	17
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	19
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	20
รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง	21
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color space	22
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	23
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	24
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	25
รูปที่ 13.16 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	26
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	27
รูปที่ 13.18 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างรูปที่ทดลอง 29

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 31

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 33

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 34

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 35

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 37

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 38

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 39

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 41

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 43

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 45

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 47

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด 48

ประมวลคำย่อ

คำย่อ	คำอธิบาย
RGB	Red, Green Blue color mode
PNG	Portable Network Graphics
TP	True Positive
TN	True Negative
FP	False Positive
FN	False Negative

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ระบบทางเดินอาหารเป็นระบบที่สำคัญต่อร่างกายมนุษย์ และการดำรงชีวิต ประกอบด้วยอวัยวะตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนัก มีหน้าที่ในการช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวในทางเดินอาหาร บดย่อยให้มีขนาดเล็ก และช่วยในการดูดซึมอาหารที่รับประทานเข้าสู่ร่างกาย เพื่อนำไปใช้สร้างพลังงานให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย ลำไส้ก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการดูดซึม ได้แก่ลำไส้เล็ก (Small intestine) ลำไส้เล็กทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อย, คลุกเคล้าอาหารที่ให้เข้ากับน้ำย่อยจากตับอ่อน, และดูดซึมสารอาหารที่ย่อยแล้ว สารอาหารทั้งโปรตีนน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ก็จะถูกย่อยอย่างสมบูรณ์ภายในลำไส้เล็ก แบคทีเรียบางชนิดที่อยู่ในลำไส้เล็กมีบทบาทในการผลิตเอนไซม์เพื่อช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต มีความยาวประมาณ 21 ฟุต และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว จะยึดลำไส้กับผนังด้าน หลังของช่องท้องด้วย เยื่อแขวนลำไส้ (Mesentery) ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) และได้แก่ลำไส้ใหญ่ (Large intestine) มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร (5 ฟุต) และมีเส้นผ่านศูนย์กลางในท่อประมาณ 2.5 นิ้ว แบ่งได้ 3 ส่วนใหญ่ๆคือกระเปาะลำไส้ใหญ่ (Caecum) เป็นลำไส้ใหญ่ส่วนแรก ต่อจากลำไส้เล็กส่วนปลาย ทำหน้าที่รับกากอาหารจากลำไส้เล็ก มีส่วนของไส้ติ่ง (Vermiform appendix) ยื่นออกมา โคลอน (Colon) เป็นลำไส้ใหญ่ส่วนที่ยาวที่สุด ประกอบด้วยลำไส้ใหญ่ขวา ลำไส้ใหญ่กลาง และลำไส้ใหญ่ซ้าย มีหน้าที่ดูดซึมน้ำและสารอาหารที่หลงเหลือจากลำไส้เล็ก รวมถึงเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ สารจำพวกวิตามินที่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สร้างขึ้น และขับกากอาหารเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ไส้ตรง (Rectum) เมื่อกากอาหารเข้าสู่ไส้ตรงจะทำให้เกิดความรู้สึกอยากถ่ายขึ้น เพราะความดันในไส้ตรงเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้กล้ามเนื้อหูรูดที่ทวารหนักอันใน ซึ่งทำงานนอกอำนาจจิตใจเปิดออก แต่กล้ามเนื้อหูรูดที่ทวารหนักอันนอกเปิดออกเมื่อร่างกายต้องการ ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายอุจจาระออกทางทวารหนัก(Anus) [1]

ด้วยความยาวของลำไส้ทั้งสองแล้ว ทำให้ยากต่อการวินิจฉัยโรคทางเดินอาหารเพราะมีความลึกมากจนกล้องธรรมดาส่องไปไม่ถึง หรือหากมีอาการผิดปกติเลือดออกโดยไม่ทราบสาเหตุก็จะตรวจพบได้ยาก การใช้การกลืนกล้องแคปซูล (Capsule Endoscopy) อุปกรณ์ตรวจระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นกล้องแคปซูลขนาดเล็กใกล้เคียงกับยาเม็ดชนิดแคปซูล ทำให้สามารถกลืนได้อย่างสะดวกและปลอดภัยต่อคนไข้ และจะออกมาพร้อมกับอุจจาระ ซึ่งกลืนเข้าไปกล้องจะเก็บภาพทางเดินอาหารอย่างละเอียด และส่งภาพมายังตัวรับภาพอัตโนมัติจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 7 ชั่วโมง โดยสามารถเก็บภาพได้ 2 ภาพต่อ

วินาที และเก็บภาพได้ถึง 50,000 ภาพ หรือมากกว่านั้นขึ้นอยู่กับรุ่นของกล้อง [2] จะได้รูปที่มีเลือดออกในลำไส้ปะปนอยู่ในไม่กี่ภาพของทั้งหมด จากการศึกษาพบว่า ในผู้ป่วยที่มีเลือดออกในลำไส้เล็ก 281 ราย มีค่าทำนาย 97.7% เป็นลบ (ไม่เป็นโรคหรือไม่มีเลือดออกในลำไส้) และความไว 96.6% [3] ด้วยความก้าวหน้าของการพัฒนาเทคโนโลยีทางการแพทย์ ทำให้ผู้ตรวจรักษาโรคสะดวกต่อการรักษาและรักษาได้อย่างทันท่วงทีมากกว่าเดิม

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีขบวนการตรวจจับและจำแนกข้อมูลภาพถ่ายจากกล้องแคปซูลที่รับเข้ามาว่าภาพใดมีเลือด ภาพใดไม่มีเลือด และถ้ามีเลือด บริเวณใดคือเลือด บริเวณใดไม่ใช่เลือด ซึ่งกรณีที่เป็นบริเวณจุดใหญ่ๆก็จะง่ายต่อการจำแนก แต่ถ้าเป็นบริเวณจุดเล็ก ๆ ก็จะยากต่อการจำแนก ซึ่งการที่จะนำขบวนการไปตรวจจับจะต้องเปรียบเทียบได้ว่าใช่หรือไม่ใช่เลือด จึงต้องการนำระบบอัตโนมัติมาจำแนกเบื้องต้นจากฐานข้อมูลอ้างอิงที่สร้างไว้ก่อนหน้าเพื่อเป็นแนวทางให้กับแพทย์ และเพื่อการลดระยะเวลาในจำแนกบริเวณที่มีเลือดของแพทย์อีกด้วย

ในงานวิจัยนี้ผู้จัดทำจึงศึกษา และทดลองกระบวนการในการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูล 3 กระบวนการ คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) และการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดภาพ L*a*b* Color Space

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อจำแนกพื้นที่ที่มีเลือดโดยจำแนกบริเวณที่มีเลือด และบริเวณที่ไม่มีเลือด ในภาพถ่าย

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์ของการประมวลผลภาพถ่ายที่ได้จากขบวนการที่ต่างกัน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใช้ชุดข้อมูลภาพจาก Wireless capsule endoscope (WCE) จาก KIDs Dataset

1.3.2 ใช้ภาพทั้งหมด 303 ภาพ ในโหมดสี RGB

1.3.3 ประกอบด้วยวิธีการจำแนก 4 วิธี คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space และการจำแนกโดยการปรับปรุงการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีแดงรวมเข้าด้วยกัน

1.3.4 ใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลภาพถ่าย

1.3.5 จำแนกออกเป็น บริเวณที่มีเลือด และบริเวณที่ไม่มีเลือด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถตรวจจับและจำแนกบริเวณที่มีเลือดได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ

1.4.2 สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยวิเคราะห์บริเวณที่เลือด เพื่อประกอบการวินิจฉัยของแพทย์ได้

1.4.3 สามารถเป็นส่วนช่วยลดระยะเวลาของแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ภาพถ่าย

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงความรู้ ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รวมไปถึงทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบถึงหลักการที่เกี่ยวข้องในการประมวลผลภาพถ่าย การใช้ภาพถ่ายในการวินิจฉัยโรคในทางเดินอาหาร และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 โรคเลือดออกในทางเดินอาหาร

โรคเลือดออกในทางเดินอาหาร (Gastrointestinal Bleeding : GI Bleeding) เป็นอาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร โดยมักจะพบอาเจียนปนเลือด หรือเลือดปะปนในอุจจาระ โดยระดับอาการมีตั้งแต่น้อยไปจนถึงมาก และอาจเป็นอันตรายหากปล่อยทิ้งไว้โดยไม่พบแพทย์

อาการของเลือดออกในทางเดินอาหาร ขึ้นอยู่กับว่ามีเลือดออกในบริเวณใดในทางเดินอาหารซึ่งพบทางเดินอาหารส่วนต้น เช่นหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร จะมีอาการอาเจียนปนเลือด หรือทางเดินอาหารส่วนปลายเช่น ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ไส้ตรง ทวารหนัก ซึ่งจะมีถ่ายปนเลือด หรืออุจจาระมีสีดำ ถ้าทีเลือดออกปริมาณมากจะมีอาการเวียนศีรษะ อ่อนแรงซีดร่วมด้วย ยิ่งเลือดออกมากอย่างเฉียบพลันอาจส่งผลให้ความดันโลหิตลดต่ำลง ไม่ปัสสาวะเลยหรือปัสสาวะในปริมาณเพียงเล็กน้อย ชีพจรเต้นเร็ว หมดสติ จนนำไปสู่ภาวะช็อก

การวินิจฉัยเลือดออกในทางเดินอาหาร สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

- การตรวจเลือด เพื่อดูการแข็งตัวของเลือด เกล็ดเลือด และการทำงานของตับ
- การตรวจอุจจาระ เพื่อช่วยยืนยันว่ามีเลือดออกภายในทางเดินอาหาร
- การส่องกล้องตรวจกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น (Upper endoscopy) เพื่อตรวจสอบความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น โดยแพทย์จะสอดเครื่องมือที่เป็นท่อขนาดเล็กและมีกล้องขนาดเล็กติดอยู่ที่ส่วนปลายเข้าไปทางปากของผู้ป่วย
- การส่องกล้องตรวจลำไส้ใหญ่ (Colonoscopy) เป็นวิธีการตรวจหาความผิดปกติในลำไส้ใหญ่และลำไส้ตรง โดยแพทย์จะใช้เครื่องมือที่เป็นท่อขนาดเล็กและมีกล้องติดอยู่ที่ส่วนปลายสอดเข้าไปทางทวารหนักเพื่อสังเกตในบริเวณดังกล่าว
- การตรวจลำไส้เล็กด้วยการกลืนกล้องแคปซูล (Capsule endoscopy) วิธีนี้ผู้ป่วยต้องกลืนกล้องขนาดเล็กเท่าแคปซูลเข้าไป ซึ่งกล้องนี้จะช่วยถ่ายภาพลำไส้ทั้งหมดเอาไว้ ทำให้แพทย์สามารถเห็นจุดที่มีเลือดออกภายในลำไส้ของผู้ป่วยได้ [4]

2.1.2 การตรวจลำไส้เล็กด้วยการกลืนกล้องแคปซูล

ใช้ในการวินิจฉัยโรคในระบบทางเดินอาหาร ด้วยการกลืนแคปซูลขนาด 24×11 มิลลิเมตร ที่ติดกล้องบันทึกภาพขนาดจิ๋ว เพื่อตรวจวินิจฉัยโรคทางเดินอาหาร กล้องชนิดนี้สามารถตรวจได้ถึงส่วนที่ลึกที่สุดของลำไส้เล็กในจุดที่การส่องกล้องทั่วไปเข้าไม่ถึง ได้ผลการตรวจที่ละเอียด ถูกต้อง แม่นยำและมีประสิทธิภาพ ผู้เข้ารับการตรวจจะกลืนแคปซูลขนาด 24×11 มิลลิเมตร ที่มีกล้องขนาดจิ๋วติดอยู่พร้อมน้ำโดยไม่ต้องเคี้ยว จากนั้นแคปซูลจะเดินทางไปตามส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินอาหาร โดยอาศัยการบีบตัวของกระเพาะอาหารและลำไส้ พร้อมกับถ่ายภาพและส่งเป็นสัญญาณวิทยุมายังชุดรับสัญญาณที่ติดอยู่บริเวณหน้าท้องของผู้ป่วย การตรวจวินิจฉัยด้วยการใช้กล้องแคปซูลจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 8 ชั่วโมง หลังการกลืนแคปซูลประมาณ 2 ชั่วโมง ผู้เข้ารับการตรวจสามารถรับประทานของเหลว หรือขนมขบเคี้ยวได้บ้าง ระหว่างการตรวจผู้เข้ารับการตรวจสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้ตามปกติ [5]

2.1.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

มีขั้นตอนการประมวลทั้งหมดอย่างง่ายแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนที่ 1 เริ่มจากการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อเก็บข้อมูล ขั้นตอนที่ 2 การรับภาพข้อมูล 2 มิติหรือ 3 มิติ ในการทำการประมวลผลต้องเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลก่อนเป็นอันดับแรก ขั้นตอนที่ 3 การประมวลผล ซึ่งมีได้หลากหลายวิธี เช่น การตรวจจับขอบ การจำแนกลักษณะเด่น เป็นต้น ขั้นตอนที่ 4 คือการวิเคราะห์ผล และขั้นตอนที่ 5 สรุปผล การประมวลผลภาพ สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับทางการแพทย์ โดยสามารถทำให้แพทย์หรือผู้ป่วยได้เห็นภาพจริงในร่างกาย หรือการวัดอาการผิดปกติทางการแพทย์ด้วยภาพสำหรับการประเมิน และวางแผนการรักษา [6]

2.1.4 การจำแนกภาพ

Image Segmentation คือ ขบวนการที่ใช้ในการแบ่งแยกกลุ่มของพิกเซลในภาพ ซึ่งภาพจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ของพิกเซลในแต่ละกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้แยกพื้นที่หรือวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลัง สามารถแบ่งหลักๆได้ 5 กลุ่ม

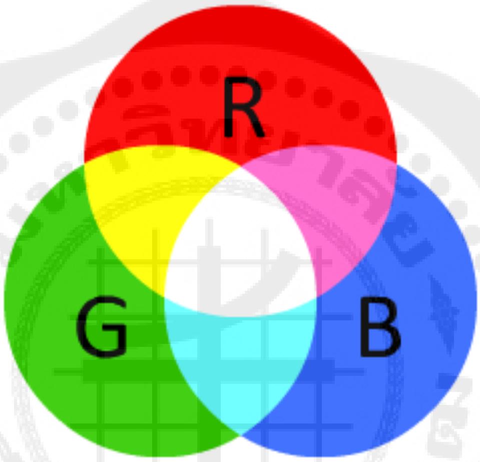
1. การแบ่งโดยใช้ threshold based
2. การแบ่งโดยใช้ edge based
3. การแบ่งโดยใช้ region-based
4. การแบ่งโดยใช้ watershed based
5. การแบ่งโดยใช้ energy based

Image Segmentation จะช่วยลดความซับซ้อนของขบวนการต่าง ๆ ให้นำมาใช้ได้ง่ายขึ้น และมีข้อดีคือ เมื่อแบ่งแล้วสิ่งที่ไม่จำเป็นหรือไม่สำคัญของภาพก็จะลดน้อยลง แต่รายละเอียดที่สำคัญก็ยังคงอยู่ [7] [8]

2.1.5 คุณสมบัติภาพ และโหมดสี

Binary image หรือ ภาพขาว-ดำ เป็นรูปที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิต ต่อพิกเซล (Pixel) โดยค่าสีจะมีแค่สองค่า คือ 0 หรือสีดำ และ 1 หรือสีขาว

RGB Image หรือ TrueColor Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด m x n x 3 โดยที่ m คือความยาว และ n คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล ส่วนมิติสุดท้ายนั้น ในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งเป็นระบบสีแสง และเป็นแบบ Additive คือ ถ้าไม่มีสีใดเลยจะมองเห็นเป็นสีดำ และในทางกลับกัน หากมีครบทุกสีจะมองเป็นสีขาว



รูปที่ 2.1 โหมดสี RGB

ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model

L*a*b* Color Space หรือ CIELAB เป็นระบบหนึ่งที่นิยมกันมากในการนำมาใช้วัดค่าสีและใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยหน่วยสีนี้เป็นประเภทที่มีมาตราส่วนวัด (Scale) ที่สม่ำเสมอ (Uniform) ซึ่งได้ถูกกำหนดโดย CIE ในปี 1976 เพื่อแก้ปัญหาการแปลค่าสีที่เกิดขึ้นในระบบ Yxy เนื่องจากพบว่าระยะห่างระหว่าง x กับ y บนไดอะแกรมสีจะไม่สอดคล้องกับความแตกต่างของสีที่เกิดจากการมองเห็นจริง ในระบบสี L*a*b* นี้ ค่า L* จะหมายถึงความสว่าง a* และ b* จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์สี ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ไดอะแกรมดังกล่าว ค่า a* และ b* จะบอกถึงทิศทางของสี ดังนี้

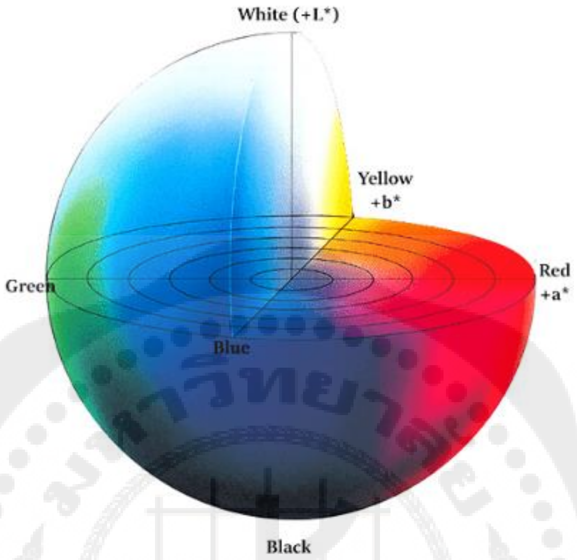
+a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง

