



การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

โดย
ว่าที่ร้อยตรีพงศธร พงษ์รูป

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

โดย
ว่าที่ร้อยตรีพงศธร พงษ์รูป

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

APPLICATION OF DIGITAL IMAGE PROCESSING AND PATTERN RECOGNITION FOR
RECOGNIZING POINT OF ORIGIN FROM BLOODSTAIN PATTERN

By

Pongstorn Phongroob

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Program of Forensic Science

Graduate School SILPAKORN UNIVERSITY

Academic Year 2011

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การประยุกต์ใช้การ
ประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ” เสนอโดย ว่าที่
ร้อยตรีพงศธร พงษ์รูป เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
พันตำรวจเอกณภาพ ชุณหกรรณ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวัจน์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(พลตำรวจโทอมรรักษ์ หุวะนันท์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(พันตำรวจเอกณภาพ ชุณหกรรณ์)
...../...../.....

50312315 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : การวิเคราะห์รอยเลือด/รอยกระเซ็นของเลือด/จุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

พงศธร พงษ์รูป : การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : พ.ต.อ.ณภพ ชุณหกรรณ์. 89 หน้า.

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดตามวิธีการมาตรฐานการวิเคราะห์รอยเลือดในการคำนวณหามุมตกกระทบของหยดเลือด และจำลองทิศทางการกระเซ็นของเลือด เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานของเจ้าหน้าที่ตรวจสถานที่เกิดเหตุ ลดขั้นตอนและระยะเวลาการทำงาน

ผลการวิจัยพบว่า การทำงานของโปรแกรมต้นแบบสามารถคำนวณจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดได้ใกล้เคียงกับวิธีการมาตรฐาน และอาจมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น และยังคงต้องพัฒนาต่อไป

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

50312315 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORD : BLOODSTAIN PATTERN ANALYSIS BLOOD SPATTER POINT OF ORIGIN

PONGSTORN PHONGROOB : APPLICATION OF DIGITAL IMAGE PROCESSING AND
PATTERN RECOGNITION FOR RECOGNIZING POINT OF ORIGIN FROM BLOODSTAIN PATTERN.

THESIS ADVISOR : POL.COL.NAPOP CHUNHAKAN. 89 PAGES.

This research is a development of prototype of the combined application for Digital Image processing and Pattern Recognition for recognizing Point of Origin from Bloodstain Pattern. The application's design follows the theory of Bloodstain Pattern Analysis in finding the impact angle and simulates the direction of blood spatter. The purpose of application is to facilitate forensic investigator. It reduces complication and saves time for processing bloodstain pattern analysis.

The results show that the prototype application was able to estimate the point of origin of the experimental bloodstain patterns. Comparing with the standard method, the analysis showed slightly difference. The error might cause from various factors. Future development is needed.

Program of Forensic Science

Graduate School, Silpakorn University

Student's signature

Academic Year 2011

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมา
กล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่คุณศึกษาใคร่ขอกราบพระคุณคือ พ.ต.อ.ณภพ ชุณหกรรณ์ อา
จารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ท่านที่สอง รศ.พ.ต.อ.สันต์ สุขวัฒน์ ประธานกรรมการสอบ ท่านที่
สาม พล.ต.ท.อมรรักษ์ หุวะนันทน์ กรรมการสอบ ท่านทั้ง 3 ได้กรุณาให้ความรู้, คำแนะนำตรวจทาน
และแก้ไขข้อบกพร่องงานวิจัยนี้ เพื่อให้การวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง สาขานิติวิทยาศาสตร์ รุ่น 3 ที่ได้คอยให้กำลังใจ และ
ช่วยเหลือตลอดมา รวมทั้งคุณสรายุทธ วรเวก หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์ และพี่ๆ เจ้าหน้าที่ศูนย์โลหิต
โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ซึ่งได้คอยประสานงานและสนับสนุนโลหิตที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่นุกุล พงษ์รูป, นางสาวฐานิตี พงษ์รูป พี่สาว และคุณ
ป้าทองทิพย์ พงษ์รูป ผู้ซึ่งอยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจ
ตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	1
3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 แนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1 เลือดและส่วนประกอบของเลือด	4
2 การวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด	5
2.1 การแบ่งประเภทของรูปแบบรอยเลือด	8
2.2 Projectile Bloodstain.....	8
2.3 Transformer bloodstain.....	9
2.4 อัตราความเร็วของการกระจายของเลือด	10
2.5 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง	12
2.6 การหยุดของเลือด	14
2.7 ทฤษฎีหยดน้ำตาเปรียบเทียบกับหยดเลือด	16
2.8 ความรู้เบื้องต้นการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือด	17
2.9 การวิเคราะห์รอยเลือด	18
2.10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับตรีโกณมิติ.....	22
2.11 การนำทฤษฎีตรีโกณมิติมาประยุกต์ใช้	24
3 ภาพดิจิทัล	30
	หน้า

3.1 ภาพดิจิทัลคือ	30
3.2 ภาพแบบ Vector และ Bitmap.....	32
3.3 จำนวนพิกเซลและความละเอียดของภาพ	33
3.4 ความลึกสีของภาพ	33
3.5 หน่วยความจำที่ใช้ในภาพ.....	34
4 กล้องถ่ายภาพดิจิทัล	34
4.1 กล้องถ่ายภาพคือ	34
4.2 ประเภทของกล้องดิจิทัล	38
5 โปรแกรมประยุกต์ในงานวิจัย	40
5.1 ความรู้เกี่ยวกับภาพเบื้องต้น.....	40
5.2 การกำจัดสิ่งรบกวน.....	42
5.3 ลักษณะรูปร่างของเลือด	43
5.4 การคำนวณมุมตกกระทบของหยดเลือด.....	45
5.5 กระบวนการพัฒนาโปรแกรม	46
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	57
1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	57
2 ประชากรและกลุ่มทดสอบ	57
3 เครื่องมือในการวิจัย	58
4 ขั้นตอนการวิจัย.....	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	65
สรุปผลการทดลอง	65
อภิปรายผลการทดลอง	66
ข้อเสนอแนะ	66
บรรณานุกรม.....	68

ภาคผนวก.....	71
คู่มือการใช้งานโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิทัลต้นแบบ	72
ประวัติผู้วิจัย	76

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบของเลือด.....	4
2.2 ตัวอย่าง Transfer Bloodstain.....	10
2.3 ตัวอย่าง Low velocity impact spatter (LVIS).....	11
2.4 ตัวอย่าง Medium velocity impact spatter (MVIS).....	11
2.5 ตัวอย่าง High velocity impact spatter (HVIS).....	12
2.6 ลักษณะเลือดที่หยดลงบนพื้นผิวต่างๆ	15
2.8 แสดงลักษณะของหยดเลือดที่ตกกระทบที่มุมต่าง	16
2.9 รูปร่างลักษณะของเลือดขณะหยด	17
2.10 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก.....	22
2.11 แสดงภาพด้านข้างของหยดเลือดที่ลอยในอากาศและตกกระทบบนพื้นผิว.....	24
2.12 แสดงเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยด.....	25
2.13 Point of Convergence.....	25
2.14 Angle of Impactและการวัดความกว้างและความยาวของหยดเลือด	26
2.15 การหา Point of Origin	27
2.16 ขนาดความกว้างและความยาวของหยดเลือด	28
2.17 แสดงขั้นตอนการหา Point of Origin	29
2.18 เซนเซอร์รับภาพในกล้องดิจิทัล	35
2.19 เลนส์ต่างๆ ที่ใช้ร่วมกับกล้องดิจิทัลแบบ DSL	36
2.20 แฟลชภายนอกตัวกล้องแบบต่	37
2.21 การ์ดหน่วยความจำประเภทต่างๆ.....	37
2.22 กล้องถ่ายภาพแบบ Compact	39
2.23 กล้องดิจิทัลแบบ DSLR	39
2.24 พิกเซล	41
2.25 แสดงการผสมของสีในระบบ RGB.....	41
2.26 การแปลงภาพสีเป็นภาพสีระดับเทา.....	42
2.27 การแปลงภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ	42
2.28 กระบวนการกำจัดสิ่งรบกวน.....	43
2.29 แสดงให้เห็นก่อนและหลังทำการกำจัดสิ่งรบกวน	43

ภาพที่	หน้า
2.30 รอยหยดเลือดที่เกิดจากการตกกระทบในมุมต่างๆ	44
2.31 แสดงลักษณะของหางรอยหยดเลือดแบบยาว, แบบกรงเล็บ และแบบวงกลม.....	44
2.32 แสดงส่วนหัวและหางของหยดเลือด.....	45
2.33 การวัดระยะความกว้างและยาวของรอยหยดเลือด.....	45
2.34 รูปกระบวนการทำงานของของระบบโดยรวม	47
2.35 ลักษณะการวัดค่าแ่งพื้นที่ถ่ายภาพ และขนาดของกำแพง	48
2.36 แสดงกระบวนการก่อนและหลังจากการกำจัด Noise	49
2.37 ก่อนและหลังจากผ่านกระบวนการค้นหาตำแหน่งของหยดเลือดที่มีค่ากลาง คือ 127.....	50
2.38 กระบวนการหาทิศทางตกกระทบของหยดเลือด.....	50
2.39 การแบ่งระนาบตามแนวแกน Z	51
2.40 การนับจำนวนจุดในบริเวณรอบ.....	52
2.41 การหาบริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุดในระนาบ	52
2.42 การระบุตำแหน่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด	53
2.43 การระบุกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	53
2.44 กระบวนการหาบริเวณที่มีจำนวนจุดหนาแน่นมากที่สุด.....	54
2.45 ส่วนติดต่อผู้ใช้.....	55
4.1 ภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นบนผนังห้องจำลอง.....	62
4.2 ภาพดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดที่ผ่านการตัดขอบและปรับแสง.....	62
4.3 ภาพจำลองห้อง 3 มิติ.....	64
ภาพผนวก 1 Icon เรียกใช้โปรแกรม.....	72
ภาพผนวก 2 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้งานของโปรแกรมโดยรวม	73
ภาพผนวก 3 แสดงขั้นตอนการนำเข้าสู่รอยกระเซ็นของเลือดเข้าสู่โปรแกรม	73
ภาพผนวก 4 แสดงส่วนบันทึกข้อมูล	74
ภาพผนวก 5 แสดงส่วนของการกำหนดการกรองขนาดรอยกระเซ็นของเลือด.....	74
ภาพผนวก 6 แสดงห้องจำลอง 3 มิติ.....	75

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุในคดีเกี่ยวกับชีวิต ผู้เสียหายหรือผู้ที่เกี่ยวข้องอาจมีการบาดเจ็บเกิดบาดแผลอันอาจเกิดรอยกระเซ็นของโลหิตในสถานที่เกิดเหตุได้ ในการตรวจที่เกิดเหตุส่วนใหญ่รอยกระเซ็นของเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุมักไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควร เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดมีขั้นตอนซับซ้อนจำนวนมากในการคำนวณหาตำแหน่งการเกิดรอยกระเซ็นของเลือด (Point of Origin) และต้องใช้ระยะเวลานานในการดำเนินการ อีกทั้งเจ้าพนักงานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องต้องมีความเชี่ยวชาญในการดำเนินการสูง ส่งผลให้การปล่อยสถานที่เกิดเหตุอาจเกิดความล่าช้า

การนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ช่วยในการวิเคราะห์และจำลองสถานที่เกิดเหตุเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดจึงอาจเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เจ้าพนักงานสอบสวน หรือเจ้าหน้าที่พิสูจน์หลักฐานสามารถจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยอาศัยรอยกระเซ็นของเลือด รวมทั้งอาจสามารถบอกได้ถึงลำดับเหตุการณ์การเกิดรอยกระเซ็นของเลือด ช่วยให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถวิเคราะห์ถึงความสมเหตุสมผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพและการรู้จำแบบในประเทศไทยขณะนี้ยังไม่มีผู้นำมาใช้หรือพัฒนาให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้งาน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมประมวลผลภาพและการรู้จำแบบเพื่อหาตำแหน่งการเกิดรอยกระเซ็นของเลือด ให้สามารถนำไปช่วยเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน และเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อในอนาคต

2. วัตถุประสงค์

2.1 ประยุกต์ใช้ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด เป็นต้นแบบพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

2.2 พัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดโดยอาศัยภาพถ่ายดิจิทัล

2.3 เปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบโดยอ้างอิงกับจุดต้นกำเนิดที่ระบุแน่นอน

3. สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อช่วยในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด โดยใช้กระบวนการคำนวณหาจุดตกกระทบจากรอยหยดเลือดที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวด้วยทฤษฎีสามเหลี่ยมซึ่งเป็นขั้นตอนส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์รอยเลือดมาเป็นมาตรฐานในการคำนวณและใช้วิธีสร้างเส้นทิศทางจำลองในการหองจำลอง 3 มิติ แทนการลากเส้นเชือกในกระบวนการมาตรฐาน โดยอาศัยภาพถ่ายดิจิทัลเป็นแหล่งข้อมูลในการคำนวณ เพื่อเป็นการลดระยะเวลาและขั้นตอนที่ซับซ้อนในการปฏิบัติงานในสถานที่เกิดเหตุ รวมทั้งช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบการประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในที่เกิดเหตุจำลอง

4.2 ทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบการประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบ ในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด และแสดงผลการคำนวณด้วยภาพจำลองที่เกิดเหตุแบบ 3 มิติ

4.3 เปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำในการทำงานของโปรแกรมประยุกต์การประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดกับตำแหน่งอ้างอิงจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในที่เกิดเหตุจำลอง

5. ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยนี้เป็นการนำทฤษฎีการวิเคราะห์รอยเลือด (Bloodstain Pattern Analysis) ในส่วนของการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดเป็นกระบวนการมาตรฐานการคำนวณของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ และนำเทคโนโลยีการรู้จำแบบมาช่วยในการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดบนภาพถ่ายดิจิทัล

6. นิยามศัพท์

พื้นที่ภาพถ่าย หมายถึง บริเวณพื้นที่ภายในกรอบกำหนดพื้นที่ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้กรอบกำหนดพื้นที่ขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตรในการวางบนผนังห้องจำลองก่อนการถ่ายรูป เพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำการคำนวณโดยอ้างอิงพื้นที่จริง

รอยกระเซ็นของเลือด หมายถึง รอยที่เกิดจากการที่หยดเลือดเคลื่อนที่ตกกระทบบนพื้นผิวในมุมตกกระทบของศาดต่างกัน มีลักษณะเป็นทรงรีและจะมีขนาดกลมมากขึ้นเมื่อมุมตกกระทบเข้าใกล้มุมตั้งฉาก (90 องศา)

จุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด หมายถึง ตำแหน่งต้นกำเนิดหรือจุดเริ่มต้นรอยกระเซ็นของเลือด ในการคำนวณหาด้วยวิธีมาตรฐานและการใช้โปรแกรมประยุกต์ช่วยในการคำนวณ จะหมายถึงตำแหน่งหรือบริเวณที่แนวเส้นทิศทางของมุมตกกระทบลากผ่านหรือตัดกันในบริเวณนั้นอย่างหนาแน่น

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดที่สามารถลดภาระในการปฏิบัติงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุของเจ้าพนักงานตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ

7.2 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดให้มีคุณลักษณะใกล้เคียงกับโปรแกรมนำเข้าจากต่างประเทศและมีต้นทุนต่ำ เพื่อทดแทนการนำเข้าโปรแกรมประยุกต์ในรูปแบบเดียวกันจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เลือดและส่วนประกอบของเลือด

ระบบเลือดนั้นเป็นระบบหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่อร่างกาย เพราะมีหน้าที่สำคัญคือ การนำออกซิเจนและสารอาหารไปหล่อเลี้ยงแก่อวัยวะต่างๆ รวมทั้งยังช่วยนำของเสียจากเซลล์ในร่างกายมายังอวัยวะส่วนที่ทำการกำจัดของเสียด้วย ในร่างกายมนุษย์จะประกอบด้วยเลือดประมาณ 8% ของน้ำหนักตัว เช่น ผู้ที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 80 กิโลกรัม จะมีเลือดอยู่ประมาณ 6.4 กิโลกรัม เลือดประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เซลล์เม็ดเลือดและพลาสมา

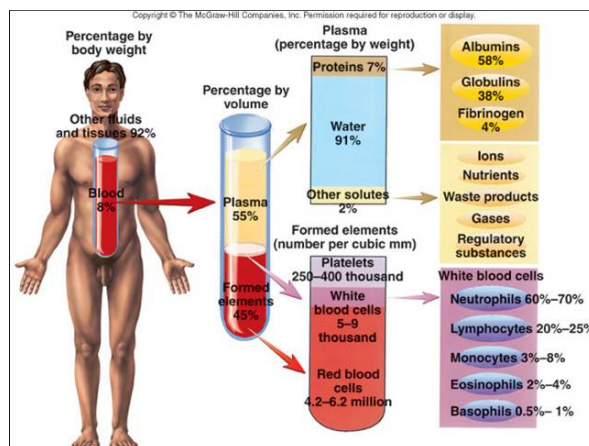
เซลล์เม็ดเลือด ประกอบด้วย

1 เซลล์เม็ดเลือดแดง มีจำนวน 5 ล้านเซลล์/ลบ.มม. ทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจนไปยังอวัยวะต่างๆ

2 เซลล์เม็ดเลือดขาว มีจำนวนประมาณ 5,000 เซลล์/ลบ.มม. ทำหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันของร่างกาย มีบทบาทในการต่อต้านเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย

3 เกล็ดเลือด มีจำนวน 200,000 – 500,000 เกล็ด/ลบ.มม. ทำหน้าที่ในการช่วยห้ามเลือดเมื่อเกิดการฉีกขาดของหลอดเลือด หรือเกิดบาดแผล

พลาสมา ประกอบด้วยด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ มีเกลือละลายอยู่เล็กน้อย นอกนั้นประมาณ 9% เป็นสารโปรตีน



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของเลือด [16]

2. การวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของรอยเลือดและการพิจารณาลักษณะทางกายภาพของรูปแบบการกระจายของรอยเลือด นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะเป็นพยานหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประกอบ เป็นเรื่องราวที่สามารถบ่งบอกได้ว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น ณ สถานที่เกิดเหตุที่มีอาชญากรรมที่รุนแรงหรือมีการเสียชีวิตนั้น ตามประวัติศาสตร์ในอดีตการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือดมักจะ ถูกละเลยเพิกเฉย และไม่ได้ให้ความสำคัญหรือยังไม่ได้ได้รับความสนใจเท่าที่ควรมาเป็นเวลานาน มากแล้ว

การวิเคราะห์รอยเลือดและการจำลองเหตุการณ์ย้อนกลับเป็นส่วนหนึ่งของนิติวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์รอยเลือดเป็นการหา “ เกิดอะไร ” ในสถานที่เกิดเหตุโดยอาศัยรอยเลือดสุดท้ายนักวิเคราะห์รอยเลือดจะไม่สามารถช่วยได้นอกจากการจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การจำลองการเกิดเหตุยังเป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์สถานที่เกิดเหตุเพื่อตอบคำถามว่าเกิดอะไรขึ้นและลำดับการเกิดเหตุซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการจำลองเหตุการณ์ย้อนกลับ

การจำลองเหตุการณ์ย้อนกลับ การฟื้นฟูที่เกิดเหตุการณ์เรียกร้องให้เราประเมินหลักฐานทางกายภาพทั้งหมดที่ได้รับมาสรุปบางประการที่เป็นกับสิ่งที่เกิดขึ้น สิ่ง ที่ Geberth ย้ำเตือนในสืบสวนคดีฆาตกรรม คือ “ ระมัดระวังและฉลาด ” ในการตรวจสอบที่เกิดเหตุ ส่วนมากผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุไม่ค้นหว่า ใคร อะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน อย่างไร และทำไม เพื่อทำความเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเป็นสิ่งเลวร้ายในการที่ไม่มีมาตรฐานการตรวจสอบข้อสรุปที่ได้ นักโบราณคดีเคยกล่าวถึงปัญหาคัลลัสคลิงกันในการขุดค้นและข้อสรุปที่ได้ เขากล่าวว่า “ มันคล้ายกับการต่อจิ๊กซอว์โดยที่คุณจะไม่ทราบสิ่งที่ทำคล้ายกับภาพอะไร ”

ความลำบากของนักโบราณคดีที่ผู้ตรวจสอบที่เกิดเหตุกล่าวถึง เนื่องจากผู้ตรวจเหตุชั้นแนวหน้ายังมีไม่มาก ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ที่เกิดเหตุเพื่อหาลำดับเหตุการณ์ ถึงแม้ว่าเรามีวิธีโอเพนจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพวกเขาอาจจะไม่เข้าใจ ก็คล้ายกับความลำบากของนักโบราณคดีซึ่งแสดงให้เห็นถึง ความต้องการและวิธีการของโบราณคดีและการวิเคราะห์สถานที่เกิดเหตุ เป็นที่ยอมรับว่ากระบวนการทางโบราณคดีสามารถช่วยในการจำลองเหตุการณ์ย้อนกลับได้

เป้าหมายหลักของนักวิเคราะห์ที่เกิดเหตุ คือ การระบุเหตุการณ์ที่ทำให้ขึ้นอาชญากรรมหรือประเมินลำดับการเกิดเหตุการณ์ อาจจะได้ว่าการวิเคราะห์รอยเลือดมีประวัติยาวนาน และเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาอาชญากรรมในนิติวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ในสถานะที่เป็นวิธีการใหม่ การตรวจสอบและวิเคราะห์รอยเลือดและมีหลักฐานบันทึกยาวนาน เป็นที่ยอมรับกว่า 150 ปี และจากประวัติอันยาวนานซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าการวิเคราะห์รอยเลือดช่วยให้ผู้ตรวจที่เกิดเหตุทราบถึง “ สิ่ง

เกิดขึ้น ” โดยไม่สามารถบอกได้ว่า “ ใคร ” แต่เป็น Piotrowski และ Hesselink กล่าวถึงความสามารที่จะบอก "สถานการณ์" หรือ "เหตุการณ์" สำคัญคัญของอาชญากรรม

การทำงานด้วยความเข้าใจสถานที่เกิดเหตุด้วยประสบการณ์การประเมินสถานที่เกิดเหตุ ผู้ตรวจที่เกิดเหตุสามารถใช้การวิเคราะห์รอยเลือดเพื่อจำลองเหตุการณ์ย้อนกลับ กระบวนการจำลองเหตุการณ์จะถูกตรวจสอบคุณภาพจากระบบศาลยุติธรรม เพื่อเป็นการป้องกันอคติของนักวิเคราะห์

ในปี 1990 ทุกวันรอยเลือดจากที่เกิดเหตุเป็นดั่งน้ำตาของนักตรวจที่เกิดเหตุ นักอาชญาวิทยาจึงนิยมใช้การวิเคราะห์รอยเลือดที่ได้เป็นพยานพิสูจน์ การเกิดเหตุเป็นส่วนใหญ่

ในมุมมองประวัติศาสตร์การวิเคราะห์รอยเลือดช่วยให้เราก้าวสู่สิ่ง ตามที่ Dr. Kirk กล่าว ในปี 1960 การอบรมด้านนี้เป็นสิ่งใหม่ ซึ่งมีผู้เขียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์รอยเลือดมากขึ้น ผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้เริ่มเป็นที่ยอมรับในศาลมากขึ้น

หลายคนกล่าวว่า Herbert MacDonell เป็นบิดาของการวิเคราะห์รอยเลือดสมัยใหม่ ซึ่งเป็นมุมมองของทุกคน และเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับ

ในปี 1970 หลังจากงานวิจัยของ MacDonell และ Lorraine Bialousz ร่วมกันเขียน ลักษณะและรูปแบบรอยเลือดของมนุษย์ และนำมาใช้งานภายใต้การทำงานของหน่วยงานบังคับใช้กฎหมาย (LEAA) และใช้ต่อเนื่องเป็นเวลา 12 ปี ก่อนตีพิมพ์ในปี 1982 ในปี 1983 Macdonell ได้นำมาใช้เป็นงานที่ 3 เรียกว่ารูปแบบรอยเลือด

ในปี 1983 ดร.เฮนรี ลี, ปีเตอร์ ดีฟอเรส และดร. อาร์.อี. กาเอนส์เลน ร่วมกันเขียนเรื่อง อาชญาวิทยาเบื้องต้นกล่าวถึงรูปแบบรอยเลือดความยาว 12 หน้ากระดาษ

ในปี 1983 IABPA (International Association of Bloodstain Pattern Analysis) ได้นำเสนอความรู้ทั่วไป เทคนิค และความเข้าใจในวัตถุพยานรอยเลือดในการประชุมของสมาคม

ในปี 1986 วารสารนิติวิทยาศาสตร์ตีพิมพ์บทความ 2 เรื่อง “ พลศาสตร์ของหยดเลือด 1 และ 2 ” โดย ปีเตอร์ ฟิสโซลาร์, สตีเวน รอช และปีเตอร์ ดีฟอเรส ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพลศาสตร์ของหยดของเหลวและถ่ายภาพรอยกระทบของหยดเลือด แสดงให้เห็นถึงจุดต้องเกี่ยวกับการรอยคลื่น ใน “ พลศาสตร์ของหยดเลือด 2 ” ฟิสโซลาร์และคณะ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงลักษณะการเคลื่อนที่และตกกระทบในมุมที่มากกว่าการเกิดจริง แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจของทิศทางที่เกิดขึ้นในอาชญากรรม

ในปี 1989 Dr. William G. Eckert และ Stuart James ตีพิมพ์เรื่อง การแปลความหลักฐานรอยเลือดในที่เกิดเหตุ และได้รับการวิจารณ์อย่างทกในวารสารนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความพยายามวิเคราะห์รอบเลือดครั้งแรกในรอบ 7 ปี ด้วยหลักฐานอ้างอิงเดียว

ปีต่อมาสมาคมได้ให้การยอมรับการวิเคราะห์รอยเลือดและยกเลิกการเป็นสาขาย่อยของการวิเคราะห์ที่เกิดเหตุ และเขียนหนังสือการวิเคราะห์รอยเลือด: ทฤษฎีและคู่มือห้องปฏิบัติการในปีเดียวกัน

ในปี 1998 เจมส์และเอคเคิร์ต พิมพ์การแปลความหลักฐานรอยเลือดในที่เกิดเหตุ แก์ไขครั้งที่ 2 กับสำนักพิมพ์ ซีอาร์ซี เพรส เป็นการเพิ่มมูลค่าของหนังสือ และสามารถอ้างอิงได้อย่างถูกต้อง

เจมส์ติดตามการแปลความรอยเลือดในงานวิทยาศาสตร์และกฎหมาย และได้เพิ่มกลุ่มผู้เขียนได้แก่ อัลเฟรด คาร์เตอร์, วิลเลียม ฟิชเชอร์, แครอล เฮนเดอร์สัน, พอล เออร์วิน คิช, มาเรีย ชัคโคซิโอ และ ที. พอลล์เลทเทีย ชัตตัน ให้นำหนังสือเพื่อช่วยให้นักกฎหมายสามารถเข้าใจมากขึ้นในการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์รอยเลือดทางอาญา

