

แพลตฟอร์มการจำแนกหมู่เลือดโดยประยุกต์วิธีรูปแบบไบนารี เฉพาะที่จากการตกตะกอนของเลือด

Blood Typing Platform using a Local Binary Pattern from Blood Sedimentation in a Microplate

นรรัตน์ วัฒนมงคล*, ชินวุธ พิพัฒน์ภานุกุล และ ธราธร บุญศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
บูรพา
* ผู้รับผิดชอบบทความ
norrarat@eng.buu.ac.th

Received: 15 Jan 2021

Revised: 8 Apr 2021

Accepted: 29 Apr 2021

บทคัดย่อ

การบริจาคเลือดมีส่วนสำคัญในการช่วยชีวิตมนุษย์และบ่งชี้ถึงระบบสาธารณสุขที่มีคุณภาพ ในกระบวนการรับบริจาคเลือดจำเป็นต้องตรวจจำแนกหมู่เลือดระบบเอบีโอและระบบอาร์เอชตามมาตรฐานสากลของคลังเลือดในสถานพยาบาล ซึ่งอาศัยบุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้ตรวจด้วยการอ่านผลตรวจจากรูปแบบการตกตะกอนของเลือดที่ผ่านการผสมกับแอนติบอดีต่อหมู่เลือด งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอแพลตฟอร์มการจำแนกหมู่เลือดโดยประยุกต์วิธีรูปแบบไบนารีเฉพาะ (Local Binary Pattern: LBP) จากรูปแบบการตกตะกอนที่แตกต่างกันของหมู่เลือดแต่ละชนิดที่ประกอบด้วย 8 ลักษณะของหมู่เลือด สามารถจำแนกหมู่เลือดในระบบเอบีโอและระบบอาร์เอชได้ในเวลาเดียวกัน การเก็บข้อมูลจะดำเนินการด้วยการถ่ายภาพการเกิดและไม่เกิดตะกอนของเลือดตัวอย่างกับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อหมู่เลือดระบบเอบีโอและหมู่เลือดระบบอาร์เอช การวิเคราะห์ข้อมูลบนแพลตฟอร์มนี้ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาไพทอนและประมวลผลบนราสเบอร์รี่ ทำให้การวิเคราะห์หมู่เลือดทำได้ง่าย รวดเร็ว และสามารถวิเคราะห์ได้ในเวลาเดียวกันหลายตัวอย่าง อีกทั้งข้อมูลจะถูกสร้างและเก็บไว้บนเว็บไซต์ในฐานข้อมูลของผู้บริจาคเลือดเพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลของโรงพยาบาล จากการทดสอบระบบด้วยการนำภาพรูปถ่ายการตรวจเลือดของอาสาสมัครจำนวน 120 คน ที่ผ่านการนำเลือดผสมกับแอนติบอดีแล้วมาเข้าสู่แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น พบว่าระบบที่นำเสนอสามารถระบุหมู่เลือดของผู้บริจาคได้ถูกต้องทั้งหมด และใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.4 คนต่อวินาที

คำสำคัญ: หมู่เลือด รูปแบบไบนารีเฉพาะที่ การประมวลผลภาพ ไพทอน

Abstract

Blood donation plays a vital role in saving human life and also indicates a essential quality of local health system. In the practical of blood donation, blood grouping for ABO and Rh systems is required according to the international standards of the blood bank in hospitals. Which, relying on a technician to identify the results that interpret by the coagulation pattern of blood was mixed with the antibodies against the blood type. This research proposes a platform for grouping blood types by a specific binary model. The different coagulation patterns for each blood group were performed using the Local Binary Pattern (LBP) method consisting of eight coagulation characteristics of blood groups. The platform can recognize blood types in the ABO system and the Rh system at the same time. Data collection is performed with coagulation and non-sediment imaging of blood samples with antibodies

recognized to the ABO system and the Rh system blood group. The data analysis on this platform is developed in a Python programming language and processed on a Raspberry Pi. In results, it can be noted that the analysis of blood groups to be accurate, fast and able to analyze multiple samples at the same time. In addition, the data collection would be generated and recorded onto the website of the blood donor information and also can be connected to the hospital database in the future. In the results, a system demonstration using photographs of blood donor testing of 120 donors who the donor blood has been mixed with antibodies. It was found that the proposed system was able to correctly identify all donor blood groups and takes an average of 2.4 people per second processing time.

Keywords: Blood Groups, Local Binary Pattern, Image Processing, Python

1. บทนำ

การรับบริจาคเลือดและการเปลี่ยนถ่ายเลือดเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศ จากข้อมูลสถิติของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย พบว่าปริมาณเลือดที่ได้รับบริจาคจากในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล มีปริมาณเฉลี่ยวันละ 1,500-2,000 ยูนิต หรือ เดือนละ 53,000 ยูนิต (ข้อมูลปี 31 มีนาคม พ.ศ. 2564) แต่ปริมาณความต้องการเลือดของผู้ป่วยในโรงพยาบาลต่างๆ ยังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 8-10% [1] เนื่องจากทุกวันจะมีผู้ป่วยโรคต่างๆ จำเป็นต้องได้รับเลือดในการรักษาเป็นจำนวนมาก อาทิ ผู้ป่วยโรคเลือด มะเร็ง ปลูกถ่ายอวัยวะ ผ่าตัด คลอดบุตร และอุบัติเหตุต่างๆ ส่งผลให้ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติมีความต้องการใช้เครื่องมือตรวจหมู่เลือดเพิ่มมากขึ้น การตรวจวิเคราะห์เพื่อระบุหมู่เลือดในสถานพยาบาลภายใต้หมู่เลือดระบบเอบีโอ 4 หมู่ คือ หมู่เลือด A, B, AB และ O และระบบอาร์เอช 2 หมู่คือ หมู่เลือด อาร์เอชบวก (Rh+) และหมู่เลือดอาร์เอชลบ (Rh-) ซึ่งจำแนกได้