-a* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว

+b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง

–b* หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

พื้นที่ตรงกลางจะไม่สามารถแยกสีได้ (achromatic) เมื่อค่า a* และ b* เพิ่มขึ้นและจุดดังกล่าวเคลื่อนที่ออกจากจุดศูนย์กลางความอิ่มตัวของสีก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นค่าสีต่างๆ ของหน่วยสี L*a*b* อย่างชัดเจน



รูปที่ 2.2 ระบบสี L*a*b* Color Space

ที่มา: http://thecolormeasurement.com/หน่วยสีที่ควรรู้/

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบไปด้วยงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้วิธีการ กระบวนการต่าง ๆ ในการจำแนกและทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกภาพ

2.2.1 การจำแนกภาพโดยกระบวนการปรับปรุงภาพ

งานวิจัย Detection of small colon bleeding in wireless capsule endoscopy videos ของ Muhammad Arslan Usman, G.B. Satrya, และคณะ ได้จำแนกภาพเลือดโดยขบวนการการปรับปรุงคุณภาพ ปรับรูปภาพให้มีการกระจายตัวของความเข้มแสงอย่างสม่ำเสมอ และการปรับภาพให้คมชัดขึ้น แล้วแปลง ภาพจาก RGB เป็น L*a*b* Color Space โดยมีการตรวจจับขอบด้วยวิธีการ Canny หลังจากนั้นทำมาร์กขอบ แล้วแปลงภาพจาก Lab เป็น RGB Color Space และแปลงภาพจาก RGB เป็น HSV Color Space ถึงจะนำไปจำแนกว่ามีเลือดออกหรือไม่มีเลือดออก ในระดับพิกเซล ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ภาพที่มีสิ่งรบกวน (Noise) มากจึงมีการปรับภาพหลากหลายขั้นตอนทำให้มี

ความแปรปรวนมากขึ้น และเมื่อความแปรปรวนมากขึ้นจะส่งผลทำให้มีความผิดพลาดในผลบวกลวง (False positive) มากขึ้น [9]

งานวิจัยเรื่อง Skin Lesion image segmentation using Delaunay Triangulation for melanoma detection จัดทำโดย Andrea Pennisi, Dominico D. และคณะ จำแนกเนื้องอกบริเวณผิวหนัง โดยการปรับปรุงภาพสี ตรวจจับบริเวณที่เป็นสีและจำแนกบริเวณของเนื้องอกด้วยกระบวนการอัตโนมัติ แต่งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในการจำแรก สามารถจำแนกได้เพียงพื้นสีผิวหนังที่เกาะกันเป็นกลุ่มและมีสีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเท่านั้น [10]

2.2.2 การจำแนกโดยใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

งานวิจัยเรื่อง Human-Assisted Deep Learning for Capsule Endoscopy ของ Amporn Atsawarungruangkit งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการลดเวลาในการวินิจฉัยโรคเลือดออกในระบบทางเดินอาหารโดยไม่รู้สาเหตุ โดยการทำนายเพื่อระบุตำแหน่งที่มีความผิดปกติของลำไส้เล็ก โมเดลมีประสิทธิภาพที่แม่นยำ และสามารถจดจำตำแหน่งความผิดปกติ โดยแยกข้อมูลเป็น 2 ชุด คือศึกษา และทดสอบ [11]

2.2.3 การจำแนกและตรวจสอบประสิทธิภาพโดยใช้กระบวนการปัญญาประดิษฐ์

งานวิจัย Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology ของ Catherine Le Berre, William J. Sandborn และคณะ เป็นการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence; AI) ในการจำแนก โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยการ Cross-validation จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นหลายๆส่วน และแทรกจำนวนข้อมูลค่า K [12]

Application of Artificial Intelligence in Capsule Endoscopy: Where Are We Now? ของ Youngbae Hwang, และคณะ เป็นการวิเคราะห์ภาพด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยด้วยวิธีการเรียนรู้แบบลึก (Deep Learning) เครือข่ายประสาทเทียม (CNN) โดยมีการตรวจจับ และจำแนกภาพที่มีเลือดออก ใช้โมเดล AlexNet มีควาทแม่นยำ 99.9% และความไว 99.2% อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังไม่มีการนำไปทดลองใช้เพื่อช่วยในการวินิจฉัยจริง [13]

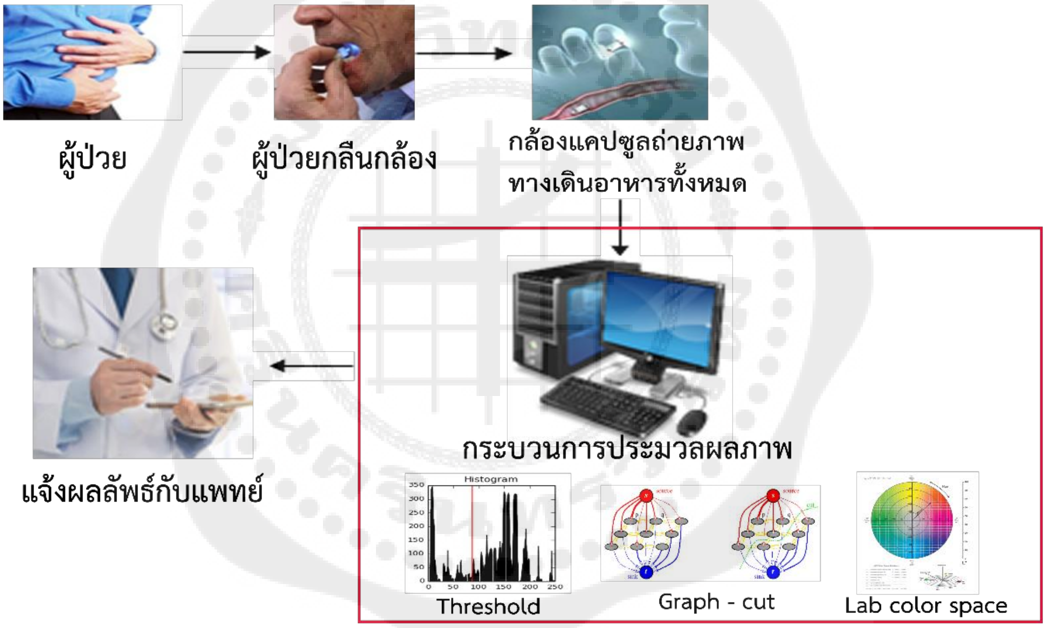
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	หัวข้อ	กระบวนการที่ใช้	จำแนกภาพได้	ข้อจำกัด
Muhammad Arslan Usman และคณะ	Detection of small colon bleeding in wireless capsule endoscopy videos	การปรับปรุงภาพ	ใช่	ใช้ภาพหลากหลายทำให้เกิดความแปรปรวน
Andrea Pennisi, Dominico D. และคณะ	Skin Lesion image segmentation using Delaunay Triangulation for melanoma detection	การปรับปรุงภาพ	ใช่	ใช้ได้กับภาพที่มีพื้นสีแตกต่างกัน และเป็นกลุ่ม ไม่กระจายตัว
Amporn Atsawarungruangkit	Human-Assisted Deep Learning for Capsule Endoscopy	Deep Learning	ใช่	-
Catherine Le Berre, William J.Sandborn และคณะ	Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology	AI	ใช่	-
Youngbae Hwang, และคณะ	Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology	AI	ใช่	-

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องคณะผู้จัดทำจึงเลือกที่ศึกษาทดลองการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูลที่แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) และการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space เพื่อสามารถทดลองจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพที่มีสีใกล้เคียงกัน หรือมีการกระจายตัวของเลือดในภาพเป็นจุดเล็กๆ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพถ่ายลำไส้จากกล้องแคปซูลด้วยการประมวลผลทางภาพถ่ายแบ่งเป็น 4 วิธีการ คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space และการจำแนกโดยการปรับปรุงการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีแดงรวมเข้าด้วยกัน โดยใช้ 3 เทคนิค คือ การตัดแยกภาพ (Graph-cut) ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) และ L*a*b* Color Space ดังแสดงในรูปที่ 3.1

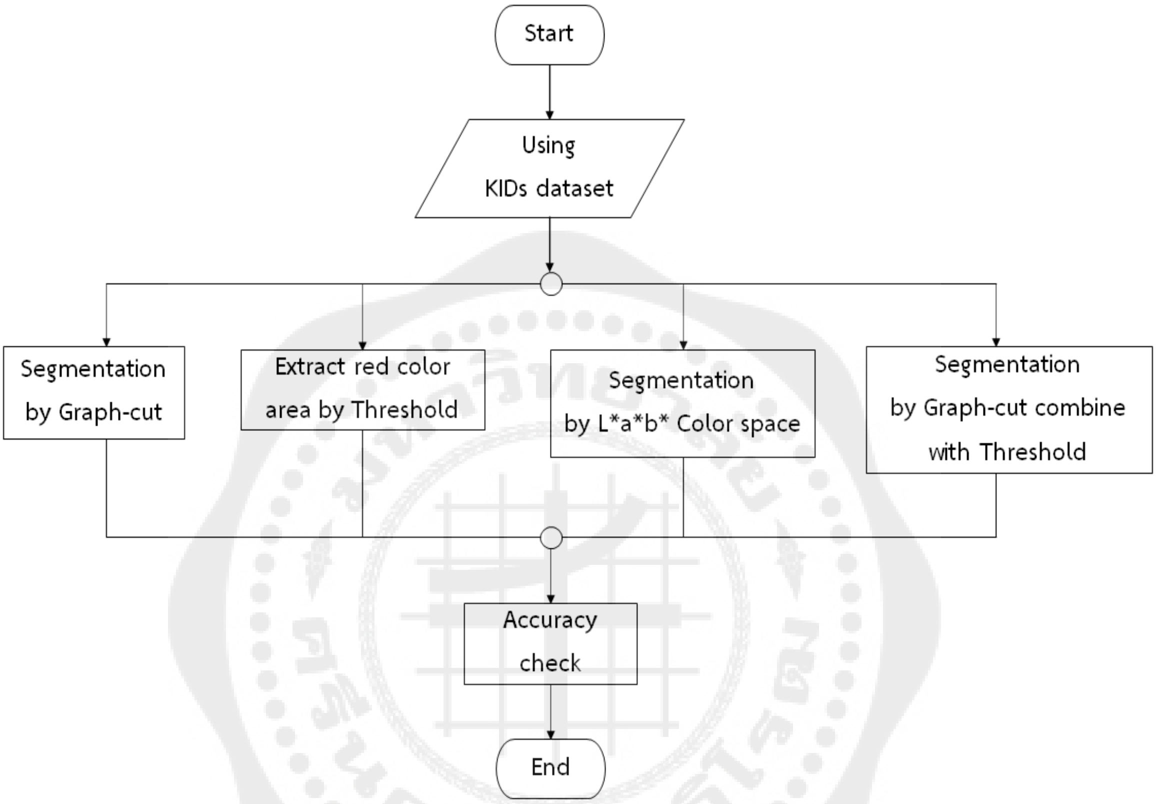


รูปที่ 3.1 Block diagram แสดงการทำงานทุกส่วนที่ได้มาซึ่งภาพผลลัพธ์การจำแนกบริเวณที่มีเลือด

การทำงานทั้งหมดจะเริ่มจาก ผู้ป่วยเข้าสู่กระบวนการวินิจฉัยโดยการกลืนกล้องแคปซูล จากนั้นกล้องแคปซูลจะถ่ายภาพระบบทางเดินอาหารทั้งหมดและส่งข้อมูลภาพออกมายังตัวรับที่ติดอยู่กับตัวผู้ป่วย จากรูปที่ 3.1 ส่วนในกรอบสีแดงเป็นกระบวนการที่ผู้จัดทำได้ศึกษาทดลอง ซึ่งเป็นกระบวนการหลังจากได้ภาพถ่ายทางเดินอาหารมาแล้วจาก KIDs Dataset นำมาประมวลผลภาพถ่ายด้วย 3 เทคนิค 4 วิธีการ ที่กล่าวมาข้างต้น

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

เมื่อรับภาพอินพุทที่ได้จาก KIDs Dataset เพื่อประมวลผล โดยจะประกอบไปด้วยการจำแนกภาพถ่าย 4 วิธีการที่กล่าวมาแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.2



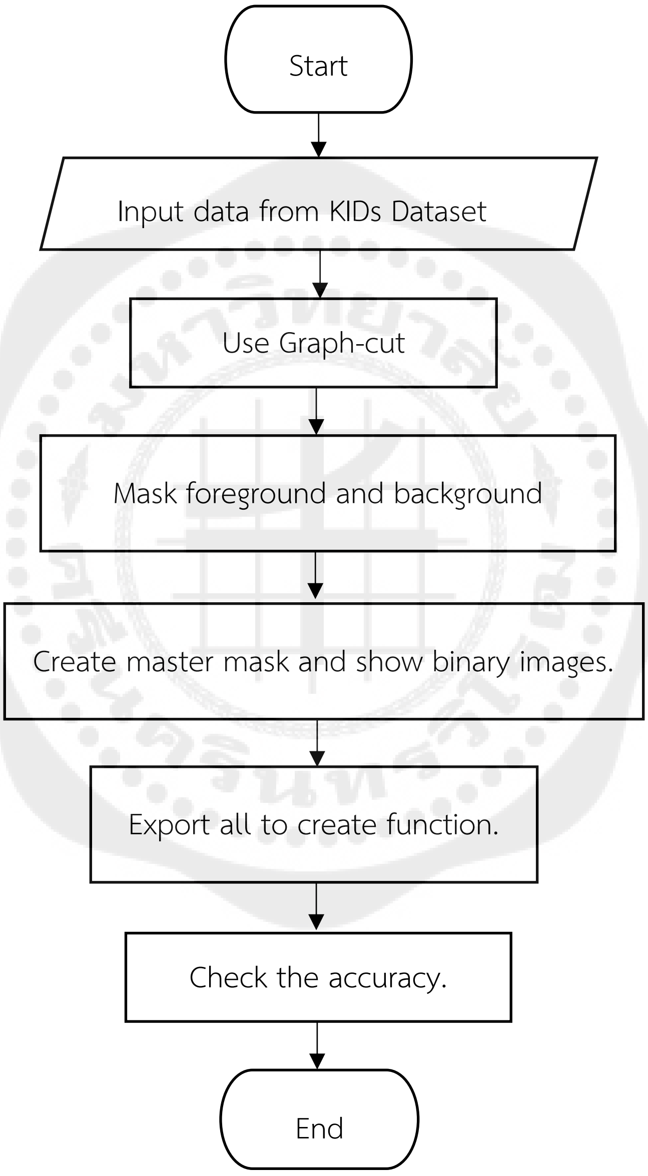
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม

จากรูปที่ 3.2 จะรับข้อมูลภาพจาก KIDs Dataset เข้ามา แล้วทำการประมวลผลภาพถ่าย 4 วิธี คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space และการจำแนกโดยการปรับปรุงการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีแดงรวมเข้าด้วยกัน

3.2 วิธีการนำเสนอ

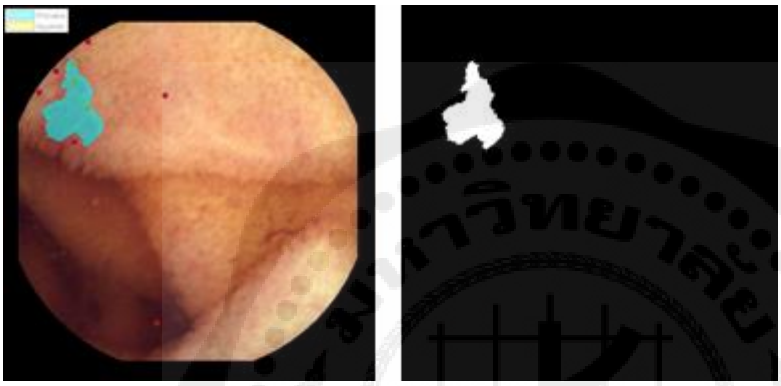
วิธีการที่นำเสนอแบ่งเป็น 4 วิธีการ โดยใช้ 3 เทคนิคคือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) และการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space

3.2.1 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการจำแนกด้วยเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

จากรูปที่ 3.3 รับชุดข้อมูลภาพทั้งหมด 303 ภาพจาก KIDs dataset ในรูปแบบไฟล์นามสกุล .png โหมดสี RGB จำนวนทั้งสิ้น 303 รูปที่มีขนาดเท่ากันคือ 360x360 pixel เข้าสู่ Segmenter Application ภายในโปรแกรมเพื่อทำการกำหนด (Mask) จุดสีเขียวส่วนที่คาดว่าจะเป็นบริเวณที่มีเลือด (Foreground) และจุดสีแดงส่วนพื้นหลัง (Background) หลังจากนั้นใช้ Graph function ในการสร้าง mask จะมีสีฟ้าขึ้นในบริเวณที่คาดว่าเป็นเลือด และแสดงผลรูปภาพขาวดำ (Binary Image) ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ก และ ข



ก ข

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการสร้าง mask และแสดงผลภาพผลลัพธ์ในรูปแบบ Binary Image