ในปี 2001 แอนนีดาร์ วันเดอร์ ตีพิมพ์หนังสือของเธอชื่อ ทิศทางรอยเลือด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงมุมมองการทำงาน วันเดอร์ได้เพิ่มเนื้อหาในส่วนของปัญหาที่พบบ่อย ซึ่งรวมถึงความแตกต่างของการกระเด็นบนรอยเดียวกัน แม้จะมีประเด็นโต้แย้งแต่ก็ยังคงเป็นหนังสือที่ดีในการวิเคราะห์

ในปี 2002 สำนักงานสอบสวนกลางสหรัฐอเมริกา ได้ก่อตั้งกลุ่มนักวิเคราะห์รอยเลือดที่มีความเชี่ยวชาญจากตำรวจ ห้องปฏิบัติการ และผู้ให้คำปรึกษาทั่วโลก เพื่อกำหนดทิศทางการทำงานในสาขานี้

ในปี 2004 Herbert Leon MacDonell ได้รับปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์สาขา วิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัย Rhode Island ในฐานะที่เป็นผู้มีส่วนสำคัญที่ทุ่มเทร่างกายแรงใจ ให้กับงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์และ BPA จนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน สืบเนื่องจากความพยายามของ MacDonell ทำให้วิวัฒนาการของการวิเคราะห์รอยเลือด ในทางนิติวิทยาศาสตร์ ได้มีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเรื่อย ๆ มีผู้สนใจและให้ความสำคัญ และได้มีการ นำประโยชน์ของมันมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการนำข้อมูลไปใช้ในการจำลอง สถานการณ์ในสถานที่เกิดเหตุ, การเรียนการสอน, การศึกษาค้นคว้าวิจัย และสิ่งตีพิมพ์

ในปี 2005 สจวต เจมส์ซึ่งทำงานร่วมกับ พอลเลทเต ชัตตล และพอล คิช มานานได้ตีพิมพ์หนังสือทฤษฎีหลักการวิเคราะห์รอยเลือด และปฏิบัติ กับสำนักพิมพ์ ซีอาร์ซี เพรส ซึ่งครอบคลุมหนังสือการแปลความหลักฐานรอยเลือดในที่เกิดเหตุที่เคยเขียนมา

ปัจจุบันบทความทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ BPA สามารถพบเห็นได้บ่อยมากขึ้นกว่าในอดีต ในบทความหรือสิ่งพิมพ์วิชาการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่มิชื่อเสียง รวมทั้งวารสารทาง นิติวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น Journal of Forensic Science, Forensic Science International, American

Journal of Forensic Medicine and Pathology, Journal of the Canadian Society of Forensic Science, และ Journal of Forensic Identification. เป็นต้น

2.1 การแบ่งประเภทของรูปแบบรอยเลือด (Bloodstain Pattern categories)

ปัจจุบันมีหลายแนวคิดที่แตกต่างกันในการแบ่งประเภทหมวดหมู่ และให้คำจำกัดความ รูปแบบของรอยเลือด วิธีต่อไปนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการแบ่งประเภทของรอยเลือด ตามกลไกที่ก่อให้เกิดรอยเลือดนั้นขึ้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ Passive Bloodstain, Transfer Bloodstain และ Project Bloodstain ซึ่งคำนิยามความหมายของแต่ละ ประเภทต่อไปนี้ ได้มาจาก IABPA (International Association of Bloodstain Pattern Analysts) ดังต่อไปนี้

2.1.1 Passive Bloodstain คือการที่รอยเลือดนั้นเกิดขึ้นโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ตัวอย่างเช่น

2.1.2 Passive drop คือรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดยแรงโน้มถ่วงของโลกเพียงอย่างเดียว เช่น การหยดของเลือดหยดจากมีดหยดลงมาที่พื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก

2.1.3 Drip pattern คือรอยเลือดที่เป็นผลมาจากการที่เลือดหยดลงบนเลือด เช่น เลือด หยดลงบนเลือด หรือการที่เลือดหยดลงมาจากบาดแผลของผู้ที่บาดเจ็บ จากอาวุธที่ใช้ทำร้าย

2.1.4 Flow Pattern คือการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างและทิศทางการไหล เนื่องจากอิทธิพล จากแรงโน้มถ่วงของโลกและการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.1.5 Pool Pattern คือรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดของเลือดอยู่นิ่ง ๆ เฉย ๆ คงที่เป็นระยะเวลานาน เช่น กองเลือด

2.2 Projected Bloodstain จะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงบางอย่างมากระทำกับแหล่งเลือด หรือเกิดจากการที่มีแรงที่มากกว่าแรงโน้มถ่วงกระทำให้เกิดรอยเลือดขึ้นซึ่ง Projected Bloodstain สามารถแบ่งย่อยได้ออกเป็นหลายแบบ ดังต่อไปนี้

2.2.1 Low Velocity Impact Spatter (LVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดย การที่มีแรงที่มีอัตราความเร็วต่ำมากระทำกับแหล่งเลือด เช่น เลือดหยดลงบนเลือดหยด เลือดหยด ลงมาขณะมีการเคลื่อนไหว

2.2.2 Medium Velocity Impact Spatter (MVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้น โดยการที่มีแรงที่มีอัตราความเร็วปานกลางมากระทำกับแหล่งเลือด เช่น รอยเลือดที่เกิดจากการ ทุบการตีเตะต่อยกระแทบซึ่งแรงชนิดนี้จะทำให้เกิดการกระจายของเลือดเกิดขึ้น

2.2.3 High Velocity Impact Spatter (HVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดย การที่มีแรงที่มีอัตราความเร็วสูงมากกระทำกับแหล่งเลือด เช่น รอยเลือดที่เกิดจากการถูกยิง ระเบิด หรือรอยเลือดที่เกิดจากเครื่องจักรที่มีความเร็ว และความแรงสูง ๆ

2.2.4 Cast-Off Pattern เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นจากการที่เลือดถูกปล่อย หรือการสับัดหรือเหวี่ยงจากวัตถุที่เปื้อนเลือด เช่น มือ ฆน อาวุธ การเคลื่อนไหวของวัตถุที่เปื้อน เลือด เช่น การใช้ค้อนทุบตีหรือทำร้ายจนค้อนนั้นเปื้อนเลือดแล้วยกทุบต่อหรือทำร้ายต่อ จนทำให้เกิดรอยเลือดขณะที่เหวี่ยงแขนยกแขนขึ้นขณะทำร้ายเป็นต้น

2.2.5 Arterial Spurting Pattern เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เป็นผลมาจากการที่เลือดพุ่งออกจากเส้นเลือดแดงด้วยความดันขึ้นลงทำให้รอยเลือดเป็นเส้นโค้งขึ้นลงตามอัตราความดัน

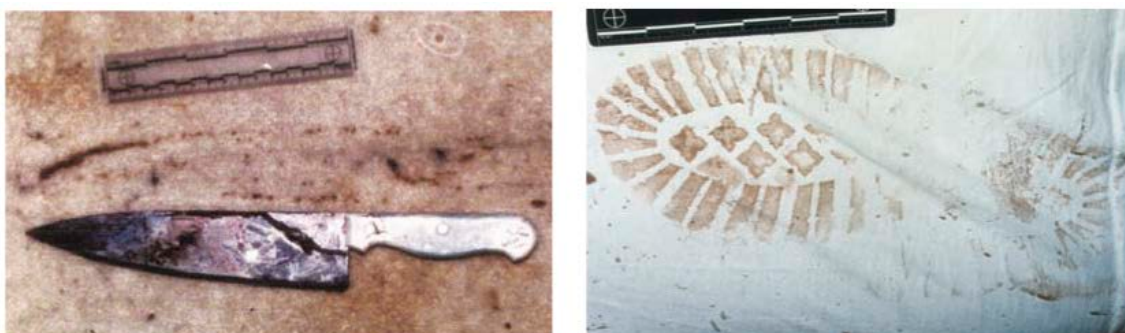
2.2.6 Back Spatter คือรอยเลือดที่ย้อนกลับไปในทิศทางตามแหล่งที่มาของพลังงาน หรือ แรงที่ทำให้เกิดการกระจายของเลือด

2.2.7 Expiratory Blood คือเลือดที่ออกมาจากจมูก ปาก เช่น การจามหรือไอ หรือ บาดแผลที่เป็นผลมาจากความกดอากาศ หรือ air flow ที่ผลักดันออกมา

2.3 Transfer bloodstain เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่วัตถุที่เปื้อนเลือดสัมผัสกับวัตถุ หรือ พื้นผิวที่ไม่เปื้อนเลือดและอาจจะเห็นไปใดที่มองเห็นวัตถุที่ทิ้งร่องรอยไว้ด้วยอย่าง เช่น

2.3.1 Wipe pattern คือรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านไปยัง รอยเลือดที่คงอยู่ การเคลื่อนย้าย และ/หรือ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขสิ่งที่ปรากฏอยู่ เช่น การที่พยายามเช็ด ป้าย หรือถูที่รอยเลือดเพื่อเป็นการอำพราง หรือเปลี่ยนแปลงรอยเลือดที่ปรากฏอยู่

2.3.2 Swipe pattern เป็นการเคลื่อนย้าย เปลี่ยนที่ของเลือดจากการเคลื่อนที่ของแหล่งเลือดไปยังพื้นผิวที่ไม่มีรอยเลือด เช่น รอยเท้าที่เปื้อนเลือดวิ่งไปบนพื้น การวิ่งหนีขณะโดนทำร้าย โดยมีรอยมือที่เปื้อนเลือดเปื้อนตามผนัง ซึ่งร่องรอยที่ปรากฏจะทำให้เรารู้ทิศทางการเคลื่อนที่ได้



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่าง Transfer Bloodstain [17]

2.4. อัตราเร็วของการกระจายของเลือด (Velocities of Blood Spatter)

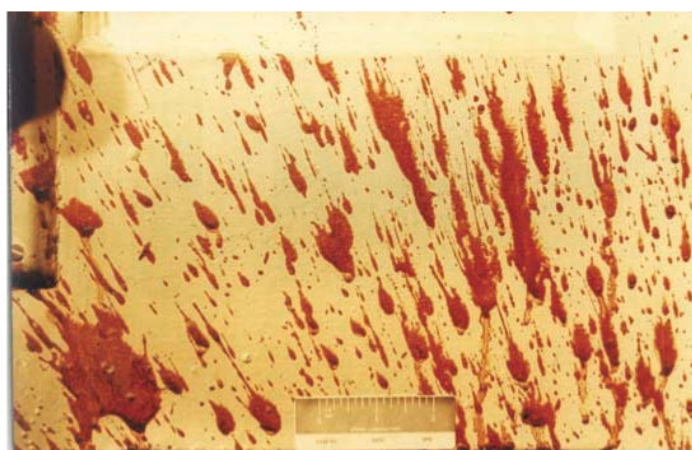
อัตราเร็ว คือ แรงที่มากกระทำ ซึ่งเป็นเหตุให้เลือดเคลื่อนที่ผิดปกติไปจากอัตราเร็วของ ตัวมันเอง ซึ่งจะวัดในหน่วย ฟุตต่อวินาที หรือ เมตรต่อวินาที อัตราเร็วของการกระจายของเลือด แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกันคือ Low velocity impact spatter (LVIS), Medium velocity impact spatter (MVIS) และ High velocity impact spatter (HVIS)

2.4.1 Low velocity impact spatter (LVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดยการที่มีแรงที่มีอัตราความเร็วต่ำมากกระทำกับแหล่งเลือด หรือรอยเลือดที่เกิดจากแรงปะทะที่มีความเร็วต่ำ เกิดขึ้นโดยแรงที่มากกระทำที่มีอัตราเร็วไม่เกิน 5 ฟุตต่อวินาที (1.5 m/s) รอยเลือดจะมีขนาด โดยทั่วไปประมาณ 4 mm. หรือใหญ่กว่า ตัวอย่างของรอยเลือดที่เกิดจาก Low Velocity Impact spatter เช่นเลือดหยดลงบนเลือดเลือดที่หยดจากผู้ที่ได้รับบาดเจ็บแล้วกำลังเดินหรือวิ่งหรือ เลือดหยดจากอาวุธที่เปื้อนเลือด เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่าง Low velocity impact spatter (LVIS) [17]

2.4.2 Medium velocity impact spatter (MVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดยการที่มี แรงที่มีอัตราความเร็วปานกลางมากกระทำกับแหล่งเลือด หรือรอยเลือดที่เกิดจากแรงปะทะที่ ความเร็วปานกลางเกิดขึ้นโดยแรงที่มากกระทำที่มีอัตราเร็ว 5 - 25 ฟุตต่อวินาที (1.5 - 7.5 m/s) รอยเลือดจะมีขนาดโดยทั่วไปประมาณ 1 - 4 mm. ตัวอย่างของรอยเลือดที่เกิดจาก Medium Velocity Impact spatter เช่น รอยเลือดที่เกิดจากการทุบ การตี เตะ ต่อย กระแทบ เลือดที่เกิดจาก บาดแผลที่เกิดจากอาวุธมีคมและไม่มีคม เช่น มีด ขวาน กระบอง กำปั้น เป็นต้น



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่าง Medium velocity impact spatter (MVIS) [17]

2.4.3 High velocity impact spatter (HVIS) เป็นรูปแบบของรอยเลือดที่เกิดขึ้นโดยการที่มีแรง ที่มีอัตราความเร็วสูงมากกระทำกับแหล่งเลือด หรือรอยเลือดที่เกิดจากแรงปะทะที่ความเร็วสูง เกิดขึ้นโดยแรงที่มากระทำที่มีอัตราเร็วตั้งแต่ 100 ฟุตต่อวินาที (30 m/s) รอยเลือดจะมีขนาด โดยทั่วไปประมาณ 1 mm. หรือเล็กกว่านั้น การกระจายของเลือด รอยเลือด จะมีลักษณะเหมือน หมอกหรือสเปรย์ High Velocity Impact spatter มักเกิดขึ้นโดยการยิงปืนการระเบิด หรือเครื่องจักรอุตสาหกรรมที่มีความเร็วสูงหรือแม้แต่การไอ การจามที่ออกมาเป็นเลือด เป็นต้น รอยเลือดที่พุ่ง ออกมาด้วยอัตราความเร็วสูง จะเคลื่อนที่ไปได้ในระยะทางที่น้อยมาก เนื่องจากความต้านทานของอากาศจะต่อต้านกับมวลที่เล็กมาก ๆ ของหยดเลือดเล็ก ๆ เหล่านั้น ในบาดแผลถูกยิง พื้นที่บริเวณที่ติดกับบาดแผลจะมีรอยเลือดคล้ายกลุ่มหมอก สเปรย์ และ อาจจะมีชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อ แต่พื้นที่ที่ห่างออกไปอาจไม่พบรอยกระเด็นของเลือดเลยก็ได้ หรือ อาจมีแค่เนื้อเยื่อติดอยู่บนพื้นผิวที่ถูก กระแทบ



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่าง High velocity impact spatter (HVIS) [17]

2.5 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องข้องกับการหยุดของเลือด

ความรู้ทางฟิสิกส์มิได้เป็นเพียงแนวคิดพื้นฐานและโครงสร้างเชิงทฤษฎีให้กับความเข้าใจในวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เท่านั้น แต่ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและวิธีการวัดในวิชาฟิสิกส์ยังมี ส่วนร่วมอันสำคัญ ในการค้นคว้าวิจัยของศาสตร์สาขาต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีจำนวนไม่น้อยที่เป็น ศาสตร์เชิง

ประยุกต์ ความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้และวิธีการในวิชาฟิสิกส์กับศาสตร์สาขาต่างๆ สามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสองส่วนคือ การศึกษาเชิงคุณภาพ และการศึกษาเชิงปริมาณ การศึกษาเชิงคุณภาพเป็นการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงพรรณนา ตามสภาพการรับรู้ของเรา เช่น การบอกลักษณะรูปทรง พื้นผิว สี กลิ่น รส เป็นต้น

ส่วนการศึกษาเชิงปริมาณนั้น เป็นการบรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข ซึ่งได้ จากการสังเกตและใช้เครื่องมือวัด เช่น การบอกความยาว มวล ช่วงเวลา อุณหภูมิและจำนวนนับ เป็นต้น เนื่องจากการศึกษาเชิงปริมาณ มีการจัดข้อมูลเชิงตัวเลขในลักษณะต่าง ๆ กัน จึงต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ในการจัดกระทำกับตัวเลข วิชาฟิสิกส์จัดว่าเป็น วิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาเชิงปริมาณ การที่จะได้มาซึ่งกฎเกณฑ์และทฤษฎีของวิชาฟิสิกส์นั้น ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ดังนั้น เราจึงกล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาวิชาฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับวิชาฟิสิกส์ได้แก่ พีชคณิต เรขาคณิต ตรีโกณมิติ และแคลคูลัสเบื้องต้น

ในการศึกษาด้านนิติวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยความรู้จากศาสตร์หลายสาขามาประยุกต์ใช้เข้าด้วยกัน ความรู้ด้านฟิสิกส์ ที่นำมาใช้ สำหรับการศึกษาเรื่อง “การศึกษาแนวทางการวิเคราะห์การกระจายของหยดเลือดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์” นี้ต้องอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ในหลาย ๆ ส่วนทั้งข้อมูลเชิงพรรณนา เช่น บอกลักษณะรูปทรง รูปร่าง ลักษณะ พื้นผิว และการศึกษาเชิงปริมาณ เช่น การวัดปริมาตร การวัดความกว้างและความยาวของ หยดเลือด เมื่อเลือดออกจากร่างกาย การหยดของเลือดและผลของรูปแบบ ลักษณะของรอยเลือด ที่หยดลงมาจะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับของเหลว ซึ่งจะมีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการ หยดของเลือด สามประการ ดังต่อไปนี้

2.5.1 แรงโน้มถ่วง (Gravity) คือแรงที่กระทำระหว่างมวลถึงแม้ว่าแรงโน้มถ่วงจะเป็นแรงที่เราไม่สามารถรับรู้ได้มากนักเพราะความเบาบางของแรงที่กระทำต่อเรา แต่ก็เป็นแรง เดียวที่ยึดเหนี่ยวเราไว้กับพื้นโลก แรงโน้มถ่วงมีความแรงแปรผันตรงกับมวล และมีทิศทางลง ข้างล่างเสมอ ไม่มีการลดทอนหรือถูกดูดในทางฟิสิกส์ แรงโน้มถ่วงเนื่องจากมวลใด ๆ ทำให้แรง โน้มถ่วงเป็นแรงที่สำคัญมากในการยึดเหนี่ยวเอกภพไว้ด้วยกัน

2.5.2 แรงต้าน (Resistant force) คือแรงที่มีทิศทางต่อต้านทิศทางของการเคลื่อนที่หรือมีทิศตรงกันข้ามกับแรงที่พยายามจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ไม่ขึ้นอยู่กับมวลแต่จะ ขึ้นอยู่กับรูปร่างของวัตถุและความเร็วขณะวัตถุนั้นเคลื่อนที่ แรงต้านอาจทำให้วัตถุไม่เกิดการ เคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุเคลื่อนที่อยู่แล้วมีการเคลื่อนที่ช้าลง เรียกว่าทำให้เกิดความหน่วงขึ้น สำหรับหยดเลือดนั้นมี

มวลประมาณ 5 mg. แรงต้านทานในอากาศจะมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

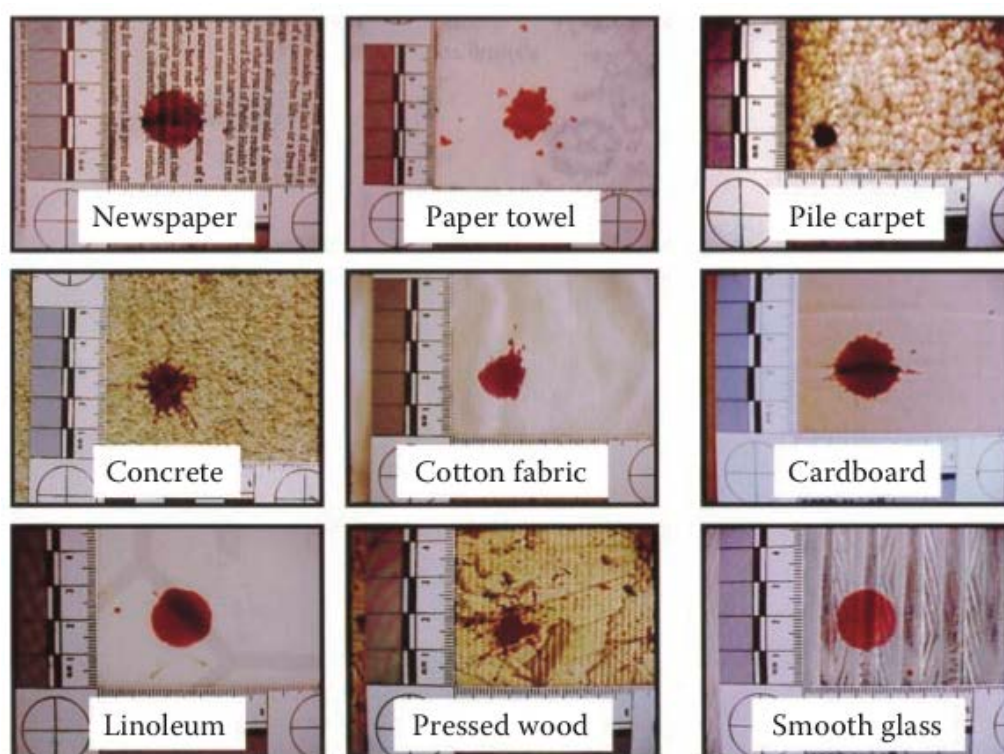
2.5.3 แรงตึงผิว (Surface tension) คือแรงที่ยึดผิวของเหลวเข้าไว้ด้วยกันไม่ให้ขาดจากกัน เช่น ถ้าเอาเข็มวางบนผิวน้ำ แรงตึงผิวจะยึดผิวน้ำเข้าด้วยกัน ไม่ยอมให้เข็มทะลุจมลงน้ำไป เข็มก็จะลอยบนผิวน้ำได้ แรงที่อุ้มเข็มไว้คือแรงตึงผิวนั่นเอง แรงนี้มีทิศขนานผิวน้ำของเหลวและตั้งฉากกับผิวสัมผัสของวัตถุ สำหรับหยดเลือดเป็นแรงที่ยึดเหนี่ยวโมเลกุลเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้หยดเลือดสามารถยังคงรักษาสภาพและมี รูปร่างเป็นหยดเลือด ขณะที่หยดลงมาได้

2.6 การหยดของเลือด

เลือดเป็นสารประกอบที่เป็นของเหลวที่ไม่เป็นไปตามทฤษฎีของนิวตัน (non-Newton viscoelastic fluid) ซึ่งจะขัดแย้งกับของเหลวชนิดอื่นที่เป็นไปตามกฎของนิวตัน หยดเลือดจะไม่มี การแกว่ง (wobble) หลังจากแตกตัว (separating) ขณะที่ความต้านทานของอากาศยังคงมีผลต่อ รูปร่างที่เป็นทรงกลมของเลือดที่ลอยในอากาศขณะที่กำลังหยดลงมาในอากาศ ดังนั้นการ ประมาณของรูปร่างได้ถูกพิจารณาและยอมรับได้ในทางปฏิบัติ ในอุดมคติเมื่อหยดเลือดรูปทรงกลมตกลงมาบน พื้นผิวที่ราบเรียบ การชนหรือการปะทะจะทำให้ของเหลวนั้นมีลักษณะแบนและ มีรูปร่างที่ยาวออกไป แต่ในความเป็นจริง การชนหรือการปะทะ จะมีผลกระทบหลายอย่างซึ่ง สามารถทำให้เกิด รอยเลือด รอยกระเด็นของเลือด (Secondary Stain) ขึ้นได้มากมาย แต่ในการ ทดลองนี้จะสนใจ เฉพาะ Primary Stain ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปไข่ โดยที่ไม่สนใจในเรื่องของทิศทาง ลมเพราะทำการ ทดลองในห้องที่มีระบบปิด โดยการพิจารณาขนาดความกว้างและความยาวของ Primary Stain จะ นำมาใช้ในการคำนวณหาแหล่งที่มาของเลือดได้ แกนหลักของรูปไข่เป็นตัว บ่งบอกทิศทางที่เลือด เดินทางไปจากแหล่งที่มาของเลือด

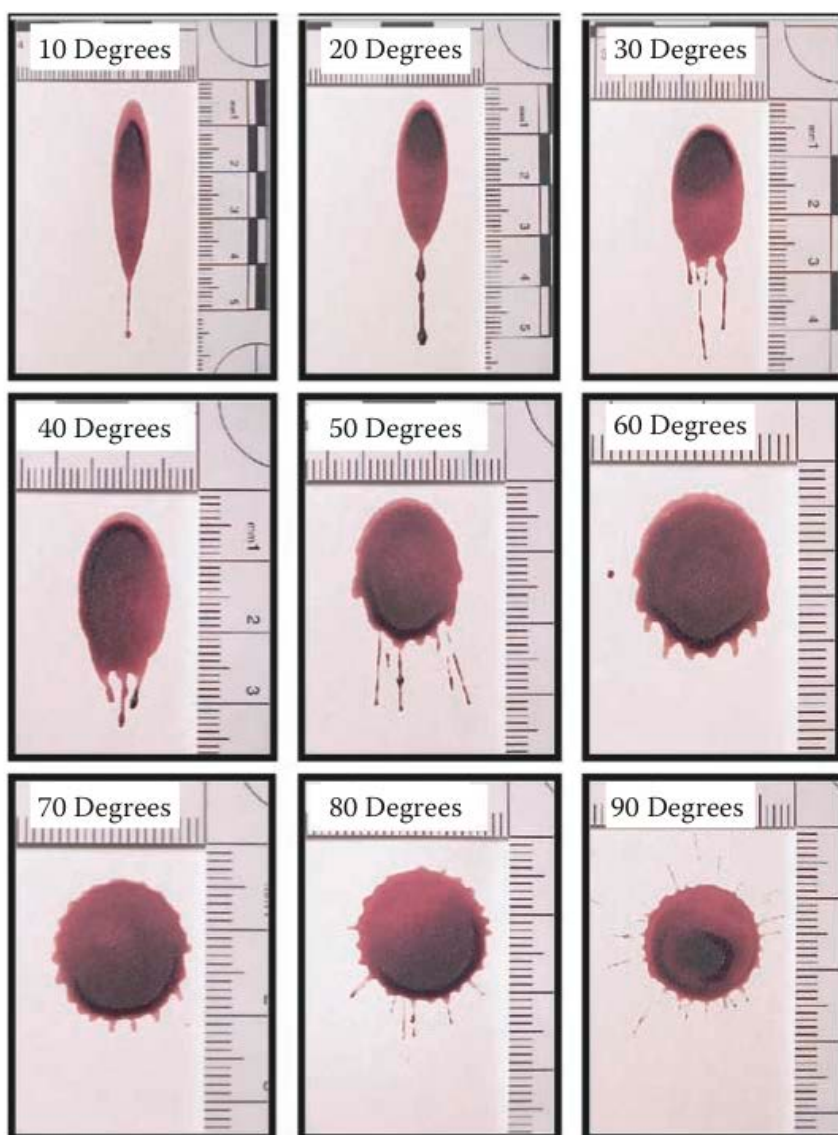
เมื่อเลือดจะไหลลง หยดลงพื้น ตามแรงโน้มถ่วง (ดึงดูด) ของโลก เมื่อเลือดเริ่มหยดลงมา จะมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำตาและค่อย ๆ ตกลงมาอย่างอิสระตามแรงดึงดูดของโลก รูปร่างของเลือด ขณะเดินทางในอากาศเป็นทรงกลม (Sphere) เพราะมีแรงตึงผิวในแนวดิ่งและแนวนอนทำให้ยึดเหนี่ยวโมเลกุลเข้าไว้ด้วยกัน หยดเลือดจึงมีรูปร่างเป็นทรงกลมและมีขนาดประมาณ 0.05 ml. และ จะไม่แตกแยกจนกระทั่งกระทบพื้นผิว ขนาดปกติของหยดเลือดโดยทั่วไปจะมีปริมาตร ประมาณ 0.05 ml. การที่เลือดไหลออกอย่างรวดเร็วจะทำให้หยดเลือดที่หยดลงมีขนาดใหญ่กว่า เล็กน้อยและ การสั่นสะเทือนหรือการเคลื่อนที่ จะทำให้หยดเลือดมีขนาดเล็กลง ซึ่งรูปร่างและ ขนาดของหยดเลือด รูปแบบของรอยเลือดจะขึ้นอยู่กับ ความเร็วของหยดเลือด มวล ความ หนาแน่น (เฉพาะของเม็ด เลือด) มุมที่ตกกระทบ และพื้นผิวที่เลือดตกกระทบ

