



การระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์

อัครเดช ศติสุทธินานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ.2551

Computerized Firearms Identification

Akradech Sasisuthinanont

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Information Technology

Department of Information Technology

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2008

เลขทะเบียน.....	0214315.....
วันลงทะเบียน.....	- 7 ส.ค. 2554
เลขที่เอกสาร.....	006.68
เลขที่ปกหลัง.....	0474 ก
	[2552]
	น.อ.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ “การระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์” ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุน และได้รับกำลังใจจากหลายท่านด้วยกัน ทำให้ข้าพเจ้าผู้จัดทำซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากทุกท่าน ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ

คุณพ่อ คุณแม่ ที่เสียสละความสุขในการอุปการะ เลี้ยงดู อบรมบ่มนิสัย เป็นที่ปรึกษา คอยให้กำลังใจในยามที่ลูกท้อแท้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้สนับสนุนให้ลูกได้รับการศึกษามีความก้าวหน้า เจริญรุ่งเรืองในหน้าที่การงาน และการดำรงตนในสังคมด้วยดีเสมอมา ลูกขอกราบแทบเท้าทั้งสองท่าน

ท่าน ดร. อุดม ศิลปอาชา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ท่านได้กรุณาให้คำปรึกษาคำแนะนำ แนวความคิด วิธีการต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจแก้เอกสาร ทำให้การดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ วาณิชชवाल ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งท่านได้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ท่านได้กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา จัดหาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย พร้อมทั้งติดตามคอยดูแลอย่างใกล้ชิด

ท่านอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้เคยอบรมสั่งสอน และถ่ายทอดวิทยาการ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้สำเร็จการศึกษาตามเป้าหมาย

เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ และผู้ที่ให้ความรู้ กำลังใจ และความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าทุกท่าน ในการทำเอกสารประกอบการเรียนการสอนเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้ประพันธ์หนังสือทุกท่านที่ได้ขานนามไว้ในบรรณานุกรมแล้ว

อัครเดช ศศิสุทธินานนท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข	2
1.4 ขอบเขต	3
1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การประยุกต์ใช้แบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำองค์ประกอบวัตถุ	5
2.2 การจำแนกประเภทยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ ด้วยการประมวลผลภาพ	6
2.3 การค้นหาข้อมูลภาพลายไทยโดยใช้เทคนิคการสืบค้นข้อมูลภาพ	7
2.4 การนับแยกเม็ดเลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ โดยวิธีเครือข่ายประสาท	8
2.5 การจับคู่ฟิล์มของฟัน โดยใช้การประมวลผลภาพบนพื้นฐาน คุณลักษณะพิเศษของฟัน	9
2.6 การจำรูปและการตรวจสอบภาพใบหน้ามนุษย์	9
2.7 การจำแนกประเภทเรือจากกล้องอินฟราเรด	10
2.8 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing)	11
2.9 รูปร่างของภาพ (Image Shape)	12
2.10 กระบวนการวัดทางสถิติ (Statistical Operation)	14
2.11 การแปลงภาพสู่ระดับสีเทา (Gray-Level Transformations)	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 กระบวนการใช้รูปหลาย ๆ รูป.....	20
2.13 การกรองข้อมูลภาพ.....	21
2.14 การแปลงข้อมูลภาพในสองมิติ (Two Dimensional Geometric Transformation).....	31
2.15 การหาขอบภาพ (Edge Detection).....	39
2.16 การแยกข้อมูลภาพออกเป็นส่วน ๆ (Image Segmentation).....	46
2.17 การหาขอบเขตภาพ (Boundary Extraction).....	54
2.18 การค้นหาข้อมูลโดยวิธีการเปรียบเทียบ (Pattern Matching Search).....	60
3. วิธีการดำเนินการวิจัย.....	67
3.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	68
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	69
4. ผลการดำเนินการวิจัย.....	91
4.1 ผลการเปรียบเทียบอาวุธปืน.....	91
4.2 ผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาอาวุธปืน.....	95
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	97
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	97
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	98
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	99
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	104
ประวัติผู้เขียน.....	183

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการคำนวณหาค่า A B	19
2.2 แสดงลักษณะของเมตริกต่าง ๆ	51
3.1 แสดงค่ารหัสทิศทาง	76
3.2 แสดงค่ารหัสทิศทาง ที่ได้จากรูปที่ 3.7	77
3.3 แสดงการจัดกลุ่มของตัวอย่างรหัสทิศทางของภาพต้นแบบ ตามรูปที่ 3.9	79
3.4 แสดงการจัดกลุ่มของตัวอย่างรหัสทิศทางของภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน ตามรูปที่ 3.10	79
3.5 แสดงการจัดกลุ่มของตัวอย่างรหัสทิศทางของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน ตามรูปที่ 3.1	80
3.6 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพต้นแบบ โดยใช้ข้อมูลรหัสทิศทาง จากตารางที่ 3.3	81
3.7 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูล รหัสทิศทางจากตารางที่ 3.4	81
3.8 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพที่มีทิศทางของภาพแตกต่างกัน โดยใช้ข้อมูลรหัสทิศทางจากตารางที่ 3.5	81
3.9 แสดงรหัสรูปร่าง (Shape Number) ของตัวอย่างภาพอาวุธปืนที่มีทิศทาง แตกต่างกัน	87
3.10 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบ	88
3.11 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพ ที่มีการหมุน	88
3.12 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพ ที่มีการหมุนและขนาดแตกต่างกัน	89
3.13 แสดงร้อยละของความเป็นไปได้ตามลำดับ ตั้งแต่ลำดับที่ 1 – 15	90
4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีขนาดของภาพที่แตกต่างกัน	91
4.2 แสดงการผลเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3 แสดงการผลเปรียบเทียบอาวูรปิ่นที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวูรปิ่นที่ไม่รู้จักขนาด 256 x 256	93
4.4 แสดงการผลเปรียบเทียบอาวูรปิ่นที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวูรปิ่นที่ไม่รู้จักขนาด 512 x 512	94
4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบภาพอาวูรปิ่นที่มีการสะท้อน	95
4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวูรปิ่น	96

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงเก้าอี้ที่ใช้ในการทดสอบ	5
2.2 แสดงเก้าอี้ที่ผ่านการ Normalize แล้ว	6
2.3 ขั้นตอนการทำงานในการจำแนกประเภทยานพาหนะ	7
2.4 กระบวนการในการสืบค้นข้อมูลภาพลายไทย	8
2.5 ภาพลายไทยที่ใช้ในการสืบค้น	8
2.6 ฟินแบบรากคู่	9
2.7 ฟินแบบรากเดี่ยว	9
2.8 ภาพเรือที่ได้จากกล้องอินฟราเรด	10
2.9 ตัวอย่าง Training ของภาพเรือ	10
2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพจริง (Physical Image) กับภาพดิจิทัล (Digital Image)	11
2.11 (a) แสดงระดับความแตกต่าง 5 ระดับของรูปภาพแบบขาวดำ (Binary Image)	12
(b) แสดงการแสดงผลภาพทั้งหมดที่เกิดจากการใช้รูปแบบใน (a)	12
2.12 (a) แสดงฮิสโตแกรมของภาพจริง	15
(b) แสดงฮิสโตแกรมของภาพที่เพิ่มค่าคงที่ 3	15
2.13 ภาพที่เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) ที่มีการ Threshold ขึ้นและลง	16
2.14 แสดงการ Transformation	19
2.15 (a) ภาพที่มีพื้นหลังอย่างเดียว	20
(b) ภาพก่อนลบที่มีพื้นหลังออก	21
(c) ภาพที่ลบพื้นหลังออกแล้ว	21
2.16 การกรองข้อมูลภาพ	22
2.17 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (median filtering)	24
2.18 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม (modal filtering)	25
2.19 การกรองโดยใช้หน้าต่าง	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.20 แสดงภาพการกรองข้อมูลภาพโดยใช้หน้าต่าง	
(ก) ใช้การเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (แสดง ผลลัพธ์หลังการปิดเศษ)	26
(ข) ใช้มัธยฐาน	26
(ค) ใช้ฐานนิยม (ใช้มัธยฐานแทนสำหรับจุดที่มีปัญหา)	26
(ง) ใช้ k-closest averaging (แสดงผลลัพธ์หลังการปิดเศษ)	26
2.21 ตัวอย่างการคอนโวลูชันระหว่างภาพขนาด 4 x 5 กับ เทมเพลตขนาด 2 x 2	28
2.22 ผลของการเติมค่าศูนย์รอบภาพเริ่มต้นก่อนทำการคอนโวลูชัน	29
2.23 การกรองภาพด้วยเทมเพลต	31
2.24 การหมุนจุด (x,y) รอบจุดเริ่มต้น	32
2.25 การหมุนจุด P รอบจุด (x _r , y _r)	33
2.26 การบิดภาพตามแนวแกน x และแกน y	35
2.27 เปรียบเทียบระบบพิกัดคาที่เขียนกับระบบพิกัดโฮโมจีเนียส	36
2.28 การสะท้อนภาพตามแกน x	36
2.29 การสะท้อนภาพตามแกน y	37
2.30 การสะท้อนภาพตามแกนใด ๆ	38
2.31 หมุนแกนไปทาบกับแกน x	38
2.32 สะท้อนภาพตามแกน x	38
2.33 หมุนแกนกลับที่เดิม	39
2.34 กราฟแสดงการหาขอบภาพด้วยวิธีต่าง ๆ	40
2.35 แสดงขั้นตอนของ Canny edge detection	43
2.36 Bimodal image histogram	47
2.37 (a) Original Image	50
(b) Quad tree representation	50
2.38 แสดงลักษณะของอัลกอริทึม	53
2.39 แสดงความแตกต่างของคำจำกัดความในการเชื่อมต่อไปสู่ขอบเขต	54
2.40 Chain codes พิจารณาแบบ 4 และ 8 connections	54
2.41 การกำหนดค่า Chain codes แบบ 4 และ 8 connections	55

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.42 การแสดงคำรหัสภาพ	55
2.43 แสดง Simple Search Algorithm	57
2.44 แสดง Noise บนภาพ	57
2.45 แสดง จุดเริ่มต้นที่ 1 และที่ 2 ของภาพ	58
2.46 แสดงภาพเมื่อมีการหมุน	59
2.47 แสดงการค้นหาคำอักขระตามที่ต้องการ	61
2.48 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 1	64
2.49 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 2	64
2.50 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 3	64
2.51 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 4	64
2.52 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 5	64
2.53 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 6	64
2.54 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 7	65
2.55 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 8	65
2.56 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 9	65
2.57 แสดงการค้นหาคำอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 10	65

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.58 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 11	65
2.59 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 12	65
2.60 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 13	66
2.61 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 14	66
2.62 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 15	66
2.63 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 16	66
2.64 แสดงการค้นหาอักขระ โดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 17	66
3.1 แสดงรูปร่างของอาวุธปืนในแต่ละประเภท	68
3.2 กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพอาวุธปืน	69
3.3 ตัวอย่างรายละเอียดภาพอาวุธปืนแบบสี (RGB)	
(a) แสดงภาพปืนแบบสี (RGB)	70
(b) ค่าของสี RGB	70
3.4 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลภาพอาวุธปืนแบบสี เป็นภาพสีเทา (Gray Level)	71
3.5 ตัวอย่างการตรวจสอบจุดพิกัดจุดแรกที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือสีดำของภาพอาวุธปืน	73
3.6 แสดงขอบภาพที่ได้ของอาวุธปืน	75
3.7 แสดงค่าพิกัด (x,y)	75
3.8 แสดงทิศทางของรหัสทิศทางแบบ 8 ทิศทาง	75
3.9 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของขอบภาพและรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนต้นแบบ	78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของขอบภาพและรหัสทิศทางของภาพอาวูรป็นที่มีขนาดแตกต่างกัน.....	78
3.11 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของขอบภาพและรหัสทิศทางของภาพอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน.....	79
3.12 แสดงภาพอาวูรป็นที่มีสัญญาณรบกวน.....	83
(a) เป็นภาพอาวูรป็นที่มีสัญญาณรบกวนน้อย.....	83
(b) เป็นภาพอาวูรป็นที่มีสัญญาณรบกวนมาก.....	83
3.13 รหัสทิศทางของภาพอาวูรป็นที่มีขนาดต่างกัน.....	84
3.14 รหัสทิศทางของภาพอาวูรป็นที่มีทิศทางและขนาดแตกต่างกัน.....	85
3.15 รหัสรูปร่างของภาพอาวูรป็นที่มีขนาดต่างกัน.....	85
3.16 รหัสรูปร่างของภาพอาวูรป็นที่มีทิศทางของภาพและขนาดแตกต่างกัน.....	86
3.17 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวูรป็นต้นแบบ.....	87
3.18 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวูรป็นที่มีขนาดเท่ากันแต่มีการหมุนของภาพ.....	88
3.19 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวูรป็นที่มีขนาดต่างกันและมีการหมุนของภาพ.....	89
4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีขนาดของภาพที่แตกต่างกัน.....	91
4.2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จักขนาด 128x128.....	92
4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จักขนาด 256 x 256.....	93
4.4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน โดยใช้ภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จักขนาด 512 x 512.....	94
4.5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบภาพอาวูรป็นที่มีการสะท้อน.....	95
4.6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวูรป็น.....	96

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์
ชื่อผู้เขียน	ร้อยโท อัครเดช ศศิสุทธินานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อุดม ศิลปอาชา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ วาณิชชัชวาล
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ (ระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ)
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

การตรวจสอบชนิดอาวุธปืนเป็นเรื่องที่สำคัญ ในการประยุกต์ใช้ด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจจับ การซุกซ่อน หลบหลีก หรืออำพรางอาวุธ เข้าสู่สถานที่ ซึ่งอาจจะถูกนำไปก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินในทางใดทางหนึ่งได้ โดยเฉพาะในสถานที่ที่ทางราชการกำหนดให้เป็นเขตหวงห้ามเฉพาะ

ในปัจจุบันนี้การตรวจสอบชนิดอาวุธปืน ยังไม่สามารถนำเครื่องประมวลผลมาใช้ในการตรวจสอบอาวุธได้แบบอัตโนมัติอย่างสมบูรณ์ โดยยังจำเป็นต้องอาศัยการทำงานร่วมกับมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ และคุ้นเคยกับอาวุธปืนชนิดต่าง ๆ อย่างแท้จริง ซึ่งในทางปฏิบัติจริงอาจไม่สามารถใช้บุคลากรดังกล่าวได้ ทำให้การตรวจสอบจำแนกอาวุธปืนมีความยุ่งยาก และขาดความแม่นยำ ดังนั้น การตรวจสอบชนิดอาวุธปืนโดยอัตโนมัติด้วยระบบคอมพิวเตอร์จึงถือเป็นความจำเป็นในการที่จะต้องพัฒนาขึ้นใช้งาน ทั้งนี้ การตรวจสอบอาวุธปืนเพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่ถูกต้อง จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนมุมมองจากลักษณะทางกายภาพ (Physical) ให้มาอยู่ในรูปที่สามารถนำมาคำนวณ หรือประมวลผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรวดเร็ว ถูกต้องในการตัดสินใจ พร้อมทั้งระวังเหตุอันอาจจะเกิดขึ้นได้ทันทั่วทั้งที่ สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการระบุชนิดของอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง (Shape Analysis) ของอาวุธปืน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์รหัสทิศทางของภาพ (Chain Codes) เพื่อเป็นแนวทางในการบ่งชี้ประเภทของอาวุธปืนแทนการตรวจพินิจด้วยสายตามนุษย์

ผลการเปรียบเทียบจากอาวุธปืนต้นแบบกึ่งอัตโนมัติ อาวุธปืนต้นแบบลูกโม้ และอาวุธปืนยาว ที่ได้จะแสดงเปอร์เซ็นต์ความเหมือน ซึ่งจากการทดลองของอาวุธปืนที่มีขนาดแตกต่างกัน (Scaling) ทั้งหมด 45 แบบ คิดเป็นผลการเปรียบเทียบถูกต้องเฉลี่ย ร้อยละ 91.26 และเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีทิศทางการหมุนของภาพ (Rotation) จำนวน 315 แบบ คิดเป็นผลการเปรียบเทียบถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 70.10 และผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาอาวุธปืนในการวิจัยพบว่าขนาดของภาพอาวุธปืนไม่ส่งผลต่อความเร็วในการประมวลผล

Thesis Title	Computerized Firearms Identification
Author	Lt. Akradech Sasisuthinanont
Thesis Advisor	Udom Silparcha, Ph.D.
Co-Thesis Advisor	Asst. Prof. Prachuab Vanitchatchavan, Ph.D.
Department	Information Technology (Computer System and Information Technology)
Academic Year	2008

ABSTRACT

Firearm inspection is one of several important security issues which can be used to detect hidden weapons to prevent harmful incidents. In particular government establishments have designated restricted areas for such firearms inspection, however, equipments to perform this function are mainly operated by experts who specialize in specific weapon types. So far, none is automatically operated by computerized systems. In fact, these weapon inspection experts very rare. The shortage in these experts leads to difficulty in accurate weapon identification. There is a need in firearm inspection that can be processed by a computer system so that speed, accurate decision, and incident prevention can be achieved. This research identifies types of weapons using weapon shape analysis via chain codes performed by computerized systems instead of human judgments.

The results from the comparisons between various types of weapons such as semi-automatic pistols, revolvers, and rifles shows 91.26 percent in correct detection. In addition, testing of 315 of rotated weapon pictures gives the detection rate of 70.10 percent. This research also concludes that weapon size has no effect on the speed of computer processing.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

การตรวจสอบชนิดของอาวุธเป็นเรื่องที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันนี้การตรวจสอบยังไม่สามารถนำเครื่องประมวลผลมาใช้ ในการตรวจสอบอาวุธได้โดยเพียงลำพัง จำเป็นต้องมีการอาศัยการทำงานร่วมกับมนุษย์ ทำให้มีความเสี่ยง และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจเสียหายได้ในระดับที่รุนแรงได้ โดยเฉพาะการตรวจสอบอาวุธปืนหาผู้ที่ทำการตรวจสอบขาดความชำนาญ หรือความรู้เกี่ยวกับอาวุธนั้น ๆ อาจทำให้เกิดช่องว่างขึ้น เป็นเหตุทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้นได้ ซึ่งเราจะมีวิธีใดที่ใช้ในการตรวจสอบ ระวังป้องกันเหตุเหล่านี้ได้

การตรวจสอบอาวุธปืนจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลที่ถูกต้อง ใกล้เคียงกับอาวุธจริงที่สุด ฉะนั้นจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนมุมมองจากลักษณะทางกายภาพ (Physical) ให้มาอยู่ในรูปที่สามารถนำมาคำนวณหรือประมวลผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรวดเร็วในการตัดสินใจ พร้อมทั้งระวังเหตุอันอาจจะเกิดขึ้นได้ทันทั่วทั้ง

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตรวจสอบอาวุธปืน และช่วยพิจารณาอาวุธปืน ว่าเป็นประเภทใด ชนิดใด มีลักษณะอย่างไร แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้มาซึ่งประเภทของอาวุธปืนที่ถูกต้อง ตรงตามลักษณะ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพื่อทำให้สามารถระบุอาวุธปืนชนิดนั้น ๆ ได้ สำหรับการวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการระบุชนิดของอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการวิเคราะห์จากลักษณะรูปร่าง (Shape Analysis) ของอาวุธปืน สำหรับรายละเอียดจะกล่าวในขั้นตอนของการดำเนินการวิจัยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ ของวิทยานิพนธ์นี้เพื่อที่จะสามารถสร้างวิธีการ ที่สามารถวิเคราะห์ลักษณะอาวุธปืนชนิดต่าง ๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ ถูกต้อง รวมทั้งเป็นการช่วยระวังป้องกัน และมาตรการการกำหนดแนวทางการป้องกันอันตราย รวมไปถึงช่วยลดความสูญเสีย แก่ชีวิตและทรัพย์สิน ที่อันอาจจะเกิดขึ้นได้

1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข

การตรวจสอบชนิดของอาวุธโดยอัตโนมัติ นั้น จำเป็นต้องอาศัยการประมวลผลภาพ (Image Processing) ดังนั้นภาพที่ได้มาจำเป็นต้องมีความชัดเจนเพียงพอ และภาพที่เข้ามามีหลายลักษณะ หากการตรวจสอบอาวุธปืนเป็นไปอย่างถูกต้องก็มีส่วนทำให้ความปลอดภัยเป็นเรื่องที่ง่าย แต่ปัญหาในการตรวจสอบก็ยังคงมีปัญหาย่อยๆ และต้องดำเนินการศึกษาต่อไป

1.3.1 ปัญหาในการตรวจสอบภาพอาวุธปืน

ในการตรวจสอบภาพอาวุธปืนนั้น จะทำอย่างไร มีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ทราบถึงตำแหน่งของภาพอาวุธปืนซึ่งภาพที่ได้มานั้นได้มาจากกล้อง CCD (Charge Coupled Device) หรือการสแกน รวมทั้งภาพถ่ายต่าง ๆ ดังนั้น ทำให้คุณภาพของภาพที่ได้มานั้นไม่ดีเท่าที่ควร ทำให้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของการค้นหาภาพอาวุธปืน และด้วยเหตุผล ต่อไปนี้ที่จะมีผลทำให้การตรวจสอบภาพอาวุธปืนมีความยุ่งยากในการทำงาน ดังนี้

ลักษณะภาพ ภาพจากกล้องที่ถูกนำมาทดสอบนั้นเป็นภาพในลักษณะมุมต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกัน ทำให้การตรวจสอบอาวุธปืนเป็นไปได้ยาก

ขนาดภาพ ในการถ่ายภาพแต่ละครั้งมีขนาดภาพที่ไม่เท่ากัน

พื้นที่ในการเก็บข้อมูล ในการตรวจสอบภาพต่าง ๆ ของอาวุธปืนนั้น สีที่แสดงผลในแต่ละจุดมี 3 สี ได้แก่ สีแดง (R) สีเขียว (G) และ สีน้ำเงิน (B) ในสัดส่วนต่าง ๆ กัน โดยแต่ละสีจะมีค่า 0 ถึง 255 (1 byte) เช่น ภาพที่ได้มีขนาด 640 x 480 pixel ดังนั้น ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 640 x 480 x 3 มีค่าเท่ากับ 921,600 byte/ 1 ภาพ และหากมีภาพที่ต้องการประมวลผล ข้อมูล 100 ภาพ จะต้องใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 640 x 480 x 3 x 100 มีค่าเท่ากับ 921,600,000 byte ซึ่งใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาก

ความเร็ว ในการตรวจสอบอาวุธปืนนั้น หากมีการตรวจสอบอาวุธปืนจำนวนมาก และภาพแต่ละภาพอาจจะมีขนาดใหญ่มาก จะทำให้เกิดปัญหาเรื่องความเร็วในการตรวจสอบ ซึ่งก็คือจะทำให้การตรวจสอบภาพอาวุธได้ช้าลง ตามจำนวนภาพและขนาดของภาพ

ความถูกต้อง ในการตรวจสอบลักษณะอาวุธปืน นั้น ให้ถูกต้อง จำเป็นต้องควบคุมองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น แสง เพราะกล้องสามารถทำงานได้ดีที่มีแสงเพียงพอ

1.3.2 แนวทางในการแก้ไขปัญหาในการตรวจสอบภาพอาวุธปืน

จากปัญหาในการตรวจสอบอาวุธปืนข้างต้น วิธีที่เหมาะสมและทำให้สามารถตรวจสอบ อาวุธปืน ว่าเป็นอาวุธปืนชนิดใด ได้ทุกกรณีเหมือนกับการตรวจสอบโดยอาศัยเพียงมนุษย์นั้น เป็นเรื่องที่ยากมาก ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวกับการ ตรวจสอบ วัตถุหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ของวัตถุ อาจไม่สามารถแก้ไขปัญหามาได้ทุกกรณีและมีข้อจำกัด เช่น กรณีขนาดของภาพ และ

ทิศทางของภาพที่มีแตกต่างกัน รวมทั้งสัญญาณรบกวนของภาพที่เกิดขึ้น สำหรับการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ได้กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาในการตรวจสอบอาวุธปืน โดยให้มีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้สภาวะแวดล้อมของภาพที่ได้มามีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งช่วยลดสัญญาณรบกวนของภาพที่เกิดขึ้น ดังนี้

ลักษณะภาพ เป็นภาพอาวุธปืนที่รับมาจากกล้อง CCD ซึ่งมีการควบคุมแสงเพื่อให้ภาพอาวุธปืนที่ได้มานั้นมีความชัดเจนของภาพมากที่สุด โดยภาพอาวุธปืนวางอยู่บนพื้นหลังสีขาว ทำให้ช่วยลดปัญหาในเรื่องของสัญญาณรบกวนของภาพ และปลายกระบอกปืนไปชี้ไปทางด้านขวามือ

ขนาดภาพ จะใช้ภาพที่มีขนาด 128 x 128, 256 x 256 และ ขนาด 512 x 512 เพื่อทำการวิจัยพื้นที่ในการเก็บข้อมูล สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ การประมวลผลรูปภาพอาวุธปืนที่ได้จากกล้อง CCD จะถูกเก็บในพื้นที่ต่างหากเพื่อทำการประมวลผลก่อน จากนั้นจะนำมาเปรียบเทียบอ้างอิง โดยเฉพาะรูปภาพอาวุธปืนที่มีขนาดใหญ่ หรือแบบใดก็ตาม เมื่อผ่านการประมวลผลแล้ว จะทำให้เหลือเพียงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับขอบนอก ของรูปร่างของอาวุธปืนเท่านั้น ซึ่งจะทำให้ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลของรูปภาพอาวุธปืนน้อยลงมาก และนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการเปรียบเทียบอาวุธปืนต่อไป

ความเร็ว เมื่อข้อมูลของภาพที่ใช้จัดเก็บมีขนาดน้อยมาก ก็มีผลทำให้ความเร็วในการตรวจสอบเพิ่มขึ้นด้วย

ความถูกต้อง การควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ใช้ในการบันทึกภาพ โดยควบคุมแสงและพื้นหลังของภาพ จะทำให้ภาพที่ได้เกิดสัญญาณรบกวนของภาพน้อยลง ทำให้ได้ข้อมูลของภาพที่ถูกต้องเพิ่มมากยิ่งขึ้น

1.4 ขอบเขต

ขอบเขตของการการระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (Computerized Firearms Identification) เป็นการค้นคว้าหาวิธีการวิจัยที่จะทำให้สามารถวิเคราะห์ลักษณะของภาพอาวุธปืน เพื่อจะให้สามารถตรวจสอบอาวุธปืน ซึ่งในปัจจุบันสีอาวุธปืนที่นิยมใช้ คือ สีรมดำ (สีดำ) และสีเงิน

ในการวิเคราะห์อาวุธปืน สามารถทำให้ระบุชนิดอาวุธปืน โดยใช้ภาพอาวุธปืนจากกลุ่มตัวอย่างรายละเอียดตามผนวก ก และผนวก ข โดยทำการแบ่งประเภทอาวุธปืนจากดังนี้

1. อาวุธปืนสั้นแบบอัตโนมัติ (Automatic)
2. อาวุธปืนสั้น แบบลูกโม้ (Revolver)
3. อาวุธปืนยาว

ซึ่งภาพของอาวูรป็นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นภาพถ่ายจากกล้อง CCD ที่ถ่ายจริงทุกภาพโดยไม่ได้อำศัยภาพเดิมมาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพ (Image processing) แต่อย่างใด โดยจัดทำชุดภาพอาวูรป็นในหลายขนาด ได้แก่ ขนาด 128x128, 256x256 และ 512x512 และมีการหมุนที่หลากหลาย ได้แก่ 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 และ 315 องศา

1.5 รายละเอียดของวิทยานิพนธ์

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นโดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 นำเสนอแนวคิดและเหตุผลความจำเป็นของการวิจัย ซึ่งรวมถึงความต้องการในการที่จะตรวจสอบชนิดของอาวูรป็นได้อย่างอัตโนมัติ ตลอดจนนำเสนอขอบเขตของงานวิจัย

บทที่ 2 นำเสนอแนวความคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิควิธีการต่าง ๆ พร้อมทั้งนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้น กับการตรวจสอบภาพของวัตถุชนิดต่าง ๆ ตลอดจนทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image Processing) และกระบวนการในการคัดแยกประเภทอาวูรป็น

บทที่ 3 นำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอหลักการและเหตุผลในการเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้นำเสนอในบทที่ 2 เพื่อประยุกต์ใช้ในการระบุชนิดของอาวูรป็น ให้มีความแม่นยำ และประสิทธิภาพตามที่ได้กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 4 นำเสนอผลการดำเนินการวิจัย ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่ใช้กระบวนการที่ได้ออกแบบมาตามที่ได้เสนอในบทที่ 3 โดยนำเสนอในลักษณะของตารางเปรียบเทียบความแม่นยำในการระบุชนิดของอาวูรป็นต่าง ๆ

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นำผลการวิจัยมาสรุปถึงความเป็นไปได้ที่ได้ทำการวิจัยในครั้งนี้

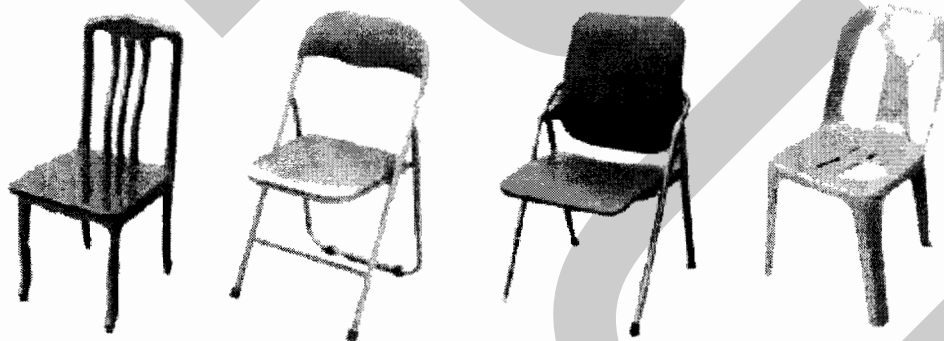
บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะเป็นการอธิบายวิธีการและแนวความคิดในต่าง ๆ ที่ได้มีการนำเสนอวิธีการตรวจสอบภาพในลักษณะต่าง ๆ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

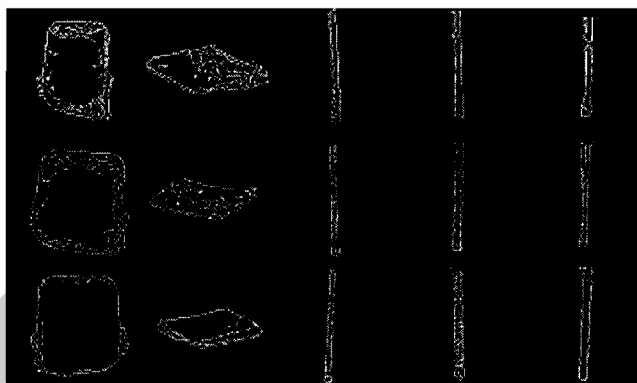
2.1 การประยุกต์ใช้แบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำองค์ประกอบวัตถุ

นิพนธ์ สมิตธาพิพัฒน์ และ ดร.พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์ (2545 : 36-60) ได้เสนอการประยุกต์ใช้แบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำองค์ประกอบวัตถุ (Appication of artificial neural network model for component recognition) นำเสนอการรู้จำภาพโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution neural network ในการรู้จำองค์ประกอบของวัตถุ โดยใช้เก้าอี้แบบมีพนักพิง 4 ตัว ดังรูปที่ 2.1 เป็นอุปกรณ์ในการทดสอบ โครงสร้างการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงเก้าอี้ที่ใช้ในการทดสอบ

จากรูปจะมีการแยกส่วนประกอบออกมาเป็นส่วน ๆ จากนั้นทำ Normalize แล้วแปลงเป็นภาพขาวดำเพื่อทำการหาขอบจัดแนวการวางของตัวรูปให้ถูกต้อง ดังรูปที่ 2.2 แล้วย่อขนาดลงแล้วจึงนำไปสอนคอมพิวเตอร์ โดยมีการกำหนดค่าของช่วงที่จะสอน โดยทำการสอนมากถึง 250 รอบ



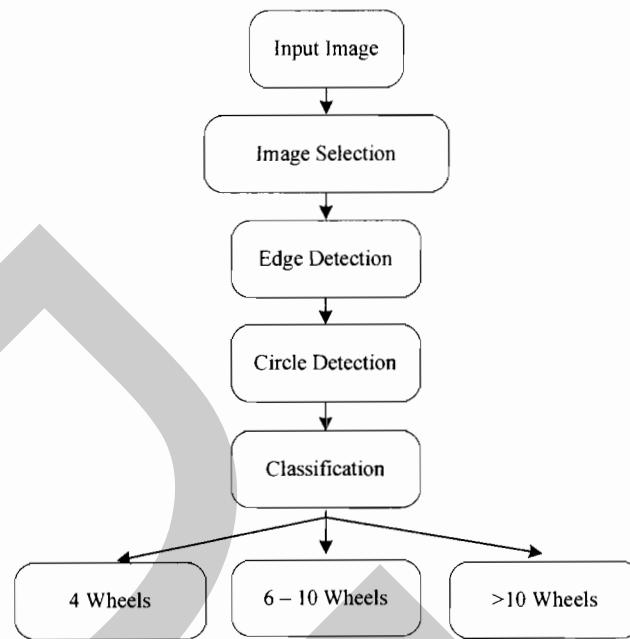
รูปที่ 2.2 แสดงเก้าอี้ที่ผ่านการ Normalize แล้ว

การทดสอบที่ทำการทดสอบกับชุดทดสอบ แม้จะได้ค่าความผิดพลาด 0 % แต่ก็ยังมีข้อเสียคือมีการจำภาพของวัตถุจำนวนมากทำให้ระบบทำงานได้ช้า

การจดจำภาพต้องมีการสอนให้รู้จำก่อน ในการสอนนี้มีจำนวนครั้งในการ Train ที่มากทำให้ต้องเสียเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบของวัตถุ

2.2 การจำแนกประเภทยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ ด้วยการประมวลผลภาพ

พันธ์พงษ์ คงกระพันธ์ และมนตรี กาญจนะเดชะ (2548 : 35) ได้นำเสนอการจำแนกประเภทยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ ด้วยการประมวลผลภาพ (Classification of Moving Vehicles Using Processing Technique) โดยทำการจำแนกยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ยานพาหนะ 4 ล้อ ยานพาหนะ 6 -10 ล้อ และยานพาหนะมากกว่า 10 ล้อ การประมวลผลภาพเริ่มต้นจากการเลือกภาพที่มียานพาหนะ จากนั้นใช้ตัวกรองโซเบลเพื่อหาขอบภาพ และใช้การแปลงฮัฟเฟิลเพื่อตรวจหาดำแหน่งของล้อของยานพาหนะ และนำผลที่ได้ไปจำแนกประเภทยานพาหนะด้วยวิธีฟิชชีเคมิน ผลการทดลองจากการจำแนกยานพาหนะจำนวน 105 ภาพ สามารถจำแนกประเภทยานพาหนะได้ถูกต้อง 77.14 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีขั้นตอนการจำแนกดังรูปที่ 2.3

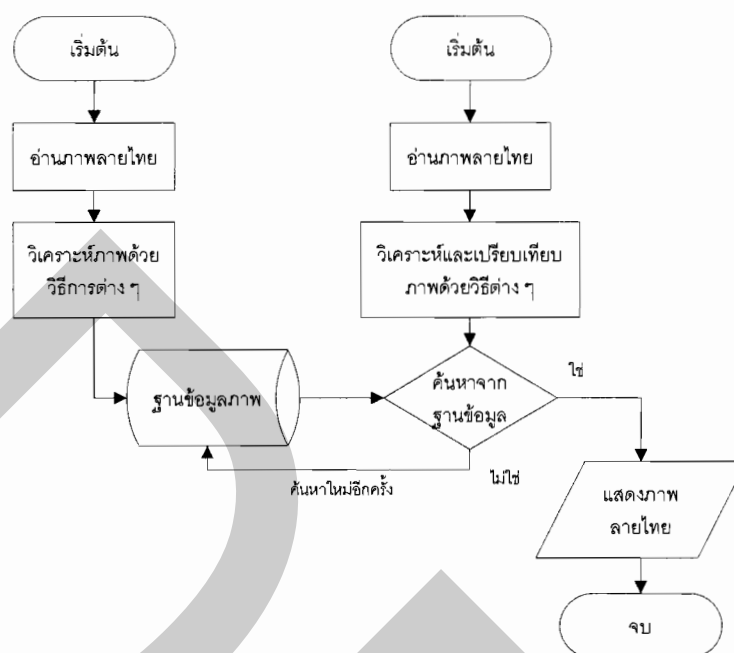


รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานในการจำแนกประเภทยานพาหนะ

สำหรับงานวิจัยนี้ ขั้นตอนวิธีการในการจำแนกประเภทยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่โดยวิธีการประมวลผลภาพ เหมาะสำหรับวิธีที่คนที่มีภาพยานพาหนะที่วิ่งด้วยความเร็วที่กล้องสามารถจับภาพได้ชัดเจน และภาพยานพาหนะที่มีความแตกต่างของแกนล้อยานพาหนะกับสีของล้อยานพาหนะมาก อย่างไรก็ตามขั้นตอนวิธีที่เสนออาจผิดพลาดได้ถ้ายานพาหนะในภาพจอดเฉยมากซึ่งจะทำให้ล้อของยานพาหนะไม่เป็นลักษณะวงกลม และภาพยานพาหนะจะต้องไม่มีการซ้อนทับกัน

2.3 การค้นหาข้อมูลภาพถ่ายไทยโดยใช้เทคนิคการสืบค้นข้อมูลภาพ

มณฑิธร รัตนศิริวงศ์วุฒิ และ สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ (2551: 1-6) ได้ทำการวิจัยเพื่อทำการสืบค้นข้อมูลภาพ การจำแนกหมวดต่าง ๆ ของภาพถ่ายไทย และในปัจจุบันนี้มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในการทำโครงร่างลวดลายของภาพถ่ายไทย โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ ทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพ ด้วยการเพิ่มความคมชัด รวมทั้งการหาขอบเขตของรูปภาพถ่ายไทย จากนั้นทำการค้นหาคุณลักษณะ และทำการเปรียบเทียบค่าระหว่างภาพต้นฉบับกับภาพในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 กระบวนการในการสืบค้นข้อมูลภาพลายไทย



รูปที่ 2.5 ภาพลายไทยที่ใช้ในการสืบค้น

สำหรับงานวิจัยนี้สามารถสืบค้นหาข้อมูลภาพลายไทยได้ถูกต้องรวดเร็ว แต่หากเป็นภาพลายไทยที่มีรูปร่าง และขนาดคล้ายคลึงกันไม่สามารถสืบค้นได้

2.4 การนับแยกเม็ดเลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โดยวิธีเครือข่ายประสาท

(Differentiation of White Blood Cell Count Form Microscopic Image

Using Neural Network Technique)

ศุภัญญา หมูเย็น , ชุชาติ ปิณฑวิรุจน์ และ สมชาติ แตรตุลาการ (2550) ได้ทำการวิจัยในเรื่องการนับแยกเม็ดเลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โดยวิธีเครือข่ายประสาท ทำการคัดแยกสเมียร์เลือดที่เป็นภาพสี โดยทำการคัดแยกเม็ดเลือดขาวออกจากพื้นหลัง จากนั้นทำการ

หาลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดขาว และทำการแยกชนิดเม็ดเลือดขาวโดยวิธีเครือข่ายประสาท การแยกเม็ดเลือดขาวออกจากพื้นหลังนั้นใช้เทคนิคการทำขีดแบ่งอัตโนมัติ โดยหาลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดขาว ซึ่งพิจารณาจาก ขนาด รูปร่าง และสีของเม็ดเลือดขาว

ผลการวิจัยใช้กลุ่มข้อมูล 233 ตัวอย่าง และกลุ่มทดสอบ 134 ตัวอย่าง ได้ผลความถูกต้องร้อยละ 88.10 แต่มีข้อเสียคือระบบทำงานได้ช้า และการจดจำภาพต้องมีการสอนให้รู้จำก่อน

2.5 การจับคู่ภาพฟิล์มของฟันโดยใช้การประมวลผลภาพบนพื้นฐานคุณลักษณะพิเศษของฟัน

(A Match of Teeth Films Using Image Processing Based on Special Features of Teeth)

สุภาภรณ์ เกรียงดิสิน และอดิสร ลีลาสันติธรรม (2550 : 25-45) ได้ทำวิจัยในเรื่องการจับคู่ภาพฟิล์มเอกซเรย์ชนิด Periodical Mouth Films ของฟันโดยใช้การประมวลผลภาพบนพื้นฐานคุณลักษณะพิเศษของฟัน 2 แบบ คือ ฟันรากคู่ ดังรูปที่ 2.6 และฟันรากเดี่ยว ดังรูปที่ 2.7 ได้ผลความถูกต้องของความเหมือนประมาณร้อยละ 90 แต่ภาพที่เปรียบเทียบระหว่างฟันรากคู่กับฟันรากเดี่ยว มีความเหมือนร้อยละ 50 ข้อดีคือความรวดเร็วในการประมวลผลเนื่องจากการใช้การพิจารณาจากชุดรหัสทิศทาง (Chain codes) แต่ยังไม่สามารถนำมาจับคู่กับฟันแบบ 3 ราก ได้



รูปที่ 2.6 ฟันแบบรากคู่



รูปที่ 2.7 ฟันแบบรากเดี่ยว

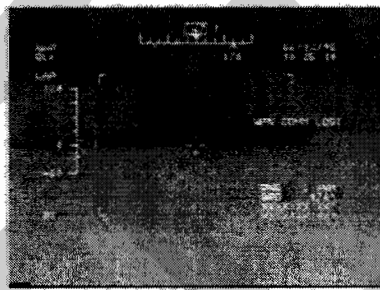
2.6 การจำรูปและการตรวจสอบภาพใบหน้ามนุษย์

Keun-Chang, Kwak, and W. Pedry (2004 : : 1666 - 1675) ใช้ Fuzzy integral ร่วมกับ wavelet decomposition ซึ่ง fuzzy integral มีลักษณะเป็น nonlinear functional ในการวิจัยได้ทำการแบ่งลักษณะเฉพาะในการจำรูปและการตรวจสอบภาพใบหน้ามนุษย์ ของภาพใบหน้าออกเป็น 4 ส่วน คือ

การประมาณค่า แนวนอน แนวตั้ง และเส้นทแยงมุม โดยใช้ฐานข้อมูลใบหน้าจาก Chungbuk National University และ Yale University จากผลการทดลองในการรู้จำได้ผลในระดับดีและมีประสิทธิภาพ เพนทิก เอ็ม (Pantic, M and L Rothkrantz. 2004 : 39 – 44) ได้นำเสนอวิธีรู้จำภาพใบหน้า ในมุมมอง หน้าตรงและด้านข้าง โครงร่างโดยการประมวลผลความสนใจไปที่ตา ปาก และคิ้ว ขั้นตอนวิธีที่ใช้ สำหรับการรู้จำคือ rule-base reasoning ผลการทดลองมีค่าความถูกต้องร้อยละ 86

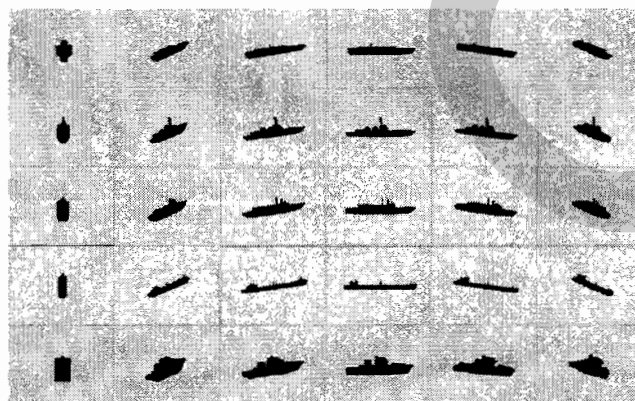
2.7 การจำแนกประเภทเรือจากกล้องอินฟราเรด

Jorge Alves, Jessica Herman และ Neil C.Rowe (2543 : 1-18) ได้นำเสนอการจำแนกประเภทเรือโดยกล้องอินฟราเรด ดังรูปที่ 2.8 และใช้การจำแนกภาพโดยใช้เครือข่ายประสาท จากการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ประสบความสำเร็จร้อยละ 80



รูปที่ 2.8 ภาพเรือที่ได้จากกล้องอินฟราเรด

การทดสอบที่ทำการทดสอบเรือตัวอย่างแม้จะได้ค่าความถูกต้อง 80 % แต่ก็มีข้อเสีย คือ มีการจำภาพเรือจำนวนมาก ดังรูปที่ 2.9 ให้ระบบทำงานได้ช้า



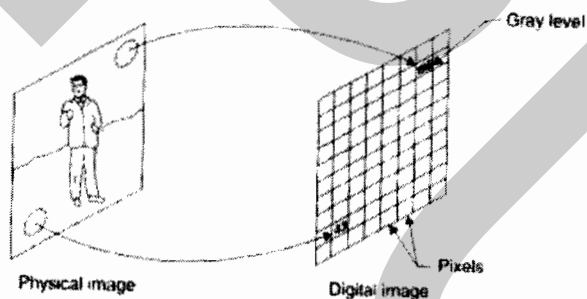
รูปที่ 2.9 ตัวอย่าง Training ของภาพเรือ

2.8 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing)

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญ และเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มี ความจำเป็นสำหรับใช้ในงานง่าย ๆ (ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ) และสำหรับงานที่มีความซับซ้อน รูปภาพมีบทบาทมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ซึ่งได้ใช้ภาพ (ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว) เป็นสื่อนำเสนอข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูล ที่เกี่ยวกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้นก็คือ การประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยใช้ดิจิทัลคอมพิวเตอร์

ความพยายามทางด้านการประมวลผลภาพได้เริ่มขึ้นในปี 1964 ณ ห้องแลป Jet Propulsion (Pasadena California) ซึ่งได้นำกระบวนการการประมวลผลภาพมาใช้ในการพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ต่อมาได้มีการตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์สาขาใหม่มีชื่อว่า Digital image processing หลังจากนั้นงานทางด้านการประมวลผลภาพก็พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ และใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานในหลาย ๆ ด้าน

การประมวลผลภาพดิจิทัล จะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยดิจิทัลคอมพิวเตอร์ได้ ในระบบของดิจิทัล อินพุต และเอาพุตของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพจริง (Physical Image) กับภาพดิจิทัล (Digital Image)

การวิเคราะห์ภาพดิจิทัล จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิทัล ซึ่ง อินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิทัล และเอาพุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัล เหล่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้นำมาจากการทำงานของตามมนุษย์ (Human Vision) นั่นก็คืองานทางด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) เป็นลักษณะเดียวกับการวิเคราะห์ภาพดิจิทัล นั่นเอง การมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่ว ๆ ไปในกระบวนการการวิเคราะห์ภาพดิจิทัล และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

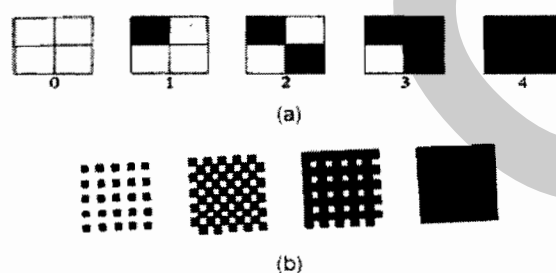
สำหรับการประมวลผลสัญญาณภาพ จะมองภาพเป็นข้อมูลแบบลำดับแถว (Array) ชนิด 2 มิติ โดยมองสดมภ์ (Column) เป็นแกน X และแถว (Row) เป็นแกน Y ส่วนข้อมูลของสมาชิกในแถวลำดับจะเป็นค่าความเข้ม (Intensity) ของจุดภาพ วิธีการประมวลผลภาพนั้นมีทั้งแบบภาพสี (RGB) ภาพขาวดำ (Binary Image) และภาพเฉดขาวดำ (Gray Scale) ปกติภาพที่นิยมใช้กับการประมวลผลสัญญาณภาพมักเป็นภาพแบบเฉดขาวดำ เพราะมีการใช้หน่วยความจำที่น้อยกว่าภาพสี และมีข้อมูลรายละเอียดของความเข้มสีมากกว่าภาพแบบขาวดำ

2.9 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น มีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปเรขาคณิตและไม่เป็นรูปเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาวุธปืนแต่ละประเภทมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเลือกใช้รูปร่างของภาพดังกล่าวมาช่วยในการจำแนกอาวุธได้ โดยได้แบ่งประเภทอาวุธปืนหลัก ๆ ได้ 3 ประเภท คือ ปืนสั้นแบบออโตเมติก (Automatic Gun), ปืนสั้นแบบลูกโม (Revolver) และปืนยาว

ปกติแบบแต่ละรูปแบบ (Pattern) ที่จะมาใช้ จะมาจากการสุ่มเพื่อหลีกเลี่ยงการรวมกลุ่มของจุดภาพ รูปที่ 2.11 (a) แสดงรูปแบบขนาด 2×2 ที่สร้าง 5 ระดับ ถ้าใช้รูปแบบนี้พื้นที่ที่มีสีขาวและสีดำอย่างละครึ่ง หมายความว่าสองจุดของสี่จุดจะต้องเปิด และอีกสองจุดต้องปิด ซึ่งถ้านำรูปแบบสองจุดดังกล่าวมาใช้ โดยสร้างบรรทัดในแนวตั้ง แนวนอน หรือแนวเอียงจะส่งผลเหมือน รูปที่ 2.11 (b)



รูปที่ 2.11 (a) แสดงระดับความแตกต่าง 5 ระดับของรูปภาพแบบขาวดำ (Binary Image)

(b) แสดงการแสดงผลภาพทั้งหมดที่เกิดจากการใช้รูปแบบใน (a)

ตัวอย่าง ระบบ 16×16 ข้อดีคือความละเอียดของเอาต์พุตมีมากขึ้น โดยการสร้างรูปแบบ ดังนี้
เริ่มจากการสร้างเมตริกซ์ ขนาด 2×2 โดยกำหนด ดังนี้

$$M_1 = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

ถัดไปใช้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$M_{n+1} = \begin{bmatrix} 4xM_n & 4xM_n + 2xU_n \\ 4xM_n + 3xU_n & 4xM_n + U_n \end{bmatrix}$$

โดยที่ 2^{2n} เป็นจำนวนของทั้งหมดในเมตริกซ์ (ยกตัวอย่างเมตริกซ์ขนาด $2^n \times 2^n$)

U_n เป็นเมตริกซ์จัตุรัสที่มีขนาด $2^n \times 2^n$ โดยทุกตัวมีค่าเป็น 1

จาก ตัวอย่าง จะหาค่า M_2 ได้ ดังนี้

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0x4 & 2x4 & 0x4+2 & 2x4+2 \\ 3x4 & 1x4 & 3x4+2 & 1x4+2 \\ 0x4+3 & 2x4+3 & 0x4+1 & 2x4+1 \\ 3x4+3 & 1x4+3 & 3x4+1 & 1x4+1 \end{bmatrix}$$

$$M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 2 & 10 \\ 12 & 4 & 14 & 6 \\ 3 & 11 & 5 & 9 \\ 15 & 7 & 13 & 5 \end{bmatrix}$$

2.10 กระบวนการวัดทางสถิติ (Statistical Operation)

การรับภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ และรูปแบบของการนำภาพที่อยู่ในหน่วยความจำไปแสดงด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ จะเห็นได้ว่ามีกระบวนการทำได้หลาย ๆ วิธีเพื่อที่จะให้ได้ผลตามที่ต้องการ

ในการแบ่งกระบวนการประมวลผลเกี่ยวกับภาพ แบ่งได้หลัก ๆ 3 อย่างด้วยกัน คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และ ระดับสูง โดยขึ้นอยู่กับกระบวนการเกี่ยวกับบิต (bit) ของภาพ ซึ่งอาจต้องผ่านการประมวลระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง ตามลำดับเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ออกมาดีที่สุด

การประมวลผลระดับต่ำ จะจัดการกับภาพขาวดำ โดยปกติจะทำการสร้างภาพที่สองขึ้นมาโดยมีเฉพาะข้อมูลที่ต้องการ ส่วนไหนที่ไม่ต้องการจะทำการตัดออกไป

การประมวลผลระดับปานกลาง เป็นการประมวลผลเกี่ยวกับการบ่งบอกว่าภาพมีลักษณะรูปร่าง พื้นที่ หรือ จุดของภาพจากการประมวลผลแบบระดับต่ำ

การประมวลผลระดับสูง เป็นการใช้ลักษณะทั่ว ๆ ไปที่จำเป็นของภาพ เช่น มีการเชื่อมต่อกันของรูปร่างอะไรบ้าง เพื่อที่จะทำให้รู้รูปร่างที่แท้จริงของวัตถุ ผลของการประมวลผลในระดับนี้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ภาพด้วย

2.11 การแปลงภาพสู่ระดับสีเทา (Gray-Level Transformations)

ในการที่จะทำการนับจำนวนจุดภาพ (Pixel) ของแต่ละระดับสีเทาของภาพสามารถทำได้ง่าย

For row = 0 To ROW_MAX - 1

For col = 0 To COL_MAX - 1

Count(image(row, col)) = Count(image(row, col)) + 1

Next col

Next row

โดยที่ข้อมูลแบบมิติที่อยู่ในตัวแปร Count จะสามารถนำมาแสดงผลเป็นฮิสโตแกรม (Histogram) ของภาพได้ ซึ่งฮิสโตแกรมนี้จะใช้บอกข้อมูลเกี่ยวกับธรรมชาติของภาพ ซึ่งอาจชี้ทิศทางของระดับการบวกลดต่าง ๆ ของภาพได้

2.11.1 เทคนิค การปรับความสว่างของภาพ ใช้เพื่อ ทำให้ภาพมีความสว่างมากขึ้น หรือน้อยลง

กระบวนการทำ จะทำการเพิ่มหรือลบค่าคงที่ออกจากจุดภาพทุก ๆ จุดภาพ หรือตามที่ต้องการ

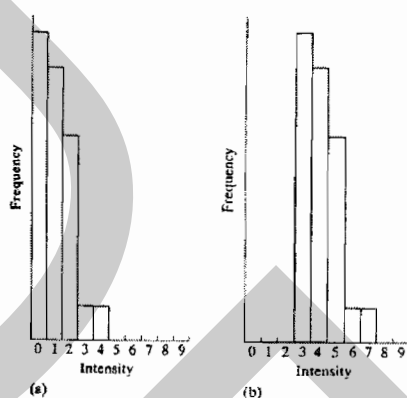
```
For row = 0 To ROW_MAX - 1
```

```
  For col = 0 To COL_MAX - 1
```

```
    image(row, col) = image(row, col) + ค่าคงที่
```

```
  Next col
```

```
Next row
```



รูปที่ 2.12 (a) แสดงฮิสโตแกรมของภาพจริง

(b) แสดงฮิสโตแกรมของภาพที่เพิ่มค่าคงที่ 3

2.11.2 เทคนิค การทำ Thresholding ใช้ทำเพื่อ เปลี่ยนทิศทางของภาพ โดยทำการแยกกลุ่มของภาพออกเป็น ส่วน ๆ

กระบวนการทำ โดยปกติ การทำ Threshold จะทำการเปรียบเทียบกับค่าของ threshold โดยถ้ามากกว่าจะเปลี่ยนค่าของจุดภาพที่ตำแหน่งนั้น ๆ ให้เป็นค่าสูงสุด และถ้าน้อยกว่าจะเปลี่ยนค่าของจุดภาพตำแหน่งนั้น ๆ ให้เป็นค่าต่ำสุด จึงทำให้ได้ภาพมีแค่สองระดับ คือ สูงสุด หรือ ต่ำสุด

```
For row = 0 To ROW_MAX - 1
```

```
  For col = 0 To COL_MAX - 1
```

```
    If (image(row, col) > threshold) then
```

```
      Image(row, col) = MAX
```

```
    Else
```

```
      Image(row, col) = MIN
```

```
    End if
```

```
  Next col
```

```
Next row
```

```

Check focusing
Type [F9] [ALT] & [D], then
You have an image on the scr.
[RETURN] then grab 1 [RETURN]
[RETURN] to go back to menu
Write 1 [RETURN]
file name .PCT [RETURN]

```

รูปที่ 2.13 ภาพที่เป็นภาพขาวดำ (Binary Image) ที่มีการ Threshold ขึ้นและลง

2.11.3 ความผิดพลาดจากการทำ Threshold โดยปกติความผิดพลาดจะเกิดจากผลกระทบจากพื้นหน้า หรือพื้นหลังของภาพ โดยที่เมื่อทำการแยกระดับของสีเทาออกเป็นกลุ่ม ความผิดพลาดหลักๆ ที่พบได้ คือ

ชนิดที่ 1 ทุกจุดภาพไม่เข้ามาอยู่ตามกลุ่มที่ต้องการ

ชนิดที่ 2 บางจุดภาพไม่ควรเข้ามาอยู่ในกลุ่มที่ไม่ต้องการ

กระบวนการ Threshold ถูกนำไปใช้ในการสร้างภาพขาวดำ โดยอาจมีกระบวนการต่าง ๆ เพิ่มเข้ามาด้วยเพื่อให้คุณภาพของภาพดียิ่งขึ้น

2.11.4 เทคนิค การทำ Bunching ใช้เพื่อ ลดจำนวนของระดับความแตกต่างของสีเทาแยกภาพออกเป็นกลุ่ม หรือ เาะระดับของช่วงสีเทาที่ไม่ต้องการออก

กระบวนการทำ คือ ทำให้ค่าของจุดภาพ แต่ละจุดภาพ ที่มีค่าใกล้เคียงกันที่กำหนดให้เป็นค่าที่กำหนดให้ ซึ่งจะทำได้โดยโปรแกรมเปลี่ยนด้วย

ตัวอย่าง ข้อมูลภาพเป็นดังนี้

1	8	4	3	6	2	5	2	8	4	6	2	5
0	3	8	3	6	5	4	0	3	8	3	8	7
3	8	4	7	6	2	8	3	7	3	7	6	1
0	9	8	0	5	4	8	5	9	3	7	2	9

ซึ่งจะแสดงเป็นฮิสโตแกรม ดังนี้

0	*****
1	*****
2	*****
3	*****
4	*****
5	*****
6	*****
7	*****
8	*****
9	*****

โดยกำหนดให้ระดับของภาพที่ต้องการเป็น 0, 3, 6 และ 9 จะทำให้ได้ค่าของภาพใหม่เป็น

0	9	3	3	6	3	6	3	9	3	6	3	6
0	3	9	3	6	6	3	0	3	9	3	9	6
3	9	3	6	6	3	9	3	6	3	6	6	0
0	9	9	0	6	3	9	6	9	3	6	3	9

ซึ่งฮิสโตแกรมที่เปลี่ยนไปสามารถเขียนได้ ดังนี้

0	*****
1	
2	
3	*****
4	
5	
6	*****
7	
8	
9	*****

จาก ตัวอย่าง ใช้ค่า 0, 3, 6 และ 9 จะทำให้แยกข้อมูลออกเป็นกลุ่ม ดังนี้ (0,1,2), (3,4,5), (6,7,8) และ 9

For row = 0 To ROW_MAX - 1

For col = 0 To COL_MAX - 1

Image(row, col) = int(image(row, col) / bunchsiz) *

bunchsize

Next col

Next row

2.11.5 เทคนิค การ Split ใช้เพื่อ เพิ่มระดับความแตกต่างของระดับสีเทาของสองกลุ่มเพื่อทำให้สามารถแยกแยะจากกันได้

กระบวนการทำ ระดับสีเทาสามารถเพิ่มระดับได้ในหลายทิศทาง โดยจะมีค่าของการเปลี่ยนแปลงตรงกลางที่สามารถทำให้แยกออกมาเป็นกลุ่ม ๆ ได้

2.11.6 เทคนิค การเลือกระดับสีเทาอัตโนมัติเพื่อทำ Split ใช้เพื่อหาระดับของสีเทาที่ดีที่สุดเพื่อแยกกลุ่ม ๆ ของภาพออกจากกัน โดยปกติใช้แยกสีขาวและสีดำออกจากกัน

กระบวนการทำ ถ้าให้ $f(g)$ เป็นจำนวนของจุดภาพที่ระดับสีเทา g และ $t(g)$ เป็นจำนวนของจุดภาพที่มีค่าระดับสีเทาเท่ากับ g หรือน้อยกว่า เขียนเป็นสมการได้

$$t(g) = \sum_{i=0}^g f(i)$$

ถ้าจำนวนของจุดภาพในบริเวณที่ศึกษา P (โดยปกติขนาด $N \times M$) และ $m(g)$ เป็นค่าเฉลี่ย

$$m(g) = \frac{\sum_{i=0}^g i \cdot f(i)}{t(g)}$$

$$T = \max \left\{ \frac{t(g)}{P - t(g)} \cdot \frac{[m(g) - m(G-1)]^2}{m(G-1)} \right\} - 1$$