ทั้งหมด 8 หมู่เลือดที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันต้องอาศัยบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในการตรวจวิเคราะห์หมู่เลือดในขณะที่เลือดที่ต้องตรวจวิเคราะห์ในแต่ละวันมีจำนวนมาก ดังนั้นศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติหรือสถานพยาบาลขนาดใหญ่บางแห่งที่มีความต้องการและมิงงบประมาณเพียงพอจึงได้นำเข้าเครื่อง ตรวจสอบหมู่เลือดแบบอัตโนมัติ เช่น รุ่น IH-500 Fully Automated Blood Testing System [2] ของบริษัท Bio-Rad แต่ด้วยเครื่องมือราคาสูง สถานพยาบาลโดยส่วนใหญ่ของประเทศที่มีความต้องการเครื่องมือชนิดนี้จึงไม่สามารถจัดซื้อเองได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีนักวิจัยจำนวนหนึ่งพยายามพัฒนาอุปกรณ์บางส่วนหรือนำเสนอวิธีการจำแนกหมู่เลือดเพื่อให้สามารถรองรับการตรวจจำแนกหมู่เลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับขั้นตอนที่สำคัญในการวิเคราะห์เพื่อระบุหมู่เลือด จะใช้การพิจารณาจากรูปแบบการตกตะกอนของเลือดที่ผ่านการผสมกับแอนติบอดีแล้ว ในการตรวจเลือดแต่ละครั้งจะใช้เวลาค่อนข้างมากและยังมีโอกาสที่ผู้ตรวจจะวิเคราะห์หมู่เลือดผิดพลาดอันเนื่องมาจากความเหนื่อยล้าหรือเร่งรีบ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำเสนอแพลตฟอร์มการจำแนกหมู่เลือดโดยประยุกต์วิธีรูปแบบไบนารีเฉพาะที่จากรูปแบบการตกตะกอนที่แตกต่างกันของหมู่เลือดแต่ละชนิด คือการวิเคราะห์ค่า LBP (Local Binary Pattern) รวมถึงการสร้างเว็บไซต์และฐานข้อมูลของผู้บริจาคโลหิต ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดแต่ละหัวข้อในลำดับถัดไป

1.1 หมู่เลือดระบบเอบีโอ (ABO blood group)

หมู่เลือดระบบเอบีโอถูกค้นพบใน ค.ศ. 1900 โดยคาร์ล แลนด์สไตเนอร์ (Karl Landsteiner) [3] สรุปผลการทดลองที่ได้ค้นคว้ามาดังนี้ เลือดแบ่งออกเป็น 3 หมู่ คือหมู่ A, B และ O ต่อมาหมู่ AB ถูกค้นพบโดย วอน เดอ คาสติโล (Alfred von Decastello) และสตอลิ (Adriano Sturli) ในปี ค.ศ.1902 [4] การจำแนกเลือดระบบเอบีโอนั้นจะมีสารโปรตีนเป็นตัวจำแนกหมู่เลือดคือ สารโปรตีนเอ หรือแอนติเจน-เอ (Antigen A แทนด้วย anti-A) และสารโปรตีนบี หรือแอนติเจน-บี (Antibody B แทนด้วย anti-B) ดังแสดงในรูปที่ 1

คนหมู่เลือด A คือคนที่มีแอนติเจน-เอ บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง และมีแอนติบอดี-บี อยู่ในพลาสมา คนหมู่เลือด B คือคนที่มีแอนติเจน-บี อยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง และมี

การจำแนก	ABO blood group			
	หมู่เลือด A Antigen A	หมู่เลือด B Antigen B	หมู่เลือด AB Antigen A และ B	หมู่เลือด O ไม่มีทั้ง antigen A และ B
ชนิดของแอนติเจนบนพื้นผิวของ RBC				
น้ำเหลือง	Anti-B antibody 	Anti-A antibody 	ไม่มีทั้ง anti-A และ anti-B antibody	มีทั้ง anti-A และ anti-B antibody 
เม็ดเลือดแดงที่รับได้	A หรือ O	A หรือ O	A, B, AB หรือ O	O
น้ำเลือดที่รับได้	A หรือ AB	B หรือ AB	AB	A, B, AB หรือ O

รูปที่ 1 หมู่โลหิตและแอนติเจนของหมู่เลือด AB

แอนติบอดี-เอ อยู่ในพลาสมา คนหมู่เลือด AB คือคนที่ไม่มีทั้งแอนติเจน-เอและแอนติเจน-บี อยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ไม่มีแอนติบอดีอยู่ในพลาสมา คนหมู่เลือด O คือ คนที่ไม่มีทั้งแอนติเจน-เอและบี อยู่บนผิวเซลล์เม็ดเลือดแดง แต่มีแอนติบอดี-เอและบี อยู่ในพลาสมา ในกรณีการถ่ายเลือดที่มีแอนติเจนตรงกับแอนติบอดีของผู้รับหรือการถ่ายเลือดผิดหมู่ เช่น การถ่ายเลือดของผู้บริจาคที่มีแอนติเจน-เอ กับผู้รับที่มีแอนติบอดี-เอ หรือถ่ายเลือดที่มีแอนติเจน-บี กับผู้รับที่มีแอนติบอดี-บี จะส่งผลให้เกิดการตกตะกอนในหลอดเลือดและระบบหมุนเวียนเลือดเกิดการอุดตันในหลอดเลือดที่สำคัญ เช่น สมองหรือหัวใจจะทำให้อวัยวะเหล่านั้นขาดเลือดและออกซิเจนไปเลี้ยงซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้รับเลือดอาจเสียชีวิต ในประชากรโลกทั้งหมด คนที่มีเลือดหมู่ O จะมีจำนวนมากที่สุดคือประมาณ 40–50% หมู่ A มีประมาณ 40% หมู่ B มีประมาณ 10–50% และหมู่ AB มีประมาณ 5% [1]