รูปร่างของหยดเลือดที่หยดลงมาจะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวที่หยดเลือดนั้นตกกระทบ เช่น พื้นผิวขรุขระ หรือพื้นผิวราบเรียบ มันวาว พื้นผิวที่มีรูพรุนสามารถซึมซับได้ หรือไม่ได้ เป็นต้น ขนาดของหยดเลือดก็จะมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่เลือดนั้นหยดลงมา ซึ่งขนาดและรูปร่างก็อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้เล็กน้อยในพื้นผิวและระยะทางที่ต่างกัน เลือดที่หยดลงบนพื้นผิวที่ราบเรียบ หยดเลือดจะมีรูปร่างทรงกลมขอบเรียบ เมื่อเลือดหยดลงบนพื้นผิวที่ขรุขระ หรือมีรูพรุน หยดเลือดก็จะมี การกระเซ็นตรงขอบ ๆ ของวงกลมเกิดขึ้น ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ลักษณะเลือดที่หยดลงบนพื้นผิวที่ต่างๆ [17]

ลักษณะของหยดเลือดที่ตกกระทบที่มุมต่างกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามมุมที่ เลือดตกกระทบ ยิ่งมุมเล็กหยดเลือดก็จะมีลักษณะเป็นรูปร่างรียาวเล็กยิ่งขึ้นและจะมีหางเล็ก ๆ ชี้ออก ทุกทางชี้ไปทางเดียวกัน ทิศทางที่หางชี้ไปคือทิศทางที่เลือดเดินทางไป ถ้าเลือดหยดลงมา เป็นมุม 90 องศา หยดเลือดจะมีรูปร่างเป็นรูปวงกลม

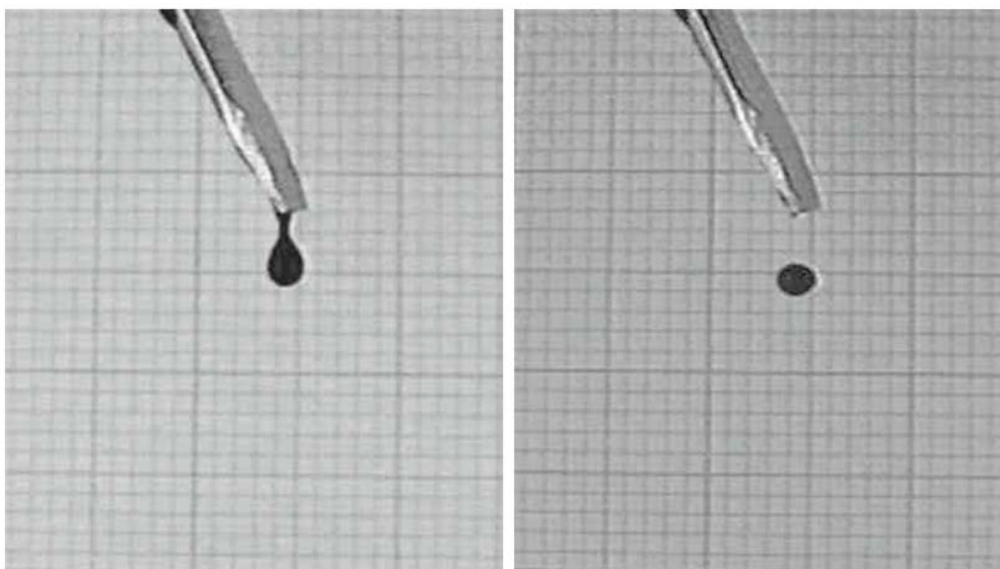


ภาพที่ 2.8 แสดงลักษณะของหยดเลือดที่ตกกระทบที่มุมต่าง [17]

2.7 ทฤษฎีหยดน้ำตาเปรียบเทียบกับหยดเลือด

จากการทดลองโดย Louis L. Akin แสดงให้เห็นว่าเลือดจะมีรูปร่างลักษณะเป็น รูปทรงกลมมากกว่าหยดน้ำตา เมื่อปล่อยให้ตกอย่างอิสระ (หยดลงอย่างอิสระ) ในขนาดโดยทั่วไป ของหยดเลือดจะมีปริมาตรประมาณ 0.05 ml หรือ 20 หยดต่อมิลลิเมตร ซึ่งอาจมีบางหยดใหญ่ กว่าหรือ เล็กกว่าเล็กน้อยก็ได้ การที่เลือดหยดลงเป็นรูปทรงกลมนั้นก็เป็นผลมาจากแรงตึงผิว เลือดที่ยังสด ๆ ใหม ๆ จะมีความเหนียวหนืดและข้นกว่าน้ำเล็กน้อย และมีการยึดเกาะตัว ยึดเหนี่ยวกัน

เป็นรูปทรงกลมในขณะที่ยกด รูปร่างและขนาดที่เป็นทรงกลมนั้นสามารถนำมาใช้ในการคำนวณมุมที่ตกกระทบ (Angle of Impact หรือ AOI) ของรอยเลือดที่กระเด็นซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประมาณจุดที่มาหรือตำแหน่งแหล่งที่มาของเลือดว่ามาจากจุดใด ซึ่งโดยทั่วไป แล้วจะกล่าวถึง Point (Area) of Origin (แหล่งที่มาของเลือด)



ภาพที่ 2.9 รูปร่างลักษณะของเลือดขณะหยด [17]

2.8. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือด

ในทางนิติวิทยาศาสตร์ การกำหนดหรือระบุได้ว่าบุคคลนั้นเป็นใครและเกิดอะไรขึ้นนั้น ไม่เพียงแต่การสืบสวนที่อาจเป็นไปได้จากรอยเลือดที่พบในสถานที่เกิดเหตุ คำถามที่ว่า “อะไร” ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องมากกว่าในขอบเขตของนิติพยาธิวิทยา นิติวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำมาสรุปได้ด้วยเหมือนกันจากการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือด ณ สถานที่เกิดเหตุ ซึ่งการวิเคราะห์การกระจายของรอยเลือด มักจะดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และรูปแบบของรอยเลือดที่พบปรากฏอยู่อาจเกิดขึ้นได้จากผลของตัวแปรหลาย ๆ อย่าง เช่น ความเร็ว ความหนาแน่นของของเหลว และลักษณะหรือคุณสมบัติของ พื้นผิวที่เลือดหยดลงกระทบ

การสืบสวนสอบสวนและการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือด สามารถนำมาซึ่งความสามารถที่จะมองและเข้าใจได้อย่างชัดเจนถึงลักษณะทางกายภาพและสถานการณ์แท้จริงที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุ ที่เกิดโดยแรงและการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น เมื่อมีคุณลักษณะเฉพาะ เข้ามาเกี่ยวข้องอาจอาจไม่เป็นข้อสงสัย หรือไม่มีพยานรู้เห็นเหตุการณ์ หรืออาจมีแต่มีการให้ ปากคำที่เป็น

นเท็จหรือขัดแย้ง การวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือดจะสามารถนำมาใช้ได้แม้ได้ว่า เกิดอะไรขึ้นตามสถานการณ์ที่เป็นอยู่จริง ซึ่งการวิเคราะห์รูปแบบของรอยเลือดนี้อาจจะสามารถ บ่งบอกได้เท่ากับหรือมากกว่าการสืบสวนสอบสวนที่ระบุเพียงว่า “ใคร” อีกด้วย

ในปี 1895 Piotrowski เป็นบุคคลแรกที่เสนอข้อคิดเห็นว่า รูปร่างที่ยาวออกไป หรือ ลักษณะยาวเรียวที่แผ่ออกไปของรอยเลือด สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ตำแหน่งหรือทิศทางของเหยื่อ เวลาที่ถูกทำร้าย ต่อมาได้มีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้มีการวิเคราะห์การกระจายของเลือดเกิดขึ้นซึ่งเป็นการเชื่อมโยงเฉพาะทางทางด้านสาขานิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งย่อมต้องอาศัย ประสบการณ์และการฝึกฝนและเอาใจใส่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ก็จะทำให้เป็นส่วนหนึ่ง ของผู้เชี่ยวชาญต่อไปได้

2.8 การวิเคราะห์รูปแบบรอยเลือด

การวิเคราะห์รูปแบบรอยเลือด เป็นการศึกษาและฝึกหัดที่จะต้องใช้ความรู้ในหลายสาขา เช่น ความรู้ทางชีววิทยา ความรู้ทางฟิสิกส์ และความรู้ทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์รูปแบบ รอยเลือดอาจจะสำเร็จได้ด้วยดีจาก การประเมินสถานการณ์ ณ ที่เกิดเหตุโดยตรง และ/หรือ การพิจารณาศึกษาอย่างระมัดระวังจากภาพถ่ายร่วมกับการพิจารณารายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ของ เสื้อผ้า อาวุธ และพยานหลักฐานทางกายภาพอื่น ๆ รายละเอียดจากประวัติการรักษาของ โรงพยาบาล การชันสูตรพลิกศพ และการผ่าศพ เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนมีข้อมูลที่สำคัญและเป็น ประโยชน์อย่างยิ่งสามารถนำไปใช้ในการประเมินสถานการณ์ หรือเหตุการณ์ได้ ในกรณีที่ไม่ สามารถไปตรวจหรือเข้าถึงสถานที่เกิดเหตุและจำเป็นต้องใช้การถ่ายภาพเท่านั้น รายละเอียดของ ภาพถ่าย แผนผัง ภาพ Sketches รายงานของผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุ และ รายงานจากห้อง Lab ก็เป็นประโยชน์และสามารถนำมาใช้ในการพิจารณาและตรวจสอบได้เช่นกัน

ความเกี่ยวเนื่องในการจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุ การวิเคราะห์รูปแบบรอยเลือดสามารถจะนำมาซึ่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ตรวจสถานที่เกิดเหตุได้หลายอย่าง เช่น ช่วยให้ทราบ Point of Convergence และ Point (Area) of Origin ของรอยเลือด, ชนิดและทิศทางของการกระทำ ที่ทำให้เกิดรอยเลือด หรือการกระจายของเลือด, กลไกที่ก่อให้เกิด การกระจายของเลือด, ช่วยให้เข้าใจได้ว่ารอยเลือดนั้นเกิดขึ้นบนพยานหลักฐานนั้น ๆ ได้อย่างไร, ทำให้รู้ตำแหน่งของเหยื่อ ผู้ร้าย หรือ วัตถุสิ่งของ ในสถานที่เกิดเหตุขณะที่มีการนองเลือดเกิดขึ้น, ทำให้รู้ทิศทางของเหยื่อ ผู้ร้าย หรือ วัตถุสิ่งของ ในสถานที่เกิดเหตุหลังจากที่มีการนองเลือดเกิดขึ้น, ใช้ ยืนยันหรือหักล้างคำให้การของพยาน, เป็นข้อมูลในการประมาณระยะเวลาการตาย เป็นต้น

ตามที่ Bevel and Gardner ได้ระบุไว้ว่า จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์และ จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานที่เกิดเหตุโดยการใช้ประโยชน์ของการวิเคราะห์รูปแบบ รอยเลือดนั้น จะช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น คำถามที่สามารถระบุได้ ด้วยการตีความรูปแบบรอยเลือดนั้นขึ้นอยู่กับเหตุการณ์แวดล้อมของกรณีนั้น ๆ ซึ่งคำถามสามารถ ตอบได้จากการวิเคราะห์และตีความรูปแบบรอยเลือดมีดังนี้

- 1 เกิดเหตุการณ์อะไรขึ้น
- 2 เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นที่ไหน
- 3 เหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นเมื่อใดและมีลำดับเหตุการณ์อย่างไร
- 4 มีใครอยู่ในสถานที่เกิดเหตุบ้างขณะที่มีเหตุการณ์เกิดขึ้น
- 5 มีใครที่ไม่ได้อยู่ในสถานที่เกิดเหตุบ้างขณะที่มีเหตุการณ์เกิดขึ้น
- 6 มีอะไรที่ไม่เกิดขึ้นบ้าง

2.8.1 การตรวจคราบเลือด คราบเลือดเป็นวัตถุพยานที่สำคัญในการตรวจพิสูจน์ทางนิติเวชศาสตร์ ใช้เป็น หลักฐานประกอบในการสืบสวนเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในคดี โดยที่คราบเลือดจะเป็นพยาน วัตถุในการสอบสวนและในการพิจารณาคดีได้เป็นอย่างดี

คราบเลือดที่พบอาจจะพบตามพื้น เสื้อผ้า หรือติดกับอาวุธ เช่น มีด วัตถุที่ คราบเลือดติดอยู่แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด

1. วัตถุที่ติดซึม ได้แก่ เสื้อผ้า สำลี ไม้ กระเบื้องบางชนิด คราบเลือดจะ ติดทนในวัตถุเหล่านี้สะดวกแก่การนำมาตรวจ
2. วัตถุไม่ติดซึมเช่นกระจกกระเบื้องเคลือบคราบเลือดที่ติดอยู่ตาม วัตถุเหล่านี้จะเสียหายและหลุดจากวัตถุได้ง่าย เป็นการยากในการตรวจ
3. พื้นดินคราบเลือดที่อยู่ตามพื้นดินเป็นการยากลำบากในการนำมา ตรวจและจะเสียหายได้ง่ายเนื่องจากถูกย่อยโดยจุลชีพ ที่อยู่ในผิวดินจะทำลายสภาพของเลือด หลักการตรวจคราบเลือดอาศัยหลักที่ว่าแอนติเจนในหมู่เลือดของแต่ละคนไม่มี การเปลี่ยนแปลงตลอดชีวิต และลักษณะแอนติเจนจะคงทนในสภาพของคราบเลือดซึ่งสามารถ นำมาตรวจสอบได้

2.8.2 ลักษณะคราบเลือด ลักษณะคราบเลือดที่พบจะช่วยบอกได้ถึงพฤติกรรมที่ทำให้เกิดคราบเลือดขึ้น ซึ่งจะเป็น เครื่องช่วยในการสืบสวนคดี และเป็นพยานหลักฐานในการดำเนินคดี โดยลักษณะของคราบเลือดที่พบในการตรวจมีลักษณะสำคัญในการพิจารณา คือ การ กระจายของคราบเลือด, ตำแหน่งของคราบเลือด, ปริมาณของเลือด และความสัมพันธ์กับวัตถุ พยานแวดล้อมอื่น ๆ

2.8.3 การกระจายของคราบเลือด เป็นเครื่องช่วยบ่งบอกได้อย่างหนึ่ง ถ้าเป็นเลือดที่ออกจาก เส้นเลือดแดงใหญ่จะกระจายออกไปได้ไกลกว่าที่ออกจากเส้นเลือดเล็ก และเลือดที่ออกจากเส้น เลือดดำจะหยุดไม่กระจายมาก นอกจากนี้ยังช่วยบอกตำแหน่งของบาดแผลได้ เช่น ถ้าบาดแผล อยู่ในส่วนบนของร่างกาย การกระจายของคราบเลือดจะกว้างกว่าคราบเลือดจากเส้นเลือด ใน ร่างกายส่วนล่างของร่างกาย เป็นต้น

2.8.4 ตำแหน่งของคราบเลือด จะช่วยบ่งบอกถึงพฤติกรรมบางอย่าง เช่น ขณะเลือดออก ผู้ได้รับบาดเจ็บเคลื่อนไหวหรืออยู่นิ่ง ลักษณะของคราบเลือดที่เกิดจากผู้ได้รับบาดเจ็บซึ่งเคลื่อนไหว จะมีการกระจายของคราบเลือดเป็นหยดไปตามทิศทางนั้น แต่ถ้าผู้ได้รับบาดเจ็บอยู่กับที่ คราบเลือดจะหยุดเป็นกลุ่มใหญ่บนองกับพื้น เป็นต้น

2.8.5 ปริมาณของเลือด จะช่วยบ่งบอกคร่าว ๆ ถึงตำแหน่งของบาดแผลและลักษณะของเส้นเลือด ถ้าออกมาเป็นคราบใหญ่แสดงว่าบาดแผลที่เกิดขึ้นต่อเส้นเลือดใหญ่ และบาดแผลต้องมีขนาดใหญ่พอสมควร ถ้าหากหยุดเลือดมีขนาดเล็กแสดงว่าบาดแผลมีขนาดเล็ก และอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ใช่เส้นเลือดใหญ่ จึงทำให้ปริมาณของเลือดออกมาน้อย

2.8.6 ความสัมพันธ์กับวัตถุพยานแวดล้อมอื่น ๆ ลักษณะการกระจายตำแหน่ง และ ปริมาณคราบเลือด ต้องนำมาเปรียบเทียบกับพยานหลักฐานต่าง ๆ ในที่เกิดเหตุ เพื่อจะใช้บ่งบอกพฤติกรรมที่คาดคะเนไว้ให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด เช่น ถ้าคราบเลือดที่ศพกองไหลนอง โดยไม่มีคราบอื่นอยู่ใกล้เคียงศพที่พบ สันนิษฐานได้ว่าศพ อาจถูกทำร้ายจากที่อื่นแล้วนำมาทิ้ง หรืออาจเป็นการกระทำตนเอง

ถ้าบริเวณที่เกิดเหตุมีร่องรอยของการต่อสู้และพบคราบเลือดกระจายอยู่ทั่วไป แสดงว่าผู้ ถูกทำร้ายได้ทำการต่อสู้ป้องกันตัว คราบเลือดในบริเวณที่เกิดเหตุจะกระจายออกไปเป็นวงกว้าง

ถ้าคราบเลือดหยุดเป็นทางและมีบางบริเวณเป็นคราบเลือดกองใหญ่ แสดงว่าผู้ถูกทำร้าย วิ่งหนีมาและยืนพักบริเวณ

2.9 Point of Convergence, Angle of Impact และ Point of Origin

จุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์รูปแบบรอยเลือดคือเพื่อระบุได้ว่าเกิดอะไร, เมื่อไร, และ ที่ไหน ในอาชญากรรมที่มีเหตุการณ์การนองเลือดเกิดขึ้น " อะไร " สามารถตอบคำถามได้จากการพินิจพิจารณาขนาดของของรอยเลือด ภาพรวมของรอยเลือดที่ปรากฏ และรูปแบบการ กระจายร่วมกับรายละเอียดข้อมูลของคดีนั้น ๆ " เมื่อไร " อาจจะสามารถตอบคำถามได้โดยสังเกต ผลของการเปลี่ยนแปลงของรอยเลือด เช่น ก้อนเลือดที่แข็งตัวและลำดับเหตุการณ์ในสถานที่ เกิดเหตุ " ที่ไหน "

การตอบคำถามจำเป็นที่จะต้องมีความรู้วิเคราะห์เพื่อที่จะประมาณหา Point of Convergence, Angle of Impact และ Point of Origin ซึ่งเข้ากันได้กับ ตำแหน่งที่พบแหล่งที่มาของเลือด การประมาณหา Point of Convergence, Angle of Impact และ Point of Origin นี้มักจะถูกนำมาใช้ในการหาตำแหน่งของเหยื่อผู้เคราะห์ร้าย แต่ที่แม่นยำไปกว่านั้น คือสามารถอ้างอิงถึงและนำไปสู่การหา ตำแหน่งที่มีการกระทำให้เกิด รอยเลือดจนทำให้เหยื่อได้รับบาดเจ็บเวลาที่ถูกรักษา โดยการที่จะหาพื้นที่แหล่งที่มาของ เลือดใน 3 มิติว่ามาจากจุดใดนั้น โดยจำเป็นต้องมีข้อมูลที่สำคัญ 3 อย่างประกอบกัน คือ Point of Convergence: POC, Angle of Impact: AOI และ Point of Origin: PO ดังต่อไปนี้

2.9.1 Point of Convergence: POC คือ จุดที่ตัดผ่านกันของเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลาง ของหยดเลือดแต่ละหยดที่พบบริเวณที่เกิดเหตุ เป็นการตัดกันแบบ 2 มิติในแนวแกน x และ แกน y ซึ่ง Point of Convergence สามารถหาได้โดยการลากเส้นหรือใช้เชือกโยงจากจุด ศูนย์กลางของหยดเลือดแต่ละหยดไปตามแนวยาวตำแหน่งที่เส้นแต่ละเส้นมาตัดกันหรือพื้นที่ที่ เส้นมาตัดกันมากที่สุดนั้นก็คือ Point of Convergence

2.9.2 Angle of Impact : AOI คือมุมที่เกิดขึ้นระหว่างทิศทางที่เลือดหยดลงมากับพื้นผิวที่หยด เลือดนั้นตกกระทบบนมุมที่หยดเลือดตกลงมากระทบกับพื้นผิวสัมผัส จากภาพ Angle of Impact คือ มุม θ เราสามารถนำข้อมูลของหยดเลือดคือขนาดความกว้างและความยาวของหยดเลือดที่พบใน ที่เกิดเหตุมาใช้ในการคำนวณหามุมที่เลือดตกกระทบบนพื้นผิว Angle of Impact ของรอยเลือดที่ กระเด็น ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประมาณจุดที่มาของหยดเลือดนั้นได้โดยเราสามารถคำนวณหามุมที่เลือดตกกระทบบนพื้นผิวหรือ Angle of Impact ได้จากสูตร

$$\theta = \arcsin \frac{\text{width}}{\text{length}}$$

โดยที่ θ คือ มุมที่เลือดตกกระทบบน **Point of Origin: PO** คือจุดหรือพื้นที่แหล่งที่มาของเลือดใน 3 มิติว่ามาจากจุดใด ซึ่ง Point of Origin นี้จะอยู่เหนือ Point of Convergence (POC) ขึ้นไปใน แนวแกน z ตั้งฉากกับพื้น ซึ่งสามารถหา PO ได้จากข้อมูล AOI และ POC ที่เราได้หาไว้แล้ว ข้างต้น โดยสามารถหา PO ได้จากสูตร $PO = \tan(AOI) \times y$ เมื่อ y =ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยดถึง POC

เมื่อได้ค่า PO แล้ว ก็ทำการวัดจากพื้นขึ้นไปในแนวตั้งฉากก็จะสามารถประมาณจุด หรือ พื้นที่แหล่งที่มาของเลือดที่ออกมาจากร่างกายได้ ซึ่งรายละเอียดและขั้นตอนในการหาค่า Point of Convergence (POC), Angle of Impact (AOI) และ Point of Origin (PO) จะนำเสนอในหัวข้อที่ 2.11

2.10 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีตรีโกณมิติพื้นฐานของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

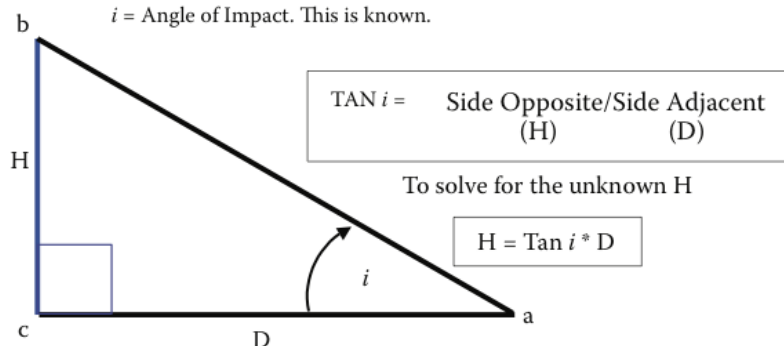
รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Right Triangle) คือรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมภายในมุมหนึ่งมีขนาด 90° ซึ่งถูกเรียกว่ามุมฉาก ก่อนที่จะกล่าวถึงฟังก์ชันตรีโกณมิติก่อนอื่นเราต้องมาทำความรู้จักส่วนประกอบของสามเหลี่ยมมุมฉากก่อน และแต่ละส่วนนั้นมีความสัมพันธ์กับฟังก์ชัน ตรีโกณมิติอย่างไร ดังรูปที่ A รูปสามเหลี่ยมจะมีสามด้านและสามมุม ด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมฉากเรียกว่า ด้านตรงข้ามมุมฉาก ซึ่งเป็นด้านที่ยาวที่สุดในรูปสามเหลี่ยมตามรูปคือ ด้าน h อีกสองด้านเรียกว่า ด้านประกอบมุมฉาก ซึ่งก็คือด้านตรงข้ามมุม คือด้านที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่เราสนใจตามรูปคือ a และด้านประชิดมุมคือด้านที่อยู่ติดต่อกันบนมุมฉากกับมุมที่เราสนใจตาม รูปคือ b ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสัมพันธ์กันตามทฤษฎีบทพีทาโกรัสนั่นคือ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก h จะเท่ากับผลบวกของกำลังสองของด้าน ประกอบมุมฉาก a, b เขียนอย่างย่อเป็น $a^2 + b^2 = h^2$ ดังนั้นถ้าทราบความยาวของด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากก็สามารถหาด้านที่สามได้

Point b of the triangle is the same as AO in Figure 8.36.

Line $bc = H =$ Height above the target. This is unknown.

Line $ca = D =$ Distance to point of convergence.
This is known

$i =$ Angle of Impact. This is known.