ก) ตัวอย่างการกำหนด (Mask) บริเวณที่เป็น Foreground และ Background

ข) ตัวอย่างภาพผลลัพธ์แบบขาวดำที่ได้จากการสร้าง Mask

นำออกฟังก์ชันเพื่อแสดงผลการประมวลผลภาพถ่าย และนำภาพผลลัพธ์ที่ได้เปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง (Reference image) เพื่อวัดประสิทธิภาพ คำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) โดยการเปรียบเทียบจะต้องนำภาพผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาลบ (Image Subtraction) กับภาพอ้างอิงและแทนสีของบริเวณต่าง ๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบ ดังนี้

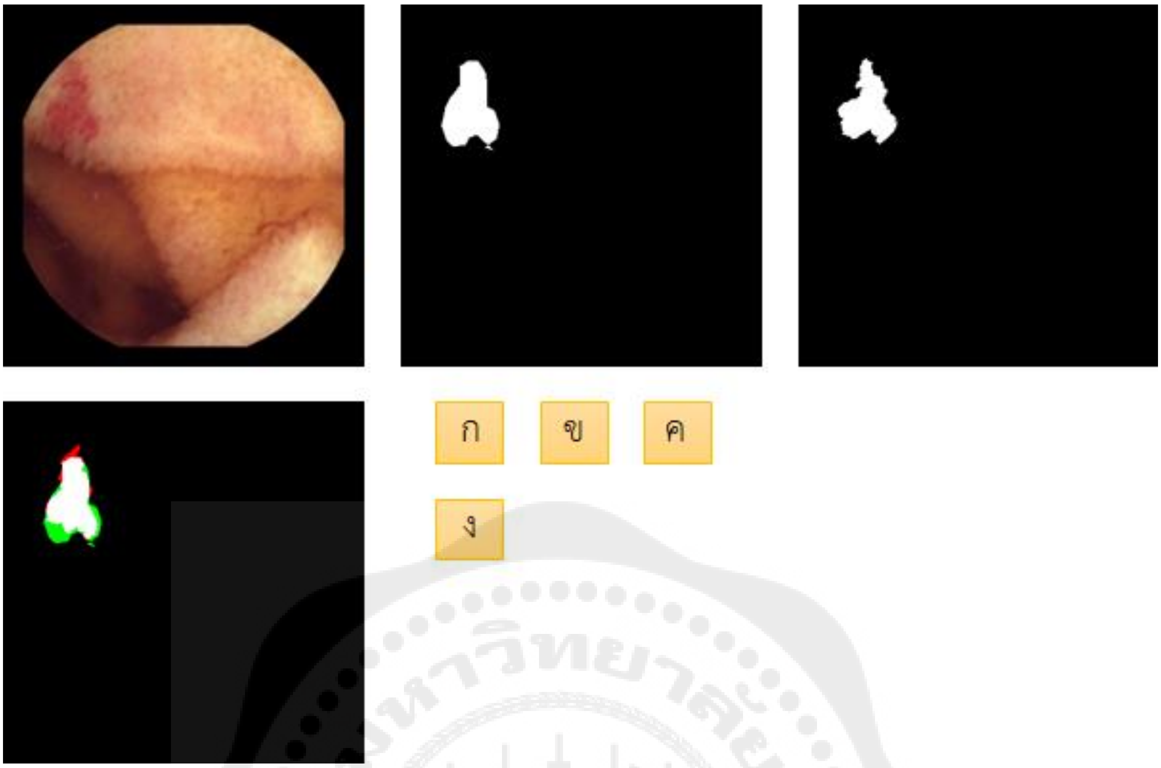
ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

ดังแสดงในรูปที่ 3.5ก-ง, รูปที่ 3.6ก-ง และรูปที่ 3.7ก-ง



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

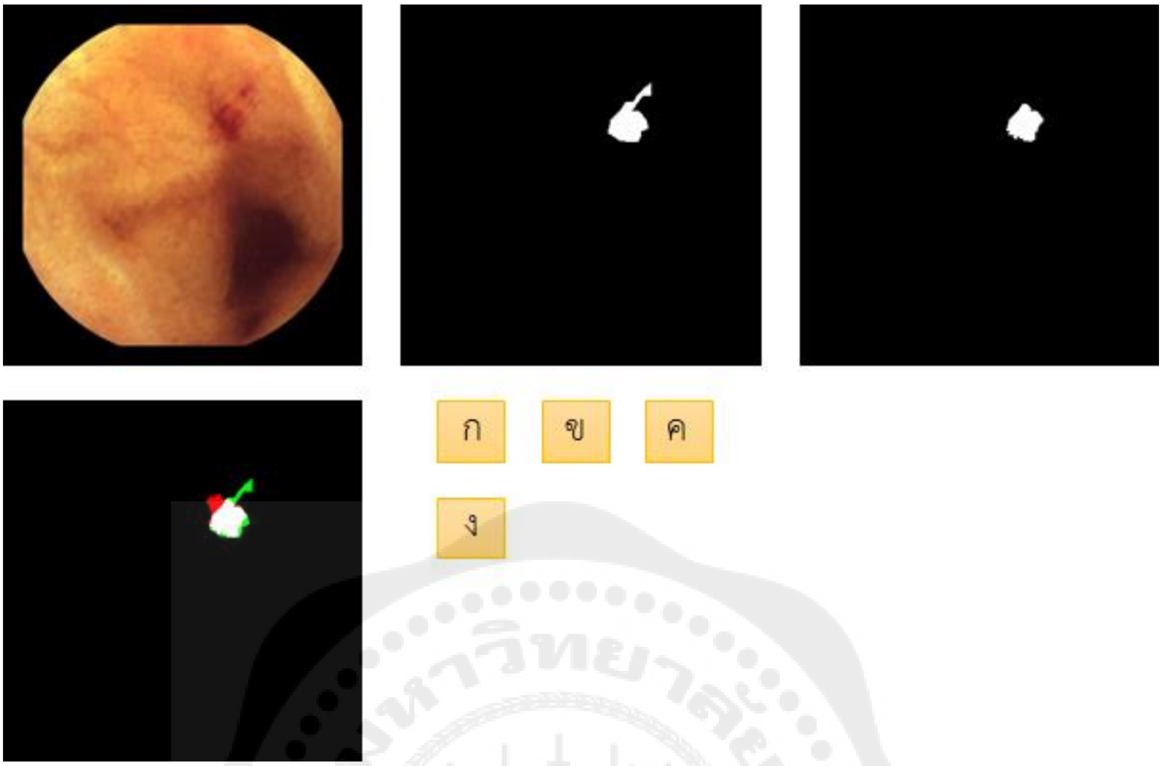
ง) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

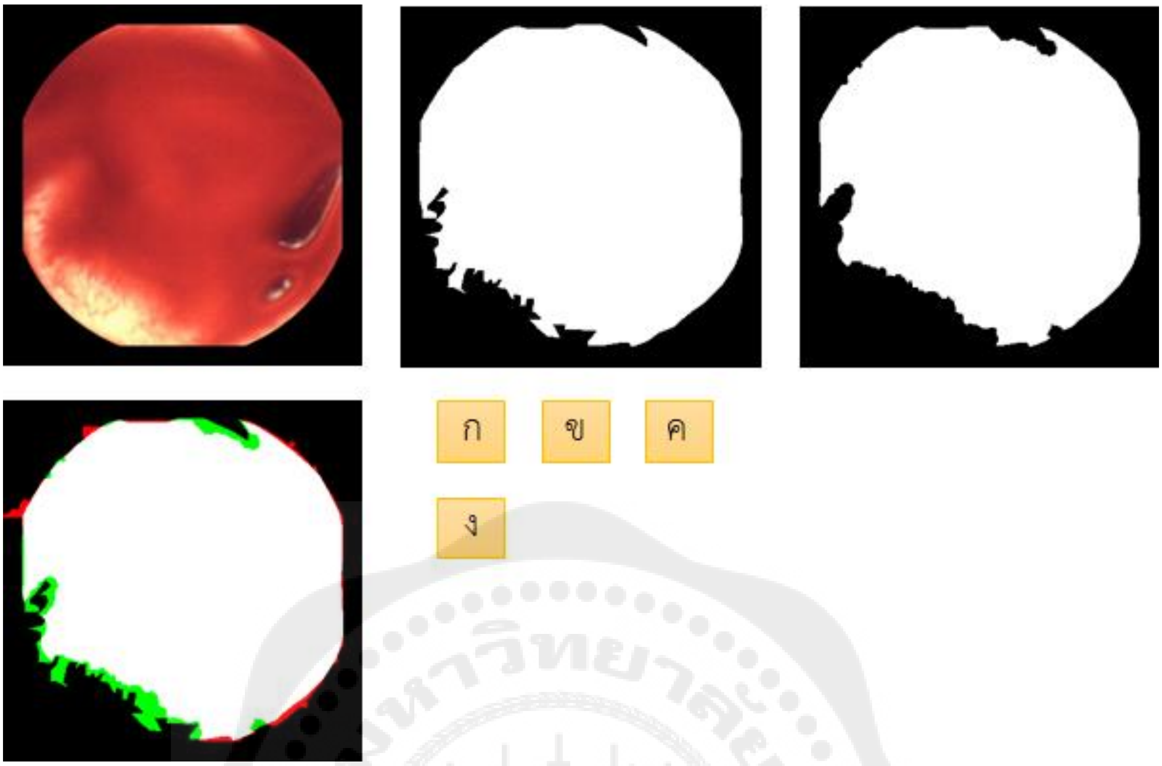
ง) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

ง) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

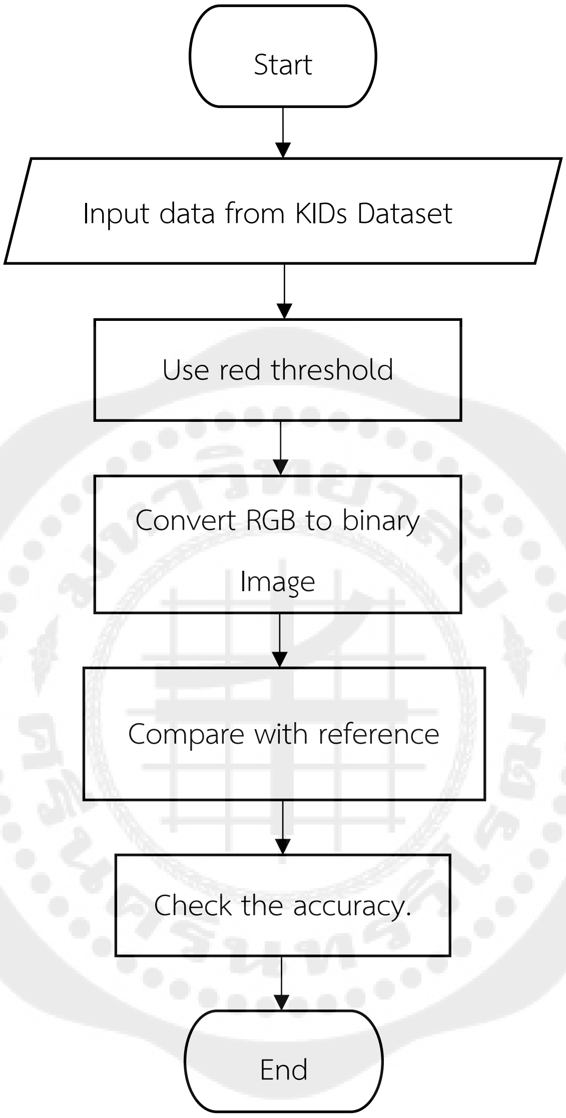
ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

3.2.2 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Thresholding)



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง (Threshold)

จากรูปที่ 3.8 รับชุดข้อมูลภาพทั้งหมด 303 ภาพจาก KIDs dataset ในรูปแบบไฟล์นามสกุล .png โหมดสี RGB จำนวนทั้งสิ้น 303 รูปที่มีขนาดเท่ากันคือ 360x360 pixel แล้วกำหนดค่าเลเยอร์ R (Red) ให้มีค่ามากกว่าเลเยอร์ G (Green) และเลเยอร์ B (Blue) จากนั้นกำหนดค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) ที่ต้องการจำแนกเพื่อเป็นการดึงเอาบริเวณที่มีค่าเกณฑ์ของสีตามที่กำหนดออกมาจากบริเวณอื่นๆในภาพ

ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นภาพ RGB ที่เป็นสีแดงตามค่าเกณฑ์ที่กำหนดจึงต้องแปลงเป็นภาพขาวดำแล้วจึงจะสามารถนำมาเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิงได้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบมาตรวจสอบประสิทธิภาพของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดต่อไป โดยการเปรียบเทียบนั้นจะต้องนำภาพผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาลบ (Image Subtraction) กับภาพอ้างอิงและแทนสีของบริเวณต่าง ๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบดังนี้

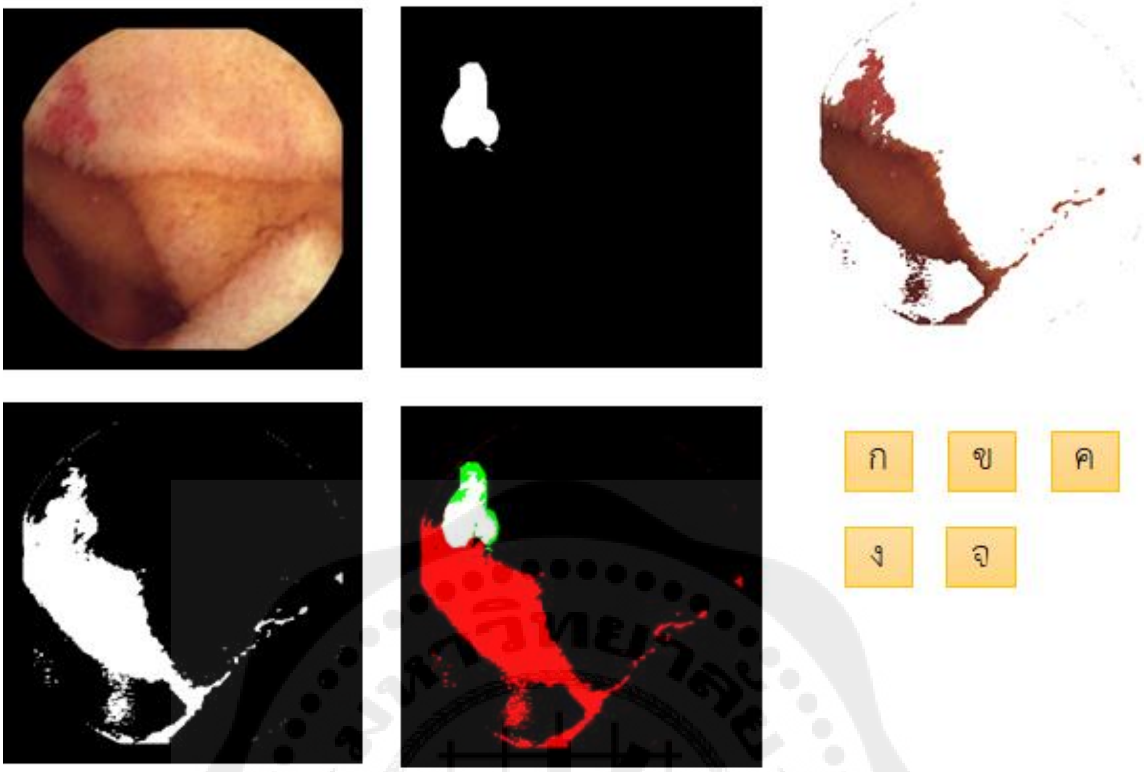
ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

ดังแสดงในรูปที่ 3.9ก-จ, รูปที่ 3.11ก-จ และรูปที่ 3.11ก-จ



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพ RGB ที่ได้จากการจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง

ง) ตัวอย่างภาพขาวดำ ที่ได้จากการแปลงภาพ ค)

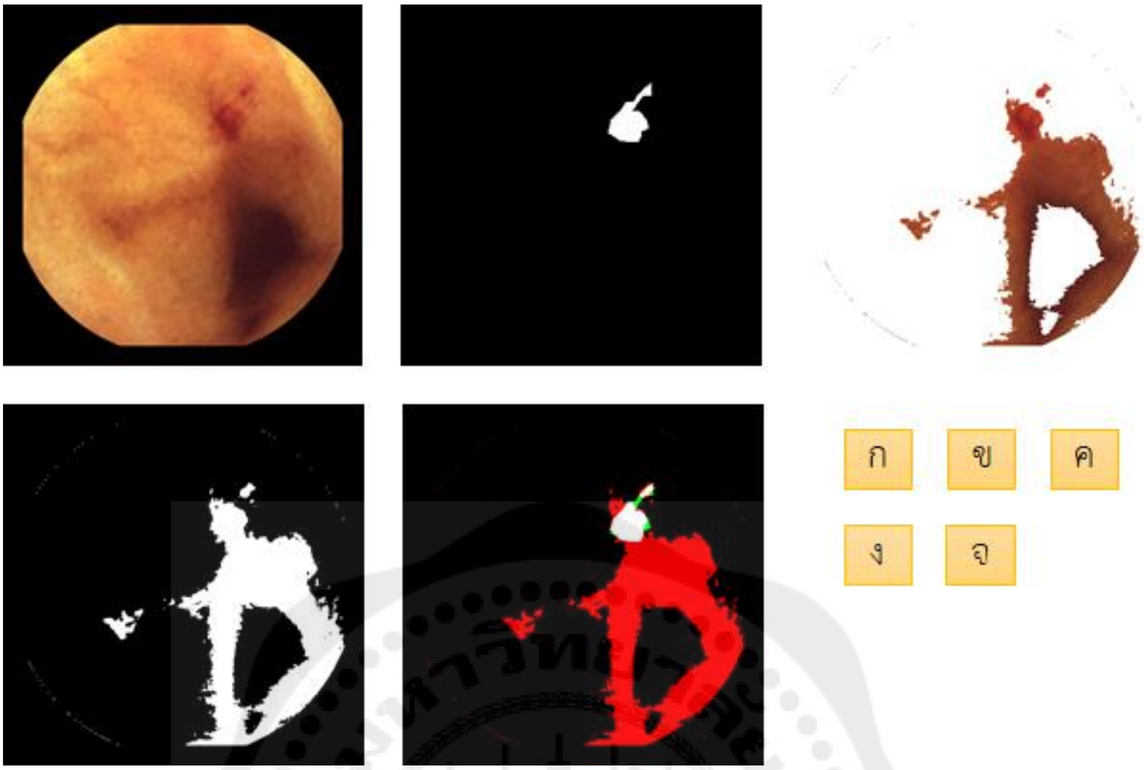
จ) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพ RGB ที่ได้จากการจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง

ง) ตัวอย่างภาพขาวดำ ที่ได้จากการแปลงภาพ ค)

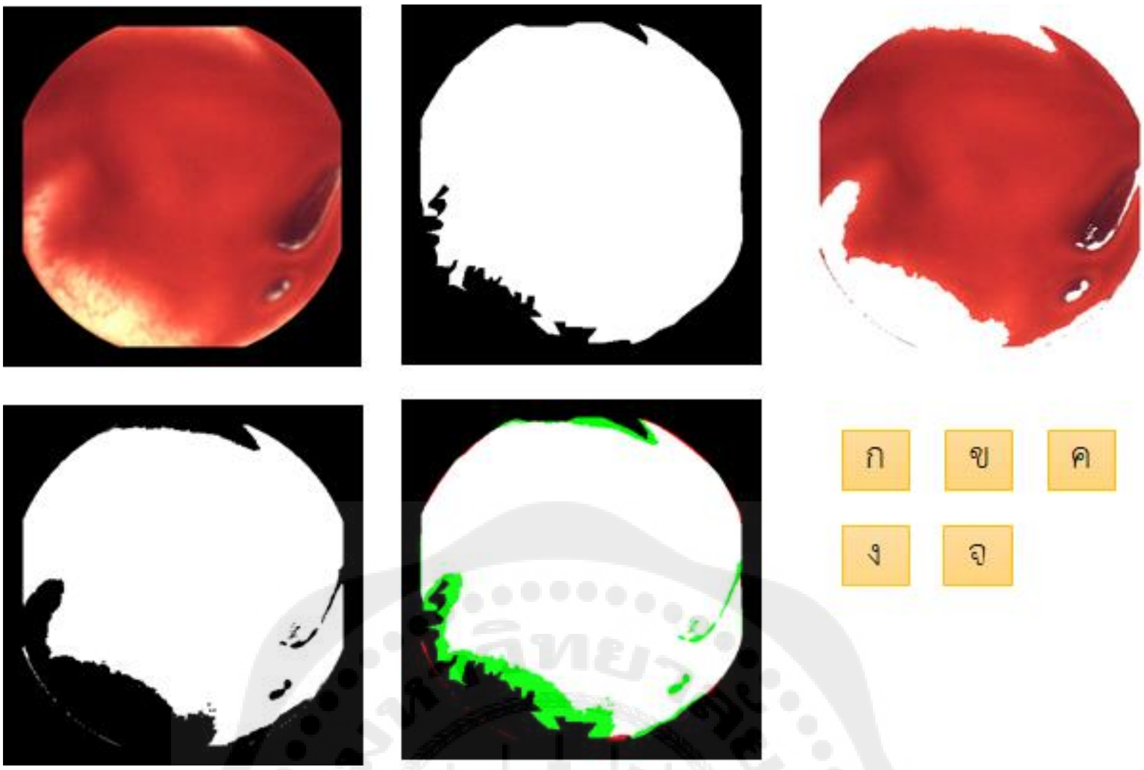
จ) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ตัวอย่างภาพ RGB ที่ได้จากการจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง

ง) ตัวอย่างภาพขาวดำ ที่ได้จากการแปลงภาพ ค)

จ) ตัวอย่างการเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

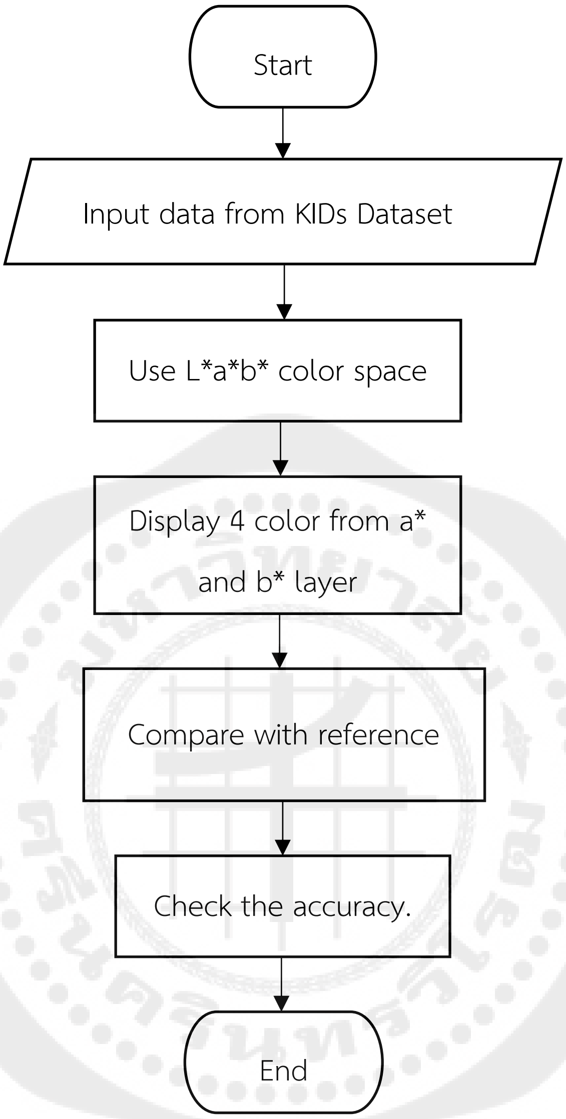
ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

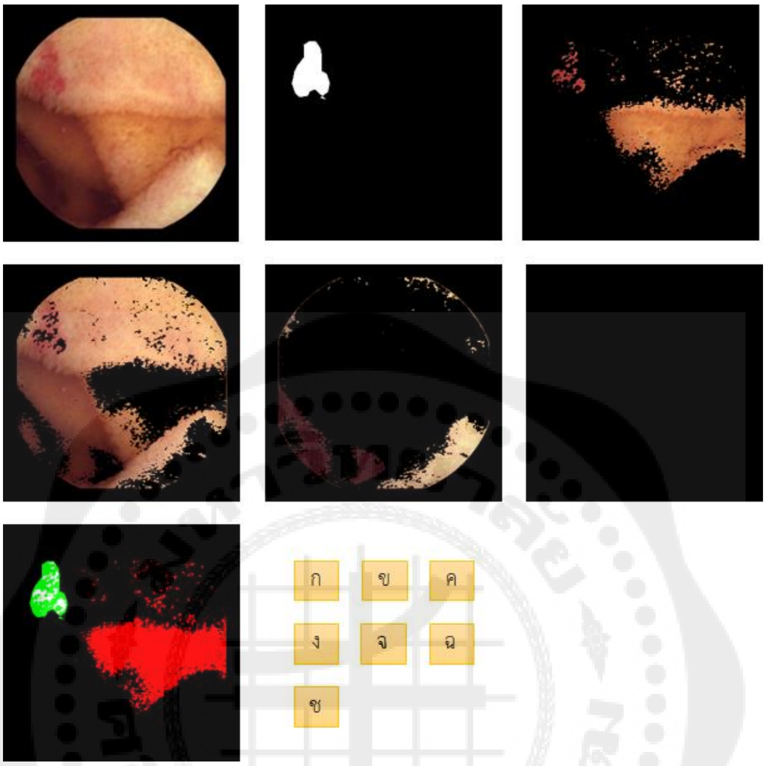
3.2.3 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้ L*a*b* Color Space



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color space

จากรูปที่ 3.12 ขั้นตอนแรกรับชุดข้อมูลที่มีภาพทั้งหมด 303 ภาพจาก KIDs dataset ในรูปแบบไฟล์นามสกุล .png โหมดสี RGB จำนวนทั้งสิ้น 303 รูปที่มีขนาดเท่ากันคือ 360x360 pixel ซึ่งจากภาพโดยส่วนใหญ่แล้วจะสามารถมากจำแนกสีต่างๆในภาพคร่าวๆได้ 4 สีจึงเลือกจำแนกสีทั้ง 4 ได้แก่ สีแดง สีชมพู สีขาว และสีเหลือง โดยเลือกตัวอย่างขอบเขต (Region) แต่ละสีเพื่อคำนวณหาค่าสีเฉลี่ยในเลเยอร์ในเลเยอร์ a* และเลเยอร์ b* แล้วแสดงผลภาพการจำแนกทั้ง 4 สี จากนั้นนำภาพสีแดงที่ใกล้เคียงกับบริเวณที่เป็นเลือดมากที่สุดมาเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบมา

ตรวจสอบประสิทธิภาพของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดต่อไป โดยการเปรียบเทียบนั้นจะต้องนำภาพผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาลบ (Image Subtraction) กับภาพอ้างอิงและแทนสีของบริเวณต่าง ๆ ที่ได้จากการเปรียบเทียบ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 – 3.15



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ภาพการจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a* และ b*

ง) ภาพการจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a* และ b*

จ) ภาพการจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a* และ b*

ฉ) ภาพการจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a* และ b* แสดงให้เห็นว่าไม่มีบริเวณสีขาว

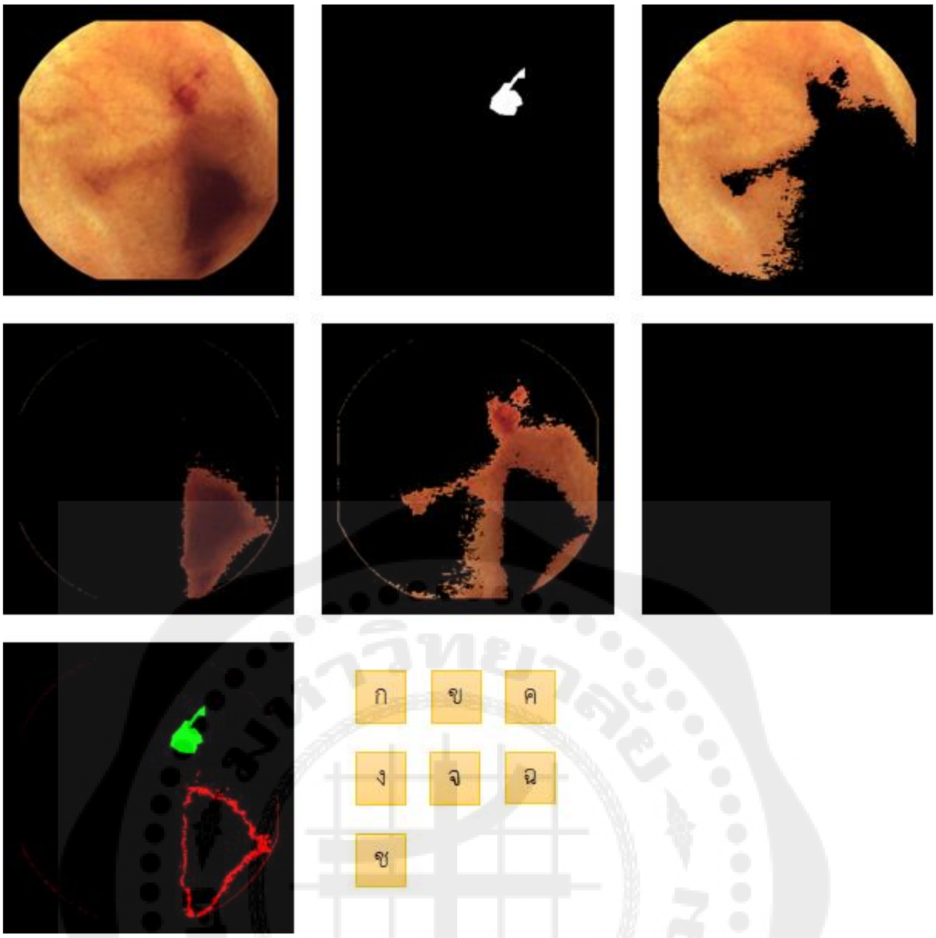
ช) การเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ภาพการจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a* และ b*

ง) ภาพการจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a* และ b*

จ) ภาพการจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a* และ b*

ฉ) ภาพการจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a* และ b* แสดงให้เห็นว่าไม่มีบริเวณสีขาว

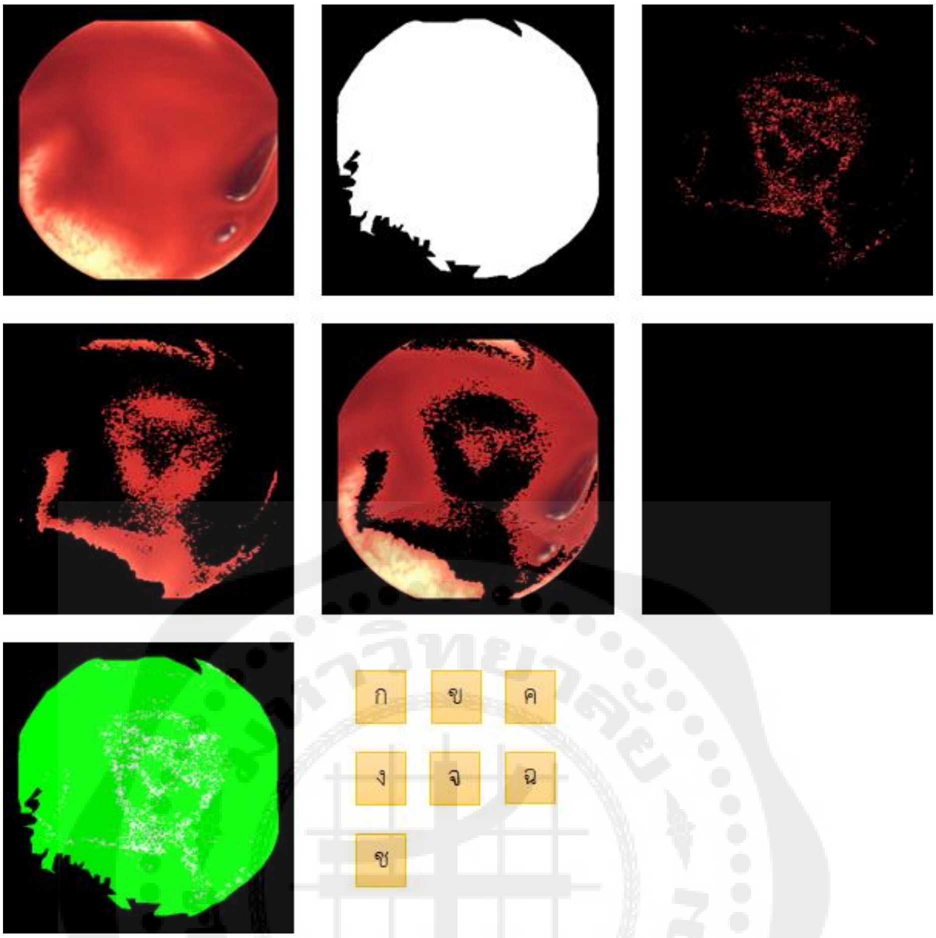
ช) การเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ภาพการจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a* และ b*

ง) ภาพการจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a* และ b*

จ) ภาพการจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a* และ b*

ฉ) ภาพการจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a* และ b* แสดงให้เห็นว่าไม่มีบริเวณสีขาว

ช) การเปรียบเทียบโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

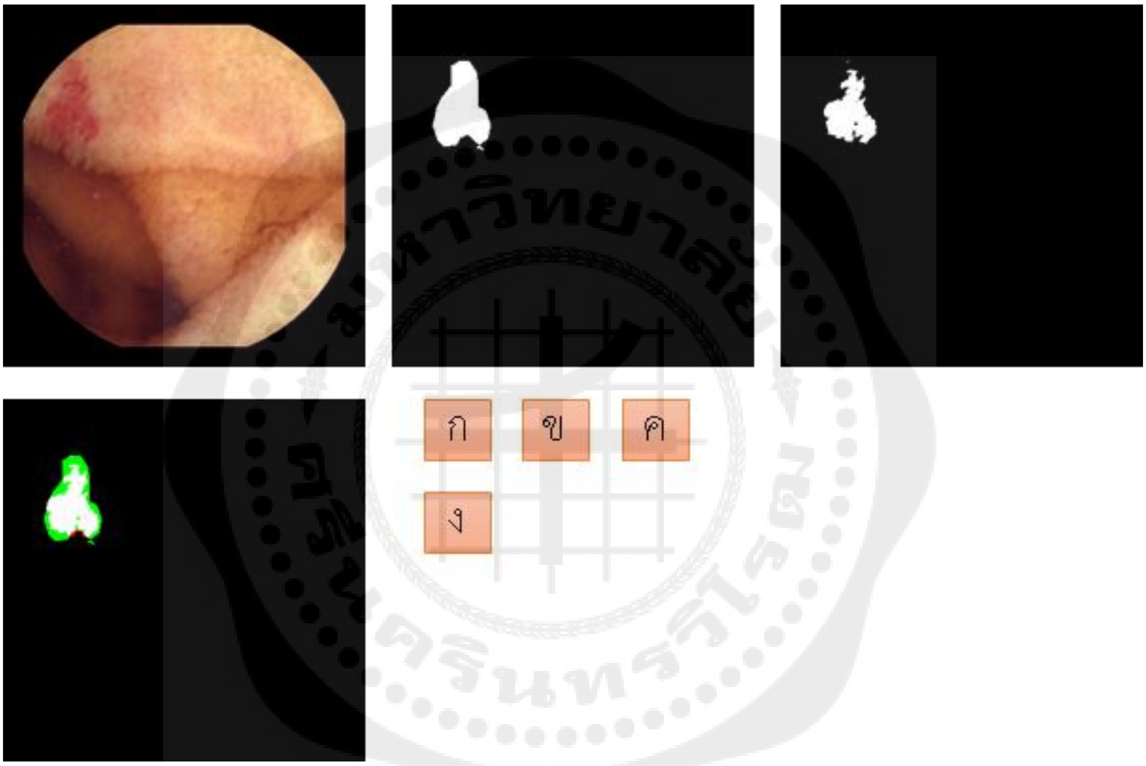
ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