1.2 หมู่เลือดระบบอาร์เอช (Rh blood group)

การจำแนกหมู่เลือดระบบ Rh (ย่อมาจากคำว่า Rhesus monkey) มีวิธีการเช่นเดียวกับระบบเอบีโอ บนผิวของเม็ดเลือดแดงจะมีสารโปรตีนหรือแอนติเจนอยู่บนผิวของเม็ดเลือดแดง ซึ่งเรียกว่า แอนติเจน-ดี (Antigen D แทนด้วย anti-D) เป็นตัวบ่งบอกหมู่เลือดระบบนี้ (Rh) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 หมู่ คือหมู่เลือดระบบอาร์เอชบวก (Rh positive แทนด้วย Rh+) คือหมู่เลือดที่มีแอนติเจนดี อยู่ทีผิวของเม็ดเลือดแดง ในคนไทยมีหมู่เลือด Rh+ ประมาณ 99.7% และหมู่เลือดระบบอาร์เอชลบ (Rh negative แทนด้วย Rh-) คือหมู่เลือดที่ไม่มีแอนติเจนดีอยู่ที่ผิวของเม็ดเลือดแดง ในคนไทยพบว่าหมู่เลือดนี้เพียง 0.3% [4, 5]

1.3 การทดสอบจำแนกหมู่เลือด ABO และ Rh

โดยทั่วไปตัวอย่างเลือดที่ได้จากการรับบริจาคโลหิตของผู้บริจาคทุกรายจะถูกตรวจสอบเพื่อจำแนกหมู่เลือดด้วยการหยดเลือดของผู้บริจาคลงในแผ่นสไลด์หรือลงในถาดหลุม (Well plate) จำนวน 3 หลุมต่อผู้บริจาคเลือดหนึ่งราย แล้วหยดสารแอนติบอดี-เอ แอนติบอดี-บี และแอนติบอดี-ดี แยกผสมกับตัวอย่างเลือดในแต่ละหลุม จากนั้นจะพิจารณารูปแบบการตกตะกอน (agglutination test) ที่เกิดขึ้นดังนี้

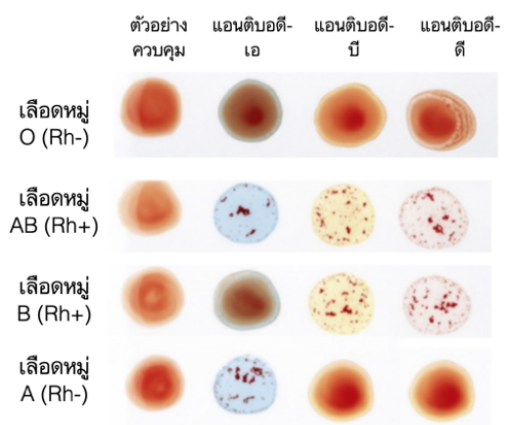
หมู่ A: เลือดที่ผสมสารแอนติบอดี-เอ เกิดการตกตะกอนเท่านั้น

หมู่ B: เลือดที่ผสมสาร แอนติบอดี-บี เกิดการตกตะกอนเท่านั้น

หมู่ O: เลือดที่ผสมสาร แอนติบอดี-เอ และ บี ไม่เกิดการตกตะกอน

หมู่ AB: เลือดที่ผสมสาร แอนติบอดี-เอ และ บี เกิดการตกตะกอน ทั้งคู่แอนติบอดี

การตรวจหมู่เลือดระบบ Rh จะทำโดยใช้สารแอนติบอดี-ดี เพราะเม็ดเลือดแดงที่เป็น Rh+ ส่วนใหญ่เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำยาตัวนี้จะเกิดปฏิกิริยาตกตะกอนของเม็ดเลือดแดงให้เห็นทันที แต่ถ้าไม่เกิดตะกอนจะถือว่าบุคคลนั้นมีหมู่เลือด Rh- (ไม่มีแอนติเจน-ดี) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การตรวจหมู่เลือดระบบเอบีโอและระบบอาร์เอช

1.4 เทคนิค Local Binary Pattern

เทคนิค Local Binary Pattern (LBP) [6] เป็นเทคนิคที่มีคุณสมบัติเด่นด้านการเก็บพื้นผิวของภาพ ตัวดำเนินการพิกเซล LBP โดยใช้สัญลักษณ์ (P, R) เมื่อ P แทนจำนวนพิกเซลที่อยู่รอบจุดศูนย์กลาง และ R คือรัศมีของภาพ (พิจารณาจากรูปที่ 3)

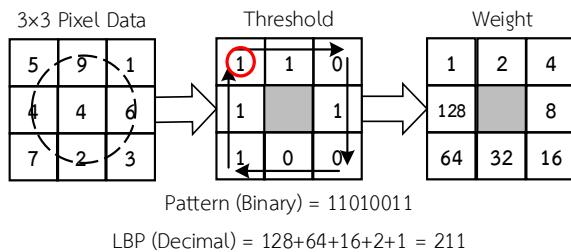
ดังนั้นจะสามารถแสดงสมการคำนวณค่า LBP ในแต่ละพิกเซลในรูปของเลขฐานสิบได้ดังสมการที่ (1)

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^{P-1} s(i_p - i_c) 2^n \quad (1)$$

เมื่อ i_c และ i_p แทนค่าระดับเทาของพิกเซลตำแหน่งศูนย์กลางและพิกเซลรอบตำแหน่งจุดศูนย์กลางที่มีรัศมี R ของภาพ และฟังก์ชันค่าเทรชโฮลด์ $s(x)$ ในสมการที่ (2) ซึ่งจะแปลงจากค่าพิกเซลในรูปของเลขฐานสิบไปเป็นค่าไบนารีโดยกำหนดให้

$$s(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{if } x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