ภาพที่ 2.10 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก [17]

ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก อัตราส่วนตรีโกณมิติของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์สามารถใช้คำนวณหามุมที่ไม่ทราบขนาดหรือความยาวของด้านที่ไม่ทราบได้ ซึ่งอัตราส่วนตรีโกณมิติก็คือ อัตราส่วนของความยาวด้านสองด้านของสามเหลี่ยมมุมฉากซึ่งจะมีชื่อเรียกดังนี้

1 ไซน์ ของมุม คืออัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุม ต่อความยาวของด้าน ตรงข้ามมุมฉาก

$$\sin A = \frac{\text{opposite}}{\text{hypotenuse}} = \frac{a}{h}$$

2 โคไซน์ ของมุม คืออัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านประชิดมุม ต่อความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

$$\cos A = \frac{\text{adjacent}}{\text{hypotenuse}} = \frac{b}{h}$$

3 แทนเจนต์ ของมุม คืออัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านตรงข้ามมุม ต่อความยาวของด้านประชิดมุม

$$\tan A = \frac{\text{opposite}}{\text{adjacent}} = \frac{a}{b}$$

ฟังก์ชันผกผัน ฟังก์ชันตรีโกณมิติผกผันสามารถใช้คำนวณมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อเราทราบความยาวของด้านสองด้านใดๆ

4 อาร์กไซน์ ใช้สำหรับคำนวณขนาดของมุมที่สนใจ จากความยาวของด้านตรงข้ามมุม กับ ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

$$\theta = \arcsin\left(\frac{\text{opposite}}{\text{hypotenuse}}\right)$$

5 อาร์กโคไซน์ ใช้สำหรับคำนวณขนาดของมุมที่สนใจ จากความยาวของด้านประชิดมุม กับความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก

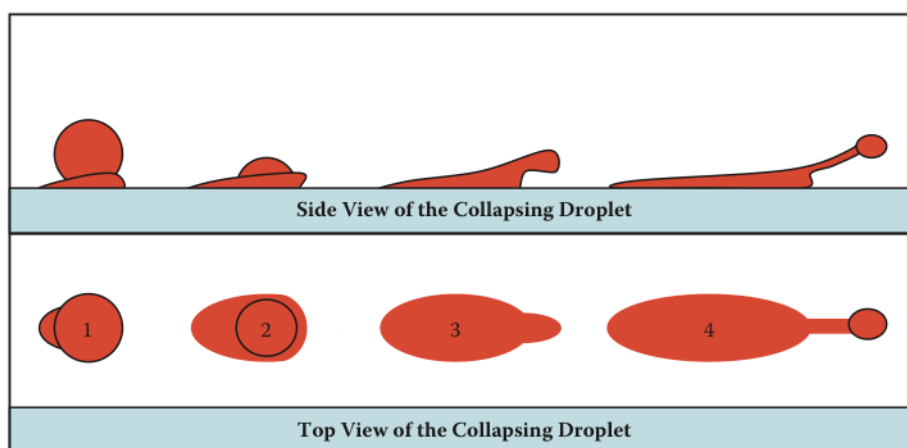
$$\theta = \arccos\left(\frac{\text{adjacent}}{\text{hypotenuse}}\right)$$

6 อาร์กแทนเจนต์ ใช้สำหรับคำนวณขนาดของมุมที่สนใจ จากความยาวของด้านตรงข้ามมุม กับความยาวของด้านประชิดมุม

$$\theta = \arctan\left(\frac{\text{opposite}}{\text{adjacent}}\right)$$

2.11 การนำทฤษฎีตรีโกณมิติมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหา Point of Convergence, Angle of Impact และ Point (Area) of Origin

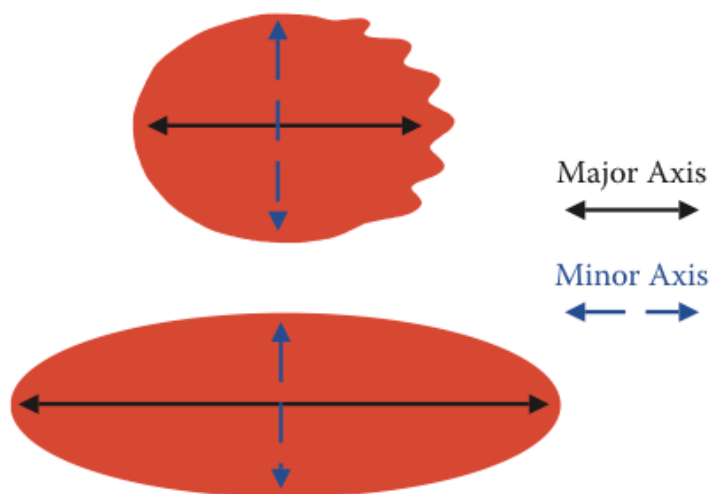
โดยทั่วไปแล้วการกระจายของเลือดเพียงหยดเดียวหรือจุดเดียว ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการหา Point of Origin ในสถานที่เกิดเหตุได้ การกำหนด Angle of Impact และ ตำแหน่ง ของ Point of Origin นั้น ควรจะขึ้นอยู่กับ การพิจารณาจำนวนของการกระจายด้วย ซึ่งวิธีการในการประมาณหา Angle of Impact นั้นไม่ยุ่งยากอะไร เมื่อเลือดหยดลงกระทบ พื้นผิวที่ราบเรียบ เส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลมขณะที่เลือดลอยในอากาศจะเท่ากับ ความกว้างของ รอยเลือดที่หยดลงบนพื้นผิว (ซึ่งจะเท่ากับด้านตรงข้ามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก)



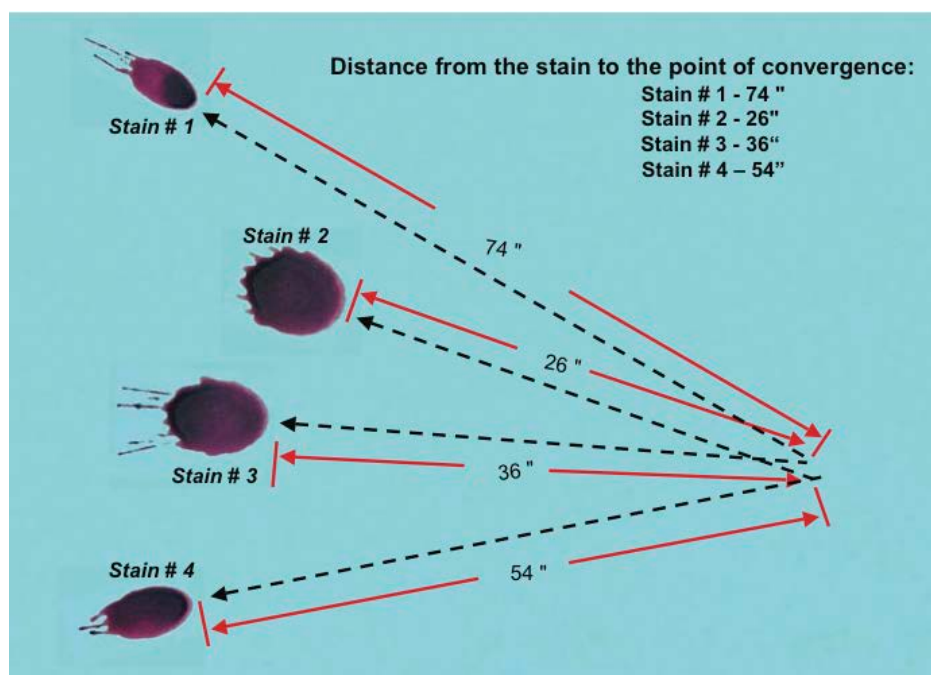
ภาพที่ 2.11 แสดงภาพด้านข้างของหยดเลือดที่ลอยในอากาศและตกกระทบบนพื้นผิว [17]

2.11.1 การหา Point of Origin

การหา Point of Origin สิ่งแรกที่ต้องทำคือจะต้องหา Point of Convergence ซึ่งก็คือ จุดที่ตัดผ่านกันของเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยดที่ พบบริเวณที่เกิดเหตุเป็นการตัดกันแบบ 2 มิติในแนวแกน x และ แกน y ซึ่ง Point of Convergence สามารถหาได้โดยการลากเส้นหรือใช้เชือกโยงจากจุดศูนย์กลางของหยดเลือด แต่ละหยดไปตามแนวยาวตำแหน่งที่เส้นแต่ละเส้นมาตัดกันคือ Point of Convergence ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.12 แสดงเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยด [17]



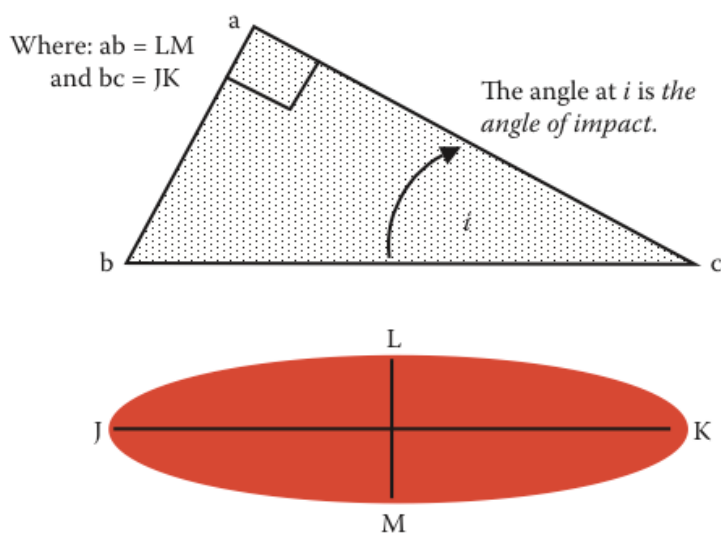
ภาพที่ 2.13 Point of Convergence [17]

2.11.2 การหา Angle of Impact

ขั้นตอนต่อไปคือ การหา Angle of Impact ซึ่งก็คือมุมที่เกิดขึ้นระหว่างทิศทางที่เลือดหยดลงมากับพื้นผิวที่หยดเลือดนั้นตกกระทบมุมที่เลือดตกกระทบ เพื่อเป็นตัวแทนรอยเลือดสามารถหา AOI ได้โดย AOI คือมุมที่หยดเลือดตกลงมากระทบกับพื้นผิวสัมผัส เราสามารถนำ ข้อมูลของหยดเลือดขนาดความกว้างและความยาวของหยดเลือดที่พบในที่เกิดเหตุมาใช้ในการ คำนวณหา มุมที่เลือดตกกระทบกับพื้นผิว Angle of Impact ของรอยเลือดที่กระเด็นซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการ ประเมินจุดที่มาของหยดเลือดนั้นได้ โดยเราสามารถคำนวณหามุมที่เลือดตกกระทบกับพื้นผิวหรือ Angle of Impact ได้โดยการคำนวณ จากสูตร

$$\theta = \arcsin \frac{\text{width}}{\text{length}}$$

โดยที่ θ คือ มุมที่เลือดตกกระทบ



ภาพที่ 2.14 Angle of Impactและการวัดความกว้างและความยาวของหยดเลือด [17]

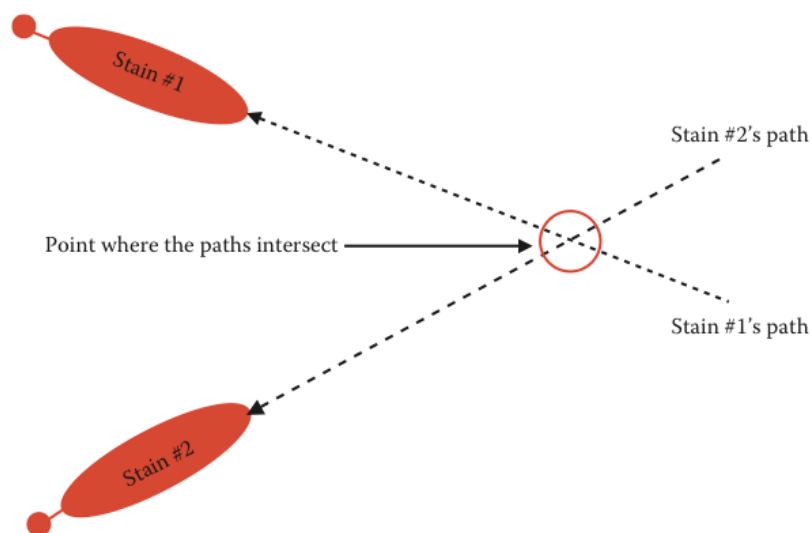
จากภาพที่ 2.13 ในการวัดขนาดความกว้างและความยาวของหยดเลือด ให้วัดเพียง ส่วนที่เป็นหยดเลือดหลัก โดยไม่ต้องทำการวัดในส่วนที่เป็นรอยหยัก หรือส่วนที่ยื่นยาวออกมาจาก หยดเลือด

2.11.3 การหา Point of origin : PO

เมื่อได้ข้อมูล POC และ AOI ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เราก็จะสามารถนำข้อมูลนั้น มาใช้ในการหา Point (Area) of Origin ได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

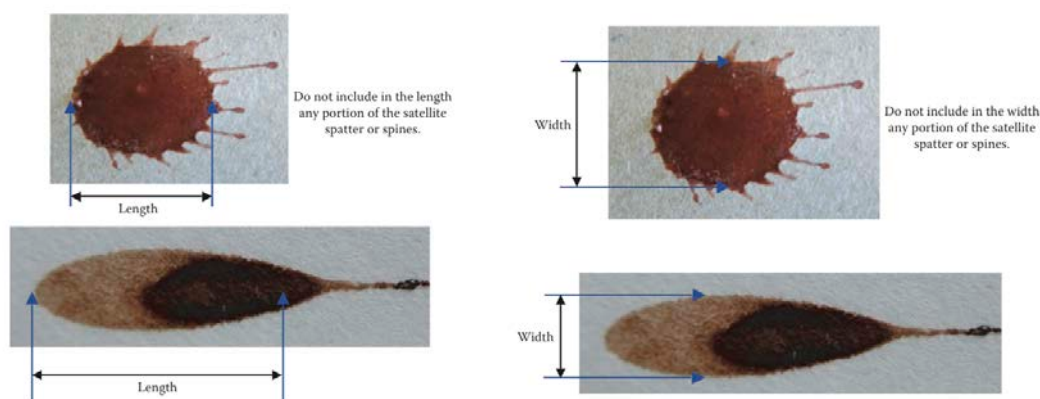
$$\text{Point (Area) of Origin} = \text{TAN}(\text{AOI}) \times y$$

เมื่อ y คือ ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยดถึง POC เมื่อได้ค่า PO แล้วให้ทำการวัดจากพื้นขึ้นไปในแนวตั้งฉากเป็นระยะทาง = PO ก็จะสามารถ ประเมินจุดหรือพื้นที่ แหล่งที่มาของเลือดที่ออกมาจากร่างกายได้



ภาพที่ 2.15 การหา Point of Origin [17]

ตัวอย่างการคำนวณหา Point of Convergence, Angle of Impact และ Point of Origin จากหยดเลือด



ภาพที่ 2.16 ขนาดความกว้างและความยาวของหยดเลือด [17]

จากภาพที่ 2.16 กำหนดให้หยดเลือดมีขนาดความกว้างเท่ากับ 1.5 mm. และมีขนาดความยาวเท่ากับ 3 mm. และระยะทางจากจุดกึ่งกลางของหยดเลือดไปยัง Point of Convergence เท่ากับ 90 cm.

วิธีคิด

ขั้นที่ 1 หาค่ามุมที่เลือดตกกระทบ Angle of Impact

กำหนดให้ θ คือ Angle of Impact

$$\text{ดังนั้น } \theta = \arcsin \frac{\text{width}}{\text{length}}$$

$$\theta = \arcsin \frac{1.5}{3}$$

$$\theta = \arcsin 0.5$$

$$\theta = 30$$

ดังนั้น Angle of Impact มีค่าเท่ากับ 30 องศา

ขั้นที่ 2 หาค่า Point of Convergence หา Point of Convergence ได้โดยการลากเส้น

หรือใช้เชือกโยงจากจุดศูนย์กลางของหยดเลือดแต่ละหยดไปตามแนวยาว ตำแหน่งที่เส้นแต่ละเส้นมาตัดกันมากที่สุดก็คือ Point of Convergence เมื่อได้ตำแหน่งของ Point of Convergence แล้วทำการกำหนดเครื่องหมายไว้ แล้วทำการวัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของหยดเลือดไปยัง Point of Convergence เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหา Point (area) of Origin ในขั้นตอนต่อไป ในที่นี้

กำหนดให้ทำการวัด Point of Convergence ได้ 90 cm.

ขั้นที่ 3 หาค่า Point of Origin

หาค่า Point of Origin ได้จากสูตร

$$\text{Point (Area) of Origin} = \text{TAN (AOI)} \times y$$

โดยที่ y คือ ระยะทางจากจุด กึ่งกลางของหยดเลือดแต่ละหยดถึง POC

$$\text{Point (Area) of Origin} = \text{TAN (30)} \times 90 \text{ cm.}$$

$$= 0.57735 \times 90 \text{ cm.}$$

$$= 51.961 \text{ cm.}$$

ดังนั้น Point of Origin มีค่าเท่ากับ 51.961 cm.

เมื่อได้ค่า Point of Origin แล้วก็ทำการวัดจากพื้นขึ้นไปในแนวตั้งฉากเป็นระยะทาง 51.961 cm. ก็จะสามารถประมาณจุดหรือพื้นที่แหล่งที่มาของเลือดที่ออกมาจากร่างกายได้ ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 แสดงขั้นตอนการหา Point of Origin [17]

3. ภาพดิจิทัล

3.1 ภาพดิจิทัลคืออะไร

เมื่อเรามองลึกเข้าไปที่ภาพถ่ายจากระบบ Silver Halide เราจะเห็นว่า ภาพขาวดำจะประกอบด้วยกลุ่มของโลหะเงินจับตัวกันเป็นก้อนซึ่งเรียกเรามักเรียกว่า เกรน (Grain) หรือ Clump ส่วนที่เป็นสีดำจะมีโลหะเงินมาก ส่วนที่เป็นสีขาวจะมีโลหะเงินน้อย ส่วนสีเทาจะมีโลหะเงินกระจายกันเป็นกลุ่ม ๆ มาน้อยตามระดับสี ส่วนภาพสีจะเกิดจากกลุ่มของสารสีรวมตัวกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ สีเหลือง สีม่วง และสีฟ้า ส่วนสว่างจะมีกลุ่มของสารสีน้อย ส่วนมืดมีกลุ่มของสารสีมาก ส่วนสีเทาก็จะมีกระจายกันเช่นเดียวกับฟิล์มขาวดำ การกระจายของเกรนหรือสารสีของภาพในระบบ Silver Halide จะเป็นแบบไม่คงที่ หรือแบบสุ่ม (Random) ภาพดิจิทัลจะเกิดจากโครงสร้างเล็ก ๆ คล้ายกับเกรนของภาพในระบบ Silver Halide ซึ่งเราจะเรียกว่า Pixels หรือ Picture Elements แต่การกระจายของ Pixels จะเป็นแบบมีระเบียบแบบแผนที่แน่นอน (Pattern) Pixels จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสเรียงตัวติดกับคล้ายตารางหมากรุก เมื่อรวมกันก็จะกลายเป็นภาพเหมือนการแปรรหัสหรือถ้าเรามองจอโทรทัศน์ใกล้ ๆ เอาแว่นขยายมาส่องจะเห็นว่าจอโทรทัศน์ประกอบด้วยสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ เรียงตัวกันแน่น ส่วนในภาพพิมพ์จะประกอบด้วย Dot เป็นลักษณะทรงกลมเรียงตัวกันแทน ภาพที่ประกอบขึ้นจาก Dots หรือ Pixel เราจะเรียกว่า ภาพแบบ Bit-map

ภาพดิจิทัล เป็นการแสดงผลภาพในลักษณะสองมิติมีหน่วยที่เรียกว่าพิกเซล (Pixel) ภาพดิจิทัลสามารถนิยามเป็นฟังก์ชันสองมิติ $f(x,y)$ โดยที่ x และ y เป็นพิกัดของภาพ และแอมพลิจูดของ f ที่พิกัด (x,y) ใดๆภายในภาพคือค่าความเข้มแสงของภาพ (Intensity) ที่ตำแหน่งนั้นๆ และเมื่อ x,y และแอมพลิจูดของ f เป็นค่าจำกัด (Finite value) จึงเรียกรูปภาพนี้ว่าเป็นภาพดิจิทัล (Digital Image) และถ้ากำหนดให้ภาพ $f(x,y)$ มีขนาด M แถวและ N คอลัมน์ และพิกัดของจุดกำเนิด (Origin) ของภาพคือที่ตำแหน่ง $(x,y) = (0,0)$ แล้ว

ค่าแต่ละค่าที่อยู่ในเมทริกซ์จะเรียกว่า พิกเซล (Pixel) โดยตำแหน่ง $(0,0)$ จะอยู่ทางด้านซ้ายมือสุดด้านบนของภาพ การจัดลำดับตำแหน่งของจุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาในแต่ละเส้นจุด และจัดลำดับของเส้นจุดจะเรียงจากบนลงล่างการเก็บค่าของความเข้มแสงของภาพ ดิจิทัลลงหน่วยความจำในลักษณะเส้นจุด (raster) นี้จะเรียกภาพบิตแมป (bit-map image) หรือภาพแรสเตอร์ (raster image) แต่ภาพที่จัดเก็บในลักษณะนี้จะมีขนาดใหญ่จึงมีการบีบอัดภาพ (image compression) เพื่อให้ข้อมูลภาพมีขนาดเล็กลง

การสร้างภาพดิจิทัลสามารถสร้างได้จากอุปกรณ์รับภาพเช่น กล้องดิจิทัล (digital cameras) เครื่องกราดภาพ (scanners) เป็นต้น ภาพดิจิทัลยังสามารถสร้างโดยการสังเคราะห์จากสิ่งที่ไม่ใช่ข้อมูลภาพ

เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ หรือ แบบจำลองเรขาคณิตแบบสามมิติซึ่งการสร้างภาพลักษณะนี้เป็นส่วนหนึ่งในงานด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (computer graphics)

การถ่ายภาพดิจิทัล เป็นการถ่ายภาพโดยใช้กล้องดิจิทัล ซึ่งเป็นกล้องถ่ายภาพที่ไม่ได้ใช้ฟิล์ม แต่ใช้อุปกรณ์รับแสงที่เราเรียกว่า CCDs (Charge-Coupled Devices) หรือ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) แทนที่ฟิล์ม CCDs หรือ CMOS จะเปลี่ยนแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้าจะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูล และสามารถนำข้อมูลดิจิทัลนั้นไปใช้งานต่างๆ ได้ต่อไป ไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ภาพ, ส่ง E-Mail, ดูภาพทางโทรทัศน์หรือคอมพิวเตอร์, ฉายภาพออกทาง LCD Projector, ใช้ในสื่อสิ่งพิมพ์, นำไปใช้ในเกมส์ ฯลฯ ภาพถ่ายจากกระบวนการถ่ายภาพดิจิทัลจะประกอบด้วยส่วนเล็กที่สุดที่เราเรียกว่า Pixels หรือ Picture Elements ซึ่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสคล้ายตารางหมากรุก ส่วนภาพที่เกิดขึ้นบนฟิล์มจะเกิดจากจุดสีที่เราเรียกว่า เกรน (Grain) ซึ่งภายในเกรนจะเป็นกลุ่มของเม็ดสี (Color Dye) จับตัวกันอยู่สำหรับภาพสี (Color Photograph) และเป็นโลหะเงิน (Silver) จับตัวกันเป็นก้อนสำหรับภาพขาวดำ (Black&White Photograph)

ปกติเวลาเรามองภาพถ่ายที่เป็น ภาพแบบ Digital ถ้าเป็นคนทั่วไปก็จะมองเห็นเป็นสิ่งที่สิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่รูปถ่ายนั้นแสดงออกมา แต่ในหากเราจะมองให้ลึกลงไปกว่านั้น เมื่อเราใช้แว่นขยาย หรือกล้องขยายทำการส่องเข้าไปดูใกล้ๆ จะพบว่ารูปภาพเหล่านั้นประกอบด้วยจุดเล็กๆ จำนวนมาก เรียงต่อกันอยู่อย่างเป็นระเบียบ หรือมีเราเรียกกันว่า Dot Pixel โดยจะสอดคล้องกับขนาดภาพที่เราต้องการด้วย หรือที่เรียกกันว่า Resolution นั้นเอง อย่างเช่น 640x480, 800x600, 1024x768 เป็นต้น ยิ่ง Resolution ยิ่งเยอะจำนวน Dot Pixel ก็จะมีเยอะตามไปด้วย โดยเราสามารถวัดออกมาเป็นขนาดในหน่วยเมตรริกซ์ได้ คือ Micron, mm, M, Km ซึ่งจะขึ้นอยู่กับ Fine pitch ของ Dot Pixel อีกทีหนึ่ง

รูปภาพในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 Mode คือ Bonaire, Gray, RGB ถ้าสังเกตความแตกต่างด้วยสายตาแล้วก็จะพบว่า Bonarie ก็คือภาพขาวดำ ส่วน Gray ก็จะคล้ายๆ ภาพขาวดำแต่จะมีความละเอียดมากกว่ามาก และสุดท้ายคือ RGB ก็คือรูปภาพสีที่เราถ่ายได้จากกล้องปกติโดยทั่วไปนั่นเอง แต่หากจะมองในทาง Digital จะทำให้เราสังเกตความแตกต่างได้มากยิ่งขึ้นไปอีก

3.1.1 Bonaire Mode จะมีการเก็บค่าสีของ Pixel เพียง 2 ค่า คือขาวกับดำ หรือ 0 กับ 1

3.1.2 Gray Mode ใน Mode นี้จะมีการเก็บค่าของ Dot Pixel ไหล่เฉดสีตั้งแต่สีขาวจนถึงสีดำ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 255 step หรือที่เรียกว่า Gray Scale โดยมี Step ที่ 128 เป็น

Middle Gray ซึ่งจะใช้ในการ Calibrate ค่าแสงในการถ่ายด้วย ในทางตัวเลขค่าของ Dot Pixel จึงมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255

3.1.3 RGB Mode หรือ Color Mode ก็จะมี step การไล่เฉดสีตั้งแต่ 0-255 เหมือนกัน เพียงแต่ว่าเราจะต้องเก็บด้วยกันทั้งหมด 3 สีก็คือแม่สี R, G, B นั่นเอง จึงได้ภาพออกมาเป็นสีสรรสวยงามอย่างที่เรารู้เห็น ยังมีจำนวน Dot Pixel มากยิ่งขึ้นเท่าไรภาพก็จะมีควมรายละเอียดมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะมีผลให้ขนาดภาพใหญ่ตามขึ้นไปด้วย ส่งผลให้ขนาดไฟล์ที่ใช้ในการเก็บมีขนาดใหญ่ขึ้นนั่นเอง หรือที่เราเรียกแทนด้วยคำว่า Resolution นั่นเอง