ถ้าค่าระดับสูงสุดของระดับสีเทาเป็น G (0, 1, 2 ..., $G-1$) จะสามารถหาค่าได้ตามสมการ ดังนี้

$$\text{ซึ่งค่าของ } \max (Ax+B)-1 = T = 4$$

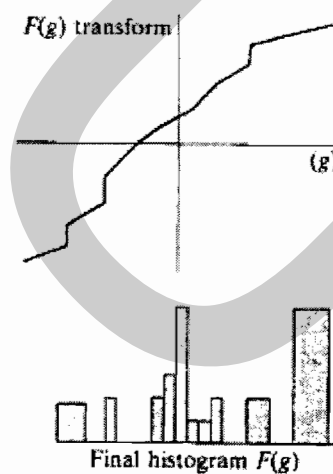
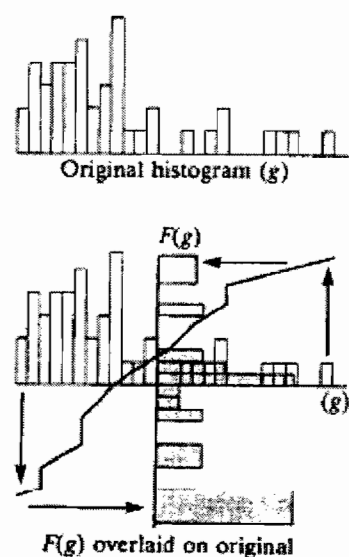
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการคำนวณหาค่า A B

Histogram	F(g)	T(g)	g.f(g)	$\sum g.f(g)$	M(g)	A	B	AxB
0 *****	4	4	0	0	0	0.08	23.04	0.18
1 ****	2	6	2	2	0.3	0.13	20.25	2.83
2 *****	5	11	10	12	1.1	0.27	13.69	3.70
3 *****	9	20	27	39	2	0.63	7.84	4.94
4 *****	5	25	20	59	2.4	0.93	5.76	5.36
5 *****	5	30	25	84	2.8	1.36	4.00	5.44
6 *****	5	35	30	114	3.3	2.06	2.25	4.64
7 *****	5	40	35	149	3.7	3.33	1.21	4.03
8 *****	9	49	72	221	4.5	16.33	0.09	1.47
9 ***	3	52	27	248	4.8	∞		

$$N \times M = 52$$

2.11.7 เทคนิค รูปแบบต่างๆ ไปของการเคลื่อนย้ายระดับสีเทา ใช้เพื่อ รวมฟังก์ชันเข้าด้วยกัน

กระบวนการทำ ฟังก์ชัน $F(g)$ สามารถใช้เปลี่ยนค่าระดับสีเทา g ใด ไปเป็นค่าระดับใหม่ a ซึ่งเราสามารถใช้ฟังก์ชัน $F(g)$ เพื่อเปลี่ยนค่าฮิสโตแกรมเป็นค่าต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงการ Transformation

2.12 กระบวนการใช้รูปหลาย ๆ รูป

เป็นการเตรียมเพื่อที่จะสร้างภาพใหม่จากภาพตั้งแต่สองรูปขึ้นไป มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่นการเอาสิ่งที่ไม่ต้องการออก การหาค่าเฉลี่ย เช่น การลบส่วนที่เป็นพื้นหลัง

การลบพื้นหลังออกเป็นกระบวนการที่ใช้แยกภาพสองภาพ โดยจะทำการเอาพื้นหลัง ออกถ้าสองภาพมีระดับพื้นหลังที่เหมือนกัน ซึ่งสองรูปนี้ควรจะได้อาจมาจากภาพที่เวลาใกล้เคียงกัน เพื่อให้ผลลัพธ์ออกมาถูกต้อง

เทคนิค การลบพื้นหลังออก ใช้เพื่อลบพื้นหลังของสองรูปที่เหมือนกันออก

ทฤษฎี การลบหมายความว่า เป็นการเอาค่าของจุดภาพของภาพที่หนึ่งลบออกจากค่า จุดภาพของภาพที่สอง สามารถเขียนได้เป็น

$$\text{Result} = x - y$$

เมื่อ $x \geq y$ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้า $x < y$ จะทำให้ค่าของ result เป็นลบ ดังนั้นถ้าคิดค่า จากค่าที่เป็นลบด้วยจะทำให้ได้ค่าที่ถูกต้อง เช่น

- 1 คือ 255

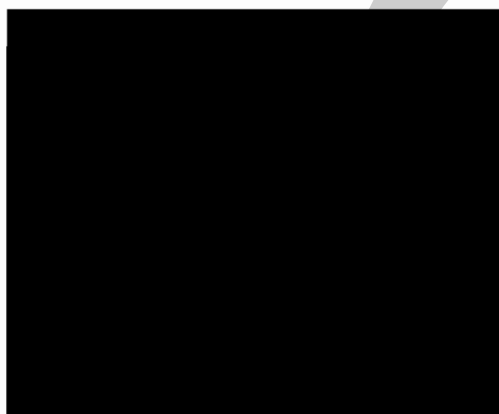
- 2 คือ 254

แต่วิธีการที่ดีที่สุด คือ การหาเฉพาะค่าสัมบูรณ์เท่านั้น

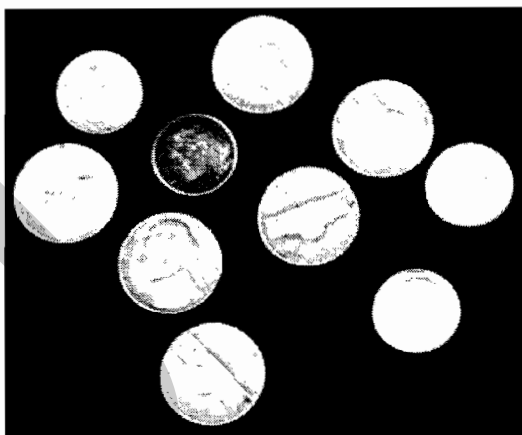
$$\text{Result} = |x - y|$$

กระบวนการทำ หาค่าใหม่จาก

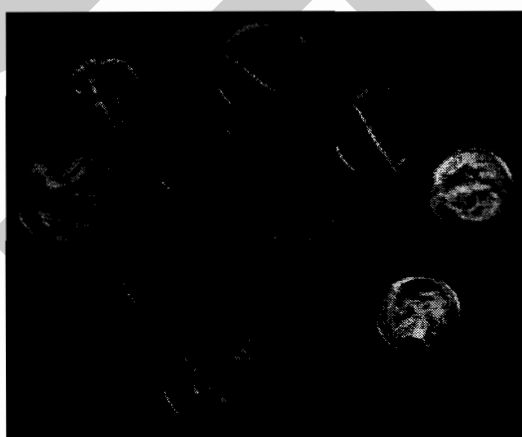
$$\text{new image} = \text{Max} - \text{abs}(X - Y)$$



รูปที่ 2.15 (a) ภาพที่มีพื้นหลังอย่างเดียวน



รูปที่ 2.15 (b) ภาพก่อนลบที่มีพื้นหลังออก

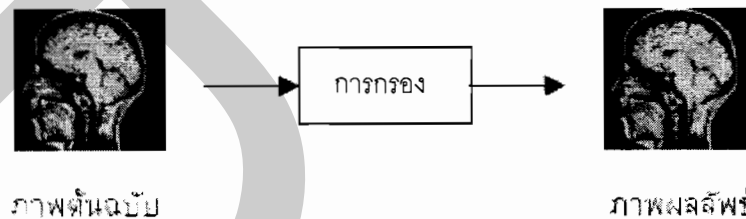


รูปที่ 2.15 (c) ภาพที่ลบพื้นหลังออกแล้ว

2.13 การกรองข้อมูลภาพ

การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) คือการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

การกรองข้อมูลภาพคือการประมวลผลภาพอย่างหนึ่งที่จำเป็นมาก เนื่องจากการใช้งานจริง ภาพที่ได้มามักมีสัญญาณรบกวน หรือสัญญาณไม่พึงประสงค์อื่นๆ ปะปนอยู่ด้วย การกรองข้อมูลภาพสามารถปรับปรุงให้ภาพมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น เหมาะแก่การประมวลผลในขั้นต่อไป การกรองข้อมูลภาพสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การกรองข้อมูลภาพ

องค์ประกอบสำคัญของการกรองข้อมูลภาพคือตัวกรอง หากเปรียบเทียบเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ต่างๆ ผสมกันอยู่ ตัวกรองก็คือวงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เลือกหรือกรองให้ สัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วงที่ต้องการผ่านออกไปได้ คุณสมบัติของตัวกรองคือตัวกำหนด คุณสมบัติของภาพผลลัพธ์

เราอาจมองข้อมูลของภาพๆ หนึ่งให้เป็นสัญญาณๆ หนึ่งได้ ด้วยการกำหนดให้ระดับความเข้มแสงของแต่ละจุดคือขนาด (Amplitude) ของสัญญาณ ณ ตำแหน่งนั้นๆ ข้อแตกต่างระหว่างสัญญาณไฟฟ้ากับภาพคือ

a) ขนาดของสัญญาณไฟฟ้าคือค่าแรงดันหรือกระแส แต่ขนาดของข้อมูลภาพคือ ระดับความเข้มแสงของจุดภาพ

b) การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา ความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าถูกกำหนดโดยอัตราการเปลี่ยนแปลงของขนาดของสัญญาณในหนึ่งช่วงเวลา แต่การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงเทียบกับตำแหน่งของจุดภาพ ความถี่ของการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับ อัตราการเปลี่ยนระดับความเข้มแสงของจุดที่อยู่ติดกันไป

c) สัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณมิติเดียว (amplitude vs time) แต่ภาพเป็น สัญญาณ 2 มิติ (intensity vs X & Y)

ตัวกรองคือระบบ ใดๆ หนึ่งซึ่งรับสัญญาณเข้า (input) ประมวลผลสัญญาณ และส่งสัญญาณออก (output) โดยทั่วไปตัวกรองจะถูกสร้างให้เป็นระบบเชิงเส้น (linear system) เนื่องจาก

ออกแบบได้ง่าย และมีประสิทธิภาพดี ปัจจุบันมีทฤษฎี และเทคนิคมากมายเกี่ยวกับ การออกแบบ ตัวกรองสัญญาณแบบเชิงเส้น

ในการกรองข้อมูลภาพ เรามักพิจารณาว่าภาพคือสัญญาณ 2 มิติที่ประกอบขึ้นจาก สัญญาณความถี่ต่างๆ ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ต่างกัน การออกแบบตัวกรองจึงเป็นการกำหนด ว่า เราต้องการกำจัดสัญญาณความถี่ใดออกไป (หรือต้องการเลือกสัญญาณความถี่ใดบ้าง) หากพอานมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการกรองสัญญาณไฟฟ้า ก็จะสามารรถทำความเข้าใจเกี่ยวกับการกรอง ข้อมูลภาพได้ไม่ยาก เพราะการกรองข้อมูลภาพคือส่วนขยายของความรู้เดิมให้ รองรับการ ประมวลผลสัญญาณ 2 มิติ

2.13.1 ประเภทของตัวกรอง

- ตัวกรองแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทตามลักษณะการเลือกความถี่คือ
- ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-pass Filter)
- ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High-pass Filter)
- ตัวกรองแถบความถี่ผ่าน (Band-pass Filter)
- ตัวกรองหยุดแถบความถี่ (Band-stop Filter)

ค่าพารามิเตอร์หลักในการกำหนดคุณสมบัติของตัวกรองคือ ค่าความถี่คัตออฟ (Cut-off frequency) ความถี่คัตออฟคือความถี่ที่ระบุจุดตัดของสัญญาณว่าจะให้ผ่าน หรือไม่ผ่าน ตัวอย่างเช่น ตัวกรองความถี่ต่ำผ่านที่มีค่าความถี่คัตออฟเท่ากับ 1,000 เฮิร์ตซ์จะยอมให้สัญญาณ ที่มีความถี่ต่ำกว่า 1,000 เฮิร์ตซ์ผ่านไปได้ แต่จะไม่ยอมให้สัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า 1,000 เฮิร์ตซ์ผ่าน

สำหรับตัวกรองความถี่สูงผ่านจะทำงานตรงข้ามกับตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน คือไม่ยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่าความถี่คัตออฟผ่านไปได้ แต่จะยอมให้ความถี่ที่สูงกว่าความถี่คัตออฟผ่านได้

วงจรกรองแถบความถี่ผ่านยอมให้สัญญาณในช่วงความถี่หนึ่งผ่านไปได้ หากสัญญาณ มีความถี่อยู่นอกช่วงจะถูกลดทอนหรือไม่ยอมให้ผ่านไป สำหรับวงจรหยุดแถบความถี่จะมี ลักษณะการทำงานที่ตรงข้ามกันคือจะลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ในช่วงที่กำหนดลง และจะผ่านความถี่ที่อยู่นอกช่วง

ในการกรองสัญญาณใดๆ เราจะต้องทราบความถี่ หรือช่วงความถี่ของสัญญาณที่เรา ต้องการและสัญญาณที่เราไม่ต้องการ จากนั้นเราจะเลือกตัวกรองที่เหมาะสมมาใช้เพื่อกำจัด สัญญาณที่ไม่ต้องการออก และ/หรือนำสัญญาณที่ต้องการให้เด่นชัดยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น สัญญาณรบกวน

2.13.2 การกรองโดยการเฉลี่ยจากหลายภาพ

หากเรามีชุดของภาพคุณภาพต่ำหลาย ๆ ภาพซึ่งถ่ายจากมุมกล้องเดียวกัน เราสามารถสร้างภาพใหม่ที่มีคุณภาพสูงกว่าจากชุดภาพนั้นได้ หากสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นแบบ สุ่ม ภาพที่เก็บแต่ละครั้งย่อมมีลักษณะแตกต่างกัน หากความเข้มแสงของจุดในภาพหนึ่งถูกรบกวน เราสามารถนำข้อมูลความเข้มแสงของจุด จากภาพอื่น ณ ตำแหน่งเดียวกันมาแทน แต่ ละจุดใน ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดจากการเฉลี่ย (หรือเลือก) จากจุดที่ตรงกันของภาพต่าง ๆ ในชุด ภาพ

2.13.2.1 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (Mean filtering)

วิธีการนี้จะใช้ค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ของจุดทั้งหมด หากมีภาพขนาด $N \times M$ ทั้งหมด K ภาพ เราสามารถคำนวณหาภาพใหม่ได้ดังนี้

$$\hat{I}(x, y) = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^K I_j(x, y)$$

$\hat{I}(x, y)$ คือ ความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพผลลัพธ์

$I(x, y)$ คือ ความเข้มแสงของจุด ณ ตำแหน่ง (x, y) ในภาพที่ j

2.13.2.2 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median filtering)

วิธีการนี้จะนำเอาความเข้มแสงของจุดที่ตรงกันในภาพต่างๆ มาเรียงลำดับ (Sort) จาก น้อยไปหามาก จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางไปใช้ หากจำนวนภาพทั้งหมดเป็นจำนวนคู่ ค่าทั้ง สองที่อยู่ตรงกลางจะนำมาหาค่าเฉลี่ย วิธีการนี้จะต้องใช้การเรียงลำดับซึ่งเป็นกระบวนการ ที่ใช้ เวลาในการคำนวณสูง แต่ข้อดีคือไม่สูญเสียความคมชัด ดังรูปที่ 2.17

ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ภาพที่ 3	ผลลัพธ์
1 2 1 3	2 3 4 3	3 2 1 4	2 2 1 3
4 2 2 1	5 3 4 1	2 1 4 0	4 2 4 1
0 1 1 3	3 2 4 2	1 4 2 0	1 2 2 2
2 2 1 1	1 3 1 2	2 4 0 2	2 3 1 2

รูปที่ 2.17 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่ามัธยฐาน (Median filtering)

2.13.2.3 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม (modal filtering)

วิธีการนี้คล้ายกับวิธีใช้ค่ามัธยฐาน แต่ไม่ใช้การเรียงลำดับข้อมูล ระดับความเข้มแสงที่ ไซบ่อบที่สุดจะถูกเลือกไปใช้ วิธีนี้เสมือนการโหวตลงคะแนนเสียง ผู้ที่ได้คะแนนเสียงสูงที่สุดคือ ผู้ชนะ วิธีนี้เหมาะสำหรับการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นไม่บ่อย ดังรูปที่ 2.18

ภาพที่ 1	ภาพที่ 2	ภาพที่ 3	ผลลัพธ์
1 2 1 3	2 3 4 3	3 2 1 4	2 2 1 3
4 2 2 1	5 3 4 1	2 1 4 0	4 2 4 1
0 1 1 3	3 2 4 2	1 4 2 0	1 2 2 2
2 2 1 1	1 3 1 2	2 4 0 2	2 3 1 2

รูปที่ 2.18 การกรองข้อมูลภาพโดยใช้ค่าฐานนิยม (Modal filtering)

2.13.3 การกรองโดยใช้หน้าต่าง

การกรองข้อมูลภาพวิธีนี้จะใช้หน้าต่างในการกำหนดขอบเขตของการพิจารณา เพื่อหา ระดับความเข้มแสงของจุดต่างๆ ในภาพผลลัพธ์ ความเข้มแสงของจุดที่อยู่รอบๆ จุดกึ่งกลาง ของ หน้าต่างจะถูกนำมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยที่ได้คือค่าความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์ หน้าต่างจะถูกเลื่อนไปยังตำแหน่งต่างๆ ในภาพจนครบทุกจุด

ภาพเริ่มต้น	ภาพผลลัพธ์
0 0 0 0 1 2 0 2 3 0 0 0 1 2 0 9 1 0 0 1 3 2 1 0 0 0 0 0 0 0	A B C D E F G H I J K L

รูปที่ 2.19 การกรองโดยใช้หน้าต่าง

จากรูปที่ 2.19 จะเห็นว่ามีหน้าต่างขนาด 3x3 ครอบอยู่ที่มุมบนด้านซ้ายของภาพเริ่มต้น ความเข้มแสง ณ จุดกึ่งกลางของหน้าต่างมีค่าเท่ากับ 1 ความเข้มแสงของจุดภาพในภาพผลลัพธ์ ณ ตำแหน่งที่ตรงกับกึ่งกลางของหน้าต่างที่ครอบอยู่บนภาพเริ่มต้น (จุด A) สามารถ คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยความเข้มแสงของทุกจุดในหน้าต่าง การหาค่าเฉลี่ยสามารถทำได้ 3 แบบคือ การหาค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐาน และการหาค่าเฉลี่ย แบบฐานนิยม

การหาค่าเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ทำได้โดยการหาผลรวมของค่าความเข้มแสงของจุดทุกจุดในหน้าต่าง แล้วหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดในหน้าต่าง จากตัวอย่างในรูปที่ 5.5 ความเข้ม แสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ $(0+0+0+0+1+2+0+2+3) / 9 = 8/9$ ค่าความเข้มแสงที่จุดอื่นๆ สามารถคำนวณได้ โดยการเลื่อนหน้าต่างให้จุดกึ่งกลางตรงกับจุดที่ต้องการหาค่า

การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐานทำได้โดยการนำค่าทั้งหมดในตารางมาเรียงลำดับ (sort) จาก น้อยไปหามาก (หรือจากมากไปหาน้อยก็ได้) จากนั้นจะเลือกค่าที่อยู่ตรงกลางของลำดับ เป็นค่าความเข้มแสงของจุดในภาพผลลัพธ์ หากจำนวนจุดในหน้าต่างเป็นจำนวนคู่ ผลลัพธ์จะ คำนวณได้จากการเฉลี่ยค่าระหว่างจุดกึ่งกลางทั้งสอง จากตัวอย่างในรูปที่ 2.14 เมื่อเรียงลำดับ ความเข้มแสงจะได้ลำดับดังนี้ (0 0 0 0 1 2 2 3) ค่าที่อยู่ตรงกลางคือ 0 ดังนั้นความเข้ม แสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ 0

การหาค่าเฉลี่ยแบบฐานนิยมทำได้โดยการเลือก ระดับความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดในหน้าต่างมาเป็นคำตอบ ปัญหาที่อาจเกิดจากการใช้วิธีนี้คือ มีระดับความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดมากกว่า (มีหลายคำตอบ) วิธีการแก้ไขคือการหาค่าเฉลี่ยหรือเปลี่ยนไปใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบมัธยฐาน จากตัวอย่างในรูปที่....ค่าความเข้มแสงที่ใช้บ่อยที่สุดคือ 0 ดังนั้นความเข้มแสง ที่จุด A มีค่าเท่ากับ 0

นอกจากการหาค่าผลลัพธ์โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีวิธีการหาผลลัพธ์อีกวิธีหนึ่งคือการหาค่าเฉลี่ยจากจุด k จุดที่มีค่าความเข้มใกล้เคียงกับค่าความเข้มแสงของจุดกึ่งกลางของหน้าต่าง วิธีนี้เรียกว่า k-closest averaging การคำนวณหาผลลัพธ์เริ่มจากการนำค่าความเข้มแสงของทุกจุดในหน้าต่างมาเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก จากนั้นค่าที่อยู่รอบๆ ค่าของจุดกึ่งกลางหน้าต่างจำนวน k ค่าจะถูกเลือกมาเพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยนี้คือความเข้ม แสงของจุดในภาพผลลัพธ์ ในการหาค่าเฉลี่ย อาจนำค่าของความเข้มสีที่จุดกึ่งกลางมาคิดด้วย ก็ได้ จากตัวอย่างในรูปที่ 2.20 เมื่อเรียงลำดับความเข้มแสงจะได้ลำดับดังนี้ (0 0 0 0 1 2 2 3) หากกำหนดให้ k = 4 และไม่นำค่าที่จุดกึ่งกลาง (1) มาคิด ค่าความเข้มแสงที่จุด A มีค่าเท่ากับ $(0+0+2+2)/4 = 1$ หากนำค่าที่จุดกึ่งกลาง มาคิด ค่าความเข้มแสงที่จุด A จะมีค่าเท่ากับ $(0+0+1+2+2)/5 = 1$

1 2 2 1	0 1 1 0	0 0 0 0	1 2 1 3
1 2 2 2	1 2 2 1	0 2 2 1	2 2 3 1
1 2 2 1	0 2 1 0	0 0 0 0	1 4 2 1
(ก)	(ข)	(ค)	(ง)

รูปที่ 2.20 แสดงภาพการกรองข้อมูลภาพโดยใช้หน้าต่าง

- (ก) ใช้การเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ (แสดง ผลลัพธ์หลังการปิดเศษ)
- (ข) ใช้มัธยฐาน
- (ค) ใช้ฐานนิยม (ใช้มัธยฐานแทนสำหรับจุดที่มีปัญหา)
- (ง) ใช้ k-closest averaging (แสดงผลลัพธ์หลังการปิดเศษ)

2.13.4 การกรองโดยวิธีคอนโวลูชัน (Convolution Filtering)

วิธีการกรองข้อมูลภาพที่กล่าวมาส่วนใหญ่อาศัยหลักของการหาค่าเฉลี่ย โดยอาจเป็นการหาค่าเฉลี่ยของจุดเดียวกันจากภาพหลายๆ ภาพ หรืออาจเป็นการหาค่าเฉลี่ยจากจุดต่างๆ ที่อยู่รอบๆ จุดที่เราสนใจ เนื่องจากการหาค่าเฉลี่ยเป็นการลดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วิธีการที่พัฒนามาจึงใช้ได้ดีกับการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เป็นสัญญาณความถี่สูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การกรองสัญญาณมีวัตถุประสงค์เพื่อเน้นคุณสมบัติบางอย่างที่ต้องการในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในขณะที่ลดทอนคุณสมบัติที่ไม่ต้องการลง หากเราต้องการเน้นการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มของจุดต่างๆ ภายในภาพให้เด่นชัดขึ้น ในที่นี้จะเสมือนกับการกรองสัญญาณ ความถี่สูงผ่าน เราจะไม่สามารถใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ วิธีที่สามารถนำมาใช้ได้คือการคอนโวลูชัน (Convolution)

2.13.4.1 การคอนโวลูชัน

ในการประมวลผลภาพ การคอนโวลูชันคือการกระทำกันระหว่างเทมเพลต (template) กับภาพ (image)

เทมเพลตคือเมตริกซ์ขนาด $n \times m$ ของชุดตัวเลขที่จะนำไปซ้อนทับภาพที่ตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชัน ถ้ากำหนดให้เทมเพลต $T(x,y)$ เป็น เทมเพลตขนาด $n \times m$ และภาพ $I(X,Y)$ มีขนาด $N \times M$ การคอนโวลูชันระหว่างเทมเพลตกับภาพสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$I'(X,Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i,j) \bullet I(X-i,Y-j)$$

โดย $I'(X,Y)$ คือ ภาพผลลัพธ์จากการคอนโวลูชัน

จากสมการจะเห็นว่าระดับความเข้มแสง ณ จุด (X,Y) ในภาพผลลัพธ์ได้ จากการหาผลรวมของผลคูณของระหว่างค่าในเทมเพลต กับค่าระดับความเข้มแสง ของภาพในบริเวณที่เทมเพลตซ้อนทับอยู่ จากสมการ ตัวชี้ตำแหน่งจุดในภาพ $(X-i,Y-j)$ แสดงให้เห็นว่ามีการพลิกเทมเพลตทางแกนนอน และแกนตั้ง จากสมการแสดงการ คอนโวลูชันที่ไม่ต้องมีการพลิกเทมเพลต ซึ่งวิธีการนี้มีชื่อที่แท้จริงว่า cross-correlation และเป็นที่ยอมรับในด้านการประมวลผลภาพ

$$I'(X,Y) = T * I = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} T(i,j) \bullet I(X-i,Y-j)$$

ขั้นตอนของการคอนโวลูชันประกอบด้วยการเลื่อน บวก และคูณ เราสามารถใช้ การคอนโวลูชันในการประมวลผลภาพได้ในหลายลักษณะ เช่นกรองสัญญาณภาพ การหาขอบภาพ (edge detection) หรือการหารูปทรงของวัตถุในภาพ เป็นต้น

โดยทั่วไป ในการคอนโวลูชัน เราจะไม่ยอมให้มีการเลื่อนเทมเพลตออกนอก ขอบเขตของภาพ ดังนั้นถ้าเทมเพลตมีขนาดใหญ่กว่า 1×1 ภาพผลลัพธ์จะมีขนาดเล็ก กว่าภาพเริ่มต้นเสมอ เช่น การคอนโวลูชันระหว่างภาพขนาด 4×5 กับ เทมเพลตขนาด 2×2 ต่อไปนี้

เทมเพลต		ภาพเริ่มต้น		ภาพผลลัพธ์
		1 1 3 3 4		2 5 7 6 *
1 0		1 1 4 4 3		2 4 7 7 *
0 1	*	2 1 3 3 3	=	3 2 7 7 *
		1 1 1 4 4		* * * * *

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการคอนโวลูชันระหว่างภาพขนาด 4×5 กับ เทมเพลตขนาด 2×2

จะให้ภาพผลลัพธ์ที่มีขนาด 3×4 จากรูปที่ 2.21 ค่าความเข้มสี 3 ใน ภาพผลลัพธ์ได้จากการหาผลรวมของผลคูณระหว่างเทมเพลตกับภาพในบริเวณที่แรเงา ซึ่งมีค่าเท่ากับ $(1 \times 2) + (0 \times 1) + (0 \times 1) + (1 \times 1) = 3$

จากตัวอย่างพบว่าจุดมุมบนซ้ายของเทมเพลตคือจุดอ้างอิงในการกำหนดจุดใน ภาพผลลัพธ์ ในความเป็นจริงแล้ว เราสามารถเลือกจุดใดๆ ในเทมเพลตให้เป็นจุดอ้างอิงก็ได้ การเลือกเอาจุดกึ่งกลางของเทมเพลตที่ความกว้างและสูงเป็นจำนวนคี่ (เช่น เทมเพลตขนาด 3×3 3×5 5×5 และ 7×7 เป็นต้น) เป็นจุดอ้างอิงนับว่ามีความเหมาะสม ยิ่ง อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการเขียนโปรแกรมแล้ว การใช้จุดมุมเป็นจุดอ้างอิงจะลด ความซับซ้อนในการเขียนโปรแกรมลง เนื่องจากไม่มีปัญหาสำหรับการคอนโวลูชันโดย ใช้เทมเพลตที่มีขนาดไม่คงที่ ดังนั้นในหนังสือนี้จะใช้จุดมุมบนซ้ายเป็นจุดอ้างอิงในการ ทำคอนโวลูชันทุกครั้ง เว้นแต่มีการกำหนดให้เป็นอย่างอื่น

การคอนโวลูชันที่ไม่ยอมให้เทมเพลตเลื่อนออกนอกบริเวณขอบภาพ เรียกว่า การคอนโวลูชันแบบไม่เป็นรายคาบ (aperiodic convolution) วิธีการนี้จะได้ภาพที่มี ขนาดเล็กลง หากต้องการคงขนาดภาพไว้ จะต้องใช้การคอนโวลูชันแบบเป็นรายคาบ (periodic convolution) การคอนโวลูชันแบบนี้เปรียบเสมือนการม้วนภาพให้ขอบซ้ายมาชนกับขอบขวา และม้วนให้ขอบบนมาชนกับขอบล่าง เมื่อเทมเพลตเลื่อนตกขอบข้าง ใดข้างหนึ่งๆ ส่วนของเทมเพลตที่เลยขอบก็

จะไปพบกับขอบภาพอีกด้านหนึ่ง วิธีการอย่างง่ายที่ทำให้ภาพผลลัพธ์มีขนาดเท่ากับภาพเริ่มต้นคือการเติมค่า ศูนย์บริเวณรอบๆ ภาพเริ่มต้น เพื่อให้ภาพเริ่มต้นมีขนาดใหญ่ขึ้น หลังจากการคอนโวลูชันจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีขนาดเท่ากับภาพเริ่มต้นก่อนมีการชดเชย รูปที่ 2.18 แสดงการคอนโวลูชันที่มีการเติมค่าศูนย์ให้กับภาพเริ่มต้น

ภาพเริ่มต้น	ภาพเริ่มต้นหลังจาก เติมศูนย์	เทมเพลต	ภาพผลลัพธ์
	0 0 0 0 0		
1 2 3	0 1 2 3 0	1 0 0	6 8 3
4 5 6	0 4 5 6 0	0 1 0	12 15 8
7 8 9	0 7 8 9 0	0 0 1	7 12 14
	0 0 0 0 0		

*

รูปที่ 2.22 ผลของการเติมค่าศูนย์รอบภาพเริ่มต้นก่อนทำการคอนโวลูชัน

แม้เป็นกระบวนการประมวลผลภาพที่ง่าย แต่การคอนโวลูชันต้องใช้เวลาในการคำนวณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการคอนโวลูชันระหว่างภาพและเทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ หากภาพมีขนาด $M \times M$ และเทมเพลตมีขนาด $n \times n$ จะต้องมีการคูณถึง M^2n^2 ครั้ง ถ้า $M=512$ และ $n=16$ จะต้องมีการคูณประมาณ 32 ล้านครั้ง การคำนวณที่มากขนาดนี้ทำให้ไม่สามารถประมวลผลภาพเคลื่อนไหวในเวลาจริง (real-time) ได้ เว้นแต่ จะมีฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบมาเฉพาะ สำหรับภาพและเทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ ($M \geq 512$ และ $N \geq 32$) การแปลงภาพและเทมเพลตให้อยู่ในรูปของข้อมูลในโดเมนความถี่ (frequency domain) จะช่วยลดการคำนวณลงได้อย่างมาก จากตัวอย่างข้างต้น การคอนโวลูชันในโดเมนความถี่จะลดจำนวนครั้งของการคูณลงเหลือเพียง 256,000 ครั้งเท่านั้น การคอนโวลูชันในโดเมนความถี่จะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

2.13.4.2 เทมเพลตสำหรับกรองความถี่ต่ำผ่าน

เทมเพลตขนาด 3×3 ต่อไปนี้สามารถใช้เพื่อลดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ของค่าความเข้มแสงในภาพ

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ผลของการคอนโวลูชันกับเทมเพลตนี้จะเหมือนกับการหาผลรวมของจุดภาพ ทั้ง 9 จุดที่เทมเพลตซ้อนทับอยู่ การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในบริเวณดังกล่าวจะถูกเฉลี่ยให้ มีความราบเรียบ ผลที่ได้คือสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลง (เช่นสัญญาณรบกวนความถี่ สูง) จะถูกลดทอน ภาพที่ได้จะมีความคมลดลง คุณสมบัติเช่นนี้เปรียบได้กับการกรอง สัญญาณความถี่ต่ำผ่าน

เทมเพลตการกรองความถี่ต่ำผ่านที่นิยมใช้อีกแบบหนึ่งคือ

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 16 & 3 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

เทมเพลตนี้จะเน้นความสำคัญของจุดที่อยู่ตรงกลางเทมเพลตเป็นพิเศษ โดย จะให้จุดกลางมีน้ำหนัก 50% ของทั้งหมด และให้น้ำหนักรวมของจุดทั้ง 4 ที่อยู่ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวาของจุดกลางมีค่าเท่ากับ 40% ส่วนจุดมุมทั้ง 4 มีน้ำหนักเพียง 10% โดยจุดที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางจะมีน้ำหนักมากกว่าจุดที่อยู่ห่างออกไป

2.13.4.3 เทมเพลตสำหรับการกรองความถี่สูงผ่าน

สัญญาณความถี่สูงคือสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าไปมาอย่างรวดเร็ว ต่างกับสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งมีการเปลี่ยนค่าอย่างช้าๆ หรือไม่เปลี่ยนแปลงเลย การกรองความถี่สูง ผ่าน (High pass filter) ก็คือการกรองสัญญาณที่เพิ่มความแรงของสัญญาณที่มีความถี่สูงและ ลดความแรงของสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ เทมเพลตต่อไปนี้ใช้สำหรับการกรองความถี่สูงผ่าน

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

จะเห็นว่าผลรวมของทุกค่าในเทมเพลตมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งหมายความว่า ถ้าวางเทมเพลตนี้ลงบนบริเวณของภาพที่มีค่าความเข้มแสงคงที่ ผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์ อย่างไรก็ตาม ถ้าค่าที่บริเวณตรงกลางแตกต่างกับค่ารอบๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงค่าความแตกต่างยิ่งขึ้น รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการกรองภาพด้วยเทมเพลตกรองความถี่สูง และความถี่ต่ำ

ภาพ หลังจากการกรองความถี่สูงผ่าน หลังจากการกรองความถี่ต่ำผ่าน

0 0 0 0 0		
0 1 1 1 0	2 1 2	4 6 4
0 1 1 1 0	1 0 1	6 9 6
0 1 1 1 0	1 0 1	6 9 6
0 1 1 1 0	1 -5 1	11 14 11
0 1 6 1 0	-4 20 -4	11 14 11
0 1 1 1 0	2 -4 2	6 9 6
0 0 0 0 0		

รูปที่ 2.23 การกรองภาพด้วยเทมเพลต

จากรูปที่ 2.23 จะเห็นว่าหลังการกรองความถี่สูงผ่านขอบภาพจะเด่นชัด ส่วนที่เป็นค่าคงที่จะกลายเป็นศูนย์ และส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 1 เป็น 6 ถูกขยายเป็นจาก -4 ไป 20 สำหรับการกรองความถี่ต่ำผ่าน การเปลี่ยนถูกลดทอนลง ภาพผลลัพธ์มีความราบเรียบขึ้น

2.14 การแปลงข้อมูลภาพในสองมิติ (Two Dimensional Geometric Transformation)

การแปลงข้อมูลภาพ (Image Transformation) เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการประมวลผล ภาพ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ภาพ (Digital Image Analysis)

2.14.1 การแปลงข้อมูลภาพแบบพื้นฐาน แบ่งออกเป็น 4 วิธีคือ

- การเลื่อนภาพ (Translation)
- การหมุนภาพ (Rotation)
- การย่อภาพ (Scaling)
- การบิดภาพ (Shearing)

2.14.1.1 การเลื่อนภาพ

เป็นการเลื่อนตำแหน่งของภาพตามระยะการจัดทางแนวแกน x (T_x) และตามแนวแกน y (T_y) เมื่อกำหนดให้พิกัดเดิม คือ (x, y) และพิกัดใหม่ คือ (x', y') จะได้สมการของการเลื่อนภาพ ดังนี้คือ

$$x = x' + T_x$$

$$y = y' + T_y$$

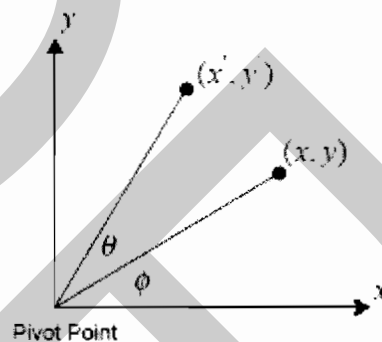
ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกได้ มีลักษณะดังนี้คือ $P' = P + T$ เมื่อ

$$P' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad T = \begin{bmatrix} Tx \\ Ty \end{bmatrix}$$

2.14.1.2 การหมุนภาพ

เป็นการหมุนภาพในระนาบ xy เมื่อจุดศูนย์กลางการหมุน (Pivot Point) อยู่ที่จุดเริ่มต้น

(Origin)



รูปที่ 2.24 การหมุนจุด (x, y) รอบจุดเริ่มต้น

จากรูปที่ 2.24 จะได้ว่า

$$x = r \cos (\theta)$$

$$y = r \sin (\theta)$$

และ

$$x' = r \cos (\phi + \theta) = r (\cos \phi \cos \theta - \sin \phi \sin \theta)$$

$$y' = r \sin (\phi + \theta) = r (\sin \phi \cos \theta + \cos \phi \sin \theta)$$

เพราะฉะนั้นจากสมการ () และ () จะได้สมการของการหมุนรอบจุดเริ่มต้น ดังนี้

$$x' = x \cos (\theta) - y \sin \theta$$

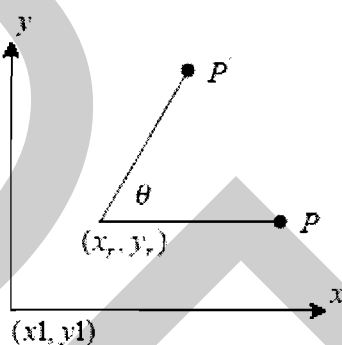
$$y' = x \sin (\theta) + y \cos \theta$$

ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของเมตริกได้ ดังนี้

$$P' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad R = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

การหมุนภาพเมื่อจุดศูนย์กลางการหมุนไม่ได้อยู่ที่จุดเริ่มต้น

พิจารณาเมื่อจุดหมุนอยู่ที่ตำแหน่ง (x_r, y_r)



รูปที่ 2.25 การหมุนจุด P รอบจุด (x_r, y_r)

วิธีการในการหมุนภาพเมื่อจุดหมุนไม่ได้อยู่ที่จุด Origin สามารถทำได้ดังนี้คือ

a) ทำการเปลี่ยนจุด Pivot ไปยังจุด Origin

$$x1 = x - x_r$$

$$y1 = y - y_r$$

b) ทำการหมุนรอบจุด Origin

c) ย้ายกลับไปยังจุดเดิม โดยการบวกด้วย x_r และ y_r

d) สมการการหมุนรอบจุด Pivot ใด ๆ ที่ไม่ใช่จุด Origin มีลักษณะดังนี้คือ

$$x' = (x - x_r) \cos \theta - (y - y_r) \sin \theta + x_r$$

$$y' = (x - x_r) \sin \theta + (y - y_r) \cos \theta + y_r$$

2.14.1.3 การย่อและขยายภาพ

การย่อและการขยายภาพสามารถทำได้โดยใช้ Scaling factor ได้แก่ S_x และ S_y ซึ่งใช้สำหรับการย่อและการขยายภาพในทางแกน x และ y ตามลำดับ โดยถ้า

$$0 < S_x, S_y < 1 \quad \text{แสดงว่าเป็นการย่อภาพ}$$

$S_x, S_y > 1$ แสดงว่าเป็นการขยายภาพ
 $S_x = S_r$ แสดงว่าย่อและขยายจะเป็นไปตามสัดส่วน
 $S_x \neq S_r$ แสดงว่าย่อและขยายจะไม่เป็นอัตราส่วน
 สมการของการ Scaling จะมีลักษณะดังนี้

$$x' = x.S_x$$

$$y' = y.S_y$$

ดังนั้นย่อและขยายภาพโดยใช้เมตริกจะมีลักษณะดังนี้คือ $P' = S.P$ เมื่อ

$$P' = \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad S = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix}$$

สังเกตว่าการย่อขยายภาพโดยใช้สมการดังกล่าวจะทำให้เกิดการเลื่อนตำแหน่งของภาพ

การย่อและขยายภาพเมื่อจุด Fixed ไม่ได้อยู่ที่จุด Origin

วิธีการในการย่อและขยายภาพเมื่อจุด Fixed ของการย่อและขยายไม่ได้อยู่ที่จุด Origin สามารถทำได้ดังนี้คือ

- ให้ย้ายตำแหน่งไปยังจุด Origin
 - ทำการย่อและขยายรอบจุด Origin
 - ย้ายไปยังจุด Fixed Point เหมือนเดิม
- ซึ่งจะได้สมการของย่อและขยายภาพดังนี้คือ

$$x' = (x - x_f) S_x + x_f$$

$$y' = (y - y_f) S_y + y_f$$

จะแปลงได้เป็นดังนี้คือ

$$x' = xS_x + x_f(1 - S_x)$$

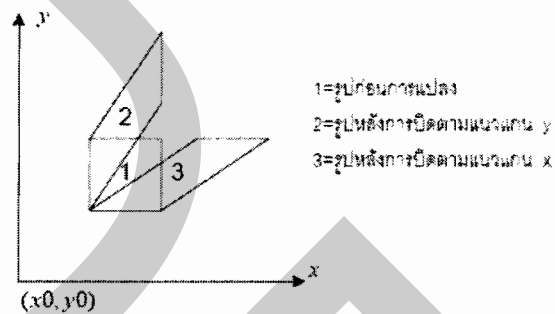
$$y' = yS_y + y_f(1 - S_y)$$

ดังนั้นการย่อและขยายภาพโดยใช้เมตริกจะมีลักษณะดังนี้คือ

$$P' = \begin{bmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_f & (1-S_x) \\ y_f & (1-S_y) \end{bmatrix}$$

2.14.1.4 การบิดภาพ

การบิดภาพสามารถบิดภาพได้ทั้งแนวแกน x และ y ดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.26 การบิดภาพตามแนวแกน x และแกน y

โดยที่การบิดภาพตามแนวแกน x จะใช้สมการต่อไปนี้

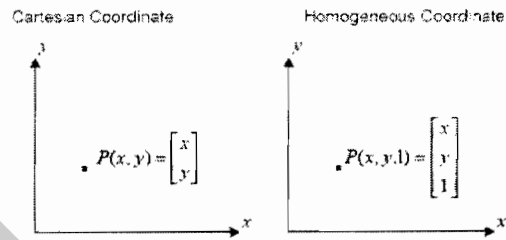
$$y' = y, x' = x + \square y \cdot \text{sh}X.$$

และการบิดภาพตามแนวแกน y จะใช้สมการต่อไปนี้

$$x' = x, y' = y + \square x \cdot \text{sh}Y.$$

2.14.2 Homogeneous Coordinate

การอ้างอิงโคออดิเนตที่ผ่านมามีลักษณะเป็น 2 ตำแหน่งคือ x และ y ซึ่งเรียกว่า Cartesian Coordinate ข้อเสียของการใช้โคออดิเนตแบบนี้ก็คือ เมื่อมีการแปลงภาพหลายๆ อย่างเข้าด้วยกันจะทำให้ผลลัพธ์ของเมตริกของการแปลงภาพอยู่ในรูปของการบวก และการคูณกันของเมตริก ดังนั้นเพื่อให้ผลลัพธ์ของการแปลงภาพอยู่ในรูปของการคูณกันของเมตริกทั้งหมดจะทำให้ง่ายต่อการคำนวณจึงกำหนดให้มีโคออดิเนตแบบ Homogeneous ซึ่งจะมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.27 เปรียบเทียบระบบพิกัดคาติเซียนกับระบบพิกัดโฮโมจีเนียส

ดังนั้นเมตริกของการแปลงแบบต่าง ๆ จะมีลักษณะเป็นดังนี้
การเลื่อนภาพ

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & Tx \\ 0 & 1 & Ty \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x + Tx \\ y + Ty \\ 1 \end{bmatrix}$$

การหมุนภาพ

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

การย่อและขยายภาพ

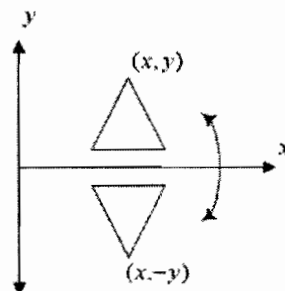
$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_x & 0 & 0 \\ 0 & S_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

2.14.3 การแปลงภาพแบบอื่น ๆ

2.14.3.1 การสะท้อนของภาพ การสะท้อนของภาพสามารถเกิดขึ้นได้ดังนี้คือ

การสะท้อนตามแกน x

การสะท้อนตามแกน x จะมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.28 การสะท้อนภาพตามแกน x

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบสมการได้ดังนี้

$$x' = x$$

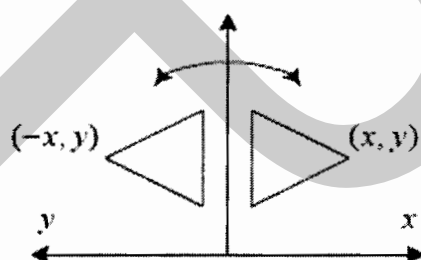
$$y' = -y$$

สามารถใช้เมตริกในการแปลงได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

การสะท้อนตามแกน y

การสะท้อนตามแกน x จะมีลักษณะดังรูป



รูปที่ 2.29 การสะท้อนภาพตามแกน y

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบสมการได้ดังนี้

$$x' = -x$$

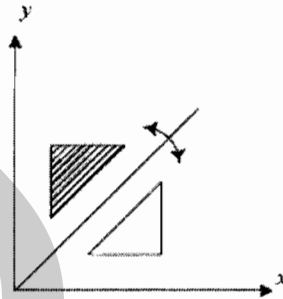
$$y' = y$$

สามารถใช้เมตริกในการแปลงได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

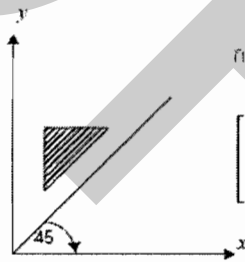
การสะท้อนรอบแกนใด ๆ

สำหรับการสะท้อนรอบเส้นตรงใด ๆ สามารถได้ดังนี้ (สมมติเป็นการสะท้อนรอบแกน $y = x$)



รูปที่ 2.30 การสะท้อนภาพตามแกนใด ๆ

a) หมุนภาพไปทีละรอบแกน x

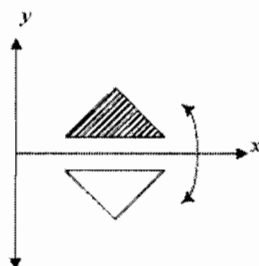


การหมุนภาพไปยังระนาบแกน x ใช้เมตริกดังนี้

$$\begin{bmatrix} \cos(45) & -\sin(45) & 0 \\ \sin(45) & \cos(45) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 0 \\ 1/\sqrt{2} & 1/\sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.31 หมุนแกนไปเท่ากับแกน x

b) ทำการสะท้อนภาพกับแกน x

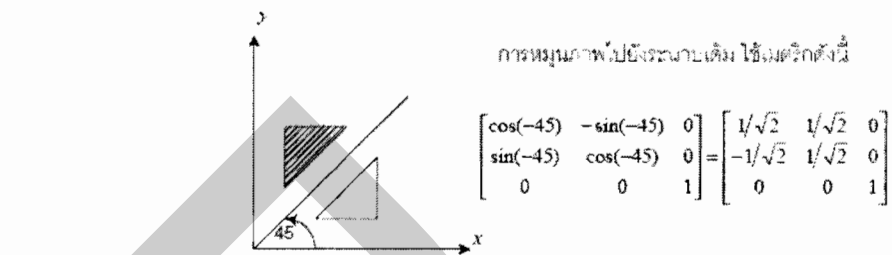


การสะท้อนภาพกับแกน x ใช้เมตริกดังนี้

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.32 สะท้อนภาพตามแกน x

c) หมุนภาพกลับ



รูปที่ 2.33 หมุนแกนกลับที่เดิม

2.15 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ เราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรูปร่างของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตาม การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ

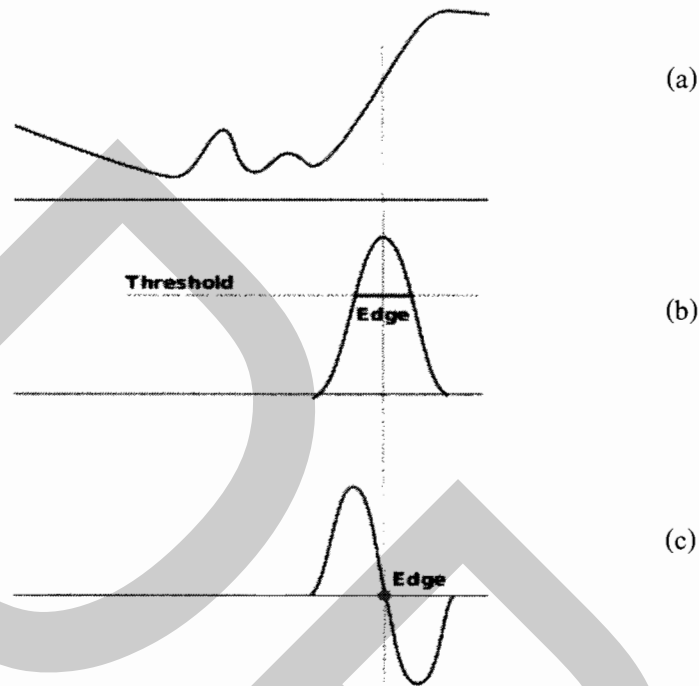
การหาขอบภาพ เป็นการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ Gradient method และ Laplacian method

Gradient method

วิธีนี้จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Roberts, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

Laplacian method

จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 โดยใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zerocrossing) ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น



รูปที่ 2.34 กราฟแสดงการหาขอบภาพด้วยวิธีต่าง ๆ

รูปที่ 2.34 กราฟแสดงการหาขอบด้วยวิธี Gradient method (b) และ Laplacian method (c) โดย (a) แสดงถึงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี (GIMP 2004)

ขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสง จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากต่างนี้มีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

2.15.1 เทมเพลตสำหรับหาขอบภาพ

ถ้าต้องการหาขอบภาพในแนวนอนอย่างง่าย วิธีการก็คือหาผลต่างระหว่างจุดหนึ่งกับจุด ที่อยู่ข้างล่าง (หรือข้างบน) ของจุดนั้น ดังนี้

$$Y_{\text{diff}}(x,y) = I(x,y) - I(x,y+1)$$

โดยที่ Y_{diff} คือ ค่าความแตกต่างในแนวแกนตั้ง

$I(x,y)$ คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพ ที่ตำแหน่ง (x,y)

ผลของการใช้สมการมีค่าเทียบเท่ากับการคอนโวลูชันภาพด้วยเทมเพลต

การหาขอบภาพในแนวดิ่งก็สามารถหาได้เช่นเดียวกันคือ

$$X_{diff}(x,y) = I(x,y) - I(x-,y)$$

โดยที่ X_{diff} คือ ค่าความแตกต่างในแนวนอน

และสมการนี้ให้ผลเทียบเท่ากับการ คอนโวลูชันด้วยเทมเพลต

$$\begin{matrix} & -1 & 1 \\ & & \end{matrix}$$

บางครั้งเราต้องการรวมผลต่างของค่าความแตกต่างในแนวแกนแนวนอน และแกนตั้งเข้าด้วยกันเพื่อที่จะได้มีตัววัดความแรงของขอบภาพ (Gradient Magnitude) เพียงตัวเดียวเนื่องจาก ค่าความแตกต่างอาจมีค่าเป็นบวกหรือลบ ดังนั้น การบวกค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนอาจทำให้ขอบภาพเกิดการหักล้างกันเอง ในทางปฏิบัติ เราจะต้องนำค่าสัมบูรณ์ (Absolute Value) หรือค่ากำลังสอง (Squared Value) ของค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนมาบวกกันแทน

นอกจากหาความแรงของขอบภาพแล้ว การหาทิศทางของขอบภาพ (Gradient Direction) ก็มีประโยชน์เช่นกัน การหาทิศทางของขอบภาพสามสามารถทำได้โดยการใช้สมการต่อไปนี้

$$GD(x,y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{Y_{diff}(x,y)}{X_{diff}(x,y)} \right\}$$

โดยที่ $GD(x,y)$ ทิศทางของขอบภาพที่ตำแหน่ง (x,y)

ตัวอย่าง การหาความแรง และทิศทางของขอบภาพ

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

วิธีทำ

หาผลต่างตามแนวแกนแนวนอนด้วยการคอนโวลูชันภาพกับเทมเพลต $\begin{matrix} -1 & 1 \end{matrix}$

หาผลต่างตามแนวแกนตั้งด้วยการคอนโวลูชันภาพกับเทมเพลต

$$1$$

$$-1$$

ได้ผลลัพธ์ดังนี้

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & * \\ 0 & 0 & -1 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \\ 0 & -1 & 0 & 0 & * \end{bmatrix}$$

$$Y_{diff} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ * & * & * & * & * \end{bmatrix}$$

ความแรงของขอบหาได้จาก $|X_{diff}| + |Y_{diff}|$ ได้ผลดังนี้

$$\text{ความแรงของขอบภาพ} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ทิศทางของขอบคำนวณโดยใช้สมการ $GD(x, y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{Y_{diff}(x, y)}{X_{diff}(x, y)} \right\}$ ได้ผลดังนี้

$$\text{ทิศทางของขอบภาพ} = \begin{bmatrix} * & * & * & * & * \\ * & * & * & \updownarrow & \updownarrow \\ * & * & \swarrow & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \\ * & \leftrightarrow & * & * & * \end{bmatrix}$$

วิธีการหาขอบภาพที่กล่าวมามีข้อเสีย คือ การหาขอบภาพไม่ได้นำค่าความเข้มแสงของจุดรอบข้างมาใช่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ภาพที่ได้มาส่วนใหญ่จะไม่มีขอบภาพชัดเจนดังเช่นที่แสดงในตัวอย่าง ขอบเขตของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ วิธีที่กล่าวมาจะไม่สามารถหาขอบภาพได้อย่างแม่นยำกับภาพลักษณะนี้ การใช้เทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

2.15.2 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection Algorithm)

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection) เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X_{diff}) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y_{diff}) ดังแสดง

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Y_{diff} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

ตัวอย่าง การหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล

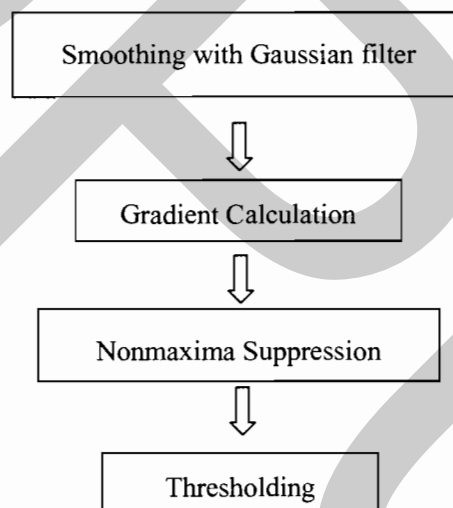
ภาพ	$ X_{sob} + Y_{sob} $	เทรชโฮลด์ด้วยค่า '2
0 0 0 0 0 0 2 0 3 3		
0 0 0 1 0 0 0 2 4 2	4 6 4 10 14 12 14 4	0 0 0 0 1 1 1 0
0 0 2 0 2 4 3 3 2 3	6 8 10 20 16 12 6 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 0 1 3 3 4 3 3 3 3	4 10 14 10 2 4 2 4	0 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 4 3 3 2 4 3 2	2 12 12 2 2 4 6 8	0 1 1 0 0 0 0 0
0 0 1 2 3 3 4 4 4 3		

การหาความแรงของขอบภาพด้วยวิธีโซเบล ภาพสุดท้ายได้จากการทำเทรชโฮลด์ด้วยค่า 12 แล้วปรับความเข้มแสงให้อยู่ในช่วง 0-1

เราสามารถสร้างเทมเพลตโซเบลที่มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 เพื่อที่จะให้มีการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นได้

2.15.3 การหาขอบภาพโดยวิธีแคนดี้ (Canny Edge Detection Algorithm)

ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 แสดงขั้นตอนของ Canny edge detection

การทำงานของ Canny edge detection นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้น คำนวณค่าขนาด (magnitude) และทิศทาง (orientation) ของ gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ในถัดมาจึงใช้ nonmaxima suppression กับ gradient magnitude เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้ double thresholding algorithm เพื่อระบุจุดภาพที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.15.3.1 Smoothing

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อน โดยใช้ Gaussian filter ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (mask) ขนาดเล็ก ขนาดของ Gaussian mask นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไป จะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ Gaussian filter เป็นดังสมการที่ 3.18

$$S[i, j] = G[i, j, \sigma] * I[i, j]$$

โดยที่ $I[i, j]$ คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ
 $G[i, j, \sigma]$ คือ Gaussian smoothing filter
 σ คือ spread of the Gaussian
 (ควบคุมระดับของการ smoothing)

2.15.3.2 Gradient Calculation

ในขั้นแรกนำ smoothing image $S[i, j]$ มาสร้าง x, y partial derivatives $P[i, j]$ และ $Q[i, j]$ ตามลำดับ ดังสมการต่อไปนี้

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j]) / 2$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1]) / 2$$

หลังจากนั้นนำค่า x, y partial derivatives มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจาก rectangular ไปเป็น polar (rectangular-to-polar conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ gradient ตามสมการต่อไปนี้

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2}$$

$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j])$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน $\arctan(x, y)$

2.15.3.3 Nonmaxima Suppression

สำหรับการหาขอบโดย Canny method จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับ gradient ด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 จุดภาพ ภาพที่ได้หลังการทำ Nonmaxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น local maxima points ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

2.15.3.4 Thresholding

แม้ว่าภาพจะผ่านการ smoothing ในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้ก็ยังมีส่วนขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการกำหนดค่า threshold ขึ้นมา 2 ค่า คือ high threshold (T_1) และ low threshold (T_2) โดยจุดภาพที่มีค่ามากกว่า T_1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นจุดภาพที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T_2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับจุดภาพที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าจุดภาพที่อยู่รอบข้างของจุดภาพที่เป็นขอบ (ค่า $> T_1$) มีค่ามากกว่า T_2 แล้ว จะปรับค่าจุดภาพดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน

2.15.4 การตามขอบภาพ (Edge Following)

หากเราทราบจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพเราสามารถหาจุดข้างเคียงที่เป็นขอบภาพ และสามารถวนไปตามขอบภาพจนกลับมาถึงจุดเริ่มต้นได้ ดังนี้

- สมมติให้จุด (x,y) เป็นจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพ
- ตั้งค่าแฟล็กให้จุด (x,y) ว่าเคยผ่านมาแล้ว
- คำนวณหาค่าความแรงของขอบของจุดทั้งแปดที่อยู่รอบจุด (x,y)
- เลือกจุด 3 จุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วใส่ไว้ในอะเรย์แบบ 3 คอลัมน์

โดยเรียงตาม ลำดับความแรงของขอบ

- เลือกจุดที่มีค่าความแรงสูงสุด แล้วพิจารณาว่าตำแหน่งของจุดอยู่อยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับจุด (x,y) โดยกำหนดให้ทิศทางต่างๆ มีค่าดังนี้

3	2	1
4	*	0
5	6	7

โดยที่ * แทนตำแหน่งของจุด (x,y) หากจุดที่มีค่าความแรงของขอบอยู่ด้านบนเมื่อเทียบกับจุด (x,y) ดังนั้นทิศทางที่กำหนดให้คือ 1

- กำหนดให้ค่าทิศทาง คือ d

- ทำซ้ำในข้อ 3 แต่พิจารณาเฉพาะจุดที่อยู่ใน 3 ทิศทาง คือ ทิศทาง d ทิศทาง $(d+1)$

$\text{mod } 8$ และทิศทาง $(d-1) \text{ mod } 8$

- หากไม่พบจุดใดเลยที่มีค่าความแรงของขอบสูงพอในทิศทางที่เคลื่อนที่ไป ให้ลบจุดนั้นออกจากอะเรย์ และเลือกจุดที่มีความแรงของขอบน้อยกว่าในอันดับถัดไป แล้ว ทำซ้ำในข้อที่ 3 หากทั้ง 3 จุด ในแถวถูกลบออกหมด ให้ถอยกลับไปใช้จุดที่เหลือใน แถวถัดไป

i) หยุดเมื่อวนกลับมายังจุดเดิม หรือเมื่อมีการใช้เวลาตามขอบภาพนานเกินไป วิธีที่กล่าวมาเป็นวิธีอย่างง่ายซึ่งอาจมีปัญหาบ้างในการใช้งานจริง ดังนั้นจึงต้องมีการ ปรับปรุงเพิ่มเติม ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.16 การแยกข้อมูลภาพออกเป็นส่วน ๆ (Image Segmentation)

การทำการ Segmentation จะทำให้สามารถแยกข้อมูลภาพของส่วนที่ต้องการออกมาได้ (ข้อมูลที่มีลักษณะเหมือนกับข้อมูลตัวอย่าง) วิธีการพื้นฐานสำหรับการ Segmentation คือ การ พิจารณา Image amplitude (ได้แก่การพิจารณาความสว่างของภาพสำหรับภาพแบบ Gray scale และความแตกต่างของสีสำหรับภาพสี) นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของ Texture ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้สามารถทำการ Segmentation ได้สะดวกยิ่งขึ้น

วิธีการ Segmentation ในหลาย ๆ วิธีดังนี้

Amplitude segmentation methods.

Region segmentation methods.

Boundary detection.