3.2.4 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยรวมวิธีการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง

จากการทดลองวิธีการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) ซึ่งเป็นวิธีการที่ประมวลผลทีละขั้นตอน คณะผู้จัดทำจึงได้ปรับปรุงโดยการนำกระบวนการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพโดยใช้เทคนิคตัดแยกภาพ (Graph-cut) รวมกับกระบวนการจำแนกโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) เพื่อให้ได้กระบวนการกึ่งอันตโนมัติที่มีมีความถูกต้องแม่นยำและใช้เวลาไม่นานในการประมวลผล ผลการทดลองปรับปรุงโดยการรวมสองวิธีการนี้แสดงดังรูปที่ 13.16 – 13.18



รูปที่ 13.16 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ผลลัพธ์จากการประมวลผล

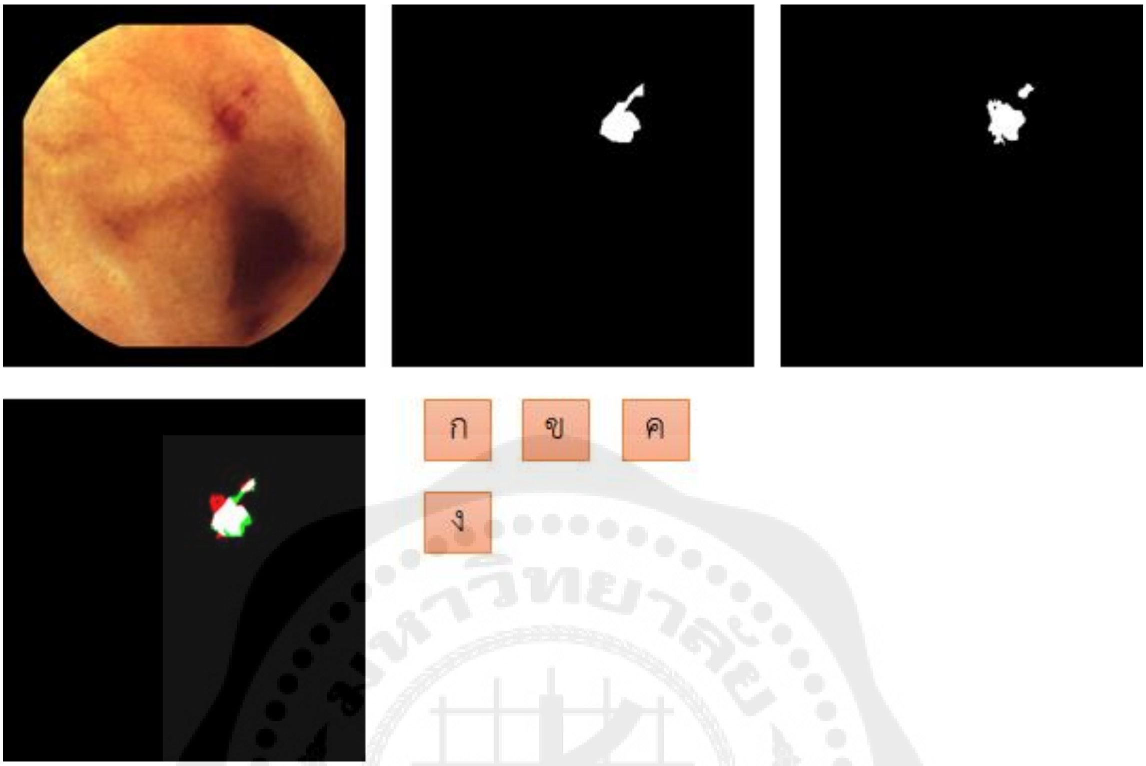
ง) การเปรียบเทียบผงลัพธ์กับภาพอ้างอิงโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 3.17 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ผลลัพธ์จากการประมวลผล

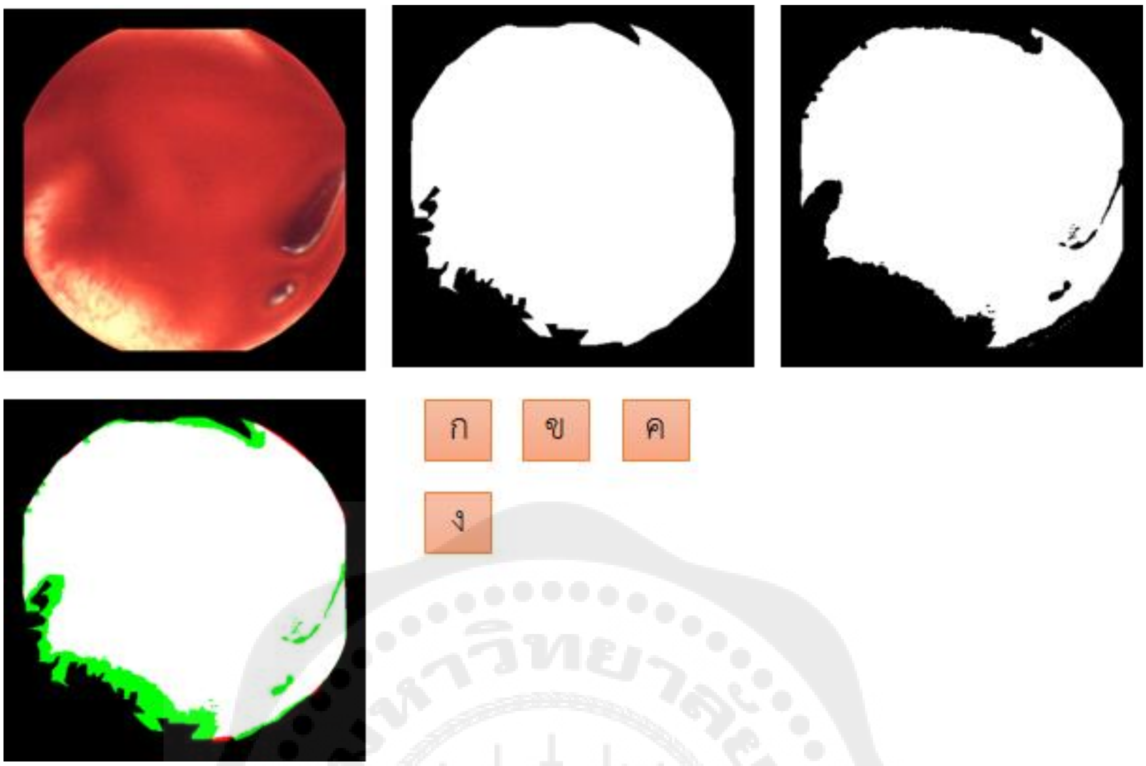
ง) การเปรียบเทียบผงลัพธ์กับภาพอ้างอิงโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว



รูปที่ 13.18 ตัวอย่างรูปภาพผลลัพธ์ และเปรียบเทียบกับภาพอ้างอิง

ก) ตัวอย่างภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ตัวอย่างภาพอ้างอิง

ค) ผลลัพธ์จากการประมวลผล

ง) การเปรียบเทียบผงลัพธ์กับภาพอ้างอิงโดยการแทนสีต่าง ๆ

ผลบวกจริง (True Positive) แทนด้วยสีขาว

ผลลบจริง (True Negative) แทนด้วยสีดำ

ผลบวกลวง (False Positive) แทนด้วยสีแดง

ผลลบลวง (False Negative) แทนด้วยสีเขียว

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

หลังจากการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลเสร็จแล้วนั้น จะทำการเข้าถึงพิกเซล (Pixel) ของภาพอ้างอิง และภาพผลลัพธ์ที่เติมสีในบริเวณต่าง ๆ จำนวนทั้งหมด 303 ภาพ ในแต่ละวิธีการ เพื่อนำจำนวนพิกเซลเหล่านั้นมาเปรียบเทียบและคำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบการจำแนกบริเวณที่มีเลือดที่ได้ทดลอง

4.1 วิธีการคำนวณประสิทธิภาพ

การคำนวณประสิทธิภาพของวิธีการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูล จะคำนวณหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความไว (Sensitivity) และความจำเพาะ (Specificity) หลักการคำนวณทำได้โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์จากโปรแกรมกับพิกเซลในภาพอ้างอิงจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแต่ละเทคนิควิธีการมีวิธีการคำนวณประสิทธิภาพที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.1ก-คและตารางที่ 4.1

ก ข ค

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างรูปที่ทดลอง

ก) รูปภาพอ้างอิง

ข) รูปภาพผลลัพธ์

ค) รูปภาพเปรียบเทียบที่ทำการเติมสี

ตารางที่ 4.1 การหาค่า TP TN FP และTN ของการจำแนกภาพ

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	บริเวณสีขาว (True positive)	บริเวณสีแดง (False positive)
	ผลลบ	บริเวณสีเขียว (False negative)	บริเวณสีดำ (True negative)

โดย True positive แทนบริเวณที่ภาพอ้างอิง และภาพผลลัพธ์จำแนกเลือดได้ตรงกัน

False positive แทนบริเวณที่ภาพผลลัพธ์จำแนกได้เป็นเลือด แต่ภาพอ้างอิงไม่ใช่เลือด

True negative แทนบริเวณที่ภาพอ้างอิง และภาพผลลัพธ์จำแนกบริเวณที่ไม่เป็นเลือดได้ตรงกัน

False negative แทนบริเวณที่ภาพอ้างอิงจำแนกได้เป็นเลือด แต่ภาพผลลัพธ์จำแนกไม่ได้

การคำนวณหาค่าร้อยละของค่าความไว (Sensitivity) ค่าความจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) สามารถคำนวณตามสูตรต่อไปนี้

- ค่าความถูกต้อง (Accuracy): ประสิทธิภาพที่สามารถจำแนกบริเวณที่มีเลือดและไม่มีเลือดในรูปภาพได้ย่างถูกต้อง

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{(TP+TN+FP+FN)} \qquad 4\text{-}1$$

- ค่าความไว (Sensitivity): ประสิทธิภาพที่สามารถจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพได้อย่างถูกต้อง

$$Sensitivity = \frac{TP}{(TP+FN)} \qquad 4\text{-}2$$

- ค่าความจำเพาะ (Specificity): ประสิทธิภาพที่สามารถจำแนกบริเวณที่ไม่มีเลือดได้อย่างถูกต้อง

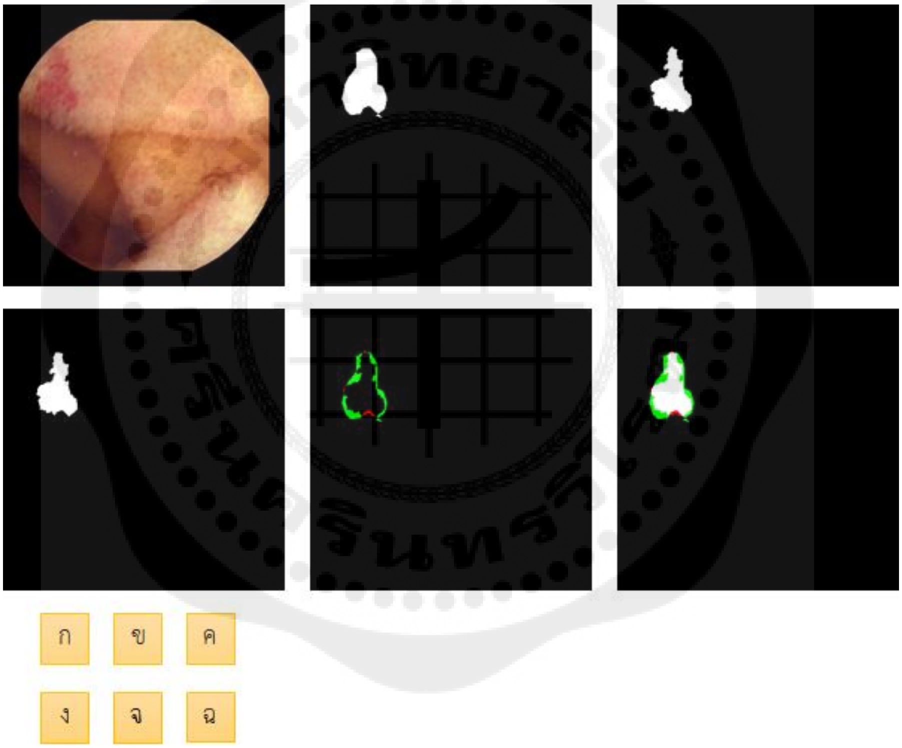
$$Specificity = \frac{TN}{(TN+FP)} \qquad 4\text{-}3$$

4.2 ผลการทดลอง

ในการวัดประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้ประกอบการวัดผล 3 การทดลอง คือ การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut) การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) และการจำแนกบริเวณที่มีเลือดด้วยวิธีการจำแนกสีพื้นฐานโดยใช้โหมดสี L*a*b* Color Space

การทดลองที่ 1 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลที่มีการเก็บชุดข้อมูลมาก่อนแล้ว (KIDs Dataset) จำนวนทั้งหมด 303 ภาพ ดังแสดงตัวอย่างผลการทดลองในรูปที่ 4.2-4.4 และตารางที่ 4.2-4.4



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

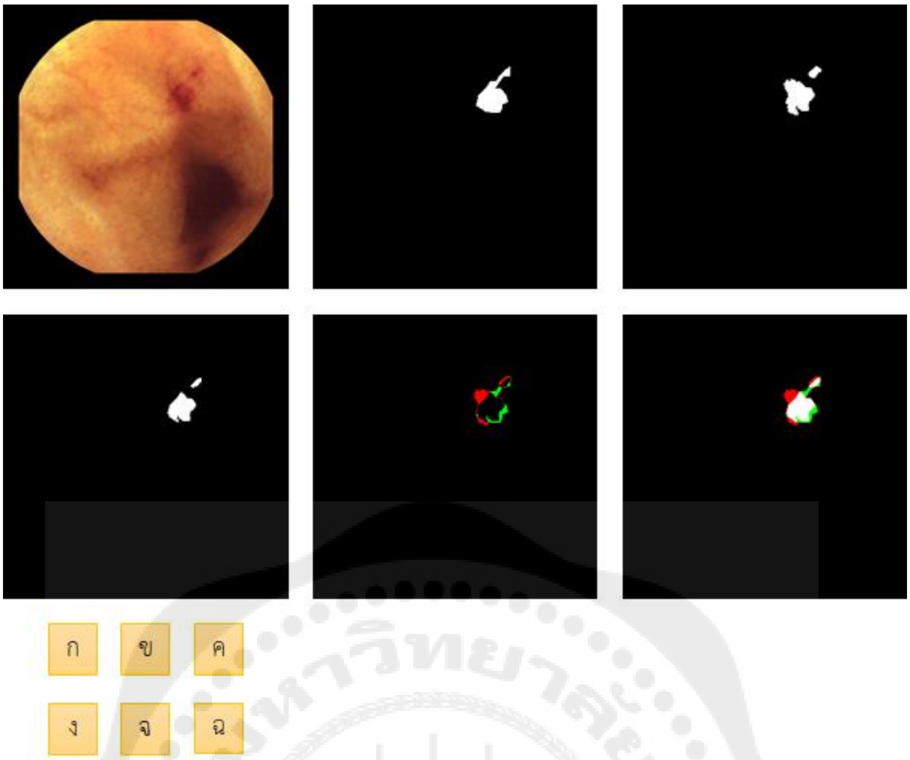
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	2,300 pixels (True positive)	70 pixels (False positive)
	ผลลบ	868 pixels (False negative)	126,362 pixels (True negative)



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

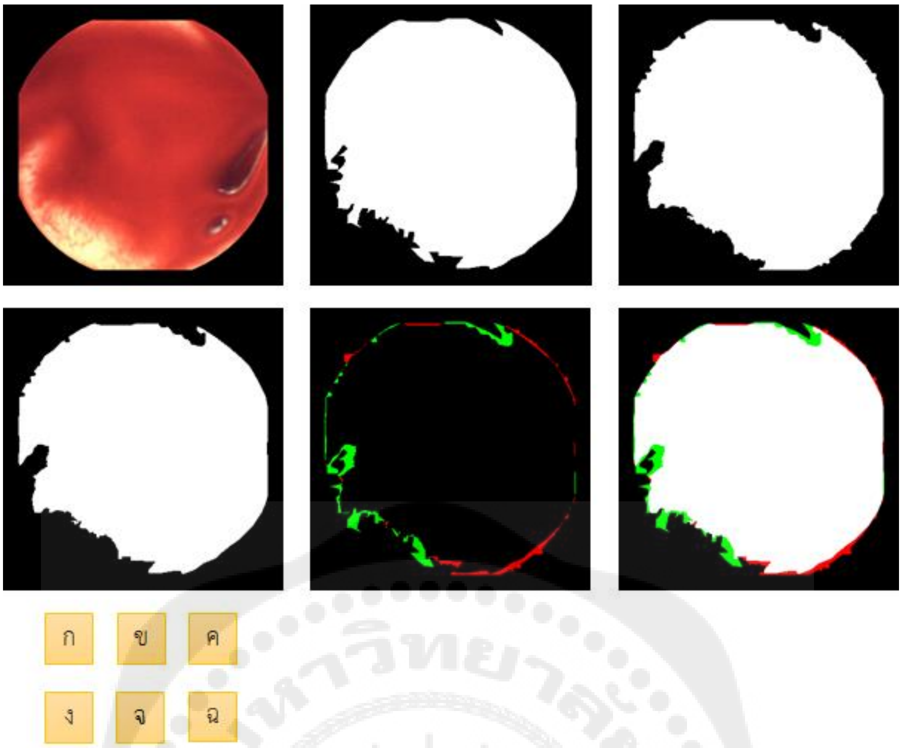
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	934 pixels (True positive)	373 pixels (False positive)
	ผลลบ	266 pixels (False negative)	128,027 pixels (True negative)