จากความเข้าใจพื้นฐานนี้ หากเป็นการตกแต่งภาพ หรือการปรับแต่งภาพทั่วไป ก็จะช่วยให้ความเข้าใจในการปรับแต่งรูปภาพได้มากขึ้น แต่ถ้าเป็นในทาง Image Processing ก็ยังไม่หมดเพียงเท่านี้ ในทาง Image Processing เราสามารถสั่งให้ Computer ทำการแยกแยะรูปภาพที่แตกต่างจากภาพที่เรากำหนดไว้เป็นภาพ Master ได้ ถ้าเคยเล่นเกมสยองตหรือตามห้างจำพวก Picture Hunter ที่มีภาพที่เหมือนกันอยู่ 2 ภาพแล้วให้นั่งจิ้มหา จุดที่แตกต่างกัน นั่นแหละกระบวนการคิดตรงนั้นที่เรานำมาให้ Computer คิดได้แทนเรา โดยนำค่าตัวเลข ระหว่าง 0 - 255 ที่กล่าวมาข้างต้นนั่นเอง นำไปแยกเป็น Level ออกมาดูเป็นค่า Histogram ของรูปภาพนั้นๆ เปรียบเทียบกันอีกทีหนึ่ง ประกอบกับการเพิ่ม Windows ROI (Region of Interest) เพื่อ Focus ในจุดที่เราต้องการตรวจจับเป็นพิเศษ เหล่านี้ล้วนถูกเรียกว่า Algorithm โดย Algorithm ที่ใช้จะมากหรือน้อย หรือมีความแตกต่างกันอย่างไรนั้น ต้องขึ้นอยู่กับ Programmer จะเป็นคนเขียนคำสั่งเข้าไปเพื่อให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำตามที่เรต้องการนั่นเอง แต่ถ้าหากเราทำการ Analyze รูปภาพโดยปราศจาก Algorithm หรือ ROI โดยอาศัยการ Mapping Pixel-by-Pixel แล้วจะพบว่ามีจุดที่แตกต่างกันมากเกินไปที่เรียกว่า Overkill หรือ Fault Fail นั่นเอง

3.2 ภาพแบบ Vector และ Bitmap

มีภาพอีกแบบหนึ่งซึ่งเกิดจากเส้นโดยวางตำแหน่งเป็นพิกัด เราเรียกว่าเป็นภาพแบบ Vector ภาพแบบ Vector เมื่อมีการย่อขยายจะถูกย่อขยายโดยอาศัยพิกัด ภาพจะไม่เกิดการแตก แต่ภาพแบบ Bitmap ซึ่งเกิดจากจุดเมื่อมีการขยาย จุดจะใหญ่ขึ้นด้วย ทำให้เกิดการแตกของภาพ ภาพจากกล้องดิจิทัลจะเป็นแบบ Bitmap ส่วนภาพกราฟฟิค ตัวอักษรมักเป็นแบบ Vector ซึ่งเราสามารถแปลงภาพแบบ Vector เป็น Bitmap ได้โดยการ Rasterize ซึ่งสามารถทำได้โดยแทบจะไม่มีข้อจำกัด สามารถทำภาพ Bitmap มาเป็นภาพ Vector ได้โดยการสร้าง Path แต่มีข้อจำกัดมากพอสมควร

3.3 จำนวนพิกเซลและความละเอียดของภาพ

ภาพในระบบดิจิทัล จะละเอียดมากน้อยหรือไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเซลที่ประกอบเป็นภาพนั้น หากจำนวนพิกเซลมีมาก ภาพก็จะละเอียดมากกว่าภาพที่มีจำนวนพิกเซลน้อย นอกจากนี้ยังขึ้นกับระยะห่างในการมองภาพอีกด้วย จำนวนพิกเซลในภาพจะนับเป็นด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว เมื่อคูณกันจะได้จำนวนพิกเซลทั้งหมด เช่น ภาพมีขนาด 100x100 pixels มีจำนวนพิกเซลทั้งหมด 10,000 พิกเซลนอกจากการบอกขนาดเป็นพิกเซลแล้ว เรายังสามารถบอกขนาดของภาพเป็นระยะคูณด้วยความละเอียดต่อระยะ เช่น ภาพมีขนาด 10x10 นิ้ว ความละเอียด 10 จุด/นิ้ว (Dot/inch) หรือ 10 พิกเซล/นิ้ว ซึ่งก็เท่ากับภาพมีขนาด $(10 \times 10) \times (10 \times 10) = 100 \times 100$ พิกเซล ซึ่งจะใช้งานแบบไหนก็แล้วแต่ความสะดวกในงานใช้งานขนาดของพิกเซลไม่ได้จำกัดว่าจะต้องมีขนาดเท่าไร ขึ้นกับว่าขยายภาพขนาดเท่าใด เช่น ภาพมีขนาด 100x100 พิกเซล ขยายภาพขนาด 100x100 ซม. แต่ละพิกเซลจะมีขนาด 1 ซม. แต่ถ้านำไปขยายภาพขนาด 1x1 ซม. แต่ละพิกเซลจะมีขนาด 0.01 ซม. หรือ 0.1 มม.เท่านั้น

3.4 ความลึกสีของภาพ (Bit Depth)

ข้อมูลดิจิทัลจะมีค่าเป็น 0 และ 1 เท่านั้น 0 คือปิด และ 1 คือ เปิด เมื่อนำตัวเลข 0 และ 1 จำนวนมาก ๆ มาเรียงกัน สามารถทำให้เกิดข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ ตัวเลข 0 และ 1 1 คู่เรียกว่า 1 bit มี 2 ฐานข้อมูล เมื่อจำนวนคู่ตัวเลข 0 และ 1 มากขึ้น ก็คือจำนวน Bit มากขึ้น จำนวนฐานข้อมูลจะมากขึ้นด้วย จำนวนฐานข้อมูลกับจำนวน Bit สัมพันธ์กันดังนี้

จำนวนฐานข้อมูล = 2 ยกกำลัง Bit เช่น จำนวน Bit เท่ากับ 8 Bit จำนวนฐานข้อมูลจะเท่ากับ 2 ยกกำลัง 8 = 256 ฐานข้อมูลจำนวนฐานข้อมูลจะสัมพันธ์กับเฉดสีที่เกิดขึ้นในภาพ ภาพ 1 bit จะเท่ากับ 1 เฉดสี 2 bit เท่ากับ 4 เฉดสี และ 8 bit เท่ากับ 256 เฉดสีดังภาพตัวอย่างยิ่งจำนวน Bit สีมามากเท่าใด ภาพก็จะมีโทนสีต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น เราเรียกจำนวน Bit นี้ว่า Bit Depth หรือ ความลึกสี สำหรับภาพสีจะใช้สี 3 สีคือ น้ำเงิน (Blue) เขียว (Green) และแดง (Red) หากภาพมี Bit Depth เท่ากับ 8 bit จะเท่ากับจำนวนเฉดสีทั้งหมด

$(2 \text{ ยกกำลัง } 8) \times (2 \text{ ยกกำลัง } 8) \times (2 \text{ ยกกำลัง } 8) = 256 \times 256 \times 256 = 16,777,216$ ล้านเฉดสีจำนวน Bit Depth อย่างต่ำสำหรับภาพดิจิทัล หากต้องการภาพโทนต่อเนื่อง ควรมีไม่ต่ำกว่า 8 bit กล้องดิจิทัลปัจจุบันจะถ่ายภาพที่ 12 bit กล้องรุ่นมืออาชีพจะถ่ายที่ 14 หรือ 16 bit ส่วนสแกนเนอร์สำหรับสแกนภาพจะมีจำนวน Bit depth ที่ 16 bit ซึ่งจะให้อาจานวนเฉดสีสูงมากจนแทบไม่รู้ว่าเป็นภาพดิจิทัล

3.5 หน่วยความจำที่ใช้ในภาพ

ภาพดิจิทัลเก็บโดยใช้หน่วยความจำ ซึ่งจำนวนหน่วยความจำที่ใช้จะขึ้นกับจำนวนสีในแต่ละจุด ภาพขาวดำ 1 จุดจะเท่ากับ 1 สี ส่วนภาพสี RGB ซึ่งเป็น Mode ภาพที่ใช้กับงานภาพถ่าย 1 จุดใช้ 3 สี ส่วนภาพ CMYK ซึ่งใช้ในงานพิมพ์ 1 จุดจะมี 4 สี ยิ่งจำนวนสีมาก หน่วยความจำที่ใช้จะต้องมากขึ้นตามไปด้วย เช่นเดียวกับ Bit Depth ยิ่งจำนวน Bit Depth มากจะยิ่งใช้หน่วยความจำมากขึ้นตามเราสามารถคำนวณหน่วยความจำที่เครื่องต้องใช้เก็บภาพได้โดยการเข้าสู่สูตร

จำนวน Bit ที่ใช้ = จำนวน Bit ของภาพ x จำนวน Pixel x จำนวนสีในภาพเช่น ภาพขนาด 1 ล้านพิกเซล ความลึกสี 1 bit จะใช้หน่วยความจำ = $1,00,000 \times 1 = 1$ ล้าน Bit ภาพขาวดำขนาด 1 ล้านพิกเซล ความลึกสี 8 bit จะใช้หน่วยความจำ = $1,00,000 \times 8 = 8$ ล้าน Bit ภาพสี RGB ภาพขนาด 1 ล้านพิกเซล ความลึกสี 8 bit จะใช้หน่วยความจำ = $1,00,000 \times 8 \times 3 = 24$ ล้าน Bit สามารถคำนวณจาก Bit เป็น Byte, Kilobyte และ Megabyte ได้โดย

$$8 \text{ bit} = 1 \text{ byte}$$

$$1,024 \text{ byte} = 1 \text{ kilobyte}$$

$$1,024 \text{ kilobyte} = 1 \text{ Megabyte}$$

$$1,024 \text{ Megabyte} = 1 \text{ Gigabyte}$$

ตัวอย่าง ภาพ RGB 1 ล้านพิกเซล ความลึกสี 8 bit จะมีขนาดข้อมูล 24 ล้าน Bit = $24,000,000 / (8 \times 1,024 \times 1,024) = 2.86 \text{ Megabyte}$

4. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

4.1 กล้องถ่ายภาพคือ ?

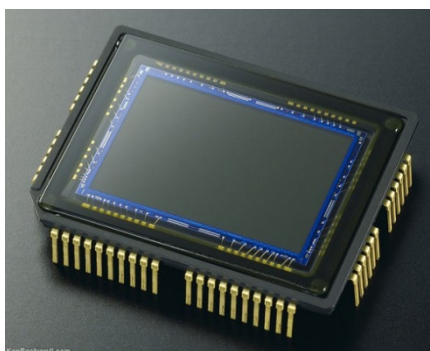
กล้องถ่ายภาพที่ใช้ฟิล์มกับกล้องถ่ายภาพดิจิทัลมีส่วนประกอบและการใช้งานที่คล้ายกันมาก คือ สามารถนำไปถ่ายภาพและบันทึกภาพที่ต้องการได้ เพียงต่างกันในส่วนของสื่อที่ใช้ในการบันทึกภาพแทนการบันทึกเป็นรูปแบบไฟล์ข้อมูลดิจิทัลแทนการบันทึกลงฟิล์ม

ปัจจุบันกล้องดิจิทัลบันทึกภาพโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า เซนเซอร์รับภาพ (Image Sensor) โดยการแปลงข้อมูลแสงเป็นรูปแบบสัญญาณไฟฟ้า ก่อนจะเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิทัลที่คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ก่อนบันทึกลงบนอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

จากคุณสมบัติของกล้องดิจิทัลดังกล่าว ส่งผลให้ปัจจุบันกล้องดิจิทัลเป็นที่นิยมในการนำมาใช้ในการบันทึกภาพมากขึ้น เนื่องจากกล้องดิจิทัลไม่ต้องใช้ฟิล์มในการบันทึกภาพอันเป็นข้อดีที่โดดเด่นที่สุด เพราะช่วยให้สามารถถ่ายภาพได้เป็นจำนวนมากโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อซื้อฟิล์ม

สามารถนำภาพที่ถ่ายมาได้ทันทีอย่างรวดเร็วเนื่องจากการบันทึกข้อมูลภาพลงในสื่อบันทึกดิจิทัล และตัวกล้องมีจอภาพขนาดเล็กที่สามารถแสดงภาพได้ทันที ส่งผลให้สามารถตรวจสอบได้ในทันทีที่ทำการบันทึกภาพว่าภาพที่ได้มีความคมชัดหรือเสียหรือไม่ ต่างจากการบันทึกภาพลงฟิล์มซึ่งไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของภาพได้ในทันที ทำให้ไม่สามารถถ่ายภาพเพื่อแก้ไขได้ในกรณีที่ภาพที่บันทึกมีปัญหา หรือมีคุณภาพไม่ดี อีกทั้งยังสามารถนำเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ในทันที เนื่องจากการบันทึกลงบนสื่อดิจิทัล จึงสามารถแสดงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ในทันทีและสามารถนำมาปรับแต่งหรือแก้ไขได้ในทันที ต่างจากการบันทึกภาพ ด้วยฟิล์มซึ่งต้องทำการนำเข้าโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า สแกนเนอร์ (Scanner) จึงสามารถนำมาปรับแต่งหรือแก้ไข อีกทั้งยังสามารถทำการสำเนาได้ง่ายกว่าการถ่ายภาพด้วยฟิล์ม เนื่องจากสามารถคัดลอก หรือพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

การถ่ายภาพสามารถทำได้หลากหลายเนื่องจากกล้องดิจิทัลสามารถเลือกขนาดภาพในการบันทึก ความไวแสงขณะถ่ายภาพในขณะที่กล้องที่บันทึกภาพลงบนฟิล์มไม่สามารถเปลี่ยนได้ เนื่องจากฟิล์มจะสามารถเลือกความไวแสงได้ค่าเดียวเท่านั้น



ภาพที่ 2.18 เซนเซอร์รับภาพในกล้องดิจิทัล [2]

กล้องดิจิทัลนั้นนอกจากจะประกอบด้วยตัวกล้องซึ่งเป็นที่ติดตั้งของเซนเซอร์รับภาพแล้วยังประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

4.1.1 เลนส์ (Lens) ถือเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของกล้องถ่ายภาพ เพราะเป็นส่วนที่กล้องใช้ในการรับภาพและแสงต่างๆ เข้าสู่กล้อง กล้องที่มีเลนส์คุณภาพดีจะเหมือนกับคนที่มีสายตาดีสามารถมองเห็นภาพคมชัด เลนส์ของกล้องประกอบด้วยชิ้นเลนส์จำนวนมาก เพื่อรับแสงและขยายภาพ กล้องดิจิทัลที่มีราคาสูงมักจะนิยมใช้เลนส์ที่มีคุณภาพสูง สามารถรับแสงได้ในปริมาณมากและมีความคมชัดสูง



ภาพที่ 2.19 เลนส์ต่างๆ ที่ใช้ร่วมกับกล้องดิจิทัลแบบ DSLR [3]

4.1.2 ช่องมองภาพ (Viewfinder) เป็นส่วนประกอบของกล้องซึ่งมีไว้เพื่อมองภาพที่จะถ่าย เพื่อเป็นการกำหนดพื้นที่ที่ต้องการบันทึกภาพ และเป็นส่วนที่ใช้ในการจัดองค์ประกอบของภาพที่บันทึกอีกด้วย

4.1.3 ปุ่มชัตเตอร์ (Shutter Button) เป็นส่วนประกอบของกล้องที่ทำหน้าที่รับคำสั่งให้กล้องทำการบันทึกภาพจากผู้ใช้งานเพื่อบันทึกภาพ ปุ่มชัตเตอร์จะทำงาน 2 จังหวะคือ จังหวะแรกเป็นการสั่งการให้กล้องทำการวัดปริมาณแสงที่ผ่านเข้ามาในกล้องก่อนทำการบันทึกภาพ รวมถึงเป็นการสั่งให้กล้องทำการปรับระยะความคมชัดของภาพที่จะบันทึก และจดจำค่าต่างๆ ที่วัดได้ ค้างไว้จนกว่าจะมีการปล่อยปุ่มชัตเตอร์ จังหวะที่ 2 เป็นการสั่งงานให้กล้องทำการบันทึกภาพตามที่กล้องทำการจดจำการวัดค่าต่างๆ ที่ทำการวัดในจังหวะแรก

4.1.4 แฟลช (Flash) เป็นแหล่งแสงสังเคราะห์ อาจติดอยู่กับตัวกล้องหรือไม่ติดอยู่กับตัวกล้องก็ได้ ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มแสงส่องวัตถุที่ต้องการถ่ายภาพในสภาวะที่มีแสงน้อยเพื่อเพิ่มความคมชัดของภาพด้วยการส่องแสงเป็นช่วงเวลาในระยะเวลาหนึ่งอย่างรวดเร็ว การส่องแสงนั้นจะมีความสัมพันธ์ความเร็วชัตเตอร์



ภาพที่ 2.20 แฟลชภายนอกตัวกล้องแบบต่างๆ [3]

4.1.5 จอภาพแอลซีดี (LCD) เป็นส่วนประกอบกล้องมีหน้าที่แสดงภาพจากเซ็นเซอร์รับภาพให้ผู้ช้กล้องเห็น ก่อนจะทำการบันทึกลงหน่วยความจำและแสดงภาพที่ทำการบันทึกไว้แล้วในหน่วยความจำก่อนหน้าให้ผู้ช้เห็น รวมทั้งแสดงเมนูในการปรับตั้งกล้องและแต่งภาพก่อนและหลังการปรับแต่งด้วยกล้อง

4.1.6 หน่วยความจำ (Memory) เป็นสื่อบันทึกทำหน้าที่เก็บข้อมูลภาพถ่ายที่เซ็นเซอร์บันทึกเหมือนกับการถ่ายภาพด้วยกล้องใช้ฟิล์ม ปัจจุบันหน่วยความจำมีมากมายหลายแบบหลายยี่ห้อ และหลายความจุ ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและผู้ผลิตกล้องที่วางขายในท้องตลาดออกแบบมา



ภาพที่ 2.21 การ์ดหน่วยความจำประเภทต่างๆ [14]

4.1.7 แบตเตอรี่ (Battery) เป็นแหล่งเก็บพลังงานสำหรับจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในกล้อง ส่วนใหญ่ผู้ใช้งานนิยมใช้แบตเตอรี่แบบที่ประจุไฟอาจเป็นได้ทั้งแบบที่ใช้แบตเตอรี่แบบเมทัลไฮไดรด์ (Metal hydride) ขนาด AA หรือแบบลิเทียมไอออน (Li-on) ปัจจุบันกล้องถ่ายรูปนิยมใช้แบบลิเทียมไอออนเนื่องจากสามารถจ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ได้คงที่และมากกว่าแบตเตอรี่แบบเมทัลไฮไดรด์

4.2 ประเภทของกล้องดิจิทัล

กล้องถ่ายภาพเป็นอุปกรณ์สำคัญในการบันทึกภาพ ปัจจุบันสามารถแบ่งกล้องออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ โดยสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานและคุณสมบัติ คือ กล้องถ่ายภาพแบบมองผ่านช่องมอง (Compact Digital Camera) และกล้องถ่ายภาพแบบมองผ่านเลนส์ (Digital Single Lens Reflex Camera, DSLR)

4.2.1 กล้องถ่ายภาพแบบคอมแพค (Compact Camera)

กล้องคอมแพค คือ กล้องขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เพื่อให้สะดวกและมีความคล่องตัวในการใช้งาน สามารถพกพาไปได้ทุกที่ แต่มีการเพิ่มระบบการขยายภาพแบบดิจิทัล (Digital Zoom) เพื่อให้สามารถครอบคลุมการใช้งานได้มากขึ้นไม่สามารถเปลี่ยนเลนส์ได้ ผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการถ่ายภาพแบบอัตโนมัติได้หลายแบบ เช่น คำสั่งถ่ายภาพบุคคล, ภาพทิวทัศน์, ภาพระยะใกล้, ภาพกีฬา เป็นต้น คำสั่งอัตโนมัติจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถถ่ายได้ดีโดยง่าย กล้องคอมแพคจึงเหมาะสำหรับการถ่ายภาพทั่วไป และภาพครอบครัว เพื่อนฝูง หรือใช้เป็นกล้องสำรองในการถ่ายภาพ

ระบบการซูมภาพของกล้องถ่ายภาพแบบคอมแพค เป็นการเปลี่ยนทางยาวโฟกัสโดยปกติกล้องคอมแพคนิยมใช้หน่วยวัดเป็นกำลังขยาย หรือจำนวนเท่า มีหน่วยเป็น X เช่น กล้องยี่ห้อหนึ่งมีกำลังซูมเป็น 5X หมายความว่า กล้องสามารถซูมได้ 5 เท่า นับจาก 28 mm ซึ่งก็คือ 140 mm เมื่อเทียบับทางยาวโฟกัสของกล้องฟิล์ม เป็นต้น ซึ่งนอกจากการซูมในหน่วยกำลังขยายแล้ว กล้องคอมแพคยังแบ่งการซูมตามระบบการทำงานออกเป็น 2 แบบคือ แบบ Optical Zoom และ Digital Zoom

4.2.1.1 Optical Zoom เป็นการเพิ่มกำลังขยายด้วยวิธีการเคลื่อนชิ้นเลนส์ โดยจะขึ้นอยู่กับเลนส์ของกล้องว่าสามารถซูมได้เท่าใด ปัจจุบันระบบซูมแบบนี้สามารถซูมได้มากถึง 10 - 30 เท่า

4.2.1.2 Digital Zoom เป็นการเพิ่มกำลังขยายภาพภายหลังจากการซูมแบบ Optical จนสุด จึงอาศัยการทำงานของซอฟต์แวร์ในกล้องในการช่วยขยายภาพ คุณภาพของภาพ

ที่ได้จะมีลักษณะคล้ายการขยายขนาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะส่งผลให้ภาพที่ได้มีคุณภาพต่ำลง
ช่างภาพส่วนมากจึงไม่นิยมใช้การซูมแบบ Digital



ภาพที่ 2.22 กล้องถ่ายภาพแบบ Compact [3]

4.2.2 กล้องถ่ายภาพดิจิทัลแบบสะท้อนเลนส์เดี่ยว (Digital Single Lens Reflex Camera, DSLR)

กล้องถ่ายภาพดิจิทัลแบบสะท้อนเลนส์เดี่ยว (DSLR) มีหลักการทำงานคล้ายกับกล้องฟิล์มสมัยก่อนคือ ภาพที่ปรากฏในช่องมองภาพเป็นสิ่งเดียวกับภาพที่ปรากฏบนสื่อบันทึกสาเหตุเพราะภาพที่ปรากฏที่ช่องมองภาพ และสื่อบันทึกภาพ เกิดจากการผ่านเลนส์ตัวเดียวกัน แต่มีการหักเหของแสงเมื่อตกกระทบกับกระจกที่วางอยู่ในตัวกล้องระดับ 45 องศา นอกจากนี้กล้องสะท้อนเลนส์เดี่ยวสามารถบันทึกภาพได้อย่างมีคุณภาพ จึงเป็นที่นิยมในหมู่ช่างภาพ



ภาพที่ 2.23 กล้องดิจิทัลแบบ DSLR [3]

กล้องถ่ายภาพแบบ DSLR แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดดยใช้เกณฑ์ของขนาดเซ็นเซอร์เป็นตัวแบ่งคือ กล้อง DSLR แบบตัวคูณ บางครั้งอาจใช้คำเรียกว่า Digital SLR ส่วนกล้องที่มีเซ็นเซอร์ขนาดเท่ากับ 35 mm ซึ่งเท่ากับขนาดของฟิล์ม มักจะเรียกกล้องประเภทนี้ว่า กล้องฟูลเฟรม (Full Frame)

4.2.2.1 กล้อง DSLR แบบตัวคูณ (Digital SLR, D-SLR) เป็นกล้องแบบตัวคูณทางยาวโฟกัส เนื่องจากมีเซ็นเซอร์ที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของฟิล์ม ซึ่งส่งผลให้ระยะต่างๆ มีระยะลดลง ประมาณ 1.5 เท่า เช่น ช่วงซูมระยะ 18-55 mm จะเทียบได้กับระยะซูม 28-85 mm ของกล้องฟิล์มปกติ

4.2.2.2 กล้อง DSLR แบบเซ็นเซอร์ขนาดเท่าฟิล์ม (Full Frame) เป็นกล้องที่มีขนาดเซ็นเซอร์เทียบเท่ากับขนาดของฟิล์ม ดังนั้นระยะของเลนส์ที่แสดงบนกระบอกเลนส์คือ ระยะจริงเหมือนกับกล้องที่ใช้ฟิล์ม

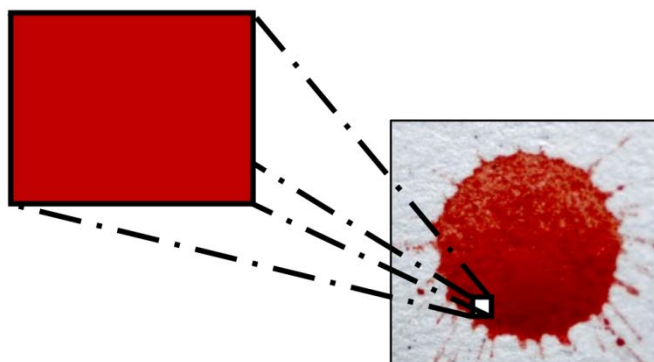
5. โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาโปรแกรมการประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดเพื่อหาตำแหน่งกำเนิด มีการใช้ทฤษฎีและองค์ความรู้ในส่วนของ การคำนวณหามุมตกกระทบและองค์ความรู้เกี่ยวกับภาพดิจิทัลเบื้องต้น ดังที่กล่าวในช่วงต้นมา ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ โดยมีกระบวนการดังนี้

5.1 ความรู้เกี่ยวกับภาพเบื้องต้น

5.1.1 พิกเซล

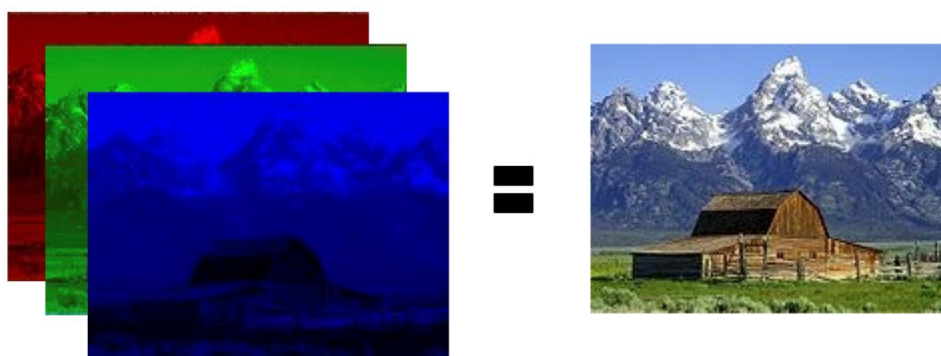
พิกเซล คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของภาพ โดยภาพหนึ่งภาพจะประกอบไปด้วยพิกเซลจำนวนหลายพิกเซลมาต่อกัน และในแต่ละพิกเซลจะมีค่าสีที่แตกต่างกัน ซึ่งในการบอกขนาดของภาพจะหมายถึงจำนวนพิกเซลที่มีอยู่ในภาพ เช่น ภาพขนาด 300x200 แสดงว่าภาพนี้มีจำนวนพิกเซลด้านแนวนอนหรือด้านกว้างจำนวน 300 พิกเซล และพิกเซลด้านแนวตั้งหรือด้านสูง 200 พิกเซล รวมทั้งหมด 60,000 พิกเซล เป็นต้น



ภาพที่ 2.24 พิกเซล [8]