หลังจากนั้นจะนำค่าไบนารีมาถ่วงน้ำหนักด้วยค่า 2^P โดยเริ่มจากตำแหน่งมุมบนซ้ายมีอนตามเข็มนาฬิกา สุดท้ายจะได้ค่า LBP ที่อยู่ในรูปของเลขฐานสิบ จากรูปที่ 3 ภาพที่กำหนดให้มีขนาด 3×3 พิกเซล โดยมี $(P, R) = (8, 1)$ เมื่อนำค่าระดับเทาทุกตำแหน่งของ x_c, y_c ไปแทนในสมการที่ 1 และ 2 ดังนั้นจะได้ค่า LBP เท่ากับ 211 ซึ่งจะใช้เป็นค่าตัวแทนของพื้นที่นี้



รูปที่ 3 พื้นฐานการทำงานของ LBPC [6]

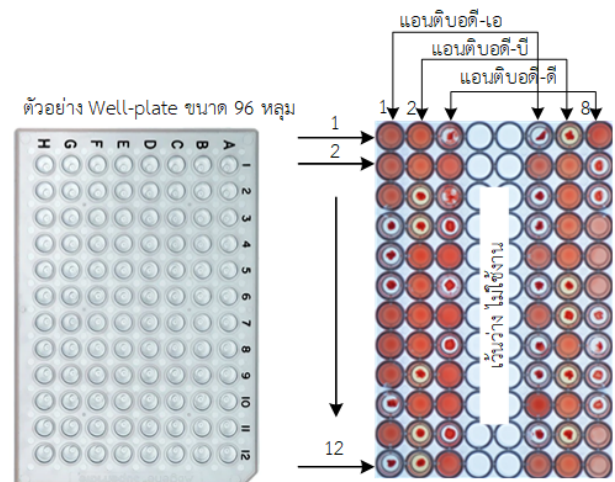
งานวิจัยของ A. Ferraza [7] ได้นำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ตะกอนด้วยการพัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรม C# อินเทอร์เฟซผู้ใช้ได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาแชนเมล (XAML) แต่สามารถวิเคราะห์ได้เพียงตัวอย่างเดียว งานวิจัยของ A. Yamin [8] นำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ตะกอนจากการแปลงภาพจาก RGB เป็น HSV และจาก HSV เป็นค่าระดับสีเทาและอ่านค่าระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี จากนั้นแบ่งส่วนของภาพที่ประมวลผลออกเป็นตำแหน่งต่างๆ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้เพียงตัวอย่างเดียว และไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบได้ งานวิจัยของ

A. Anand [9] นำเสนอเทคนิคฮิสโทแกรมรูปแบบไบนารีในตำแหน่งที่จำเพาะสำหรับการจดจำใบหน้าสำหรับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ซึ่งสามารถวิเคราะห์และจำแนกบุคคลได้อย่างแม่นยำ และงานวิจัย G. Heusch [10] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค Local Binary Pattern ในการประมวลผลภาพร่วมกับเทคนิค appearance-based (LDA) และ feature-based (HMM) ซึ่งส่งผลให้อัตราการระบุตัวตนผิดพลาดลดลง

2. ระบบที่นำเสนอ

2.1 การเตรียมภาพถ่ายของเลือดบนภาตหลุม

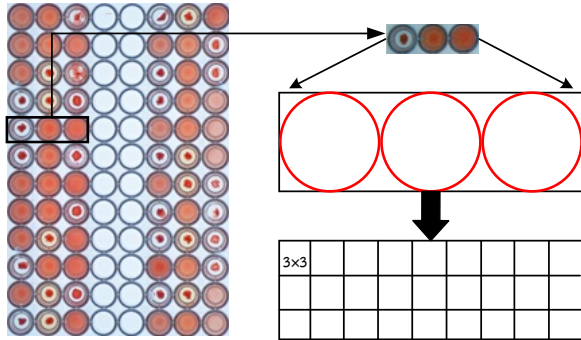
พัฒนาโปรแกรมภาษาไพทอนบนบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เพื่อคัดแยกหมู่เลือดโดยใช้หลักการประมวลผลภาพจะใช้โหลดภาพ (Load photo) ที่มีการจัดเตรียมไว้ โดยจะเป็นภาพของเลือดบนภาตหลุม (well plate) ขนาด 96 ช่อง เพื่อพิจารณาการตกตะกอนของหมู่เลือดระบบ ABO และ Rh ขนาด 415×275 พิกเซล จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าภาตหลุมแต่ละแถวจะมี 6 คอลัมน์ โดยจะหยดสารแอนติบอดี-เอ บี และดีในคอลัมน์ 1, 2, 3 และคอลัมน์ที่ 6, 7, 8 ตามลำดับ ทั้งหมด 12 แถว โดยจะเว้นว่างไม่ใช้งานตรงกลาง 2 คอลัมน์ ดังนั้นจะสามารถทดสอบหมู่เลือดพร้อมกันได้จำนวน 24 คนต่อรูป



รูปที่ 4 ตัวอย่างรูปภาพเลือดบนภาตหลุม

จากรูปที่ 5 เป็นการตัดภาพเลือด (Cropping) บนภาตหลุมของผู้บริจาครายหนึ่งเพื่อนำพื้นที่ส่วนนี้มาคำนวณค่า LBP