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

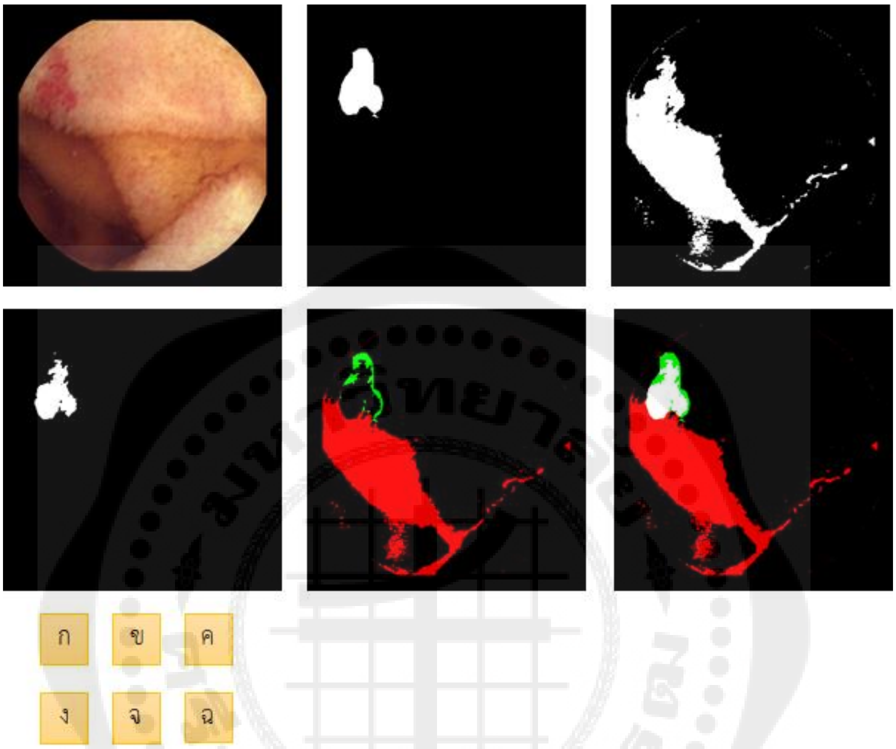
ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	78,895 pixels (True positive)	1,459 pixels (False positive)
	ผลลบ	2,687 pixels (False negative)	46,559 pixels (True negative)

การทดลองที่ 2 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold)

มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลที่มีการเก็บชุดข้อมูลมาก่อนแล้ว (KIDs Dataset) จำนวนทั้งหมด 303 ภาพ ตัวอย่างผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.5-4.7 และตารางที่ 4.5-4.7



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

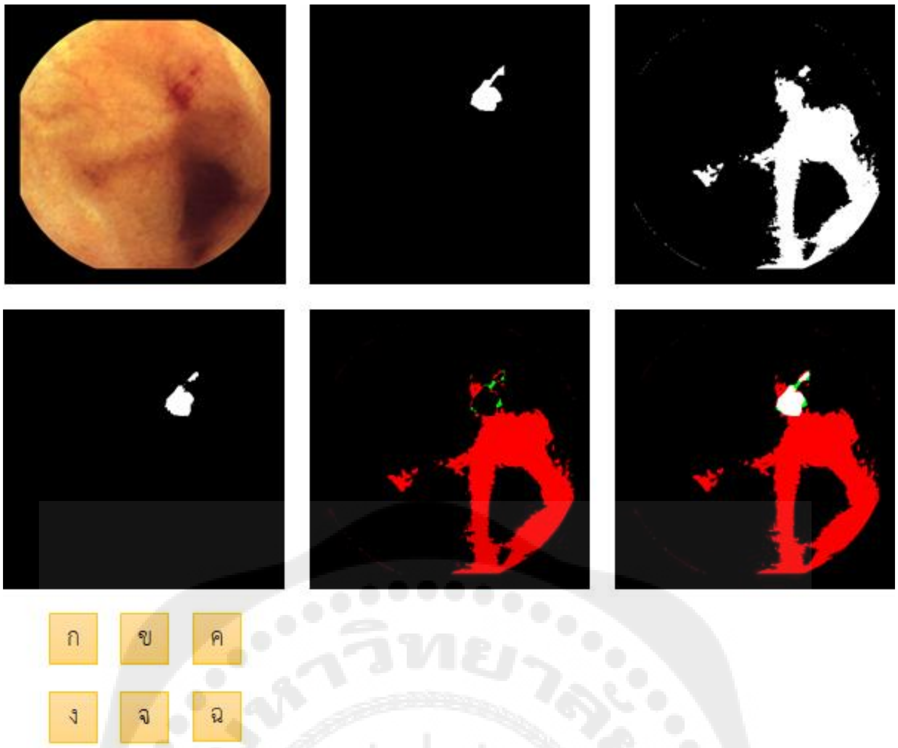
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	2,323 pixels (True positive)	15,467 pixels (False positive)
	ผลลบ	845 pixels (False negative)	110,965 pixels (True negative)



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

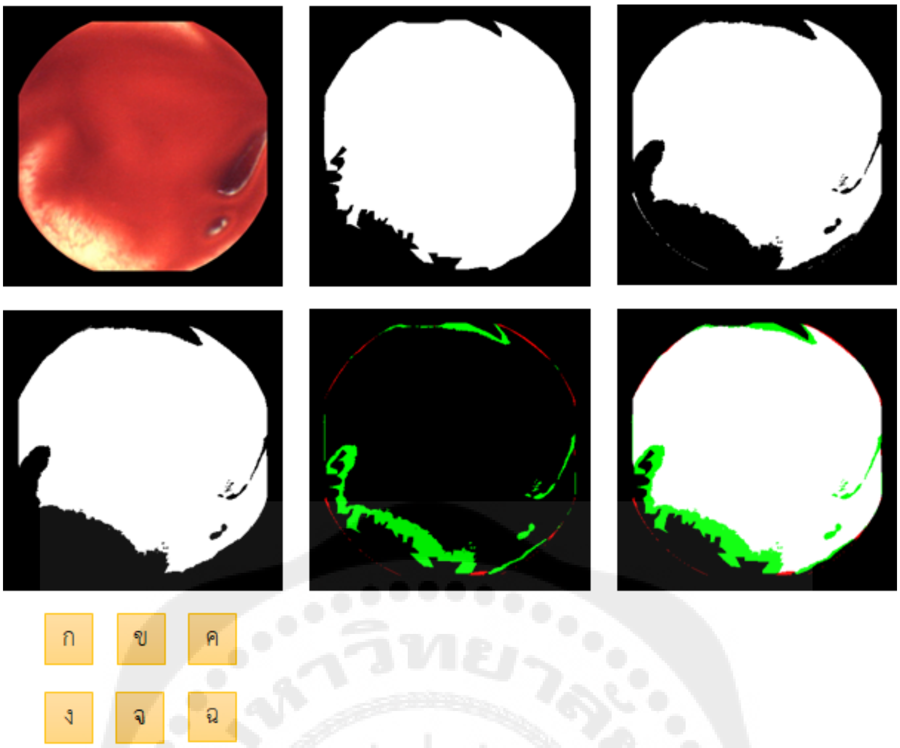
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	1,059 pixels (True positive)	17,197 pixels (False positive)
	ผลลบ	141 pixels (False negative)	111,203 pixels (True negative)



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์

ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive (สีแดง) และ False Negative (สีเขียว)

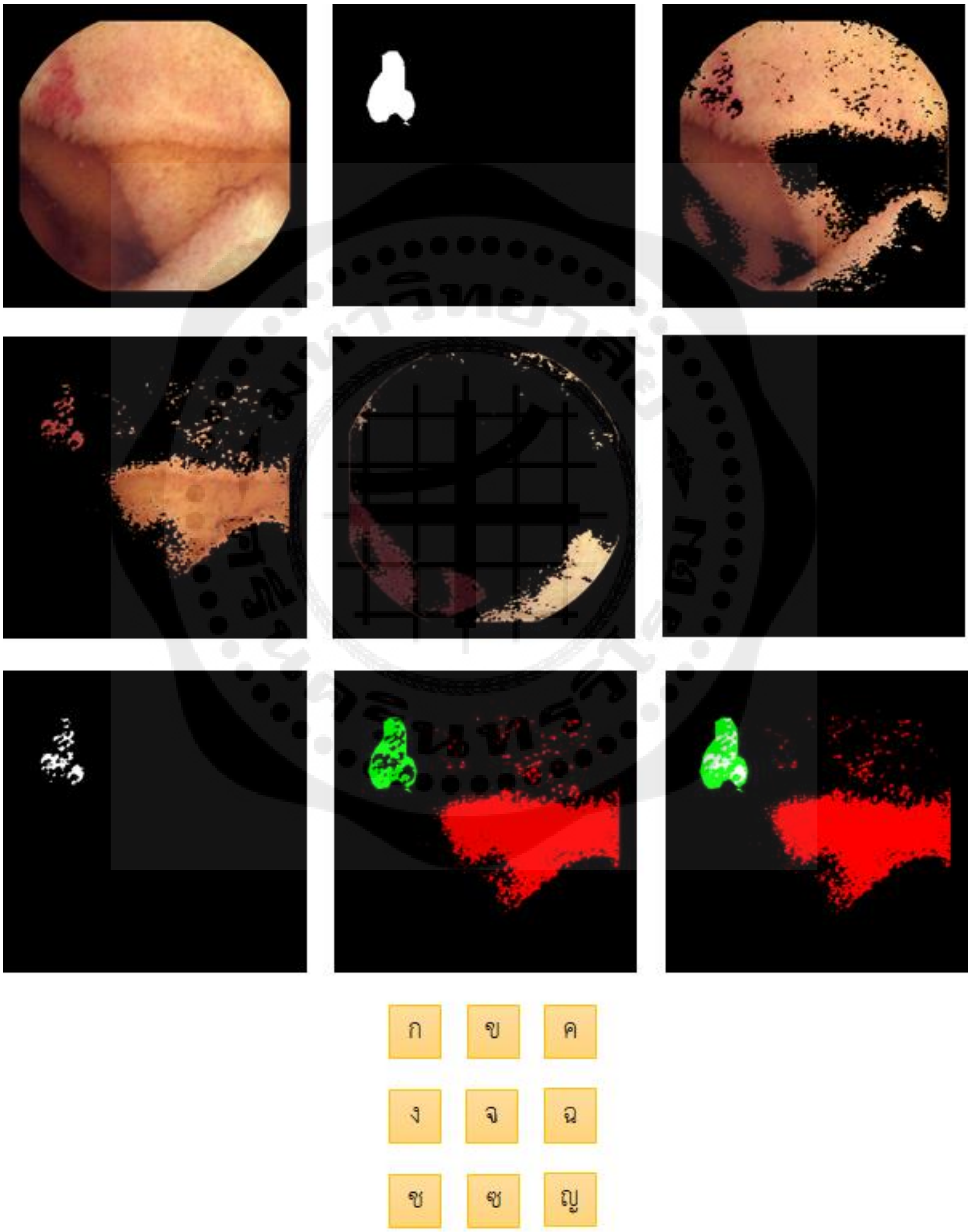
ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	74,759 pixels (True positive)	469 pixels (False positive)
	ผลลบ	6,823 pixels (False negative)	47,549 pixels (True negative)

การทดลองที่ 3 การจำแนกบริเวณที่มีเลือดโดยโหมดสี l*a*b* Color Space

มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลที่มีการเก็บชุดข้อมูลมาก่อนแล้ว (KIDs Dataset) จำนวนทั้งหมด 303 ภาพ ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.8-4.10 และตารางที่ 4.8-4.10



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a*b*

ง) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a*b*

จ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a*b*

ฉ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a*b* แสดงให้เห็นว่าในภาพไม่มีบริเวณสีขาว

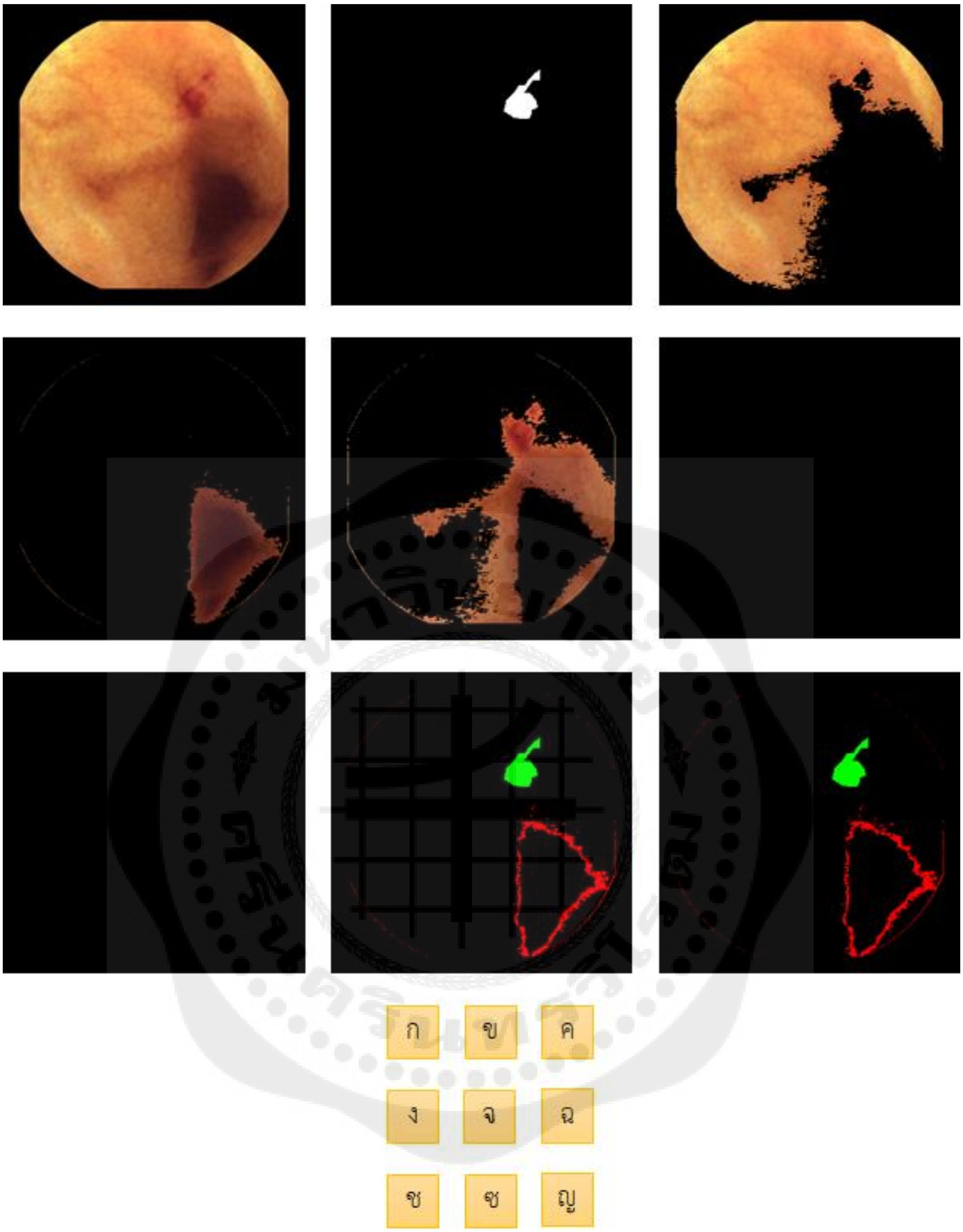
ช) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ซ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ญ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	868 pixels (True positive)	17,163 pixels (False positive)
	ผลลบ	6,823 pixels (False negative)	109,269 pixels (True negative)



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a*b*

ง) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a*b*

จ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a*b*

ฉ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a*b* แสดงให้เห็นว่าในภาพไม่มีบริเวณสีขาว