5.1.2 โมเดลสี RGB

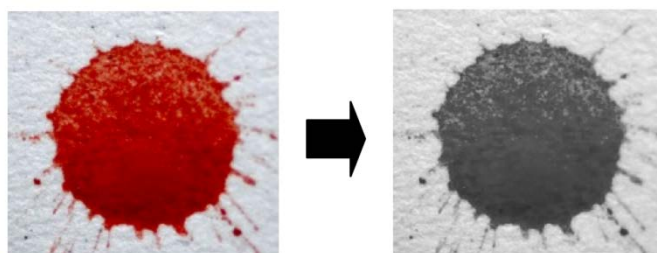
โมเดลสี RGB คือ โมเดลสีที่เกิดจากการรวมกันของสีแดง (Red), สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันซึ่งการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของแสงแต่ละสีจะทำให้เกิดสีที่เป็นไปได้ประมาณ 16.7 ล้านสี



ภาพที่ 2.25 แสดงการผสมของสีในระบบ RGB [8]

5.1.3 ภาพสีระดับเทา (Gray Scale)

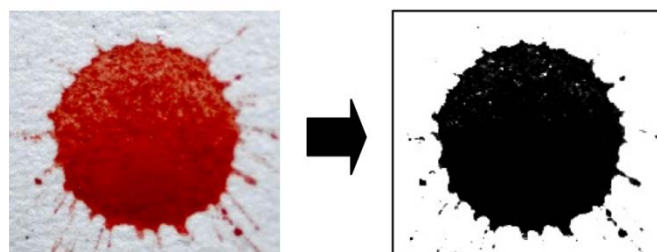
ภาพสีระดับเทา หรือ Gray Scale Image เป็นภาพที่มีสัดส่วนของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงินเท่ากันในแต่ละพิกเซล



ภาพที่ 2.26 การแปลงภาพสีเป็นภาพสีระดับเทา [8]

5.1.4 ภาพขาว-ดำ

ภาพขาว-ดำ หรือ Binary Image เป็นภาพที่มีระดับค่าสี 2 ระดับในแต่ละพิกเซล คือ ดำ (0) กับ ขาว (255) ซึ่งในกระบวนการทำภาพขาว-ดำ เราจะแปลงค่าสีในแต่ละพิกเซลให้เป็นขาว หรือ ดำ นั้น โดยใช้ค่าที่เรียกว่า ค่ากลาง หรือ Threshold Value เป็นตัวแบ่ง เช่น กำหนดให้ค่ากลาง คือ 127 และมีเงื่อนไขว่า ถ้าสีในพิกเซลใดๆ มีค่าเกิน 127 ค่าสีในพิกเซลนั้นจะถูกเปลี่ยนให้มีค่าเป็น “ ดำ ” แต่ถ้าค่าสีไม่เกิน 127 ค่าสีในพิกเซลนั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงให้มีค่าเป็น “ ขาว ” เป็นต้น



ภาพที่ 2.27 การแปลงภาพสีเป็นภาพขาว-ดำ [8]

5.2 การกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพ

การกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพ (Noise Filtering) ในที่นี้จะเน้นที่การกำจัดจุดเล็กๆ ที่ไม่สนใจกระบวนการที่เลือกใช้ คือ การสังเกตค่าสีของพิกเซลรอบข้างแล้วนับจำนวนพิกเซลที่มีค่าสีเท่ากัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบโดยให้พิกเซลที่สนใจมีค่าสีเท่ากับค่าสีของพิกเซลที่มีค่าสีเหมือนกันที่มีจำนวนมากที่สุด จากนั้นทำการกระบวนการนี้ซ้ำจนครบทั่วทั้งภาพ

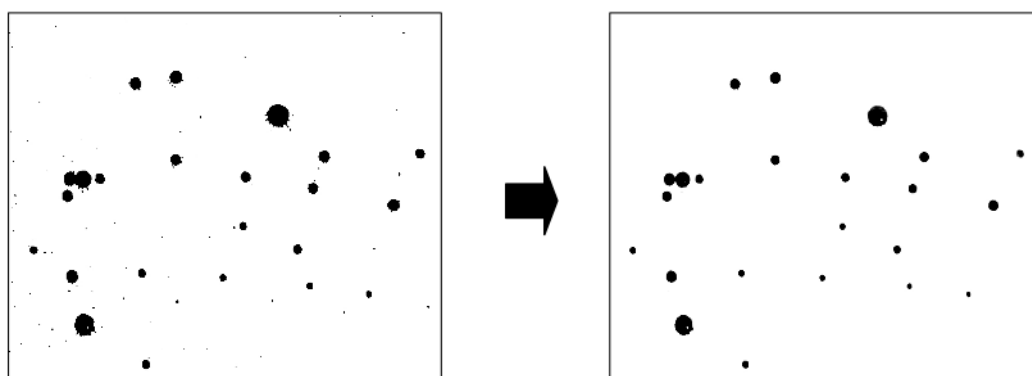
0	0	0
1	x	1
0	0	0

➡

0	0	0
1	0	1
0	0	0

ภาพที่ 2.28 กระบวนการกำจัดสิ่งรบกวน [8]

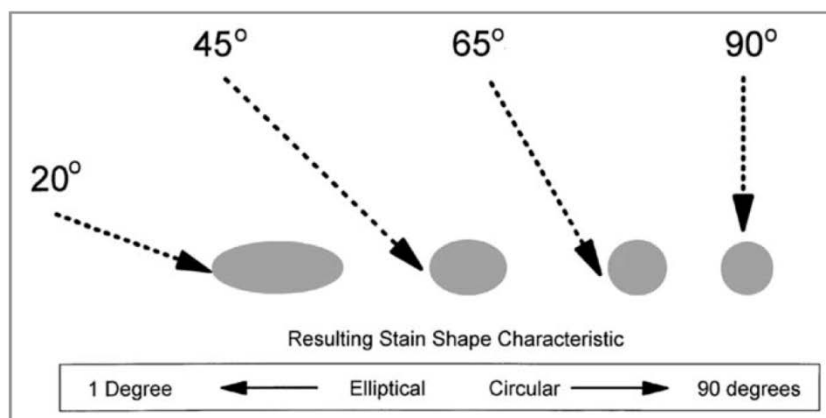
จากภาพกำหนดให้ X คือพิกเซลที่สนใจ พิกเซลที่มีค่าสีเท่ากับ 0 มีจำนวน 6 พิกเซล พิกเซลที่มีค่าสีเท่ากับ 1 มีจำนวน 2 พิกเซล ดังนั้นพิกเซลที่มีค่าสีเท่ากับ 0 มีจำนวนมากที่สุด จึงกำหนดให้ X มีค่าสีเท่ากับ 0 และเมื่อทำกระบวนการนี้ทั่วทั้งภาพจะได้ผลลัพธ์ดังนี้



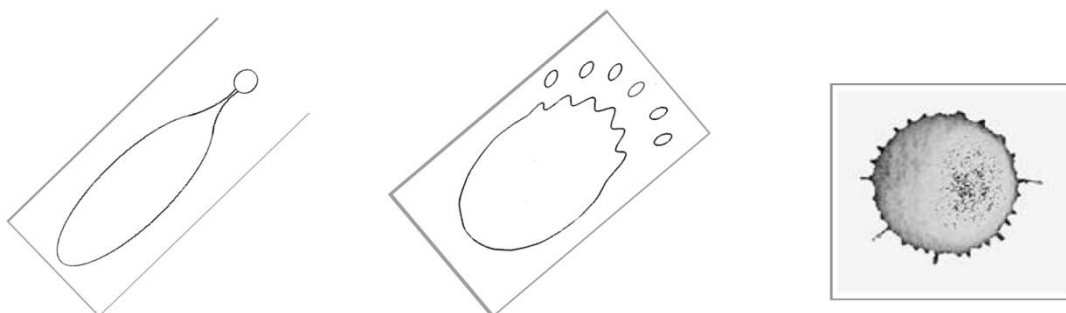
ภาพที่ 2.29 แสดงให้เห็นก่อนและหลังทำการกำจัดสิ่งรบกวน [8]

5.3 ลักษณะรูปร่างของหยดเลือด

เนื่องจากลักษณะรูปร่างของหยดเลือดจะมีลักษณะแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากมุมตกกระทบที่หยดเลือดกระทำกับผนังห้องมีค่าแตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.30 และจากมุมตกกระทบที่แตกต่างกัน ทำให้เราสามารถแบ่งลักษณะรูปร่างของหยดเลือดออกเป็น 3 แบบ ดังภาพที่ 2.31



ภาพที่ 2.30 รอยหยดเลือดที่เกิดจากการตกกระทบในมุมต่างๆ [8]

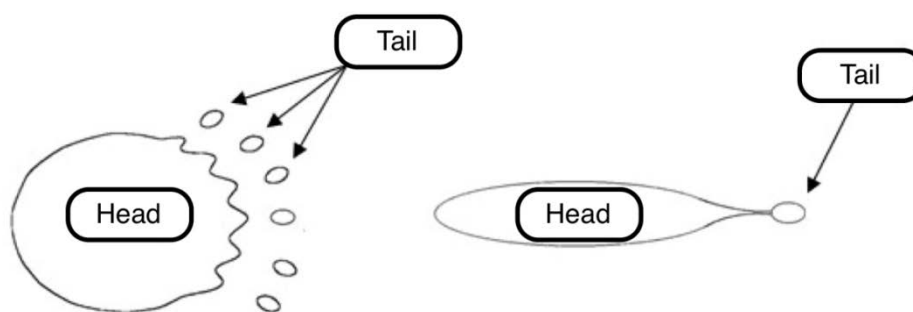


ภาพที่ 2.31 แสดงลักษณะของหางรอยหยดเลือดแบบยาว, แบบกรงเล็บ และแบบวงกลม

จากลักษณะของหยดเลือด เราสามารถแยกส่วนประกอบของหยดเลือดได้เป็น 2 ส่วน คือ

5.3.1 ส่วนหัว (Head) เป็นส่วนที่เกิดจากการตกกระทบของหยดเลือดครั้งแรก และจะเป็นส่วนที่นำไปใช้ในการคำนวณหามุมตกกระทบ

5.3.2 ส่วนหาง (Tail) เป็นส่วนที่เกิดจากการกระเซ็นของหยดเลือดบางส่วน หลังจากการตกกระทบกับพื้น โดยส่วนนี้จะใช้เป็นข้อบ่งบอกถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของเลือด



ภาพที่ 2.32 แสดงส่วนหัวและหางของหยดเลือด [8]

5.4. การคำนวณหามุมตกกระทบของหยดเลือด

เนื่องจากเราใช้ลักษณะของหยดเลือดในการคำนวณหามุมตกกระทบ ซึ่งการคำนวณหา มุมตกกระทบของหยดเลือดจะนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเลือดมาใช้ในการคำนวณ ดัง สมการ

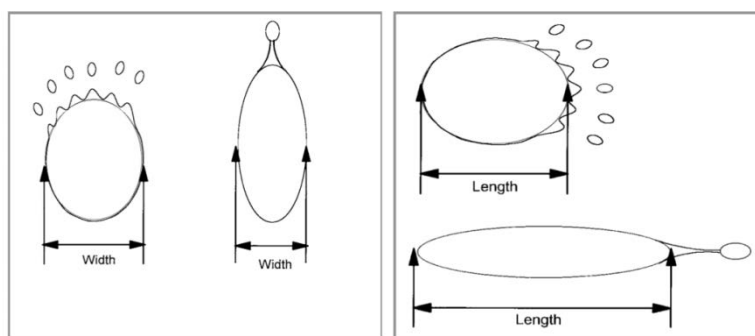
$$\theta = \arcsin\left(\frac{y}{x}\right)$$

กำหนดให้

X คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุด (Major Axis)

Y คือ เส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุด (Minor Axis)

โดยในกรณีของลักษณะรูปร่างของหยดเลือดแบบหางยาว และแบบกรงเล็บจะมีการหา เส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุด และยาวที่สุด ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.33 การวัดระยะความกว้างและยาวของรอยหยดเลือด [8]

ข้อสังเกต เราจะไม่นำส่วนที่ขรุขระหรือส่วนที่ยื่นออกมาตรงส่วนหางของหยดเลือดมาใช้ในการคำนวณ

5.5 กระบวนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ

ในการวิจัยนี้โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด มีกระบวนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบโดยมีขั้นตอนการของกระบวนการแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

5.5.1 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของระบบ

การเตรียมนำข้อมูลเข้าโปรแกรม กระทำโดยการนำภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดมาทำการตัดขอบให้มีขนาดเท่ากับกรอบพื้นที่ที่กำหนด และปรับที่มีสภาพแสงให้มีความเหมาะสมด้วยโปรแกรมปรับแต่งภาพ โดยขั้นตอนแรกจะนำภาพถ่ายมาจัดสิ่งรบกวน () เพื่อลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่ไม่ใช่รอยหยดเลือด จากนั้นนำภาพถ่ายที่ได้มาเข้ากระบวนการค้นหาตำแหน่งและขนาดของหยดเลือด เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหามุมตกกระทบของหยดเลือดแล้วทำการหาทิศทางเคลื่อนที่ของหยดเลือดแต่ละหยดจากจุดกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ขั้นตอนสุดท้าย คือการหาตำแหน่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด และนำผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้งานโดยลำดับการทำงานของระบบแสดงตามผังงานดังนี้



รูปที่ 2.34 รูปกระบวนการทำงานของของระบบโดยรวม [8]

5.5.2 ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมต้นแบบ

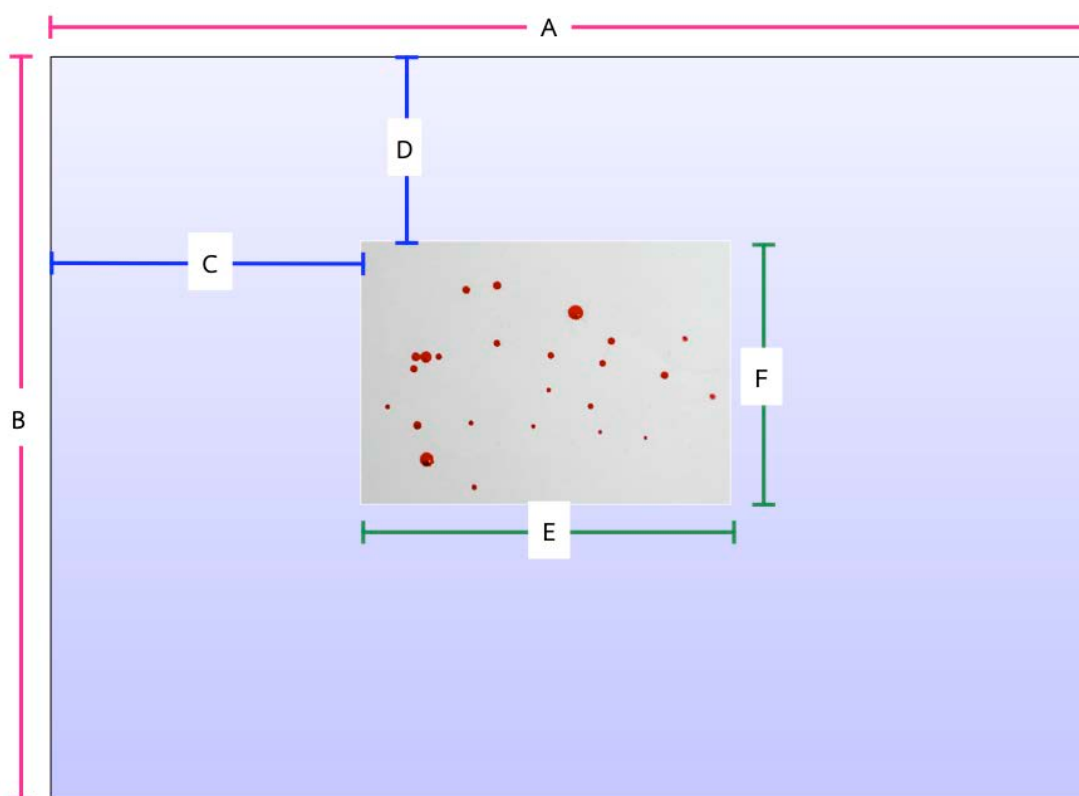
ข้อมูลเข้าที่ใช้สำหรับโปรแกรม คือ ภาพถ่ายรอยกระเซ็นของเลือดจากสถานที่จำลองการกระเซ็นของเลือด โดยภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดมาทำการตัดขอบให้มีขนาดเท่ากับกรอบพื้นที่ที่กำหนด และปรับที่มีสภาพแสงให้มีความเหมาะสมด้วยโปรแกรมปรับแต่งภาพ ซึ่งภาพที่นำเข้าสู่โปรแกรมต้องความแตกต่างของระดับสีรอยกระเซ็นของเลือดกับระดับสีกำแพงอย่างชัดเจน

เมื่อได้ภาพดิจิทัลที่ต้องการ และนำเข้าสู่โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบแล้ว ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณของโปรแกรมที่ได้จากการบันทึกจากสถานที่เกิดเหตุโดยมีรายละเอียดต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลของโปรแกรมในการนำไปคำนวณและสร้างภาพจำลอง 3 มิติ ดังนี้

5.5.2.1 ขนาดของผนังห้องผู้ใช้งานโปรแกรมต้องบันทึกความสูงของและความกว้างของผนังห้องด้านที่ต้องการนำไปประมวลผล ในการบันทึกขนาดของผนังห้องนั้นผู้บันทึกต้องบันทึกขนาดด้วยหน่วยเซนติเมตร

5.5.2.2 ขนาดของภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดที่ผู้บันทึกภาพสามารถบันทึกภาพโดยผู้บันทึกต้องทำการกำหนดพื้นที่ของภาพถ่ายพร้อมทั้งบันทึกความกว้างและความสูงของพื้นที่ผนังในภาพถ่าย อาจใช้วิธีการกำหนดกรอบการถ่ายภาพก่อนนำไปวางหรือติดบนผนัง เพื่อเป็นการกำหนดพื้นที่การถ่ายภาพ ในการถ่ายภาพดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือด ผู้ถ่ายต้องบันทึกขนาดพื้นที่บนผนังจริงคดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

5.5.2.3 ระยะห่างระหว่างขอบผนังห้องและขอบพื้นที่ถ่ายภาพ ภายหลังจากการบันทึกภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดและขนาดของพื้นที่ภาพถ่ายบนผนังจริงแล้ว ผู้ใช้งานโปรแกรมต้องบันทึกระยะห่างระหว่างขอบผนังด้านซ้ายกับขอบพื้นที่การถ่ายภาพบนผนังจริงด้านซ้าย รวมทั้งบันทึกระยะห่างระหว่างขอบผนังด้านบนกับขอบพื้นที่การถ่ายภาพบนผนังจริงด้านบน โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร



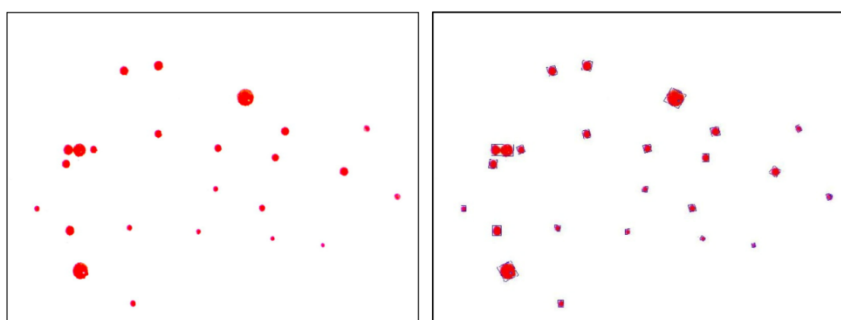
ภาพที่ 2.35 ลักษณะการวัดตำแหน่งพื้นที่ถ่ายภาพ และขนาดของกำแพง

กำหนดให้

- A คือ ความยาวของกำแพง
- B คือ ความสูงของกำแพง
- C คือ ระยะห่างระหว่างขอบภาพด้านซ้ายกับกำแพง
- D คือ ระยะห่างระหว่างขอบภาพด้านบนกับกำแพง
- E คือ ความกว้างของภาพถ่าย
- F คือ ความสูงของภาพถ่าย

5.5.3 การกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพ

ภาพดิจิทัลที่นำมาประมวลด้วยโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ แม้จะได้ทำการปรับความสว่างให้มีความเหมาะสมแล้ว ยังอาจมีสิ่งรบกวนอยู่ในภาพอันได้แก่ จุดเล็กที่เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของผนังรวมทั้งรอยเปื้อนต่างๆ ที่มีขนาดเล็กเป็นต้น หากไม่ดำเนินการกำจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพก่อนเข้ากระบวนการหาตำแหน่งรอยหยดเลือดแล้ว จะส่งผลให้ผลลัพธ์ของการคำนวณหาตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดนั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อน ผู้พัฒนาจึงได้นำกระบวนการกำจัดสิ่งรบกวนมาใช้ซึ่งอาจส่งผลให้การประมวลผลหาตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดมีความแม่นยำมากขึ้น

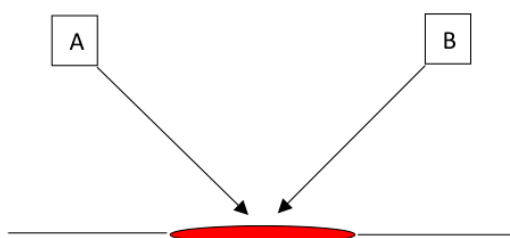


ภาพที่ 2.36 แสดงกระบวนการก่อนและหลังจากการกำจัด Noise [8]

5.5.4 กระบวนการค้นหาตำแหน่งรอยหยดเลือด

รอยกระเซ็นของหยดเลือดที่พบส่วนมากมีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี ผู้พัฒนาจึงเลือกใช้ฐานข้อมูล OpenCV Library มาช่วยในการหาลักษณะของวงกลมหรือวงรีในภาพดิจิทัล เทคโนโลยีดังกล่าวถูกพัฒนาโดยบริษัทอินเทล ซึ่งใน OpenCV Library จะมีฟังก์ชันการทำงานที่

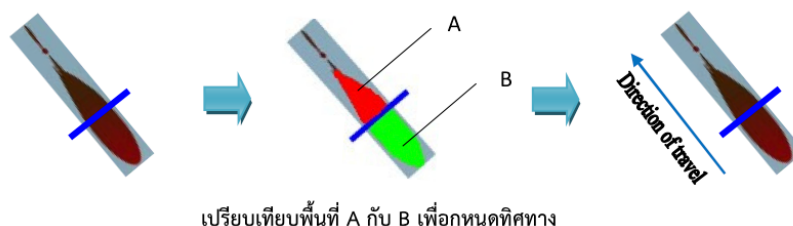
เรียกว่า “ cvFitEllipse ” มาประยุกต์ใช้ในการค้นหารอยกระเซ็นของหยดเลือด ฟังก์ชันการทำงานนี้จะใช้ค่ากลาง (Threshold Value) เป็นข้อมูลเข้า เพื่อปรับภาพให้มีความเหมาะสมสำหรับการค้นหาตำแหน่งของหยดเลือด ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ตำแหน่งของหยดเลือดในภาพ, เส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดและยาวที่สุดของรอยหยดเลือด ก่อนนำมาคำนวณหามุมตกกระทบบนพื้นผิวของรอยกระเซ็นของหยดเลือดนั้น



รูปที่ 2.37 ก่อนและหลังจากผ่านกระบวนการค้นหาตำแหน่งของหยดเลือดที่มีค่ากลาง คือ 127 [8]

5.5.5 กระบวนการคำนวณหาทิศทางการตกกระทบของรอยหยดเลือด

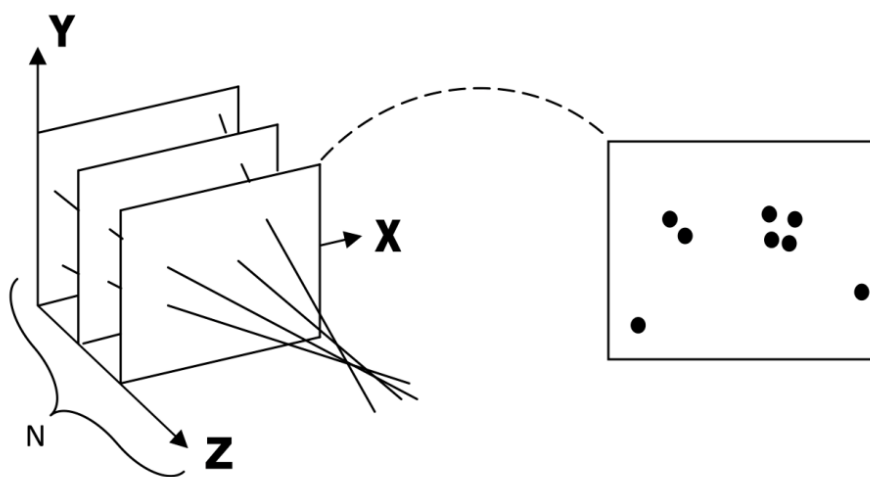
ในกระบวนการเกิดรอยกระเซ็นของหยดเลือดนั้น เมื่อหยดเลือดเกิดการตกกระทบลงบนพื้นผิวโดยมีมุมการตกกระทบมากกว่า 90 องศา จะส่งผลให้เกิดรอยหยดเลือดที่มีลักษณะเป็นวงรี ส่งผลให้ไม่สามารถทราบทิศทางได้ว่าตกกระจากทิศทางใดเนื่องจากการคำนวณหา มุมตกกระทบของรอยหยดเลือดนั้นอาศัยการหาค่าจากวงรีสมมาตรที่มีค่าทั้ง 2 ด้านเท่ากัน การหา ทิศทางการกระเซ็นของรอยหยดเลือดผู้พัฒนาจะนำภาพหยดเลือดแต่ละหยดมาแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยใช้เส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดของรอยหยดเลือดเป็นเส้นแบ่งกลางรอยหยดเลือด ก่อนทำการเปลี่ยน เทียบเส้นผ่านศูนย์กลางที่ยาวที่สุดโดยใช้จุดตัดของเส้นผ่านศูนย์กลางที่สั้นที่สุดเป็นจุดเริ่มต้น ทำการ เปรียบเทียบทั้ง 2 ด้าน ด้านที่ยาวที่สุดจะเป็นด้านที่กำหนดทิศทางที่รอยหยดเลือดตกกระทบกับพื้นผิว



รูปที่ 2.38 กระบวนการหาทิศทางการตกกระทบของหยดเลือด [8]

5.5.6 กระบวนการคำนวณหาตำแหน่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

ตำแหน่งการเกิดรอยกระเซ็นของเลือด คือ บริเวณที่มีเส้นจำลองทิศทางทิศทางการกระเซ็นของเลือดที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบมาตัดกัน หรือลากผ่านในบริเวณใด บริเวณหนึ่งใกล้กันมีจำนวนมากที่สุด การค้นหาตำแหน่งที่เกิดการตัด และลากผ่านใกล้กันนี้ ผู้พัฒนาทำการแบ่งระนาบตามแนวแกน Z ออกเป็น n ระนาบ โดยแต่ละระนาบมีระยะห่างเป็น 1 ใน 10 ของความกว้างภาพ