2.16.1 Amplitude segmentation methods.

สำหรับการ Segmentation ในหัวข้อนี้จะเป็นการพิจารณาความเข้มของจุดต่าง ๆ ภายในภาพ (pixel) ซึ่งผลของการ segment จะขึ้นอยู่กับวิธีการ Threshold ของส่วนประกอบที่เป็นความเข้มหรือสีของภาพ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกันดังนี้คือ

2.16.1.1 Bilevel Luminance Thresholding

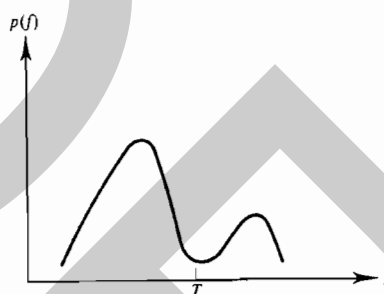
สำหรับภาพบางชนิดจะมีลักษณะวัตถุที่เราสนใจ ซึ่งมีความเข้มที่คงที่เมื่อเทียบกับพื้นหลัง ได้แก่ ภาพของตัวอักษร (Text) เป็นต้น ซึ่งภาพเหล่านี้จะมีความเข้มของวัตถุที่เราสามารถแยกออกพื้นหลังได้อย่างชัดเจน (มีความเข้มขึ้นสองระดับ ได้แก่ ความเข้มของวัตถุและความเข้มของพื้นหลัง)

การทำการ Segmentation สามารถทำได้โดยการกำหนดค่า Threshold ซึ่งเป็นค่าความเข้มให้มีค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุและพื้นหลังได้ เช่น ภาพของตัวอักษร ที่มีความเข้มของตัวอักษรเป็น 0 (สีดำ) และมีความเข้มของพื้นหลังเป็น 255 (สีขาว) ดังนั้นค่า Threshold จึงควรจะมีค่าเท่ากับ 128 เพื่อที่จะให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังได้ โดยปกติแล้วการเลือกค่า Threshold จะขึ้นอยู่กับ Histogram ของภาพ ตามรูปที่ 2.36 แสดงการหาค่า

Threshold โดยค่า Threshold ควรที่จะเลือกค่า histogram ที่อยู่ที่จุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุด สูงสุด (peaks)

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

โดยที่ $g(x,y)$ เป็นข้อมูลภาพ ณ ตำแหน่งที่ x,y
 T เป็นค่า Threshold



รูปที่ 2.36 Bimodal image histogram

2.16.1.2 Multilevel Luminance Thresholding

สำหรับภาพที่จะประกอบด้วยหลาย ๆ วัตถุสามารถทำการ Segmentation ได้โดยการใช้ค่า Threshold หลาย ๆ ค่า สำหรับภาพที่มี N วัตถุโดยที่แต่ละวัตถุจะมีช่วงกว้างของความเข้มเท่ากับ R_i (กำหนดได้ด้วยค่า Threshold 2 ค่าคือ T_{i-1} , T_i) สามารถทำการ Segment ได้ดังนี้

$$g(x,y) = R_i \quad \text{if } (T_{i-1} \leq f(x,y) \leq T_i), \quad i = 1, \dots, N$$

ค่า Threshold สามารถหาได้จาก histogram ของภาพ แต่ในหลาย ๆ กรณีที่การเปลี่ยนแปลงของ histogram ไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงระหว่างวัตถุได้อย่างชัดเจน วิธีการที่ง่ายที่สุดที่จะทำให้ histogram สามารถหาค่า Threshold ได้ง่ายขึ้นก็คือการใช้วิธี Edge Detection เพื่อพิจารณาจุดภาพต่าง ๆ ของภาพให้ว่าเป็นขอบของวัตถุ

2.16.1.3 Region segmentation methods

สำหรับวิธีการนี้จะเป็นการ Segmentation โดยการพิจารณาเป็นกลุ่ม ของข้อมูลภาพ

2.16.1.3.1 Region Growing

วิธีการ Region Growing จะนำจุดภาพข้างเคียงมาพิจารณาซึ่งจะทำการจัดกลุ่ม (Region) ของจุดภาพเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกันโดยการพิจารณาถึงความเข้มของจุดภาพ (ค่าของจุดภาพ มีค่าใกล้เคียงกัน)

ในการ Segmentation จะต้องมีการกำหนดกลุ่ม (Region) ที่ต้องการจะแบ่ง R_i โดยที่แต่ละกลุ่มจะต้องมีการกำหนดค่าความเข้มของจุดภาพเริ่มต้น $s_i, i = 1, \dots, N$ (ค่าเหล่านี้จะถูกเลือกไว้โดยผู้ที่ต้องการ segmentation: supervised mode) ซึ่งมีไว้เพื่อใช้สำหรับการขยายตัวของกลุ่ม (growth) ในการขยายตัวของกลุ่มนี้จำเป็นจะต้องมีกฎเพื่อใช้เป็นวิธีการขยายตัวของกลุ่ม รวมทั้งกฎของการตรวจสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่ม (homogeneity) ของทุกระยะของการขยายตัว

ในแต่ละระยะของการขยายตัวของกลุ่ม $R_i^{(K)}, i = 1, \dots, N$ จะมีการตรวจสอบว่ามีจุดภาพที่ยังไม่ได้จัดกลุ่มหรือไม่ (เป็นจุดภาพทั้ง 8 ที่เชื่อมต่อ (8-neighbourhood) อยู่กับจุดภาพที่อยู่ บริเวณขอบของกลุ่ม) และก่อนที่จะมีการกำหนดจุดภาพใด ๆ (x) เข้าสู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจะต้องมีการตรวจสอบอีกว่ากลุ่มที่จะขยายนั้นยังคงมี ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอีกหรือไม่ (homogeneity) ดังสมการ

$$P(R_i^{(K)} \cup \{x\}) = TRUE$$

ประสิทธิภาพของการ Segmentation วิธีนี้จะขึ้นอยู่กับทางเลือกค่าความเข้มของจุดภาพ เริ่มต้นของในแต่ละกลุ่มซึ่งกำหนดให้โดยผู้ใช้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถหาได้อัตโนมัติจาก histogram ของภาพโดยการพิจารณาค่าสูงสุดของ histogram (ค่า peak) มาใช้เป็นค่าความเข้มของจุดภาพเริ่มต้นของกลุ่มได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าความเข้มเริ่มต้นมากกว่าหนึ่งค่าต่อหนึ่งกลุ่ม ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการ merging เพื่อที่จะใช้ในการรวมกลุ่มที่มีลักษณะทาง statistical (พิจารณา ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ใกล้เคียงกัน

$$m_i = \frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} f(k,l)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(k,l) \in R_i} (f(k,l) - m_i)^2}$$

เมื่อ m_i เป็นค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มในกลุ่มที่ i ที่มีจำนวนจุดภาพเท่ากับ n จุดภาพ

ค่าเหล่านี้จะใช้ในการจะนำไปใช้ในการตัดสินใจว่าจะสามารถรวมกลุ่ม R_1, R_2 เข้าไว้ด้วยกันได้หรือไม่ ถ้าหากค่าเฉลี่ยของกลุ่ม m_1, m_2 มีค่าใกล้เคียงกันก็สามารถรวมกันได้ดังนี้ คือ

$$|m_1 - m_2| < k\sigma_i, \quad i = 1, 2$$

2.16.1.3.2 Split and Merge

a) Merge region

Merge region เป็นวิธีการ segmentation วิธีหนึ่งซึ่งจะมีอัลกอริทึมดังนี้ คือ ถ้าสมมุติว่า มีการสแกนไปยังจุดภาพต่าง ๆ ภายในภาพจากจุดภาพแรกไปยังจุดภาพสุดท้ายของภาพไปตามแถว และหลักตามลำดับ ในช่วงระหว่างการสแกนก็จะมีกำหนดจุดภาพนั้นไปยังกลุ่มต่าง ๆ

สมมุติปัจจุบันอยู่ที่จุดภาพ (k, l) ดังนั้นจุดภาพแรกจนถึงจุดภาพ $(k-1, l)$ ได้ถูกกำหนดให้อยู่ในกลุ่มต่าง ๆ หมดแล้ว ดังนั้นจุดภาพที่ (k, l) จึงเปรียบเสมือนเป็นอีกกลุ่มหนึ่งที่พยายามที่จะรวมเข้ากับกลุ่มที่มีอยู่ก่อนหน้านั้น (กลุ่มที่มีทั้งหมด R_i แต่จะเลือกเอาเฉพาะกลุ่มที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น ได้แก่กลุ่มที่มีจุดภาพ ณ ตำแหน่ง $(k-1, l)$, $(k+1, l)$, $(k, l-1)$ และ $(k, l+1)$ เป็นสมาชิกอยู่) หากพบว่าไม่สามารถทำการรวมเข้ากับกลุ่มใดได้ก็ให้สร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมา

ประสิทธิภาพของวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับกฎของการรวมกลุ่ม $(P(R_i \cup (K, l)))$ ของจุดภาพ (k, l) เข้ากับกลุ่ม R_i กฎของการรวมจะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกลุ่ม m_i และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน s_i ตามที่อธิบายไว้ในสมการ $m_i = \frac{1}{n} \sum_{(k, l) \in R_i} f(k, l)$ และ $\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{(k, l) \in R_i} (f(k, l) - m_i)^2}$ แต่สำหรับการรวมกันของ $R \cup (k, l)$ จะมีการเปลี่ยนแปลงการหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นดังนี้

$$m_i, \frac{1}{n+1} (f(k, l) + nm_i)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{n+1} \left(n\sigma_i^2 + \frac{n}{n+1} [f(k, l) - m_i]^2 \right)}$$

การรวมกันสามารถทำได้เมื่อค่าความเข้มของจุดภาพ $f(k, l)$ มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย m_i ดังต่อไปนี้คือ

$$|f(k, l) - m_i| \leq T_i(k, l)$$

เมื่อ T_i เป็นค่า Threshold ที่มีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างกลุ่ม R_i กับความเข้มของจุดภาพ $f(k, l)$ ซึ่งสามารถหาได้จาก

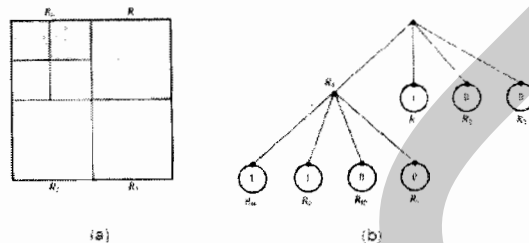
$$T_i(k, l) = \left(1 - \frac{\sigma_i'}{m_i'} \right) T$$

ถ้าหากไม่มีกลุ่มใดเลยที่จุดภาพที่ (k, l) สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ก็ให้สร้างกลุ่มใหม่ขึ้นมา ถ้าหากมีมากกว่าหนึ่งกลุ่มที่จุดภาพที่ (k, l) สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ก็ให้รวมเข้าด้วยกันกับกลุ่มที่มีค่าความแตกต่าง $|f(k, l) - m_i|$ ที่มีค่าน้อยที่สุด การขยายตัวของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับค่า

Threshold (T) ซึ่งถ้ามีค่าน้อย ๆ ก็จะทำให้ค่า $T_i(k, l)$ มีค่าน้อยด้วย (สำหรับทุก ๆ กลุ่ม) และการรวมกันก็จะทำได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าค่า Threshold มีค่ามาก ๆ ก็จะทำให้ในแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างของสมาชิกภายในกลุ่มมากขึ้น (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากขึ้น) นอกจากนี้ค่า Threshold $T_i(k, l)$ ยังจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วน $\frac{C_i}{m_i}$ ถ้าในกลุ่มมีสมาชิกที่มีค่าความเข้มที่แตกต่างกันน้อยก็จะทำให้ค่าอัตราส่วนนี้มีค่าเข้าใกล้ศูนย์และค่า $T_i(k, l)$ จะมีค่าเข้าใกล้ T ดังนั้น T จึงเป็นค่าความแตกต่างของ $|f(k, l) - m_i|$ ที่มากที่สุดที่สามารถยอมรับได้ และถ้าความแตกต่างของความเข้มของสมาชิกในกลุ่มยังมีค่าสูงขึ้น (less homogeneous) ค่าอัตราส่วน $\frac{C_i}{m_i}$ ก็จะมีค่าสูงขึ้นด้วย

b) Split region

Split region เป็นลักษณะของการ segmentation อีกวิธีหนึ่งที่มีลักษณะตรงข้ามกับ Merge region (เป็นลักษณะ Top-down Approach) โดยเริ่มต้นจะมีการสมมุติว่าทั้งภาพจะมีเพียงหนึ่งกลุ่มเท่านั้น (Region) โดยถ้าหากว่าไม่เป็นความจริงก็ให้ทำการแยกกลุ่มนี้ออกเป็น สี่กลุ่มย่อยและจะมีการพิจารณาลักษณะนี้เรื่อย ๆ จนกระทั่งได้กลุ่มของภาพที่มีสมาชิกของกลุ่มที่มีค่าใกล้เคียงกันในระดับที่สามารถยอมรับได้ (homogeneous) อัลกอริทึมของวิธีการนี้แสดง ดังรูป ที่ 2.37



รูปที่ 2.37 (a) Original Image (b) Quadtree representation

การตรวจสอบว่ากลุ่มใดสามารถยอมรับได้หรือไม่ทำได้โดยการคำนวณผลต่างของค่าความเข้มของจุดภาพที่ได้จากค่าความเข้มสูงสุดลบกับจุดภาพที่มีความเข้มน้อยสุดแล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า Threshold ว่ามีค่าน้อยกว่าหรือไม่

คุณสมบัติของ Split region ที่น่าสนใจคือถ้าภาพเริ่มต้นมีขนาดเป็น $N \times N$ ก็จะทำให้ขนาดเท่ากับเป็นกำลังของ 2 ($N = 2^n$) ทุกกลมที่ถูกสร้างด้วยอัลกอริทึม Split จะเป็นสี่เหลี่ยมเป็นขนาดเท่ากับ $M \times M$ เมื่อ M เป็นกำลังของ 2 ($M = 2^m$) , $m \leq n$ และเนื่องจากอัลกอริทึมนี้จะ

เป็นลักษณะของการเรียกตัวเองดังนั้นจึงสามารถแสดงเป็นลักษณะของรูปต้นไม้ได้ ซึ่งแต่ละโหนดจะมีการแตกออกมาเป็น 4 กลุ่มซึ่งเรียกว่า Quadtree ดังแสดงดังรูป 2.49 (b)

c) Split and merge

การใช้เฉพาะอัลกอริทึมของ Split จะมีข้อเสียคือวิธีการนี้จะทำให้มีการสร้างกลุ่มขึ้นมา R_i, R_j ซึ่งกลุ่มเหล่านี้จะสามารถรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้ $P(R_i \cup R_j) = TRUE$ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วควรที่จะมีการรวมทั้งสองกลุ่มเข้าด้วยกันดังนั้นจึงได้มีการนำเอาการ merge เข้า มาใช้ด้วยและเรียกว่า Split and merge algorithm ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานดังนี้คือ

- ถ้ากลุ่ม R เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถยอมรับได้ (inhomogeneous) ก็ให้ทำการแยกออกเป็น 4 กลุ่มย่อยเรื่อย ๆ

- ถ้าหากกลุ่มสองกลุ่ม R_i, R_j สามารถรวมเข้าด้วยกันได้ (homogeneous) j) $P(R_i \cup R_j) = TRUE$ ก็ให้ทำการรวมเข้าด้วยกัน

อัลกอริทึมนี้จะหยุดก็ต่อเมื่อไม่สามารถที่จะทำการแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้อีกรวมทั้งไม่สามารถรวมกลุ่มต่าง ๆ เข้าไว้ด้วยกันได้อีกแล้ว

2.16.1.4 Boundary detection

เป็นไปได้ที่จะทำการ Segmentation ภาพออกไปเป็นกลุ่มต่าง ๆ (Region) โดยการค้นหา ขอบของวัตถุของแต่ละกลุ่ม การหาขอบสามารถหาได้โดยใช้ Edge detection ตามที่กล่าวมาแล้ว ในบทก่อนหน้านี้ แต่สำหรับในบางกรณีที่มีข้อมูลภาพมีสิ่งรบกวนหรือความแตกต่างของความเข้มระหว่างกลุ่มมีน้อยมากทำให้ไม่สามารถหาขอบของวัตถุได้ดังนั้นวิธีการหาขอบด้วยการเชื่อมขอบ (Edge linking techniques) เป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้

2.16.1.4.1 Edge Linking โดยใช้ Matrix

การทำการ Segmentation โดยวิธีนี้จะทำการหาขอบของวัตถุที่สนใจก่อน โดยการหาขอบ นี้จะทำได้โดยการกำหนดเมตริกซ์มาใช้ในการพิจารณาหาขอบซึ่งมีขนาดเป็น 2×2 ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะของเมตริกต่าง ๆ

ลักษณะจุดเด่นในเมตริก	ทิศทางการเลื่อนของเมตริก	ตำแหน่งขอบของวัตถุ
$\begin{matrix} \bullet & \bullet \\ \bullet & \bullet \end{matrix}$	-	(สถานะตั้งต้น)
$\begin{matrix} x & x \\ x & x \end{matrix}$	-	-

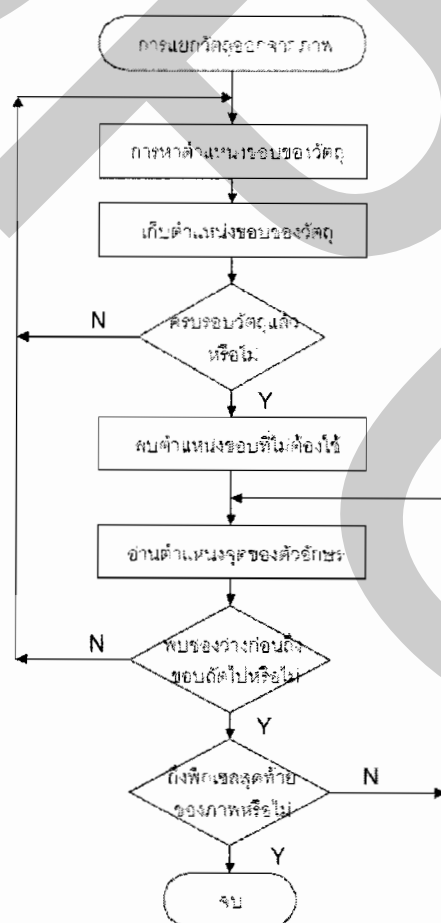
ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะของเมตริกต่าง ๆ (ต่อ)

ลักษณะจุดเด่นในเมตริก	ทิศทางการเลื่อนของเมตริก	ตำแหน่งขอบของวัตถุ
$x \ x$ $\bullet \bullet$	$\rightarrow$	$x \ x$ $\bullet \circ$
$\bullet \bullet$ $x \ x$	$\leftarrow$	$\circ \bullet$ $x \ x$
$\bullet \ x$ $\bullet \ x$	$\downarrow$	$\bullet \ x$ $\circ \ x$
$x \bullet$ $x \bullet$	$\uparrow$	$x \circ$ $x \bullet$
$x \bullet$ $x \ x$	$\uparrow$	$x \circ$ $x \ x$
$\bullet \ x$ $x \ x$	$\leftarrow$	$\circ \ x$ $x \ x$
$x \ x$ $\bullet \ x$	$\downarrow$	$x \ x$ $\circ \ x$
$x \ x$ $x \bullet$	$\rightarrow$	$x \ x$ $x \circ$
$\bullet \ x$ $\bullet \bullet$	$\rightarrow$	-
$x \bullet$ $\bullet \bullet$	$\uparrow$	-
$\bullet \bullet$ $\bullet \ x$	$\downarrow$	-
$\bullet \bullet$ $x \bullet$	$\leftarrow$	-
$x \bullet$ $\bullet \ x$	$\uparrow$ after $\leftarrow$	$x \bullet$ $\circ \ x$
$x \bullet$ $\bullet \ x$	$\downarrow$ after $\rightarrow$	$x \circ$ $\bullet \ x$
$\bullet \ x$ $x \bullet$	$\rightarrow$ after $\uparrow$	$\bullet \ x$ $x \circ$
$\bullet \ x$ $x \bullet$	$\leftarrow$ after $\downarrow$	$\circ \ x$ $x \bullet$

หมายเหตุ x แทนจุดดำ, $\bullet$ แทนจุดขาว, $\circ$ แทนตำแหน่งขอบที่เก็บ

อัลกอริทึมของวิธีการนี้ก็คือจะทำการสแกนไปตามจุดภาพของภาพตั้งแต่ต้นภาพ ไปยังท้ายภาพในทางแนวแถวและแนวหลักตามลำดับ โดยในระหว่างการสแกนก็ให้นำจุดภาพรอบข้าง 4 จุดภาพ ไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลเมตริกซ์ที่กำหนดไว้ ถ้าไม่มีตรงกับเมตริกซ์ใดเลยก็ให้สแกนไปยังจุดภาพถัดไปแต่ถ้าตรงกับเมตริกซ์ใด ๆ ก็ให้ทำการเลื่อนตำแหน่งปัจจุบันไปตามทิศทางที่ได้กำหนดไว้ (และก่อนที่จะมีการเลื่อนตำแหน่งก็ให้มีการเก็บค่าตำแหน่งปัจจุบันไว้ เนื่องจากตำแหน่งนี้ก็คือตำแหน่งของขอบของวัตถุนั้นเอง) และให้ทำอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ โดยจะหยุดก็ เมื่อพบว่าได้เวียนกลับมายังที่เดิมแล้ว (จุดเริ่มต้นของขอบได้แก่จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง ตามการเลื่อนของเมตริกซ์ครั้งแรก)

การเวียนกลับมายังที่เดิมแสดงว่าตอนนี้ จะได้ขอบของวัตถุแล้วก็ให้ทำการนำข้อมูลส่วนนี้ ไปเก็บไว้ยังหน่วยความจำส่วนอื่น ๆ และทำการลบข้อมูลของวัตถุนี้จากหน่วยความจำภาพ ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้มีการนำข้อมูลของวัตถุที่หาพบแล้วมารบกวนการหาวัตถุขึ้นไปภายในภาพอีก ลักษณะของอัลกอริทึมแสดงไว้ดังรูปที่ 2.38



รูปที่ 2.38 แสดงลักษณะของอัลกอริทึม

2.17 การหาขอบเขตภาพ (Boundary Extraction)

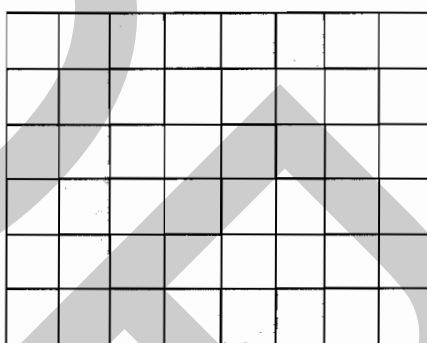
ขอบเขต (Boundary) คือ เส้นอนุกรมของจุดภาพซึ่งปิดอยู่ในตัวของภาพเอง

การจำกัดจุดภาพขอบเขตรอบๆ ขึ้นอยู่กับแนวความคิดของความเชื่อมโยงกัน แนวคิด
การเชื่อมโยงที่พบโดยทั่วไป มี 2 ทางให้เลือก คือ

a) การเชื่อมต่อแบบ 4 ทิศทาง (4 – Connection)

b) การเชื่อมต่อแบบ 8 ทิศทาง (8 – Connection)

ความแตกต่างของคำจำกัดความในการเชื่อมต่อนำไปสู่ขอบเขตที่แตกต่างกัน ให้ลอง
พิจารณาจุดภาพที่แรงต่อไปนี้



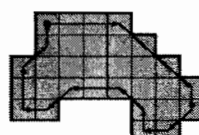
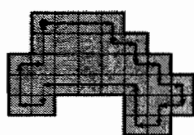
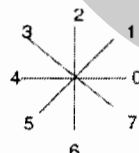
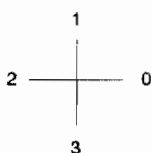
รูปที่ 2.39 แสดงความแตกต่างของคำจำกัดความในการเชื่อมต่อนำไปสู่ขอบเขต

ภายใต้การเชื่อมต่อแบบ 4 ทิศทาง (4 – Connection) มีเส้นตรงที่ไม่ต่อเนื่องกัน (ไม่มี
ขอบเขตที่ติดกัน)

ภายใต้การเชื่อมต่อแบบ 8 ทิศทาง (8 – Connection) มีขอบเขตที่มีการเชื่อมต่อกันหนึ่งส่วน

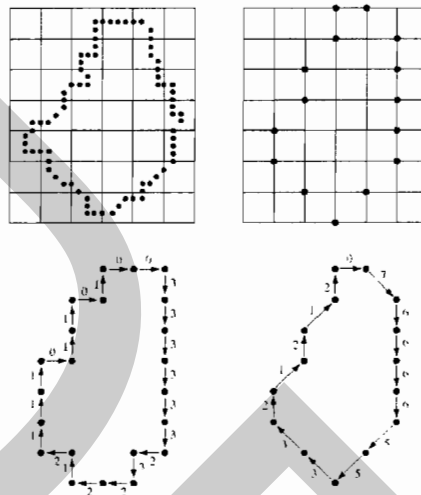
2.17.1 Chain Code

เป็นวิธีจัดเก็บข้อมูลภาพลายเส้น โดยใช้การมองของแบบ 4 หรือ 8 connections
เพื่ออธิบายทิศทางการเดินทางของลายเส้นนั้น (จุดภาพที่ต่อเนื่องกัน) จากนั้นก็จะทำการจัดเก็บค่า
ทิศทางทั้งหมดนั้นในหน่วยความจำต่อไป



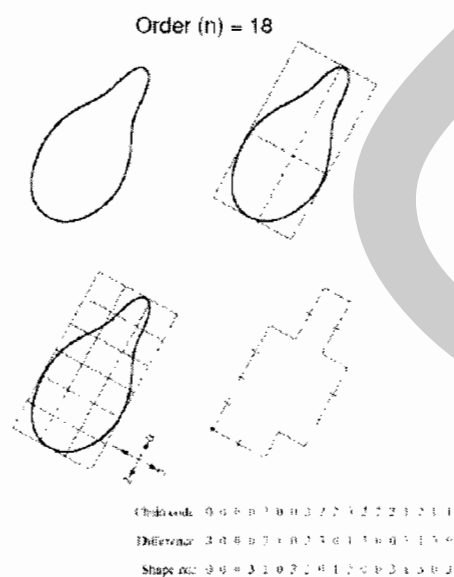
รูปที่ 2.40 Chain codes พิจารณาแบบ 4 และ 8 connections

วิธีจัดเก็บข้อมูลภาพสองระดับ โดยดูที่จำนวนของข้อมูลที่เหมือนกันเป็นหลัก สามารถแบ่งได้สองแบบคือ Run length coding และ Chord encoding



รูปที่ 2.41 การกำหนดค่า Chain codes แบบ 4 และ 8 connections

รหัสภาพ (Shaper Number) เป็นค่าตัวเลขที่บอกความแตกต่างของค่ารหัสทิศทาง (Chain Codes)



รูปที่ 2.42 การแสดงค่ารหัสภาพ

2.17.2 วิธีการหาค่า Chain Code

เริ่มโดยใช้แผนที่ Gradient เช่น การใช้การหาค่า edge และการใช้ Thresholding จาก การเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ (Binary Image) ตอนนี้ 1 จุดภาพเป็นจุดภาพส่วนขอบ

โดยใช้อัลกอริทึมเพื่อหาขอบภาพ (edge) ซึ่งอัลกอริทึมสำหรับการหาขอบภาพที่นิยม ใช้ในปัจจุบันคือ Look-Left Search และ Simple Search Algorithm สำหรับ อัลกอริทึมในการหา ขอบภาพ มีอัลกอริทึมที่ใช้แตกต่างกันซึ่งอาจนำไปประยุกต์ใช้หาค่า Chain Code ที่แตกต่างกันด้วย แม้จะมีการกำหนดความต่อเนื่องสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกัน

ตัวอย่างอัลกอริทึมที่ใช้หาขอบภาพ

Look-Left Search Algorithm (Pseudo Code สำหรับการเชื่อมต่อแบบ 4 จุด)

a) เริ่มต้นโดยการตรวจหาจากจุดบนซ้ายตามเข็มนาฬิกา และกำหนดทิศทางของรหัส (d)

b) ค้นหาจุดภาพรอบๆ โดยดูไปทางด้านซ้ายแรก (หรือทางทิศตะวันตก)

และยังคงตามเข็มนาฬิกาต่อไป

อัลกอริทึมสำหรับการค้นหาทิศทาง =

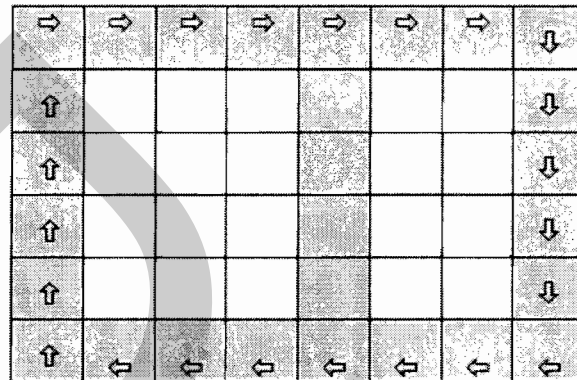
```
{
    จุดภาพ (Pixel) = Pixel_pointed_by_search_direction;
    If (pixel = first_edge_pixel)
        Append_chaincode(search_direction); return;
    If (pixel = edge_pixel) {
        Append_chaincode(search_direction);
        d = search_direction /*reset search direction*/
        goto ไปค้นหาจุดภาพในข้อ 2
    }
} /*end of for loop */
Error() or backtrack() /*contingency option*/
```

Simple Search Algorithm

a) เริ่มต้น

b) ค้นหาจุดภาพ ส่วนขอบรอบๆ ถ้ามีจุดภาพที่เป็นขอบรอบๆ มากกว่าหนึ่งให้เลือก เพียงตัวเดียวที่มีรหัสทิศทางสูงสุด ค้นหาจุดภาพส่วนขอบไปเรื่อยๆ ทำจนกระทั่งกลับมาสู่ จุดเริ่มต้น

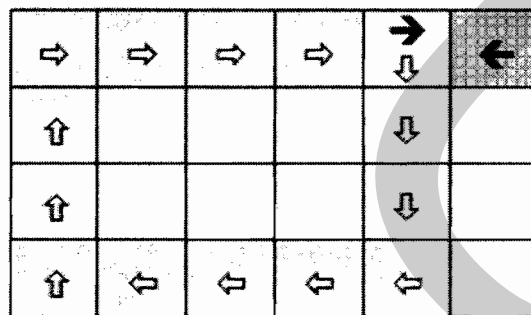
- ข้อดี ง่ายที่จะนำไปประยุกต์ใช้งาน
- ข้อเสีย มีการตัดมุม อาจจะใช้ไม่ได้สำหรับ Boundary ที่ไม่ง่าย



⇒ Look Left Search Algorithm
→ Simple Search Algorithm

รูปที่ 2.43 แสดง Simple Search Algorithm

ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ Chain Code เพื่อหาขอบภาพ
มีสัญญาณรบกวนบนภาพ (Noise) ในขอบภาพทำให้ Chain Code
มีการเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.44 แสดง Noise บนภาพ

การใช้ Look Left Search Algorithm จุดภาพส่วนที่เรงาสร้างเป็นขอบเขตที่ปิดแบบ
ง่าย มี Chain Code แบบ 4 จุด เช่น 00003332222111

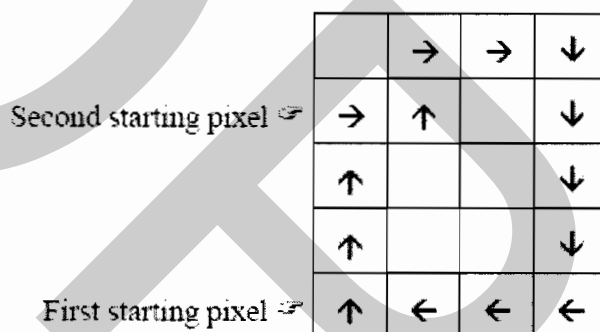
อย่างไรก็ตามจุดภาพ มุมขวามุมสุดท้ายได้จัดเป็นขอบ เมื่อใช้ Algorithm ค้นหาจะเปลี่ยน
ไปสู่จุดภาพนี้ (ตามลูกศร →) และหยุดเมื่อไม่มีขอบจุดภาพ (Pixel) รอบๆ

ทางหนึ่งที่จะทำให้หนีจากการทำการคัดแยกใหม่ของปัญหาจุดภาพที่ไม่มีขอบโดยทำการ Back Track เพื่อย้อนจุดภาพกลับและเริ่มค้นหาโดยใช้ Algorithm อีกครั้ง

การหมุนขอบวัตถุสามารถทำให้ Chain Code มีความแตกต่างกันมาก
ค่า Chain Code ขึ้นอยู่กับจุดเริ่มต้น

วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับ Chain Code เมื่อ มีการหมุนของวัตถุ และจุดเริ่มต้น ที่แตกต่างกัน ทำได้ดังนี้

- การทำซ้ำโดยใช้ Grid ที่มีขนาดใหญ่
- การทำ Normalize Chain Code เพื่อจะได้เป็นสิ่งที่ไม่ผันผวนต่อการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 2.45 แสดง จุดเริ่มต้นที่ 1 และที่ 2 ของภาพ

การให้จุดเริ่มต้นที่ (1) โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ 4 จุดจะได้

Chain Code (1) = 1110100333222

ถ้าใช้จุดเริ่มต้นที่ (2) จะได้ Chain Code ในทิศทางเดียวกันโดยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงกลม

Chain Code (2) = 01003333222111

การทำ Normalization สำหรับจุดเริ่มต้น

การหาขอบเขตที่เหมือนกันสามารถทำให้ Chain Code เปลี่ยนแปลงได้เมื่อกำหนดจุดเริ่มต้นที่ต่างกัน

เราสามารถทำการเปรียบเทียบอย่างง่ายโดยการแปลงวงกลมตามความเหมาะสม ในส่วนของรหัสช่วงโซ่จนกระทั่งค่าเชิงตัวเลขลดลงต่ำสุด

จากข้างต้น Chain Code แบบ 4 จุด สำหรับกรณีแรกเป็น 1110100333222 หลังจากการทำ Normalization แล้วจะได้ 00333322211101 ซึ่งเป็นวงกลมที่รหัสเปลี่ยนแปลงตามค่าเชิงตัวเลขที่ต่ำที่สุด ที่เห็นได้อย่างชัดเจน Chain Code สำหรับกรณีที่ 2 นั้นก็ยังทำให้เป็นปกติในส่วนของรหัสเดียวกัน

การทำ Normalization สำหรับการหมุน

พิจารณาจากภาพข้างต้นแต่หมุน 90° ทวนเข็มนาฬิกา

→	→	→	→	↓
↑				↓
↑	←			↓
	↑	←	←	←

⇌ Starting pixel

รูปที่ 2.46 แสดงภาพเมื่อมีการหมุน

Chain Code = 22212110000333

เริ่มต้นที่จุดภาพ (Pixel) ที่กำหนดไว้ ใช้ในการเชื่อมต่อแบบ 4 จุด

Chain Code = 22212110000333

การเปรียบเทียบรหัสของ Chain Code นี้กับ Chain Code ก่อนหน้านี้

2 2 2 1 2 1 1 0 0 0 0 3 3 3 แถวที่ 1

1 1 1 0 1 0 0 3 3 3 3 2 2 2 แถวที่ 2

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 แถวที่ 3

แถวที่ 1 Chain Code ของภาพที่ 2

แถวที่ 2 Chain Code ของภาพที่ 1

แถวที่ 3 แสดงความแตกต่างระหว่างบิตที่สอดคล้องกัน

ความแตกต่างอย่างเดียวกันเท่ากับ 1 อันเนื่องมาจากหมุนไป 90° (Modulo 4)

หลังจากหมุนรหัสบิตทุกๆ ทิศทางถูกเปลี่ยนแปลงโดยปริมาณเดียวกัน (ขึ้นอยู่กับขนาดของการหมุน) ซึ่งมีความหมายว่าเป็นบิตที่ติดกันใน Chain Code ที่มีความแตกต่างที่เหมือนกัน อยู่เสมอแม้หลังการหมุน

ฉะนั้น เราสามารถบอกได้ว่ามันแทนขอบเขตเดียวกันหากบิตที่ติดกันมีความแตกต่างเดียวกัน สิ่งนี้ใช้ในการจำกัดความของ Chain Code ที่มีความแตกต่างอันดับแรก

ให้ $a_0 a_1 \dots a_{n-1}$ เป็น chain code, ความแตกต่าง Chain Code เป็น $b_0 b_1 \dots b_{n-1}$ เมื่อ

$$b_k = a_k - a_{k-1} \text{ (assume wraparound)}$$

ในส่วนของภาพที่หมุนแล้วข้างต้น Chain Code คือ 22212110000333 แล้วความแตกต่างแรกของ Chain Code เป็น 30031303000300 เช่นเดียวกัน สำหรับขอบเขตต้นแบบ (ใช้จุดเริ่มต้นที่ (1)) เรามี Chain Code เป็น 11101003333222 จะให้ความแตกต่างของ Chain Code เป็น 30031303000300

2.18 การค้นหาข้อมูลโดยวิธีการเปรียบเทียบ (Pattern Matching Search)

การค้นหาด้วยวิธีการเปรียบเทียบ หรือ Pattern Matching Search เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการค้นหาคำหรือ ข้อความในแถวลำดับอักขระ หรือแฟ้มข้อมูลชนิดอักขระ (Text file) ซึ่งแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ สามารถสร้างได้จาก โปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processing) ประเภทต่างๆ

การเปรียบเทียบตัวอักขระ (String Matching) มีความสำคัญมาก ในการประมวลผล ทำให้ทราบถึงความเหมือนหรือความแตกต่างของกลุ่มอักขระที่ทำการเปรียบเทียบได้ ซึ่งมีอัลกอริทึมที่ได้ถูกนำมาใช้หลาย ๆ วิธีด้วยกัน เช่น Brute force algorithm, Shift Or algorithm, Quick Search algorithm เป็นต้น

การเปรียบเทียบและการค้นหาคำ ในแฟ้มข้อมูลชนิดอักขระ มีวิธีการเปรียบเทียบ ดังนี้

วิธีที่ 1 เป็นวิธีการค้นหาข้อมูลด้วยการนำ คำหรือข้อความที่ต้องการค้นหา

เปรียบเทียบหาในแถวลำดับอักขระหรือแฟ้มข้อมูล โดยจะเปรียบเทียบทีละอักขระจนกว่าจะพบหรือหมดข้อมูล

สมมุติให้

P : ตัวแปรเก็บ คำ หรือข้อความที่ต้องการค้นหา ซึ่งจะเรียกว่า แพทเทิน (Pattern)

L : ตัวแปรเก็บความยาวของคำ หรือความยาวของข้อความที่ต้องการค้นหา

St : ตัวแปรเก็บข้อความในแฟ้มข้อมูล หรือแถวลำดับข้อมูล

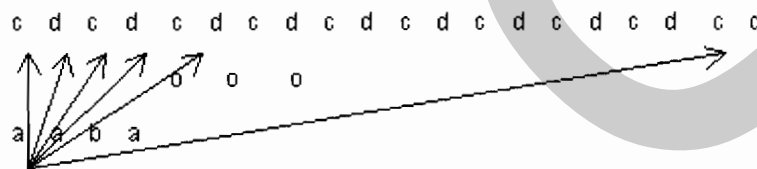
Max : ตัวแปรเก็บความยาวของข้อความในแฟ้มข้อมูล หรือแถวลำดับ

ข้อมูล

ขั้นตอนการค้นหามีดังนี้

เริ่มต้นด้วยการนำอักขระแรกของ แพทเทิน ซึ่งก็คือ $P[1]$ มาเปรียบเทียบกับ อักขระแรกในแฟ้มข้อมูล ซึ่งก็คือ $St[1]$ ถ้าตรงกันให้นำอักขระถัดไปของแพทเทิน และของแฟ้มข้อมูล ซึ่งก็คือ $P[2]$ และ $St[2]$ มาเปรียบเทียบ แต่ถ้าไม่เท่ากันจะเริ่มต้นใหม่ทันที โดยการนำอักขระแรกของ แพทเทิน ซึ่งก็คือ $P[1]$ มาเปรียบเทียบกับอักขระที่สองในแฟ้มข้อมูล ซึ่งก็คือ $St[2]$. ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้าเริ่มต้นจาก แพทเทิน ที่ $P[i=1]$ โดย $i = 1, 2, 3, \dots, L$ จะเปรียบเทียบกับ $St[n=1]$ โดยเริ่มต้นที่ $n = 1, 2, 3, \dots, Max-L+1$ ถ้า $P[i]$ เท่ากับ $St[n]$ จะเปรียบเทียบกับอักขระ $P[i+1]$ กับ $St[n+1]$ ถัดไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จน $i = L$ แสดงว่าพบคำ หรือข้อความที่ต้องการค้นหา แต่ถ้าพบอักขระที่ไม่เท่ากัน ไม่ว่าจะตำแหน่งใด ก็จะเริ่มต้นทำการค้นหาใหม่ทันที โดยเริ่มจากการเปรียบเทียบกับอักขระที่ $P[i]$ กับ $St[n+1]$ และทำการเปรียบเทียบไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบ หรือหมดข้อมูล จะเห็นว่าการค้นหาด้วยวิธีนี้ เป็นการค้นหาแบบ ตรงไปตรงมา ง่าย แต่ถ้าข้อมูลมีเป็นจำนวนมาก ๆ หรือการค้นหามาก ๆ วิธีนี้ จะไม่มีประสิทธิภาพมากนัก

ตัวอย่าง ถ้าข้อความในแฟ้มข้อมูลเก็บในตัวแปร St มีค่าดังนี้ "cdcdcd...c10d10" หรือ (cd)10 ต้องการค้นหาคำ $P = "aaba"$ มีในข้อความข้างต้นหรือไม่



รูปที่ 2.47 แสดงการค้นหาอักขระตามที่ต้องการ

ในการค้นหา การเปรียบเทียบเพียงอักขระแรก ก็สามารถบอกได้ว่าไม่พบ แต่จำนวนครั้งในการค้นหาต้องทำถึง 17 เทียบ เนื่องจากข้อความมีความยาว 20 อักขระ และแพทเทินมีความยาว 4 อักขระ โดยแต่ละเทียวนั้นหาเพียง ครั้งเดียว

จำนวนครั้งที่ต้องการค้นหาทั้งหมด $C = 1 + 1 + 1 + 1 + \dots + 1 = 17 \times 1 = 17$ ครั้ง

สำหรับนี้เป็นกรณีที่โชคดีที่สุด (Best Case) แต่ถ้าเป็นกรณีที่โชคร้ายที่สุด (Worst Case) การค้นหาจะมากกว่านี้มาก เช่น ถ้า $St = "aaaa \dots a20"$ หรือ $(aa)10$ และ $P = "aaab"$ จำนวนครั้งที่ต้องการค้นหาทั้งหมด $C = (1 \times 4) + (1 \times 4) + (1 \times 4) + \dots + (1 \times 4)17 = 17 \times 4 = 68$ ครั้ง ทั้งนี้เนื่องมาจากผิดตรงตำแหน่งที่ 4 หรืออักขระสุดท้ายของแพทเทิน นั่นเอง

กำหนดให้

จำนวนครั้งที่ต้องการค้นหาทั้งหมดคือ

$$C(n) = r(S - r + 1) \quad (i)$$

โดยที่ r คือจำนวนอักขระในแพทเทิน P

S คือจำนวนอักขระใน St

n คือจำนวนอักขระทั้งหมด

ดังนั้น

$$n = r + S \text{ หรือ } S = n - r$$

แทน

$$S \text{ เข้า } (i) \quad C(n) = r(n - 2r + 1) \quad (ii)$$

$$C' = dC/dr = n - 4r + 1 = 0 \quad (\text{สำหรับกรณีที่ให้ค่ามากที่สุด})$$

ดังนั้นจะได้

$$r = (n + 1)/4 \quad (iii)$$

แทน

$$(iii) \text{ เข้า } (ii) \text{ ก็จะได้}$$

$$C(n) = (n + 1)^2/8 \text{ หรือก็คือ Big O @ } O(n^2)$$

ดังนั้น วิธีนี้จึงไม่ดีนัก จำนวนครั้งที่ค้นหาจะเปลี่ยนแปลงรวดเร็วเป็นกำลังสองเมื่อเทียบกับจำนวนข้อมูล

วิธีที่ 2 เป็นวิธีการค้นหาที่ตรงกันข้ามกับวิธีแรก กล่าวคือจะนำข้อมูลจาก สายอักขระ หรือเพิ่มข้อมูล มาเปรียบเทียบกับคำหรือข้อความที่ต้องการค้นหา โดยในขั้นแรกจะต้องนำคำ หรือข้อความที่ต้องการค้นหามาสร้าง ตาราง หรือ กราฟเปรียบเทียบ ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการของ Finite State มาค้นหาที่ละอักขระ ที่สถานะจนครบ หรือถึงสถานะสุดท้าย จึงถือว่าการค้นหาประสบความสำเร็จ ดังนั้นจึงเรียกวิธีนี้ว่า "Search with Pattern Matching"

สำหรับการค้นหาคำ หรือข้อความใน สายอักขระ หรือเพิ่มข้อมูลมีหลักการ ดังนี้

- a) แยกคำที่ต้องการค้นหาเป็นสถานะต่าง ๆ โดยเอาเฉพาะสถานะที่ถูกต้อง เช่น จาก ตัวอย่างจะได้สถานะที่ถูกต้องคือ a, aa, aab, aaba
- b) นำอักขระจาก สายอักขระ หรือเพิ่มข้อมูลมาต่อกันและทำการเปรียบเทียบ ถ้าถูกต้องให้ไปสถานะถัดไป แต่ถ้าไม่ถูกต้องให้ตัดอักขระซ้ายสุดออก แล้วเปรียบเทียบกับสถานะก่อนหน้านั้น ถ้ายังไม่พบก็ให้ตัดอักขระ และถอยกลับมาเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบสถานะที่ถูกต้อง หรือเริ่มต้นค้นหาใหม่
- c) ถ้า อักขระ ที่เข้ามา ไม่อยู่ใน เซตของอักขระ ของคำที่ต้องการค้นหา ให้เริ่มต้นใหม่ทันที
- d) ดำเนินการตามข้อ 2 และ 3 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงสถานะสุดท้าย ซึ่งก็คือเป้าหมายที่ต้องการค้นหา

วิธีที่ 3 เป็นการตรวจสอบทุก ๆ ตำแหน่ง หรือที่เรียกว่า Brute force algorithm ซึ่งมีขีดจำกัด ดังนี้

- a) ไม่จำเป็นต้องมีระยะก่อนการเตรียมการ
- b) ต้องการพื้นที่ว่างพิเศษสำหรับการดำเนินการ
- c) มีการเลื่อน (shift) 1 ตำแหน่ง ไปทางด้านขวา
- d) การเปรียบเทียบสามารถทำได้ตอนไหนก็ได้
- e) ประสิทธิภาพ (complexity) การค้นหามีค่าเท่ากับ $O(m \times n)$

ตัวอย่าง

First attempt:

y G G A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1 2 3 4
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.48 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 1

Second attempt:

y G C A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.49 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 2

Third attempt:

y G C A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.50 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 3

Fourth attempt:

y G C A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.51 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 4

Fifth attempt:

y G C A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.52 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 5

Sixth attempt:

y G C A T C G C A G A G A G T A T A C A G T A C G
 1 2 3 4 5 6 7 8
 x G C A G A G A G

Shift by 1

รูปที่ 2.53 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 6

Seventh attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.54 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 7

Eighth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.55 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 8

Ninth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1 2
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.56 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 9

Tenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.57 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 10

Eleventh attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1 2
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.58 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 11

Twelfth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.59 แสดงการค้นหอักขระโดยใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 12

Thirteenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1 2
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.60 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยการใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 13

Fourteenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.61 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยการใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 14

Fifteenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.62 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยการใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 15

Sixteenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.63 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยการใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 16

Seventeenth attempt:

y GCATCGCAGAGAGTATACAGTACG
 1
 x GCAGAGAG

Shift by 1

รูปที่ 2.64 แสดงการค้นหาคำขึ้นต้นโดยการใช้ Brute force Algorithm ในการเปรียบเทียบ ครั้งที่ 17

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การตรวจสอบเพื่อทำการวิเคราะห์ภาพอาวรูปีนเพื่อนำไปสู่การระบุอาวรูปีน จากการศึกษาผลงาน (Literature) การวิจัย ที่ผ่านมายังไม่พบวิธีการใด ๆ จะสามารถทำการระบุประเภทของอาวรูปีน ถ้าศึกษาวิธีการระบุชนิดสิ่งของ การจำแนกประเภทของรถยนต์ พบว่าได้มีการศึกษาวิจัยผ่าน มาแล้วโดยสามารถแบ่งแยกเทคนิคในการวิจัยได้ ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์จากลักษณะพื้นผิว (Surface Texture Analysis) ของ มณเฑียร รัตนศิริ วงศ์วุฒิ และ สุพจน์ นิตยสุวรรณ เพื่อทำการสืบค้นข้อมูลภาพ การจำแนกวัตถุหลายต่าง ๆ ของภาพ ลายไทย สามารถสืบค้นข้อมูลภาพลายไทยได้ถูกต้องรวดเร็ว แต่หากเป็นภาพลายไทยที่มีรูปร่าง และขนาดคล้ายคลึงกันไม่สามารถสืบค้นได้

การรู้จำองค์ประกอบของวัตถุ ของ นิพนธ์ สมิตธาพิพัฒน์ และ ดร.พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์ ทำการคัดแยกเก้าอี้แบบมีพนักพิง 4 ตัว ทำการทดสอบกับ Test set ได้ค่าความผิดพลาด 0 % แต่มี ข้อเสียคือมีการจำภาพของวัตถุจำนวนมากทำ ให้ระบบทำงานได้ช้า และการจดจำภาพต้องมีการ Train ให้รู้จำก่อน ในการ Train นี้มีจำนวนครั้งในการ Train ที่มากทำให้ต้องเสียเวลาเมื่อ เปรียบเทียบกับองค์ประกอบของวัตถุ

การวิเคราะห์ลักษณะสี (Color Image Analysis) ผลงานวิจัยในเรื่องการนับแยกเม็ด เลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โดยวิธีเครือข่ายประสาท ทำการคัดแยกสเมียร์เลือดที่เป็น ภาพสี ใช้กลุ่มข้อมูล 233 ตัวอย่าง และกลุ่มทดสอบ 134 ตัวอย่าง ได้ผลความถูกต้องร้อยละ 88.10 แต่มีข้อเสียคือระบบทำงานได้ช้า และการจดจำภาพต้องมีการ Train ให้รู้จำก่อน

การวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง (Shape Analysis) ผลงานวิจัยของ สุภาภรณ์ เกรียดิสิน ใน เรื่องการจับคู่ภาพฟิล์มของฟันโดยใช้การประมวลผลภาพบนพื้นฐานคุณลักษณะของฟัน 2 แบบ คือ ฟันรากคู่ และฟันรากเดี่ยว ได้ผลความถูกต้องของความเหมือนประมาณร้อยละ 90 แต่ภาพที่ เปรียบเทียบระหว่างฟันรากคู่กับฟันรากเดี่ยว มีความเหมือนร้อยละ 50 ข้อดีคือความรวดเร็วใน การประมวลผลเนื่องจากการใช้การพิจารณาจากชุดรหัสทิศทาง (Chain codes) แต่ยังไม่สามารถ นำมาจับคู่กับฟันแบบ 3 ราก ได้ และการจำแนกประเภทเรือจากกล้องอินฟราเรด ผลงานวิจัย ของ

Jorge Alves, Jessica Herman และ Neil C.Rowe ได้นำเสนอการจำแนกประเภทเรือ โดยกล้องอินฟราเรด และใช้การจำแนกภาพโดยใช้เครือข่ายประสาท จากการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ประสบความสำเร็จร้อยละ 80 แต่มีข้อเสียคือระบบทำงานได้ช้า และการจดจำภาพต้องมีการ Train ให้รู้จักก่อน

จากการศึกษาผลงาน (Literature) การวิจัยพบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้แยกประเภทอาวุธปืนคือการวิเคราะห์รูปร่าง เพราะปืนเหล่านี้มีสี (Color) และพื้นผิว (Texture) เหมือนกันขึ้นอยู่กับวัสดุ มีความมันวาว ไม่สามารถแยกลักษณะของอาวุธปืนได้อย่างชัดเจน แต่รูปร่างมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น ปืนพกสั้นแบบอัตโนมัติ (Automatic) ปืนพกสั้นแบบลูกโม้ (Revolver) และ ปืนยาว ดังรูปที่ 3.1



(a) ปืนพกสั้นแบบอัตโนมัติ



(b) ปืนพกสั้นแบบลูกโม้



(c) ปืนยาว

รูปที่ 3.1 แสดงรูปร่างของอาวุธปืนในแต่ละประเภท

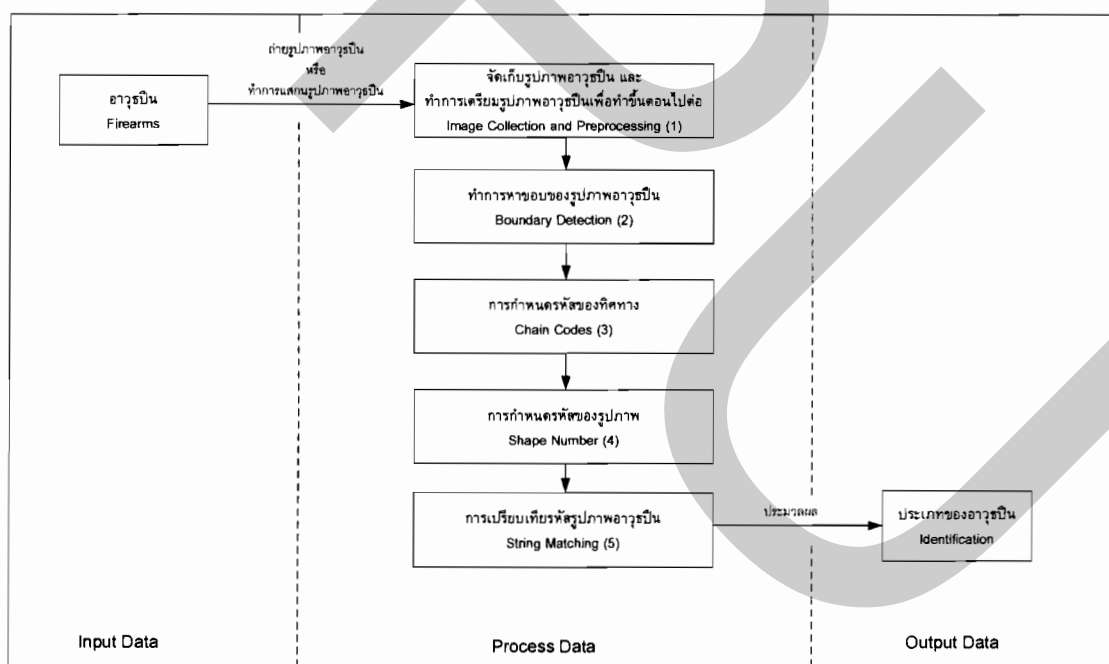
สำหรับการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีวิเคราะห์หาประเภทของอาวุธปืนประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะของรูปร่างของอาวุธปืน (Firearms Shape) ภาพอาวุธปืน ซึ่งการดำเนินการวิจัยจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอาวุธปืนจากกลุ่มตัวอย่าง และสามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างโดยให้เป็นอาวุธปืนต้นแบบ (Reference) รายละเอียด ตามผนวก ก ทั้งสิ้นจำนวน 15 แบบ จากรูปร่างของอาวุธ 3 ประเภท คือ อาวุธปืนพกสั้นแบบอัตโนมัติ (Automatic) 5 แบบ อาวุธปืนพกแบบลูกโม้ (Revolver) 5 แบบ และปืนยาว 5 แบบ โดยในแต่ละภาพเก็บภาพลักษณะด้านข้าง พื้นหลังมีสีขาว โดยหันปลายกระบอกปืนไปทางด้านขวา สำหรับภาพอาวุธที่ไม่รู้จัก (Unknowns) นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างอีก 315 แบบ รายละเอียดตามผนวก ข

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

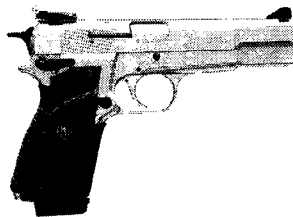
การดำเนินการวิจัย เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพอาวุธปืน ใช้วิธีการประมวลผลภาพจากรูปร่างของภาพอาวุธปืน (Shape Analysis) ในลักษณะภาพ 2 มิติ เริ่มต้นโดยการรับภาพอาวุธปืนจากกลุ่มตัวอย่าง จากหัวข้อ 3.1 ผ่านอุปกรณ์รับภาพจากกล้อง CCD (Charge Coupled Device) หรือการสแกน (Scanner) บันทึกข้อมูลภาพลงในคอมพิวเตอร์ นำไฟล์ภาพที่ได้ทำการบันทึกมาทำการแปลงข้อมูลภาพจากภาพสี (RGB) เป็นภาพสีเทา (Gray Level) และภาพสองระดับในลักษณะภาพขาวดำ (Binary Image) ตามลำดับ เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว ง่ายต่อการประมวลผล จากนั้นหาขอบเขตภาพของอาวุธปืน (Boundary Detections) นำค่าของขอบเขตภาพที่ได้มากำหนดรหัสทิศทาง (Chain codes) แบบ 8 ทิศทาง (8-Connectivity) นำรหัสทิศทางที่ได้ผ่านกระบวนการในการแก้ไขปัญหาความแตกต่างของภาพ เช่น ขนาดภาพ (Scaling) การหมุนของภาพ (Rotation) พร้อมทั้งหารหัสภาพ (Shape Number) ทำการจัดเก็บรหัสภาพของอาวุธปืนตัวอย่างแต่ละประเภทลงในฐานข้อมูล ทำการเปรียบเทียบรหัสภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก (Unknowns) กับภาพอาวุธปืนต้นแบบ (Reference) ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัย ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กระบวนการวิเคราะห์รูปภาพอาวุธปืน

3.2.1 การจัดเก็บภาพอาวุธปืนและการเตรียมภาพอาวุธปืน (Image Collection and Preprocessing)

การจัดเก็บภาพอาวุธปืนและการเตรียมภาพอาวุธปืนนั้น เมื่อรับภาพ (Input) ข้อมูลรูปภาพจากกล้อง CCD (Charge Coupled Device) หรือจากการสแกนรูปภาพ (Scanner) จะทำการจัดเก็บรูปภาพอาวุธปืน ซึ่งข้อมูลภาพอาวุธปืนที่สามารถนำมาใช้ได้แก่ภาพ บิตแมป (BMP) เจพีก (JPEG) จิฟ (GIF) ทิฟฟ์ (TIFF) ในโหมดภาพสีแบบอาร์จีบี (RGB) ซึ่งสีของภาพที่แสดงออกมาจะได้มาจากการผสมสีเข้าด้วยกัน 3 สีด้วยกัน คือ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งค่าของสีในโหมดภาพแบบอาร์จีบี (RGB) จะแสดงพารามิเตอร์เป็นตัวเลขที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ตัวอย่างเช่น สีแดง [255,0,0] สีเขียว [0,255,0] และสีน้ำเงิน [0,0,255] ซึ่งค่าของสีที่สามารถแสดงออกมาได้สูงสุดคือ $256 \times 256 \times 256$ โดยจะมีค่าของสีได้ มากกว่า 16 ล้านสี ค่าข้อมูลจุดภาพ (Pixel) อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในเรื่องของการนำค่าข้อมูลจุดภาพ (pixel) มาใช้ในการประมวลผลภาพ อีกทั้งการวิเคราะห์รูปร่างของอาวุธปืนนั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของภาพสีในแบบ RGB เพราะเป็นการสิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลภาพ ดังรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดข้อมูลของอาวุธปืนที่จัดเก็บ ซึ่งในจุด ๆ หนึ่งบนภาพ ดังรูปที่ 3.3 (a) จะถูกจัดเก็บค่าของภาพถึง 3 ค่าด้วยกัน คือ ค่าของสีแดง ($R = 63$) สีเขียว ($G = 63$) และสีน้ำเงิน ($B = 63$) ดังรูปที่ 3.3 (b) ดังนั้น ถ้าหากภาพมีขนาดใหญ่ ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บก็จะมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย



(a)

R:255 G:255 B:255	R:255 G:255 B:255	R:255 G:255 B:255	R:255 G:255 B:255	R:250 G:250 B:250	R:247 G:247 B:247
R:254 G:254 B:254	R: 63 G: 63 B: 63	R: 9 G: 9 B: 9	R: 16 G: 16 B: 16	R: 29 G: 27 B: 28	R: 8 G: 6 B: 7
R:254 G:254 B:254	R: 64 G: 64 B: 64	R: 12 G: 12 B: 12	R: 29 G: 29 B: 29	R: 64 G: 62 B: 63	R: 35 G: 33 B: 34
R:255 G:255 B:255	R: 72 G: 72 B: 72	R: 22 G: 22 B: 22	R: 54 G: 54 B: 54	R: 54 G: 50 B: 51	R: 26 G: 22 B: 23
R:255 G:255 B:255	R: 61 G: 61 B: 61	R: 7 G: 7 B: 7	R: 44 G: 44 B: 44	R: 55 G: 51 B: 52	R: 27 G: 23 B: 24

(b)

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างรายละเอียดภาพอาวุธปืนแบบสี (RGB)

(a) แสดงภาพปืนแบบสี (RGB)