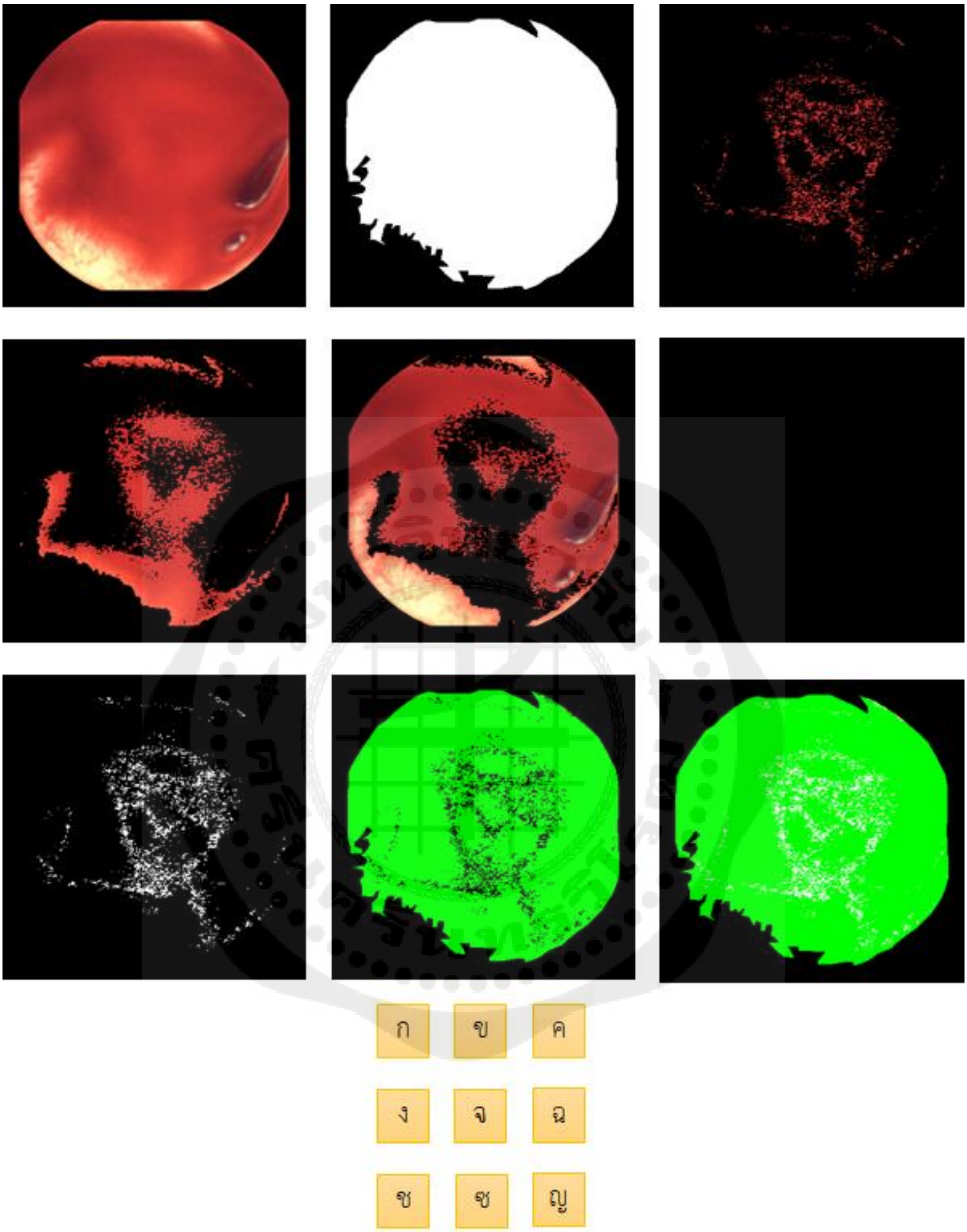
ช) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ซ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ญ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	0 pixels (True positive)	2,374 pixels (False positive)
	ผลลบ	1,200 pixels (False negative)	126,026 pixels (True negative)



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีแดงจากเลเยอร์ a*b*

ง) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีชมพูจากเลเยอร์ a*b*

จ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีเหลืองจากเลเยอร์ a*b*

ฉ) ภาพผลลัพธ์การจำแนกสีขาวจากเลเยอร์ a*b* แสดงให้เห็นว่าในภาพไม่มีบริเวณสีขาว

ช) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

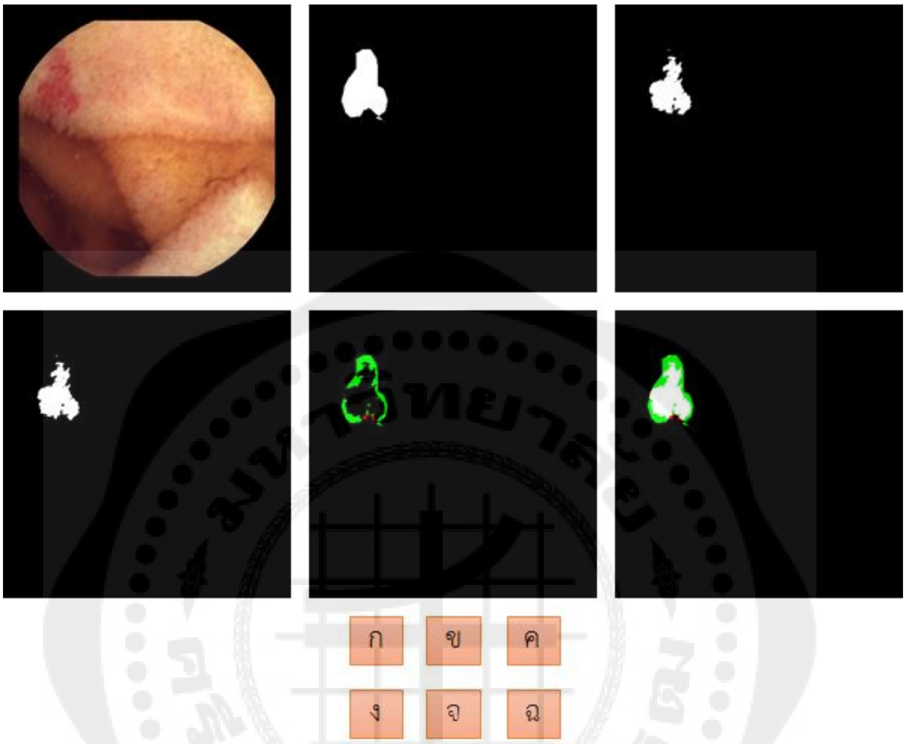
ซ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ญ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	5,278 pixels (True positive)	15 pixels (False positive)
	ผลลบ	76,304 pixels (False negative)	48,003 pixels (True negative)

การทดลองที่ 4 การปรับปรุงวิธีการจำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพ ด้วยการรวมวิธีการจำแนกโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดงเข้าด้วยกัน เพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผลและให้การประมวลผลภาพมีประสิทธิภาพสูงมากที่สุด ซึ่งทดลองทั้งหมด 303 ภาพ ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.11-4.13 และตารางที่ 4.11-4.13



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์จากการประมวลผล

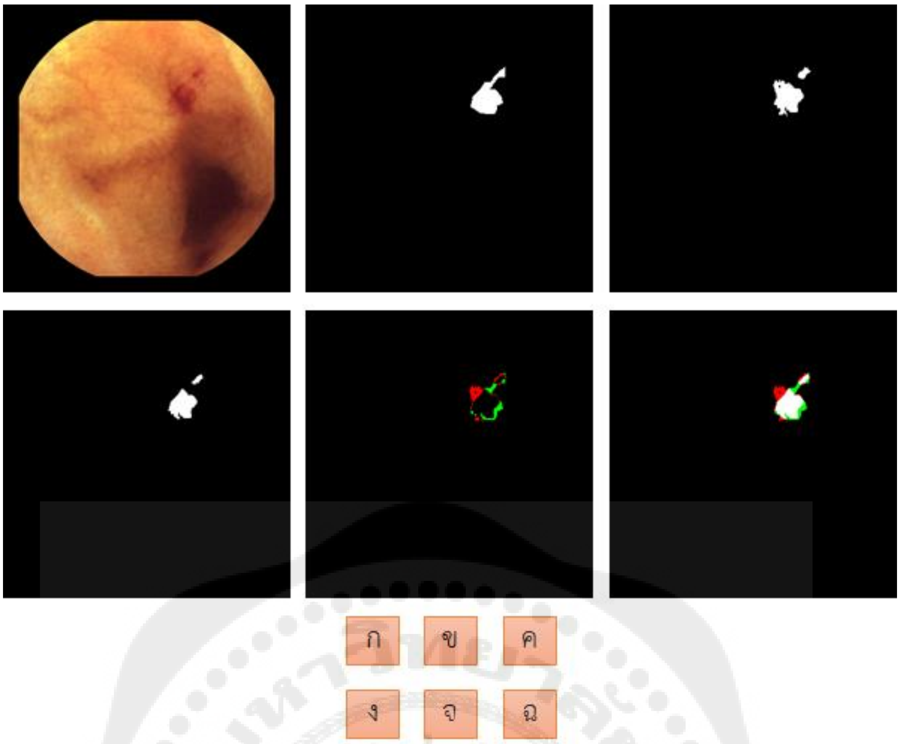
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	2,300 pixels (True positive)	70 pixels (False positive)
	ผลลบ	868 pixels (False negative)	126,362 pixels (True negative)



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์จากการประมวลผล

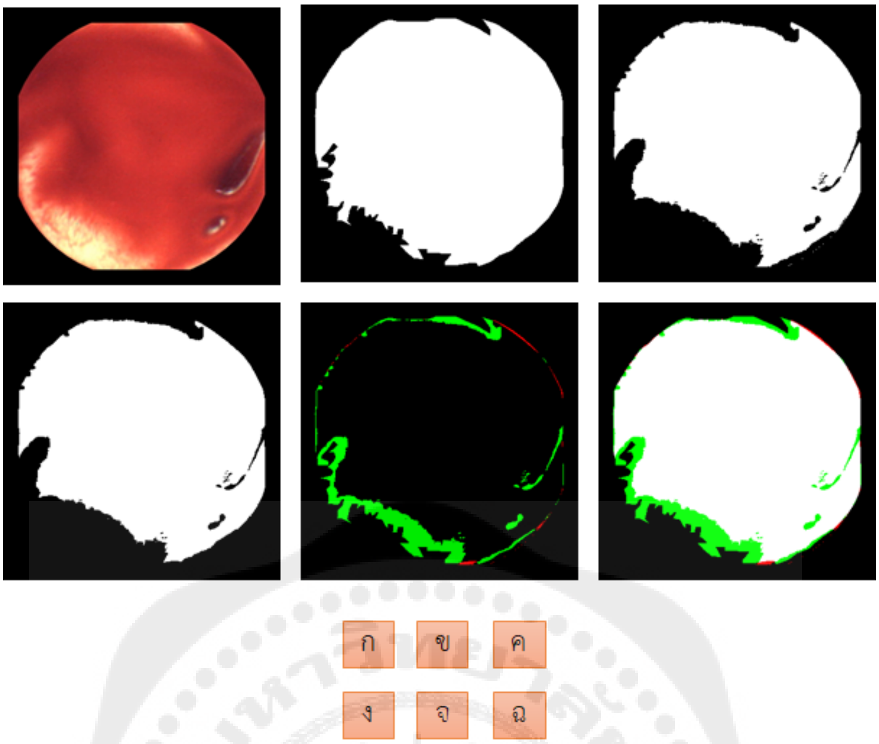
ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	934 pixels (True positive)	373 pixels (False positive)
	ผลลบ	266 pixels (False negative)	128,027 pixels (True negative)



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างผลการทดลองและเปรียบเทียบอย่างละเอียด

ก) ภาพต้นฉบับจาก KIDs Dataset

ข) ภาพอ้างอิง

ค) ภาพผลลัพธ์จากการประมวลผล

ง) ภาพ True Positive เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

จ) ภาพ False Positive(แดง) False Negative (เขียว) เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับภาพอ้างอิง

ฉ) รวมภาพเปรียบเทียบทั้งหมด

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองรวมเทคนิคการตัดแยกภาพกับการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	78,895 pixels (True positive)	1,459 pixels (False positive)
	ผลลบ	2,687 pixels (False negative)	46,559 pixels (True negative)

4.3 อภิปรายผล

จากผลการทดลองทั้ง 4 วิธีการจำแนกบริเวณที่มีเลือดแล้ว ค่า TP TN FP และ FN ที่ได้การเข้าถึงพิกเซลที่เปรียบเทียบกับภาพอ้างอิงจะนำมาคำนวณเพื่อหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความไว (Sensitivity) ความจำเพาะ (Specificity) ของแต่ละวิธีการดังแสดงในตารางที่ 4.14-4.21

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut)

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	1,332,473 pixels (True positive)	1,427,335 pixels (False positive)
	ผลลบ	460,635 pixels (False negative)	36,048,357 pixels (True negative)

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของเทคนิคการตัดแยกภาพ

ความถูกต้อง (Accuracy)	ความไว(Sensitivity)	ความจำเพาะ (specificity)
98.57%	82.69%	99.37%

จากตารางที่ 4.15 แสดงค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูลโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) ซึ่งค่าความไว คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่เป็นเลือดได้ถูกต้อง ค่าความจำเพาะ คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่ไม่ใช่เลือดได้ถูกต้อง และค่าความถูกต้อง คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารภจำแนกทั้งบริเวณที่เป็นเลือดและบริเวณที่ไม่เป็นเลือดได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความไวเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 82.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 99.37 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 82.69 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	923,304 pixels (True positive)	5,747,935 pixels (False positive)
	ผลลบ	869,804 pixels (False negative)	31,727,757 pixels (True negative)

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของการใช้ค่าเกณฑ์สีแดง

ความถูกต้อง (Accuracy)	ความไว(Sensitivity)	ความจำเพาะ (specificity)
78.83%	92.25%	78.15%

จากตารางที่ 4.17 แสดงค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูลโดยใช้ค่าเกณฑ์สีแดง (Threshold) ซึ่งค่าความไว คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่เป็นเลือดได้ถูกต้อง ค่าความจำเพาะ คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่ไม่ใช่เลือดได้ถูกต้อง และค่าความถูกต้อง คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารภจำแนกทั้งบริเวณที่เป็นเลือดและบริเวณที่ไม่เป็นเลือดได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความไวเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 92.25 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 78.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 78.83 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพโดยใช้โหมดสี l*a*b* Color Space

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	282,299 pixels (True positive)	6,953,706 pixels (False positive)
	ผลลบ	1,510,809 pixels (False negative)	30,521,986 pixels (True negative)

ตารางที่ 4.19 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ของโหมดสี l*a*b* Color Space

ความถูกต้อง (Accuracy)	ความไว(Sensitivity)	ความจำเพาะ (specificity)
68.7%	17.98%	71.41%

จากตารางที่ 4.19 แสดงค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูลโดยใช้ L*a*b* Color Space ซึ่งค่าความไว คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่เป็นเลือดได้ถูกต้อง ค่าความจำเพาะ คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่ไม่ใช่เลือดได้ถูกต้อง และค่าความถูกต้อง คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารภจำแนกทั้งบริเวณที่เป็นเลือดและบริเวณที่ไม่เป็นเลือดได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความไวเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 17.98 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 71.41 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 68.7 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองทั้งหมด 303 ภาพ โดยการรวมเทคนิคการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สี

		การวินิจฉัยจากการตรวจมาตรฐาน	
		มีเลือด (True)	ไม่มีเลือด (False)
ผลของการทดลอง	ผลบวก	1,332,473 pixels (True positive)	1,427,335 pixels (False positive)
	ผลลบ	460,635 pixels (False negative)	36,048,357 pixels (True negative)

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ

ความถูกต้อง (Accuracy)	ความไว(Sensitivity)	ความจำเพาะ (specificity)
98.57%	82.69%	99.37%

จากตารางที่ 4.21 แสดงค่าความไว (Sensitivity) ค่าจำเพาะ (Specificity) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ของการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูลโดยการรวมเทคนิคการตัดแยกภาพและการใช้ค่าเกณฑ์สีซึ่งค่าความไว คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่เป็นเลือดได้ถูกต้อง ค่าความจำเพาะ คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารถจำแนกบริเวณที่ไม่ใช่เลือดได้ถูกต้อง และค่าความถูกต้อง คือ ค่าประสิทธิภาพที่โปรแกรมสามารภจำแนกทั้งบริเวณที่เป็นเลือดและบริเวณที่ไม่เป็นเลือดได้อย่างถูกต้อง โดยค่าความไวเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 82.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 99.37 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยของการจำแนกภาพทั้งหมดคิดเป็น 98.57 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอการจำแนกบริเวณที่มีเลือดของภาพจากกล้องแคปซูล โดยใช้การประมวลผลภาพถ่าย 3 เทคนิควิธี คือ วิธีที่ 1 การจำแนกโดยใช้เทคนิคการตัดแยกภาพ (Graph-cut) จำแนกภาพทั้งหมด 303 ภาพมีค่าความไวเฉลี่ยคิดเป็น 82.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ย 99.37 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยคิดเป็น 98.57 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 2 การจำแนกโดยใช้ค่าเกณฑ์ของสีแดง (Threshold) การจำแนกภาพทั้งหมด 303 ภาพมีค่าความไวเฉลี่ย 92.25 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ย 78.15 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยคิดเป็น 78.83 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 3 การจำแนกโดยใช้ L*a*b* Color Space การจำแนกภาพทั้งหมด 303 ภาพ มีค่าความไวเฉลี่ยคิดเป็น 17.98 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยคิดเป็น 71.41 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยคิดเป็น 68.7 เปอร์เซ็นต์

รวมไปถึงการปรับปรุงการประมวลผลภาพ โดยการรวมเทคนิคการตัดแยกภาพ และการใช้ค่าเกณฑ์สีแดงเข้าด้วยกัน เพื่อลดระยะเวลาในการประมวลผลและให้การประมวลผลภาพมีประสิทธิภาพสูง ได้ทำการจำแนกภาพทั้งหมด 303 ภาพ มีค่าความไวเฉลี่ยคิดเป็น 82.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าความจำเพาะเฉลี่ยคิดเป็น 99.37 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถูกต้องเฉลี่ยคิดเป็น 98.57 เปอร์เซ็นต์

จากการจำแนกบริเวณที่มีเลือดทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นระบบสามารถทำการวิเคราะห์จำแนกบริเวณที่มีเลือดในภาพถ่ายลำไส้ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ เป็นไปตามความคาดหมายของผู้วิจัย แต่วิธีการที่นำเสนอมีความไว (Sensitivity) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ไม่สูงมากนักและยังมีข้อผิดพลาดค่อนข้างมากของผลบวกลวง(False Positive) ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อมหรือพื้นที่พิกเซลข้องเคียงกับบริเวณที่มีเลือดมีค่าความสว่าง ความอิ่มตัวของสีที่ใกล้เคียงกับบริเวณที่มีเลือดจึงส่งผลกระทบทำให้เกิดความผิดพลาดในการจำแนกจึงมีค่าของผลบวกลวงที่มากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การจำแนกบริเวณที่มีเลือดต้องการความแม่นยำสูง เนื่องจากมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ ความถูกต้องของการวินิจฉัย เช่น บางรูปภาพในชุดข้อมูลแสดงผลว่าไม่มีเลือดออกในภาพถ่ายลำไส้ภาพนั้น ทำ

ให้การวินิจฉัยผิดพลาด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง ค่าความอิ่มตัวของสีในเฉดต่าง ๆ ค่าความสว่างของภาพแต่ละภาพ รวมไปถึงวิธีการปรับค่าสีต่าง ๆ ของภาพเพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ประมวลผล ได้ถูกต้องในหลากหลายชุดข้อมูลที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] ตามสัตย์, อ. โครงสร้างและหน้าที่ระบบทางเดินอาหาร. 2017; Available from: www.slideshare.net/AphisitAunbusdumberdor/2560-80878833.