โดยพิจารณาเป็นพื้นที่ย่อยๆ ขนาด 3×3 พิกเซล จนครบพื้นที่ทั้งหมดที่ตัดภาพมา

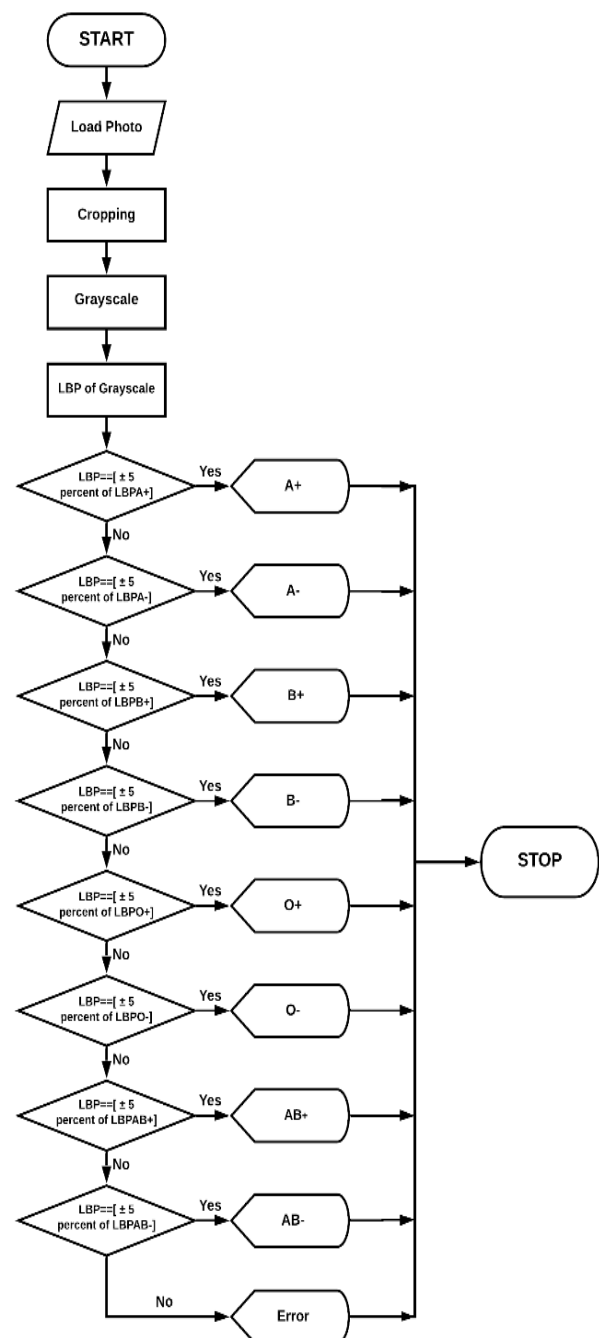


รูปที่ 5 การตัดพื้นที่จากภาพถ่ายเลือดบนฉาบลมเพื่อแบ่งเป็นพื้นที่ภาพย่อยขนาด 3×3 พิกเซล

2.2 การกำหนดช่วงค่า LBP ของหมู่เลือดแต่ละชนิด

หลังจากที่ได้ภาพเลือดในรูปที่ 5 มาแล้ว จะทำการแปลงภาพให้เป็นภาพระดับเทา (Gray scale) ที่มีค่าความสว่างของแต่ละพิกเซลอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 ซึ่งเป็นการไล่ระดับสีจากสีดำ (0) ไปจนถึงสีขาว (255) จากนั้นนำภาพเลือดที่ทราบหมู่เลือดที่แน่นอนแล้วจำนวนทั้งหมด 8 หมู่เลือดๆ ละ 20 ภาพ ไปทดสอบหาค่า LBP ซึ่งเราต้องการทราบค่า LBP สูงสุดและต่ำสุดของแต่ละหมู่เลือดเพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์หรือเงื่อนไขในการระบุหมู่เลือดดังแสดงในตารางที่ 1 จากข้อมูลจะพบว่าค่าผลต่างโดยเฉลี่ย LBP ของหมู่เลือดแต่ละชนิดมีค่าเท่ากับ 53.57 โดยค่านี้อาจมีค่ามากยิ่งขึ้น หมู่เลือด AB+ จะมีค่าผลต่างของค่า LBP มากที่สุดคือ 92 ซึ่งหมายความว่าเราจะสามารถแยกแยะหมู่เลือดนี้ได้ดีที่สุด ในขณะที่หมู่เลือด B- คือ 33 ซึ่งจะสามารถแยกแยะได้แย่งที่สุดในที่นี้เราได้กำหนดค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ของการระบุหมู่เลือดแต่ละหมู่ภายในช่วง $\pm 5\%$ ดังนั้นหากมีความผิดพลาดมากกว่านี้ระบบจะไม่ระบุหมู่เลือดเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด ในกรณีนี้ผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ตรวจสอบด้วยตัวเอง นอกจากนั้นแล้วยังได้แสดงค่า LBP สำหรับแต่ละหมู่เลือดที่มีค่าต่อเนื่องกันเพื่อทำให้ทราบถึงความสามารถในการแยกแยะหมู่เลือดได้มากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากค่าผลต่างโดยเฉลี่ย LBP ที่แสดงอยู่ในตารางที่ 2 จากข้อมูลพบว่าผลต่างโดยเฉลี่ย LBP ของหมู่เลือดที่อยู่ติดกันแต่ละชนิดมีค่าเท่ากับ 151.71 ซึ่งหากค่านี้มีค่าสูงจะยังสามารถแยกแยะหมู่เลือดได้ดีนั่นเอง

จากนั้นจะนำค่าที่ได้ในตารางที่ 2 และ 3 มาเขียนโปรแกรมการประมวลผลค่า LBP แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขของช่วงค่า LBP ของหมู่เลือดทั้ง 8 หมู่ ได้แก่ A+, A-, B+, B-, O+, O-, AB+ และ AB- โปรแกรมจะระบุหมู่เลือดที่ตัดสินใจก่อนออกจากโปรแกรมในส่วนนี้ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 โปรแกรมการประมวลผลค่า LBP เพื่อระบุหมู่เลือด