(b) ค่าของสี RGB

การแปลงข้อมูลภาพเป็นแบบสีเทา เป็นภาพเป็นแบบขาวดำ ใช้วิธีอิมเมจเทรชโด้ (Image Thresholding) เพื่อให้ได้ค่าเพียง 2 ระดับ สำหรับภาพอาวูรค่า Thresholding ที่ใช้ควรเป็นค่าที่ทำให้สามารถทำการแยกภาพอาวูรป็นออกจากพื้นหลัง (Background) ได้อย่างชัดเจน ซึ่งวิธีของการ Threshold มีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการ Bi-level Luminance Thresholding สำหรับภาพที่มีลักษณะวัตถุที่เราสนใจ ซึ่งมีความเข้มคงที่เมื่อเทียบกับพื้นหลัง และสามารถแยกภาพออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน และวิธีการที่ 2 การแยกภาพออกจากพื้นหลังแบบ Multilevel Luminance Thresholding สำหรับภาพที่ประกอบด้วยหลาย ๆ วัตถุ สามารถแยกวัตถุด้วยการใช้ค่า Thresholding แบบหลายค่า และอีกวิธีแบบ Region segmentation methods การแยกส่วนประกอบของภาพโดยพิจารณากลุ่มข้อมูลของภาพ สำหรับในการวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกการ Thresholding แบบ Bi-level Luminance Thresholding เนื่องจากภาพมีความแตกต่างกันระหว่างภาพอาวูรป็นกับพื้นหลังอย่างชัดเจน สำหรับค่า Threshold ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 235 ก็ น่าจะเพียงพอแล้ว เนื่องจากพื้นหลังของภาพเป็นสีขาวมีค่าเท่ากับ 255 อีกทั้งภาพอาวูรป็นโดยปกติจะเป็นสีดำ หรือ สีเงิน ที่มีค่าความแตกต่างจากสีขาวอย่างชัดเจน จึงทำให้สามารถแยกข้อมูลภาพได้ ดังสมการที่ 3.2

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x, y) > T \\ 0 & \text{(otherwise)} \end{cases} \quad \text{.....(สมการที่ 3.2)}$$

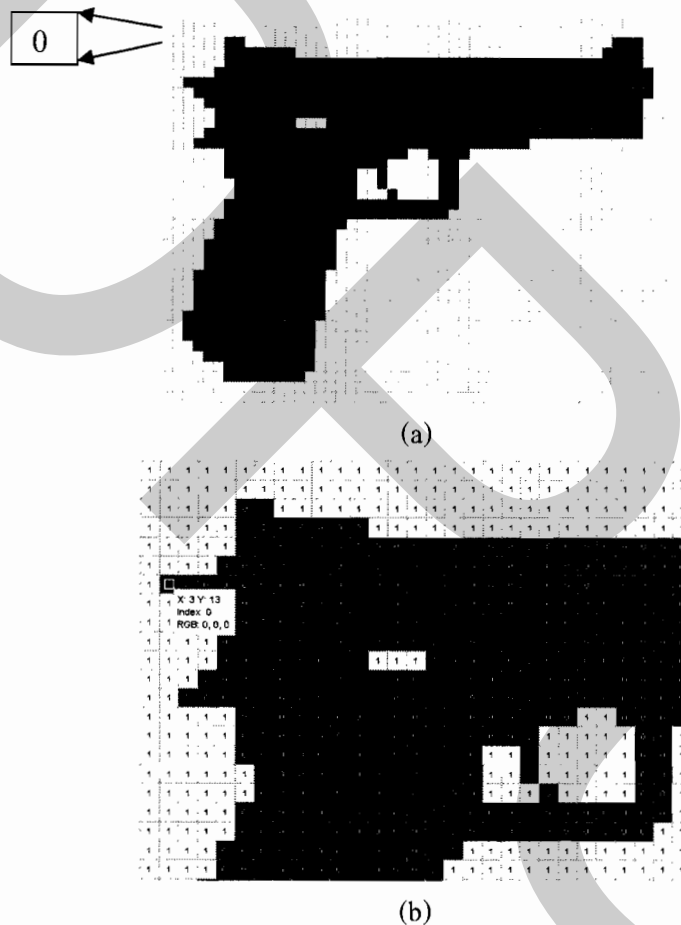
โดยที่ $g(x,y)$ เป็นข้อมูลภาพของอาวูรป็น ณ ตำแหน่งที่ x,y
 T เป็นค่า Threshold

เมื่อได้ภาพอาวูรป็นที่ผ่านการ Threshold แล้วจะทำให้ภาพอาวูรป็นที่ได้เป็นภาพขาวดำ และค่าของภาพจะมีเพียง 2 ค่า คือ 1 ถ้าเป็นสีขาว และ 0 ถ้าภาพเป็นสีดำ จากนั้นนำภาพที่ได้มาทำการหาขอบเขตภาพ (Boundary Detection) ต่อไป

3.2.2 การหาขอบเขตภาพอาวูรป็น (Boundary Detection)

การหาขอบเขตของภาพอาวูรป็นนั้น จะทำให้สามารถนำค่าพิกัด (x,y) ที่ได้ในแต่ละจุดไปหาตัวรหัสทิศทาง (Chain codes) เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

จากภาพอาวุธปืนที่ได้จากการทำ Threshold แล้ว ค่าที่ได้มีเพียง 2 ค่า คือ 1 และ 0 เท่านั้น สำหรับการหาขอบภาพจำเป็นต้องทราบจุดจุดหนึ่งบนขอบภาพก่อน จึงจะสามารถหาจุดภาพในตำแหน่งถัดไปได้ สำหรับภาพอาวุธปืนจะพิจารณาเลือกจุดภาพที่มีพิกัด (x,y) ที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือสีดำเท่านั้น ทำการตรวจสอบค่าพิกัดทุก ๆ จุดภาพ ดังรูปที่ 3.5 (a) เลือกค่าพิกัดตำแหน่งตามคอลัมน์ หรือจุดพิกัด x แรกที่ตรวจพบ ให้เป็นจุดเริ่มต้นของการหาขอบเขตภาพของอาวุธปืน ดังรูปที่ 3.5 (b)



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการตรวจสอบจุดพิกัดจุดแรกที่มีค่าเท่ากับ 0 หรือสีดำของภาพอาวุธปืน

เมื่อได้ตำแหน่งพิกัด (x,y) ในตำแหน่งแรก จะทำให้สามารถค้นหาตำแหน่งพิกัดของตำแหน่งภาพในตำแหน่งถัดไปได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งค่าเงื่อนไขให้จุด (x,y) ว่าเคยผ่านมาแล้ว
2. คำนวณหาความแรงของขอบของจุดที่อยู่รอบจุด (x,y)
3. เลือกจุดที่มีค่าความแรงสูงสุดโดยเรียงตามลำดับความแรงของขอบ

4. เลือกจุดที่มีค่าความแรงสูงสุด เมื่อเทียบกับ (x,y)
5. จัดเก็บค่า (x,y) ทำซ้ำในข้อ 2
6. หากไม่พบจุดใดเลยที่มีค่าความแรงสูงพอในทิศทางที่เคลื่อนที่ไปได้ ให้ลบจุดนั้นออกจากอะเรย์ และเลือกจุดที่มีความแรงขบน้อยกว่าในอันดับถัดไป แล้วทำซ้ำในข้อ 3 หากจุดในแถวถูกลบออกหมดแล้ว ให้ถอยกลับไปใช้จุดที่เหลือ แถวถัดไป
7. หยุดเมื่อวนกลับมายังจุดเดิม

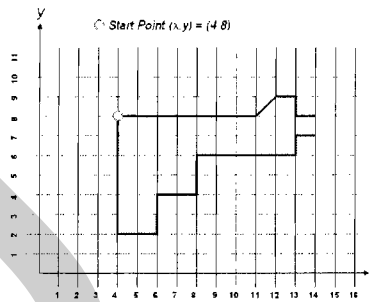
3.2.3 กำหนดรหัสทิศทาง (Chain code)

จากพิกัด (x,y) ที่ได้ในแต่ละจุด ในกระบวนการหาขอบเขตภาพของอาวูรป็น ตามหัวข้อ 3.2.2 ยังไม่สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้เพื่อระบุรูปร่างของอาวูรป็นนั้น ๆ ได้ วิธีหนึ่งที่สามารถทำให้ทราบลักษณะรูปร่างของอาวูรป็นได้ ก็คือการวิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis) ของอาวูรป็นด้วยรหัสทิศทาง (Chain codes) [13]

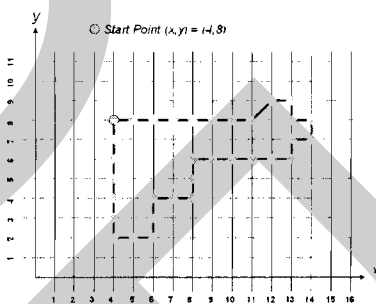
การใช้รหัสทิศทาง (Chain Codes) เพื่อระบุรูปร่างของอาวูรป็นนั้น รหัสทิศทางของภาพถูกจัดเก็บเป็นตัวอักษร จึงทำให้ง่ายต่อการค้นหา และเกิดความรวดเร็วในการประมวลผล เนื่องจากไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของภาพ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ อาทิเช่น การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายประสาท [19] วิธีนี้มีการใช้การจำภาพตัวอย่างค่อนข้างมาก ทำให้เกิดความยุ่งยากในการประมวลผล

ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์รูปร่าง (Shape Analysis) ของภาพอาวูรป็น ด้วยวิธีการหารหัสทิศทาง (Chain Codes) จะมีจุดเด่นกว่าวิธีอื่น ๆ ในเรื่องของความเร็ว โดยไม่ขึ้นกับขนาดของภาพ แต่ปัญหาที่พบกับการใช้วิธีนี้ก็คือปัญหาเรื่องของขนาดภาพอาวูรป็น (Scaling) และปัญหาเรื่องทิศทางของภาพที่เปลี่ยนไป (Rotation) ทำให้รหัสภาพที่ได้มานั้นไม่เหมือนกัน และยังไม่สามารถนำมาใช้ระบุอาวูรป็นได้โดยตรง ซึ่งสาเหตุของปัญหาเหล่านี้ ในงานวิจัยได้นำเสนอวิธีการเลือกรหัสทิศทางของอาวูรป็นในตำแหน่งที่ต่อเนื่องกัน และรหัสทิศทางนั้นเหมือนกันออกมาเพียงตัวเดียวหรือที่เรียกว่า Run Length Encoding จากนั้นนำรหัสทิศทางที่ได้หาค่าความแตกต่าง (Differenciation) เพื่อให้ได้รหัสทิศทางของภาพ (Shape Number) นำไปสู่กระบวนการเปรียบเทียบและการระบุชนิดอาวูรป็น ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป และเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจจึงได้ยกตัวอย่างภาพทำการอธิบายวิธีการดังกล่าวข้างต้น เพื่อจะนำไปสู่ขั้นตอนการวิจัยอาวูรป็นจากกลุ่มตัวอย่างตามผนวก ก และผนวก ข ต่อไป

3.2.3.1 จากรูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นถึงการหาขอบภาพของอาวุธปืน โดยขอบภาพที่ได้แต่ละจุดภาพจะมีค่าพิกัด (x,y) ทุก ๆ จุด ดังรูปที่ 3.7 และตารางที่ 3.1



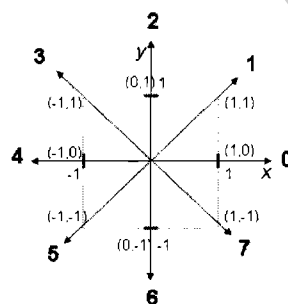
รูปที่ 3.6 แสดงขอบภาพที่ได้ของอาวุธปืน



รูปที่ 3.7 แสดงค่าพิกัด (x,y)

3.2.3.2 เนื่องจากค่าพิกัด (x,y) ที่ได้ยังไม่สามารถบอกทิศทางของขอบภาพจากจุดพิกัด (x_1, y_1) ไปยังจุดพิกัด (x_2, y_2) และทุก ๆ จุดได้ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดทิศทางโดยพิจารณาผลต่างที่ได้ในแต่ละจุดหารหัสทิศทาง (x,y) โดยนำค่าพิกัด (x,y) ขอบภาพในลำดับที่ $n+1$ ลบด้วยค่าพิกัด (x,y) ขอบภาพลำดับที่ n และหากพิกัด (x,y) เป็นตำแหน่งสุดท้ายให้นำพิกัด (x,y) ในตำแหน่งแรกมาใช้ นำผลที่ได้เปรียบเทียบกับทิศทางที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 3.8 และตารางที่ 3.1 โดยใช้สมการที่ 3.3

$$\text{รหัสทิศทาง}_n = \text{พิกัด}(x,y) \text{ ขอบภาพ}_{n+1} - \text{พิกัด}(x,y) \text{ ขอบภาพ}_n \dots\dots\dots (\text{สมการที่ 3.3})$$



รูปที่ 3.8 แสดงทิศทางของรหัสทิศทางแบบ 8 ทิศทาง

ตารางที่ 3.1 แสดงค่ารหัสทิศทาง

ลำดับ	รหัสทิศทาง (x,y)	รหัสทิศทาง
1	(1,0)	<u>0</u>
2	(1,1)	<u>1</u>
3	(0,1)	<u>2</u>
4	(-1,1)	<u>3</u>
5	(-1,0)	<u>4</u>
6	(-1,-1)	<u>5</u>
7	(0,-1)	<u>6</u>
8	(1,-1)	<u>7</u>

เมื่อได้ผลต่างของค่าพิกัด (x,y) แล้ว และนำมาเปรียบเทียบกับรหัสทิศทางที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ในการจัดเก็บข้อมูลรหัสทิศทางจะจัดเก็บเฉพาะรหัสทิศทางที่เป็นตัวเลขเดียว (ตั้งแต่ 0 -7) เท่านั้น เช่นในตารางที่ 3.2 ลำดับที่ 1 และ 2 พิกัด (x,y) มีค่า (4,8) และ (5,8) ตามลำดับ และผลต่างในลำดับที่ 1 มีค่ารหัสทิศทาง (x,y) เท่ากับ (1,0) รหัสทิศทางที่ถูกจัดเก็บจะมีค่าเท่ากับ 0

ตารางที่ 3.2 แสดงค่ารหัสทิศทาง ที่ได้จากรูปที่ 3.7

ลำดับ	พิกัด	รหัสทิศทาง (x,y)	รหัสทิศทาง	หมายเหตุ
1	(4,8)	(1,0)	0	<u>Start point</u>
2	(5,8)	(1,0)	0	
3	(6,8)	(1,0)	0	
4	(7,8)	(1,0)	0	
5	(8,8)	(1,0)	0	
6	(9,8)	(1,0)	0	
7	(10,8)	(1,0)	0	
8	(11,8)	(1,1)	1	
9	(12,9)	(1,0)	0	
10	(13,9)	(0,-1)	6	
11	(13,8)	(1,0)	0	
12	(14,8)	(0,-1)	6	

ตารางที่ 3.2 แสดงค่ารหัสทิศทาง ที่ได้จากรูปที่ 3.7 (ต่อ)

ลำดับ	พิกัด	รหัสทิศทาง (x,y)	รหัสทิศทาง	หมายเหตุ
13	(14,7)	(-1,0)	4	
14	(13,7)	(0,-1)	6	
15	(13,6)	(-1,0)	4	
16	(12,6)	(-1,0)	4	
17	(11,6)	(-1,0)	4	
18	(10,6)	(-1,0)	4	
19	(9,6)	(-1,0)	4	
20	(8,6)	(0,-1)	6	
21	(8,5)	(0,-1)	6	
22	(8,4)	(-1,0)	4	
23	(7,4)	(-1,0)	4	
24	(6,4)	(0,-1)	6	
25	(6,3)	(0,-1)	6	
26	(6,2)	(-1,0)	4	
27	(5,2)	(-1,0)	4	
28	(4,2)	(0,1)	2	
29	(4,3)	(0,1)	2	
30	(4,4)	(0,1)	2	
31	(4,5)	(0,1)	2	
32	(4,6)	(0,1)	2	
33	(4,7)	(0,1)	2	
34	(4,8)	(0,1)	2	End Point

จากตารางที่ 3.2 ค่ารหัสภาพที่ได้ คือ 000000010606464444466446644222222 จะเห็นว่าข้อมูลภาพที่ได้เป็นตัวอักษร ทำให้ง่ายต่อการจัดเก็บ และสามารถนำไปประมวลผลได้รวดเร็ว แต่ปัญหาภาพอาวูรป็นที่มีขนาด (scaling) ต่างกัน หรือทิศทางของภาพอาวูรป็นที่แตกต่างกัน (Rotation) ก็เป็นปัญหาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ค่ารหัสภาพที่ออกมาได้ไม่

ตารางที่ 3.5 แสดงการจัดกลุ่มของตัวอย่างรหัสทิศทางของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน ตามรูปที่ 3.1

Chain Codes	0 0 0 0 0 0 6 6 6 6 6 6 6 7 6 4 6 4 2 4 2 2 2 2 2 4 4 2 2 4 4 2 2
Run Length Encoding	0(6), 6(7), 7, 6, 4, 6, 4, 2, 4, 2(5), 4(2), 2(2), 4(2), 2(2)
New Chain Codes	0 6 7 6 4 6 4 2 4 2 4 2 4 2

3.2.4 การกำหนดรหัสรูปร่าง (Shape Number)

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการจัดกลุ่มของรหัสทิศทางสามารถแก้ไขปัญหของภาพที่มีขนาดแตกต่างกันได้ โดยรหัสทิศทางของภาพที่ได้เหมือนกัน คือ **01060646464642** และรหัสทิศทางของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน คือ **06764642424242** ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าตัวเลขรหัสทิศทางของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถบอกลักษณะของรูปร่างของภาพอาวูฐป็นได้ ดังนั้นต้องนำรหัสทิศทางที่ได้ไปหาค่าความแตกต่างของรหัสทิศทางในทุก ๆ ตำแหน่ง ดังสมการที่ 3.4

$$\text{diff}_n = \text{Chain Code}_{n+1} - \text{Chain Code}_n \dots\dots\dots(\text{สมการที่ 3.4})$$

กำหนดให้ diff_n เป็นค่าความแตกต่างของตำแหน่งที่ n
 Chain Code_n เป็นค่าของรหัสทิศทางภาพในตำแหน่งที่ n
 n เป็นตำแหน่งของค่ารหัสทิศทาง (Chain Code)

แต่ถ้าหากรหัสทิศทางเป็นตำแหน่งสุดท้ายให้นำค่ารหัสทิศทางตำแหน่งที่ 1 มาหาความแตกต่าง ดังสมการที่ 3.5

$$\text{diff}_m = \text{Chain Code}_1 - \text{Chain Code}_m \dots\dots\dots(\text{สมการที่ 3.5})$$

กำหนดให้ diff_m เป็นค่าความแตกต่างของตำแหน่งสุดท้าย
 Chain Code_m เป็นค่าของรหัสทิศทางภาพในตำแหน่งที่ m
 m เป็นตำแหน่งสุดท้ายของค่ารหัสทิศทาง (Chain Code)

เมื่อค่ารหัสทิศทางที่แตกต่างกันออกมาเรียบร้อยแล้วให้นำค่า diff ที่ได้มา mod ด้วย 8
ค่าที่ได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวเลขรหัสชุดใหม่ ซึ่งจะเรียกว่า รหัสรูปร่าง (Shape Number) [13] ดัง
แสดงในตารางที่ 3.6 ตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 โดยแทนที่ค่า diff ที่ได้ ดังสมการที่ 3.6

$$\text{Shape Number} = (\text{diff}) \bmod 8 \dots\dots\dots(\text{สมการที่ 3.6})$$

ตารางที่ 3.6 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพต้นแบบ โดยใช้ข้อมูลรหัสทิศทาง
จากตารางที่ 3.3

New Chain Codes	0	1	0	6	0	6	4	6	4	6	4	6	4	2
diff	1	-1	6	-6	6	-2	2	-2	2	-2	2	-2	-2	-2
Shape Number	1	7	6	2	6	6	2	6	2	6	2	6	6	6

ตารางที่ 3.7 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน
โดยใช้ข้อมูลรหัสทิศทางจากตารางที่ 3.4

New Chain Codes	0	1	0	6	0	6	4	6	4	6	4	6	4	2
diff	1	-1	6	-6	6	-2	2	-2	2	-2	2	-2	-2	-2
Shape Number	1	7	6	2	6	6	2	6	2	6	2	6	6	6

ตารางที่ 3.8 แสดงรหัสรูปร่าง ของตัวอย่างรหัสภาพที่มีทิศทางของภาพแตกต่างกัน
โดยใช้ข้อมูลรหัสทิศทางจากตารางที่ 3.5

New Chain Codes	0	6	7	6	4	6	4	2	4	2	4	2	4	2
diff	6	1	-1	-2	2	-2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	-2
Shape Number	6	1	7	6	2	6	6	2	6	2	6	2	6	6

ตารางที่ 3.9 แสดงรหัสรูปร่าง (Shape Number) ของตัวอย่างภาพอาวรูปที่มีทิศทางแตกต่างกัน

รูปภาพ	มุม	Chain Code	New Chain Code	Shape Number
	0	000000010606464444466446644222222	01060646464642	1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6 6 6
	45	777777707575353333355335533111111	70757535353531	1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6 6 6
	90	000000666666676464242222244224422	06764642424242	6 1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6 6
	135	777777555555565353131111133113311	75653531313131	6 1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6 6
	180	006666664444444542420200000220022	06454242020202	6 6 1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6
	225	77555553333333431317177777117711	75343131717171	6 6 1 7 6 2 6 6 2 6 2 6 2 6
	270	0606666600660066444442222223202	06060606423202	6 2 6 2 6 2 6 6 6 1 7 6 2 6
	315	75755555775577553333331111112171	75757575312171	6 2 6 2 6 2 6 6 6 1 7 6 2 6

จากข้อมูลตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงภาพต้นแบบ ตามตารางที่ 3.6 มีรหัสรูปร่างเป็น **1762662626666** ข้อมูลของภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน ตามตารางที่ 3.7 มีรหัสรูปร่างเป็น **1762662626666** รหัสรูปร่างที่เหมือนกัน แต่ข้อมูลของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน ตามตารางที่ 3.8 รหัสรูปร่างที่ได้เป็น **61762662626266** และข้อมูลของภาพที่มีทิศทางแตกต่างกัน ตามตารางที่ 3.9 เมื่อพิจารณาแล้วจะสังเกตได้ว่ามีรหัสรูปร่างที่สลับที่กันอยู่ ซึ่งทำให้ค่าที่ออกมาไม่เหมือนกัน

วิธีแก้ปัญหาดังกล่าวหนึ่งที่สามารถทำได้ก็คือใช้วิธีการจับคู่ความเหมือนของรหัสรูปร่าง (String Matching) เพื่อหาค่าความเป็นไปได้ของรหัสรูปร่างซึ่งจะกล่าวในหัวข้อ ถัดไป

จากตัวอย่างในหัวข้อ 3.2.3 การกำหนดรหัสทิศทาง (Chain code) และตัวอย่างในหัวข้อ 3.2.4 การกำหนดรหัสรูปร่าง (Shape Number) เมื่อนำมาทดสอบจากกลุ่มตัวอย่าง ตามผนวก ก และผนวก ข พบว่าการกำหนด รหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่ได้มานั้น สัญญาณรบกวนของภาพมีผลทำให้ขนาดของรหัสทิศทางภาพเปลี่ยน เช่น ถ้าภาพอาวุธปืนมีขนาดเดียวกัน ดังรูปที่ 3.12 และ (a) เป็นภาพอาวุธปืนที่มีสัญญาณรบกวนน้อย และ (b) เป็นภาพที่มีสัญญาณรบกวนมาก



(a)



(b)

รูปที่ 3.12 แสดงภาพอาวุธปืนที่มีสัญญาณรบกวน
(a) เป็นภาพอาวุธปืนที่มีสัญญาณรบกวนน้อย
(b) เป็นภาพอาวุธปืนที่มีสัญญาณรบกวนมาก

และเมื่อนำรหัสทิศทางของภาพที่ได้จากรูปที่ 3.12 (a) และ รูปที่ 3.12 (b) มาเปรียบเทียบว่ารหัสทิศทางของรูปที่ 3.12 (b) ยาวกว่า รูปที่ 3.12 (a) และค่าของรหัสทิศทางแตกต่างกัน ดังนั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้เสนอให้ใช้เทคนิค “การกรองรหัสทิศทาง” กล่าวคือ การกรองรหัสทิศทางเป็นการลดสัญญาณรบกวนของภาพ ช่วยลดทอน และเน้นขอบภาพให้มีความราบเรียบยิ่งขึ้น จากนั้นจึงใช้วิธี Run length Encoding และมาหารหัสรูปร่างต่อไป

การกรองรหัสทิศทางในการวิจัยนี้จะใช้การกรองแบบหน้าต่าง (Sliding window) หน้าต่างจะถูกเลื่อนไปยังตำแหน่งของภาพจนครบทุก ๆ จุดของรหัสทิศทาง การกรองรหัสทิศทางจะใช้ค่าเฉลี่ยแบบฐานนิยม โดยทำการเลือกค่าของรหัสทิศทางที่พบมากที่สุดเป็นคำตอบ ซึ่งปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้วิธีนี้ คือ ค่าของรหัสทิศทางที่พบมากที่สุดมีมากกว่า 1 คำตอบ วิธีการแก้ไข คือ การใช้ค่าคำตอบของรหัสทิศทางที่พบก่อนหน้านี้เป็นคำตอบ ซึ่งการหาของขนาดหน้าต่างที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขนาดของรหัสทิศทางที่ได้ของอาวุธในแต่ละแบบ ซึ่งถ้ารหัสทิศทางยาวมากจะต้องใช้หน้าต่างที่มีขนาดกว้างตามไปด้วย ขนาดของหน้าต่างมีผลโดยตรงกับรหัสทิศทาง ซึ่งถ้าขนาดของหน้าต่างที่ใช้มีขนาดเล็กมาก จะทำให้ลดค่ารหัสทิศทางที่เกิดจากสัญญาณรบกวนของภาพได้น้อย และในทางกลับกันถ้าขนาดหน้าต่างมีขนาดกว้างจะทำให้ลดค่าของรหัสทิศทาง

ของภาพได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้รหัสทิศทางในส่วนที่เป็นขอบย่อย ๆ ในรายละเอียดของภาพอาวุธนั้น ๆ หายไปเช่นเดียวกัน

สำหรับภาพอาวุธปืนที่ได้นำมาวิจัย (รายละเอียดตามผนวก ก และ ผนวก ข) ในพื้นหลังของภาพเป็นสีขาว และทำให้แยกภาพอาวุธปืนออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน และภาพอาวุธปืนที่ใช้มีสัญญาณรบกวนกับภาพเพียงเล็กน้อย จึงทำให้รหัสทิศทางที่ได้มีค่าความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยตามไปด้วย จึงใช้ขนาดหน้าต่างที่ใช้กรองรหัสทิศทางเพียงร้อยละ 5 ก็เพียงพอแล้ว ดังสมการที่ 3.7

$$\text{windows size} = \text{chain code size} * 0.05 \dots\dots\dots(\text{สมการที่ 3.7})$$

กำหนดให้ windows size เป็นขนาดของ Sliding windows
chain code size เป็นขนาดความยาวของรหัสทิศทาง

จากรูปที่ 3.13 เป็นการแสดงรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่ใช้วิธี Run length Encoding ตามหัวข้อ 3.2.3 จากกลุ่มตัวอย่าง โดยภาพที่ 3.13 (a) แสดงรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีขนาด 512x512 โดยมีรหัสทิศทางเป็น 602424324657 รูปที่ 3.13 (b) แสดงรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีขนาด 256x256 โดยมีรหัสทิศทางเป็น 6024323432465 และรูปที่ 3.13 (c) แสดงรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีขนาด 128x128 โดยมีรหัสทิศทางเป็น 602424324657



602424324657

(a) ขนาด 512x512



6024323432465

(b) ขนาด 256x256



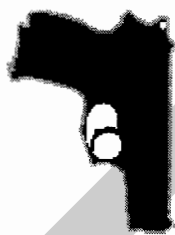
602424324657

(c) ขนาด 128x128

รูปที่ 3.13 รหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีขนาดต่างกัน

จากรูปที่ 3.14 เป็นการแสดงรหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีทิศทางการหมุน 90 องศา รูปที่ 3.14 (a) มีขนาด 512x512 มีรหัสทิศทางของภาพเป็น 607102464654 รูปที่ 3.14 (b) มีขนาด

256x256 มีรหัสทิศทางของภาพเป็น 6070246545654 และรูปที่ 3.14 (c) มีขนาด 128x128 มีรหัสทิศทางของภาพเป็น 607102464654



607102464654

(a) ขนาด 512x512



6070246545654

(b) ขนาด 256x256



607102464654

(c) ขนาด 128x128

รูปที่ 3.14 รหัสทิศทางของภาพอาวุธปืนที่มีทิศทางและขนาดแตกต่างกัน

จากรูปที่ 3.14 เป็นการแสดงรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืน รูปที่ 3.15 (a) มีขนาด 512x512 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 222627722727 รูปที่ 3.15 (b) มีขนาด 256x256 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 2227711772271 และรูปที่ 3.15 (c) มีขนาด 128x128 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 222627722727



222627722727

(a) ขนาด 512x512



2227711772271

(b) ขนาด 256x256



222627722727

(c) ขนาด 128x128

รูปที่ 3.15 รหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนที่มีขนาดต่างกัน

จากรูปที่ 3.16 เป็นการแสดงรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนที่มีการหมุน รูปที่ 3.15 (a) มีขนาด 512x512 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 272722262772 รูปที่ 3.16 (b) มีขนาด 256x256 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 272722262772 และรูปที่ 3.16 (c) มีขนาด 128x128 มีรหัสรูปร่างของภาพเป็น 272722262772



รูปที่ 3.16 รหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนที่มีทิศทางของภาพและขนาดแตกต่างกัน

3.2.5 การเปรียบเทียบรหัสภาพอาวุธปืน (String Matching)

รหัสรูปร่างของภาพที่ได้จากข้อ 3.2.4 ยังไม่สามารถนำมาใช้บอกประเภทอาวุธปืนได้ เนื่องจากชุดของรหัสภาพของภาพที่ไม่มีการหมุน และภาพอาวุธปืนที่มีการหมุนนั้นมีชุดรหัสภาพที่สลับตำแหน่งกัน จำเป็นต้องใช้วิธีเปรียบเทียบรหัสภาพ (String Matching)

ซึ่งจากรูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16 วิธีการเปรียบเทียบโดยทั่วไปยังไม่สามารถใช้ในการเปรียบเทียบชุดรหัสของรูปภาพอาวุธปืนได้ เนื่องจากภาพอาวุธปืนที่ได้มีรายละเอียดของภาพที่แตกต่างกันไป ทำให้รหัสรูปร่างที่ได้มีข้อมูลที่ไม่ต้องการแทรกอยู่ในตัวของรหัสรูปร่างของภาพ จึงได้เสนอแนวคิดโดยทำการเปรียบเทียบชุดรหัสของรูปภาพอาวุธปืน โดยพิจารณาจากระยะทางระหว่าง ชุดรหัสภาพอาวุธปืนต้นแบบ กับอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก โดยนำรหัสภาพของอาวุธปืนที่เป็นภาพต้นแบบหาระยะทางทุก ๆ ตัวของรหัสภาพนั้น ๆ

อัลกอริทึมของวิธีการเปรียบเทียบรหัสภาพนี้ก็คือ

1. หาระยะทางของรหัสภาพต้นแบบทุก ๆ ตำแหน่ง โดยเริ่มต้นที่ตำแหน่งรหัสภาพที่ 1 กับตำแหน่งรหัสภาพที่ 2 และตำแหน่งรหัสภาพที่ 2 ตำแหน่งรหัสภาพที่ 3 ถึง ตำแหน่งรหัสภาพที่ $n-1$ กับตำแหน่งรหัสภาพที่ n

2. นำชุดของรหัสภาพต้นแบบที่ได้จากข้อ 1 ไปเปรียบเทียบกับรหัสภาพของอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก โดยพิจารณาคู่เลขรหัสภาพต้นแบบ กับรหัสภาพใหม่ ถ้าตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 เหมือนกันให้คะแนนระยะทางเพิ่ม 1 คะแนน ถ้าตำแหน่งที่ 2 ของรหัสภาพใหม่ไม่เหมือนกับ

ตำแหน่งที่ 2 ของรหัสภาพต้นแบบให้ พิจารณารหัสภาพใหม่ในตำแหน่งต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบค่าของรหัสภาพใหม่ในตำแหน่งที่เหมือนกับรหัสภาพต้นแบบ

3. ให้คะแนนความเหมือนโดยให้คะแนนระยะทางตามระยะห่างที่พบ จะได้
คะแนนของตำแหน่งนั้น $= 1 - (\text{ระยะห่างของตำแหน่งรหัสภาพใหม่ก่อนหน้า/จำนวนรหัสภาพทั้งหมด})$

4. พิจารณาระทางใหม่ โดยกำหนดให้ตำแหน่งของรหัสภาพใหม่ที่ได้จากข้อ 3 เป็นตำแหน่งเริ่มต้น ๆ ไปเรื่อย และทำการเปรียบเทียบกับรหัสภาพต้นแบบตัวต่อไป

5. เริ่มทำข้อ 2 ใหม่ ทำต่อไปจนครบตามจำนวนของรหัสภาพต้นแบบ

6. คัดผลรวมของคะแนนที่ได้ทั้งหมด

7. หาร้อยละของความเหมือนของอาวุธปืนของรหัสภาพปืนใหม่กับภาพอาวุธปืนต้นแบบในแต่ละแบบ โดยพิจารณาร้อยละของความเหมือนที่มีค่ามากที่สุด

ถ้านำภาพอาวุธปืน ดังรูปที่ 3.17 โดยมีรหัสภาพเป็น 222627722727 มาเป็นรหัสภาพต้นแบบ สามารถแสดงการเปรียบเทียบได้ ดังตารางที่ 3.10



222627722727

รูปที่ 3.17 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวุธปืนต้นแบบ

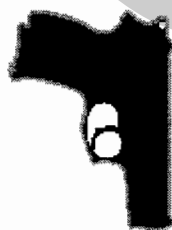
ตารางที่ 3.10 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบ

ลำดับ	ตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		รหัสภาพในตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)
1	1		2		d = 1
2	1	2	2	2	d = 1
3	2	3	2	2	d = 1

ตารางที่ 3.10 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบ (ต่อ)

ลำดับ	ตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		รหัสภาพในตำแหน่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)
4	3	4	2	6	d = 1
5	4	5	6	2	d = 1
6	5	6	2	7	d = 1
7	6	7	7	7	d = 1
8	7	8	7	2	d = 1
9	8	9	2	2	d = 1
10	9	10	2	7	d = 1
11	10	11	7	2	d = 1
12	11	12	2	7	d = 1
13	12	13	7	2	d = 1

การเปรียบเทียบข้อมูลรหัสภาพต้นแบบ จากตารางที่ 3.10 กับข้อมูลของรหัสภาพอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.18 โดยมีรหัสภาพเป็น 272722262772 แสดงการเปรียบเทียบได้ ดังตารางที่ 3.11 และ ค่าคะแนนของการเปรียบเทียบรหัสภาพที่ได้เป็น 12.41 คิดเป็นร้อยละ 95.46 %



272722262772

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวุธปืนที่มีขนาดเท่ากันแต่มีการหมุนของภาพ

ตารางที่ 3.11 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพที่มีการหมุน

ลำดับ	รหัสภาพต้นแบบ		ตำแหน่งรหัสภาพใหม่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)	ค่าคะแนน
1	2		1		d = 1	+1
2	2	2	1	3	d = 2	$1-(2/12) = +0.83$
3	2	2	3	5	d = 2	$1-(2/12) = +0.83$

ตารางที่ 3.11 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพที่มีการหมุน (ต่อ)

ลำดับ	รหัสภาพต้นแบบ		ตำแหน่งรหัสภาพใหม่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)	ค่าคะแนน
4	2	6	5	8	d = 3	$1-(3/12) = +0.75$
5	6	2	8	9	d = 1	+1
6	2	7	9	10	d = 1	+1
7	7	7	10	11	d = 1	+1
8	7	2	11	12	d = 1	+1
9	2	2	12	1	d = 1	+1
10	2	7	1	2	d = 1	+1
11	7	2	2	3	d = 1	+1
12	2	7	3	4	d = 1	+1
13	7	2	4	5	d = 1	+1

ค่าคะแนนของการเปรียบเทียบรหัสภาพที่ได้เป็น 12.41 คิดเป็นร้อยละ 95.46 %

การเปรียบเทียบข้อมูลรหัสภาพต้นแบบ จากตารางที่ 3.10 กับข้อมูลของรหัสภาพอาวุธปืนที่มีการหมุนและขนาดภาพแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.19 โดยมีรหัสภาพเป็น 272722262772 แสดงการเปรียบเทียบได้ ดังตารางที่ 3.12 และค่าคะแนนของการเปรียบเทียบรหัสภาพที่ได้เป็น 12.41 คิดเป็นร้อยละ 95.46 %



272722262772

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างรหัสภาพของอาวุธปืนที่มีขนาดต่างกันและมีการหมุนของภาพ

ตารางที่ 3.12 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพที่มีการหมุนและขนาดแตกต่างกัน

ลำดับ	รหัสภาพต้นแบบ		ตำแหน่งรหัสภาพใหม่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)	ค่าคะแนน
1	2		1		d = 1	+1
2	2	2	1	3	d = 2	$1-(2/12) = +0.83$
3	2	2	3	5	d = 2	$1-(2/12) = +0.83$

ตารางที่ 3.12 แสดงการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนต้นแบบกับภาพที่มีการหมุน และขนาดแตกต่างกัน (ต่อ)

ลำดับ	รหัสภาพต้นแบบ		ตำแหน่งรหัสภาพใหม่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ		ระยะทาง (Distance)	ค่าคะแนน
4	2	6	5	8	d = 3	$1-(3/12) = +0.75$
5	6	2	8	9	d = 1	+1
6	2	7	9	10	d = 1	+1
7	7	7	10	11	d = 1	+1
8	7	2	11	12	d = 1	+1
9	2	2	12	1	d = 1	+1
10	2	7	1	2	d = 1	+1
11	7	2	2	3	d = 1	+1
12	2	7	3	4	d = 1	+1
13	7	2	4	5	d = 1	+1

ค่าคะแนนของการเปรียบเทียบรหัสภาพที่ได้เป็น 12.41 คิดเป็นร้อยละ 95.46 %

3.2.6 ระบุชนิดของอาวุธปืน (Identification)

เมื่อได้ผลของการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างแล้วนำผลที่ได้ ตามตามอนุผนวก ก อนุผนวก ง และ อนุผนวก จ มาเรียงลำดับ ของผลการเปรียบเทียบจากค่ามากที่สุดลงมาถึงน้อยที่สุด จากนั้นทำการระบุชนิดของอาวุธปืนตามลำดับก่อนหลัง โดยคิดค่าร้อยละของความเป็นไปได้ ซึ่งในการวิจัยนี้สามารถทำให้ระบุชนิดของอาวุธปืน 15 แบบ ซึ่งถ้าผลการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก กับรหัสรูปร่างของอาวุธปืนต้นแบบ มีค่าผลการเปรียบเทียบในอันดับที่ 1 จะให้ค่าความเหมือนมีค่าเท่ากับ 100 % แต่ถ้าเป็นลำดับที่ 2 มีค่า 93.33 % , ลำดับที่ 3 มีค่า 86.67 % , ลำดับที่ 4 มีค่า 80.00 % , ลำดับที่ 5 มีค่า 73.33 % , ลำดับที่ 6 มีค่า 66.67 % , ลำดับที่ 7 มีค่า 60.00 % , ลำดับที่ 8 มีค่า 53.33 % , ลำดับที่ 9 มีค่า 46.67 % , ลำดับที่ 10 มีค่า 40.00 % , ลำดับที่ 11 มีค่า 33.33 % , ลำดับที่ 12 มีค่า 26.67 % , ลำดับที่ 13 มีค่า 20.00 % , ลำดับที่ 14 มีค่า 13.33 % , และ ลำดับที่ 15 จะให้ค่าความเหมือนเท่ากับ 6.67 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงร้อยละของความเป็นไปได้ตามลำดับ ตั้งแต่ลำดับที่ 1 – 15

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ร้อยละ	100	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

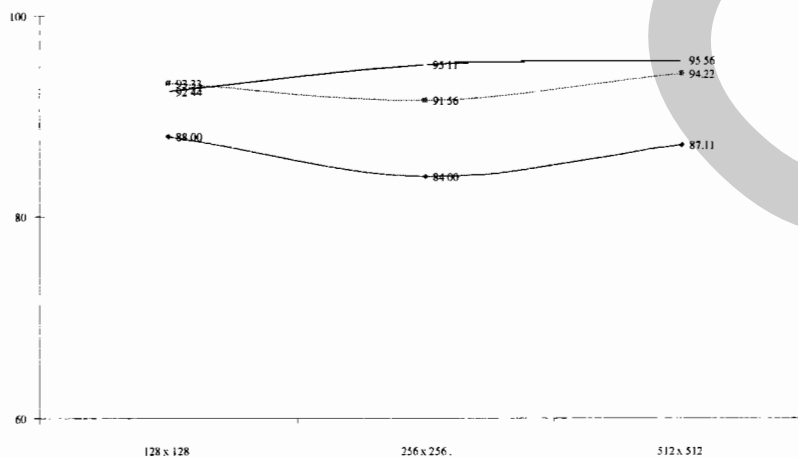
จากการออกแบบการวิจัย ทำให้เกิดผลการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งในการทดสอบกับอาวุธปืนจากกลุ่มตัวอย่าง ตามผนวก ก และผนวก ข สามารถแสดงผลการวิจัย ได้ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบอาวุธปืน

การระบุชนิดของอาวุธปืน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืน ซึ่งมีค่าความเป็นไปได้ในการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนชนิดเดียวกัน โดยมีขนาดของภาพที่แตกต่างกัน รายละเอียดผลการดำเนินการวิจัย ตามผนวก ก ซึ่งสรุปผลการเปรียบเทียบทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 91.26 ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีขนาดของภาพที่แตกต่างกัน

อาวุธปืนต้นแบบ (Reference)	อาวุธปืนที่ไม่รู้จัก (Unknown)		
	ขนาด 128 x 128	ขนาด 256 x 256	ขนาด 512 x 512
ขนาด 128 x 128	88.00	93.33	92.44
ขนาด 256 x 256	84.00	91.56	95.11
ขนาด 512 x 512	87.11	94.22	95.56



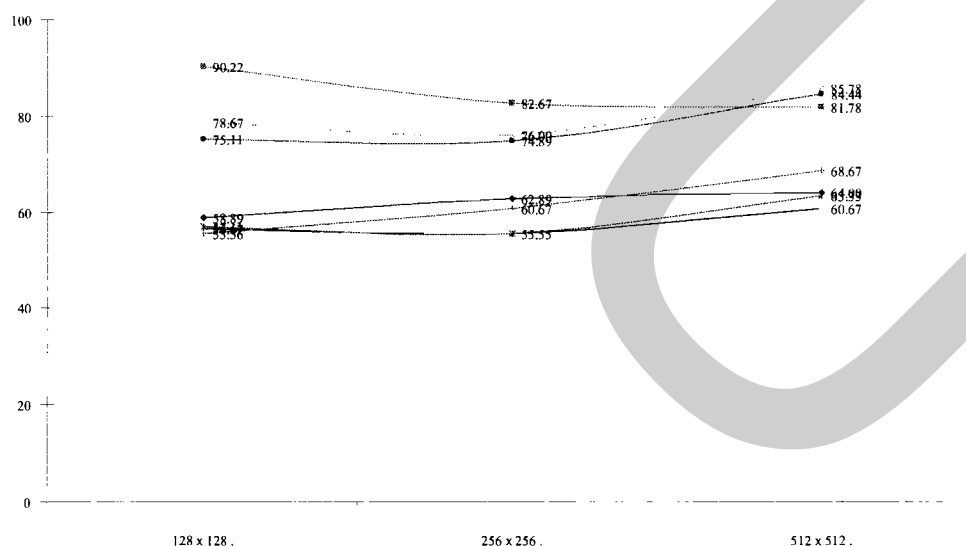
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีขนาดของภาพที่แตกต่างกัน

การระบุชนิดของอาวุธปืน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืน ซึ่งมีค่าความเป็นไปได้ในการเปรียบเทียบรหัสรูปร่าง ของภาพอาวุธปืนที่มีทิศทางและขนาดของภาพที่แตกต่างกัน รายละเอียดผลการดำเนินการวิจัยตามผนวก ง ซึ่งสรุปผลการเปรียบเทียบทั้งหมดเฉลี่ยร้อยละ 70.10 ดังตารางที่ 4.2, 4.3, 4.4 และ รูปที่ 4.2, 4.3, 4.4

ตารางที่ 4.2 แสดงการผลเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน

โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128

ประเภทอาวุธ (Reference)	ทิศทางการหมุนของภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก (Unknown) ขนาด 128x128						
	45.	90.	135.	180.	225.	270.	315.
ขนาด 128 x 128	58.89	90.22	56.67	78.67	57.11	75.11	55.56
ขนาด 256 x 256	62.89	82.67	55.55	76.00	55.55	74.89	60.67
ขนาด 512 x 512	64.00	81.78	60.67	85.78	63.33	84.44	68.67

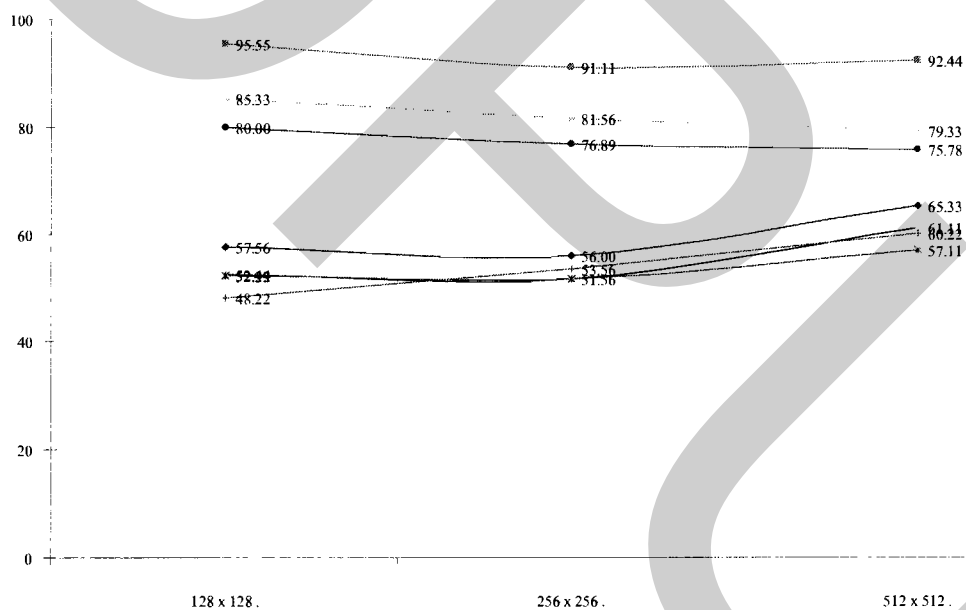


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน

โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน
โดยใช้ภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จักขนาด 256 x 256

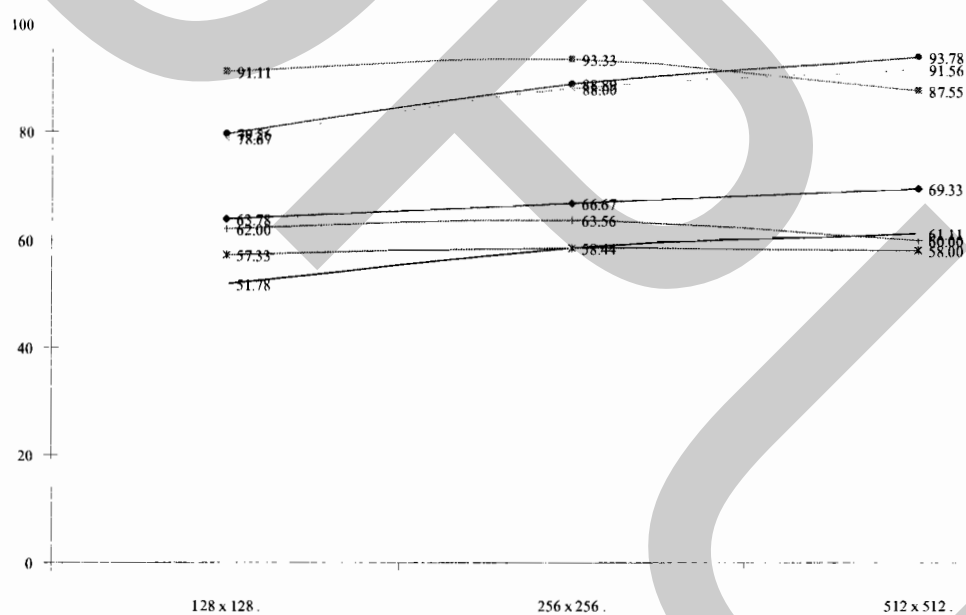
ประเภทอาวูร (Reference)	ทิศทางกรหมุนของภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จัก (Unknown) ขนาด 256x256						
	45.	90.	135.	180.	225.	270.	315.
ขนาด 128 x 128	57.56	95.55	52.44	85.33	52.22	80.00	48.22
ขนาด 256 x 256	56.00	91.11	51.56	81.56	51.56	76.89	53.56
ขนาด 512 x 512	65.33	92.44	61.11	79.33	57.11	75.78	60.22



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวูรป็นที่มีทิศทางแตกต่างกัน
โดยใช้ภาพอาวูรป็นที่ไม่รู้จักขนาด 256 x 256

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน
โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 512 x 512

ประเภทอาวุธ (Reference)	ทิศทางการหมุนของภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก (Unknown) ขนาด 512x512						
	45.	90.	135.	180.	225.	270.	315.
ขนาด 128 x 128	63.78	91.11	51.78	78.67	57.33	79.56	62.00
ขนาด 256 x 256	66.67	93.33	58.44	88.00	58.44	88.89	63.56
ขนาด 512 x 512	69.33	87.55	61.11	91.56	58.00	93.78	60.00

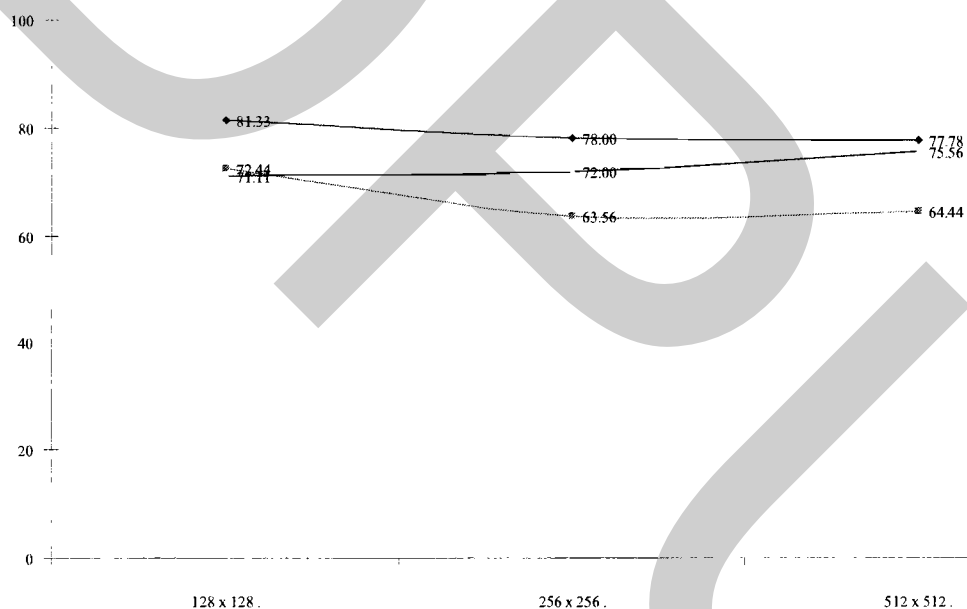


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบอาวุธปืนที่มีทิศทางแตกต่างกัน
โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 512 x 512

การระบุชนิดของอาวุธปืน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืน
ซึ่งมีค่าความเป็นไปได้ในการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวุธปืนที่มีลักษณะการสะท้อน
รายละเอียดผลการดำเนินการวิจัยตามผนวก ฉ ซึ่งสรุปผลการเปรียบเทียบทั้งหมดเฉลี่ย
ร้อยละ 72.91 ดังตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบภาพอาวูรปุ่นที่มีการสะท้อน

อาวูรปุ่นต้นแบบ (Reference)	อาวูรปุ่นที่ไม่รู้จัก (Unknown)		
	128 x 128 .	256 x 256 .	512 x 512 .
ขนาด 128 x 128	81.33	72.44	71.11
ขนาด 256 x 256	78.00	63.56	72.00
ขนาด 512 x 512	77.78	64.44	75.56



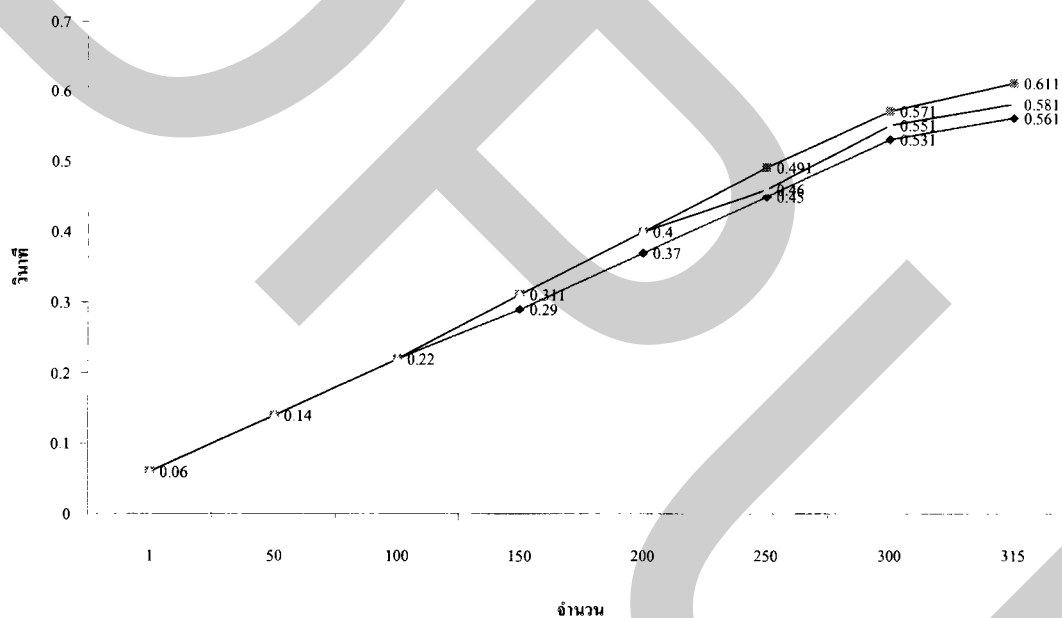
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบภาพอาวูรปุ่นที่มีการสะท้อน

4.2 ผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวูรปุ่น

จากการทดสอบความเร็วในการค้นหาภาพอาวูรปุ่น โดยใช้รหัสรูปร่างของภาพอาวูรปุ่นต้นแบบ จำนวน 1 ภาพ เพื่อทำการเปรียบเทียบรหัสรูปร่างของภาพอาวูรปุ่นที่ไม่รู้จัก ตั้งแต่จำนวน 1 ภาพ ไปจนถึง 315 ภาพ โดยเพิ่มจำนวนภาพขึ้นตามลำดับ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบเป็นแบบเชิงเส้น (linear) และพบว่าขนาดของภาพอาวูรปุ่นไม่ส่งผลต่อความเร็วในการค้นหาภาพ ซึ่งจะเห็นได้ผลแสดงการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวุธปืน

อาวุธปืนต้นแบบ (Reference)	จำนวน อาวุธปืนที่ไม่รู้จัก (Unknown)							
	1	50	100	150	200	250	300	315
ขนาด 128 x 128	0.0600	0.1400	0.2200	0.2900	0.3700	0.4500	0.5310	0.5610
ขนาด 256 x 256	0.0600	0.1400	0.2200	0.3110	0.4000	0.4910	0.5710	0.6110
ขนาด 512 x 512	0.0600	0.1400	0.2200	0.3110	0.4000	0.4600	0.5510	0.5810



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวุธปืน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง (Shape Analysis) ของอาวุธปืน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์รหัสทิศทางของภาพ (Chain Codes) เพื่อเป็นแนวทางในการบ่งชี้ประเภทของอาวุธปืนแทนการตรวจพินิจด้วยสายตามนุษย์ จากตัวอย่างของอาวุธปืนที่ได้จากการทดลองและตัวอย่างจริง นำมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิสูจน์ค่าความเหมือนตามลักษณะรูปร่างที่ได้ ผลการทดลอง โดยการทำการเปรียบเทียบกับอาวุธประเภทต่าง ๆ ได้ทำการทดสอบกับอาวุธปืนสามประเภท คือ อาวุธปืนสั้นแบบกึ่งอัตโนมัติ อาวุธปืนสั้นแบบลูกม่และอาวุธปืนยาว จากผลการวิจัยที่ผ่านมาทั้งหมดสามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 สามารถเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีขนาดต่างกัน (Scaling) เพื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่มีขนาดของภาพ 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนภาพอาวุธปืนทั้งหมด 45 แบบ ผลการวิจัย ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 คิดเป็นผลการเปรียบเทียบเฉลี่ยร้อยละ 91.26 ดังนี้

5.1.1.1 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 128x128 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 88.00 – 92.44

5.1.1.2 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 256x256 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 84.00 – 95.11

5.1.1.3 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 512x512 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 87.11 – 95.56

5.1.2 สามารถเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีทิศทางการหมุนของภาพ (Rotation) ในลักษณะมุมต่าง ๆ ดังนี้ 45 องศา 90 องศา 135 องศา 180 องศา 225 องศา และ 315 องศา เพื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักซึ่งมีจำนวน 315 แบบ ผลการวิจัย ดังตารางที่ 4.2 (a) (b) (c) และรูปที่ 4.1(a) (b) (c) คิดเป็นผลการเปรียบเทียบเฉลี่ยร้อยละ 70.10 ดังนี้

5.1.2.1 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 128x128 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 55.56 – 90.22 , 48.22 – 95.55 และ 51.78 – 91.11 โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ

5.1.2.2 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 256x256 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 55.55 – 82.67, 51.56 – 91.11 และ 58.44 – 93.33 โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ

5.1.2.3 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 512x512 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 63.33 – 85.78, 57.11 – 92.44 และ 58.00 – 93.78 โดยใช้ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักขนาด 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ

5.1.3 สามารถเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีลักษณะสะท้อน (Mirror) เพื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่มีขนาดของภาพ 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนภาพอาวุธปืนทั้งหมด 45 แบบ ผลการวิจัย ดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 คิดเป็นผลการเปรียบเทียบเฉลี่ยร้อยละ 72.91 ดังนี้

5.1.3.1 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 128x128 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 71.11 – 81.33

5.1.3.2 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 256x256 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 63.56 – 78.00

5.1.3.3 เมื่อใช้ภาพอาวุธปืนขนาด 256x256 เป็นต้นแบบ ได้ผลความถูกต้อง (ต่ำสุด – สูงสุด) อยู่ระหว่างร้อยละ 64.44 – 77.78

5.1.4 สามารถเปรียบเทียบกับอาวุธประเภทต่าง ๆ โดยนำภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักตั้งแต่ จำนวน 1 - 315 ภาพ มาทำการเปรียบเทียบกับอาวุธปืนต้นแบบขนาด 128x128 256x256 และ 512x512 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.4 ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเปรียบเทียบอยู่ระหว่าง 0.0600 – 0.6110

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การระบุชนิดอาวุธปืนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะรูปร่าง (Shape Analysis) ของอาวุธปืน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์รหัสทิศทางของภาพ (Chain Codes) สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 การเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีขนาดต่างกัน (Scaling) พบว่าขนาดของภาพอาวุธที่ใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างภาพต้นแบบ และภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จัก ถ้ามีขนาดของภาพเท่ากัน หรือขนาดของภาพใกล้เคียงกัน จะทำให้ได้ผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.2.2 การเปรียบเทียบภาพอาวุธที่มีทิศทางการหมุนของภาพ (Rotation) ในลักษณะมุมต่าง ๆ ดังนี้ มุม 45° , มุม 90° , มุม 135° , มุม 180° , มุม 225° และมุม 315° พบว่าภาพที่มีทิศทางการ

หมุนในมุม 90° , มุม 180° และมุม 270° ให้ผลการเปรียบเทียบดีกว่าภาพที่มีทิศทางการหมุนในมุม 45° , มุม 135° , มุม 225° และ 315°

5.2.3 การเปรียบเทียบภาพอาวูรที่มีลักษณะสะท้อน (Mirror) พบว่าจะทำให้ผลการเปรียบเทียบที่ได้ออกมาต่ำกว่า การเปรียบเทียบกับภาพที่มีลักษณะการสะท้อนในทิศทางเดียวกันแม้ว่าจะเป็นภาพอาวูรป็นชนิดเดียวกันก็ตาม ดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.3 เนื่องจากรหัสทิศทางของภาพอาวูรป็นต้นแบบ กับภาพอาวูรป็นที่มีลักษณะภาพสะท้อน จะให้ทิศทางตรงกัน

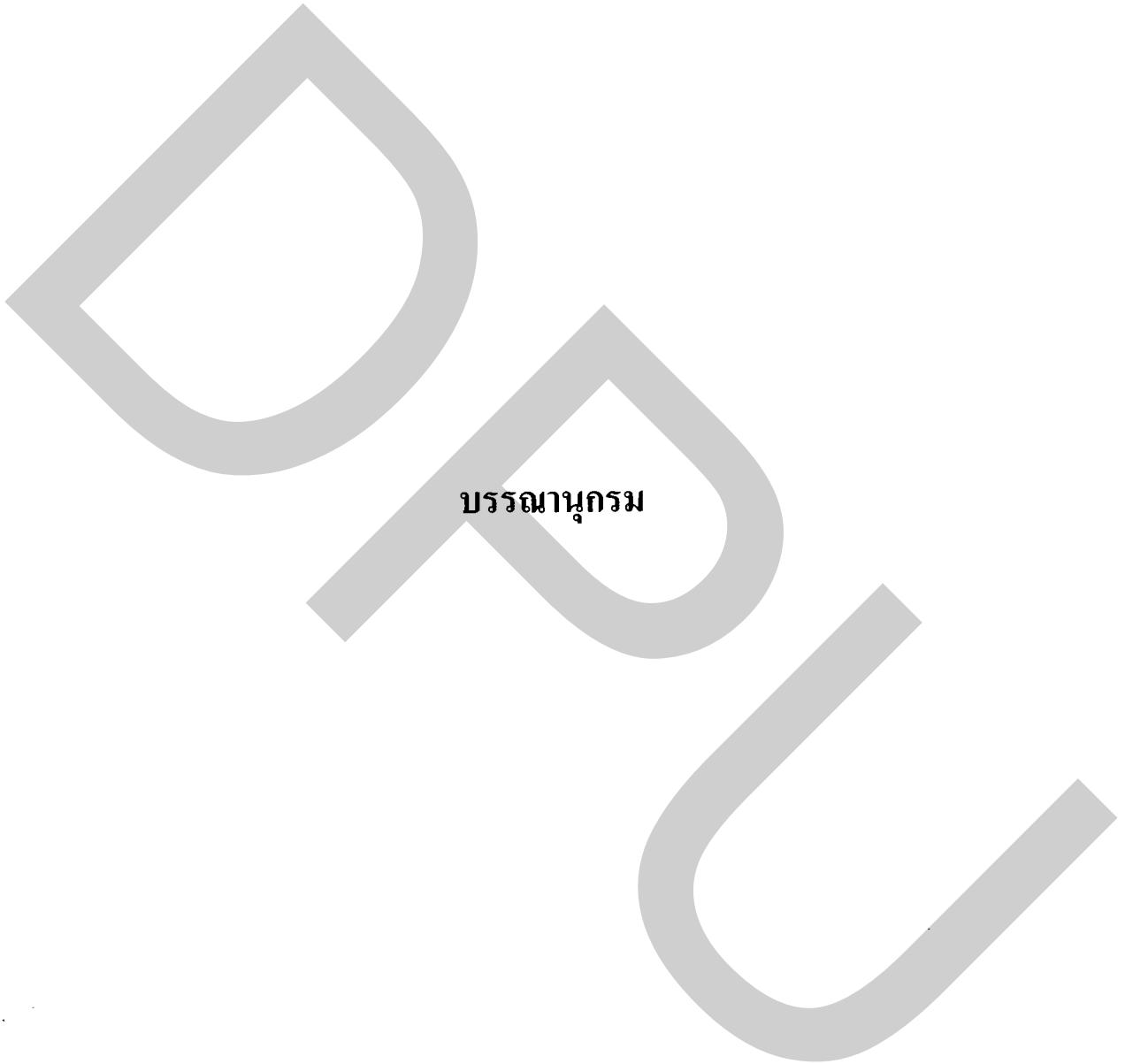
5.2.4 การเปรียบเทียบกับอาวูรประเภทต่าง ๆ พบว่าขนาดของภาพอาวูรป็นไม่ส่งผลต่อความเร็วในการประมวลผล ซึ่งจะเห็นได้จากกราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการค้นหาภาพอาวูรป็น ดังรูปที่ 4.4 เป็นแบบเชิงเส้น (Linear) และจะขึ้นอยู่กับจำนวนของภาพ ซึ่งประสิทธิภาพ (Complexity) มีค่าเท่ากับ $O(n)$

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรทำการศึกษาคุณลักษณะของอาวูรสงครามแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้ทราบรายละเอียดต่าง ๆ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรูปร่าง รูปทรง และลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของอาวูรสงครามนั้น ซึ่งจะนำไปสู่การระบุชนิดอาวูรป็นสงครามนั้น ๆ ต่อไป

5.3.2 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในการรวมความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นผิว รูปร่างและลักษณะสีเข้าด้วยกันเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจพิจารณา ระบุประเภทอาวูรสงคราม ด้วยวิธีการระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือวิธีการอื่น ๆ เพื่อทำให้เกิดทักษะ กระบวนการในการตัดสินใจที่รวดเร็วยิ่งขึ้นในการระบุชนิดอาวูรของเครื่องประมวลผล

5.3.3 ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงวิธีการพิจารณารูปร่างของภาพบุคคล เพื่อให้สามารถแยกภาพบุคคลและภาพอาวูรป็น ออกจากกันได้ ซึ่งจะช่วยให้ระบุประเภทของอาวูรป็นในขณะที่มีการใช้งาน หรือมีบุคคลถือเข้ามาได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ศุภชัย บุศราทิจ, การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 2547.