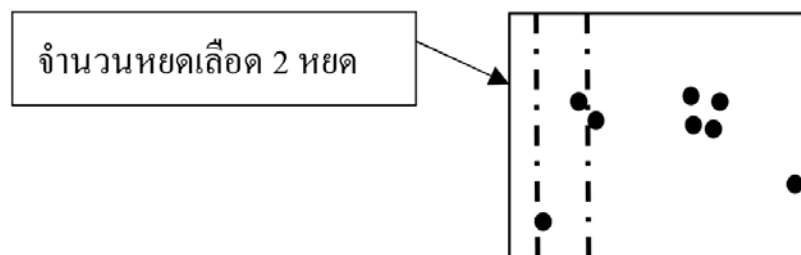


รูปที่ 2.39 การแบ่งระนาบตามแนวแกน Z [8]

จากนั้นทำการค้นหาบริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุดในแต่ละระนาบ โดยกระบวนการที่ใช้สามารถแบ่งได้ 2 กระบวนการดังนี้

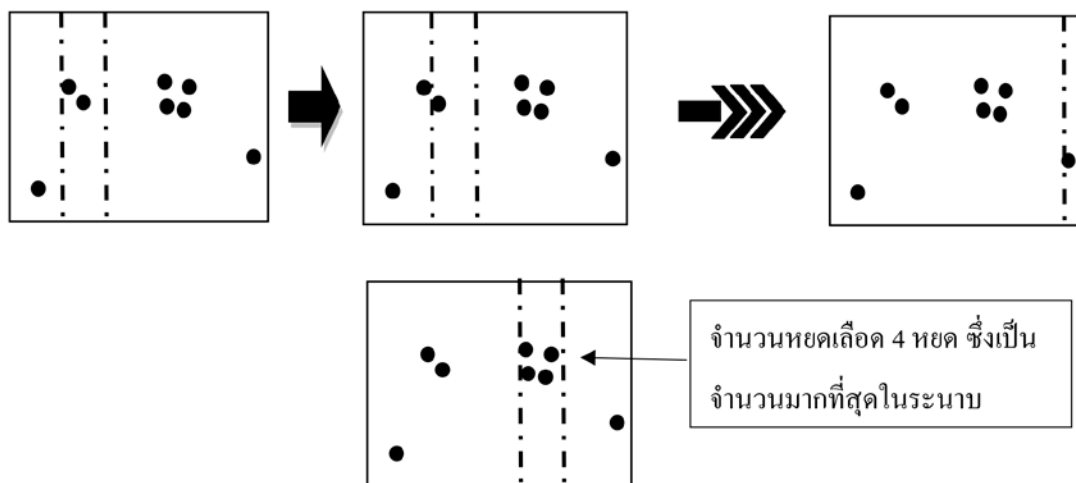
5.5.6.1 กระบวนการก่อนปรับปรุง

กำหนดกรอบสี่เหลี่ยมที่มีความกว้างเป็น 1 ใน 5 ของความกว้างภาพ และความยาวเท่ากับความยาวภาพ ทำการนับจำนวนจุดที่อยู่ในบริเวณกรอบ



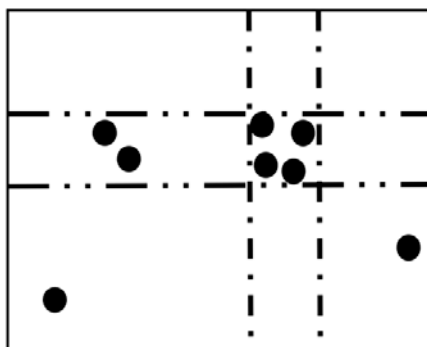
รูปที่ 2.40 การนับจำนวนจุดในบริเวณกรอบ [8]

จากนั้นเคลื่อนกรอบไปยังจุดถัดไป (จากซ้ายไปขวา) และทำการนับจำนวนจุดที่อยู่ในบริเวณกรอบ ทำกระบวนการนี้ซ้ำกับทุกจุดที่อยู่ในระนาบ จากนั้นหาบริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุด



รูปที่ 2.41 การหาบริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุดในระนาบ [8]

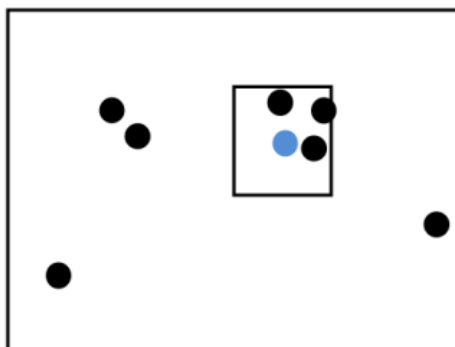
ทำกระบวนการข้างต้นไปจนครบ n ระนาบ จนได้ระนาบที่มีจำนวนจุดมากที่สุด นำระนาบดังกล่าวมาหาบริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุดอีกครั้ง โดยการกำหนดกรอบที่มีความกว้างเท่ากับความกว้างภาพ, ความยาวเป็น 1 ใน 5 ของความยาวภาพ และกำหนดให้บริเวณที่มีจำนวนจุดมากที่สุดเป็นตำแหน่งกำเนิดรอบกระเซ็นของเลือด



รูปที่ 2.42 การระบุตำแหน่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด [8]

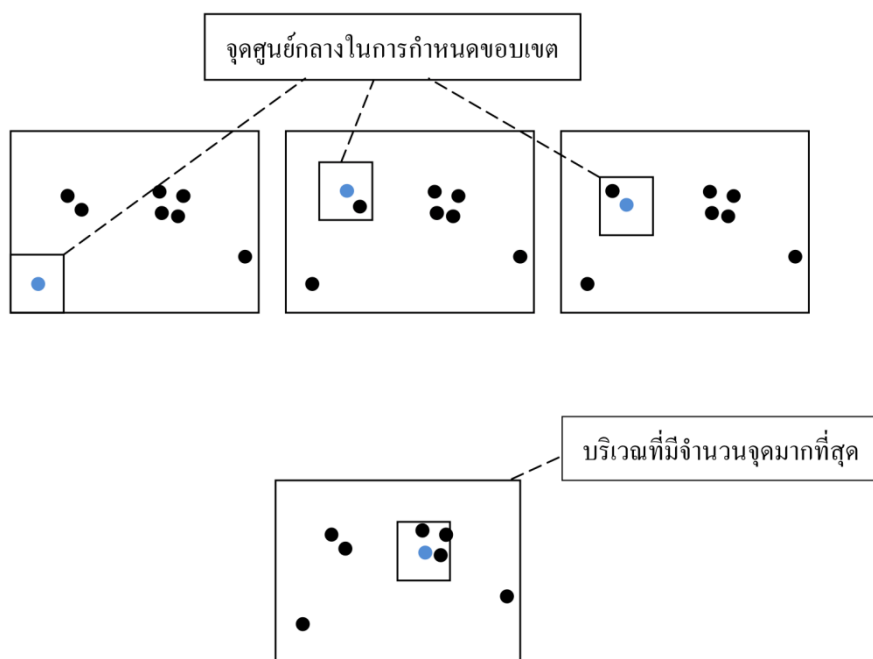
5.5.6.2 กระบวนการหลังปรับปรุง

กำหนดกรอบสี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีขนาดเป็น 1 ใน 5 ของความกว้างภาพ และทำการนับจำนวนจุดที่อยู่ในบริเวณกรอบสี่เหลี่ยมจตุรัส



รูปที่ 2.43 การระบุกรอบสี่เหลี่ยมจตุรัส [8]

ทำการเคลื่อนกรอบไปยังทุกจุดบนระนาบ (จากซ้ายไปขวา) และทำการหากรอบที่มีจำนวนจุดมากที่สุดในระนาบ



รูปที่ 2.44 กระบวนการหาบริเวณที่มีจำนวนจุดหนาแน่นมากที่สุด [8]

ทำกระบวนการนี้ซ้ำจนครบ n ระนาบ และทำการหาระนาบที่มีจำนวนจุดมากที่สุด ในกรณีที่มีระนาบมากกว่า 2 ระนาบ และมีจำนวนจุดมากที่สุดเท่ากัน เราจะใช้การคำนวณระยะห่างระหว่างจุดโดยเฉลี่ยมาใช้ในการตัดสินใจ ยกตัวอย่างเช่น มีจำนวนจุดมากที่สุดเท่ากับ 4 จุด ดังนั้น เริ่มจากการหาระยะห่างของแต่ละจุดจากสมการ

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

กำหนดให้

D คือ ระยะห่างระหว่างจุด

จากนั้นทำการหาค่าระยะห่างที่น้อยที่สุด โดยเฉลี่ย เพื่อกำหนดให้ระนาบนั้นเป็นตำแหน่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

5.5.7 การแปลงค่าหน่วยของภาพ

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการวัดในสถานที่เกิดเหตุมีหน่วยเป็นเซนติเมตร แต่ข้อมูลที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมมีหน่วยเป็นพิกเซล ตัวอย่างเช่น ความกว้างของพื้นที่ภาพถ่ายบน

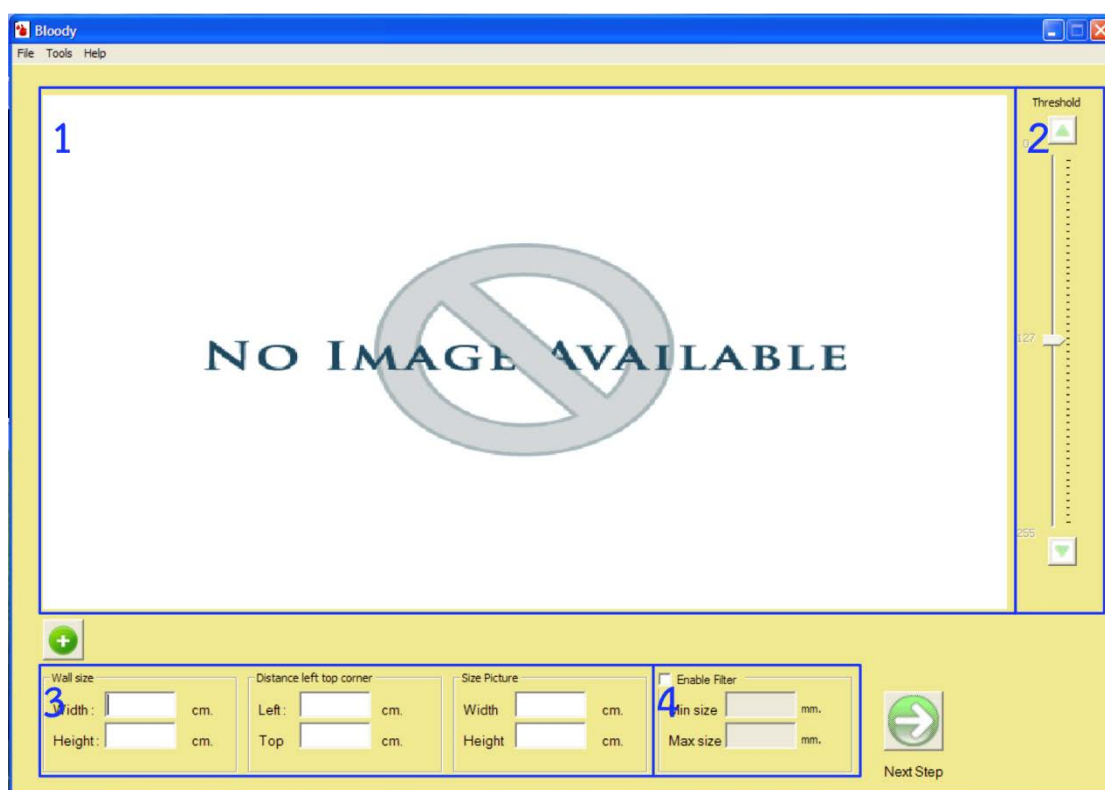
กำแพงในสถานที่เกิดเหตุเท่ากับ 300 เซนติเมตร และภาพถ่ายมีความกว้าง 1,024 พิกเซล ดังนั้นจะได้ว่า

ภาพถ่ายมีความกว้างเท่ากับ 1,024 พิกเซล กำแพงกว้าง 300 เซนติเมตร

ถ้าภาพถ่ายมีความกว้างเท่ากับ 1 พิกเซล กำแพงจะกว้างเท่ากับ $300/1,024 = 0.293$ เซนติเมตร

จากนั้นนำค่า 0.293 ไปคูณกับค่าต่างๆ ที่หาได้จากการคำนวณของโปรแกรม ก็จะได้ค่าจริงในสถานที่เกิดเหตุ

5.5.8 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้



รูปที่ 2.45 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้

5.5.8.1 ส่วนของการแสดงผลภาพถ่ายก่อน และหลังกระบวนการค้นหาตำแหน่งรอยกระเซ็นของหยดเลือด

5.5.8.2 ส่วนของการเปลี่ยนแปลงค่ากลาง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการค้นหาที่เหมาะสมกับภาพถ่ายรอยกระเซ็นของเลือด

5.5.8.3 ส่วนของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการจำลองห้อง 3 มิติ ได้แก่ ขนาดของกำแพง, ตำแหน่งของภาพบนกำแพง, ขนาดภาพ เป็นต้น โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

5.5.8.4 ส่วนของการกำหนดของเขตขนาดของหยดเลือด โดยการกำหนดเป็นช่วง มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพ ดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด โดยคาดหวังเพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน และอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ตรวจสถานที่เกิดเหตุ รวมถึงช่วยย่นระยะเวลาในการวิเคราะห์หาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ทั้งยังช่วยจำลองตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในสถานที่เกิดเหตุด้วยภาพจำลอง 3 มิติ ส่งผลให้สามารถลดกำลังคนพลของเจ้าหน้าที่ในการวิเคราะห์หาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด การวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.1 ศึกษาทฤษฎีการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด
- 1.2 ศึกษาเทคนิค วิธีการสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด
- 1.3 ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ
- 1.4 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด
- 1.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ และเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำ โดยอ้างอิงผลการวิเคราะห์หาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบกับตำแหน่งอ้างอิงซึ่งเกิดจากการจำลองการกระเซ็นของเลือดด้วยวิธีการตี ซึ่งมีตำแหน่งคงที่ในสถานที่จำลองรอยกระเซ็นของเลือด
- 1.6 วิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา

2. ประชากรและกลุ่มทดสอบ

การวิจัยนี้เป็นการนำทฤษฎีการวิเคราะห์รอยเลือดมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ และเปรียบเทียบการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นกับจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดซึ่งจำลองขึ้นด้วยวิธีการตีลงบนฟองน้ำชุ่มเลือดซึ่งวางบนผลส้มโอในสถานที่เกิดเหตุจำลอง การใช้เทคนิคการตีเป็นการสร้างรอยกระเซ็นของเลือดที่มีความเร็วระดับกลาง รอยกระเซ็นที่เกิดขึ้นมีขนาดที่สามารถสังเกตเห็นได้ง่าย โดย

มีขนาดอยู่ในช่วง 1 – 4 มิลลิเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในสถานที่เกิดเหตุจำลอง ก่อนการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจที่เกิดเหตุต่อไป

3. เครื่องมือในการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ด้วยการนำเทคโนโลยีการประมวลผลภาพและการรู้จำแบบมาใช้ในการพัฒนา รวมทั้งนำทฤษฎีการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดมาเป็นพื้นฐานแนวคิดในการคำนวณหาจุดตกกระทบของหยดเลือด ก่อนทำการจำลองทิศทางการกระเซ็นของหยดเลือดที่เกิดบนผนัง การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบจะรับข้อมูลจากภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือด เป็นแหล่งข้อมูลในคำนวณวิเคราะห์หาจุดตกกระทบและจำลองทิศทางการกระเซ็นของหยดเลือด ภายหลังจึงนำข้อมูลที่ได้ไปทำการจำลองภาพ 3 มิติ แสดงจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด และทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับวิธีการมาตรฐาน การวิจัยนี้มีการใช้เครื่องมือในการทำวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้ในการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัลและทดสอบโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP Professional

3.2 โปรแกรมปรับแสงและตัดขอบภาพ Microsoft Office Picture Manager

3.3 โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพและการรู้จำเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด “ Bloody ” (ด้วยความร่วมมือพัฒนาโดยกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาคอมพิวเตอร์ โดยนายปริญญา รุจิวงศ์ชา รหัส 0748481 และนายวิหิต จิกร รหัส 0748515 บนแนวความคิดพื้นฐานของงานวิจัยนี้)

3.4 ห้องจำลองการเกิดรอยกระเซ็นของเลือด

3.5 อุปกรณ์ถ่ายภาพดิจิทัลพร้อมแฟลช

3.6 กรอบกำหนดพื้นที่สำหรับถ่ายภาพรอยกระเซ็นของเลือด ขนาด 20 X 15 เซนติเมตร

3.7 เลือดชนิด Whole Blood

3.8 ท่อนไม้กลมขนาดความยาว 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัด 1 นิ้ว

3.9 ผลส้มโอ, ฟองน้ำ และแท่นวางผลส้มโอ

3.10 กระดาษขาวขนาดโปสเตอร์ และอุปกรณ์ยึดติด

4. ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ Bloody เพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดด้วยภาพถ่ายดิจิทัล และเปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงที่เกิดจากการจำลองการเกิดรอยกระเซ็นของเลือดด้วยวิธีการตี การวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอน 2 ช่วง ดังนี้

4.1 ช่วงการจำลองรอยกระเซ็นของเลือดในสถานที่จำลอง การจำลองรอยกระเซ็นของเลือดในสถานที่จำลองในการวิจัยนี้ โดยกำหนดให้ผนังด้านที่รองรับรอยกระเซ็นของเลือดมีขนาดความกว้าง 240 เซนติเมตร สูง 220 เซนติเมตร และมีขั้นตอนการจำลองการกระเซ็นด้วยเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1.1 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยในส่วนนี้ซึ่งประกอบด้วย

4.1.1.1 เลือดชนิด Whole Blood

4.1.1.2 กระดาษโปสเตอร์รองรับรอยกระเซ็นของเลือดพร้อมอุปกรณ์ยึด

ติด

4.1.1.3 ท่อนไม้กลมขนาดความยาว 1 เมตร

4.1.1.4 ผลส้มโอพร้อมฟองน้ำซับเลือด วางบนแท่นวางผลส้มโอ

4.1.2 เตรียมผนังจำลองเพื่อรองรับรอยกระเซ็นของเลือดโดยการกำหนดบริเวณที่คาดว่าจะหยดเลือดจะกระเซ็นไปถึง ทำการติดกระดาษโปสเตอร์เพื่อเป็นพื้นผนังรองรับรอยกระเซ็นของเลือด

4.1.3 กำหนดตำแหน่งที่จำลองการกระเซ็นของเลือด ซึ่งเป็นตำแหน่งกึ่งกลางแท่นวางผลส้มโอ ทำการวัดและบันทึกระยะห่างจากขอบผนังจำลองด้านซ้ายไปยังแนวกึ่งกลางของแท่นวัดและบันทึกระยะห่างจากผนังจำลองที่หยดเลือดกระเซ็นไปถึงไปยังแนวกึ่งกลางของแท่น และบันทึกระยะความสูงจากพื้นจนถึงบริเวณฟองน้ำบนผลส้มโอ เพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิงจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

4.1.4 วางผลส้มโอบนแท่นในตำแหน่งที่กำหนด โดยมีฟองน้ำชุ่มเลือดบนผลส้มโอเพื่อใช้เป็นจุดรองรับแรงตีที่เกิดจากท่อนไม้และเป็นแหล่งกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในการวิจัยนี้

4.1.5 จำลองการตีด้วยท่อนไม้กลมความยาวประมาณ 1 เมตร โดยผู้วิจัยใช้วิธียกท่อนไม้สูงเหนือศีรษะ ทำการตีเพียง 1 ครั้ง และค้างท่อนไม้ไว้บนฟองน้ำชุ่มเลือดบนผลส้มโอก่อนวางลงช้า เพื่อป้องกันการเกิดรอยกระเซ็นของเลือดจากการสับของท่อนไม้

4.1.6 ทำการบันทึกภาพด้วยวิธีการในช่วงที่ 2

4.2 ช่วงที่ 2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ

4.2.1 ทำการกำหนดตำแหน่งพื้นที่ภาพถ่ายด้วยกรอบกำหนดพื้นที่ถ่ายภาพที่เตรียมไว้

4.2.2 บันทึกระยะห่างระหว่างขอบด้านซ้ายของกรอบบันทึกภาพกับขอบผนังด้านซ้าย และระยะห่างระหว่างขอบด้านบนของกรอบบันทึกภาพกับขอบผนังด้านบน

4.2.3 บันทึกขนาดความกว้าง และความสูงของผนัง (ในกรณีของสถานที่จริง)

4.2.4 ถ่ายภาพตัวกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โดยให้ขอบของกรอบบันทึกภาพอยู่ในกรอบภาพ และขอบของกรอบบันทึกภาพอยู่ใกล้ขอบภาพมากที่สุด

4.2.5 นำภาพถ่ายที่ได้มาทำการตัดส่วนของกรอบบันทึกภาพออกและปรับความสว่างของภาพ เพื่อให้เห็นรอยกระเซ็นของเลือดชัดเจน (ในการวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Microsoft Office Picture Management เป็นเครื่องมือในการปรับความสว่างของภาพรวมทั้งตัดกรอบของภาพออก)

4.2.6 เรียกใช้โปรแกรม Bloody และนำเข้าภาพถ่ายดิจิทัล และข้อมูลตำแหน่งของภาพที่บันทึกไว้โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.6.1 นำเข้าภาพถ่ายดิจิทัลที่เตรียมไว้

4.2.6.2 กรอกข้อมูลขนาดผนัง ระยะห่างของกรอบภาพ ขนาดของกรอบภาพ และกำหนดขนาดรอยหยดเลือดในภาพที่ต้องการคำนวณหา

4.2.7 ทำการประมวลผลเพื่อให้โปรแกรม Bloody คำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดและแสดงผลการคำนวณด้วยภาพจำลอง 3 มิติ รวมทั้งแสดงระยะห่างของตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดจากผนังด้านซ้าย ระยะห่างจากผนังที่มีรอยกระเซ็นของเลือด และความสูงจากพื้น

4.2.8 บันทึกภาพ 3 มิติที่โปรแกรมจำลอง เพื่อเก็บไว้ใช้ในงานต่อไป

การเปรียบเทียบผลการคำนวณจากโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ ทำการเปรียบเทียบระยะคลาดเคลื่อนของตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดกับตำแหน่งอ้างอิงซึ่งจำลองการเกิดรอยกระเซ็นของเลือด ตำแหน่งอ้างอิงที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นตำแหน่งอ้างอิงแบบคงที่ตลอดการวิจัย โดยอาศัยค่าเฉลี่ยของตำแหน่งที่คำนวณได้เพื่อเปรียบเทียบหาระยะความคลาดเคลื่อนในการคำนวณของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบกับจุดอ้างอิง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

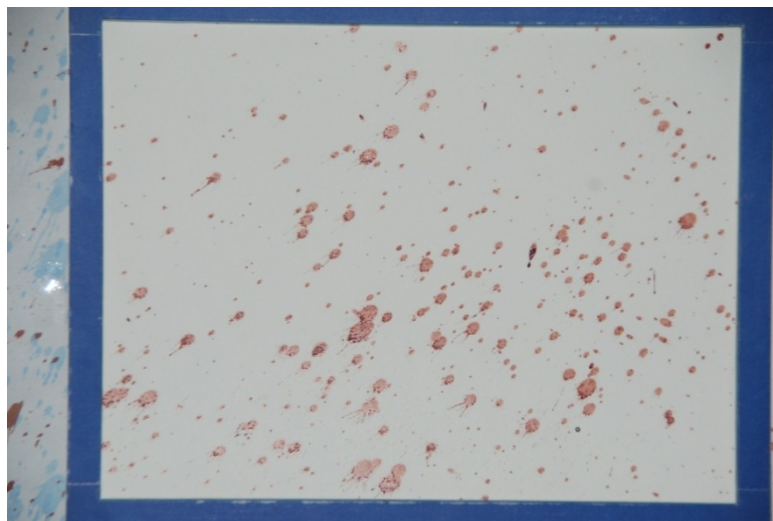
การวิจัยนี้เป็นพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อช่วยในการจุดต้นกำเนิดรอยการเซ็นของเลือด โดยอาศัยองค์ความรู้จากทฤษฎีการวิเคราะห์รอยเลือดเป็นต้นแบบกระบวนการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้น อีกทั้งยังพัฒนาให้สามารถทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่มีควมจำเป็นในการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง (Server) ส่งผลให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์แล็ปท็อป ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานนอกสถานที่ได้เป็นการอำนวยความสะดวกในการทำงานให้แก่ผู้ใช้งานเพิ่มขึ้น

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยจำลองเหตุการณ์เกิดรอยกระเซ็นของเลือดด้วยวิธีการตีฟองน้ำชุ่มเลือดซึ่งวางบนแผ่นไม้ภายในพื้นที่จำลองซึ่งมีขนาดความกว้างของผนัง 240 เซนติเมตร สูง 220 เซนติเมตร โดยมีตำแหน่งคงที่ ห่างจากผนังทางด้านซ้ายของผนังห้องจำลองระยะประมาณ 120 เซนติเมตร ห่างจากผนังห้องที่จะปรากฏรอยกระเซ็นของเลือดระยะประมาณ 55 เซนติเมตร แผ่นรองตีมีความสูง 100 เซนติเมตร ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกภาพดิจิทัลโดยใช้กรอบกำหนดพื้นที่ขนาดความกว้าง 20 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร ในการกำหนดพื้นที่ถ่ายภาพเพื่อเป็นมาตรฐานเดียวกันในการนำภาพที่ได้มาประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบ

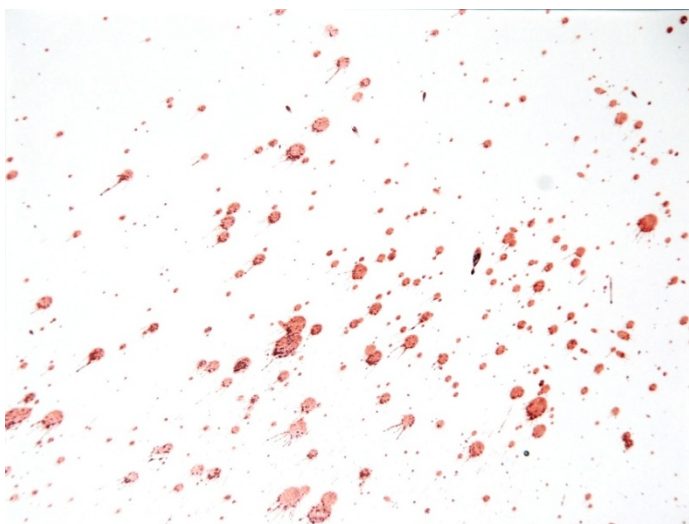
หลังจากการบันทึกข้อมูลระยะห่างต่างๆ ที่จำเป็นต่อการประมวลผลของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบและบันทึกภาพบริเวณรอยกระเซ็นของเลือดที่อยู่บนผนังห้องจำลองภายใต้กรอบกำหนดพื้นที่ภาพถ่ายดิจิทัลแล้ว ก่อนนำภาพที่ได้มาทำการประมวลผล ผู้วิจัยได้นำภาพดิจิทัลมาผ่านกระบวนการปรับแสง โดยเริ่มจากการตัดขอบภาพที่อยู่เกินขอบด้านในของกรอบกำหนดพื้นที่ที่ออกแล้วจึงนำไปปรับค่าความสว่างของภาพเพื่อให้เกิดความชัดเจนของรอยกระเซ็นของเลือดและเป็นการลดความไม่สม่ำเสมอของพื้นผนังให้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งภาพ ซึ่งจะส่งผลให้รอยกระเซ็นของเลือดในภาพมีความโดดเด่นมากขึ้นก่อนนำไปผ่านการประมวลผลด้วยโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดต่อไป