ตารางที่ 1 ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และผลต่างของค่า LBP ของหมู่เลือดแต่ละชนิด

ค่า LBP	หมู่เลือด							
	O-	A-	B-	O+	AB-	A+	B+	AB+
ต่ำสุด	1198	1369	1583	1789	2003	2213	2413	2659
สูงสุด	1250	1438	1620	1854	2063	2260	2462	2751
ผลต่าง	52	69	33	65	60	47	49	92
ค่าเฉลี่ย	53.57							

ตารางที่ 2 ผลต่างระหว่างค่า LBP ของหมู่เลือดที่อยู่ติดกัน

ค่า LBP	O- A-	A- B-	B- O+	O+ AB-	AB- A+	A+ B+	B+ AB+
ผลต่าง	139	145	129	149	150	153	197
ค่าเฉลี่ย	151.71						

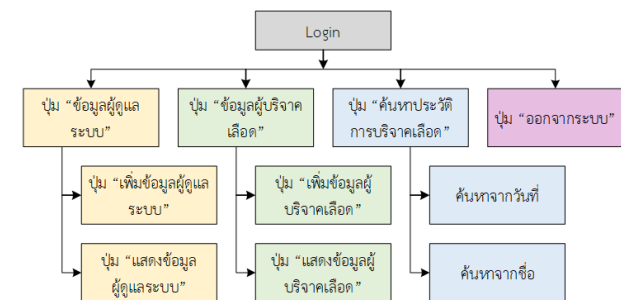
2.3 การออกแบบฐานข้อมูลและเว็บไซต์

การออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม MySQL โดยใช้โครงสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลเก็บไว้ในรูปแบบของตารางเพื่อใช้จัดเก็บข้อมูลของผู้ที่มาบริจาคเลือดและใช้จัดเก็บข้อมูลผู้ดูแลระบบ โดยได้การสร้งฐานข้อมูลไว้ 2 ส่วนคือ ฐานข้อมูลผู้ดูแลระบบ และฐานข้อมูลประวัติของผู้บริจาคเลือด พิจารณาได้จากแผนผังภาพรวมของเว็บไซต์ดังรูปที่ 7 ในส่วนของหน้าหลักของผู้ดูแลระบบจะมีปุ่มการทำงาน 4 ปุ่ม ได้แก่ ข้อมูลผู้ดูแลระบบ ข้อมูลผู้บริจาคเลือด ค้นหาประวัติการบริจาคเลือด ออกจากระบบ สำหรับปุ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบย่อยลงไปจะมี 2 ปุ่ม ได้แก่ เพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ และแสดงข้อมูลผู้ดูแลระบบ ในปุ่มข้อมูลผู้บริจาคเลือด จะมีปุ่มย่อยอีก 2 ปุ่ม คือเพิ่มข้อมูลผู้บริจาคเลือด และแสดงข้อมูลผู้บริจาคเลือด ส่วนในปุ่มค้นหาจะเป็นการค้นหาประวัติการบริจาคเลือดของแต่ละคนที่เคยได้สมัครในระบบนี้แล้ว และหน้าต่างล็อกอินสำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อเข้าสู่ระบบ ดังแสดงในรูปที่ 8

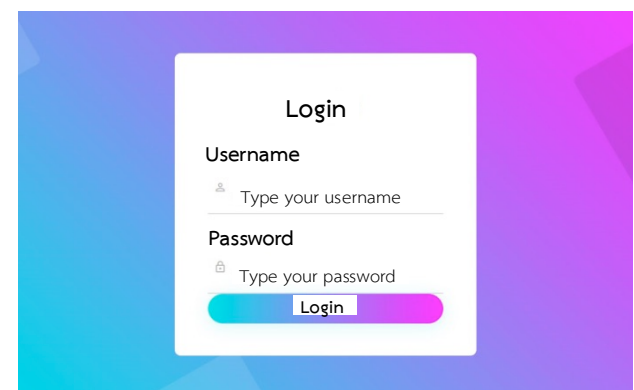
3. การทดสอบและผลการทดสอบ

จากการประมวลผลภาพหมู่เลือดของอาสาสมัครจำนวน 120 ราย โดยมีกระบวนการตามโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 6 เพื่อนำมาคำนวณค่า LBP แล้วเข้าสู่เงื่อนไขการตัดสินใจเพื่อระบุหมู่เลือดตามค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นนำผลลัพธ์การระบุหมู่เลือดที่ได้

จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปเปรียบเทียบกับผลเฉลยของหมู่เลือดที่เราทราบล่วงหน้าแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องทั้งหมดพิจารณาได้จากข้อมูลที่ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3 เมื่อจับเวลาการประมวลผลทั้งหมดพบว่าใช้เวลาไปทั้งสิ้น 50 วินาที หรือระบบนี้ใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.4 คนต่อวินาที การทดสอบและผลการทดสอบการใช้งานระบบฐานข้อมูลของผู้ดูแลระบบและผู้บริจาคเลือดพิจารณาได้จากรูปที่ 9-11



รูปที่ 7 แผนผังภาพรวมของเว็บไซต์



รูปที่ 8 หน้าต่างล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบเพื่อระบุหมู่เลือดโดยใช้แพลตฟอร์มที่น่าเสนอ

คนที่	ค่า LBP	ผลลัพธ์โปรแกรม	ผลเฉลย	ความถูกต้อง
1	1250	O-	O-	✓
2	2422	B+	B+	✓
3	2003	AB-	AB-	✓
4	1819	O+	O+	✓
5	1583	B-	B-	✓