บทความ

สุกัญญา หมู่เย็น , ชุชาติ ปิณฑวิรุจน์ และ สมชาติ แตรตุลาการ, การนับแยกเม็ดเลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โดยวิธีเครือข่ายประสาท, 2550.

มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ และ สุพจน์ นิตย์สุวรรณ, การค้นหาข้อมูลภาพลายไทยโดยใช้เทคนิคการสืบค้นข้อมูลภาพ, 2551. หน้า 1-6.

วิทยานิพนธ์

นิพนธ์ สมิตธาพิพัฒน์ และ ดร.พีรวัฒน์ วัฒนพงศ์, การประยุกต์ใช้แบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการรู้จำองค์ประกอบวัตถุ, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

พันธุ์พงษ์ คงกระพันธ์ และมนตรี กาญจนะเดชะ , การจำแนกประเภทยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยการประมวลผลภาพ, 2548.

สุภาภรณ์ เกรียดิติน และอดิศร ถีลาตันดิธรรม, การจับคู่ภาพฟิล์มของฟันโดยใช้การประมวลผลภาพบนพื้นฐานคุณลักษณะพิเศษของฟัน, 2550.

จารวิ ฉันทสิทธิพร , การจำแนกชนิดยาเม็ดจากภาพถ่าย โดยใช้เทคนิคเครือข่ายประสาท, 2547.

พีระวัตร นันวงศ์, การวิเคราะห์รูปร่างลักษณะอนุภาคการสึกหรอด้วยการใช้ เทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการติดตามสภาพเครื่องจักร, 2549.

บุญนที ศักดิ์บุญญารัตน์, ระบบจำภาพเจดีย์, 2548.

ศิริพร บุญเปลี่ยนผล, การประยุกต์วิธีโมดิฟายเจอนอร์มัลไฟฟรานส์ฟอร์ม สำหรับรู้จำภาพ

จิตรกรรมฝาผนัง , 2548.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

Srinakharineerot Online, “**Data Structures and Algorithms**”

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

Kenneth R. Castleman, “**Digital Image Processing**”, PreiceHall, 1996.

TONG, Chong Sze, **Digital Image Analysis**, Hong Kong Baptist University

Magnus Gedda, **Object Descriptor**, 2005.

Antonio Carzaniga, **String Matching Algorithms**, 2006

I. Pitas, **Digital Image Processing Fundamentals**, 1998

Yevhen Hlushchuk and Jukka Parviainen, **Biomedical Image processing course**

ARTICLES

Dr. Montri Kamjanadecha, **Lectuer Image Processing** Prince of Songkla University, 2005

Castleman, Kenneth R. 1996 : 465-466 ; **Fisher**, Robert et al. 2004.

Green, Bill 2002 ; ION528 - **Image processing algorithms** 2005,

Canny Operator Links 2005 ; Rubino, Matthew, 2005.

DISSERTATIONS

Keun-Chang, Kwak, and W Pedrycz. , **Face recognition using fuzzy Integral and wavelet**

decomposition method. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B:

Cybernetics, no. 34 , (Aug. 2004) : 1666 – 1675

Jorge Alves, Jessica Herman and Neil C. Rowe, **Robust Recognition of Ship Type**

Form an Infrared Silhouette, 2004 : 1 - 18

Andrea Torsello, **Matching Hierarchical Structures for Shape Recognition**, 2004

Ching-Huang Wei and Bo-Jing Chen, **Binary Shape Coding Using-Base Method**

Ohm Sornil and Paweena Chaiwanarom, **Combining Prediction by Partial Matching and**

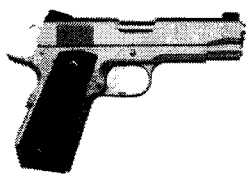
Logistic Regression for Thai word Segmentation

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก
ภาพอาวุธปืนตัวอย่างที่ใช้เป็นอาวุธปืนต้นแบบ



ref1



ref2



ref3



ref4



ref5



ref6



ref7



ref8



ref9



ref10



ref11



ref12



ref13



ref14



ref15

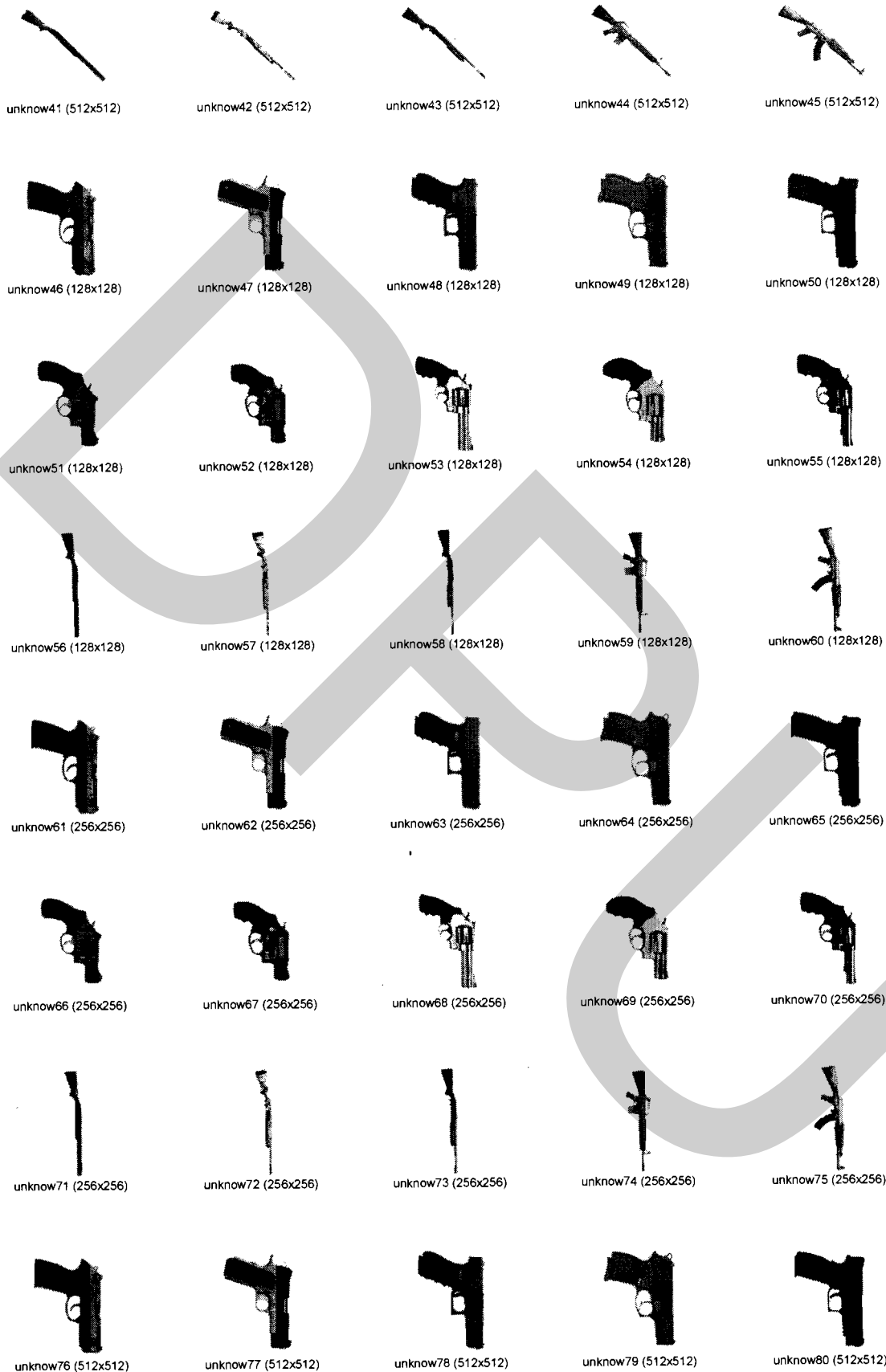
ภาคผนวก ข
ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน จำนวน 45 แบบ



ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
ทิศทางภาพแตกต่างกัน (Rotation) จำนวน 315 แบบ





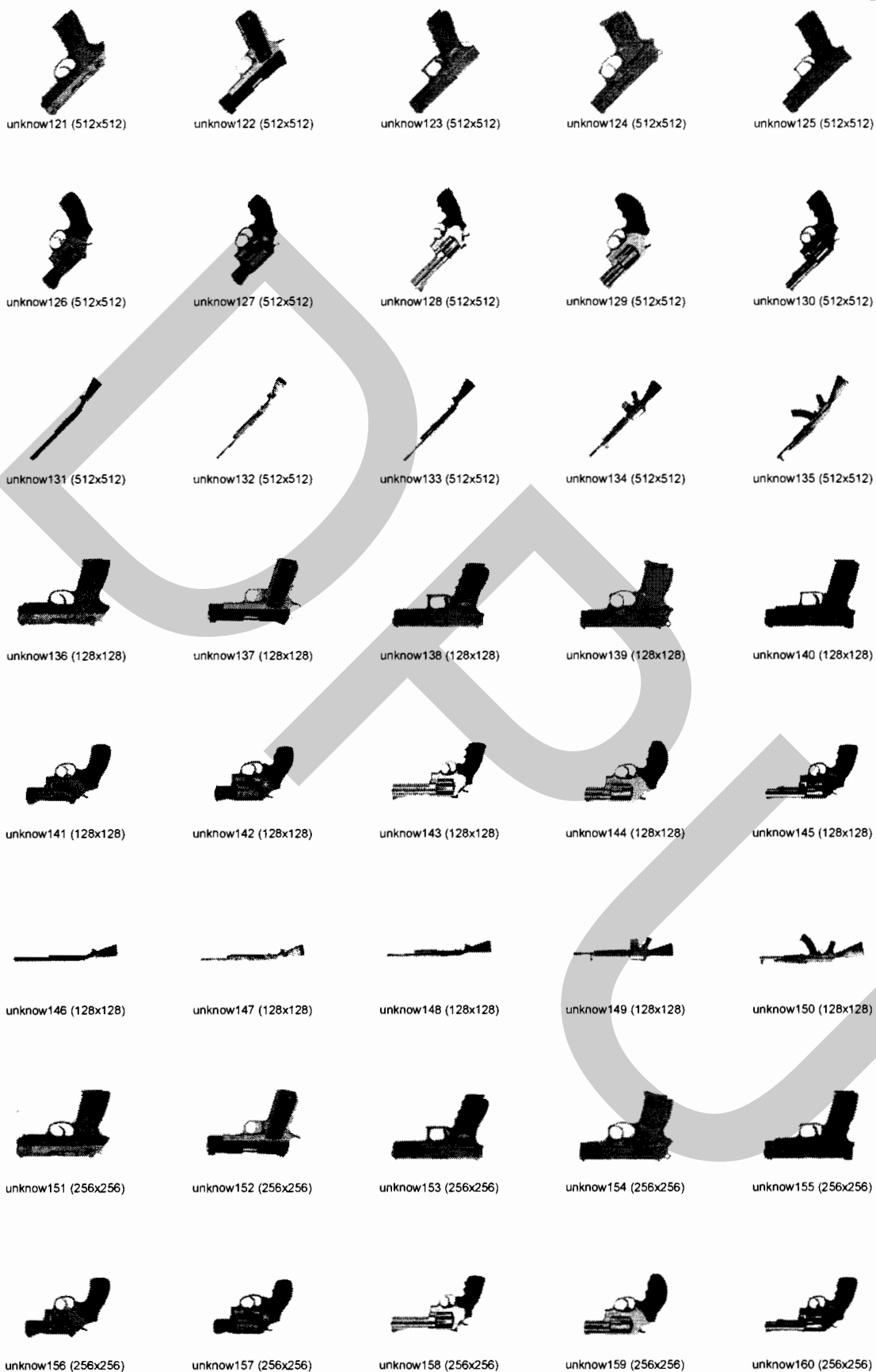


1

五



unknow120 (256x256)





unknow161 (256x256)



unknow162 (256x256)



unknow163 (256x256)



unknow164 (256x256)



unknow165 (256x256)



unknow166 (512x512)



unknow167 (512x512)



unknow168 (512x512)



unknow169 (512x512)



unknow170 (512x512)



unknow171 (512x512)



unknow172 (512x512)



unknow173 (512x512)



unknow174 (512x512)



unknow175 (512x512)



unknow176 (512x512)



unknow177 (512x512)



unknow178 (512x512)



unknow179 (512x512)



unknow180 (512x512)



unknow181 (128x128)



unknow182 (128x128)



unknow183 (128x128)



unknow184 (128x128)



unknow185 (128x128)



unknow186 (128x128)



unknow187 (128x128)



unknow188 (128x128)



unknow189 (128x128)



unknow190 (128x128)



unknow191 (128x128)



unknow192 (128x128)



unknow193 (128x128)



unknow194 (128x128)



unknow195 (128x128)



unknow196 (256x256)



unknow197 (256x256)



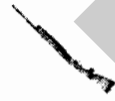
unknow198 (256x256)

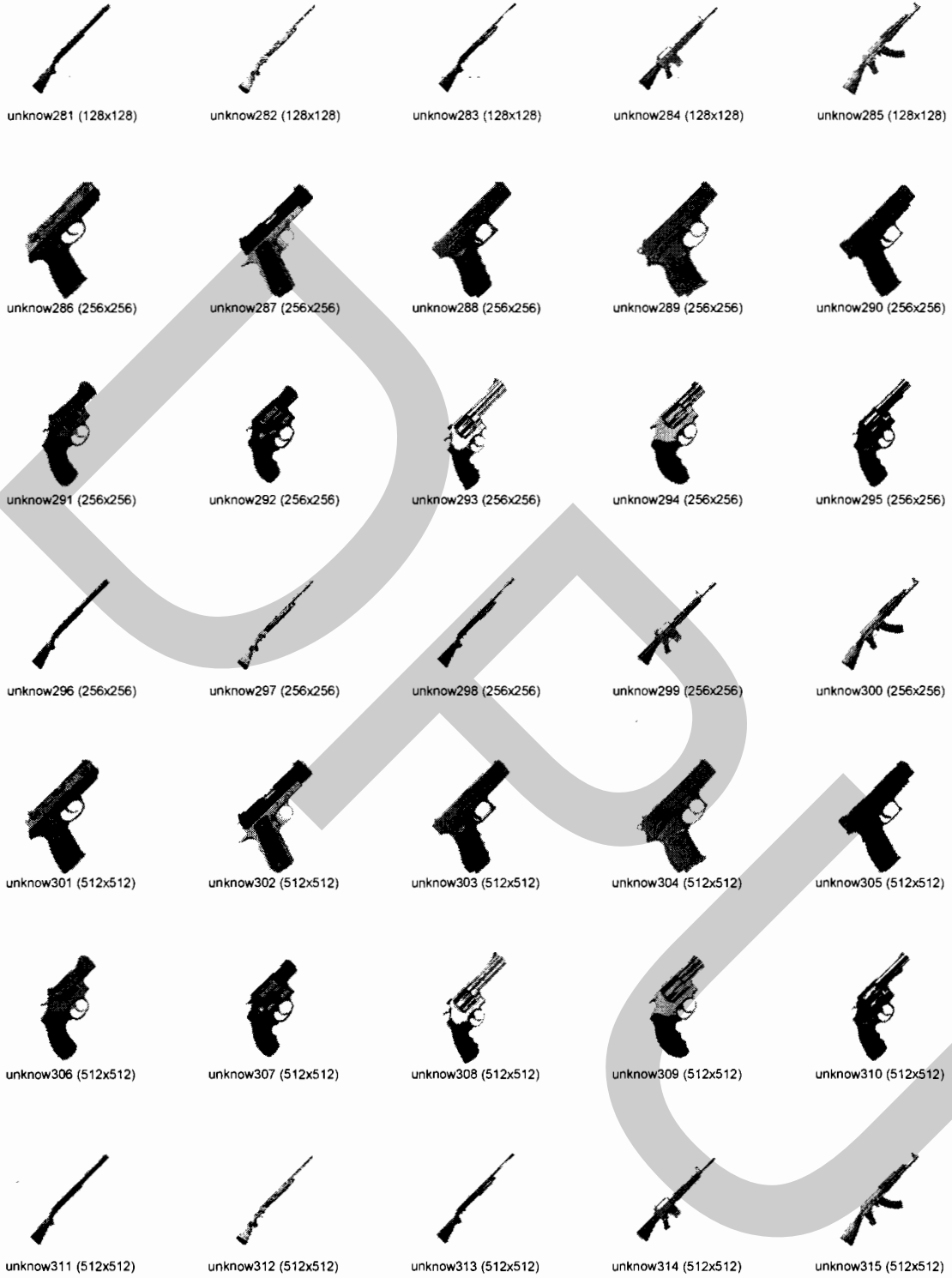


unknow199 (256x256)



unknow200 (256x256)





ภาพอาวุธปืนที่ไม่รู้จักที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง
ภาพแบบกลับทิศทาง (Mirror) จำนวน 45 แบบ



Mirror1 (128x128)



Mirror2 (128x128)



Mirror3 (128x128)



Mirror4 (128x128)



Mirror5 (128x128)



Mirror6 (128x128)



Mirror7 (128x128)



Mirror8 (128x128)



Mirror9 (128x128)



Mirror10 (128x128)



Mirror11 (128x128)



Mirror12 (128x128)



Mirror13 (128x128)



Mirror14 (128x128)



Mirror15 (128x128)



Mirror16 (256x256)



Mirror17 (256x256)



Mirror18 (256x256)



Mirror19 (256x256)



Mirror20 (256x256)



Mirror21 (256x256)



Mirror22 (256x256)



Mirror23 (256x256)



Mirror24 (256x256)



Mirror25 (256x256)



Mirror26 (256x256)



Mirror27 (256x256)



Mirror28 (256x256)



Mirror29 (256x256)



Mirror30 (256x256)



Mirror31 (512x512)



Mirror32 (512x512)



Mirror33 (512x512)



Mirror34 (512x512)



Mirror35 (512x512)



Mirror36 (512x512)



Mirror37 (512x512)



Mirror38 (512x512)



Mirror39 (512x512)



Mirror40 (512x512)



Mirror41 (512x512)



Mirror42 (512x512)



Mirror43 (512x512)



Mirror44 (512x512)



Mirror45 (512x512)

ภาคผนวก ค

ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน

ผนวก ค ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวุธปืน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref1	ref10	ref15	ref7	ref3	ref14	ref2	ref6	ref4	ref9	ref13	ref11	ref5	ref8	ref12	100
unknown2	ref2	ref15	ref3	ref8	ref5	ref2	ref14	ref1	ref12	ref13	ref11	ref9	ref10	ref7	ref6	ref4	73.33
unknown3	ref3	ref6	ref3	ref5	ref9	ref10	ref8	ref7	ref2	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown4	ref4	ref4	ref5	ref3	ref10	ref6	ref7	ref15	ref11	ref2	ref14	ref1	ref9	ref8	ref12	ref13	100
unknown5	ref5	ref3	ref5	ref8	ref1	ref15	ref2	ref9	ref6	ref10	ref4	ref7	ref14	ref12	ref13	ref11	93.33
unknown6	ref6	ref6	ref7	ref10	ref8	ref9	ref2	ref5	ref1	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown7	ref7	ref10	ref7	ref9	ref6	ref3	ref5	ref8	ref1	ref2	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	93.33
unknown8	ref8	ref9	ref8	ref10	ref5	ref6	ref7	ref2	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown9	ref9	ref9	ref2	ref8	ref10	ref5	ref6	ref7	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	100
unknown10	ref10	ref6	ref9	ref2	ref8	ref7	ref10	ref5	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	66.67
unknown11	ref11	ref1	ref13	ref11	ref14	ref15	ref12	ref4	ref5	ref8	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	86.67
unknown12	ref12	ref13	ref11	ref12	ref15	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	86.67
unknown13	ref13	ref12	ref4	ref11	ref3	ref13	ref8	ref14	ref5	ref10	ref1	ref7	ref15	ref6	ref2	ref9	73.33
unknown14	ref14	ref15	ref3	ref5	ref11	ref14	ref4	ref10	ref8	ref1	ref12	ref7	ref9	ref6	ref13	ref2	73.33
unknown15	ref15	ref1	ref4	ref15	ref11	ref3	ref7	ref10	ref8	ref5	ref2	ref6	ref9	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown16	ref1	ref1	ref4	ref3	ref14	ref5	ref8	ref15	ref10	ref9	ref7	ref12	ref2	ref13	ref11	ref6	100
unknown17	ref2	ref15	ref3	ref8	ref5	ref2	ref14	ref1	ref12	ref13	ref11	ref9	ref10	ref7	ref6	ref4	73.33
unknown18	ref3	ref1	ref4	ref2	ref15	ref3	ref11	ref14	ref6	ref9	ref5	ref10	ref8	ref12	ref13	ref7	73.33
unknown19	ref4	ref10	ref3	ref5	ref1	ref7	ref11	ref8	ref4	ref15	ref2	ref6	ref14	ref12	ref13	ref9	53.33
unknown20	ref5	ref3	ref4	ref6	ref7	ref10	ref15	ref5	ref1	ref2	ref9	ref14	ref12	ref8	ref13	ref11	60
unknown21	ref6	ref6	ref10	ref8	ref9	ref7	ref3	ref2	ref5	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	100
unknown22	ref7	ref10	ref7	ref8	ref6	ref3	ref9	ref5	ref1	ref2	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	93.33
unknown23	ref8	ref9	ref8	ref6	ref7	ref2	ref5	ref10	ref1	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown24	ref9	ref6	ref9	ref2	ref10	ref8	ref7	ref1	ref3	ref5	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown25	ref10	ref6	ref7	ref10	ref8	ref3	ref5	ref9	ref2	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	86.67
unknown26	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	93.33
unknown27	ref12	ref13	ref11	ref12	ref15	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	86.67
unknown28	ref13	ref12	ref4	ref11	ref3	ref13	ref8	ref14	ref5	ref10	ref1	ref7	ref15	ref6	ref2	ref9	73.33
unknown29	ref14	ref3	ref8	ref4	ref14	ref11	ref15	ref5	ref12	ref2	ref13	ref10	ref1	ref7	ref9	ref6	80
unknown30	ref15	ref15	ref1	ref4	ref11	ref13	ref14	ref12	ref5	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	100
unknown31	ref1	ref5	ref1	ref4	ref15	ref3	ref8	ref9	ref13	ref11	ref6	ref10	ref12	ref7	ref2	ref14	93.33
unknown32	ref2	ref2	ref5	ref3	ref7	ref10	ref8	ref9	ref14	ref1	ref12	ref13	ref6	ref11	ref15	ref4	100
unknown33	ref3	ref6	ref9	ref10	ref8	ref2	ref3	ref7	ref1	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	66.67
unknown34	ref4	ref4	ref5	ref3	ref10	ref6	ref7	ref15	ref11	ref2	ref14	ref1	ref9	ref8	ref12	ref13	100
unknown35	ref5	ref3	ref4	ref6	ref7	ref10	ref15	ref5	ref1	ref2	ref9	ref14	ref12	ref8	ref13	ref11	60
unknown36	ref6	ref7	ref6	ref10	ref8	ref3	ref5	ref9	ref2	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	93.33
unknown37	ref7	ref7	ref6	ref9	ref10	ref8	ref2	ref3	ref5	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	100
unknown38	ref8	ref8	ref9	ref5	ref2	ref10	ref7	ref6	ref1	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown39	ref9	ref7	ref9	ref6	ref2	ref10	ref8	ref3	ref5	ref1	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown40	ref10	ref6	ref10	ref8	ref7	ref3	ref9	ref5	ref2	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown41	ref11	ref13	ref11	ref12	ref15	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	93.33
unknown42	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	100
unknown43	ref13	ref12	ref4	ref11	ref3	ref13	ref8	ref14	ref5	ref10	ref1	ref7	ref15	ref6	ref2	ref9	73.33
unknown44	ref14	ref4	ref10	ref3	ref8	ref7	ref15	ref5	ref9	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref6	ref13	40
unknown45	ref15	ref15	ref3	ref1	ref4	ref5	ref11	ref6	ref9	ref10	ref8	ref7	ref13	ref14	ref2	ref12	100

ผนวก ค ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์วูบีนที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูบีน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ตามถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref1	ref15	ref5	ref14	ref3	ref8	ref7	ref13	ref4	ref6	ref10	ref11	ref9	ref12	ref2	100
unknown2	ref2	ref2	ref13	ref15	ref14	ref11	ref12	ref8	ref5	ref3	ref7	ref1	ref9	ref6	ref10	ref4	100
unknown3	ref3	ref9	ref3	ref7	ref6	ref10	ref5	ref15	ref8	ref13	ref14	ref11	ref1	ref12	ref2	ref4	93.33
unknown4	ref4	ref4	ref15	ref3	ref5	ref11	ref1	ref6	ref10	ref13	ref7	ref9	ref2	ref14	ref8	ref12	100
unknown5	ref5	ref15	ref7	ref1	ref5	ref2	ref8	ref13	ref3	ref6	ref10	ref9	ref4	ref11	ref14	ref12	80
unknown6	ref6	ref6	ref10	ref7	ref5	ref9	ref3	ref15	ref8	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	100
unknown7	ref7	ref7	ref9	ref6	ref10	ref5	ref3	ref8	ref15	ref1	ref13	ref14	ref11	ref4	ref12	ref2	100
unknown8	ref8	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref2	ref14	ref11	ref12	ref4	100
unknown9	ref9	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref5	ref3	ref15	ref1	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	100
unknown10	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref5	ref3	ref7	ref15	ref1	ref11	ref13	ref2	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown11	ref11	ref13	ref14	ref12	ref15	ref5	ref4	ref2	ref3	ref1	ref8	ref11	ref9	ref7	ref6	ref10	33.33
unknown12	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	100
unknown13	ref13	ref13	ref12	ref4	ref11	ref5	ref14	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref7	ref9	100
unknown14	ref14	ref14	ref11	ref13	ref4	ref8	ref5	ref3	ref15	ref12	ref7	ref1	ref6	ref10	ref9	ref2	100
unknown15	ref15	ref15	ref4	ref1	ref5	ref8	ref7	ref2	ref11	ref13	ref6	ref10	ref3	ref14	ref12	ref9	100
unknown16	ref1	ref15	ref1	ref4	ref14	ref2	ref13	ref7	ref11	ref8	ref3	ref6	ref10	ref12	ref5	ref9	93.33
unknown17	ref2	ref2	ref13	ref15	ref14	ref11	ref12	ref8	ref5	ref3	ref7	ref1	ref9	ref6	ref10	ref4	100
unknown18	ref3	ref1	ref15	ref4	ref14	ref11	ref3	ref2	ref13	ref9	ref6	ref10	ref5	ref8	ref12	ref7	66.67
unknown19	ref4	ref1	ref7	ref15	ref2	ref3	ref5	ref6	ref10	ref4	ref11	ref13	ref9	ref14	ref12	ref8	46.67
unknown20	ref5	ref5	ref15	ref4	ref3	ref13	ref1	ref11	ref2	ref6	ref10	ref7	ref14	ref8	ref12	ref9	100
unknown21	ref6	ref6	ref10	ref7	ref9	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	100
unknown22	ref7	ref7	ref6	ref10	ref9	ref5	ref3	ref8	ref13	ref15	ref11	ref1	ref14	ref4	ref12	ref2	100
unknown23	ref8	ref8	ref9	ref5	ref6	ref10	ref7	ref15	ref13	ref3	ref1	ref14	ref11	ref2	ref12	ref4	100
unknown24	ref9	ref8	ref7	ref9	ref6	ref10	ref5	ref3	ref15	ref13	ref14	ref11	ref1	ref12	ref2	ref4	86.67
unknown25	ref10	ref6	ref10	ref7	ref5	ref9	ref3	ref15	ref8	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	93.33
unknown26	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	93.33
unknown27	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	100
unknown28	ref13	ref13	ref12	ref4	ref11	ref5	ref14	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref7	ref9	100
unknown29	ref14	ref4	ref14	ref2	ref13	ref11	ref12	ref15	ref1	ref8	ref7	ref5	ref6	ref10	ref3	ref9	93.33
unknown30	ref15	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	ref8	ref5	ref1	ref3	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	100
unknown31	ref1	ref15	ref1	ref2	ref5	ref4	ref13	ref8	ref7	ref11	ref3	ref6	ref9	ref10	ref12	ref14	93.33
unknown32	ref2	ref2	ref15	ref13	ref5	ref6	ref10	ref8	ref7	ref1	ref14	ref11	ref12	ref3	ref9	ref4	100
unknown33	ref3	ref6	ref10	ref3	ref9	ref8	ref7	ref15	ref5	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	ref2	ref4	86.67
unknown34	ref4	ref4	ref15	ref3	ref5	ref11	ref1	ref6	ref10	ref13	ref7	ref9	ref2	ref14	ref8	ref12	100
unknown35	ref5	ref5	ref15	ref4	ref3	ref13	ref1	ref11	ref2	ref6	ref10	ref7	ref14	ref8	ref12	ref9	100
unknown36	ref6	ref6	ref10	ref7	ref8	ref9	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	100
unknown37	ref7	ref7	ref6	ref10	ref8	ref15	ref5	ref1	ref3	ref9	ref11	ref13	ref4	ref14	ref12	ref2	100
unknown38	ref8	ref8	ref9	ref6	ref10	ref5	ref15	ref3	ref7	ref1	ref13	ref14	ref11	ref2	ref12	ref4	100
unknown39	ref9	ref9	ref8	ref6	ref10	ref3	ref15	ref7	ref5	ref1	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	100
unknown40	ref10	ref6	ref10	ref9	ref5	ref7	ref3	ref15	ref8	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	93.33
unknown41	ref11	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	80
unknown42	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	100
unknown43	ref13	ref13	ref12	ref4	ref11	ref5	ref14	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref7	ref9	100
unknown44	ref14	ref1	ref4	ref13	ref5	ref2	ref8	ref14	ref15	ref12	ref7	ref3	ref6	ref10	ref11	ref9	60
unknown45	ref15	ref15	ref1	ref4	ref2	ref8	ref3	ref11	ref6	ref10	ref13	ref5	ref9	ref7	ref14	ref12	100

ผนวก ค ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาร์บีน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บีน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref1	ref3	ref10	ref5	ref7	ref15	ref14	ref8	ref13	ref9	ref2	ref11	ref4	ref6	ref12	100
unknown2	ref2	ref5	ref3	ref2	ref13	ref14	ref4	ref15	ref12	ref11	ref8	ref7	ref10	ref1	ref9	ref6	86.67
unknown3	ref3	ref6	ref7	ref9	ref3	ref15	ref10	ref4	ref5	ref8	ref2	ref13	ref14	ref11	ref1	ref12	80
unknown4	ref4	ref4	ref5	ref3	ref10	ref1	ref2	ref13	ref11	ref15	ref7	ref6	ref14	ref8	ref9	ref12	100
unknown5	ref5	ref3	ref5	ref4	ref7	ref1	ref15	ref2	ref8	ref13	ref9	ref10	ref6	ref12	ref14	ref11	93.33
unknown6	ref6	ref10	ref6	ref9	ref4	ref5	ref15	ref8	ref13	ref7	ref14	ref3	ref2	ref11	ref1	ref12	93.33
unknown7	ref7	ref10	ref7	ref9	ref15	ref6	ref4	ref5	ref8	ref13	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	93.33
unknown8	ref8	ref8	ref10	ref6	ref9	ref4	ref15	ref5	ref3	ref7	ref1	ref2	ref13	ref11	ref14	ref12	100
unknown9	ref9	ref8	ref9	ref6	ref10	ref15	ref4	ref5	ref3	ref7	ref1	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	93.33
unknown10	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref15	ref5	ref4	ref3	ref13	ref7	ref1	ref14	ref2	ref11	ref12	93.33
unknown11	ref11	ref11	ref13	ref1	ref12	ref14	ref5	ref2	ref3	ref4	ref8	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	100
unknown12	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref7	ref10	ref9	ref6	93.33
unknown13	ref13	ref13	ref12	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref14	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	100
unknown14	ref14	ref5	ref14	ref2	ref3	ref4	ref11	ref13	ref8	ref7	ref10	ref12	ref9	ref15	ref6	ref1	93.33
unknown15	ref15	ref5	ref3	ref7	ref11	ref4	ref15	ref8	ref10	ref2	ref13	ref1	ref14	ref9	ref6	ref12	66.67
unknown16	ref1	ref1	ref4	ref5	ref3	ref14	ref15	ref13	ref7	ref2	ref8	ref9	ref10	ref12	ref6	ref11	100
unknown17	ref2	ref5	ref3	ref2	ref13	ref14	ref4	ref15	ref12	ref11	ref8	ref7	ref10	ref1	ref9	ref6	86.67
unknown18	ref3	ref1	ref3	ref4	ref15	ref5	ref11	ref14	ref13	ref9	ref8	ref6	ref2	ref12	ref7	ref10	93.33
unknown19	ref4	ref10	ref4	ref1	ref2	ref7	ref11	ref9	ref15	ref3	ref5	ref6	ref13	ref14	ref12	ref8	93.33
unknown20	ref5	ref5	ref3	ref4	ref13	ref10	ref1	ref7	ref2	ref14	ref15	ref6	ref9	ref8	ref12	ref11	100
unknown21	ref6	ref6	ref9	ref10	ref8	ref4	ref5	ref15	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	100
unknown22	ref7	ref10	ref7	ref6	ref4	ref5	ref9	ref15	ref8	ref13	ref14	ref1	ref3	ref2	ref12	ref11	93.33
unknown23	ref8	ref8	ref15	ref6	ref9	ref10	ref13	ref4	ref14	ref5	ref7	ref1	ref3	ref2	ref11	ref12	100
unknown24	ref9	ref8	ref9	ref6	ref10	ref5	ref15	ref4	ref7	ref3	ref2	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	93.33
unknown25	ref10	ref10	ref6	ref9	ref4	ref5	ref15	ref8	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	100
unknown26	ref11	ref12	ref13	ref11	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	86.67
unknown27	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref7	ref10	ref9	ref6	93.33
unknown28	ref13	ref13	ref12	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref14	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	100
unknown29	ref14	ref5	ref14	ref3	ref4	ref2	ref11	ref13	ref12	ref15	ref7	ref10	ref8	ref1	ref9	ref6	93.33
unknown30	ref15	ref5	ref15	ref11	ref14	ref12	ref13	ref2	ref3	ref4	ref8	ref1	ref7	ref10	ref9	ref6	93.33
unknown31	ref1	ref1	ref2	ref13	ref15	ref4	ref7	ref8	ref5	ref11	ref9	ref14	ref10	ref12	ref6	ref3	100
unknown32	ref2	ref2	ref10	ref5	ref1	ref4	ref15	ref3	ref13	ref7	ref8	ref14	ref9	ref6	ref12	ref11	100
unknown33	ref3	ref6	ref15	ref9	ref8	ref5	ref10	ref4	ref7	ref3	ref13	ref1	ref14	ref11	ref2	ref12	46.67
unknown34	ref4	ref4	ref5	ref3	ref10	ref1	ref2	ref13	ref11	ref15	ref7	ref6	ref14	ref8	ref9	ref12	100
unknown35	ref5	ref5	ref3	ref4	ref13	ref10	ref1	ref7	ref2	ref14	ref15	ref6	ref9	ref8	ref12	ref11	100
unknown36	ref6	ref9	ref6	ref10	ref8	ref4	ref5	ref15	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	93.33
unknown37	ref7	ref7	ref9	ref10	ref6	ref3	ref8	ref15	ref5	ref4	ref1	ref14	ref13	ref2	ref12	ref11	100
unknown38	ref8	ref8	ref6	ref9	ref15	ref10	ref4	ref5	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref11	ref12	100
unknown39	ref9	ref9	ref10	ref8	ref6	ref15	ref5	ref3	ref4	ref7	ref1	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	100
unknown40	ref10	ref6	ref10	ref9	ref3	ref15	ref7	ref5	ref4	ref8	ref13	ref14	ref11	ref1	ref2	ref12	93.33
unknown41	ref11	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref7	ref10	ref9	ref6	100
unknown42	ref12	ref12	ref13	ref11	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	100
unknown43	ref13	ref13	ref12	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref14	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	100
unknown44	ref14	ref14	ref5	ref3	ref4	ref10	ref2	ref13	ref8	ref11	ref7	ref12	ref1	ref9	ref6	ref15	100
unknown45	ref15	ref15	ref5	ref1	ref4	ref3	ref11	ref2	ref8	ref9	ref13	ref6	ref7	ref10	ref14	ref12	100

อนุผนวก ค

อนุผนวก ค ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	100	45.99	52.66	42.98	40.44	45.37	53.98	37.89	41.87	60.44	40.5	34.71	41.32	47.93	56.9	
unknown2	33.33	44.75	50.89	12.5	45.33	15.74	16.26	49.61	22.49	17.33	29.17	31.94	29.86	43.06	54.9	
unknown3	39.81	45.68	73.46	13.27	70.99	74.38	52.78	65.12	69.75	65.43	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown4	40.28	45.37	69.82	95.14	76.44	64.51	55.02	37.89	38.75	68	52.78	31.94	30.56	42.36	54.2	
unknown5	65.28	43.52	73.37	34.72	68.44	37.96	33.91	67.97	39.79	37.33	28.47	31.94	29.17	33.33	52.8	
unknown6	45.37	63.58	43.52	13.27	47.53	100	87.65	82.1	70.68	82.72	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown7	53.98	45.68	70.59	25.95	68.86	75.62	86.16	68.17	79.24	88.24	21.11	22.84	21.45	31.49	35.3	
unknown8	41.87	64.2	39.45	13.84	74.74	68.83	66.78	81.31	87.2	81.31	27.68	22.84	28.03	25.26	29.4	
unknown9	39.81	76.54	37.65	13.27	70.99	64.2	52.16	71.6	94.44	71.6	26.23	16.05	26.54	18.52	28.1	
unknown10	39.81	76.23	37.65	13.27	65.12	86.42	75	76.23	78.09	70.37	26.23	21.6	26.54	24.07	28.1	
unknown11	84.3	25.31	25.44	30.58	30.22	25.31	20.42	28.13	26.64	22.67	53.13	37.5	67.19	48.44	46.5	
unknown12	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	48.6	
unknown13	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	72	52	48.98	39.6	
unknown14	29.59	22.53	68.64	34.32	53.78	28.09	29.41	31.25	29.41	32.44	41.42	29.59	27.81	40.24	73.4	
unknown15	75	45.06	59.17	73.61	50.67	44.75	59.17	55.86	42.21	59.11	61.81	31.94	38.89	33.33	70.8	
unknown16	67.46	28.7	53.85	54.44	40	22.84	29.76	38.67	30.1	32.89	26.04	29.59	26.63	50.3	35.5	
unknown17	33.33	44.75	50.89	12.5	45.33	15.74	16.26	49.61	22.49	17.33	29.17	31.94	29.86	43.06	54.9	
unknown18	57.64	52.78	46.15	54.86	33.78	40.43	30.1	32.42	36.68	33.33	43.75	31.94	30.56	43.75	52.1	
unknown19	60.95	33.02	84.62	43.2	67.11	33.02	59.52	43.36	28.37	88.89	49.7	29.59	28.4	32.54	41.4	
unknown20	52.07	51.54	73.96	68.6	56.89	63.89	60.9	37.5	49.13	60.89	33	38	34	49	56.9	
unknown21	37.6	62.81	64.67	20.66	58.68	71.9	67.77	68.18	67.98	69.01	16.74	17.77	16.94	25	32.9	
unknown22	57.03	52.78	80.86	27.34	72.66	82.1	93.08	84.77	74.74	93.36	22.27	24.22	22.66	33.2	37.1	
unknown23	48.44	63.89	39.45	13.84	63.67	75	73.36	87.54	96.19	50.17	27.68	22.84	28.03	38.41	35.6	
unknown24	45.37	70.37	43.52	13.27	35.8	96.3	58.95	66.05	93.83	66.67	26.23	21.6	26.54	24.38	28.1	
unknown25	45.06	63.27	78.09	24.69	76.54	92.28	87.35	82.1	70.68	83.33	20.06	21.6	20.37	29.94	39.2	
unknown26	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown27	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	48.6	
unknown28	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	72	52	48.98	39.6	
unknown29	26.45	35.49	63.91	57.85	45.33	18.52	25.26	59.77	19.38	28	48	38	35	50	47.2	
unknown30	56.94	22.53	20.71	55.56	40	22.53	17.65	31.25	23.53	19.11	50	41.67	48.61	42.36	80.6	
unknown31	71.43	26.23	38.78	50.51	73.33	31.79	27.34	35.16	33.56	29.78	32.65	27.55	33.16	23.98	41.3	
unknown32	29.59	79.01	63.27	12.24	64	25.93	57.44	47.66	45.67	56.89	25.51	27.55	26.02	37.76	25.5	
unknown33	39.46	50.34	43.31	11.79	36.51	80.27	41.04	56.46	66.44	56.46	22.68	18.59	22.9	26.08	24.7	
unknown34	40.28	45.37	69.82	95.14	76.44	64.51	55.02	37.89	38.75	68	52.78	31.94	30.56	42.36	54.2	
unknown35	52.07	51.54	73.96	68.6	56.89	63.89	60.9	37.5	49.13	60.89	33	38	34	49	56.9	
unknown36	41	68.5	70.75	22.5	69.5	84	84.5	74.5	69.25	75.5	18.25	19.5	18.5	27.25	35.8	
unknown37	43.21	54.29	52.91	23.55	51.25	71.75	86.98	55.96	61.5	57.34	19.11	20.5	19.39	22.99	32.4	
unknown38	43.77	66.48	36.01	12.74	67.59	44.04	44.32	85.04	78.95	45.71	24.93	20.5	25.21	34.63	32.4	
unknown39	36.25	68	40	12.25	39	69.25	80.25	60	80	60.5	23.75	14.5	24	17	25.7	
unknown40	39.81	51.85	66.98	13.27	59.26	92.9	70.06	70.68	63.89	70.99	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown41	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	48.6	
unknown42	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown43	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	72	52	48.98	39.6	
unknown44	38.02	32.72	57.99	61.16	47.11	32.72	52.6	55.08	41.18	58.22	38.84	34.71	30.58	38.84	49.3	
unknown45	61.33	26.85	71.56	58.22	51.11	44.14	33.56	35.94	40.14	36.89	50.67	25.78	31.56	28	73.3	

อนุผนวก ค ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	70.41	28	49.49	42.98	49.49	41	45.37	45.99	36	41	36.36	34.71	42.98	47.93	65.3	
unknown2	15.31	88	47.96	12.5	17.86	14.75	15.74	21.6	14.75	14.75	41.67	31.94	56.25	43.06	49.5	
unknown3	21.91	20.06	60.19	13.27	72.53	72.75	74.69	40.74	84	72.75	27.78	21.6	32.72	29.94	50.9	
unknown4	58.16	47.11	66.84	95.14	66.33	57.25	52.78	40.12	47.25	57.25	58.33	31.94	56.94	42.36	68.9	
unknown5	55.61	54.22	69.9	34.72	54.59	35	56.17	43.83	34.75	35	33.33	31.94	39.58	33.33	62.8	
unknown6	21.91	20.06	42.59	13.27	66.36	78.5	68.83	45.99	63	78.5	33.33	21.6	38.27	29.94	50.6	
unknown7	35.29	20.42	70.24	25.95	57.09	69	81.48	40.43	79	69	29.41	22.84	34.6	31.49	40.1	
unknown8	34.95	26.64	75.78	13.84	63.32	73.5	63.89	87.65	84.75	73.5	23.53	22.84	28.37	25.26	47.1	
unknown9	33.33	25.62	66.36	13.27	60.19	68.75	64.2	82.41	95	68.75	16.67	16.05	21.3	18.52	44.8	
unknown10	33.33	25.62	77.47	13.27	60.19	84.25	51.54	70.68	68.75	84.25	33.33	21.6	32.41	24.07	44.8	
unknown11	29.08	29.78	23.98	30.58	31.63	17.75	19.44	25.31	23	17.75	25	37.5	50	48.44	32.1	
unknown12	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	20.37	26.54	24	18.5	40	60	52	46.94	33.7	
unknown13	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	72	100	48.98	41.3	
unknown14	28.06	23.11	64.8	34.32	34.18	25.75	28.09	34.26	25.75	25.75	38.46	29.59	36.09	40.24	30.6	
unknown15	70.92	53.33	55.61	73.61	62.76	41	56.17	56.48	30.75	41	50	31.94	47.92	33.33	77.6	
unknown16	60.71	47.11	50.51	54.44	27.55	31.25	40.43	34.88	26.25	31.25	38.46	29.59	44.97	50.3	62.8	
unknown17	15.31	88	47.96	12.5	17.86	14.75	15.74	21.6	14.75	14.75	41.67	31.94	56.25	43.06	49.5	
unknown18	70.41	40	43.37	54.86	35.71	36.75	28.7	34.88	37	36.75	41.67	31.94	39.58	43.75	61.7	
unknown19	62.24	59.56	55.1	43.2	48.47	45.5	62.04	27.16	35.5	45.5	38.46	29.59	36.69	32.54	61.2	
unknown20	65.82	56	84.18	68.6	81.12	52.25	52.16	39.81	37.25	52.25	60	38	68	49	73.5	
unknown21	32.85	17.36	78.93	20.66	54.75	97.73	72.11	62.6	66.74	97.73	27.27	17.77	31.4	25	41.7	
unknown22	37.11	21.09	80.47	27.34	60.16	75	86.11	46.91	69.25	75	37.5	24.22	42.97	33.2	42.2	
unknown23	41.52	26.64	50.87	13.84	63.67	63.5	58.64	96.91	64.5	63.5	35.29	22.84	46.37	38.41	47.1	
unknown24	21.91	20.06	42.59	13.27	66.36	68.5	84.57	87.96	83.75	68.5	22.22	21.6	27.16	24.38	50.6	
unknown25	39.2	19.75	89.51	24.69	65.74	94.75	69.14	45.68	63	94.75	33.33	21.6	38.27	29.94	50	
unknown26	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	72	53.06	27.6	
unknown27	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	20.37	26.54	24	18.5	40	60	52	46.94	33.7	
unknown28	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	72	100	48.98	41.3	
unknown29	29.59	46.22	60.2	57.85	22.45	22	24.07	24.69	17	22	40	38	46	50	33.7	
unknown30	26.02	24.44	19.9	55.56	27.04	15.75	16.98	28.4	20.75	15.75	33.33	41.67	39.58	42.36	62.8	
unknown31	59.69	58.22	46.94	50.51	54.08	29.5	38.27	38.27	29.5	29.5	35.71	27.55	48.98	23.98	62.2	
unknown32	41.33	85.33	67.86	12.24	45.92	44.75	43.21	43.52	18.75	44.75	35.71	27.55	48.47	37.76	85.2	
unknown33	29.25	18.14	57.6	11.79	37.87	78.91	45.58	55.33	75.06	78.91	23.81	18.59	28.12	26.08	43.8	
unknown34	58.16	47.11	66.84	95.14	66.33	57.25	52.78	40.12	47.25	57.25	58.33	31.94	56.94	42.36	68.9	
unknown35	65.82	56	84.18	68.6	81.12	52.25	52.16	39.81	37.25	52.25	60	38	68	49	73.5	
unknown36	35.75	18.5	81	22.5	59.75	93.75	73.25	68.25	67.25	93.75	30	19.5	34.5	27.25	45.5	
unknown37	43.21	19.11	63.43	23.55	46.26	78.25	93.91	54.85	36.5	78.25	26.32	20.5	24.93	22.99	48.2	
unknown38	37.67	24.65	46.26	12.74	57.62	72.5	38.78	94.18	83.75	72.5	26.32	20.5	36.29	34.63	42.7	
unknown39	30.5	23.75	44.25	12.25	34.25	68.25	37	68.75	78	68.25	15	14.5	19.25	17	40.8	
unknown40	21.91	20.06	83.95	13.27	72.53	94.5	63.58	46.6	73.5	94.5	33.33	21.6	38.27	29.94	50.9	
unknown41	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	20.37	26.54	24	18.5	40	60	52	46.94	33.7	
unknown42	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	72	53.06	27.6	
unknown43	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	72	100	48.98	41.3	
unknown44	62.76	45.78	55.1	61.16	47.96	30	32.72	45.06	25	30	27.27	34.71	51.24	38.84	35.2	
unknown45	70.67	55.56	71.11	58.22	37.33	39.75	32.1	44.14	34.75	39.75	40	25.78	38.67	28	89.3	

อนุผนวก ค ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีภาพขนาดแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	67.46	42.67	60.33	40.28	52.07	37.6	50.39	45.99	42.94	57.03	40.5	34.71	42.98	46.28	49.3	
unknown2	15.98	65.33	66.67	47.22	68.75	13.84	16.8	21.6	15.24	16.8	29.17	31.94	56.25	47.92	43.2	
unknown3	22.84	34.26	62.65	57.41	52.16	71.69	70.99	40.74	70.91	58.95	26.23	21.6	32.72	28.4	61.8	
unknown4	63.31	60	70.83	100	71.53	51.86	51.95	40.12	39.89	65.23	52.78	31.94	56.94	47.22	52.4	
unknown5	59.76	47.11	91.67	65.97	66.67	32.23	62.5	43.83	36.57	35.55	28.47	31.94	39.58	30.56	53.7	
unknown6	22.84	28.09	33.02	64.51	63.89	71.9	35.8	45.99	67.04	94.14	26.23	21.6	38.27	33.95	56	
unknown7	29.76	23.18	28.72	55.71	55.02	63.22	74.39	40.43	67.04	74.74	21.11	22.84	34.6	29.76	65.9	
unknown8	30.1	29.41	34.6	55.36	48.44	67.36	30.8	87.65	66.2	67.47	27.68	22.84	28.37	23.88	51.8	
unknown9	28.7	28.09	33.02	46.91	41.05	67.56	29.63	82.41	77.01	58.64	26.23	16.05	21.3	18.21	51.8	
unknown10	28.7	28.09	33.02	51.54	57.72	77.07	29.63	70.68	62.6	75.31	26.23	21.6	32.41	28.4	62	
unknown11	39.64	29.33	28.93	28.47	31	16.32	21.48	25.31	18.56	21.48	53.13	37.5	50	34.57	24.4	
unknown12	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	22.66	26.54	19.39	22.66	94.44	60	52	38.27	25.2	
unknown13	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	72	100	50.62	30.7	
unknown14	21.89	50.67	42.6	42.01	70.41	23.76	30.86	34.26	26.87	30.86	41.42	29.59	36.09	62.72	24.9	
unknown15	43.79	51.56	63.89	60.42	75	37.6	62.5	56.48	37.67	55.86	61.81	31.94	47.92	38.89	58.7	
unknown16	100	39.56	60.95	63.31	62.13	28.72	44.92	34.88	32.69	31.25	26.04	29.59	44.97	57.4	47.9	
unknown17	15.98	65.33	66.67	47.22	68.75	13.84	16.8	21.6	15.24	16.8	29.17	31.94	56.25	47.92	43.2	
unknown18	67.46	33.33	65.28	61.81	51.39	33.68	31.64	34.88	38.5	31.64	43.75	31.94	39.58	41.67	53.2	
unknown19	67.46	64.44	44.97	69.82	42.01	41.74	62.5	27.16	47.65	83.98	49.7	29.59	36.69	34.32	46.3	
unknown20	62.13	56.44	86.78	71.53	100	47.73	58.2	39.81	44.32	64.45	33	38	68	54	49.3	
unknown21	28.72	19.01	28.31	51.86	47.73	100	30.58	62.6	73.35	72.93	16.74	17.77	31.4	28.51	34.9	
unknown22	31.25	24.22	30.08	65.23	64.45	68.6	84.38	46.91	62.88	95.7	22.27	24.22	42.97	37.5	61.8	
unknown23	36.68	29.41	34.6	42.21	41.87	58.26	37.02	96.91	55.96	49.13	27.68	22.84	46.37	42.21	63.2	
unknown24	22.84	28.09	33.02	47.84	52.78	67.36	35.8	87.96	77.01	59.57	26.23	21.6	27.16	23.77	50.7	
unknown25	34.26	22.22	33.64	64.2	57.72	91.32	35.8	45.68	84.76	94.14	20.06	21.6	38.27	33.95	55.4	
unknown26	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	72	41.98	20.5	
unknown27	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	22.66	26.54	19.39	22.66	94.44	60	52	38.27	25.2	
unknown28	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	72	100	50.62	30.7	
unknown29	23.67	53.33	66.12	54.17	82	20.25	26.56	24.69	22.99	26.56	48	38	46	79	26.6	
unknown30	19.53	38.67	37.5	35.42	56.94	14.67	18.36	28.4	16.34	18.36	50	41.67	39.58	49.31	53.5	
unknown31	91.84	67.56	18.37	42.86	34.69	27.27	42.19	38.27	30.75	28.52	32.65	27.55	48.98	30.1	47.6	
unknown32	57.65	77.33	50	55.61	59.69	41.12	47.66	43.52	41.55	60.55	25.51	27.55	48.47	42.35	52.4	
unknown33	25.17	19.73	29.25	39.91	50.34	61.78	31.75	55.33	55.56	46.49	22.68	18.59	28.12	24.94	61.2	
unknown34	63.31	60	70.83	100	71.53	51.86	51.95	40.12	39.89	65.23	52.78	31.94	56.94	47.22	52.4	
unknown35	62.13	56.44	86.78	71.53	100	47.73	58.2	39.81	44.32	64.45	33	38	68	54	49.3	
unknown36	31.25	20.5	30.75	57.25	52.25	95.25	33	68.25	96.75	85.25	18.25	19.5	34.5	31	37.8	
unknown37	38.5	21.33	59.83	44.32	49.58	71.69	89.75	54.85	87.81	73.13	19.11	20.5	24.93	27.15	54.3	
unknown38	33.24	26.87	31.58	38.23	37.95	66.53	34.07	94.18	65.1	44.88	24.93	20.5	36.29	32.96	50.7	
unknown39	26.25	25.75	35.75	33	42.25	67.15	32.5	68.75	94.5	70.5	23.75	14.5	19.25	16.75	43.3	
unknown40	22.84	22.22	68.83	58.02	63.89	86.36	65.12	46.6	72.3	76.23	26.23	21.6	38.27	33.95	67	
unknown41	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	22.66	26.54	19.39	22.66	94.44	60	52	38.27	25.2	
unknown42	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	72	41.98	20.5	
unknown43	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	72	100	50.62	30.7	
unknown44	34.32	52.89	57.85	56.94	60.33	27.69	35.94	45.06	31.3	55.47	38.84	34.71	51.24	66.94	27.4	
unknown45	59.11	48.89	53.78	59.11	61.33	36.57	35.16	44.14	41.55	35.16	50.67	25.78	38.67	32.89	84.8	