ในการประมวลผลภาพนั้น ผู้วิจัยเลือดที่จะประมวลผลภาพรอยหยดเลือดที่มีขนาดอยู่ในช่วง 1 – 4 มิลลิเมตร เนื่องจากรอยหยดเลือดที่มีขนาดในช่วงที่กำหนดจะเป็นรอยหยดเลือดที่มีความเร็วปานกลาง ส่วนใหญ่จะเกิดจากการถูกของแข็งกระแทกหรือถูกตีด้วยของแข็งและตรงกับกระบวนการวิจัยของผู้วิจัย เมื่อทำการประมวลผลภาพดิจิทัลแล้วโปรแกรมต้นแบบจะทำการจำลอง

เส้นทางการกระเซ็นของเลือดรวมทั้งจำลองตำแหน่งที่เกิดจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในรูปแบบของห้อง 3 มิติ โดยมีมุมมองในลักษณะการมองเข้าหาผนังห้องที่มีรอยกระเซ็นของเลือด และแสดงจุดที่เกิดการตัดกันของเส้นมากที่สุด รวมทั้งแสดงข้อมูลระยะห่างจากผนังด้านต่างๆ และตำแหน่งความสูงจากพื้นด้วย



ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นบนผนังห้องจำลอง พร้อมกรอบกำหนดพื้นที่ (กรอบสีน้ำเงิน)



ภาพที่ 4.2 ภาพดิจิทัลรอยกระเซ็นของเลือดที่ผ่านการตัดขอบและปรับแสงเพื่อเพิ่มความเด่นของรอยกระเซ็นของเลือด

ผลจากการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ ด้วยโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบโดยใช้จุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในตำแหน่งเดียวกัน และทำการบันทึกภาพเพื่อประมวลผลในบริเวณต่างๆ ของผนังห้องจำลองจำนวน 10 ตำแหน่ง โดยมีขนาดผนัง และขนาดพื้นที่การบันทึกภาพเหมือนกัน มีดังนี้

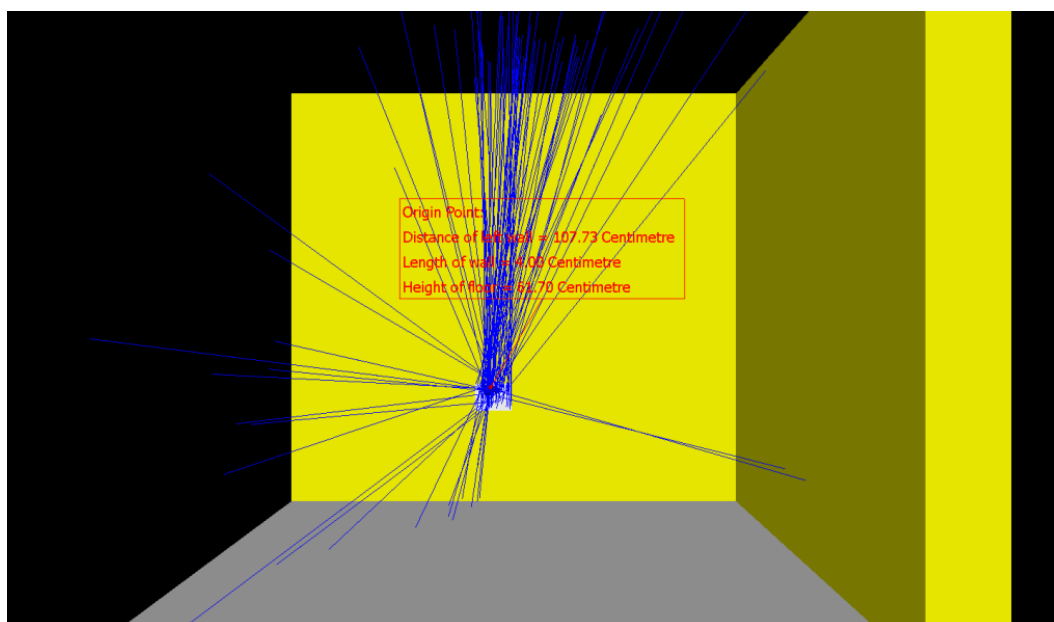
ตารางที่ 4.1 ผลการการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

ตำแหน่ง ที่	ระยะ A	ระยะ B	ผลการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด		
			ระยะด้านซ้าย	ระยะจากผนัง	ความสูงของตำแหน่ง
1	89.1	156.3	107.73	4.00	61.70
2	132.6	150.4	134.75	3.99	64.38
3	163.5	140.9	162.38	4.00	72.77
4	211.8	141.4	212.67	4.00	79.48
5	213.5	164.3	207.74	4.00	55.57
6	31.8	156.3	28.62	4.00	49.92
7	55.1	133.6	69.81	4.00	79.19
8	100.7	125.9	117.52	4.00	84.10
9	112.6	167.6	126.30	9.99	57.54
10	81.6	110.6	83.17	4.00	104.06

* หน่วยเป็นเซนติเมตร

** ระยะ A คือ ระยะห่างของพื้นที่ภาพดิจิทัลจากขอบซ้ายของผนัง

*** ระยะ B คือ ระยะห่างของพื้นที่ภาพดิจิทัลจากขอบบนของผนัง



ภาพที่ 4.3 ภาพจำลองห้อง 3 มิติ ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมต้นแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

ผลจากการประมวลผลของโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่ได้จากทั้ง 10 ตำแหน่ง เมื่อนำค่าที่ได้มาเฉลี่ยพบว่า ระยะห่างจากขอบผนังด้านซ้ายไปยังตำแหน่งจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดมีระยะห่างเท่ากับ 125.07 เซนติเมตร ระยะห่างจากผนังที่มีรอยกระเซ็นของเลือดไปยังจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดมีระยะห่างเท่ากับ 4.60 เซนติเมตร และระยะความสูงจากพื้นไปยังจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดมีระยะห่างเท่ากับ 70.87 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสามารถทำการประมวลผลเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดนั้นเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานซึ่งต้องใช้บุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ส่วนความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นอาจมีปัจจัยมาจากขั้นตอนการจำลองรอยกระเซ็นของเลือดด้วยวิธีการตีฟองน้ำชุ่มเลือดและมีผลสัณฐานของโฟมทำให้เกิดการบิดตัวขณะที่จำลองการตีรวมทั้งแรงที่เกิดจากการตีและน้ำหนักของท่อนไม้ อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการกระเซ็นของเลือดอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้รอยกระเซ็นของเลือดมีความเร็วและแรงไม่พอจึงกระเซ็นในลักษณะโค้งย้อยก่อนกระแทกผนัง ทำให้รอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นมีมุมมองการตกกระทบที่เปลี่ยนไป อีกทั้งเมื่อเลือดกระเซ็นไปโดนผนังจำลองจะเกิดการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้รอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นมีความเข้มข้นของรอยหยดเลือดไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งรอย อาจส่งผลให้โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพ ดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด เพื่อลดระยะเวลาในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ และอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุแห่งชีวิต และมีรอยกระเซ็นของเลือด อีกทั้งยังทดแทนการนำเข้าโปรแกรมประยุกต์ประเภทเดียวกันจากต่างประเทศซึ่งราคาสูง

ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดจากภาพดิจิทัลโดยใช้ทฤษฎีและหลักการหลักการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือดเป็นวิธีมาตรฐานในการพัฒนา

1. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดจากภาพดิจิทัล โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการประมวลผลเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด โดยมีความถูกต้องแม่นยำได้ในระดับหนึ่ง ทั้งยังสามารถแสดงผลจำลองจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดในรูปแบบภาพ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมองของภาพ 3 มิติในลักษณะการมองตรงเข้าสู่ผนังห้องที่มีรอยกระเซ็นของเลือด ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเกิดจากกระบวนการจำลองรอยกระเซ็นของเลือดอาจมีความคลาดเคลื่อนทั้งจากการตีฟองน้ำชุ่มเลือดโดยวางอยู่บนผลส้มโอที่วางบนแท่นไม้ ซึ่งในขณะที่ทำการตีฟองน้ำผลส้มโอมีการบิดตัวและหรือเคลื่อนที่ส่งผลให้มุมการตีเปลี่ยนไป รวมทั้งในขณะที่ทำการตีน้ำหนักของไม้ที่ใช้ตีรวมถึงความเร็วและแรงการตีอาจไม่เพียงพอ ส่งผลให้หยดเลือดที่กระเซ็นออกจากฟองน้ำอาจมีความเร็วและความแรงไม่เพียงพอ หยดเลือดที่กระเซ็นอาจเคลื่อนที่ในลักษณะย้อยลงก่อนกระทบกับผนังจำลอง ทำให้มุมของรอยกระเซ็นของเลือดอาจเปลี่ยนไป เมื่อหยดเลือดกระทบกับผนังจำลองและไหลไปกับพื้นผิวของผนังนั้น รอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นมีความเข้มของสีไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งรอยกระเซ็นที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้การถ่ายภาพดิจิทัล รอยกระเซ็นของเลือดไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การประมวลผลอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2. อภิปรายผล

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อช่วยหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดโดยอาศัยภาพดิจิทัล ซึ่งพัฒนาโดยอาศัยทฤษฎีการวิเคราะห์รอยเลือดเป็นวิธีการมาตรฐาน ผู้วิจัยขออภิปรายผลวิจัยดังนี้

1. โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครือข่าย ส่งผลให้สามารถนำไปใช้ประมวลผลในสถานที่เกิดเหตุได้ทันที ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกิดเหตุ ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนที่ซับซ้อนได้

2. โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีต้นทุนต่ำ สามารถลดค่าใช้จ่ายซึ่งเกิดจากการนำเข้าโปรแกรมจากต่างประเทศที่มีราคาสูง และมีขั้นตอนการใช้งานที่สะดวกกว่าโปรแกรมประยุกต์จากต่างประเทศ ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ใช้ต้องใช้ระยะเวลานานและมีขั้นตอนที่ซับซ้อนในการเก็บข้อมูล และไม่เอื้ออำนวยต่อกระบวนการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุในประเทศไทย

3. โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นอาจมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากกระบวนการตรวจสอบหารอยกระเซ็นของเลือดในภาพดิจิทัล เนื่องจากรอยหยดเลือดอาจมีสีไม่สม่ำเสมอจึงยังคงต้องพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

4. โปรแกรมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นยังใช้ระยะเวลาในการประมวลผลภาพดิจิทัลนานอยู่ ซึ่งอาจเกิดจากเทคโนโลยีในการประมวลผลภาพในช่วงดำเนินการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบอาจยังไม่มีความเร็วมากพอ เมื่อเทียบกับปัจจุบันซึ่งอาจมีการพัฒนาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพที่มีความเร็วมากขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ยังคงมีข้อปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มความรวดเร็วในการประมวลผลให้กับเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ รวมทั้งยังช่วยลดการนำเข้าโปรแกรมจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง โดยมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาในครั้งต่อไปดังนี้

1. พัฒนาให้ผู้ใช้สามารถเลือกรอยกระเซ็นของเลือดในภาพดิจิทัล ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการคลิกเลือกรอยหยดเลือดที่ต้องการประมวลผลโดยใช้ภาพถ่ายดิจิทัลที่ถ่ายภาพรอยกระเซ็นของเลือดโดยรวม และอีกวิธีคือ การใช้ภาพถ่ายรอยหยดเลือดเพียงรอยเดียวต่อภาพ โดยให้ผู้ใช้งานสามารถถ่ายรูปรอยหยดเลือดพร้อมแถบวัดขนาดพร้อมทั้งระบุตำแหน่งรอยหยดเลือดบนพื้นผิวที่ต้องการประมวลผล เพื่อเป็นการลดจำนวนการกราดภาพหารอยกระเซ็นของเลือดในภาพ และช่วยให้กระบวนการมีความรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. พัฒนาระบบการคำนวณทิศทางโดยเพิ่มการคำนวณการเคลื่อนที่แบบวิถีโค้ง (Projectile) เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการคำนวณหาจุดตกกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

3. ปรับปรุงส่วนติดต่อผู้ใช้งานให้ผู้ใช้สามารถทำการย่อ-ขยายมุมมองภาพที่จะทำการประมวลผล เพื่อง่ายต่อการเห็นภาพที่ทำการปรับค่าไว้และสามารถเลือกรอยหยดเลือดที่ต้องการได้อย่างถูกต้องสำหรับกรณีทำการประมวลผลโดยใช้ภาพโดยรวมของรอยกระเซ็นของเลือด

4. ปรับปรุงส่วนการติดต่อผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถระบุรอยกระเซ็นของเลือดอยู่ในระนาบใดเพื่อให้รองรับกับการใช้งานในกรณีที่รอยกระเซ็นของเลือดอาจอยู่บนผนังด้านซ้ายหรือด้านขวาของห้อง หรืออาจเป็นรอยกระเซ็นของเลือดที่เกิดขึ้นบนพื้นห้อง เพื่อให้ตอบสนองการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด

5. พัฒนาโปรแกรมในขั้นต่อไปให้รองรับการทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการที่มีความหลากหลาย เช่น อาจพัฒนาให้สามารถรองรับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7, ระบบปฏิบัติการ Android, ระบบปฏิบัติการ OS X และ iOS ของบริษัทแอปเปิล เป็นต้น รวมทั้งรองรับกับอุปกรณ์มากกว่า 1 ชนิดในอนาคต

4. ข้อจำกัด

โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบประมวลผลภาพดิจิทัลและการรู้จำแบบเพื่อหาจุดตกกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด ที่พัฒนาขึ้นยังคงมีข้อจำกัดการใช้งานดังนี้

1. การถ่ายภาพรอยกระเซ็นของเลือด ผู้ถ่ายภาพควรใช้ขาตั้งกล้องในการช่วยให้ภาพมีความเที่ยงตรง และอาจต้องมีกรอบภาพสำหรับวางบนพื้นผนัง เพื่อเป็นการกำหนดขนาดพื้นที่ให้ถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากส่งผลให้ความคลาดเคลื่อนของทิศทางการคำนวณลดลง

2. การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากไม่สามารถจำลองการเกิดเหตุคดีชีวิตจริงได้ อีกทั้งร่างหุ่นจำลองที่มีความคล้ายคลึงกับมนุษย์นั้น มีราคาสูงรวมทั้งต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ

3. โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสามารถประมวลผลภาพได้จริง แต่ยังคงเกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากรอยเลือดที่เกิดขึ้นมีความเข้มไม่เท่ากันทั้งรอย ทำให้การคำนวณหาขนาดของรอยเลือดอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ส่งผลให้การคำนวณทิศทางเกิดความคลาดเคลื่อน ยังคงต้องปรับปรุงให้โปรแกรมมีความสามารถในการวิเคราะห์ช่วงสีของรอยเลือดที่ไม่สม่ำเสมอให้สามารถคำนวณหาขนาดได้อย่างสมบูรณ์ต่อไป

4. โปรแกรมประยุกต์ต้นแบบสามารถทำงานเพียง 1 ภาพต่อการประมวลผลเพียง 1 ครั้ง ไม่สามารถทำการประมวลผลต่อเนื่องได้ และยังคงมีความล่าช้าในการประมวลผลเมื่อภาพที่ใช้มีความละเอียดสูง ในการประมวลผลมากกว่า 1 ภาพ ผู้ใช้ต้องเปิดใช้งานโปรแกรมใหม่ทุกครั้งภายหลังจาก

การประมวลผลภาพแต่ละครั้ง ส่งผลให้เกิดความล่าช้าและอาจไม่สะดวกต่อผู้ใช้เมื่อต้องใช้งานในช่วง
ระยะเวลาเร่งรีบ

บรรณานุกรม

- [1] สมาคมถ่ายภาพแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **ภาพถ่ายดิจิทัล**. เข้าถึงเมื่อ เมษายน 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.rpst.mobi/>
- [2] หลังกล้องคอตคอม. **Image Censor คือ?**. เข้าถึงเมื่อ พฤษภาคม 2555. เข้าถึงได้จาก <http://www.lungklong.com/photositeimage-sensor/>
- [3] บริษัท Nikon Sales (Thailand) Co., Ltd. **อุปกรณ์ถ่ายภาพ**. เข้าถึงเมื่อ พฤษภาคม 2555. เข้าถึงได้จาก: <http://www.nikon.co.th/>
- [4] ศุภสิทธิ์ นาคเสน. (2546). **กล้องดิจิทัล ฉบับสมบูรณ์**. นนทบุรี: อินโฟเพรส.
- [5] สุรสิทธิ์ ฉิ่งถิ่น. (2535). **กล้องสะท้อนภาพเลนส์เดี่ยว**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- [6] กนกรัตน์ ยศไกร. (2551). **การถ่ายภาพเพื่อการสื่อสาร**. กรุงเทพฯ: ทริบเพิล เอ็ดดูเคชั่น.
- [7] ชัยณรงค์ แก้วเกิด. (2553). **Basic Portrait**. นนทบุรี: ไอดีซี.
- [8] ปรัชญา รุจิวงศ์สา, วิทิต จิรากร. (2551). “โปรแกรมประยุกต์ประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด.” ปรินิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [9] เว็บไซต์ให้บริการข้อมูลการวิเคราะห์รอยกระเซ็นของเลือด. **How Bloodstain Pattern Analysis Works**. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://science.howstuffworks.com/bloodstain-pattern-analysis.htm/printable>
- [10] เว็บไซต์ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์รอยเลือด. Hemospat. เข้าถึงเมื่อ เมษายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://hemospat.com/>
- [11] เว็บไซต์ให้บริการข้อมูล. **How Bloodstain Pattern Analysis Works**. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://science.howstuffworks.com/bloodstain-pattern-analysis.htm/printable>
- [12] วิกีพีเดียสารานุกรมเสรี. **Bloodstain Pattern Analysis**. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org/wiki/Bloodstain_pattern_analysis
- [13] วิกีพีเดียสารานุกรมเสรี. **RGB Color Model**. เข้าถึงเมื่อ ธันวาคม 2551. เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model
- [14] J. Slemko. **Bloodstain Pattern Analysis Tutorial**. Accessed 10 July 2009. Available from <http://www.bloodspatter.com/bloodstain-tutorial>

- [15] Learners.in.th. **Memory-Card**. Accessed May, 2012. Available from <http://www.learners.in.th/media/files/250201>
- [16] Hematology. Function of Blood. Accessed May, 2011. Available from <http://www.pc.maricopa.edu/Biology/pfinkenstadt/BIO202/202LessonBuilder/Hematology/index.html>
- [17] Bevel, Tom. And Gardner, Ross M. (2008). **Bloodstain pattern Analysis With an Introduction to Crime Scene Reconstruction**. 3rd ed. New York : CRC Press.

ภาคผนวก

คู่มือการใช้งานโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิด
รอยกระเซ็นของเลือด

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Bloody

โปรแกรม Bloody เป็นโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดต้นแบบที่พัฒนาขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในกระปฏิบัติหน้าที่ให้แก่เจ้าหน้าที่ตรวจที่เกิดเหตุในการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุที่มีรอยกระเซ็นของเลือด โดยหวังให้ช่วยลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการค้นหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด รวมทั้งช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน การใช้งานโปรแกรมประยุกต์ต้นแบบมีขั้นตอนดังนี้

1. เรียกใช้โปรแกรมจากหน้าเดสทอปด้วยไอคอน 



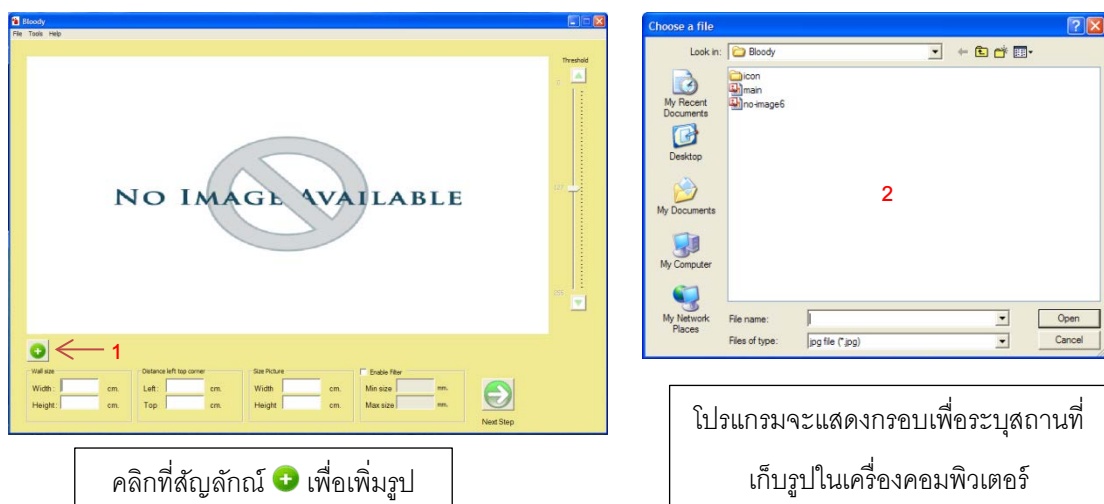
ภาพผนวก 1 Icon เรียกใช้โปรแกรมประมวลผลภาพดิจิทัลและรู้จำแบบเพื่อหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือด

2. เมื่อเรียกใช้โปรแกรม Bloody แล้วจะเข้าสู่หน้าจอหลักของโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ
 - 2.1 ส่วนแสดงภาพที่ต้องการประมวลผล
 - 2.2 ส่วนปรับค่า Threshold
 - 2.3 ส่วนบันทึกข้อมูลเกี่ยวข้องกับการประมวลผล



ภาพผนวก 2 แสดงส่วนติดต่อผู้ใช้งานของโปรแกรมโดยรวม

3. ทำการเพิ่มภาพโดยการคลิกที่ปุ่ม โปรแกรมจะเปิดกรอบเพื่อให้ผู้ใช้ระบุตำแหน่งที่ผู้ใช้ทำการบันทึกภาพที่ต้องการประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำภาพเข้าสู่โปรแกรม



ภาพผนวก 3 แสดงขั้นตอนการนำเข้าสู่รูปรอยกระเซ็นของเลือดเข้าสู่โปรแกรม

4. ทำการกรอกข้อมูลของภาพเพื่อใช้ในการประมวลผล ประกอบด้วย

- 4.1 ข้อมูลขนาดกำแพง
- 4.2 ข้อมูลตำแหน่งของภาพบนกำแพง
- 4.3 ขนาดภาพที่ทำการประมวลผล

The form is divided into three sections:

- Wall size:** Contains two input fields for 'Width' and 'Height', each followed by 'cm.'.
- Distance left top corner:** Contains two input fields for 'Left' and 'Top', each followed by 'cm.'.
- Size Picture:** Contains two input fields for 'Width' and 'Height', each followed by 'cm.'.

ภาพผนวก 4 แสดงส่วนบันทึกข้อมูลขนาดกำแพง, ตำแหน่งรูปภาพ และขนาดพื้นที่รูปถ่ายบนกำแพงจริง

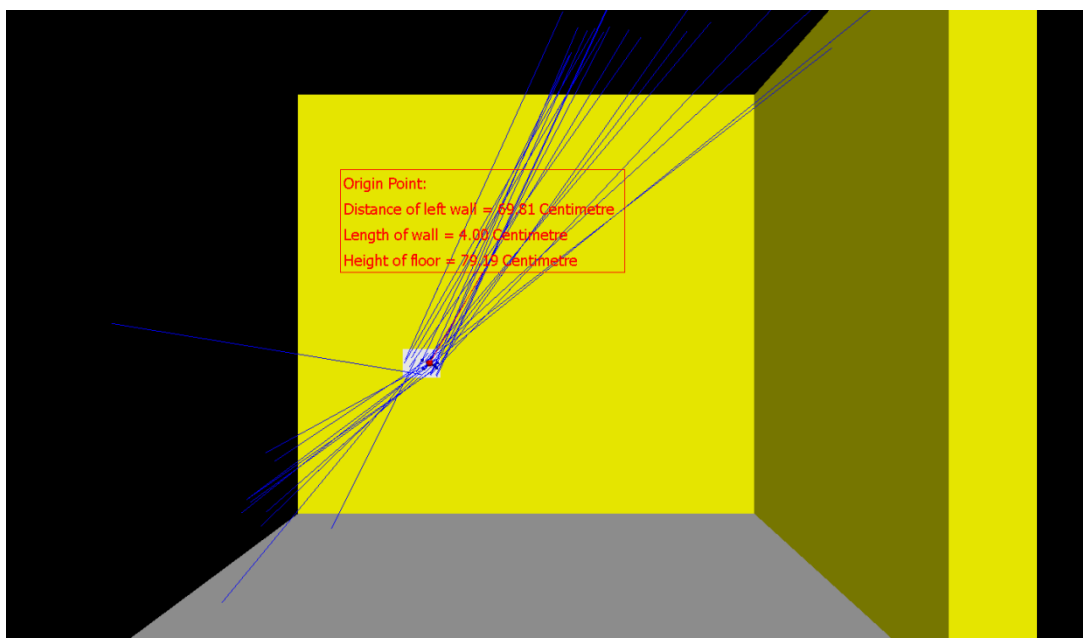
5. การคัดกรองขนาดรอยเลือด ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดของรอยหยดเลือดเพื่อคัดกรองขนาดของรอยกระเซ็นของเลือดที่ต้องการประมวลผล โดยการคลิกในรอบ หน้าข้อความ “ Enable Filter ” ก่อนระบุขนาดรอยหยดเลือดที่เล็กที่สุด และขนาดใหญ่ที่สุดในการคำนวณ

The form contains a checkbox labeled 'Enable Filter'. Below it are two input fields for 'Min size' and 'Max size', each followed by 'mm.'.

ภาพผนวก 5 แสดงส่วนของการกำหนดการกรองขนาดรอยกระเซ็นของเลือด

6. คลิกที่  เพื่อทำการเริ่มประมวลผล

7. ผลการประมวลผลจะแสดงให้เห็นในรูปแบบห้อง 3 มิติ



ภาพผนวก 6 แสดงห้องจำลอง 3 มิติ ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการคำนวณหาจุดต้นกำเนิดรอยกระเซ็นของเลือดจากภาพดิจิทัล

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	ว่าที่ร้อยตรีพงศธร พงษ์รูป
ที่อยู่	2508/370 การเคหะดินแดง ถนนดินแดง แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร
ที่ทำงาน	ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกชีววิทยาประยุกต์(จุลชีววิทยา) สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2551	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท ศึกษานิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ณ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2542 – ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตสวนหลวง จังหวัดกรุงเทพมหานคร