6	1438	A-	A-	✓
7	1791	O+	O+	✓
8	2260	A+	A+	✓
9	1611	B-	B-	✓
10	2028	AB-	AB-	✓
11	1799	O+	O+	✓
12	2259	A+	A+	✓
13	2671	AB+	AB+	✓
14	1853	O+	O+	✓
15	2257	A+	A+	✓
16	1198	O-	O-	✓
17	2462	B+	B+	✓
18	2007	AB-	AB-	✓
19	1237	O-	O-	✓
20	2213	A+	A+	✓
21	2659	AB+	AB+	✓
22	1850	O+	O+	✓
23	1428	A-	A-	✓
24	2418	B+	B+	✓
25	1794	O+	O+	✓
26	1199	O-	O-	✓
27	2454	B+	B+	✓
28	2036	AB-	AB-	✓
29	1423	A-	A-	✓
30	2228	A+	A+	✓
31	1248	O-	O-	✓
32	1789	O+	O+	✓
33	1587	B-	B-	✓
34	1416	A-	A-	✓
35	2428	B+	B+	✓
36	2058	AB-	AB-	✓
37	2048	AB-	AB-	✓
38	1854	O+	O+	✓
39	2217	A+	A+	✓
40	1389	A-	A-	✓
41	1207	O-	O-	✓
42	2063	AB-	AB-	✓

43	2421	B+	B+	✓
44	2214	A+	A+	✓
45	2689	AB+	AB+	✓
46	1801	O+	O+	✓
47	2053	AB-	AB-	✓
48	1236	O-	O-	✓
49	2719	AB+	AB+	✓
50	1238	O-	O-	✓
51	1369	A-	A-	✓
52	2247	A+	A+	✓
53	1219	O-	O-	✓
54	2736	AB+	AB+	✓
55	2455	B+	B+	✓
56	1812	O+	O+	✓
57	1387	A-	A-	✓
58	2748	AB+	AB+	✓
59	1249	O-	O-	✓
60	2413	B+	B+	✓
61	1217	O-	O-	✓
62	2004	AB-	AB-	✓
63	2423	B+	B+	✓
64	2219	A+	A+	✓
65	1593	B-	B-	✓
66	1234	O-	O-	✓
67	2005	AB-	AB-	✓
68	1822	O+	O+	✓
69	2443	B+	B+	✓
70	1379	A-	A-	✓
71	2751	AB+	AB+	✓
72	1832	O+	O+	✓
73	1437	A-	A-	✓
74	2698	AB+	AB+	✓
75	2006	AB-	AB-	✓
76	2660	AB+	AB+	✓
77	2018	AB-	AB-	✓
78	2661	AB+	AB+	✓
79	1211	O-	O-	✓

80	1612	B-	B-	✓
81	2229	A+	A+	✓
82	1204	O-	O-	✓
83	1217	O-	O-	✓
84	1427	A-	A-	✓
85	2414	B+	B+	✓
86	2239	A+	A+	✓
87	1417	A-	A-	✓
88	1407	A-	A-	✓
89	1842	O+	O+	✓
90	1397	A-	A-	✓
91	2242	A+	A+	✓
92	1199	O-	O-	✓
93	2235	A+	A+	✓
94	1620	B-	B-	✓
95	1843	O+	O+	✓
96	2216	A+	A+	✓
97	1823	O+	O+	✓
98	1200	O-	O-	✓
99	2415	B+	B+	✓
100	2008	AB-	AB-	✓
101	1377	A-	A-	✓
102	2218	A+	A+	✓
103	1219	O-	O-	✓
104	1805	O+	O+	✓
105	1619	B-	B-	✓
106	1370	A-	A-	✓
107	2416	B+	B+	✓
108	2009	AB-	AB-	✓
109	2010	AB-	AB-	✓
110	1851	O+	O+	✓
111	2231	A+	A+	✓
112	1383	A-	A-	✓
113	1208	O-	O-	✓
114	2011	AB-	AB-	✓
115	2420	B+	B+	✓
116	2221	A+	A+	✓

117	2663	AB+	AB+	✓
118	1807	O+	O+	✓
119	2042	AB-	AB-	✓
120	1229	O-	O-	✓

เพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ

ชื่อผู้ดูแลระบบ	admin2
อีเมลล์ผู้ดูแลระบบ	admin2@gmail.com
เบอร์ติดต่อผู้ดูแลระบบ	0999999999
Username	admin2
Password	*****

แสดงข้อมูลผู้ดูแลระบบ

Copy

CSV

Print

Search

รหัสผู้ดูแล	ชื่อผู้ดูแลระบบ	อีเมลผู้ดูแลระบบ	เบอร์โทรศัพท์ผู้ดูแลระบบ	ชื่อผู้ใช้งาน	รหัสผ่าน	แก้ไข	ลบ
1	admin	admin@gmail.com	0888888888	admin	admin		
2	admin2	admin2@gmail.com	0999999999	admin2	1234		
3	admin3	admin3@gmail.com	0899999999	admin3	1234		

Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous

1

Next

รูปที่ 9 การทดสอบและผลการทดสอบเพิ่มข้อมูลผู้ดูแลระบบ

เพิ่มข้อมูลประวัติ

Barcode

รูปถ่าย

Choose File No file chosen

ชื่อ

นามสกุล

วันเกิด

Mm/dd/yyyy

อายุ

น้ำหนัก

ความสูง

แพทย์

ที่อยู่

หมู่เลือด

ปริมาณเลือด

Plate

No

Date

Mm/dd/yyyy

บันทึก

ยกเลิก

แสดงข้อมูลประจำวัน													
Copy CSV Print													
รหัส	Barcode	รูป	ชื่อ	นามสกุล	ปี/เดือน/วัน	อายุ	หมู่เลือด	CC	Plate	No	Date	ชุดขาดยาเมื่อ	แก้ไข
1	1111111		SADAYU	YUTHIM	1996-05-22	23	A+	450	1	1	2018-09-11		
2	2222222		BOONHARIT	INPHEN	1996-06-17	23	O-	450	1	2	2019-12-04		
3	3333333		NATJANAN	SUPHASATHIAN	1997-11-02	22	AB+	350	1	3	2018-10-09		