ภาคผนวก ง
ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน

ผนวก ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวุธปืนที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref10	ref7	ref9	ref2	ref3	ref5	ref8	ref6	ref1	ref4	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	46.67
unknown2	ref2	ref8	ref9	ref5	ref10	ref7	ref6	ref3	ref15	ref2	ref4	ref1	ref14	ref13	ref11	ref12	46.67
unknown3	ref3	ref9	ref10	ref8	ref7	ref3	ref5	ref1	ref2	ref6	ref15	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	73.33
unknown4	ref4	ref6	ref5	ref10	ref9	ref8	ref7	ref2	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	6.67
unknown5	ref5	ref6	ref10	ref9	ref8	ref7	ref2	ref1	ref5	ref3	ref15	ref14	ref13	ref11	ref4	ref12	53.33
unknown6	ref6	ref7	ref6	ref10	ref9	ref8	ref2	ref1	ref3	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown7	ref7	ref9	ref10	ref5	ref8	ref2	ref7	ref6	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	66.67
unknown8	ref8	ref9	ref10	ref5	ref8	ref2	ref6	ref3	ref7	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	80
unknown9	ref9	ref9	ref10	ref8	ref2	ref6	ref7	ref1	ref3	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown10	ref10	ref9	ref6	ref7	ref10	ref8	ref2	ref1	ref5	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	80
unknown11	ref11	ref1	ref11	ref15	ref13	ref9	ref10	ref8	ref4	ref7	ref3	ref14	ref12	ref2	ref6	ref5	93.33
unknown12	ref12	ref2	ref11	ref6	ref8	ref15	ref13	ref9	ref10	ref1	ref7	ref3	ref14	ref4	ref12	ref5	13.33
unknown13	ref13	ref3	ref10	ref7	ref1	ref2	ref5	ref4	ref6	ref11	ref15	ref8	ref9	ref13	ref12	ref14	30
unknown14	ref14	ref15	ref6	ref9	ref3	ref8	ref10	ref5	ref7	ref1	ref11	ref2	ref14	ref4	ref13	ref12	26.67
unknown15	ref15	ref10	ref5	ref3	ref7	ref15	ref9	ref1	ref6	ref4	ref2	ref11	ref14	ref13	ref12	ref8	73.33
unknown16	ref1	ref6	ref8	ref10	ref2	ref9	ref3	ref7	ref1	ref5	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	53.33
unknown17	ref2	ref10	ref6	ref9	ref2	ref7	ref5	ref15	ref3	ref8	ref1	ref4	ref12	ref13	ref11	ref14	80
unknown18	ref3	ref9	ref8	ref2	ref7	ref6	ref10	ref5	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	53.33
unknown19	ref4	ref5	ref10	ref6	ref9	ref8	ref2	ref7	ref3	ref1	ref4	ref14	ref15	ref12	ref13	ref11	40
unknown20	ref5	ref8	ref10	ref6	ref9	ref2	ref7	ref3	ref5	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	53.33
unknown21	ref6	ref10	ref8	ref6	ref9	ref7	ref2	ref1	ref3	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	86.67
unknown22	ref7	ref9	ref7	ref5	ref10	ref8	ref2	ref3	ref6	ref1	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown23	ref8	ref9	ref10	ref6	ref3	ref7	ref5	ref2	ref8	ref14	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	53.33
unknown24	ref9	ref9	ref5	ref2	ref7	ref6	ref8	ref10	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	100
unknown25	ref10	ref9	ref2	ref7	ref6	ref10	ref8	ref1	ref5	ref3	ref15	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown26	ref11	ref9	ref1	ref2	ref15	ref6	ref8	ref11	ref10	ref13	ref7	ref3	ref12	ref14	ref4	ref5	60
unknown27	ref12	ref1	ref11	ref9	ref2	ref15	ref6	ref8	ref13	ref10	ref7	ref3	ref12	ref14	ref4	ref5	26.67
unknown28	ref13	ref1	ref2	ref11	ref15	ref6	ref8	ref9	ref10	ref13	ref14	ref7	ref4	ref3	ref12	ref5	46.67
unknown29	ref14	ref10	ref3	ref15	ref6	ref8	ref7	ref1	ref4	ref2	ref9	ref11	ref5	ref14	ref13	ref12	30
unknown30	ref15	ref8	ref15	ref10	ref6	ref2	ref3	ref7	ref5	ref9	ref1	ref4	ref11	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown31	ref1	ref10	ref7	ref9	ref2	ref3	ref5	ref8	ref6	ref1	ref4	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	46.67
unknown32	ref2	ref9	ref6	ref10	ref8	ref2	ref3	ref5	ref7	ref1	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	73.33
unknown33	ref3	ref9	ref5	ref7	ref8	ref2	ref6	ref10	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	46.67
unknown34	ref4	ref10	ref5	ref7	ref2	ref9	ref6	ref3	ref8	ref1	ref4	ref14	ref15	ref12	ref13	ref11	40
unknown35	ref5	ref6	ref10	ref8	ref9	ref3	ref7	ref5	ref2	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	60
unknown36	ref6	ref8	ref5	ref2	ref9	ref7	ref6	ref1	ref15	ref10	ref3	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	66.67
unknown37	ref7	ref9	ref10	ref5	ref8	ref3	ref6	ref2	ref7	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	53.33
unknown38	ref8	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref1	ref3	ref5	ref2	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	93.33
unknown39	ref9	ref9	ref10	ref8	ref2	ref6	ref7	ref1	ref3	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown40	ref10	ref9	ref5	ref10	ref8	ref3	ref2	ref6	ref7	ref1	ref15	ref14	ref13	ref11	ref4	ref12	86.67
unknown41	ref11	ref1	ref11	ref13	ref4	ref12	ref14	ref15	ref10	ref7	ref5	ref3	ref8	ref9	ref2	ref6	93.33
unknown42	ref12	ref1	ref11	ref9	ref2	ref15	ref6	ref8	ref13	ref10	ref7	ref3	ref12	ref14	ref4	ref5	26.67
unknown43	ref13	ref1	ref15	ref2	ref11	ref6	ref8	ref9	ref10	ref13	ref14	ref7	ref4	ref3	ref12	ref5	46.67
unknown44	ref14	ref10	ref9	ref6	ref8	ref15	ref2	ref1	ref3	ref7	ref5	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	26.67
unknown45	ref15	ref15	ref2	ref3	ref8	ref9	ref10	ref5	ref7	ref6	ref1	ref4	ref11	ref14	ref13	ref12	100
unknown46	ref1	ref1	ref4	ref10	ref7	ref11	ref14	ref3	ref15	ref13	ref2	ref6	ref9	ref12	ref5	ref8	53.33
unknown47	ref2	ref5	ref2	ref15	ref9	ref11	ref3	ref1	ref13	ref10	ref6	ref8	ref7	ref14	ref12	ref4	86.67

แผนภาพ ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวุธปืนที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown48	ref3	ref6	ref3	ref5	ref9	ref10	ref8	ref7	ref2	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	33.33
unknown49	ref4	ref4	ref3	ref10	ref5	ref1	ref8	ref6	ref7	ref2	ref11	ref14	ref15	ref9	ref12	ref13	26.67
unknown50	ref5	ref5	ref3	ref8	ref1	ref9	ref6	ref7	ref10	ref2	ref15	ref4	ref11	ref14	ref12	ref13	40
unknown51	ref6	ref6	ref7	ref10	ref8	ref9	ref2	ref5	ref1	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	33.33
unknown52	ref7	ref10	ref7	ref9	ref6	ref3	ref5	ref8	ref1	ref2	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	40
unknown53	ref8	ref9	ref10	ref2	ref6	ref7	ref8	ref3	ref1	ref15	ref11	ref5	ref14	ref12	ref13	ref4	46.67
unknown54	ref9	ref9	ref10	ref8	ref2	ref6	ref3	ref7	ref1	ref5	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	40
unknown55	ref10	ref6	ref9	ref2	ref8	ref7	ref10	ref5	ref1	ref3	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	40
unknown56	ref11	ref1	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	ref15	ref5	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	60
unknown57	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref15	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	73.33
unknown58	ref13	ref12	ref11	ref14	ref13	ref4	ref8	ref3	ref1	ref5	ref10	ref15	ref7	ref6	ref2	ref9	33.33
unknown59	ref14	ref15	ref14	ref3	ref4	ref1	ref11	ref5	ref12	ref13	ref10	ref8	ref7	ref9	ref2	ref6	100
unknown60	ref15	ref3	ref15	ref11	ref8	ref7	ref10	ref5	ref2	ref6	ref4	ref12	ref14	ref9	ref1	ref13	93.33
unknown61	ref1	ref4	ref14	ref3	ref1	ref15	ref5	ref11	ref8	ref12	ref13	ref10	ref9	ref7	ref2	ref6	73.33
unknown62	ref2	ref5	ref2	ref15	ref9	ref11	ref3	ref1	ref13	ref10	ref6	ref8	ref7	ref14	ref12	ref4	86.67
unknown63	ref3	ref4	ref1	ref3	ref2	ref9	ref5	ref15	ref11	ref10	ref6	ref8	ref7	ref14	ref12	ref13	60
unknown64	ref4	ref10	ref6	ref8	ref3	ref11	ref9	ref7	ref1	ref4	ref15	ref5	ref2	ref13	ref14	ref12	40
unknown65	ref5	ref3	ref4	ref6	ref7	ref10	ref15	ref5	ref1	ref2	ref9	ref14	ref12	ref8	ref13	ref11	66.67
unknown66	ref6	ref6	ref10	ref8	ref9	ref7	ref3	ref2	ref5	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	40
unknown67	ref7	ref10	ref7	ref8	ref6	ref3	ref9	ref5	ref1	ref2	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	40
unknown68	ref8	ref9	ref8	ref6	ref7	ref2	ref5	ref10	ref1	ref3	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	33.33
unknown69	ref9	ref6	ref10	ref8	ref2	ref7	ref9	ref3	ref5	ref1	ref14	ref15	ref12	ref13	ref11	ref4	33.33
unknown70	ref10	ref6	ref7	ref10	ref8	ref3	ref5	ref9	ref2	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	40
unknown71	ref11	ref12	ref13	ref14	ref11	ref1	ref4	ref15	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	60
unknown72	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref15	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	73.33
unknown73	ref13	ref12	ref11	ref14	ref13	ref4	ref8	ref3	ref1	ref5	ref10	ref15	ref7	ref6	ref2	ref9	33.33
unknown74	ref14	ref4	ref3	ref14	ref8	ref5	ref11	ref15	ref2	ref13	ref10	ref12	ref7	ref6	ref9	ref1	60
unknown75	ref15	ref15	ref11	ref8	ref4	ref3	ref12	ref5	ref14	ref2	ref1	ref13	ref10	ref7	ref9	ref6	100
unknown76	ref1	ref5	ref4	ref1	ref3	ref15	ref11	ref13	ref14	ref8	ref9	ref12	ref6	ref10	ref7	ref2	73.33
unknown77	ref2	ref2	ref7	ref5	ref10	ref15	ref11	ref1	ref8	ref13	ref9	ref3	ref14	ref12	ref6	ref4	73.33
unknown78	ref3	ref10	ref2	ref8	ref9	ref6	ref3	ref7	ref1	ref5	ref15	ref11	ref14	ref12	ref13	ref4	40
unknown79	ref4	ref4	ref3	ref10	ref5	ref1	ref8	ref6	ref7	ref2	ref11	ref14	ref15	ref9	ref12	ref13	26.67
unknown80	ref5	ref3	ref4	ref6	ref7	ref10	ref15	ref5	ref1	ref2	ref9	ref14	ref12	ref8	ref13	ref11	66.67
unknown81	ref6	ref7	ref6	ref10	ref8	ref3	ref5	ref9	ref2	ref1	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	40
unknown82	ref7	ref7	ref6	ref9	ref10	ref8	ref2	ref3	ref5	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	40
unknown83	ref8	ref9	ref2	ref10	ref6	ref8	ref1	ref3	ref15	ref14	ref7	ref5	ref11	ref12	ref13	ref4	53.33
unknown84	ref9	ref9	ref6	ref10	ref8	ref2	ref3	ref7	ref1	ref5	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	40
unknown85	ref10	ref6	ref10	ref8	ref7	ref3	ref9	ref5	ref2	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	33.33
unknown86	ref11	ref13	ref11	ref12	ref14	ref15	ref1	ref4	ref5	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	73.33
unknown87	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref1	ref4	ref15	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	60
unknown88	ref13	ref12	ref11	ref14	ref13	ref4	ref8	ref3	ref1	ref5	ref10	ref15	ref7	ref6	ref2	ref9	33.33
unknown89	ref14	ref1	ref3	ref4	ref8	ref15	ref2	ref13	ref11	ref5	ref6	ref10	ref14	ref12	ref7	ref9	73.33
unknown90	ref15	ref8	ref6	ref5	ref10	ref9	ref7	ref2	ref15	ref3	ref1	ref12	ref13	ref11	ref14	ref4	53.33
unknown91	ref1	ref9	ref6	ref5	ref7	ref3	ref10	ref2	ref1	ref8	ref4	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	33.33
unknown92	ref2	ref9	ref6	ref8	ref10	ref2	ref1	ref15	ref5	ref3	ref7	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	60
unknown93	ref3	ref10	ref5	ref8	ref2	ref1	ref3	ref6	ref9	ref15	ref7	ref4	ref13	ref11	ref12	ref14	46.67
unknown94	ref4	ref10	ref6	ref9	ref5	ref1	ref7	ref3	ref8	ref2	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40

ผนวก ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาร์วูบิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูบิน (ระหว่าง Unknow# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown95	ref5	ref6	ref3	ref5	ref2	ref9	ref10	ref8	ref1	ref7	ref4	ref11	ref14	ref15	ref13	ref12	30
unknown96	ref6	ref9	ref3	ref10	ref5	ref6	ref8	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	46.67
unknown97	ref7	ref10	ref3	ref9	ref5	ref1	ref2	ref8	ref6	ref15	ref11	ref4	ref14	ref7	ref13	ref12	46.67
unknown98	ref8	ref9	ref2	ref6	ref5	ref10	ref3	ref8	ref7	ref15	ref14	ref1	ref13	ref11	ref4	ref12	46.67
unknown99	ref9	ref9	ref3	ref10	ref5	ref6	ref8	ref1	ref2	ref15	ref7	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	46.67
unknown100	ref10	ref9	ref7	ref6	ref5	ref10	ref8	ref2	ref3	ref15	ref14	ref1	ref12	ref13	ref11	ref4	46.67
unknown101	ref11	ref9	ref1	ref10	ref3	ref8	ref4	ref7	ref5	ref13	ref11	ref2	ref6	ref14	ref15	ref12	13.33
unknown102	ref12	ref9	ref1	ref13	ref10	ref3	ref11	ref7	ref5	ref4	ref2	ref8	ref15	ref6	ref12	ref14	26.67
unknown103	ref13	ref1	ref10	ref15	ref9	ref3	ref6	ref8	ref7	ref13	ref11	ref5	ref2	ref4	ref14	ref12	86.67
unknown104	ref14	ref10	ref8	ref5	ref4	ref1	ref7	ref6	ref15	ref3	ref13	ref11	ref14	ref9	ref2	ref12	53.33
unknown105	ref15	ref15	ref5	ref4	ref3	ref10	ref1	ref14	ref11	ref12	ref7	ref13	ref9	ref6	ref2	ref8	100
unknown106	ref1	ref6	ref8	ref10	ref2	ref9	ref3	ref5	ref7	ref1	ref4	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	33.33
unknown107	ref2	ref9	ref6	ref8	ref10	ref2	ref1	ref15	ref5	ref3	ref7	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	60
unknown108	ref3	ref6	ref9	ref2	ref5	ref8	ref10	ref3	ref1	ref4	ref7	ref11	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown109	ref4	ref6	ref10	ref9	ref7	ref1	ref5	ref2	ref3	ref8	ref15	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	40
unknown110	ref5	ref10	ref2	ref5	ref6	ref1	ref9	ref7	ref4	ref15	ref3	ref8	ref14	ref12	ref13	ref11	46.67
unknown111	ref6	ref5	ref9	ref3	ref10	ref6	ref8	ref2	ref7	ref14	ref1	ref15	ref11	ref13	ref4	ref12	33.33
unknown112	ref7	ref2	ref5	ref9	ref10	ref8	ref6	ref3	ref7	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	46.67
unknown113	ref8	ref9	ref10	ref7	ref2	ref8	ref5	ref3	ref6	ref1	ref11	ref14	ref4	ref15	ref13	ref12	30
unknown114	ref9	ref6	ref9	ref7	ref5	ref10	ref8	ref2	ref3	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	46.67
unknown115	ref10	ref9	ref7	ref6	ref5	ref10	ref8	ref2	ref3	ref14	ref15	ref1	ref13	ref11	ref12	ref4	40
unknown116	ref11	ref9	ref8	ref2	ref1	ref10	ref3	ref6	ref15	ref7	ref5	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	53.33
unknown117	ref12	ref1	ref15	ref8	ref2	ref9	ref10	ref3	ref13	ref6	ref11	ref4	ref7	ref5	ref12	ref14	93.33
unknown118	ref13	ref1	ref9	ref10	ref3	ref13	ref11	ref15	ref8	ref7	ref5	ref4	ref2	ref6	ref14	ref12	60
unknown119	ref14	ref3	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref9	ref15	ref11	ref14	ref2	ref13	ref5	ref8	ref12	53.33
unknown120	ref15	ref8	ref10	ref6	ref2	ref3	ref7	ref9	ref5	ref4	ref15	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	40
unknown121	ref1	ref9	ref6	ref5	ref7	ref3	ref10	ref2	ref1	ref8	ref4	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	33.33
unknown122	ref2	ref6	ref9	ref8	ref2	ref10	ref5	ref15	ref1	ref3	ref7	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	60
unknown123	ref3	ref6	ref9	ref8	ref10	ref2	ref5	ref1	ref15	ref3	ref7	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	53.33
unknown124	ref4	ref10	ref6	ref7	ref2	ref8	ref9	ref3	ref1	ref5	ref4	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	26.67
unknown125	ref5	ref6	ref10	ref8	ref3	ref9	ref5	ref1	ref7	ref2	ref4	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	26.67
unknown126	ref6	ref9	ref3	ref10	ref5	ref6	ref8	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	46.67
unknown127	ref7	ref9	ref3	ref10	ref6	ref8	ref5	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	40
unknown128	ref8	ref6	ref5	ref2	ref9	ref7	ref3	ref10	ref8	ref14	ref15	ref1	ref12	ref13	ref11	ref4	40
unknown129	ref9	ref10	ref9	ref3	ref5	ref6	ref8	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	46.67
unknown130	ref10	ref10	ref9	ref3	ref5	ref6	ref8	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	46.67
unknown131	ref11	ref1	ref13	ref11	ref4	ref10	ref7	ref14	ref5	ref12	ref3	ref8	ref9	ref2	ref6	ref15	6.67
unknown132	ref12	ref1	ref15	ref8	ref2	ref9	ref10	ref3	ref13	ref6	ref11	ref4	ref7	ref5	ref12	ref14	93.33
unknown133	ref13	ref1	ref9	ref8	ref5	ref2	ref3	ref15	ref10	ref6	ref13	ref11	ref4	ref7	ref14	ref12	60
unknown134	ref14	ref9	ref6	ref1	ref10	ref8	ref3	ref5	ref2	ref7	ref15	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	40
unknown135	ref15	ref3	ref8	ref10	ref15	ref2	ref6	ref7	ref9	ref5	ref1	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	80
unknown136	ref1	ref1	ref3	ref13	ref4	ref11	ref5	ref10	ref8	ref15	ref7	ref14	ref2	ref6	ref9	ref12	46.67
unknown137	ref2	ref15	ref4	ref11	ref5	ref14	ref1	ref12	ref13	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	100
unknown138	ref3	ref6	ref9	ref5	ref3	ref8	ref10	ref2	ref1	ref7	ref4	ref11	ref13	ref15	ref14	ref12	30
unknown139	ref4	ref4	ref3	ref1	ref10	ref5	ref6	ref7	ref14	ref8	ref15	ref2	ref11	ref13	ref9	ref12	40
unknown140	ref5	ref3	ref5	ref2	ref8	ref1	ref15	ref9	ref14	ref12	ref10	ref13	ref11	ref7	ref6	ref4	66.67
unknown141	ref6	ref6	ref7	ref2	ref9	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref4	53.33

ผนวก ง ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวุธปืน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown142	ref7	ref6	ref9	ref7	ref5	ref2	ref3	ref10	ref8	ref1	ref15	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	40
unknown143	ref8	ref9	ref7	ref10	ref8	ref2	ref5	ref3	ref6	ref1	ref11	ref4	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown144	ref9	ref8	ref10	ref7	ref9	ref5	ref2	ref3	ref1	ref6	ref11	ref4	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown145	ref10	ref2	ref7	ref9	ref8	ref6	ref3	ref10	ref15	ref5	ref1	ref11	ref14	ref12	ref13	ref4	53.33
unknown146	ref11	ref1	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown147	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown148	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown149	ref14	ref3	ref1	ref5	ref15	ref4	ref8	ref11	ref14	ref6	ref10	ref13	ref7	ref9	ref12	ref2	80
unknown150	ref15	ref4	ref1	ref3	ref7	ref10	ref15	ref8	ref14	ref6	ref13	ref5	ref11	ref2	ref9	ref12	66.67
unknown151	ref1	ref3	ref5	ref8	ref1	ref2	ref15	ref9	ref11	ref14	ref10	ref12	ref13	ref7	ref6	ref4	66.67
unknown152	ref2	ref15	ref4	ref11	ref5	ref14	ref1	ref12	ref13	ref8	ref9	ref2	ref6	ref3	ref10	ref7	100
unknown153	ref3	ref2	ref15	ref3	ref6	ref9	ref1	ref5	ref10	ref8	ref7	ref4	ref11	ref14	ref12	ref13	93.33
unknown154	ref4	ref10	ref3	ref7	ref5	ref1	ref2	ref6	ref8	ref11	ref15	ref9	ref13	ref14	ref12	ref4	40
unknown155	ref5	ref3	ref11	ref4	ref5	ref15	ref14	ref12	ref10	ref13	ref7	ref9	ref6	ref1	ref8	ref2	73.33
unknown156	ref6	ref9	ref6	ref2	ref7	ref8	ref10	ref3	ref15	ref11	ref5	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	53.33
unknown157	ref7	ref6	ref7	ref8	ref2	ref9	ref3	ref10	ref15	ref5	ref1	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	53.33
unknown158	ref8	ref9	ref6	ref8	ref2	ref7	ref5	ref11	ref4	ref3	ref10	ref1	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown159	ref9	ref6	ref9	ref2	ref7	ref10	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	46.67
unknown160	ref10	ref6	ref2	ref7	ref9	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref4	53.33
unknown161	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	73.33
unknown162	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown163	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown164	ref14	ref3	ref4	ref8	ref5	ref11	ref14	ref12	ref13	ref2	ref1	ref10	ref7	ref6	ref15	ref9	13.33
unknown165	ref15	ref15	ref11	ref4	ref5	ref8	ref14	ref1	ref13	ref3	ref2	ref6	ref10	ref12	ref7	ref9	100
unknown166	ref1	ref5	ref8	ref3	ref2	ref1	ref15	ref9	ref10	ref7	ref11	ref14	ref12	ref13	ref6	ref4	66.67
unknown167	ref2	ref2	ref10	ref7	ref3	ref8	ref5	ref4	ref15	ref6	ref14	ref1	ref9	ref11	ref12	ref13	53.33
unknown168	ref3	ref6	ref7	ref9	ref2	ref5	ref3	ref15	ref8	ref10	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	60
unknown169	ref4	ref4	ref3	ref1	ref10	ref5	ref6	ref7	ref14	ref8	ref15	ref2	ref11	ref13	ref9	ref12	40
unknown170	ref5	ref3	ref11	ref4	ref5	ref15	ref14	ref12	ref10	ref13	ref7	ref9	ref6	ref1	ref8	ref2	73.33
unknown171	ref6	ref7	ref6	ref9	ref8	ref2	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref4	53.33
unknown172	ref7	ref7	ref2	ref9	ref6	ref8	ref15	ref3	ref10	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref4	66.67
unknown173	ref8	ref10	ref8	ref9	ref5	ref7	ref6	ref2	ref3	ref1	ref11	ref4	ref15	ref14	ref13	ref12	26.67
unknown174	ref9	ref7	ref6	ref9	ref8	ref2	ref10	ref15	ref3	ref5	ref11	ref1	ref14	ref13	ref4	ref12	60
unknown175	ref10	ref6	ref2	ref9	ref8	ref7	ref10	ref3	ref15	ref11	ref5	ref1	ref14	ref12	ref13	ref4	53.33
unknown176	ref11	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown177	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	73.33
unknown178	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown179	ref14	ref1	ref4	ref3	ref8	ref11	ref5	ref14	ref2	ref6	ref10	ref13	ref7	ref15	ref12	ref9	30
unknown180	ref15	ref15	ref3	ref6	ref5	ref10	ref1	ref8	ref9	ref4	ref7	ref14	ref2	ref13	ref11	ref12	100
unknown181	ref1	ref6	ref10	ref8	ref9	ref5	ref7	ref2	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown182	ref2	ref8	ref10	ref6	ref2	ref9	ref1	ref5	ref15	ref3	ref7	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	53.33
unknown183	ref3	ref2	ref9	ref6	ref7	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref14	ref1	ref4	ref13	ref12	53.33
unknown184	ref4	ref6	ref10	ref9	ref5	ref3	ref8	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref13	ref4	ref12	ref14	40
unknown185	ref5	ref10	ref8	ref9	ref6	ref3	ref5	ref1	ref7	ref2	ref4	ref15	ref11	ref13	ref12	ref14	33.33
unknown186	ref6	ref9	ref3	ref5	ref10	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	46.67
unknown187	ref7	ref9	ref10	ref8	ref5	ref3	ref6	ref1	ref7	ref2	ref4	ref11	ref15	ref14	ref13	ref12	26.67
unknown188	ref8	ref9	ref2	ref6	ref5	ref10	ref3	ref8	ref7	ref15	ref14	ref1	ref11	ref4	ref13	ref12	46.67

ผนวก ง ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาร์วอิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วอิน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown189	ref9	ref9	ref3	ref5	ref10	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref14	ref4	ref13	ref12	46.67
unknown190	ref10	ref9	ref7	ref6	ref5	ref8	ref10	ref2	ref3	ref15	ref14	ref1	ref11	ref12	ref13	ref4	46.67
unknown191	ref11	ref9	ref1	ref10	ref3	ref8	ref4	ref7	ref5	ref13	ref11	ref2	ref6	ref14	ref15	ref12	13.33
unknown192	ref12	ref9	ref1	ref13	ref10	ref3	ref11	ref7	ref5	ref4	ref2	ref8	ref15	ref6	ref12	ref14	26.67
unknown193	ref13	ref1	ref10	ref15	ref9	ref3	ref6	ref8	ref7	ref13	ref11	ref5	ref2	ref4	ref14	ref12	86.67
unknown194	ref14	ref10	ref8	ref5	ref4	ref1	ref7	ref6	ref15	ref3	ref13	ref11	ref14	ref9	ref2	ref12	53.33
unknown195	ref15	ref15	ref5	ref4	ref3	ref10	ref1	ref14	ref11	ref12	ref7	ref13	ref9	ref6	ref2	ref8	100
unknown196	ref1	ref9	ref6	ref5	ref7	ref10	ref2	ref8	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown197	ref2	ref8	ref10	ref6	ref2	ref9	ref1	ref15	ref5	ref3	ref7	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	60
unknown198	ref3	ref6	ref5	ref7	ref10	ref9	ref8	ref2	ref3	ref4	ref1	ref15	ref11	ref13	ref12	ref14	33.33
unknown199	ref4	ref10	ref6	ref5	ref9	ref3	ref8	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	40
unknown200	ref5	ref10	ref8	ref6	ref3	ref9	ref5	ref1	ref7	ref2	ref4	ref15	ref11	ref14	ref13	ref12	33.33
unknown201	ref6	ref5	ref9	ref3	ref8	ref10	ref6	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref14	ref13	ref4	ref12	40
unknown202	ref7	ref5	ref9	ref2	ref8	ref10	ref6	ref3	ref15	ref7	ref1	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	53.33
unknown203	ref8	ref9	ref10	ref7	ref5	ref2	ref3	ref8	ref1	ref11	ref4	ref6	ref15	ref14	ref13	ref12	26.67
unknown204	ref9	ref9	ref6	ref5	ref7	ref8	ref10	ref2	ref3	ref15	ref1	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	46.67
unknown205	ref10	ref9	ref7	ref6	ref5	ref8	ref10	ref2	ref3	ref15	ref14	ref1	ref11	ref13	ref4	ref12	46.67
unknown206	ref11	ref9	ref8	ref2	ref1	ref10	ref3	ref6	ref15	ref7	ref5	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	53.33
unknown207	ref12	ref1	ref15	ref8	ref2	ref9	ref10	ref3	ref13	ref6	ref11	ref4	ref7	ref5	ref12	ref14	93.33
unknown208	ref13	ref1	ref9	ref10	ref3	ref13	ref11	ref15	ref8	ref7	ref5	ref4	ref2	ref6	ref14	ref12	60
unknown209	ref14	ref3	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref9	ref15	ref11	ref14	ref2	ref13	ref5	ref8	ref12	53.33
unknown210	ref15	ref8	ref10	ref6	ref2	ref3	ref7	ref9	ref5	ref4	ref15	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	40
unknown211	ref1	ref9	ref6	ref5	ref7	ref10	ref2	ref8	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown212	ref2	ref6	ref8	ref2	ref10	ref9	ref5	ref1	ref15	ref3	ref7	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	53.33
unknown213	ref3	ref9	ref3	ref5	ref8	ref10	ref4	ref6	ref7	ref1	ref2	ref15	ref11	ref14	ref13	ref12	33.33
unknown214	ref4	ref10	ref6	ref9	ref5	ref3	ref8	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	40
unknown215	ref5	ref10	ref8	ref6	ref3	ref9	ref5	ref1	ref7	ref2	ref4	ref15	ref11	ref13	ref14	ref12	33.33
unknown216	ref6	ref7	ref9	ref6	ref8	ref2	ref10	ref3	ref5	ref1	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	33.33
unknown217	ref7	ref9	ref3	ref10	ref8	ref5	ref6	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref14	ref4	ref13	ref12	40
unknown218	ref8	ref6	ref5	ref2	ref9	ref7	ref3	ref8	ref10	ref14	ref15	ref1	ref11	ref12	ref13	ref4	40
unknown219	ref9	ref9	ref10	ref3	ref5	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref14	ref4	ref13	ref12	46.67
unknown220	ref10	ref9	ref10	ref3	ref5	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref14	ref4	ref13	ref12	46.67
unknown221	ref11	ref1	ref13	ref11	ref4	ref10	ref7	ref14	ref5	ref12	ref3	ref8	ref9	ref2	ref6	ref15	6.67
unknown222	ref12	ref1	ref15	ref8	ref2	ref9	ref10	ref3	ref13	ref6	ref11	ref4	ref7	ref5	ref12	ref14	93.33
unknown223	ref13	ref1	ref9	ref8	ref5	ref2	ref3	ref15	ref10	ref6	ref13	ref11	ref4	ref7	ref14	ref12	60
unknown224	ref14	ref9	ref6	ref1	ref10	ref8	ref3	ref5	ref2	ref7	ref15	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	40
unknown225	ref15	ref3	ref8	ref10	ref15	ref2	ref6	ref7	ref9	ref5	ref1	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	80
unknown226	ref1	ref1	ref11	ref3	ref4	ref15	ref10	ref5	ref13	ref8	ref7	ref14	ref12	ref2	ref6	ref9	73.33
unknown227	ref2	ref4	ref15	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref3	ref10	ref8	ref7	ref9	ref2	ref6	93.33
unknown228	ref3	ref6	ref9	ref5	ref3	ref8	ref10	ref1	ref2	ref7	ref4	ref15	ref11	ref14	ref12	ref13	33.33
unknown229	ref4	ref4	ref3	ref1	ref10	ref5	ref6	ref7	ref14	ref8	ref15	ref2	ref11	ref13	ref9	ref12	40
unknown230	ref5	ref3	ref15	ref2	ref5	ref8	ref14	ref1	ref11	ref12	ref13	ref9	ref10	ref7	ref6	ref4	93.33
unknown231	ref6	ref6	ref7	ref9	ref2	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	53.33
unknown232	ref7	ref9	ref6	ref7	ref5	ref2	ref3	ref8	ref10	ref1	ref15	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	40
unknown233	ref8	ref9	ref8	ref10	ref7	ref5	ref2	ref3	ref1	ref11	ref6	ref4	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown234	ref9	ref8	ref9	ref10	ref5	ref7	ref2	ref6	ref3	ref4	ref1	ref15	ref11	ref14	ref12	ref13	33.33
unknown235	ref10	ref2	ref7	ref9	ref3	ref15	ref8	ref10	ref6	ref5	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	73.33

ผนวก ง ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวุธปืนที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown236	ref11	ref1	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown237	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown238	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown239	ref14	ref3	ref15	ref1	ref5	ref4	ref8	ref13	ref11	ref6	ref10	ref12	ref7	ref9	ref2	ref14	93.33
unknown240	ref15	ref4	ref1	ref3	ref7	ref10	ref15	ref8	ref14	ref6	ref13	ref5	ref11	ref2	ref9	ref12	66.67
unknown241	ref1	ref3	ref1	ref5	ref15	ref8	ref11	ref2	ref13	ref14	ref12	ref9	ref4	ref10	ref7	ref6	80
unknown242	ref2	ref4	ref15	ref5	ref11	ref1	ref14	ref12	ref13	ref3	ref10	ref8	ref7	ref9	ref2	ref6	93.33
unknown243	ref3	ref15	ref2	ref1	ref3	ref6	ref4	ref11	ref9	ref14	ref5	ref10	ref13	ref8	ref7	ref12	100
unknown244	ref4	ref10	ref3	ref5	ref7	ref1	ref11	ref15	ref13	ref2	ref6	ref8	ref4	ref9	ref14	ref12	60
unknown245	ref5	ref3	ref11	ref4	ref5	ref15	ref12	ref14	ref13	ref10	ref7	ref9	ref6	ref8	ref1	ref2	73.33
unknown246	ref6	ref9	ref6	ref2	ref7	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref1	ref11	ref4	ref14	ref12	ref13	53.33
unknown247	ref7	ref6	ref7	ref8	ref2	ref9	ref3	ref10	ref15	ref5	ref1	ref11	ref13	ref4	ref14	ref12	53.33
unknown248	ref8	ref9	ref8	ref6	ref5	ref2	ref11	ref7	ref4	ref3	ref10	ref1	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown249	ref9	ref9	ref6	ref7	ref8	ref10	ref5	ref2	ref3	ref15	ref1	ref4	ref11	ref14	ref12	ref13	46.67
unknown250	ref10	ref6	ref7	ref2	ref9	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	53.33
unknown251	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	73.33
unknown252	ref12	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown253	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown254	ref14	ref3	ref4	ref8	ref12	ref5	ref11	ref13	ref15	ref2	ref1	ref10	ref7	ref14	ref6	ref9	53.33
unknown255	ref15	ref15	ref5	ref4	ref8	ref13	ref1	ref11	ref3	ref6	ref14	ref10	ref7	ref12	ref9	ref2	100
unknown256	ref1	ref3	ref1	ref5	ref15	ref8	ref11	ref2	ref13	ref9	ref14	ref10	ref12	ref7	ref4	ref6	80
unknown257	ref2	ref2	ref10	ref7	ref5	ref4	ref3	ref8	ref15	ref1	ref11	ref6	ref13	ref9	ref14	ref12	53.33
unknown258	ref3	ref6	ref9	ref2	ref7	ref5	ref15	ref3	ref8	ref10	ref1	ref11	ref4	ref14	ref12	ref13	66.67
unknown259	ref4	ref4	ref1	ref3	ref10	ref5	ref6	ref15	ref7	ref2	ref8	ref11	ref9	ref14	ref12	ref13	60
unknown260	ref5	ref3	ref11	ref4	ref5	ref15	ref12	ref14	ref13	ref10	ref7	ref9	ref6	ref8	ref1	ref2	73.33
unknown261	ref6	ref7	ref6	ref9	ref2	ref8	ref10	ref3	ref15	ref5	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	53.33
unknown262	ref7	ref7	ref2	ref9	ref6	ref15	ref3	ref8	ref5	ref10	ref11	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	73.33
unknown263	ref8	ref8	ref10	ref9	ref5	ref7	ref2	ref6	ref3	ref1	ref11	ref4	ref15	ref14	ref13	ref12	26.67
unknown264	ref9	ref7	ref9	ref6	ref2	ref5	ref15	ref8	ref10	ref3	ref4	ref1	ref11	ref14	ref12	ref13	66.67
unknown265	ref10	ref6	ref9	ref2	ref7	ref8	ref10	ref3	ref15	ref11	ref5	ref14	ref1	ref13	ref4	ref12	53.33
unknown266	ref11	ref13	ref11	ref12	ref14	ref1	ref4	ref5	ref8	ref15	ref9	ref3	ref2	ref6	ref10	ref7	46.67
unknown267	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	73.33
unknown268	ref13	ref4	ref11	ref3	ref12	ref13	ref8	ref5	ref10	ref1	ref7	ref6	ref2	ref15	ref14	ref9	30
unknown269	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref8	ref11	ref5	ref13	ref12	ref2	ref6	ref10	ref7	ref14	ref9	100
unknown270	ref15	ref15	ref3	ref6	ref5	ref10	ref1	ref8	ref9	ref4	ref7	ref14	ref2	ref13	ref11	ref12	100
unknown271	ref1	ref6	ref9	ref7	ref8	ref10	ref2	ref5	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown272	ref2	ref8	ref2	ref9	ref6	ref10	ref1	ref3	ref5	ref7	ref14	ref13	ref11	ref15	ref12	ref4	30
unknown273	ref3	ref2	ref6	ref9	ref7	ref10	ref8	ref3	ref5	ref1	ref14	ref13	ref11	ref15	ref12	ref4	30
unknown274	ref4	ref6	ref9	ref10	ref8	ref7	ref2	ref1	ref3	ref5	ref12	ref13	ref14	ref11	ref15	ref4	13.33
unknown275	ref5	ref10	ref8	ref6	ref9	ref2	ref7	ref1	ref3	ref5	ref13	ref11	ref15	ref12	ref14	ref4	26.67
unknown276	ref6	ref9	ref10	ref8	ref6	ref2	ref3	ref5	ref7	ref1	ref13	ref11	ref15	ref14	ref4	ref12	26.67
unknown277	ref7	ref10	ref9	ref8	ref5	ref3	ref6	ref2	ref7	ref14	ref1	ref13	ref11	ref15	ref12	ref4	30
unknown278	ref8	ref9	ref2	ref5	ref8	ref10	ref7	ref6	ref1	ref3	ref13	ref11	ref14	ref15	ref4	ref12	30
unknown279	ref9	ref9	ref5	ref3	ref10	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref4	ref11	ref14	ref12	ref13	46.67
unknown280	ref10	ref9	ref7	ref6	ref5	ref10	ref8	ref2	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	40
unknown281	ref11	ref1	ref13	ref15	ref11	ref9	ref10	ref8	ref3	ref7	ref12	ref14	ref4	ref6	ref2	ref5	86.67
unknown282	ref12	ref15	ref2	ref6	ref13	ref8	ref11	ref9	ref1	ref10	ref3	ref7	ref4	ref14	ref5	ref12	100

ผนวก ง ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวูรป็น ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวูรป็น (ระหว่าง Unknow# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown283	ref13	ref3	ref10	ref1	ref7	ref2	ref15	ref5	ref6	ref8	ref13	ref9	ref4	ref11	ref12	ref14	66.67
unknown284	ref14	ref6	ref15	ref9	ref7	ref3	ref5	ref10	ref8	ref2	ref1	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	93.33
unknown285	ref15	ref10	ref1	ref3	ref5	ref14	ref7	ref9	ref15	ref2	ref4	ref6	ref13	ref11	ref12	ref8	53.33
unknown286	ref1	ref6	ref9	ref5	ref2	ref10	ref8	ref7	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown287	ref2	ref8	ref10	ref2	ref9	ref1	ref5	ref6	ref3	ref7	ref15	ref13	ref11	ref4	ref12	ref14	40
unknown288	ref3	ref10	ref9	ref8	ref6	ref5	ref1	ref2	ref7	ref3	ref13	ref11	ref15	ref12	ref14	ref4	26.67
unknown289	ref4	ref6	ref9	ref10	ref8	ref7	ref2	ref1	ref3	ref5	ref14	ref12	ref13	ref11	ref15	ref4	13.33
unknown290	ref5	ref10	ref8	ref3	ref9	ref5	ref6	ref1	ref2	ref7	ref4	ref15	ref11	ref13	ref14	ref12	33.33
unknown291	ref6	ref10	ref6	ref2	ref9	ref8	ref5	ref7	ref3	ref1	ref15	ref14	ref12	ref13	ref11	ref4	40
unknown292	ref7	ref9	ref5	ref2	ref10	ref8	ref6	ref7	ref3	ref1	ref15	ref4	ref13	ref11	ref14	ref12	40
unknown293	ref8	ref10	ref9	ref1	ref6	ref2	ref3	ref5	ref7	ref11	ref8	ref4	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown294	ref9	ref9	ref5	ref6	ref7	ref8	ref10	ref2	ref3	ref4	ref15	ref14	ref11	ref1	ref12	ref13	40
unknown295	ref10	ref9	ref7	ref6	ref2	ref10	ref8	ref5	ref3	ref1	ref13	ref11	ref14	ref15	ref12	ref4	30
unknown296	ref11	ref1	ref2	ref9	ref6	ref13	ref15	ref8	ref10	ref11	ref7	ref3	ref5	ref12	ref14	ref4	66.67
unknown297	ref12	ref1	ref13	ref15	ref11	ref2	ref9	ref6	ref8	ref10	ref3	ref7	ref4	ref12	ref5	ref14	86.67
unknown298	ref13	ref1	ref13	ref2	ref6	ref11	ref15	ref8	ref9	ref10	ref7	ref3	ref14	ref5	ref12	ref4	66.67
unknown299	ref14	ref15	ref3	ref6	ref10	ref7	ref1	ref4	ref8	ref9	ref13	ref11	ref14	ref2	ref5	ref12	100
unknown300	ref15	ref6	ref9	ref15	ref10	ref8	ref2	ref3	ref7	ref5	ref1	ref4	ref13	ref11	ref14	ref12	86.67
unknown301	ref1	ref6	ref9	ref5	ref2	ref10	ref8	ref7	ref3	ref1	ref15	ref13	ref11	ref12	ref14	ref4	40
unknown302	ref2	ref2	ref8	ref10	ref9	ref5	ref1	ref6	ref3	ref7	ref15	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	40
unknown303	ref3	ref9	ref10	ref8	ref6	ref7	ref2	ref5	ref1	ref3	ref14	ref12	ref13	ref11	ref15	ref4	13.33
unknown304	ref4	ref6	ref9	ref5	ref3	ref8	ref10	ref2	ref7	ref1	ref15	ref11	ref13	ref4	ref14	ref12	40
unknown305	ref5	ref10	ref8	ref9	ref3	ref5	ref2	ref6	ref1	ref4	ref7	ref15	ref11	ref13	ref14	ref12	33.33
unknown306	ref6	ref9	ref8	ref10	ref6	ref2	ref7	ref1	ref5	ref15	ref3	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	46.67
unknown307	ref7	ref9	ref10	ref8	ref6	ref2	ref5	ref7	ref3	ref14	ref1	ref13	ref11	ref15	ref12	ref4	30
unknown308	ref8	ref2	ref8	ref5	ref9	ref3	ref10	ref7	ref6	ref15	ref4	ref14	ref1	ref12	ref13	ref11	46.67
unknown309	ref9	ref9	ref10	ref5	ref3	ref8	ref6	ref2	ref1	ref15	ref7	ref4	ref11	ref14	ref12	ref13	46.67
unknown310	ref10	ref9	ref10	ref8	ref6	ref2	ref5	ref1	ref7	ref3	ref4	ref11	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown311	ref11	ref13	ref1	ref11	ref4	ref12	ref14	ref10	ref15	ref7	ref5	ref3	ref8	ref9	ref2	ref6	53.33
unknown312	ref12	ref1	ref13	ref15	ref11	ref2	ref9	ref6	ref8	ref10	ref3	ref7	ref4	ref12	ref5	ref14	86.67
unknown313	ref13	ref1	ref15	ref2	ref6	ref13	ref11	ref8	ref9	ref10	ref7	ref3	ref14	ref5	ref12	ref4	93.33
unknown314	ref14	ref9	ref10	ref6	ref8	ref15	ref1	ref2	ref3	ref7	ref5	ref13	ref11	ref14	ref12	ref4	73.33
unknown315	ref15	ref6	ref9	ref15	ref3	ref10	ref8	ref7	ref2	ref5	ref1	ref4	ref13	ref11	ref14	ref12	86.67

ผนวก ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์บีน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บีน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref3	ref7	ref8	ref1	ref15	ref6	ref9	ref10	ref5	ref2	ref4	ref11	ref13	ref12	ref14	80
unknown2	ref2	ref6	ref10	ref9	ref8	ref7	ref3	ref15	ref1	ref5	ref4	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	33.33
unknown3	ref3	ref9	ref7	ref6	ref10	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref13	ref4	ref14	ref11	ref12	ref2	66.67
unknown4	ref4	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref7	ref15	ref5	ref1	ref11	ref12	ref2	ref13	ref14	ref4	6.67
unknown5	ref5	ref8	ref6	ref10	ref9	ref3	ref5	ref15	ref1	ref11	ref13	ref14	ref7	ref4	ref12	ref2	66.67
unknown6	ref6	ref6	ref10	ref7	ref9	ref3	ref8	ref15	ref5	ref2	ref13	ref14	ref1	ref11	ref12	ref4	100
unknown7	ref7	ref9	ref8	ref5	ref6	ref10	ref7	ref15	ref1	ref3	ref14	ref13	ref2	ref4	ref11	ref12	66.67
unknown8	ref8	ref6	ref10	ref15	ref5	ref9	ref8	ref1	ref3	ref7	ref14	ref13	ref2	ref4	ref11	ref12	66.67
unknown9	ref9	ref9	ref7	ref6	ref10	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref14	ref13	ref2	ref11	ref12	ref4	100
unknown10	ref10	ref7	ref8	ref9	ref6	ref10	ref3	ref5	ref15	ref13	ref2	ref14	ref1	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown11	ref11	ref2	ref9	ref3	ref13	ref6	ref10	ref8	ref4	ref7	ref14	ref12	ref5	ref15	ref11	ref1	13.33
unknown12	ref12	ref5	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref2	ref14	ref7	ref4	ref11	ref12	ref13	ref1	ref15	26.67
unknown13	ref13	ref6	ref10	ref1	ref15	ref5	ref3	ref4	ref9	ref8	ref7	ref12	ref2	ref13	ref14	ref11	30
unknown14	ref14	ref15	ref8	ref6	ref10	ref7	ref1	ref9	ref3	ref5	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	ref2	40
unknown15	ref15	ref3	ref15	ref1	ref6	ref10	ref5	ref7	ref4	ref14	ref9	ref8	ref11	ref12	ref13	ref2	93.33
unknown16	ref1	ref6	ref10	ref3	ref8	ref9	ref7	ref15	ref5	ref1	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown17	ref2	ref7	ref6	ref10	ref9	ref3	ref8	ref15	ref5	ref1	ref13	ref4	ref12	ref14	ref2	ref11	13.33
unknown18	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref7	ref3	ref1	ref5	ref2	ref15	ref4	ref11	ref12	ref13	ref14	66.67
unknown19	ref4	ref6	ref10	ref7	ref3	ref8	ref9	ref5	ref1	ref15	ref4	ref11	ref13	ref14	ref12	ref2	40
unknown20	ref5	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref15	ref7	ref5	ref13	ref1	ref11	ref14	ref2	ref12	ref4	53.33
unknown21	ref6	ref6	ref10	ref9	ref3	ref15	ref7	ref8	ref5	ref14	ref1	ref13	ref11	ref12	ref2	ref4	100
unknown22	ref7	ref9	ref3	ref6	ref10	ref7	ref8	ref2	ref5	ref1	ref15	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown23	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref15	ref5	ref8	ref3	ref14	ref13	ref1	ref11	ref12	ref2	ref4	60
unknown24	ref9	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref2	ref5	ref3	ref1	ref15	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown25	ref10	ref6	ref10	ref7	ref9	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref14	ref13	ref2	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown26	ref11	ref3	ref8	ref9	ref5	ref6	ref10	ref7	ref2	ref12	ref13	ref14	ref4	ref1	ref15	ref11	6.67
unknown27	ref12	ref3	ref8	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref12	ref2	ref13	ref14	ref4	ref1	ref11	ref15	53.33
unknown28	ref13	ref9	ref5	ref3	ref6	ref10	ref8	ref14	ref7	ref4	ref2	ref12	ref13	ref1	ref15	ref11	26.67
unknown29	ref14	ref5	ref15	ref3	ref7	ref6	ref10	ref4	ref1	ref2	ref8	ref9	ref14	ref12	ref13	ref11	26.67
unknown30	ref15	ref6	ref10	ref15	ref7	ref9	ref1	ref3	ref8	ref5	ref4	ref11	ref13	ref14	ref12	ref2	86.67
unknown31	ref1	ref3	ref7	ref8	ref1	ref15	ref6	ref9	ref10	ref5	ref2	ref4	ref11	ref13	ref12	ref14	80
unknown32	ref2	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref15	ref5	ref1	ref2	ref14	ref11	ref13	ref12	ref4	40
unknown33	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref7	ref1	ref5	ref15	ref2	ref4	ref11	ref12	ref13	ref14	73.33
unknown34	ref4	ref6	ref10	ref3	ref7	ref8	ref9	ref15	ref1	ref5	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	ref2	40
unknown35	ref5	ref8	ref3	ref9	ref6	ref10	ref7	ref5	ref13	ref15	ref11	ref14	ref1	ref12	ref4	ref2	60
unknown36	ref6	ref8	ref1	ref2	ref7	ref9	ref6	ref10	ref15	ref3	ref5	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown37	ref7	ref7	ref8	ref2	ref5	ref1	ref15	ref9	ref3	ref6	ref10	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown38	ref8	ref9	ref6	ref10	ref8	ref7	ref15	ref3	ref5	ref1	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	ref4	80
unknown39	ref9	ref7	ref9	ref6	ref10	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref14	ref13	ref2	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown40	ref10	ref7	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref5	ref3	ref14	ref1	ref13	ref2	ref4	ref11	ref12	80
unknown41	ref11	ref1	ref4	ref12	ref15	ref13	ref14	ref11	ref6	ref10	ref7	ref5	ref3	ref8	ref9	ref2	60
unknown42	ref12	ref3	ref8	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref12	ref2	ref13	ref14	ref4	ref1	ref11	ref15	53.33
unknown43	ref13	ref9	ref5	ref3	ref6	ref10	ref8	ref14	ref7	ref4	ref2	ref12	ref13	ref1	ref15	ref11	26.67
unknown44	ref14	ref9	ref7	ref6	ref10	ref8	ref3	ref15	ref1	ref14	ref5	ref2	ref4	ref12	ref13	ref11	46.67
unknown45	ref15	ref9	ref6	ref10	ref15	ref7	ref1	ref8	ref3	ref5	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	ref2	80
unknown46	ref1	ref4	ref1	ref15	ref14	ref13	ref5	ref8	ref7	ref3	ref11	ref6	ref10	ref12	ref9	ref2	86.67
unknown47	ref2	ref2	ref15	ref5	ref1	ref3	ref11	ref13	ref9	ref7	ref8	ref14	ref12	ref6	ref10	ref4	93.33

ผนวก ง ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์วูป ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูป (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown48	ref3	ref9	ref3	ref7	ref6	ref10	ref5	ref15	ref8	ref13	ref14	ref11	ref1	ref12	ref2	ref4	60
unknown49	ref4	ref4	ref5	ref1	ref11	ref7	ref15	ref6	ref10	ref3	ref8	ref13	ref14	ref9	ref2	ref12	66.67
unknown50	ref5	ref2	ref8	ref5	ref15	ref7	ref1	ref6	ref10	ref13	ref3	ref4	ref9	ref14	ref11	ref12	80
unknown51	ref6	ref6	ref10	ref7	ref5	ref9	ref3	ref15	ref8	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	60
unknown52	ref7	ref7	ref9	ref6	ref10	ref5	ref3	ref8	ref15	ref1	ref13	ref14	ref11	ref4	ref12	ref2	53.33
unknown53	ref8	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref3	ref15	ref1	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref5	ref4	60
unknown54	ref9	ref9	ref8	ref6	ref10	ref5	ref7	ref3	ref1	ref15	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	46.67
unknown55	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref5	ref3	ref7	ref15	ref1	ref11	ref13	ref2	ref14	ref12	ref4	53.33
unknown56	ref11	ref13	ref14	ref12	ref4	ref11	ref5	ref2	ref3	ref1	ref15	ref8	ref9	ref7	ref6	ref10	40
unknown57	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref4	ref5	ref1	ref3	ref15	ref8	ref9	ref2	ref7	ref6	ref10	46.67
unknown58	ref13	ref13	ref12	ref11	ref14	ref4	ref1	ref3	ref5	ref2	ref8	ref7	ref15	ref6	ref10	ref9	26.67
unknown59	ref14	ref14	ref4	ref13	ref15	ref11	ref12	ref5	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	ref2	ref1	80
unknown60	ref15	ref15	ref2	ref1	ref3	ref11	ref13	ref5	ref8	ref7	ref4	ref12	ref6	ref10	ref14	ref9	100
unknown61	ref1	ref4	ref1	ref15	ref14	ref2	ref11	ref13	ref7	ref12	ref8	ref3	ref6	ref10	ref9	ref5	86.67
unknown62	ref2	ref2	ref15	ref5	ref1	ref3	ref11	ref13	ref9	ref7	ref8	ref14	ref12	ref6	ref10	ref4	93.33
unknown63	ref3	ref4	ref1	ref2	ref15	ref5	ref8	ref7	ref11	ref13	ref6	ref10	ref3	ref14	ref9	ref12	80
unknown64	ref4	ref5	ref7	ref1	ref4	ref15	ref2	ref8	ref11	ref13	ref3	ref6	ref10	ref9	ref14	ref12	73.33
unknown65	ref5	ref5	ref15	ref4	ref3	ref13	ref1	ref11	ref2	ref6	ref10	ref7	ref14	ref8	ref12	ref9	93.33
unknown66	ref6	ref6	ref10	ref7	ref9	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	53.33
unknown67	ref7	ref7	ref6	ref10	ref9	ref5	ref3	ref8	ref13	ref15	ref11	ref1	ref14	ref4	ref12	ref2	46.67
unknown68	ref8	ref8	ref9	ref5	ref6	ref10	ref7	ref15	ref13	ref3	ref1	ref14	ref11	ref2	ref12	ref4	60
unknown69	ref9	ref8	ref7	ref9	ref6	ref10	ref3	ref15	ref5	ref1	ref13	ref2	ref14	ref11	ref12	ref4	60
unknown70	ref10	ref6	ref10	ref7	ref5	ref9	ref3	ref15	ref8	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	60
unknown71	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref7	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref8	ref6	ref10	ref9	46.67
unknown72	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref4	ref5	ref1	ref3	ref15	ref8	ref9	ref2	ref7	ref6	ref10	46.67
unknown73	ref13	ref13	ref12	ref11	ref14	ref4	ref1	ref3	ref5	ref2	ref8	ref7	ref15	ref6	ref10	ref9	26.67
unknown74	ref14	ref4	ref14	ref2	ref13	ref1	ref15	ref5	ref8	ref11	ref12	ref3	ref6	ref10	ref9	ref7	66.67
unknown75	ref15	ref15	ref4	ref12	ref13	ref14	ref11	ref2	ref7	ref5	ref3	ref8	ref1	ref6	ref9	ref10	100
unknown76	ref1	ref4	ref1	ref2	ref15	ref5	ref11	ref13	ref8	ref7	ref14	ref12	ref6	ref9	ref10	ref3	80
unknown77	ref2	ref2	ref1	ref15	ref7	ref11	ref6	ref10	ref13	ref8	ref5	ref3	ref14	ref12	ref9	ref4	86.67
unknown78	ref3	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref15	ref7	ref1	ref14	ref5	ref11	ref2	ref13	ref12	ref4	66.67
unknown79	ref4	ref4	ref5	ref1	ref11	ref7	ref15	ref6	ref10	ref3	ref8	ref13	ref14	ref9	ref2	ref12	66.67
unknown80	ref5	ref5	ref15	ref4	ref3	ref13	ref1	ref11	ref2	ref6	ref10	ref7	ref14	ref8	ref12	ref9	93.33
unknown81	ref6	ref6	ref10	ref7	ref8	ref9	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref11	ref14	ref4	ref12	ref2	53.33
unknown82	ref7	ref7	ref6	ref10	ref8	ref15	ref5	ref1	ref3	ref9	ref11	ref13	ref4	ref14	ref12	ref2	73.33
unknown83	ref8	ref8	ref9	ref6	ref10	ref15	ref3	ref1	ref7	ref14	ref2	ref11	ref13	ref12	ref5	ref4	73.33
unknown84	ref9	ref9	ref8	ref6	ref10	ref3	ref7	ref5	ref1	ref15	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	46.67
unknown85	ref10	ref6	ref10	ref9	ref5	ref7	ref3	ref15	ref8	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	60
unknown86	ref11	ref12	ref13	ref14	ref11	ref4	ref5	ref1	ref3	ref15	ref8	ref9	ref2	ref7	ref6	ref10	46.67
unknown87	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref7	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref8	ref6	ref10	ref9	46.67
unknown88	ref13	ref13	ref12	ref11	ref14	ref4	ref1	ref3	ref5	ref2	ref8	ref7	ref15	ref6	ref10	ref9	26.67
unknown89	ref14	ref1	ref2	ref4	ref15	ref13	ref5	ref8	ref7	ref14	ref12	ref6	ref10	ref3	ref9	ref11	80
unknown90	ref15	ref3	ref15	ref8	ref6	ref10	ref5	ref7	ref1	ref2	ref11	ref9	ref12	ref13	ref14	ref4	93.33
unknown91	ref1	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref15	ref3	ref2	ref1	ref4	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	66.67
unknown92	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref15	ref1	ref5	ref7	ref2	ref4	ref14	ref13	ref11	ref12	66.67
unknown93	ref3	ref3	ref1	ref9	ref15	ref6	ref10	ref8	ref5	ref4	ref7	ref11	ref13	ref12	ref14	ref2	80
unknown94	ref4	ref6	ref10	ref9	ref3	ref1	ref15	ref8	ref7	ref5	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	ref2	66.67

ผนวก ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์บิ้น ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บิ้น (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown95	ref5	ref7	ref9	ref8	ref6	ref10	ref3	ref15	ref1	ref4	ref5	ref13	ref14	ref11	ref12	ref2	60
unknown96	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	60
unknown97	ref7	ref15	ref3	ref1	ref8	ref9	ref5	ref6	ref10	ref2	ref4	ref14	ref13	ref7	ref11	ref12	100
unknown98	ref8	ref9	ref1	ref3	ref15	ref8	ref6	ref10	ref7	ref2	ref5	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	80
unknown99	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref9	ref6	ref10	ref2	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	80
unknown100	ref10	ref9	ref7	ref3	ref8	ref6	ref10	ref15	ref1	ref5	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	60
unknown101	ref11	ref9	ref2	ref3	ref8	ref5	ref4	ref6	ref10	ref7	ref15	ref1	ref13	ref14	ref12	ref11	40
unknown102	ref12	ref9	ref8	ref3	ref2	ref6	ref10	ref5	ref1	ref4	ref7	ref15	ref11	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown103	ref13	ref1	ref3	ref9	ref5	ref8	ref7	ref2	ref6	ref10	ref13	ref15	ref4	ref14	ref11	ref12	33.33
unknown104	ref14	ref15	ref3	ref4	ref5	ref1	ref6	ref10	ref9	ref14	ref2	ref8	ref13	ref7	ref11	ref12	100
unknown105	ref15	ref4	ref15	ref3	ref5	ref14	ref1	ref13	ref7	ref6	ref10	ref12	ref11	ref8	ref2	ref9	93.33
unknown106	ref1	ref9	ref3	ref6	ref10	ref15	ref7	ref1	ref8	ref4	ref5	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	73.33
unknown107	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref15	ref1	ref5	ref7	ref13	ref4	ref12	ref14	ref2	ref11	66.67
unknown108	ref3	ref9	ref6	ref10	ref7	ref8	ref3	ref1	ref4	ref5	ref15	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	40
unknown109	ref4	ref6	ref10	ref9	ref3	ref1	ref7	ref8	ref5	ref15	ref11	ref13	ref14	ref12	ref4	ref2	46.67
unknown110	ref5	ref3	ref1	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref7	ref4	ref5	ref11	ref13	ref14	ref12	ref2	60
unknown111	ref6	ref6	ref10	ref7	ref9	ref3	ref15	ref5	ref8	ref2	ref14	ref1	ref13	ref4	ref11	ref12	66.67
unknown112	ref7	ref3	ref9	ref1	ref8	ref15	ref6	ref10	ref5	ref2	ref7	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown113	ref8	ref7	ref15	ref3	ref8	ref9	ref6	ref10	ref1	ref14	ref4	ref5	ref13	ref2	ref11	ref12	93.33
unknown114	ref9	ref7	ref9	ref8	ref3	ref1	ref6	ref10	ref15	ref5	ref2	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	53.33
unknown115	ref10	ref9	ref6	ref10	ref7	ref3	ref8	ref15	ref1	ref2	ref5	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	60
unknown116	ref11	ref5	ref8	ref3	ref9	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref4	ref12	ref13	ref14	ref11	40
unknown117	ref12	ref5	ref9	ref3	ref8	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref12	ref13	ref14	ref11	33.33
unknown118	ref13	ref9	ref3	ref8	ref5	ref6	ref10	ref7	ref1	ref4	ref2	ref15	ref14	ref12	ref13	ref11	33.33
unknown119	ref14	ref3	ref15	ref4	ref5	ref6	ref10	ref9	ref8	ref14	ref2	ref7	ref1	ref13	ref12	ref11	93.33
unknown120	ref15	ref6	ref10	ref15	ref3	ref1	ref7	ref8	ref9	ref4	ref5	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown121	ref1	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref15	ref3	ref2	ref1	ref4	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	66.67
unknown122	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref15	ref1	ref7	ref5	ref2	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	66.67
unknown123	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref5	ref7	ref15	ref1	ref4	ref2	ref11	ref12	ref13	ref14	53.33
unknown124	ref4	ref3	ref7	ref6	ref10	ref15	ref8	ref9	ref1	ref4	ref5	ref14	ref11	ref13	ref2	ref12	73.33
unknown125	ref5	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref1	ref15	ref4	ref5	ref11	ref13	ref14	ref12	ref2	53.33
unknown126	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	60
unknown127	ref7	ref7	ref8	ref3	ref15	ref5	ref9	ref1	ref6	ref10	ref2	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	80
unknown128	ref8	ref6	ref10	ref7	ref9	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref8	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	66.67
unknown129	ref9	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	60
unknown130	ref10	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	60
unknown131	ref11	ref1	ref4	ref13	ref11	ref14	ref15	ref12	ref6	ref10	ref5	ref3	ref8	ref7	ref2	ref9	66.67
unknown132	ref12	ref5	ref9	ref3	ref8	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref12	ref13	ref14	ref11	33.33
unknown133	ref13	ref3	ref8	ref5	ref15	ref9	ref1	ref2	ref6	ref10	ref4	ref14	ref12	ref13	ref7	ref11	80
unknown134	ref14	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref15	ref7	ref5	ref1	ref13	ref14	ref2	ref4	ref11	ref12	66.67
unknown135	ref15	ref6	ref10	ref7	ref15	ref1	ref9	ref2	ref8	ref3	ref4	ref5	ref13	ref14	ref11	ref12	80
unknown136	ref1	ref4	ref1	ref5	ref14	ref3	ref13	ref6	ref10	ref2	ref7	ref8	ref11	ref9	ref12	ref15	6.67
unknown137	ref2	ref2	ref15	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	ref3	ref8	ref9	ref5	ref1	ref7	ref6	ref10	93.33
unknown138	ref3	ref9	ref7	ref3	ref15	ref8	ref1	ref6	ref10	ref4	ref5	ref14	ref11	ref13	ref2	ref12	80
unknown139	ref4	ref4	ref3	ref5	ref6	ref10	ref15	ref11	ref1	ref7	ref14	ref9	ref2	ref8	ref13	ref12	66.67
unknown140	ref5	ref2	ref13	ref14	ref15	ref11	ref8	ref5	ref12	ref3	ref1	ref7	ref6	ref10	ref9	ref4	80
unknown141	ref6	ref6	ref10	ref8	ref7	ref5	ref9	ref15	ref1	ref11	ref13	ref2	ref14	ref3	ref12	ref4	60