[2] Puripong Kitdumrongthum, O.-A.P., *Gastrointestinal Wireless Capsule Endoscopy.*

[3] Boal Carvalho, P., et al., *Suspected blood indicator in capsule endoscopy: a valuable tool for gastrointestinal bleeding diagnosis.* Arquivos de gastroenterologia, 2017. 54(1): p. 16-20.

[4] POBPAD. *GI Bleeding (Gastrointestinal Bleeding)* หรือเลือดออกในทางเดินอาหาร. 2020; Available from: pobpad.com/เลือดออกในทางเดินอาหาร.

[5] PHUKET, B.H. การกลืนกล้องแคปซูลเพื่อตรวจลำไส้เล็ก (*Capsule Endoscopy).* 2019; Available from: https://www.phukethospital.com/th/center/gastrointestinal-liver-center/capsule-endoscopy/.

[6] เจริญพงษ์, ผ.ด.ฑ., การประยุกต์ใช้ *MATLAB* สำหรับการประมวลผลภาพดิจิตอล. 2558. 298.

[7] Gonzalez, R.C. and R.E. Woods, *Digital Image Processing*. 2002.

[8. Yi, F. and I. Moon. *Image segmentation: A survey of graph-cut methods*. in *2012 International Conference on Systems and Informatics (ICSAI2012)*. 2012. IEEE.

[9] Usman, M.A., et al., *Detection of small colon bleeding in wireless capsule endoscopy videos.* Computerized Medical Imaging and Graphics, 2016. 54: p. 16-26.

[10] Pennisi, A., et al., *Skin lesion image segmentation using Delaunay Triangulation for melanoma detection.* Computerized Medical Imaging and Graphics, 2016. 52: p. 89-103.

[11. Atsawarungruangkit, A., *Human-Assisted Deep Learning for Capsule Endoscopy*

[12] Le Berre, C., et al., *Application of Artificial Intelligence to Gastroenterology and Hepatology.* Gastroenterology, 2019.

[13] Hwang, Y., et al., *Application of artificial intelligence in capsule endoscopy: Where are we now?* Clinical endoscopy, 2018. 51(6): p. 547.

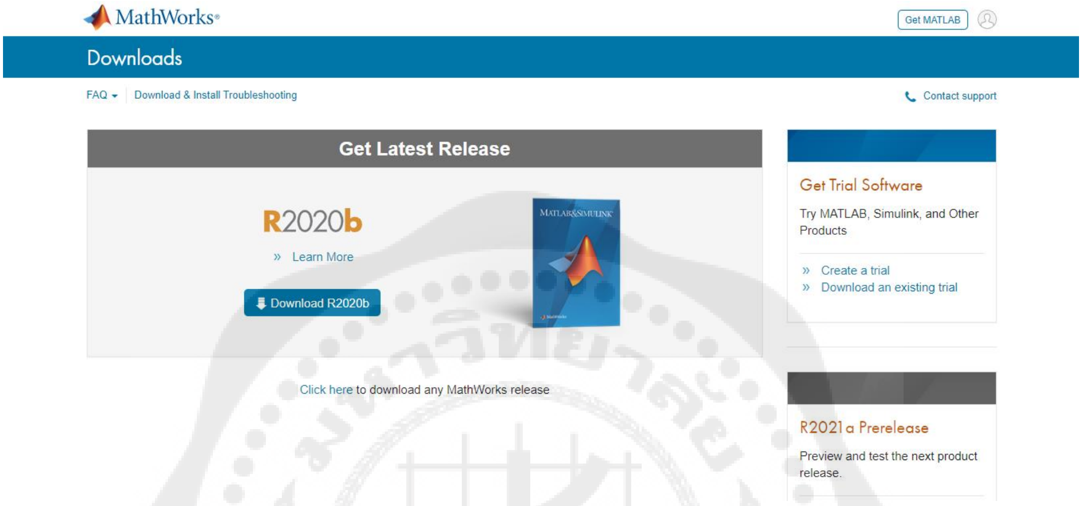
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมฯ

คู่มือการติดตั้งและคู่มือการใช้งานอย่างละเอียด

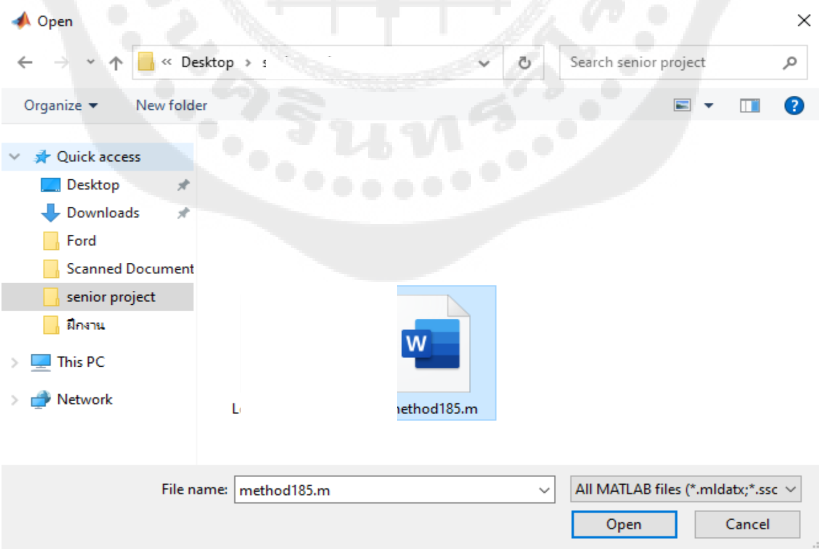
ขั้นตอนการโปรแกรม MATLAB เพื่อเปลี่ยนที่อยู่ไฟล์รูปภาพในการนำมาประมวลผลและบันทึกผล

1. ดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม MATLAB จาก https://www.mathworks.com/downloads/



รูปที่ 1 โปรแกรม MATLAB

2. เปิดไฟล์ method185.m



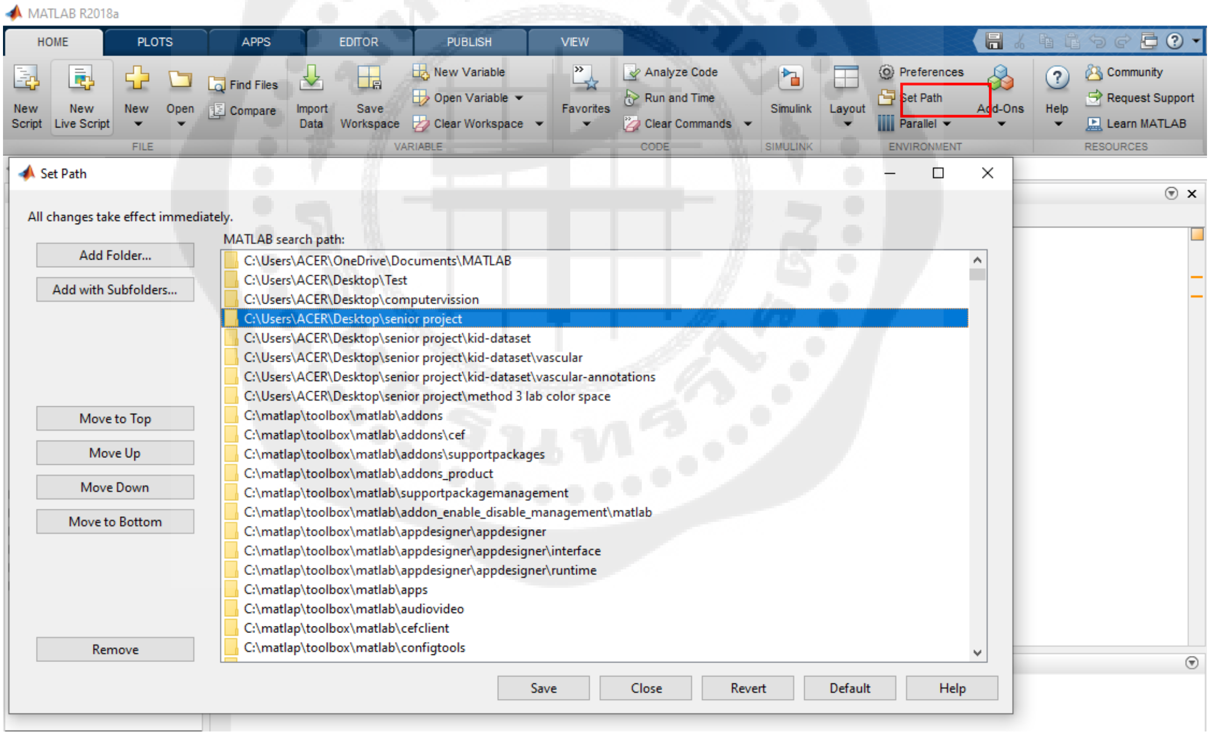
รูปที่ 2 ไฟล์ Method85.m

3. แก้ไขในส่วน Input และ Output โฟลเดอร์ เพื่อนำรูปรูปที่บันทึกจากกล้องแคปซูลที่เก็บไว้ในโฟลเดอร์นั้น ๆ มาใช้ในการประมวลผล และบันทึกผลรูปภาพผลลัพธ์ที่ประมวลเสร็จแล้วเก็บแยกอีกโฟลเดอร์หนึ่งที่สามารถกำหนดเองได้

```
function method185
% Input folder
listing = dir('C:\Users\Acer\Desktop\Pillcam Project\MYTRY\vascular');
% folder that want to save output file
ResultDirectory = ('C:\Users\Acer\Desktop\Pillcam Project\MYTRY\result\Exctract red color\');
[Lr Lc] = size(listing);
```

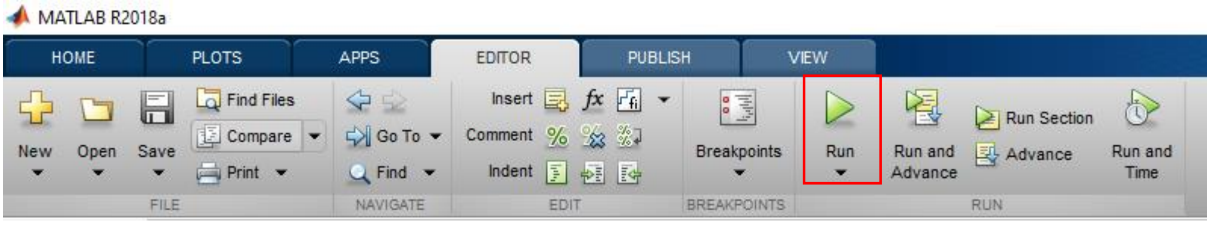
รูปที่ 3 Input และ Output โฟลเดอร์ที่สามารถแก้ไขได้

4. Set path เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการนำรูปมาประมวลผล เพื่อให้โปรแกรมรู้จักและสามารถดึงรูปภาพมาใช้ได้



รูปที่ 4 Set path

5. บันทึกการแก้ไขชื่อโฟลเดอร์และกด RUN เพื่อเริ่มกระบวนการประมวลผลภาพ เมื่อประมวลผลเสร็จสิ้นภาพผลลัพธ์ทั้งหมดทุกภาพจะถูกในโฟลเดอร์ที่ตั้งค่าไว้แล้วก่อนหน้า.



รูปที่ 5 RUN Programing

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์
วันเดือนปีเกิด	16 ตุลาคม 2541
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลวชิรพยาบาล เขตดุสิต จ.กรุงเทพฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	558/10 ลุมพินีแฮปปี้แลนด์ B1 เขตบางกะปิ จ.กรุงเทพฯ 10240
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	0928135277
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนบางกะปิ
พ.ศ. 2564	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รางวัลที่ได้รับระหว่างการศึกษา	1. รางวัลเหรียญเงิน การแข่งขันมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2563 ภายใต้ผลงานชื่อ “ต้นแบบแอพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับช่วยเหลือผู้ป่วยอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุ”
	2. รางวัลรองชนะเลิศ การแข่งขันนวัตกรรม Ford Go Further Innovator Scholarship 2020 (Road Safety) ภายใต้ผลงานชื่อ “Driving Helper ผู้ช่วยตรวจจับการขับขี่อัจฉริยะ.”
	3. ได้รับทุนสนับสนุนระดับภาคในงาน National Software Contest (Thailand) 2021 ภายใต้ผลงานชื่อ “การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูล”

ประวัติย่อผู้ทำโครงงาน

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวอภิชญา นวลนาค
วันเดือนปีเกิด	5 ธันวาคม 2541
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลพะเยา อ.เมือง จ.พะเยา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	285/4 หมู่14 ต.บ้านต๋อม อ.เมือง จ.พะเยา 56000
หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อ	0971346212
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2560	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม
พ.ศ. 2564	กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รางวัลที่ได้รับระหว่างการศึกษา	1. รางวัลเหรียญเงิน การแข่งขันมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2563 ภายใต้ผลงานชื่อ “Health kit; ชุดตรวจวินิจฉัยโรคสำหรับบ้านผู้สูงอายุ” 2. รางวัลรองชนะเลิศ การแข่งขันนวัตกรรม Ford Go Further Innovator Scholarship 2020 (Road Safety) ภายใต้ผลงานชื่อ “Driving Helper ผู้ช่วยตรวจจับการขับขี่อัจฉริยะ.” 3. ได้รับทุนสนับสนุนระดับภาคในงาน National Software Contest (Thailand) 2021 ภายใต้ผลงานชื่อ “การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูล”

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค
สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

ชื่อนิสิต นางสาว ชุติกาญจน์ ดีนิสนธิ์ รหัส 60109010448

นางสาว อภิชญา นวลนาค รหัส 60109010482

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ฑีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☒ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	25
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	25
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	40
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	10

* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน

ความเห็นจากกรรมการสอบ

ตั้งใจกันดีนะ ชมพู ขยันกว่าที่ผมคิดไว้เยอะ และ ก็พัฒนามาเยอะมาก มั่นใจว่า ถ้าพยายาม

พัฒนาตัวเองต่อๆ ไป อย่างสม่ำเสมอ ชีวิตจะสบาย

ทรายพูดฉะฉานดี ทำงานเก่ง ผมไม่ค่อยห่วง เอาตัวรอดได้แน่นอน

ขอให้เด็กๆ เจริญรุ่งเรืองนะครับ

ฑีฆพันธุ์ ครับ

กรรมการสอบ

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค

สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย <u>การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย</u>

ชื่อนิสิต นางสาว ชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์ รหัส 60109010448

นางสาว อภิชญา นวลนาค รหัส 60109010482

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	20
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	20
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	37
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	8
รวม	100	85

* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน

ความเห็นจากกรรมการสอบ

งานเป็นการทดสอบ algorithms, ผลที่ได้น่าสนใจ สามารถนำไปต่อยอดได้ แก้ไขตาม อ.ที่ปรึกษา

กรรมการสอบ

ปรับปรุงครั้งที่ 1 – 18 ธค 2560

แบบฟอร์มสำหรับการให้คะแนนสอบความคืบหน้าโปรเจค

สำหรับนิสิตชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วันที่สอบ 7 เมษายน 2564

ชื่อโครงงาน/โปรเจค/งานวิจัย การจำแนกบริเวณที่มีเลือดในลำไส้ของภาพจากกล้องแคปซูลด้วยวิธีการประมวลผลภาพถ่าย

ชื่อนิสิต นางสาว ชุติกาญจน์ ดีนุสนธิ์ รหัส 60109010448

นางสาว อภิชญา นวลนาค รหัส 60109010482

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ทีฆพันธุ์ เจริญพงษ์

ผลการสอบ ☑ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน (ต้องสอบใหม่) ☐ ผ่านมีเงื่อนไข

เกณฑ์การพิจารณา	คะแนนเต็ม	คะแนนสอบ
1. ความสำเร็จของงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่	25	24
2. ปริมาณงานมีความเหมาะสม	25	25
3. เข้าใจในงานที่ทำไป/จะทำต่อไปจากการตอบคำถาม	40	38
4. การนำเสนองานวิจัยในวันสอบ	10	9

* กรณีไม่ผ่าน ไม่ต้องใส่คะแนน

ความเห็นจากกรรมการสอบ

เน้นในส่วน ขอ. Discussion ให้ละเอียดมากขึ้น

กรรมการสอบ