รูปที่ 10 การทดสอบและผลการทดสอบเพิ่มข้อมูลผู้บริจาคเลือด

แสดงข้อมูลประวัติการบริจาคเลือด

จากวันที่ : 06/08/2019
ถึงวันที่ : 06/01/2020

Copy CSV Print

รหัส	Barcode	รูป	ชื่อ	นามสกุล	ปีเกิด/วัน	อายุ	หมู่เลือด	CC	Plate	No	Date	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ
12	0123456		KAI	NAJA	0000-00-00	55	A-	450	1	8	2020-06-01			
251	2468013		MUNEE	JAI	0000-00-00	38	B+	450	2	15	2020-06-07			

Showing 1 to 3 of 3 entries

Previous 1 Next

(ก) การค้นหาจากรายชื่อ

แสดงข้อมูลประวัติการบริจาคเลือด

จากวันที่ : mm/dd/yyyy
ถึงวันที่ : mm/dd/yyyy

Copy CSV Print

รหัส	Barcode	รูป	ชื่อ	นามสกุล	ปีเกิด/วัน	อายุ	หมู่เลือด	CC	Plate	No	Date	ดูรายละเอียด	แก้ไข	ลบ
1	1111111		SADAYU	YUTHIM	1996-05-22	23	A+	450	1	1	2019-09-11			

Showing 1 to 3 of 3 entries (filtered from 122 total entries)

Previous 1 Next

(ข) การค้นหาจากวันที่มาบริจาคเลือด

รูปที่ 11 การค้นหาประวัติการบริจาคเลือด

4. สรุป

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอแพลตฟอร์มการจำแนกหมู่เลือดโดยประยุกต์วิธีรูปแบบไบนารีเฉพาะ (Local Binary Pattern: LBP) จากรูปแบบการตกตะกอนที่แตกต่างกันของหมู่เลือดแต่ละชนิดที่ประกอบด้วย 8 ลักษณะของหมู่เลือด สามารถจำแนกหมู่เลือดในระบบเอปียโอและระบบอาร์เอชได้ในเวลาเดียวกัน การเก็บข้อมูลจะดำเนินการด้วยการถ่ายภาพการเกิดและไม่เกิดตะกอนของเลือดตัวอย่างกับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อหมู่เลือดระบบเอปียโอและหมู่เลือดระบบอาร์เอช แพลตฟอร์มนี้ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาไพทอนและประมวลผลบนราสเบอรี่ไพพ์ทำให้การวิเคราะห์หมู่เลือดทำได้ง่าย รวดเร็ว และสามารถวิเคราะห์ได้ในเวลาเดียวกันหลายตัวอย่าง อีกทั้งยังสร้างเว็บไซต์ฐานข้อมูลของผู้บริจาคเลือดเพื่อรองรับการทดสอบระบบทั้งหมดด้วย จากการทดสอบระบบด้วยการนำภาพถ่ายรูปเลือดของอาสาสมัครจำนวน 120 คน ที่ผ่านการนำเลือดผสมกับแอนติบอดีแล้วมาเข้าสู่แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นพบว่าระบบที่นำเสนอสามารถระบุหมู่เลือดของผู้บริจาคได้ถูกต้องทั้งหมด และใช้เวลาประมวลผลเฉลี่ยเท่ากับ 2.4 คนต่อวินาที

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัย สำหรับตัวอย่างเลือดของอาสาสมัครทั้งหมดนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากงานคลังเลือดโรงพยาบาลชลบุรี และได้รับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา รหัสโครงการวิจัย Sci 071/2561

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] อุสา สุทธิสาคร, สิทธิพงศ์ วัฒนานนท์สกุล, ดำรง เชี่ยวศิลป์. “การศึกษาพฤติกรรมกรรมการบริจาคโลหิตของผู้ที่มาบริจาคโลหิต ณ ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย”. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 3), หน้า 251-260, 2557.
- [2] IH-500 Fully Automated Blood Testing System. (7 April 2021). [Online] Available : <https://info.bio-rad.com/cdg-ih500.html>
- [3] Daniels G, Bromilow I, *An introduction to blood groups : Essential Guide to Blood Groups*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007:4.
- [4] G. Daniels, L. Castilho, W. A. Flegel, et al., *International Society of Blood Transfusion Committee on Terminology for Red Cell Surface Antigens: Macao Report*. Vox Sang, 2009.
- [5] มาลีรัตน์ โสตานิล และอมรศักดิ์ อมรณานนท์. “การรู้จำใบหน้าแบบหลายมุมมองโดยใช้เทคนิคการผสมผสานการแบ่งภาพและการจับภาพมุมมองจริง”. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ.*, ปีที่ 8 (ฉบับที่ 2), หน้า 33 – 38, 2555.
- [6] D. Huan, C. Shan, M. Ardebilian, et al., “Local binary patterns and its application to facial image analysis: a survey,” *IEEE Trans. on system, man and cybernetics*, Vol. 41(6), pp. 765 – 781, 2011.
- [7] A. Ferraza V.Carvalho and J. Machado, “Determination of human blood type using image processing techniques,” *Measurement.*, Vol. 97, pp. 165-173, 2017.

- [8] A. Yamin, F. Imran, U. Akbar, S. H. Tanvir., "Image processing based detection & classification of blood group using color images," *International Conference on Communication, Computing and Digital Systems (C-CODE)*, 2017.
- [9] A. Anand, V. Jha, L. Sharma, "An improved local binary patterns histograms technique for face recognition for real time applications," *International Journal of Recent Technology and Engineering*. Vol. 8(257), pp. 524-529, 2019.
- [10] G. Heusch, Y. Rodriguez, S. Marcel, "Local binary patterns as an image preprocessing for face authentication," *Proceeding of the 7th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR'06)*, 2006.