ผนวก ง ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาวูป ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวูป (ระหว่าง Unknow# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknow#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown142	ref7	ref7	ref8	ref3	ref6	ref10	ref9	ref15	ref5	ref1	ref13	ref2	ref11	ref14	ref4	ref12	60
unknown143	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref3	ref8	ref15	ref1	ref4	ref5	ref13	ref2	ref14	ref11	ref12	60
unknown144	ref9	ref9	ref3	ref8	ref15	ref1	ref6	ref10	ref4	ref5	ref2	ref7	ref13	ref14	ref11	ref12	80
unknown145	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref7	ref15	ref5	ref2	ref11	ref13	ref1	ref14	ref3	ref12	ref4	66.67
unknown146	ref11	ref13	ref12	ref14	ref15	ref5	ref4	ref2	ref3	ref1	ref8	ref11	ref9	ref7	ref6	ref10	80
unknown147	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown148	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown149	ref14	ref13	ref5	ref3	ref4	ref8	ref1	ref14	ref15	ref11	ref6	ref10	ref9	ref2	ref12	ref7	53.33
unknown150	ref15	ref1	ref4	ref15	ref5	ref8	ref13	ref7	ref2	ref3	ref14	ref11	ref6	ref10	ref12	ref9	86.67
unknown151	ref1	ref2	ref11	ref3	ref13	ref8	ref14	ref5	ref15	ref6	ref9	ref10	ref12	ref1	ref7	ref4	53.33
unknown152	ref2	ref2	ref15	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	ref3	ref8	ref9	ref5	ref1	ref7	ref6	ref10	93.33
unknown153	ref3	ref1	ref15	ref3	ref2	ref5	ref13	ref9	ref6	ref10	ref8	ref11	ref7	ref4	ref14	ref12	93.33
unknown154	ref4	ref1	ref7	ref15	ref2	ref3	ref6	ref10	ref5	ref9	ref11	ref8	ref13	ref14	ref12	ref4	86.67
unknown155	ref5	ref15	ref11	ref4	ref14	ref13	ref5	ref12	ref3	ref1	ref7	ref8	ref6	ref9	ref10	ref2	100
unknown156	ref6	ref6	ref10	ref7	ref2	ref8	ref15	ref9	ref5	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	66.67
unknown157	ref7	ref7	ref8	ref6	ref10	ref15	ref9	ref1	ref2	ref3	ref11	ref13	ref4	ref5	ref14	ref12	73.33
unknown158	ref8	ref8	ref15	ref2	ref9	ref6	ref10	ref7	ref4	ref5	ref3	ref1	ref11	ref13	ref14	ref12	93.33
unknown159	ref9	ref7	ref15	ref9	ref8	ref1	ref6	ref10	ref2	ref3	ref13	ref4	ref5	ref14	ref11	ref12	93.33
unknown160	ref10	ref6	ref10	ref8	ref7	ref5	ref9	ref15	ref1	ref11	ref13	ref2	ref14	ref3	ref12	ref4	60
unknown161	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	53.33
unknown162	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown163	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown164	ref14	ref4	ref13	ref2	ref1	ref15	ref11	ref14	ref12	ref5	ref8	ref3	ref6	ref10	ref9	ref7	73.33
unknown165	ref15	ref15	ref4	ref13	ref14	ref5	ref1	ref8	ref3	ref2	ref11	ref12	ref7	ref6	ref9	ref10	100
unknown166	ref1	ref2	ref8	ref3	ref11	ref13	ref5	ref14	ref15	ref6	ref9	ref10	ref12	ref1	ref7	ref4	53.33
unknown167	ref2	ref2	ref15	ref1	ref7	ref5	ref4	ref14	ref11	ref6	ref10	ref13	ref8	ref9	ref3	ref12	93.33
unknown168	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref15	ref9	ref5	ref1	ref14	ref3	ref11	ref13	ref4	ref12	66.67
unknown169	ref4	ref4	ref3	ref5	ref6	ref10	ref15	ref11	ref1	ref7	ref14	ref9	ref2	ref8	ref13	ref12	66.67
unknown170	ref5	ref15	ref11	ref4	ref14	ref13	ref5	ref12	ref3	ref1	ref7	ref8	ref6	ref9	ref10	ref2	100
unknown171	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref5	ref15	ref2	ref1	ref11	ref13	ref14	ref3	ref12	ref4	60
unknown172	ref7	ref7	ref9	ref6	ref10	ref15	ref8	ref2	ref1	ref5	ref13	ref11	ref14	ref3	ref12	ref4	73.33
unknown173	ref8	ref9	ref6	ref10	ref3	ref15	ref7	ref8	ref1	ref13	ref4	ref5	ref14	ref11	ref2	ref12	73.33
unknown174	ref9	ref7	ref2	ref8	ref9	ref15	ref6	ref10	ref1	ref5	ref13	ref14	ref3	ref4	ref11	ref12	73.33
unknown175	ref10	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	ref15	ref2	ref1	ref5	ref11	ref13	ref14	ref3	ref12	ref4	66.67
unknown176	ref11	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown177	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	53.33
unknown178	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown179	ref14	ref2	ref4	ref1	ref13	ref15	ref3	ref14	ref5	ref8	ref7	ref6	ref10	ref11	ref9	ref12	73.33
unknown180	ref15	ref15	ref1	ref3	ref2	ref8	ref6	ref10	ref4	ref13	ref7	ref14	ref11	ref9	ref12	ref5	100
unknown181	ref1	ref3	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref5	ref15	ref1	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	53.33
unknown182	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref1	ref15	ref7	ref4	ref5	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	60
unknown183	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref15	ref9	ref5	ref2	ref1	ref14	ref3	ref4	ref13	ref11	ref12	73.33
unknown184	ref4	ref6	ref10	ref1	ref9	ref7	ref3	ref15	ref8	ref4	ref5	ref11	ref12	ref13	ref14	ref2	60
unknown185	ref5	ref6	ref10	ref7	ref9	ref1	ref8	ref3	ref15	ref4	ref5	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	53.33
unknown186	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref15	ref5	ref1	ref2	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	60
unknown187	ref7	ref8	ref9	ref6	ref10	ref15	ref3	ref7	ref5	ref1	ref2	ref4	ref14	ref13	ref11	ref12	73.33
unknown188	ref8	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref1	ref3	ref15	ref5	ref2	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	53.33

ผนวก ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์วูบีนที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูบีน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown189	ref9	ref7	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref2	ref9	ref6	ref10	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	73.33
unknown190	ref10	ref9	ref7	ref3	ref8	ref15	ref6	ref10	ref1	ref5	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown191	ref11	ref9	ref2	ref3	ref8	ref5	ref4	ref6	ref10	ref7	ref15	ref1	ref13	ref14	ref12	ref11	40
unknown192	ref12	ref9	ref8	ref3	ref2	ref6	ref10	ref5	ref1	ref4	ref7	ref15	ref11	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown193	ref13	ref1	ref3	ref9	ref5	ref8	ref7	ref2	ref6	ref10	ref13	ref15	ref4	ref14	ref11	ref12	33.33
unknown194	ref14	ref15	ref3	ref4	ref5	ref1	ref6	ref10	ref9	ref14	ref2	ref8	ref13	ref7	ref11	ref12	100
unknown195	ref15	ref4	ref15	ref3	ref5	ref14	ref1	ref13	ref7	ref6	ref10	ref12	ref11	ref8	ref2	ref9	93.33
unknown196	ref1	ref3	ref9	ref8	ref6	ref10	ref2	ref7	ref5	ref15	ref1	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown197	ref2	ref6	ref10	ref9	ref3	ref1	ref8	ref15	ref7	ref4	ref5	ref13	ref14	ref2	ref12	ref11	60
unknown198	ref3	ref7	ref9	ref8	ref3	ref6	ref10	ref1	ref4	ref15	ref5	ref2	ref11	ref12	ref13	ref14	46.67
unknown199	ref4	ref9	ref3	ref1	ref6	ref10	ref7	ref15	ref8	ref11	ref13	ref14	ref4	ref12	ref5	ref2	60
unknown200	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref3	ref1	ref15	ref8	ref4	ref5	ref11	ref13	ref14	ref12	ref2	60
unknown201	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref3	ref5	ref15	ref8	ref2	ref1	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	60
unknown202	ref7	ref3	ref5	ref1	ref15	ref9	ref8	ref2	ref6	ref10	ref7	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	80
unknown203	ref8	ref7	ref15	ref3	ref8	ref1	ref9	ref4	ref5	ref2	ref14	ref6	ref10	ref13	ref11	ref12	93.33
unknown204	ref9	ref7	ref8	ref9	ref3	ref5	ref15	ref1	ref6	ref10	ref2	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown205	ref10	ref9	ref6	ref10	ref7	ref8	ref3	ref15	ref1	ref5	ref2	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	60
unknown206	ref11	ref5	ref8	ref3	ref9	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref4	ref12	ref13	ref14	ref11	40
unknown207	ref12	ref5	ref9	ref3	ref8	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref12	ref13	ref14	ref11	33.33
unknown208	ref13	ref9	ref3	ref8	ref5	ref6	ref10	ref7	ref1	ref4	ref2	ref15	ref14	ref12	ref13	ref11	33.33
unknown209	ref14	ref3	ref15	ref4	ref5	ref6	ref10	ref9	ref8	ref14	ref2	ref7	ref1	ref13	ref12	ref11	93.33
unknown210	ref15	ref6	ref10	ref15	ref3	ref1	ref7	ref8	ref9	ref4	ref5	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown211	ref1	ref3	ref9	ref8	ref6	ref10	ref2	ref7	ref5	ref15	ref1	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown212	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref1	ref15	ref7	ref4	ref5	ref2	ref14	ref11	ref13	ref12	60
unknown213	ref3	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref4	ref15	ref1	ref5	ref3	ref14	ref13	ref11	ref2	ref12	60
unknown214	ref4	ref6	ref10	ref9	ref3	ref1	ref7	ref15	ref8	ref11	ref13	ref14	ref4	ref5	ref12	ref2	60
unknown215	ref5	ref6	ref10	ref7	ref1	ref9	ref8	ref3	ref15	ref4	ref5	ref2	ref14	ref11	ref12	ref13	53.33
unknown216	ref6	ref6	ref10	ref8	ref5	ref1	ref15	ref2	ref7	ref9	ref3	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	66.67
unknown217	ref7	ref7	ref8	ref3	ref9	ref5	ref6	ref10	ref15	ref2	ref1	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	53.33
unknown218	ref8	ref6	ref10	ref9	ref7	ref3	ref15	ref1	ref5	ref8	ref14	ref2	ref11	ref13	ref12	ref4	66.67
unknown219	ref9	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref2	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	53.33
unknown220	ref10	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref2	ref14	ref4	ref13	ref11	ref12	53.33
unknown221	ref11	ref1	ref4	ref13	ref11	ref14	ref15	ref12	ref6	ref10	ref5	ref3	ref8	ref7	ref2	ref9	66.67
unknown222	ref12	ref5	ref9	ref3	ref8	ref4	ref6	ref10	ref7	ref1	ref2	ref15	ref12	ref13	ref14	ref11	33.33
unknown223	ref13	ref3	ref8	ref5	ref15	ref9	ref1	ref2	ref6	ref10	ref4	ref14	ref12	ref13	ref7	ref11	80
unknown224	ref14	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref15	ref7	ref5	ref1	ref13	ref14	ref2	ref4	ref11	ref12	66.67
unknown225	ref15	ref6	ref10	ref7	ref15	ref1	ref9	ref2	ref8	ref3	ref4	ref5	ref13	ref14	ref11	ref12	80
unknown226	ref1	ref15	ref4	ref5	ref1	ref13	ref3	ref7	ref11	ref14	ref12	ref2	ref6	ref10	ref8	ref9	100
unknown227	ref2	ref2	ref4	ref13	ref15	ref11	ref14	ref12	ref1	ref7	ref5	ref3	ref8	ref6	ref9	ref10	80
unknown228	ref3	ref9	ref7	ref3	ref15	ref1	ref8	ref4	ref5	ref6	ref10	ref2	ref13	ref11	ref14	ref12	80
unknown229	ref4	ref4	ref3	ref5	ref6	ref10	ref15	ref11	ref1	ref7	ref14	ref9	ref2	ref8	ref13	ref12	66.67
unknown230	ref5	ref15	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	ref8	ref5	ref3	ref1	ref7	ref6	ref10	ref9	ref4	100
unknown231	ref6	ref6	ref10	ref8	ref7	ref5	ref15	ref9	ref2	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	66.67
unknown232	ref7	ref7	ref8	ref3	ref15	ref9	ref5	ref1	ref6	ref10	ref2	ref14	ref11	ref4	ref13	ref12	80
unknown233	ref8	ref9	ref6	ref10	ref7	ref3	ref15	ref8	ref1	ref4	ref5	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown234	ref9	ref9	ref8	ref6	ref10	ref3	ref7	ref4	ref15	ref5	ref2	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	53.33
unknown235	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref7	ref15	ref5	ref2	ref11	ref1	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	66.67

ผนวก ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์วูบิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูบิน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown236	ref11	ref13	ref12	ref14	ref15	ref5	ref4	ref2	ref3	ref1	ref8	ref11	ref9	ref7	ref6	ref10	80
unknown237	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown238	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown239	ref14	ref13	ref5	ref3	ref4	ref8	ref1	ref15	ref11	ref12	ref7	ref6	ref10	ref9	ref2	ref14	60
unknown240	ref15	ref1	ref4	ref15	ref5	ref8	ref13	ref7	ref2	ref3	ref14	ref11	ref6	ref10	ref12	ref9	86.67
unknown241	ref1	ref15	ref2	ref13	ref11	ref14	ref3	ref12	ref8	ref4	ref6	ref9	ref10	ref5	ref7	ref1	100
unknown242	ref2	ref2	ref4	ref13	ref15	ref11	ref14	ref12	ref1	ref7	ref5	ref3	ref8	ref6	ref9	ref10	80
unknown243	ref3	ref1	ref15	ref13	ref3	ref2	ref4	ref5	ref14	ref9	ref6	ref10	ref11	ref8	ref7	ref12	93.33
unknown244	ref4	ref1	ref15	ref7	ref2	ref3	ref6	ref10	ref9	ref5	ref11	ref13	ref4	ref8	ref14	ref12	93.33
unknown245	ref5	ref4	ref11	ref15	ref13	ref12	ref14	ref5	ref3	ref7	ref8	ref1	ref6	ref9	ref10	ref2	86.67
unknown246	ref6	ref6	ref10	ref7	ref2	ref8	ref15	ref9	ref5	ref1	ref3	ref11	ref13	ref4	ref14	ref12	66.67
unknown247	ref7	ref7	ref15	ref6	ref10	ref8	ref2	ref1	ref9	ref3	ref11	ref4	ref5	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown248	ref8	ref8	ref15	ref2	ref4	ref5	ref9	ref7	ref3	ref1	ref6	ref10	ref11	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown249	ref9	ref7	ref2	ref15	ref1	ref9	ref8	ref3	ref4	ref5	ref6	ref10	ref13	ref14	ref11	ref12	86.67
unknown250	ref10	ref6	ref10	ref8	ref7	ref5	ref15	ref9	ref2	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	66.67
unknown251	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	53.33
unknown252	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown253	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown254	ref14	ref13	ref4	ref2	ref12	ref1	ref15	ref11	ref5	ref8	ref3	ref14	ref7	ref6	ref10	ref9	66.67
unknown255	ref15	ref13	ref4	ref15	ref5	ref1	ref8	ref3	ref14	ref2	ref12	ref7	ref6	ref10	ref9	ref11	86.67
unknown256	ref1	ref15	ref2	ref13	ref8	ref11	ref14	ref3	ref12	ref4	ref6	ref9	ref10	ref5	ref7	ref1	100
unknown257	ref2	ref2	ref15	ref4	ref7	ref5	ref1	ref13	ref11	ref6	ref10	ref8	ref14	ref12	ref9	ref3	93.33
unknown258	ref3	ref8	ref6	ref10	ref7	ref2	ref9	ref5	ref1	ref15	ref3	ref13	ref4	ref11	ref14	ref12	46.67
unknown259	ref4	ref4	ref15	ref3	ref5	ref6	ref10	ref11	ref1	ref7	ref13	ref9	ref2	ref8	ref14	ref12	93.33
unknown260	ref5	ref4	ref11	ref15	ref13	ref12	ref14	ref5	ref3	ref7	ref8	ref1	ref6	ref9	ref10	ref2	86.67
unknown261	ref6	ref6	ref10	ref8	ref7	ref5	ref15	ref9	ref2	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	66.67
unknown262	ref7	ref7	ref8	ref15	ref9	ref2	ref6	ref10	ref1	ref5	ref14	ref11	ref3	ref13	ref4	ref12	86.67
unknown263	ref8	ref9	ref3	ref6	ref10	ref15	ref8	ref7	ref1	ref4	ref5	ref14	ref2	ref11	ref13	ref12	73.33
unknown264	ref9	ref2	ref9	ref7	ref8	ref5	ref15	ref1	ref6	ref10	ref4	ref3	ref13	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown265	ref10	ref7	ref8	ref15	ref2	ref9	ref6	ref10	ref5	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref4	ref12	86.67
unknown266	ref11	ref12	ref13	ref14	ref11	ref5	ref15	ref4	ref1	ref3	ref8	ref2	ref9	ref7	ref6	ref10	66.67
unknown267	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	53.33
unknown268	ref13	ref13	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref1	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref14	ref7	ref9	53.33
unknown269	ref14	ref2	ref13	ref4	ref1	ref15	ref3	ref12	ref5	ref8	ref7	ref6	ref10	ref14	ref11	ref9	73.33
unknown270	ref15	ref15	ref1	ref3	ref2	ref8	ref6	ref10	ref4	ref13	ref7	ref14	ref11	ref9	ref12	ref5	100
unknown271	ref1	ref3	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref5	ref1	ref15	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown272	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref1	ref7	ref2	ref15	ref5	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	46.67
unknown273	ref3	ref6	ref10	ref8	ref9	ref2	ref5	ref7	ref15	ref3	ref1	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	53.33
unknown274	ref4	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref15	ref1	ref7	ref5	ref2	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	66.67
unknown275	ref5	ref6	ref10	ref9	ref8	ref3	ref5	ref15	ref1	ref2	ref7	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	60
unknown276	ref6	ref7	ref6	ref10	ref9	ref8	ref1	ref3	ref15	ref5	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref2	53.33
unknown277	ref7	ref9	ref15	ref2	ref3	ref5	ref8	ref6	ref10	ref7	ref14	ref1	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown278	ref8	ref9	ref2	ref1	ref8	ref6	ref10	ref15	ref5	ref3	ref7	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	60
unknown279	ref9	ref7	ref8	ref3	ref5	ref9	ref2	ref15	ref1	ref6	ref10	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	60
unknown280	ref10	ref7	ref8	ref9	ref3	ref5	ref15	ref2	ref1	ref6	ref10	ref13	ref4	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown281	ref11	ref2	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref13	ref15	ref5	ref7	ref12	ref14	ref4	ref1	ref11	53.33
unknown282	ref12	ref5	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref2	ref15	ref4	ref7	ref14	ref1	ref11	ref12	ref13	53.33

ผนวก ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์บิ้น ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บิ้น (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown283	ref13	ref6	ref10	ref1	ref5	ref3	ref9	ref8	ref4	ref7	ref2	ref15	ref12	ref13	ref14	ref11	33.33
unknown284	ref14	ref6	ref10	ref8	ref7	ref15	ref5	ref3	ref9	ref1	ref13	ref12	ref14	ref4	ref11	ref2	73.33
unknown285	ref15	ref3	ref5	ref15	ref1	ref14	ref6	ref10	ref13	ref4	ref7	ref11	ref8	ref12	ref9	ref2	86.67
unknown286	ref1	ref3	ref2	ref9	ref7	ref1	ref6	ref10	ref8	ref15	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown287	ref2	ref9	ref6	ref10	ref3	ref8	ref7	ref1	ref15	ref5	ref2	ref13	ref4	ref12	ref14	ref11	53.33
unknown288	ref3	ref8	ref7	ref6	ref10	ref3	ref9	ref1	ref5	ref15	ref2	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	46.67
unknown289	ref4	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref1	ref7	ref5	ref11	ref13	ref2	ref14	ref12	ref4	66.67
unknown290	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref3	ref1	ref15	ref8	ref4	ref5	ref11	ref13	ref14	ref2	ref12	60
unknown291	ref6	ref6	ref10	ref9	ref7	ref8	ref5	ref15	ref3	ref2	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	60
unknown292	ref7	ref8	ref3	ref5	ref2	ref9	ref7	ref1	ref15	ref4	ref6	ref10	ref13	ref14	ref11	ref12	53.33
unknown293	ref8	ref9	ref3	ref5	ref15	ref7	ref2	ref8	ref4	ref6	ref10	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	80
unknown294	ref9	ref7	ref8	ref9	ref3	ref5	ref6	ref10	ref1	ref2	ref15	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	40
unknown295	ref10	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref2	ref5	ref7	ref15	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	46.67
unknown296	ref11	ref3	ref8	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref2	ref15	ref1	ref12	ref13	ref14	ref11	ref4	46.67
unknown297	ref12	ref3	ref8	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref2	ref15	ref4	ref12	ref13	ref1	ref14	ref11	46.67
unknown298	ref13	ref5	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref15	ref14	ref1	ref12	ref13	ref4	ref11	46.67
unknown299	ref14	ref5	ref15	ref3	ref6	ref10	ref7	ref1	ref4	ref9	ref13	ref8	ref14	ref2	ref12	ref11	93.33
unknown300	ref15	ref3	ref8	ref6	ref10	ref5	ref15	ref9	ref7	ref1	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	ref2	66.67
unknown301	ref1	ref3	ref2	ref9	ref7	ref1	ref6	ref10	ref8	ref15	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	ref4	46.67
unknown302	ref2	ref9	ref6	ref10	ref8	ref3	ref7	ref1	ref15	ref2	ref5	ref4	ref14	ref11	ref13	ref12	53.33
unknown303	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref7	ref2	ref13	ref14	ref11	ref12	ref4	60
unknown304	ref4	ref9	ref3	ref7	ref15	ref6	ref10	ref8	ref1	ref4	ref5	ref11	ref13	ref14	ref2	ref12	80
unknown305	ref5	ref6	ref10	ref7	ref9	ref1	ref8	ref3	ref15	ref4	ref5	ref2	ref14	ref11	ref12	ref13	53.33
unknown306	ref6	ref7	ref9	ref6	ref10	ref8	ref1	ref15	ref2	ref3	ref5	ref14	ref13	ref4	ref11	ref12	60
unknown307	ref7	ref8	ref3	ref5	ref7	ref2	ref15	ref9	ref6	ref10	ref14	ref1	ref13	ref11	ref12	ref4	66.67
unknown308	ref8	ref15	ref2	ref9	ref5	ref6	ref10	ref3	ref1	ref7	ref8	ref13	ref4	ref11	ref14	ref12	100
unknown309	ref9	ref9	ref6	ref10	ref7	ref8	ref3	ref5	ref2	ref15	ref1	ref4	ref13	ref14	ref11	ref12	46.67
unknown310	ref10	ref9	ref6	ref10	ref8	ref5	ref3	ref7	ref2	ref15	ref4	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	46.67
unknown311	ref11	ref1	ref4	ref12	ref13	ref14	ref11	ref15	ref6	ref10	ref5	ref7	ref3	ref8	ref2	ref9	60
unknown312	ref12	ref3	ref8	ref5	ref9	ref6	ref10	ref7	ref2	ref15	ref4	ref12	ref13	ref1	ref14	ref11	46.67
unknown313	ref13	ref5	ref9	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref15	ref14	ref1	ref12	ref13	ref4	ref11	46.67
unknown314	ref14	ref9	ref7	ref6	ref10	ref8	ref5	ref3	ref15	ref1	ref13	ref14	ref2	ref12	ref4	ref11	53.33
unknown315	ref15	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref3	ref5	ref7	ref1	ref13	ref4	ref11	ref14	ref12	ref2	73.33

ผนวก ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาวุธปืน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref10	ref8	ref7	ref4	ref1	ref9	ref6	ref3	ref5	ref2	ref15	ref11	ref13	ref12	ref14	73.33
unknown2	ref2	ref6	ref9	ref4	ref10	ref7	ref8	ref1	ref15	ref3	ref5	ref14	ref11	ref13	ref2	ref12	13.33
unknown3	ref3	ref9	ref7	ref6	ref10	ref8	ref4	ref15	ref5	ref2	ref1	ref11	ref13	ref3	ref14	ref12	30
unknown4	ref4	ref6	ref10	ref15	ref9	ref8	ref4	ref3	ref5	ref7	ref2	ref11	ref1	ref12	ref13	ref14	66.67
unknown5	ref5	ref6	ref8	ref9	ref4	ref10	ref5	ref1	ref15	ref3	ref13	ref7	ref14	ref11	ref12	ref2	66.67
unknown6	ref6	ref9	ref10	ref6	ref7	ref8	ref2	ref15	ref4	ref5	ref3	ref13	ref14	ref1	ref11	ref12	86.67
unknown7	ref7	ref8	ref9	ref6	ref15	ref7	ref10	ref1	ref4	ref5	ref3	ref11	ref14	ref13	ref12	ref2	73.33
unknown8	ref8	ref7	ref9	ref6	ref1	ref8	ref4	ref10	ref5	ref3	ref11	ref14	ref15	ref13	ref12	ref2	73.33
unknown9	ref9	ref9	ref6	ref8	ref15	ref10	ref4	ref1	ref14	ref5	ref13	ref7	ref3	ref11	ref2	ref12	100
unknown10	ref10	ref9	ref10	ref7	ref8	ref6	ref15	ref4	ref5	ref2	ref3	ref13	ref14	ref1	ref11	ref12	93.33
unknown11	ref11	ref11	ref9	ref14	ref13	ref8	ref5	ref6	ref3	ref10	ref7	ref4	ref12	ref15	ref2	ref1	100
unknown12	ref12	ref11	ref9	ref8	ref5	ref6	ref3	ref10	ref1	ref7	ref14	ref4	ref12	ref13	ref2	ref15	26.67
unknown13	ref13	ref10	ref6	ref9	ref1	ref15	ref4	ref11	ref8	ref7	ref12	ref2	ref13	ref14	ref5	ref3	26.67
unknown14	ref14	ref8	ref4	ref9	ref6	ref7	ref14	ref11	ref10	ref15	ref5	ref1	ref13	ref3	ref12	ref2	66.67
unknown15	ref15	ref4	ref14	ref10	ref9	ref6	ref7	ref15	ref5	ref11	ref8	ref12	ref13	ref1	ref2	ref3	60
unknown16	ref1	ref6	ref9	ref10	ref8	ref7	ref4	ref3	ref5	ref2	ref11	ref15	ref1	ref13	ref12	ref14	26.67
unknown17	ref2	ref6	ref9	ref10	ref7	ref4	ref8	ref15	ref2	ref5	ref3	ref1	ref13	ref14	ref12	ref11	53.33
unknown18	ref3	ref6	ref8	ref10	ref15	ref9	ref4	ref7	ref3	ref1	ref2	ref5	ref11	ref12	ref13	ref14	53.33
unknown19	ref4	ref6	ref9	ref15	ref8	ref4	ref7	ref10	ref1	ref5	ref3	ref2	ref13	ref14	ref12	ref11	73.33
unknown20	ref5	ref9	ref6	ref8	ref4	ref10	ref5	ref15	ref13	ref14	ref3	ref7	ref1	ref11	ref2	ref12	66.67
unknown21	ref6	ref10	ref6	ref9	ref8	ref4	ref15	ref14	ref5	ref13	ref7	ref1	ref3	ref11	ref2	ref12	93.33
unknown22	ref7	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref4	ref5	ref1	ref3	ref11	ref7	ref2	ref13	ref14	ref12	33.33
unknown23	ref8	ref7	ref6	ref9	ref10	ref4	ref8	ref15	ref5	ref14	ref1	ref13	ref11	ref12	ref3	ref2	66.67
unknown24	ref9	ref8	ref9	ref6	ref15	ref10	ref4	ref5	ref1	ref3	ref7	ref2	ref11	ref13	ref14	ref12	93.33
unknown25	ref10	ref9	ref10	ref8	ref6	ref15	ref4	ref5	ref7	ref14	ref1	ref3	ref13	ref11	ref2	ref12	93.33
unknown26	ref11	ref8	ref4	ref9	ref11	ref1	ref6	ref10	ref7	ref3	ref12	ref14	ref13	ref5	ref2	ref15	80
unknown27	ref12	ref11	ref8	ref9	ref1	ref6	ref3	ref10	ref7	ref12	ref14	ref13	ref5	ref4	ref2	ref15	46.67
unknown28	ref13	ref4	ref11	ref1	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref3	ref14	ref12	ref13	ref5	ref2	ref15	26.67
unknown29	ref14	ref14	ref7	ref10	ref9	ref6	ref4	ref2	ref8	ref15	ref11	ref5	ref1	ref12	ref3	ref13	100
unknown30	ref15	ref9	ref15	ref4	ref10	ref6	ref7	ref8	ref5	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref3	93.33
unknown31	ref1	ref10	ref8	ref7	ref4	ref1	ref9	ref6	ref3	ref5	ref2	ref15	ref11	ref13	ref12	ref14	73.33
unknown32	ref2	ref6	ref9	ref15	ref10	ref8	ref4	ref5	ref1	ref2	ref3	ref7	ref11	ref14	ref13	ref12	46.67
unknown33	ref3	ref9	ref6	ref8	ref10	ref7	ref15	ref1	ref4	ref3	ref2	ref5	ref11	ref12	ref13	ref14	46.67
unknown34	ref4	ref10	ref6	ref15	ref9	ref4	ref8	ref7	ref5	ref1	ref2	ref14	ref3	ref13	ref12	ref11	73.33
unknown35	ref5	ref8	ref9	ref10	ref15	ref6	ref4	ref7	ref2	ref5	ref13	ref14	ref1	ref11	ref3	ref12	46.67
unknown36	ref6	ref8	ref9	ref6	ref15	ref1	ref4	ref7	ref10	ref5	ref3	ref11	ref2	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown37	ref7	ref7	ref8	ref3	ref10	ref4	ref1	ref5	ref9	ref6	ref14	ref13	ref11	ref15	ref12	ref2	100
unknown38	ref8	ref9	ref10	ref6	ref15	ref8	ref4	ref5	ref7	ref1	ref3	ref14	ref2	ref11	ref13	ref12	73.33
unknown39	ref9	ref6	ref9	ref8	ref10	ref4	ref1	ref15	ref14	ref5	ref13	ref7	ref3	ref11	ref2	ref12	93.33
unknown40	ref10	ref6	ref9	ref7	ref8	ref4	ref10	ref5	ref1	ref15	ref14	ref13	ref11	ref3	ref12	ref2	66.67
unknown41	ref11	ref11	ref1	ref4	ref14	ref12	ref13	ref10	ref2	ref15	ref5	ref9	ref3	ref7	ref6	ref8	100
unknown42	ref12	ref11	ref8	ref9	ref1	ref6	ref3	ref10	ref7	ref12	ref14	ref13	ref5	ref4	ref2	ref15	46.67
unknown43	ref13	ref4	ref11	ref1	ref9	ref8	ref6	ref10	ref7	ref3	ref14	ref12	ref13	ref5	ref2	ref15	26.67
unknown44	ref14	ref9	ref6	ref8	ref15	ref4	ref10	ref14	ref7	ref11	ref1	ref5	ref2	ref3	ref12	ref13	60
unknown45	ref15	ref15	ref9	ref6	ref4	ref7	ref10	ref8	ref5	ref11	ref14	ref13	ref1	ref12	ref2	ref3	100
unknown46	ref1	ref4	ref1	ref3	ref10	ref11	ref5	ref14	ref7	ref13	ref15	ref8	ref9	ref2	ref12	ref6	40
unknown47	ref2	ref4	ref2	ref1	ref11	ref15	ref5	ref13	ref14	ref3	ref7	ref10	ref8	ref9	ref12	ref6	73.33

ผนวก ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาร์วูป ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วูป (ระหว่าง Unknow# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknow#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown48	ref3	ref6	ref7	ref9	ref3	ref15	ref10	ref4	ref5	ref8	ref2	ref13	ref14	ref11	ref1	ref12	73.33
unknown49	ref4	ref4	ref5	ref10	ref7	ref14	ref1	ref3	ref8	ref13	ref15	ref6	ref11	ref2	ref9	ref12	40
unknown50	ref5	ref4	ref5	ref3	ref7	ref8	ref2	ref1	ref10	ref9	ref15	ref6	ref13	ref11	ref14	ref12	40
unknown51	ref6	ref10	ref6	ref9	ref4	ref5	ref15	ref8	ref13	ref7	ref14	ref3	ref2	ref11	ref1	ref12	66.67
unknown52	ref7	ref10	ref7	ref9	ref15	ref6	ref4	ref5	ref8	ref13	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	80
unknown53	ref8	ref8	ref9	ref6	ref4	ref15	ref5	ref10	ref1	ref2	ref11	ref7	ref3	ref13	ref14	ref12	73.33
unknown54	ref9	ref8	ref9	ref6	ref15	ref4	ref5	ref10	ref1	ref7	ref3	ref13	ref11	ref14	ref2	ref12	80
unknown55	ref10	ref6	ref10	ref8	ref9	ref15	ref5	ref4	ref3	ref13	ref7	ref1	ref14	ref2	ref11	ref12	73.33
unknown56	ref11	ref11	ref13	ref14	ref12	ref1	ref4	ref2	ref5	ref3	ref8	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	33.33
unknown57	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	ref5	ref2	ref3	ref8	ref1	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	33.33
unknown58	ref13	ref13	ref12	ref14	ref11	ref5	ref3	ref4	ref2	ref1	ref7	ref8	ref10	ref6	ref9	ref15	6.67
unknown59	ref14	ref2	ref14	ref5	ref4	ref13	ref3	ref11	ref15	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	53.33
unknown60	ref15	ref14	ref5	ref3	ref4	ref11	ref10	ref2	ref1	ref15	ref7	ref13	ref8	ref12	ref6	ref9	46.67
unknown61	ref1	ref1	ref4	ref3	ref14	ref5	ref15	ref7	ref13	ref2	ref11	ref12	ref8	ref9	ref10	ref6	66.67
unknown62	ref2	ref4	ref2	ref1	ref11	ref15	ref5	ref13	ref14	ref3	ref7	ref10	ref8	ref9	ref12	ref6	73.33
unknown63	ref3	ref3	ref4	ref1	ref7	ref5	ref2	ref15	ref8	ref14	ref11	ref13	ref9	ref10	ref6	ref12	60
unknown64	ref4	ref10	ref11	ref4	ref7	ref2	ref1	ref15	ref8	ref5	ref13	ref9	ref14	ref6	ref12	ref3	60
unknown65	ref5	ref5	ref3	ref4	ref13	ref10	ref1	ref7	ref2	ref14	ref15	ref6	ref9	ref8	ref12	ref11	40
unknown66	ref6	ref6	ref9	ref10	ref8	ref4	ref5	ref15	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	60
unknown67	ref7	ref10	ref7	ref6	ref4	ref5	ref9	ref15	ref8	ref13	ref14	ref1	ref3	ref2	ref12	ref11	60
unknown68	ref8	ref8	ref15	ref6	ref9	ref10	ref13	ref4	ref14	ref5	ref7	ref1	ref3	ref2	ref11	ref12	93.33
unknown69	ref9	ref8	ref9	ref10	ref6	ref15	ref4	ref5	ref1	ref13	ref14	ref12	ref3	ref11	ref7	ref2	73.33
unknown70	ref10	ref10	ref6	ref9	ref4	ref5	ref15	ref8	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	66.67
unknown71	ref11	ref12	ref13	ref11	ref14	ref5	ref3	ref4	ref7	ref1	ref2	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown72	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	ref5	ref2	ref3	ref8	ref1	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	33.33
unknown73	ref13	ref13	ref12	ref14	ref11	ref5	ref3	ref4	ref2	ref1	ref7	ref8	ref10	ref6	ref9	ref15	6.67
unknown74	ref14	ref5	ref14	ref4	ref3	ref2	ref13	ref11	ref8	ref12	ref15	ref10	ref9	ref6	ref7	ref1	40
unknown75	ref15	ref11	ref14	ref5	ref2	ref12	ref4	ref15	ref13	ref3	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	60
unknown76	ref1	ref2	ref1	ref4	ref15	ref11	ref7	ref5	ref14	ref13	ref8	ref12	ref9	ref6	ref10	ref3	80
unknown77	ref2	ref2	ref10	ref7	ref15	ref1	ref4	ref11	ref9	ref5	ref14	ref3	ref13	ref8	ref6	ref12	80
unknown78	ref3	ref15	ref6	ref9	ref8	ref4	ref10	ref5	ref1	ref7	ref11	ref14	ref3	ref13	ref2	ref12	100
unknown79	ref4	ref4	ref5	ref10	ref7	ref14	ref1	ref3	ref8	ref13	ref15	ref6	ref11	ref2	ref9	ref12	40
unknown80	ref5	ref5	ref3	ref4	ref13	ref10	ref1	ref7	ref2	ref14	ref15	ref6	ref9	ref8	ref12	ref11	40
unknown81	ref6	ref9	ref6	ref10	ref8	ref4	ref5	ref15	ref13	ref7	ref1	ref14	ref3	ref2	ref12	ref11	60
unknown82	ref7	ref7	ref9	ref10	ref6	ref3	ref8	ref15	ref5	ref4	ref1	ref14	ref13	ref2	ref12	ref11	60
unknown83	ref8	ref8	ref9	ref6	ref15	ref4	ref1	ref10	ref14	ref5	ref2	ref7	ref11	ref3	ref13	ref12	80
unknown84	ref9	ref9	ref8	ref6	ref15	ref10	ref5	ref4	ref1	ref7	ref3	ref13	ref11	ref14	ref2	ref12	80
unknown85	ref10	ref6	ref10	ref9	ref3	ref15	ref7	ref5	ref4	ref8	ref13	ref14	ref11	ref1	ref2	ref12	73.33
unknown86	ref11	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	ref5	ref2	ref3	ref8	ref1	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	33.33
unknown87	ref12	ref12	ref13	ref11	ref14	ref5	ref3	ref4	ref7	ref1	ref2	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown88	ref13	ref13	ref12	ref14	ref11	ref5	ref3	ref4	ref2	ref1	ref7	ref8	ref10	ref6	ref9	ref15	6.67
unknown89	ref14	ref5	ref3	ref2	ref4	ref1	ref13	ref7	ref11	ref8	ref15	ref9	ref12	ref10	ref14	ref6	40
unknown90	ref15	ref8	ref15	ref2	ref7	ref10	ref9	ref6	ref4	ref14	ref1	ref5	ref12	ref11	ref13	ref3	93.33
unknown91	ref1	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref4	ref15	ref2	ref1	ref3	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	60
unknown92	ref2	ref15	ref6	ref8	ref9	ref10	ref1	ref4	ref7	ref11	ref5	ref2	ref3	ref14	ref13	ref12	100
unknown93	ref3	ref10	ref4	ref1	ref7	ref9	ref8	ref6	ref15	ref2	ref3	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	53.33
unknown94	ref4	ref10	ref9	ref6	ref4	ref1	ref15	ref7	ref8	ref2	ref5	ref11	ref3	ref12	ref13	ref14	66.67

ผนวก ง ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาวุธปืน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวุธปืน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown95	ref5	ref8	ref6	ref9	ref4	ref15	ref10	ref1	ref5	ref7	ref13	ref2	ref11	ref14	ref3	ref12	73.33
unknown96	ref6	ref6	ref15	ref7	ref8	ref4	ref9	ref10	ref2	ref1	ref5	ref13	ref11	ref3	ref14	ref12	93.33
unknown97	ref7	ref8	ref4	ref1	ref9	ref11	ref2	ref3	ref6	ref5	ref10	ref14	ref13	ref7	ref15	ref12	13.33
unknown98	ref8	ref10	ref1	ref7	ref4	ref8	ref9	ref3	ref6	ref5	ref2	ref15	ref14	ref13	ref11	ref12	33.33
unknown99	ref9	ref7	ref8	ref4	ref2	ref10	ref9	ref1	ref6	ref11	ref5	ref3	ref14	ref13	ref15	ref12	13.33
unknown100	ref10	ref9	ref15	ref7	ref8	ref4	ref10	ref6	ref5	ref3	ref2	ref1	ref13	ref14	ref12	ref11	93.33
unknown101	ref11	ref8	ref3	ref7	ref9	ref5	ref10	ref6	ref13	ref1	ref4	ref11	ref15	ref2	ref12	ref14	26.67
unknown102	ref12	ref3	ref8	ref11	ref9	ref1	ref7	ref10	ref5	ref6	ref2	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	33.33
unknown103	ref13	ref1	ref4	ref7	ref8	ref10	ref9	ref11	ref6	ref2	ref3	ref5	ref13	ref15	ref14	ref12	30
unknown104	ref14	ref10	ref1	ref4	ref9	ref7	ref6	ref2	ref15	ref11	ref14	ref5	ref8	ref13	ref3	ref12	53.33
unknown105	ref15	ref4	ref14	ref1	ref2	ref15	ref7	ref3	ref13	ref11	ref9	ref5	ref10	ref12	ref6	ref8	73.33
unknown106	ref1	ref9	ref6	ref10	ref15	ref4	ref1	ref7	ref8	ref3	ref5	ref11	ref2	ref13	ref12	ref14	80
unknown107	ref2	ref6	ref15	ref8	ref9	ref10	ref1	ref4	ref7	ref5	ref11	ref3	ref13	ref14	ref2	ref12	93.33
unknown108	ref3	ref9	ref6	ref15	ref10	ref8	ref4	ref7	ref2	ref1	ref3	ref11	ref5	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown109	ref4	ref10	ref6	ref15	ref9	ref4	ref1	ref7	ref8	ref5	ref2	ref13	ref11	ref14	ref3	ref12	86.67
unknown110	ref5	ref10	ref15	ref4	ref1	ref7	ref9	ref8	ref6	ref5	ref3	ref2	ref13	ref14	ref12	ref11	93.33
unknown111	ref6	ref15	ref6	ref9	ref4	ref2	ref7	ref10	ref8	ref5	ref14	ref1	ref13	ref11	ref3	ref12	100
unknown112	ref7	ref7	ref10	ref3	ref8	ref9	ref2	ref4	ref1	ref6	ref5	ref15	ref11	ref13	ref14	ref12	33.33
unknown113	ref8	ref7	ref10	ref4	ref15	ref8	ref9	ref11	ref6	ref2	ref5	ref14	ref1	ref13	ref3	ref12	80
unknown114	ref9	ref7	ref8	ref10	ref3	ref9	ref4	ref2	ref6	ref1	ref15	ref5	ref11	ref13	ref14	ref12	40
unknown115	ref10	ref6	ref9	ref15	ref7	ref8	ref4	ref10	ref2	ref3	ref5	ref1	ref14	ref13	ref11	ref12	86.67
unknown116	ref11	ref8	ref4	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref3	ref11	ref5	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown117	ref12	ref8	ref3	ref11	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref5	ref4	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown118	ref13	ref4	ref8	ref7	ref1	ref9	ref11	ref10	ref6	ref5	ref15	ref14	ref2	ref3	ref12	ref13	40
unknown119	ref14	ref4	ref9	ref10	ref6	ref14	ref8	ref5	ref15	ref11	ref7	ref3	ref1	ref13	ref2	ref12	53.33
unknown120	ref15	ref10	ref4	ref6	ref15	ref1	ref2	ref7	ref8	ref9	ref5	ref3	ref14	ref13	ref11	ref12	80
unknown121	ref1	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref4	ref15	ref2	ref1	ref3	ref5	ref11	ref13	ref12	ref14	60
unknown122	ref2	ref6	ref15	ref10	ref8	ref9	ref4	ref1	ref7	ref11	ref5	ref2	ref3	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown123	ref3	ref15	ref8	ref9	ref10	ref4	ref7	ref6	ref1	ref3	ref11	ref2	ref5	ref12	ref13	ref14	100
unknown124	ref4	ref10	ref15	ref4	ref6	ref8	ref9	ref1	ref5	ref7	ref3	ref14	ref2	ref13	ref11	ref12	93.33
unknown125	ref5	ref6	ref15	ref9	ref8	ref10	ref7	ref5	ref4	ref1	ref14	ref3	ref13	ref2	ref11	ref12	93.33
unknown126	ref6	ref15	ref7	ref6	ref8	ref9	ref4	ref10	ref2	ref1	ref11	ref5	ref3	ref13	ref14	ref12	100
unknown127	ref7	ref7	ref8	ref2	ref4	ref10	ref9	ref6	ref1	ref5	ref11	ref3	ref14	ref13	ref15	ref12	13.33
unknown128	ref8	ref6	ref15	ref10	ref9	ref1	ref4	ref5	ref3	ref2	ref7	ref8	ref13	ref14	ref12	ref11	93.33
unknown129	ref9	ref15	ref7	ref8	ref9	ref4	ref2	ref10	ref1	ref6	ref11	ref5	ref3	ref14	ref13	ref12	100
unknown130	ref10	ref15	ref7	ref8	ref9	ref4	ref2	ref10	ref1	ref6	ref11	ref5	ref3	ref14	ref13	ref12	100
unknown131	ref11	ref11	ref1	ref4	ref13	ref5	ref10	ref14	ref3	ref9	ref2	ref12	ref6	ref15	ref7	ref8	30
unknown132	ref12	ref8	ref3	ref11	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref5	ref4	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown133	ref13	ref1	ref8	ref4	ref2	ref15	ref11	ref9	ref10	ref6	ref14	ref5	ref7	ref12	ref13	ref3	73.33
unknown134	ref14	ref9	ref6	ref8	ref15	ref10	ref5	ref4	ref1	ref11	ref14	ref7	ref13	ref2	ref3	ref12	80
unknown135	ref15	ref15	ref6	ref9	ref10	ref4	ref7	ref1	ref2	ref8	ref5	ref3	ref14	ref13	ref11	ref12	100
unknown136	ref1	ref11	ref4	ref3	ref1	ref10	ref2	ref13	ref7	ref9	ref14	ref5	ref8	ref6	ref12	ref15	6.67
unknown137	ref2	ref3	ref5	ref2	ref11	ref14	ref4	ref15	ref13	ref12	ref8	ref1	ref7	ref10	ref9	ref6	60
unknown138	ref3	ref4	ref8	ref10	ref9	ref1	ref7	ref6	ref11	ref2	ref5	ref3	ref14	ref15	ref13	ref12	30
unknown139	ref4	ref4	ref5	ref10	ref3	ref1	ref6	ref2	ref14	ref7	ref15	ref8	ref11	ref9	ref13	ref12	40
unknown140	ref5	ref3	ref4	ref2	ref5	ref13	ref14	ref8	ref12	ref7	ref10	ref11	ref15	ref9	ref1	ref6	26.67
unknown141	ref6	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref7	ref3	ref5	ref4	ref2	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	73.33

ผนวก ง ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาร์วอิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วอิน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown142	ref7	ref8	ref4	ref7	ref9	ref6	ref1	ref10	ref15	ref5	ref13	ref11	ref2	ref3	ref14	ref12	53.33
unknown143	ref8	ref6	ref9	ref4	ref8	ref10	ref7	ref11	ref1	ref5	ref2	ref3	ref13	ref15	ref14	ref12	30
unknown144	ref9	ref10	ref7	ref8	ref4	ref9	ref11	ref6	ref1	ref2	ref3	ref5	ref15	ref13	ref14	ref12	26.67
unknown145	ref10	ref6	ref9	ref8	ref10	ref15	ref3	ref5	ref7	ref2	ref4	ref13	ref14	ref1	ref11	ref12	73.33
unknown146	ref11	ref11	ref13	ref1	ref12	ref5	ref2	ref3	ref4	ref8	ref15	ref10	ref14	ref7	ref9	ref6	40
unknown147	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown148	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown149	ref14	ref5	ref3	ref4	ref13	ref2	ref8	ref11	ref14	ref1	ref10	ref9	ref15	ref12	ref6	ref7	26.67
unknown150	ref15	ref14	ref4	ref7	ref5	ref8	ref13	ref10	ref2	ref1	ref15	ref3	ref11	ref6	ref12	ref9	40
unknown151	ref1	ref1	ref14	ref5	ref2	ref3	ref4	ref13	ref11	ref8	ref9	ref12	ref7	ref10	ref6	ref15	6.67
unknown152	ref2	ref3	ref5	ref2	ref11	ref14	ref4	ref15	ref13	ref12	ref8	ref1	ref7	ref10	ref9	ref6	60
unknown153	ref3	ref1	ref15	ref9	ref5	ref13	ref3	ref2	ref8	ref7	ref10	ref4	ref6	ref14	ref11	ref12	93.33
unknown154	ref4	ref10	ref7	ref1	ref4	ref2	ref9	ref15	ref6	ref11	ref5	ref8	ref13	ref14	ref12	ref3	60
unknown155	ref5	ref5	ref3	ref2	ref11	ref4	ref14	ref15	ref13	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	60
unknown156	ref6	ref6	ref15	ref10	ref9	ref8	ref5	ref7	ref3	ref2	ref1	ref4	ref11	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown157	ref7	ref10	ref7	ref8	ref4	ref6	ref9	ref15	ref12	ref5	ref1	ref13	ref11	ref3	ref14	ref12	60
unknown158	ref8	ref8	ref7	ref2	ref9	ref15	ref11	ref4	ref6	ref10	ref5	ref1	ref13	ref14	ref3	ref12	73.33
unknown159	ref9	ref7	ref10	ref8	ref4	ref9	ref6	ref5	ref1	ref13	ref11	ref2	ref3	ref14	ref15	ref12	13.33
unknown160	ref10	ref10	ref9	ref6	ref8	ref15	ref7	ref5	ref3	ref4	ref2	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	73.33
unknown161	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown162	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown163	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown164	ref14	ref5	ref3	ref4	ref14	ref13	ref2	ref11	ref1	ref12	ref8	ref15	ref10	ref9	ref6	ref7	33.33
unknown165	ref15	ref14	ref4	ref11	ref13	ref2	ref5	ref8	ref15	ref1	ref12	ref7	ref10	ref9	ref6	ref3	53.33
unknown166	ref1	ref1	ref14	ref2	ref8	ref5	ref3	ref4	ref10	ref13	ref11	ref9	ref7	ref12	ref6	ref15	6.67
unknown167	ref2	ref10	ref7	ref2	ref5	ref15	ref4	ref3	ref1	ref14	ref9	ref13	ref8	ref6	ref11	ref12	73.33
unknown168	ref3	ref8	ref15	ref10	ref9	ref7	ref3	ref2	ref4	ref5	ref6	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	93.33
unknown169	ref4	ref4	ref5	ref10	ref3	ref1	ref6	ref2	ref14	ref7	ref15	ref8	ref11	ref9	ref13	ref12	40
unknown170	ref5	ref5	ref3	ref2	ref11	ref4	ref14	ref15	ref13	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	60
unknown171	ref6	ref6	ref9	ref3	ref10	ref5	ref15	ref7	ref2	ref8	ref4	ref1	ref13	ref14	ref11	ref12	66.67
unknown172	ref7	ref7	ref10	ref8	ref3	ref9	ref6	ref2	ref5	ref1	ref15	ref4	ref14	ref13	ref11	ref12	40
unknown173	ref8	ref6	ref9	ref4	ref10	ref7	ref8	ref5	ref13	ref11	ref14	ref15	ref1	ref2	ref3	ref12	33.33
unknown174	ref9	ref9	ref15	ref10	ref7	ref8	ref3	ref1	ref6	ref2	ref5	ref4	ref14	ref13	ref11	ref12	93.33
unknown175	ref10	ref8	ref15	ref10	ref5	ref6	ref2	ref9	ref3	ref4	ref7	ref1	ref13	ref11	ref14	ref12	93.33
unknown176	ref11	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown177	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown178	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown179	ref14	ref2	ref3	ref4	ref5	ref1	ref14	ref13	ref11	ref7	ref8	ref9	ref15	ref10	ref6	ref12	26.67
unknown180	ref15	ref15	ref8	ref4	ref5	ref2	ref7	ref10	ref14	ref9	ref1	ref6	ref13	ref3	ref11	ref12	100
unknown181	ref1	ref8	ref10	ref9	ref6	ref15	ref4	ref5	ref1	ref3	ref11	ref7	ref13	ref12	ref2	ref14	73.33
unknown182	ref2	ref15	ref6	ref9	ref10	ref8	ref4	ref7	ref2	ref11	ref1	ref3	ref14	ref5	ref13	ref12	100
unknown183	ref3	ref6	ref9	ref8	ref10	ref15	ref7	ref3	ref4	ref2	ref5	ref1	ref11	ref14	ref13	ref12	73.33
unknown184	ref4	ref15	ref9	ref6	ref7	ref4	ref10	ref2	ref8	ref1	ref11	ref5	ref3	ref12	ref13	ref14	100
unknown185	ref5	ref6	ref9	ref15	ref10	ref8	ref7	ref4	ref2	ref11	ref1	ref5	ref3	ref13	ref12	ref14	86.67
unknown186	ref6	ref15	ref6	ref8	ref7	ref4	ref9	ref2	ref10	ref1	ref11	ref5	ref3	ref14	ref13	ref12	100
unknown187	ref7	ref8	ref15	ref9	ref7	ref6	ref10	ref2	ref4	ref1	ref11	ref3	ref5	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown188	ref8	ref8	ref15	ref9	ref10	ref6	ref7	ref1	ref4	ref3	ref2	ref5	ref14	ref11	ref13	ref12	93.33

ผนวก ง ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

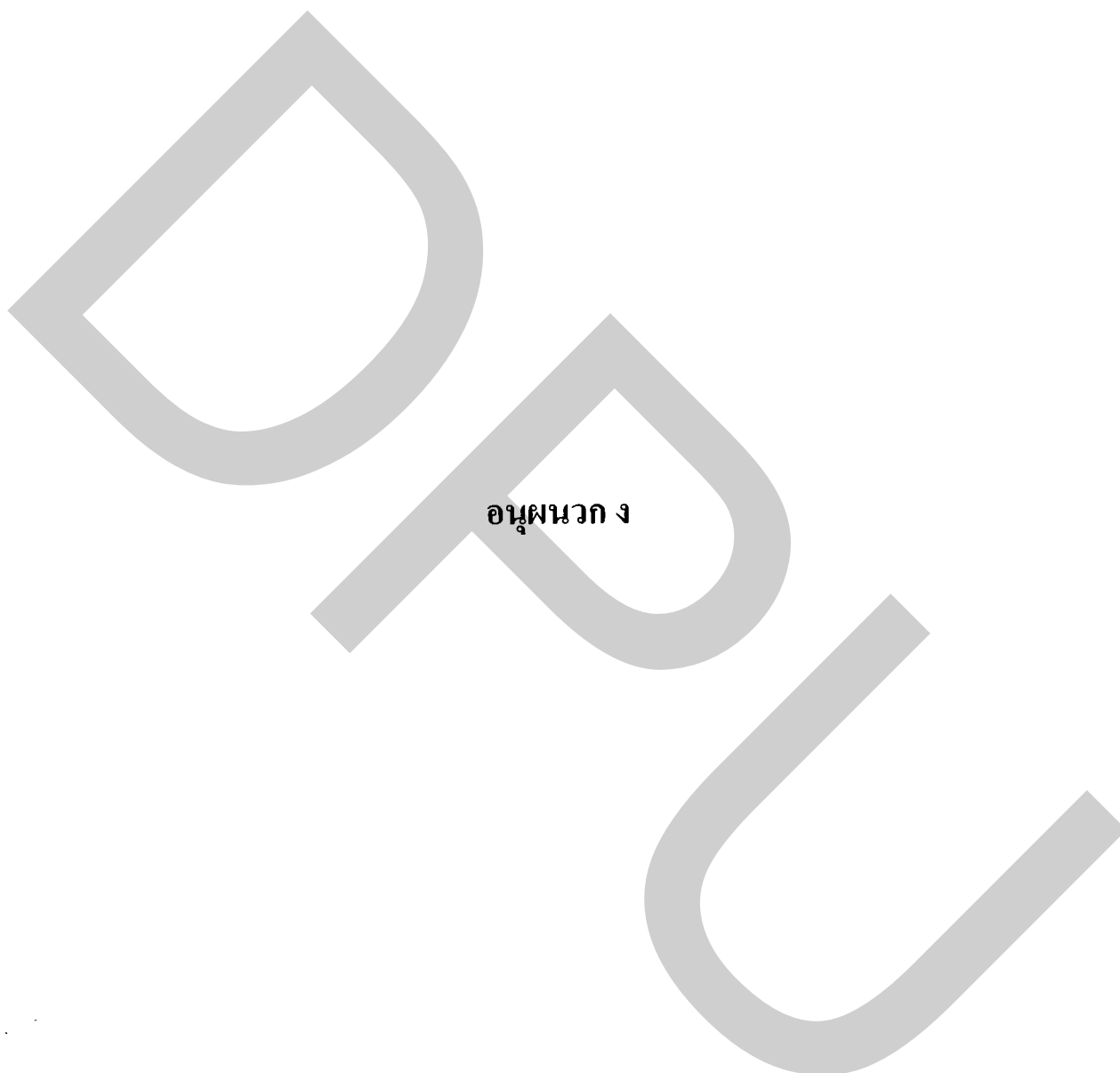
ลำดับภาพของอาร์บิ้น ที่เป็นชุดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บิ้น (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown189	ref9	ref8	ref7	ref2	ref15	ref4	ref10	ref1	ref9	ref3	ref11	ref6	ref5	ref14	ref13	ref12	80
unknown190	ref10	ref9	ref15	ref8	ref7	ref10	ref4	ref3	ref2	ref6	ref5	ref1	ref14	ref13	ref11	ref12	93.33
unknown191	ref11	ref8	ref3	ref7	ref9	ref5	ref10	ref6	ref13	ref1	ref4	ref11	ref15	ref2	ref12	ref14	26.67
unknown192	ref12	ref3	ref8	ref11	ref9	ref1	ref7	ref10	ref5	ref6	ref2	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	33.33
unknown193	ref13	ref1	ref4	ref7	ref8	ref10	ref9	ref11	ref6	ref2	ref3	ref5	ref13	ref15	ref14	ref12	30
unknown194	ref14	ref10	ref1	ref4	ref9	ref7	ref6	ref2	ref15	ref11	ref14	ref5	ref8	ref13	ref3	ref12	53.33
unknown195	ref15	ref4	ref14	ref1	ref2	ref15	ref7	ref3	ref13	ref11	ref9	ref5	ref10	ref12	ref6	ref8	73.33
unknown196	ref1	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref4	ref15	ref2	ref5	ref1	ref3	ref11	ref13	ref12	ref14	60
unknown197	ref2	ref6	ref15	ref9	ref10	ref8	ref4	ref7	ref11	ref1	ref2	ref13	ref14	ref5	ref3	ref12	93.33
unknown198	ref3	ref10	ref9	ref8	ref6	ref15	ref7	ref4	ref2	ref1	ref3	ref11	ref5	ref12	ref13	ref14	73.33
unknown199	ref4	ref9	ref4	ref15	ref6	ref7	ref10	ref2	ref8	ref1	ref11	ref5	ref13	ref14	ref3	ref12	86.67
unknown200	ref5	ref6	ref15	ref10	ref9	ref4	ref8	ref7	ref5	ref13	ref2	ref11	ref14	ref1	ref12	ref3	93.33
unknown201	ref6	ref15	ref6	ref9	ref4	ref2	ref8	ref10	ref7	ref1	ref11	ref5	ref14	ref3	ref13	ref12	100
unknown202	ref7	ref10	ref3	ref2	ref4	ref8	ref1	ref9	ref6	ref5	ref11	ref15	ref14	ref13	ref12	ref12	26.67
unknown203	ref8	ref7	ref10	ref4	ref15	ref8	ref11	ref2	ref1	ref9	ref5	ref14	ref3	ref6	ref13	ref12	80
unknown204	ref9	ref8	ref7	ref10	ref3	ref2	ref4	ref9	ref1	ref6	ref5	ref11	ref15	ref14	ref13	ref12	26.67
unknown205	ref10	ref9	ref15	ref6	ref8	ref7	ref10	ref4	ref2	ref3	ref1	ref5	ref14	ref11	ref13	ref12	93.33
unknown206	ref11	ref8	ref4	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref3	ref11	ref5	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown207	ref12	ref8	ref3	ref11	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref5	ref4	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown208	ref13	ref4	ref8	ref7	ref1	ref9	ref11	ref10	ref6	ref5	ref15	ref14	ref2	ref3	ref12	ref13	40
unknown209	ref14	ref4	ref9	ref10	ref6	ref14	ref8	ref5	ref15	ref11	ref7	ref3	ref1	ref13	ref2	ref12	53.33
unknown210	ref15	ref10	ref4	ref6	ref15	ref1	ref2	ref7	ref8	ref9	ref5	ref3	ref14	ref13	ref11	ref12	80
unknown211	ref1	ref9	ref8	ref7	ref6	ref10	ref4	ref15	ref2	ref5	ref1	ref3	ref11	ref13	ref12	ref14	60
unknown212	ref2	ref6	ref15	ref10	ref9	ref8	ref4	ref7	ref11	ref2	ref1	ref3	ref14	ref5	ref13	ref12	93.33
unknown213	ref3	ref9	ref7	ref8	ref6	ref4	ref1	ref10	ref15	ref3	ref2	ref11	ref5	ref14	ref13	ref12	53.33
unknown214	ref4	ref6	ref9	ref15	ref4	ref7	ref10	ref2	ref8	ref1	ref11	ref5	ref13	ref14	ref3	ref12	86.67
unknown215	ref5	ref6	ref15	ref9	ref10	ref8	ref7	ref4	ref2	ref11	ref14	ref5	ref1	ref12	ref13	ref3	93.33
unknown216	ref6	ref9	ref8	ref10	ref15	ref1	ref6	ref7	ref3	ref4	ref5	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	80
unknown217	ref7	ref8	ref7	ref2	ref9	ref6	ref4	ref10	ref15	ref3	ref2	ref8	ref7	ref14	ref13	ref12	53.33
unknown218	ref8	ref6	ref15	ref10	ref9	ref1	ref4	ref5	ref3	ref2	ref8	ref7	ref14	ref13	ref11	ref12	93.33
unknown219	ref9	ref15	ref8	ref7	ref9	ref2	ref4	ref10	ref1	ref3	ref6	ref11	ref5	ref14	ref13	ref12	100
unknown220	ref10	ref15	ref8	ref7	ref9	ref2	ref4	ref10	ref1	ref3	ref6	ref11	ref5	ref14	ref13	ref12	100
unknown221	ref11	ref11	ref1	ref4	ref13	ref5	ref10	ref14	ref3	ref9	ref2	ref12	ref6	ref15	ref7	ref8	30
unknown222	ref12	ref8	ref3	ref11	ref7	ref9	ref10	ref1	ref6	ref5	ref4	ref15	ref2	ref12	ref13	ref14	33.33
unknown223	ref13	ref1	ref8	ref4	ref2	ref15	ref11	ref9	ref10	ref6	ref14	ref5	ref7	ref12	ref13	ref3	73.33
unknown224	ref14	ref9	ref6	ref8	ref15	ref10	ref5	ref4	ref1	ref11	ref14	ref7	ref13	ref2	ref3	ref12	80
unknown225	ref15	ref15	ref6	ref9	ref10	ref4	ref7	ref1	ref2	ref8	ref5	ref3	ref14	ref13	ref11	ref12	100
unknown226	ref1	ref11	ref3	ref15	ref2	ref4	ref7	ref10	ref1	ref13	ref5	ref12	ref14	ref9	ref6	ref8	86.67
unknown227	ref2	ref3	ref5	ref2	ref11	ref13	ref4	ref1	ref14	ref15	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	46.67
unknown228	ref3	ref15	ref4	ref10	ref1	ref7	ref8	ref2	ref9	ref3	ref5	ref11	ref6	ref13	ref14	ref12	100
unknown229	ref4	ref4	ref5	ref10	ref3	ref1	ref6	ref2	ref14	ref7	ref15	ref8	ref11	ref9	ref13	ref12	40
unknown230	ref5	ref3	ref2	ref5	ref15	ref4	ref14	ref13	ref11	ref12	ref8	ref7	ref10	ref9	ref6	ref1	80
unknown231	ref6	ref9	ref10	ref6	ref15	ref8	ref7	ref3	ref5	ref4	ref2	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	80
unknown232	ref7	ref4	ref7	ref8	ref15	ref1	ref9	ref10	ref5	ref6	ref11	ref2	ref14	ref3	ref13	ref12	80
unknown233	ref8	ref9	ref6	ref10	ref4	ref7	ref8	ref11	ref2	ref3	ref5	ref13	ref14	ref12	ref15	ref12	6.67
unknown234	ref9	ref10	ref9	ref8	ref15	ref7	ref6	ref4	ref2	ref3	ref1	ref5	ref11	ref13	ref14	ref12	80
unknown235	ref10	ref9	ref6	ref8	ref10	ref15	ref3	ref5	ref2	ref7	ref4	ref14	ref1	ref11	ref13	ref12	73.33

ผนวก ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาวูรป็น ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวูรป็น (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown236	ref11	ref11	ref13	ref1	ref12	ref5	ref2	ref3	ref4	ref8	ref15	ref10	ref14	ref7	ref9	ref6	40
unknown237	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown238	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown239	ref14	ref5	ref13	ref3	ref4	ref2	ref14	ref8	ref11	ref1	ref12	ref7	ref10	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown240	ref15	ref14	ref4	ref7	ref5	ref8	ref13	ref10	ref2	ref1	ref15	ref3	ref11	ref6	ref12	ref9	40
unknown241	ref1	ref1	ref15	ref5	ref3	ref4	ref14	ref13	ref2	ref11	ref12	ref8	ref9	ref6	ref7	ref10	93.33
unknown242	ref2	ref3	ref5	ref2	ref11	ref13	ref4	ref1	ref14	ref15	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	46.67
unknown243	ref3	ref1	ref4	ref15	ref3	ref5	ref13	ref11	ref9	ref8	ref2	ref14	ref6	ref7	ref10	ref12	86.67
unknown244	ref4	ref10	ref7	ref4	ref1	ref2	ref15	ref11	ref9	ref6	ref5	ref3	ref13	ref14	ref8	ref12	66.67
unknown245	ref5	ref5	ref3	ref2	ref11	ref13	ref4	ref14	ref15	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	53.33
unknown246	ref6	ref6	ref15	ref10	ref9	ref8	ref7	ref5	ref3	ref2	ref1	ref4	ref13	ref11	ref14	ref12	93.33
unknown247	ref7	ref10	ref7	ref15	ref4	ref8	ref9	ref6	ref2	ref5	ref1	ref11	ref14	ref3	ref13	ref12	86.67
unknown248	ref8	ref8	ref15	ref7	ref2	ref11	ref4	ref10	ref5	ref1	ref9	ref14	ref6	ref3	ref13	ref12	93.33
unknown249	ref9	ref7	ref10	ref15	ref4	ref8	ref2	ref9	ref3	ref1	ref5	ref6	ref11	ref13	ref14	ref12	86.67
unknown250	ref10	ref10	ref9	ref6	ref8	ref15	ref7	ref3	ref4	ref5	ref2	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	73.33
unknown251	ref11	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown252	ref12	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown253	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown254	ref14	ref5	ref14	ref3	ref13	ref4	ref2	ref12	ref11	ref1	ref8	ref15	ref7	ref10	ref9	ref6	33.33
unknown255	ref15	ref13	ref14	ref8	ref5	ref11	ref2	ref4	ref1	ref15	ref7	ref10	ref12	ref9	ref6	ref3	46.67
unknown256	ref1	ref1	ref15	ref5	ref3	ref4	ref2	ref14	ref13	ref11	ref8	ref10	ref12	ref9	ref6	ref7	93.33
unknown257	ref2	ref10	ref2	ref7	ref5	ref3	ref1	ref4	ref15	ref13	ref11	ref9	ref14	ref8	ref6	ref12	53.33
unknown258	ref3	ref8	ref15	ref9	ref7	ref10	ref3	ref2	ref4	ref1	ref5	ref6	ref13	ref11	ref14	ref12	93.33
unknown259	ref4	ref4	ref5	ref3	ref10	ref1	ref2	ref15	ref6	ref7	ref13	ref8	ref11	ref9	ref14	ref12	60
unknown260	ref5	ref5	ref3	ref2	ref11	ref13	ref4	ref14	ref15	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	53.33
unknown261	ref6	ref6	ref9	ref3	ref10	ref15	ref2	ref8	ref7	ref5	ref4	ref1	ref14	ref11	ref13	ref12	73.33
unknown262	ref7	ref15	ref8	ref7	ref10	ref3	ref2	ref5	ref9	ref1	ref4	ref6	ref14	ref11	ref13	ref12	100
unknown263	ref8	ref6	ref9	ref4	ref10	ref8	ref7	ref11	ref5	ref1	ref2	ref14	ref3	ref15	ref13	ref12	30
unknown264	ref9	ref9	ref15	ref10	ref8	ref7	ref3	ref2	ref1	ref4	ref5	ref6	ref13	ref11	ref14	ref12	93.33
unknown265	ref10	ref15	ref10	ref8	ref2	ref5	ref3	ref9	ref6	ref4	ref7	ref1	ref11	ref14	ref13	ref12	100
unknown266	ref11	ref11	ref12	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref8	ref15	ref2	ref10	ref7	ref9	ref6	40
unknown267	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	13.33
unknown268	ref13	ref13	ref5	ref11	ref4	ref3	ref2	ref12	ref1	ref10	ref8	ref6	ref15	ref7	ref9	ref14	26.67
unknown269	ref14	ref2	ref14	ref3	ref13	ref4	ref5	ref1	ref11	ref7	ref12	ref8	ref9	ref15	ref10	ref6	30
unknown270	ref15	ref15	ref8	ref4	ref5	ref2	ref7	ref10	ref14	ref9	ref1	ref6	ref13	ref3	ref11	ref12	100
unknown271	ref1	ref10	ref8	ref9	ref4	ref15	ref6	ref3	ref5	ref7	ref1	ref11	ref13	ref2	ref12	ref14	73.33
unknown272	ref2	ref6	ref15	ref8	ref9	ref4	ref10	ref7	ref3	ref2	ref1	ref5	ref11	ref14	ref13	ref12	93.33
unknown273	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref15	ref2	ref3	ref4	ref7	ref5	ref1	ref14	ref13	ref11	ref12	73.33
unknown274	ref4	ref9	ref4	ref10	ref15	ref6	ref8	ref1	ref7	ref3	ref5	ref2	ref12	ref13	ref11	ref14	80
unknown275	ref5	ref6	ref8	ref9	ref10	ref4	ref15	ref1	ref3	ref7	ref5	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	66.67
unknown276	ref6	ref6	ref9	ref7	ref8	ref4	ref10	ref15	ref5	ref1	ref11	ref3	ref13	ref14	ref2	ref12	60
unknown277	ref7	ref8	ref15	ref2	ref9	ref4	ref3	ref6	ref7	ref10	ref5	ref14	ref1	ref11	ref13	ref12	93.33
unknown278	ref8	ref10	ref7	ref3	ref8	ref15	ref9	ref6	ref4	ref5	ref1	ref11	ref14	ref2	ref13	ref12	73.33
unknown279	ref9	ref8	ref7	ref2	ref4	ref15	ref10	ref9	ref1	ref6	ref3	ref5	ref11	ref14	ref13	ref12	73.33
unknown280	ref10	ref9	ref7	ref8	ref10	ref3	ref15	ref4	ref5	ref1	ref6	ref11	ref2	ref13	ref14	ref12	66.67
unknown281	ref11	ref5	ref11	ref9	ref3	ref8	ref13	ref6	ref10	ref7	ref14	ref12	ref15	ref1	ref2	ref4	26.67
unknown282	ref12	ref5	ref11	ref9	ref3	ref8	ref6	ref10	ref1	ref7	ref14	ref4	ref15	ref2	ref12	ref13	26.67

ผนวก ง ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาร์วอิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วอิน (ระหว่าง Unknow# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown283	ref13	ref10	ref6	ref1	ref9	ref4	ref3	ref8	ref5	ref7	ref11	ref2	ref12	ref13	ref14	ref15	6.67
unknown284	ref14	ref8	ref6	ref9	ref1	ref4	ref15	ref14	ref7	ref5	ref13	ref11	ref10	ref12	ref3	ref2	66.67
unknown285	ref15	ref4	ref14	ref5	ref15	ref3	ref9	ref10	ref1	ref6	ref13	ref7	ref11	ref8	ref12	ref2	80
unknown286	ref1	ref4	ref7	ref9	ref15	ref8	ref6	ref10	ref3	ref5	ref1	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	80
unknown287	ref2	ref6	ref15	ref8	ref9	ref10	ref7	ref4	ref1	ref3	ref11	ref5	ref13	ref14	ref2	ref12	93.33
unknown288	ref3	ref9	ref10	ref8	ref6	ref7	ref15	ref1	ref4	ref2	ref3	ref11	ref5	ref12	ref13	ref14	66.67
unknown289	ref4	ref4	ref15	ref10	ref9	ref1	ref8	ref6	ref7	ref5	ref3	ref2	ref13	ref14	ref12	ref11	93.33
unknown290	ref5	ref6	ref15	ref4	ref8	ref10	ref7	ref9	ref2	ref11	ref5	ref13	ref14	ref1	ref3	ref12	93.33
unknown291	ref6	ref9	ref10	ref6	ref7	ref8	ref3	ref4	ref5	ref2	ref1	ref13	ref15	ref14	ref12	ref11	26.67
unknown292	ref7	ref7	ref10	ref8	ref3	ref15	ref4	ref5	ref1	ref2	ref9	ref11	ref6	ref13	ref14	ref12	73.33
unknown293	ref8	ref7	ref10	ref4	ref2	ref3	ref11	ref8	ref15	ref9	ref5	ref6	ref1	ref13	ref14	ref12	53.33
unknown294	ref9	ref9	ref15	ref8	ref7	ref2	ref10	ref3	ref4	ref6	ref1	ref5	ref13	ref11	ref14	ref12	93.33
unknown295	ref10	ref9	ref8	ref10	ref15	ref4	ref6	ref7	ref1	ref2	ref3	ref5	ref14	ref13	ref11	ref12	80
unknown296	ref11	ref8	ref4	ref3	ref9	ref1	ref6	ref10	ref11	ref7	ref5	ref15	ref12	ref13	ref2	ref14	33.33
unknown297	ref12	ref8	ref11	ref9	ref1	ref3	ref5	ref6	ref10	ref7	ref12	ref4	ref13	ref15	ref14	ref2	30
unknown298	ref13	ref4	ref1	ref11	ref9	ref8	ref6	ref3	ref10	ref7	ref5	ref14	ref15	ref12	ref13	ref2	26.67
unknown299	ref14	ref14	ref1	ref4	ref9	ref10	ref5	ref7	ref6	ref13	ref3	ref8	ref11	ref2	ref15	ref12	13.33
unknown300	ref15	ref8	ref9	ref4	ref15	ref6	ref10	ref1	ref5	ref7	ref3	ref13	ref11	ref14	ref12	ref2	80
unknown301	ref1	ref4	ref7	ref9	ref15	ref8	ref6	ref10	ref3	ref5	ref1	ref2	ref11	ref13	ref12	ref14	80
unknown302	ref2	ref6	ref8	ref9	ref15	ref10	ref7	ref4	ref1	ref3	ref11	ref2	ref5	ref14	ref13	ref12	80
unknown303	ref3	ref9	ref6	ref10	ref8	ref4	ref1	ref3	ref15	ref5	ref2	ref7	ref13	ref14	ref12	ref11	53.33
unknown304	ref4	ref6	ref15	ref4	ref9	ref10	ref2	ref8	ref1	ref11	ref5	ref7	ref3	ref13	ref14	ref12	93.33
unknown305	ref5	ref6	ref15	ref8	ref7	ref9	ref4	ref10	ref2	ref11	ref1	ref5	ref14	ref3	ref12	ref13	93.33
unknown306	ref6	ref9	ref15	ref7	ref8	ref10	ref4	ref1	ref6	ref11	ref5	ref14	ref3	ref13	ref2	ref12	93.33
unknown307	ref7	ref8	ref10	ref7	ref4	ref9	ref2	ref3	ref6	ref15	ref14	ref1	ref5	ref13	ref11	ref12	46.67
unknown308	ref8	ref9	ref2	ref4	ref15	ref5	ref10	ref6	ref3	ref1	ref7	ref8	ref13	ref14	ref12	ref11	80
unknown309	ref9	ref15	ref8	ref7	ref9	ref2	ref4	ref10	ref1	ref6	ref3	ref5	ref11	ref14	ref13	ref12	100
unknown310	ref10	ref8	ref9	ref15	ref10	ref7	ref4	ref2	ref3	ref11	ref5	ref6	ref1	ref14	ref13	ref12	86.67
unknown311	ref11	ref11	ref1	ref4	ref12	ref13	ref5	ref10	ref14	ref3	ref9	ref2	ref7	ref6	ref15	ref8	13.33
unknown312	ref12	ref8	ref11	ref9	ref1	ref3	ref5	ref6	ref10	ref7	ref12	ref4	ref13	ref15	ref14	ref2	30
unknown313	ref13	ref4	ref1	ref11	ref9	ref8	ref6	ref10	ref3	ref7	ref5	ref14	ref15	ref12	ref13	ref2	26.67
unknown314	ref14	ref9	ref6	ref8	ref15	ref4	ref10	ref14	ref1	ref5	ref7	ref13	ref11	ref3	ref2	ref12	80
unknown315	ref15	ref15	ref8	ref6	ref9	ref1	ref5	ref10	ref4	ref7	ref3	ref13	ref11	ref14	ref12	ref2	100



อนุพนวก ง

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีที่สีทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	39.11	54.01	50.67	29.33	48	41.67	74.74	46.48	57.79	84	23.56	19.11	24	17.78	25.8	
unknown2	15.76	17.39	23.92	16.41	26.53	25.96	26.04	38.12	28.98	26.45	10.86	5.714	10.94	11.1	18.7	
unknown3	43.75	41.67	47.27	21.09	46.48	41.67	61.94	66.02	79.93	66.8	29.3	17.97	29.69	20.31	30.9	
unknown4	37.81	39.46	36.57	11.36	54.13	57.44	44.21	48.97	48.97	54.13	21.69	17.77	21.9	17.15	23.8	
unknown5	32.23	39.46	32.02	19.42	32.23	62.81	39.67	44.21	44.42	44.63	21.28	17.77	21.49	25.21	27.9	
unknown6	32.54	37.57	31.66	9.911	26.78	53.25	53.7	46.3	50	50.3	18.49	15.09	18.64	21.89	20.7	
unknown7	37.5	53.7	40.63	20.7	65.63	41.67	49.13	60.16	68.17	67.19	29.3	12.5	29.69	26.95	37.5	
unknown8	33.95	45.37	37.04	18.83	59.26	39.81	34.57	58.64	63.58	59.57	26.23	11.11	26.54	24.38	34	
unknown9	37.95	55.12	30.19	7.479	29.09	49.31	44.32	62.05	72.3	62.88	19.39	15.24	19.67	28.81	27.1	
unknown10	47.25	58.5	34.5	12.25	38.75	63.5	63.5	59.25	63.75	59.5	23.75	19.5	24	28	26	
unknown11	71.07	22.84	28.99	30.58	19.56	22.84	29.76	31.25	36.33	32.89	42	28	37	28	38.2	
unknown12	30.58	45.68	28.99	21.49	19.56	40.12	29.76	38.28	35.99	32.89	42	20	37	25	37.5	
unknown13	56.94	50	75.74	44.44	45.33	44.14	58.82	42.58	40.14	72.89	43.75	31.94	39.58	29.86	43.7	
unknown14	42.21	35.49	45.67	28.37	43.6	52.78	43.6	45.33	49.48	44.98	38.75	22.84	28.37	31.49	58.1	
unknown15	38.28	36.42	55.86	36.72	59.38	37.04	44.29	21.09	38.75	60.94	33.98	24.22	30.08	33.59	41.4	
unknown16	43.21	50.14	47.37	12.74	39.89	81.99	44.6	72.85	50.14	67.31	24.93	15.24	25.21	14.4	26.9	
unknown17	20.03	40.33	26.61	17.28	33.61	40.47	37.04	25.65	40.47	48.7	13.85	14.54	13.99	13.44	27.6	
unknown18	21.44	51.68	24.64	6.24	40.32	47.36	47.68	52.48	56	44.48	11.04	4	11.2	4	13.3	
unknown19	37.67	49.86	41.55	29.36	84.49	71.19	44.32	50.69	66.76	78.39	19.11	20.5	19.39	23.55	21.6	
unknown20	31.28	52.13	34.16	9.602	33.33	59.53	48.29	60.22	55.97	60.22	17.83	14.54	17.97	20.71	19.9	
unknown21	38.02	43.6	36.57	11.36	30.58	62.6	58.26	73.14	58.47	73.35	21.69	17.77	21.9	29.75	28.5	
unknown22	36.33	47.53	46.02	7.958	56.4	41.05	63.32	50.17	73.01	50.87	21.45	11.76	21.8	14.88	23.5	
unknown23	37.5	46.6	67.58	20.7	65.23	70.06	67.13	44.92	74.05	73.44	29.3	24.22	29.69	39.84	37.5	
unknown24	32.41	55.68	30.47	7.479	57.06	54.85	55.12	51.25	88.64	51.25	19.39	10.53	19.67	13.57	21.6	
unknown25	39.68	61	32.88	11.79	36.96	60.32	60.32	56.69	61	56.92	22.68	13.83	22.9	26.3	29.7	
unknown26	45.56	43.21	25.44	18.34	16.89	37.96	27.68	35.16	46.37	30.22	33.73	21.89	28.99	20.12	41.4	
unknown27	59.5	44.75	27.81	19.83	18.67	39.51	29.07	37.11	48.1	32	48.76	25.62	33.88	23.14	44.4	
unknown28	53.25	43.83	25.44	26.04	16.89	38.27	27.68	35.94	33.91	30.22	42.01	21.89	28.99	28.4	41.4	
unknown29	40.44	36.73	52.44	37.78	28.89	48.46	44.98	47.27	32.87	57.33	29.33	19.11	25.33	28.44	51.1	
unknown30	41.5	58.5	55.75	30	49	58.75	53.75	60.25	44.75	60	27.75	19.5	24.25	27.25	60.3	
unknown31	39.11	54.01	50.67	29.33	48	41.67	74.74	46.48	57.79	84	23.56	19.11	24	17.78	25.8	
unknown32	29.44	43.68	40.96	10.24	35.68	51.2	35.36	44	51.84	44.16	19.2	11.68	19.36	15.68	25.4	
unknown33	35.64	41.05	27.34	7.958	44.64	41.05	42.91	42.91	61.25	37.37	15.57	5.882	15.92	5.882	17.6	
unknown34	41.52	70.37	51.56	32.53	74.74	52.16	73.01	42.91	56.4	86.51	21.11	22.84	21.45	31.83	23.5	
unknown35	27.57	36.9	49.38	13.44	45.13	59.4	48.29	52.67	52.13	53.09	17.83	14.54	17.97	20.71	19.9	
unknown36	38.43	47.73	27.07	25.41	49.79	39.05	39.26	63.84	39.67	30.79	26.65	13.22	26.86	20.66	33.5	
unknown37	32.41	43.77	52.35	12.74	56.79	44.32	39.34	56.51	60.94	57.06	19.39	15.24	19.67	28.53	27.1	
unknown38	32.94	30.8	32.22	9.037	31.39	41.26	41.5	41.85	48.99	38.53	16.65	13.56	16.77	15.93	22.2	
unknown39	34.69	50.57	27.89	7.029	26.98	45.35	40.82	56.69	65.99	57.37	17.69	13.83	17.91	26.3	24.9	
unknown40	29.71	45.8	48.07	16.55	56.69	40.59	36.05	51.93	61.22	52.61	22.68	13.83	22.9	26.3	29.7	
unknown41	64.46	19.75	26.04	52.07	30.22	19.75	33.22	21.88	20.76	37.33	62.5	46.88	56.25	42.19	41	
unknown42	59.5	44.75	27.81	19.83	18.67	39.51	29.07	37.11	48.1	32	48.76	25.62	33.88	23.14	44.4	
unknown43	53.25	44.44	26.04	26.04	16.89	38.27	28.03	36.33	34.26	30.67	42.01	21.89	28.99	28.4	49.1	
unknown44	29.49	31.03	28.78	14.74	24.38	41.85	27.82	35.43	42.57	45.9	23.31	13.56	16.88	19.38	32.2	
unknown45	43.49	55.68	53.19	31.3	51.25	50.42	50.97	52.08	52.08	51.8	29.09	20.5	25.48	28.53	57.9	
unknown46	100	40.43	44.97	89.26	33.78	39.81	48.1	31.64	35.99	53.78	47.93	34.71	42.98	45.45	44.4	
unknown47	39.58	51.85	44.38	18.75	55.11	39.51	35.64	37.11	48.79	39.56	44.44	31.94	39.58	33.33	51.4	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown48	39.81	45.68	73.46	13.27	70.99	74.38	52.78	65.12	69.75	65.43	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown49	56.25	43.83	79.29	92.36	73.33	56.17	52.94	56.25	42.21	76.89	43.06	31.94	29.86	43.06	42.4	
unknown50	57.64	44.14	68.05	36.11	68.44	50.31	47.06	62.5	52.94	45.78	34.72	31.94	30.56	34.03	43.8	
unknown51	45.37	63.58	43.52	13.27	47.53	100	87.65	82.1	70.68	82.72	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown52	53.98	45.68	70.59	25.95	68.86	75.62	86.16	68.17	79.24	88.24	21.11	22.84	21.45	31.49	35.3	
unknown53	35.64	76.85	40.48	16.26	31.83	63.89	60.9	44.98	87.2	83.04	32.53	22.84	22.15	25.61	33.6	
unknown54	33.64	75.93	37.96	7.716	30.25	63.58	34.88	77.16	81.79	78.09	20.37	16.05	20.68	18.52	22.5	
unknown55	39.81	76.23	37.65	13.27	65.12	86.42	75	76.23	78.09	70.37	26.23	21.6	26.54	24.07	28.1	
unknown56	75.21	19.75	17.75	33.88	23.56	19.75	14.53	21.88	20.76	16	50	34.38	59.38	45.31	32.6	
unknown57	32.23	20.99	19.53	29.75	24.89	20.99	15.57	23.44	22.15	17.33	63.89	52	100	51.02	36.8	
unknown58	39.67	25.62	42.6	49.59	37.33	31.48	33.22	42.97	21.11	37.33	58.33	72	52	55.1	36.8	
unknown59	48.52	17.59	54.44	52.66	41.33	17.59	18.34	19.14	18.34	20	42.6	29.59	28.4	57.4	58.6	
unknown60	28.47	50.31	65.68	41.67	53.33	43.83	58.48	61.72	34.6	58.22	63.89	40.28	28.47	34.72	65.3	
unknown61	44.38	23.15	46.15	59.17	33.33	17.28	23.88	32.42	24.22	26.22	32.54	29.59	27.81	48.52	41.4	
unknown62	39.58	51.85	44.38	18.75	55.11	39.51	35.64	37.11	48.79	39.56	44.44	31.94	39.58	33.33	51.4	
unknown63	59.03	53.7	55.62	63.89	48.44	41.05	36.68	39.84	49.83	41.78	44.44	31.94	30.56	34.72	45.1	
unknown64	61.54	43.52	73.37	59.17	44.44	78.7	64.71	74.22	66.09	79.56	66.86	29.59	36.69	32.54	57.4	
unknown65	52.07	51.54	73.96	68.6	56.89	63.89	60.9	37.5	49.13	60.89	33	38	34	49	56.9	
unknown66	37.6	62.81	64.67	20.66	58.68	71.9	67.77	68.18	67.98	69.01	16.74	17.77	16.94	25	32.9	
unknown67	57.03	52.78	80.86	27.34	72.66	82.1	93.08	84.77	74.74	93.36	22.27	24.22	22.66	33.2	37.1	
unknown68	48.44	63.89	39.45	13.84	63.67	75	73.36	87.54	96.19	50.17	27.68	22.84	28.03	38.41	35.6	
unknown69	33.64	69.75	49.07	7.716	41.67	95.68	65.12	71.6	64.2	72.53	20.37	21.6	20.68	24.38	22.5	
unknown70	45.06	63.27	78.09	24.69	76.54	92.28	87.35	82.1	70.68	83.33	20.06	21.6	20.37	29.94	39.2	
unknown71	33.06	20.99	28.4	33.06	24.89	20.99	22.15	23.44	16.96	24.89	55.56	100	60	57.14	30.6	
unknown72	32.23	20.99	19.53	29.75	24.89	20.99	15.57	23.44	22.15	17.33	63.89	52	100	51.02	36.8	
unknown73	39.67	25.62	42.6	49.59	37.33	31.48	33.22	42.97	21.11	37.33	58.33	72	52	55.1	36.8	
unknown74	11.57	44.75	63.91	66.94	50.22	34.26	35.29	59.77	29.41	39.11	48	38	44	63	47.9	
unknown75	30.56	32.72	42.6	45.14	37.78	15.43	15.92	49.22	15.92	16.89	50	40.28	29.17	34.72	58.3	
unknown76	50	20.68	47.45	55.1	73.33	26.23	21.45	28.91	27.68	23.11	38.78	27.55	34.18	29.59	46.9	
unknown77	35.2	62.35	31.63	17.86	58.22	26.54	58.48	35.16	33.91	57.78	38.78	27.55	34.18	29.59	39.3	
unknown78	34.69	56.24	38.78	14.29	31.97	51.47	36.51	53.06	52.38	62.36	26.76	18.59	18.14	26.53	28.3	
unknown79	56.25	43.83	79.29	92.36	73.33	56.17	52.94	56.25	42.21	76.89	43.06	31.94	29.86	43.06	42.4	
unknown80	52.07	51.54	73.96	68.6	56.89	63.89	60.9	37.5	49.13	60.89	33	38	34	49	56.9	
unknown81	41	68.5	70.75	22.5	69.5	84	84.5	74.5	69.25	75.5	18.25	19.5	18.5	27.25	35.8	
unknown82	43.21	54.29	52.91	23.55	51.25	71.75	86.98	55.96	61.5	57.34	19.11	20.5	19.39	22.99	32.4	
unknown83	38.23	55.68	36.84	15.24	29.36	50.14	34.07	41	63.43	51.52	29.36	20.5	19.94	34.63	36.3	
unknown84	30.75	41.75	34.75	7.25	28	74	32.25	48.5	84.5	48.75	18.5	14.5	18.75	17	20.8	
unknown85	39.81	51.85	66.98	13.27	59.26	92.9	70.06	70.68	63.89	70.99	26.23	21.6	26.54	29.94	28.1	
unknown86	32.23	20.99	19.53	29.75	24.89	20.99	15.57	23.44	22.15	17.33	63.89	52	100	51.02	36.8	
unknown87	33.06	20.99	28.4	33.06	24.89	20.99	22.15	23.44	16.96	24.89	55.56	100	60	57.14	30.6	
unknown88	39.67	25.62	42.6	49.59	37.33	31.48	33.22	42.97	21.11	37.33	58.33	72	52	55.1	36.8	
unknown89	57.02	44.14	50.89	50.41	39.56	38.58	34.26	50	28.37	37.78	39.67	36.36	40.5	37.19	46.5	
unknown90	39.56	48.15	43.11	21.78	55.56	59.26	49.48	59.38	50.17	54.67	31.11	32.44	31.56	28.89	47.6	
unknown91	44.89	49.69	52	40.89	57.78	60.8	57.44	41.8	75.43	50.67	30.22	19.11	30.67	17.78	31.6	
unknown92	27.18	31.92	21.22	13.06	24.08	40.82	20.41	35.35	40.9	35.35	16.73	5.714	16.82	11.1	24.2	
unknown93	46.37	46.91	45.67	30.45	52.6	41.67	31.49	50.17	37.37	62.28	20.76	16.96	21.11	15.92	34.6	
unknown94	41.74	34.92	36.36	15.08	46.9	57.44	39.26	35.54	48.97	59.5	21.49	17.77	21.69	17.15	23.3	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown95	47.22	65.12	75	34.26	66.05	87.35	37.35	48.46	61.42	50	30.86	21.6	26.85	30.56	27.2	
unknown96	29.44	30.47	44.38	16.86	43.64	39.2	27.37	39.2	47.34	43.93	21.89	15.09	18.79	17.6	28	
unknown97	46.88	42.28	50.78	31.25	48.44	36.73	26.3	40.23	50.52	56.25	34.77	12.5	23.83	26.95	36.3	
unknown98	24.07	56.79	45.06	11.11	50	51.23	42.9	42.9	60.49	50	20.37	11.11	20.68	24.38	27.2	
unknown99	39.61	39.61	59.83	21.88	53.19	52.08	35.73	52.08	63.43	59	29.36	15.24	25.48	28.53	36.8	
unknown100	22	38.5	30.75	10.5	44.75	49.5	49.75	39	55	40.25	18.5	19.5	18.75	22.25	25	
unknown101	54.55	33.95	53.25	47.11	40.44	33.95	41.52	50.78	54.67	53.78	34	30	35	33	32.6	
unknown102	61.16	45.99	55.03	47.11	48	40.43	48.44	45.7	61.25	55.11	55	20	56	20	41.7	
unknown103	61.81	33.95	52.66	30.56	39.56	51.23	47.75	51.17	54.33	60.89	45.83	23.61	46.53	27.78	54.9	
unknown104	47.06	29.32	33.91	49.13	52.6	35.49	36.68	62.98	30.45	64.71	33.22	22.84	33.56	32.53	34.9	
unknown105	45.31	22.53	48.44	55.47	59.38	23.15	29.76	18.36	24.22	46.48	34.38	31.25	29.69	41.8	61.7	
unknown106	36.84	50.42	42.38	33.24	41.83	66.48	39.34	56.51	50.42	56.51	24.38	15.24	24.65	14.4	26.3	
unknown107	34.71	40.47	26.89	16.46	30.59	52.13	25.51	45.13	52.26	45.13	21.54	14.54	21.67	13.44	30.9	
unknown108	30.37	50.21	38.43	28.72	46.07	51.03	22.52	46.07	50.83	42.36	16.53	4.545	13.02	8.264	14.7	
unknown109	53.19	50.14	36.01	16.9	53.19	87.81	55.4	34.63	55.68	84.49	24.65	20.5	24.93	23.55	26.3	
unknown110	46.37	54.32	33.22	36.33	52.6	48.46	38.41	31.14	44.64	68.17	20.76	22.84	21.11	25.95	34.6	
unknown111	29.55	35.12	42.36	19.42	55.58	40.7	31.61	40.7	55.37	41.94	25.62	17.77	22.11	29.75	27.7	
unknown112	25.26	52.78	35.29	11.42	52.25	40.43	30.45	44.64	49.83	46.37	21.45	11.76	21.8	16.26	28.4	
unknown113	46.09	65.12	50	37.89	55.47	47.84	69.55	59.38	76.47	75.78	41.02	24.22	30.08	39.84	35.9	
unknown114	22.99	35.46	32.13	10.8	46.81	57.62	52.08	40.72	57.62	42.11	19.39	10.53	19.67	14.68	26	
unknown115	21.09	36.96	29.48	10.2	42.86	47.39	47.62	37.41	52.61	38.55	17.69	13.83	17.91	26.08	24	
unknown116	52.07	54.63	50.3	24.85	37.78	49.38	39.79	55.08	58.48	51.56	35.5	23.08	36.09	17.75	43.8	
unknown117	71.07	56.79	53.25	46.28	40	51.23	41.52	57.81	54.33	53.78	50.41	27.27	51.24	19.83	61.1	
unknown118	57.99	32.41	50.89	37.87	38.22	32.41	40.14	42.58	52.6	52	43.2	23.08	43.79	27.81	42.6	
unknown119	35.11	25.62	54.22	46.67	22.22	43.21	39.1	21.48	32.53	43.11	29.33	20	25.33	29.33	31.1	
unknown120	31.25	59	56	40.75	49	63.75	53	65.5	50.25	65	27.75	19.5	24.25	28.5	35	
unknown121	44.89	49.69	52	40.89	57.78	60.8	57.44	41.8	75.43	50.67	30.22	19.11	30.67	17.78	31.6	
unknown122	32.96	47.84	28.8	17.6	37.12	55.84	27.2	48.48	52	44.32	23.2	11.68	23.36	15.68	33.1	
unknown123	33.79	46.26	28.8	20.41	38.32	65.99	26.53	52.15	61	52.15	22.68	4.762	22.9	4.762	29	
unknown124	46.37	58.95	52.6	36.68	46.02	70.06	61.25	56.06	55.71	80.62	26.99	22.84	27.34	31.49	28.7	
unknown125	30.73	28.94	38.41	24.14	34.29	55.83	29.49	41.15	37.04	48.83	17.56	14.54	17.7	20.85	19.6	
unknown126	36.05	36.51	49.21	20.18	48.53	42.4	32.88	42.4	57.82	48.75	26.76	13.83	23.13	21.32	33.8	
unknown127	33.8	39.61	59.83	21.88	47.37	52.08	35.73	52.08	63.43	59	29.36	15.24	25.48	28.81	31.3	
unknown128	15.81	38.53	25.56	8.205	39.24	49.82	31.75	24.61	35.43	25.21	13.08	13.56	13.2	19.38	18.3	
unknown129	36.05	36.51	54.42	20.18	48.07	47.62	32.88	47.62	57.82	58.96	26.76	13.83	23.13	26.08	33.8	
unknown130	36.05	36.51	54.42	20.18	48.07	47.62	32.88	47.62	57.82	58.96	26.76	13.83	23.13	26.08	33.8	
unknown131	73.55	25.31	33.73	65.29	36.89	25.31	39.1	28.13	26.64	44	65.63	34.38	67.19	37.5	23.6	
unknown132	71.07	56.79	53.25	46.28	40	51.23	41.52	57.81	54.33	53.78	50.41	27.27	51.24	19.83	61.1	
unknown133	69.82	45.37	44.38	29.59	47.11	39.51	29.07	51.17	59.86	39.56	34.91	23.08	35.5	27.81	43.2	
unknown134	39.48	30.68	35.79	11.89	32.1	45.07	27.59	38.76	52.44	39	20.1	10.11	20.21	15.93	22	
unknown135	32.69	56.51	63.71	31.3	40.17	55.4	50.14	62.6	47.09	62.05	29.09	20.5	25.48	29.92	58.4	
unknown136	94.21	44.75	76.33	70.25	59.56	44.44	47.06	50	40.83	52.44	70.25	34.71	71.07	46.28	47.9	
unknown137	40.28	24.07	14.79	54.17	48.44	17.9	12.8	26.56	25.26	13.78	54.17	31.94	30.56	42.36	69.4	
unknown138	51.54	58.64	61.73	38.89	65.43	87.65	41.36	60.49	66.36	59.88	37.04	21.6	32.72	30.56	32.1	
unknown139	75	45.37	76.33	91.67	66.67	64.51	55.02	50.39	38.75	73.78	44.44	31.94	38.89	52.08	47.9	
unknown140	48.61	50	66.27	9.028	51.11	26.85	28.37	48.83	34.26	31.11	29.17	31.94	29.86	34.03	37.5	
unknown141	24.69	63.27	33.95	16.98	32.41	97.22	66.36	42.59	61.11	39.2	25	21.6	20.99	24.38	32.7	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ การบันทึกทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown142	43.94	58.33	53.29	23.88	58.48	93.83	86.85	50.87	93.43	52.94	32.53	22.84	28.37	25.61	40.5	
unknown143	43.6	58.95	47.4	35.99	58.48	47.22	80.28	75.78	88.58	78.2	38.75	22.84	28.37	26.3	34.3	
unknown144	41.36	53.09	51.23	34.26	55.56	41.05	66.36	72.22	61.11	68.21	36.73	16.05	26.85	20.99	32.7	
unknown145	24.69	76.85	33.95	16.98	26.23	41.05	71.91	48.15	55.25	33.02	24.69	21.6	20.99	24.38	32.7	
unknown146	84.3	25.31	25.44	30.58	30.22	25.31	20.42	28.13	26.64	22.67	53.13	37.5	54.69	35.94	27.1	
unknown147	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown148	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown149	56.21	27.47	68.64	45.56	53.78	39.2	34.6	43.75	34.6	38.22	40.83	29.59	36.69	40.83	51.5	
unknown150	60.42	45.06	59.17	66.67	45.78	50.31	59.17	55.86	42.21	59.11	45.14	41.67	45.83	52.08	56.3	
unknown151	45.56	44.14	82.25	18.34	57.78	26.54	27.68	49.22	33.91	30.22	33.14	29.59	28.4	31.95	41.4	
unknown152	40.28	24.07	14.79	54.17	48.44	17.9	12.8	26.56	25.26	13.78	54.17	31.94	30.56	42.36	69.4	
unknown153	47.92	63.89	61.54	36.81	47.11	51.54	41.87	44.92	48.44	46.67	34.72	31.94	29.86	33.33	61.8	
unknown154	44.38	44.14	84.62	26.63	67.11	44.14	71.28	42.19	40.14	88.89	41.42	29.59	36.69	32.54	40.8	
unknown155	28.1	24.38	73.96	59.5	56.89	30.56	32.18	26.95	32.18	36	63	38	36	49	56.3	
unknown156	24.38	49.38	32.44	18.6	26.45	53.93	49.17	36.57	55.17	36.36	30.37	17.77	22.11	25	31.8	
unknown157	39.84	65.74	50.39	31.25	41.41	94.75	81.31	72.66	57.09	49.61	34.38	24.22	30.08	26.95	43	
unknown158	37.72	58.95	41.52	41.87	51.56	64.81	56.06	64.01	94.46	41.18	44.98	22.84	28.37	25.61	34.6	
unknown159	35.8	58.33	45.37	28.4	43.83	94.14	54.63	49.07	86.42	50.93	30.86	21.6	26.85	24.38	38.9	
unknown160	24.69	70.06	33.95	16.98	32.41	97.22	66.36	42.59	61.11	39.2	25	21.6	20.99	24.38	32.7	
unknown161	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown162	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown163	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown164	33.88	34.57	63.91	61.98	47.56	29.63	30.45	59.77	24.57	33.78	46	38	35	39	29.2	
unknown165	42.36	33.64	36.09	48.61	46.67	33.64	29.41	43.75	29.41	32.44	50	31.25	37.5	43.75	79.2	
unknown166	42.86	43.21	46.43	17.86	56.89	25.93	32.87	47.66	38.75	36	31.12	27.55	26.53	30.1	39.3	
unknown167	34.69	74.07	54.59	47.96	49.33	37.35	70.24	53.91	33.22	70.67	30.61	27.55	26.53	37.24	45.9	
unknown168	25.4	51.47	28.57	19.27	32.65	71.43	56.46	27.89	52.38	27.66	26.76	18.59	23.13	26.08	28.3	
unknown169	75	45.37	76.33	91.67	66.67	64.51	55.02	50.39	38.75	73.78	44.44	31.94	38.89	52.08	47.9	
unknown170	28.1	24.38	73.96	59.5	56.89	30.56	32.18	26.95	32.18	36	63	38	36	49	56.3	
unknown171	22.5	38.75	31	15.75	29.75	70.25	70.5	49.25	55.75	35.75	22.75	19.5	19	22.25	30	
unknown172	23.55	51.8	32.41	16.34	31.02	46.81	74.52	45.98	47.37	31.58	23.82	20.5	19.94	23.27	37.1	
unknown173	39.34	45.43	42.94	32.69	52.91	46.26	46.54	68.42	58.17	70.36	34.9	20.5	25.48	28.81	31.3	
unknown174	22.5	44.25	31	15.75	29.75	55.75	65.75	49.5	50.25	35.75	22.75	14.5	19	22.25	35.5	
unknown175	24.69	59.26	33.95	16.98	26.23	95.37	49.07	53.7	56.17	39.2	30.86	21.6	20.99	24.38	32.7	
unknown176	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown177	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown178	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown179	50.41	33.95	46.15	50.41	39.56	33.95	29.41	45.7	23.53	32.44	39.67	25.62	32.23	36.36	27.8	
unknown180	49.33	37.96	59.11	45.78	51.11	55.25	45.33	48.44	46.02	50.22	37.33	33.33	37.78	42.67	60	
unknown181	35.29	46.91	39.45	7.958	56.06	76.54	55.02	74.74	73.36	75.09	21.45	16.96	21.8	15.92	23.5	
unknown182	27.67	35.1	21.31	15.51	26.53	35.35	20.65	35.84	32.57	35.59	16.57	5.714	11.18	11.1	24	
unknown183	20.63	71.66	29.02	19.27	27.44	61.68	46.49	33.33	62.13	33.11	26.98	13.83	18.37	21.32	28.3	
unknown184	28.51	30.58	36.98	18.6	50.21	58.68	30.58	35.74	50.41	54.96	25.62	17.77	22.11	17.15	27.3	
unknown185	36.67	34.22	44.8	31.38	43.1	47.64	34.4	48.96	48.02	57.28	24.39	12.67	21.17	12.1	26.3	
unknown186	32.69	34.02	47.78	20.27	47.04	42.31	30.47	43.34	50.89	47.04	26.04	15.09	22.78	21.45	31.5	
unknown187	45.31	43.21	49.61	36.33	53.52	48.77	44.98	54.3	69.55	55.08	35.55	12.5	24.22	27.73	35.5	
unknown188	22.84	57.72	44.14	15.74	54.63	57.72	41.36	43.21	65.43	48.46	19.44	11.11	15.43	25	26.5	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีทิศทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown189	38.5	44.32	59	26.32	57.62	50.69	34.35	52.63	68.14	57.62	29.92	15.24	25.76	28.53	36.3	
unknown190	26	43	35	14.75	49	53.25	53.5	44.25	59.5	44	22.75	19.5	19	27.25	29.5	
unknown191	54.55	33.95	53.25	47.11	40.44	33.95	41.52	50.78	54.67	53.78	34	30	35	33	32.6	
unknown192	61.16	45.99	55.03	47.11	48	40.43	48.44	45.7	61.25	55.11	55	20	56	20	41.7	
unknown193	61.81	33.95	52.66	30.56	39.56	51.23	47.75	51.17	54.33	60.89	45.83	23.61	46.53	27.78	54.9	
unknown194	47.06	29.32	33.91	49.13	52.6	35.49	36.68	62.98	30.45	64.71	33.22	22.84	33.56	32.53	34.9	
unknown195	45.31	22.53	48.44	55.47	59.38	23.15	29.76	18.36	24.22	46.48	34.38	31.25	29.69	41.8	61.7	
unknown196	39.11	48.15	43.56	8.444	56.44	59.57	56.06	46.88	62.63	48.89	24	19.11	24.44	17.78	25.8	
unknown197	39.23	44.72	30.73	19.48	33.61	48.83	29.63	49.66	41.56	49.25	24.97	14.54	18.11	16.87	34.2	
unknown198	29.32	42.59	38.58	33.02	54.01	54.94	53.7	43.52	48.46	49.07	19.14	11.11	15.12	9.568	27.5	
unknown199	32.41	34.35	42.11	20.78	57.06	66.76	34.35	40.44	52.35	68.42	29.36	20.5	25.48	23.55	30.7	
unknown200	46.75	38.5	56	35.5	48.75	59	43.75	60.75	49.5	64.75	27.75	19.5	24.25	27.5	29.5	
unknown201	33.26	39.26	46.28	23.35	59.5	44.21	35.12	45.66	59.5	45.45	30.58	17.77	26.86	29.75	31.8	
unknown202	23.88	47.22	34.26	16.26	57.09	34.88	24.57	44.98	49.83	44.64	20.42	11.76	16.26	16.26	27.7	
unknown203	50.78	59.57	55.08	42.97	60.55	42.28	63.67	53.13	76.47	73.83	48.05	24.22	36.72	39.84	41.4	
unknown204	21.88	40.17	31.3	15.24	51.25	56.23	50.69	41	62.33	40.72	18.56	10.53	14.68	14.68	25.5	
unknown205	24.94	41.27	33.56	14.29	46.94	51.02	51.25	42.4	56.92	42.18	21.77	13.83	18.14	26.08	28.3	
unknown206	52.07	54.63	50.3	24.85	37.78	49.38	39.79	55.08	58.48	51.56	35.5	23.08	36.09	17.75	43.8	
unknown207	71.07	56.79	53.25	46.28	40	51.23	41.52	57.81	54.33	53.78	50.41	27.27	51.24	19.83	61.1	
unknown208	57.99	32.41	50.89	37.87	38.22	32.41	40.14	42.58	52.6	52	43.2	23.08	43.79	27.81	42.6	
unknown209	35.11	25.62	54.22	46.67	22.22	43.21	39.1	21.48	32.53	43.11	29.33	20	25.33	29.33	31.1	
unknown210	31.25	59	56	40.75	49	63.75	53	65.5	50.25	65	27.75	19.5	24.25	28.5	35	
unknown211	39.11	48.15	43.56	8.444	56.44	59.57	56.06	46.88	62.63	48.89	24	19.11	24.44	17.78	25.8	
unknown212	37.92	52.48	32.96	20.8	40.32	56.64	31.68	53.44	44.64	48.8	26.88	11.68	19.52	15.2	36.6	
unknown213	26.74	24.13	43.06	34.2	41.49	33.16	28.65	38.02	46.01	37.67	19.1	12.15	15.8	18.75	21.2	
unknown214	29.71	31.75	38.55	19.27	52.15	61	31.75	37.19	52.61	62.36	26.76	18.59	23.13	21.54	28.3	
unknown215	36.54	34.62	43.79	28.11	38.61	46.45	34.76	47.49	42.9	54.88	21.75	15.09	18.79	17.46	23.7	
unknown216	28.93	47.73	32.02	6.818	31.2	67.15	72.11	53.51	67.56	40.5	16.94	13.22	17.15	20.45	19.4	
unknown217	32.69	44.32	59	26.32	51.8	50.69	34.35	52.63	68.14	57.62	29.92	15.24	25.76	29.36	30.7	
unknown218	18.79	41.74	28.66	11.3	42.33	52.68	34.6	28.18	38.64	28.06	16.17	13.56	13.32	22.83	21.5	
unknown219	35.15	40.82	53.74	24.26	52.15	46.49	31.75	48.07	62.13	57.82	27.21	13.83	23.36	26.08	33.3	
unknown220	35.15	40.82	53.74	24.26	52.15	46.49	31.75	48.07	62.13	57.82	27.21	13.83	23.36	26.08	33.3	
unknown221	73.55	25.31	33.73	65.29	36.89	25.31	39.1	28.13	26.64	44	65.63	34.38	67.19	37.5	23.6	
unknown222	71.07	56.79	53.25	46.28	40	51.23	41.52	57.81	54.33	53.78	50.41	27.27	51.24	19.83	61.1	
unknown223	69.82	45.37	44.38	29.59	47.11	39.51	29.07	51.17	59.86	39.56	34.91	23.08	35.5	27.81	43.2	
unknown224	39.48	30.68	35.79	11.89	32.1	45.07	27.59	38.76	52.44	39	20.1	10.11	20.21	15.93	22	
unknown225	32.69	56.51	63.71	31.3	40.17	55.4	50.14	62.6	47.09	62.05	29.09	20.5	25.48	29.92	58.4	
unknown226	94.21	33.64	60.95	57.85	53.33	33.33	41.52	50.78	29.07	53.33	70.25	34.71	52.89	35.54	53.5	
unknown227	49.31	18.52	24.26	63.19	56	18.52	19.38	20.31	19.38	21.33	54.86	31.94	30.56	33.33	63.2	
unknown228	57.41	53.09	67.59	44.75	71.3	82.1	46.91	66.36	72.53	65.43	36.73	21.6	20.99	24.07	38.3	
unknown229	75	45.37	76.33	91.67	66.67	64.51	55.02	50.39	38.75	73.78	44.44	31.94	38.89	52.08	47.9	
unknown230	39.58	44.44	58.58	10.42	44.44	21.3	22.49	42.58	28.37	24.44	35.42	31.94	30.56	42.36	52.1	
unknown231	29.01	63.27	38.58	21.6	37.04	97.22	70.37	43.52	66.05	43.21	30.86	21.6	26.85	29.94	37.7	
unknown232	48.44	58.33	58.13	28.72	63.32	88.27	86.85	57.44	93.43	57.09	39.1	22.84	34.6	31.49	45.7	
unknown233	48.1	53.4	52.25	40.83	63.32	41.67	74.39	76.47	88.58	76.47	45.33	22.84	34.6	28.03	39.4	
unknown234	41.05	59.26	50.62	44.75	66.05	53.09	64.81	73.15	72.22	66.67	25.62	16.05	15.43	18.52	33.6	
unknown235	29.01	76.85	38.58	21.6	30.86	35.49	70.37	37.35	60.19	37.04	30.56	21.6	26.85	29.94	37.7	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown236	84.3	25.31	25.44	30.58	30.22	25.31	20.42	28.13	26.64	22.67	53.13	37.5	54.69	35.94	27.1	
unknown237	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown238	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown239	56.21	27.47	68.64	45.56	53.78	39.2	34.6	43.75	34.6	38.22	40.83	37.28	42.6	24.85	60.4	
unknown240	60.42	45.06	59.17	66.67	45.78	50.31	59.17	55.86	42.21	59.11	45.14	41.67	45.83	52.08	56.3	
unknown241	53.85	38.58	74.56	26.63	51.11	20.99	21.8	42.97	28.03	23.56	41.42	29.59	36.69	31.36	50.3	
unknown242	49.31	18.52	24.26	63.19	56	18.52	19.38	20.31	19.38	21.33	54.86	31.94	30.56	33.33	63.2	
unknown243	57.64	58.33	53.85	45.83	40.44	45.99	35.99	38.67	42.56	40	44.44	31.94	38.89	42.36	61.1	
unknown244	53.25	38.58	84.62	34.91	67.11	38.58	65.4	35.94	34.26	88.89	50.3	29.59	44.97	32.54	49.1	
unknown245	19.01	18.83	66.27	60.33	50.22	25	26.3	20.7	26.3	29.33	64	38	36	38	47.9	
unknown246	29.13	54.34	37.19	23.35	31.2	58.47	53.72	41.32	60.12	40.91	25.62	17.77	17.36	20.25	36.8	
unknown247	44.53	65.74	55.47	36.33	46.48	89.2	75.43	66.41	57.09	53.91	41.41	24.22	36.72	33.2	48.4	
unknown248	42.21	53.4	46.37	46.71	56.4	59.26	50.17	70.59	94.46	45.33	51.56	22.84	34.6	31.49	39.8	
unknown249	40.43	53.09	50.31	38.89	54.32	89.51	58.64	55.56	97.53	54.94	31.17	21.6	20.99	24.07	44.4	
unknown250	29.01	70.06	38.58	21.6	37.04	97.22	70.37	43.52	66.05	43.21	30.86	21.6	26.85	29.94	37.7	
unknown251	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown252	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown253	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown254	33.88	34.57	63.91	61.98	47.56	29.63	30.45	59.77	24.57	33.78	46	48	42	30	38.9	
unknown255	39.64	27.16	35.5	45.56	46.67	33.33	29.07	43.36	28.37	32	38.46	28.99	42.6	33.14	60.9	
unknown256	50.51	37.65	54.08	25.51	50.22	20.37	26.99	41.41	32.87	29.33	38.78	27.55	34.18	29.59	47.4	
unknown257	42.35	74.07	55.1	55.61	56.89	37.96	64.36	55.08	33.91	64.89	38.27	27.55	34.18	29.59	54.1	
unknown258	30.39	56.69	33.56	24.26	37.64	71.43	56.46	32.88	57.6	32.43	26.76	18.59	18.14	21.09	33.6	
unknown259	84.03	45.37	76.33	92.36	66.67	64.51	55.02	44.14	38.75	73.78	43.75	31.94	30.56	33.33	55.6	
unknown260	19.01	18.83	66.27	60.33	50.22	25	26.3	20.7	26.3	29.33	64	38	36	38	47.9	
unknown261	26.5	43.25	35.25	20	34	74	74.25	39.75	60.25	39.5	28	19.5	24.25	27.25	34.5	
unknown262	27.7	56.51	36.84	20.78	35.46	50.69	78.39	35.73	52.08	35.46	29.36	20.5	25.48	28.53	41.8	
unknown263	43.49	50.14	47.37	37.12	57.34	50.14	50.42	74.24	62.88	74.24	40.72	20.5	31.02	34.07	36	
unknown264	21.75	54.25	30.5	25.25	39.25	54.5	64.5	35	60.25	34.5	18	14.5	14	17	36.3	
unknown265	29.01	59.26	38.58	21.6	30.86	95.37	53.09	43.52	61.11	43.21	36.73	21.6	26.85	29.94	37.7	
unknown266	41.32	26.54	27.22	33.06	31.56	26.54	21.45	29.69	28.03	24	94.44	60	100	46.94	29.2	
unknown267	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown268	42.98	32.41	52.66	61.98	45.78	38.27	40.48	49.22	22.49	45.78	58.33	52	52	26.53	28.5	
unknown269	50.41	33.95	46.15	50.41	39.56	33.95	29.41	45.7	23.53	32.44	39.67	34.71	38.84	28.1	55.6	
unknown270	49.33	37.96	59.11	45.78	51.11	55.25	45.33	48.44	46.02	50.22	37.33	33.33	37.78	42.67	60	
unknown271	29.41	46.3	33.56	7.958	37.72	75.93	54.33	49.48	60.9	49.48	21.45	16.96	21.8	15.92	23.5	
unknown272	21.8	43.51	21.06	4.816	20.65	31.84	20.33	44.08	40.73	26.45	10.94	5.714	11.02	11.1	10	
unknown273	24.94	80.27	33.33	7.029	31.97	70.29	55.78	41.72	70.29	42.4	17.69	13.83	17.91	21.32	15.2	
unknown274	37.6	38.84	36.36	6.818	35.74	66.94	39.26	43.8	58.26	44.42	16.94	17.77	17.15	17.15	14.7	
unknown275	31.57	42.16	30.62	6.616	25.14	55.58	38	56.71	55.58	66.16	16.26	12.67	16.45	12.1	14.2	
unknown276	27.81	45.41	31.66	16.86	31.66	45.86	30.33	54.44	58.14	55.18	22.19	15.09	22.34	17.46	20.3	
unknown277	25	35.19	42.19	8.203	46.09	41.36	30.8	51.17	55.02	67.19	22.66	12.5	23.05	27.73	18.4	
unknown278	33.33	57.1	26.23	11.73	50	45.99	46.91	48.15	75.93	48.15	25.93	11.11	26.23	25	21.9	
unknown279	38.78	50.14	59.28	31.86	63.16	50.69	34.35	52.91	73.96	58.17	24.38	15.24	14.68	17.73	36.8	
unknown280	36.25	52.5	44.75	22.75	59.25	62.25	63	53.25	68.5	53.5	29	19.5	29.25	22	36	
unknown281	80.17	28.4	36.69	28.93	26.22	28.4	35.64	37.5	42.21	39.56	44	30	55	30	53.5	
unknown282	39.67	51.23	36.69	28.93	26.22	45.68	35.64	44.53	41.87	39.56	44	20	45	28	53.5	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown283	79.17	55.56	83.43	39.58	52	49.69	64.71	48.83	46.02	79.56	36.81	31.94	46.53	31.25	54.9	
unknown284	34.6	34.88	39.45	24.22	39.45	57.72	48.79	37.72	49.48	38.06	33.56	28.72	33.91	26.64	53.3	
unknown285	55.86	35.8	55.47	32.42	55.08	30.56	43.25	19.92	37.72	59.77	28.52	24.22	28.91	46.88	36.3	
unknown286	32.44	41.67	36.89	8.444	41.78	47.53	37.37	39.45	43.94	40.89	24	19.11	24.44	17.78	25.8	
unknown287	43.21	51.71	34.29	17.28	41.15	36.49	33.06	52.81	48.29	52.81	21.81	14.81	21.95	13.17	27.6	
unknown288	40.43	40.12	25.93	7.716	41.98	52.47	35.8	53.09	57.72	59.57	20.37	11.11	20.68	9.568	17	
unknown289	42.94	43.77	41.27	7.479	40.44	76.18	44.32	49.58	50.69	50.42	19.39	20.5	19.67	23.55	16.3	
unknown290	52.25	43.75	61.25	40.75	54	53.75	43	66	54.75	70.25	33.25	19.5	29.5	27.5	34.8	
unknown291	33.26	57.23	46.28	15.91	49.59	57.44	48.97	49.59	53.72	59.3	16.74	17.77	16.94	20.25	23.8	
unknown292	30.8	52.16	39.79	26.3	69.2	45.99	42.56	49.48	80.62	49.83	22.15	11.76	22.49	14.88	30.8	
unknown293	62.5	58.33	55.47	45.31	55.08	59.88	50.52	45.7	69.2	81.64	49.22	24.22	35.94	26.56	36.7	
unknown294	16.5	43.5	35.75	25.5	59.75	59.25	54	45	70.25	44.5	18	14.5	14	18.25	25.5	
unknown295	24.17	52.89	32.02	6.818	35.74	57.23	58.47	48.97	67.36	49.79	16.94	13.22	17.15	15.7	14.7	
unknown296	66.27	48.77	33.14	13.61	23.56	43.52	33.56	41.41	46.37	36.89	34.91	23.08	43.2	21.3	43.2	
unknown297	68.6	50.31	35.5	28.1	25.33	45.06	34.95	43.36	48.1	38.67	50.41	27.27	61.16	24.79	61.1	
unknown298	75.15	49.38	33.14	21.3	23.56	43.83	33.56	42.19	39.79	36.89	43.2	23.08	52.07	29.59	43.2	
unknown299	38.22	25	52	33.33	20.89	42.28	38.41	33.2	32.18	42.22	30.22	20	30.67	29.78	52.4	
unknown300	35.25	52.75	50.5	26.25	45.25	79.25	48	54	64.25	54.25	23.25	19.5	23.5	23	56	
unknown301	32.44	41.67	36.89	8.444	41.78	47.53	37.37	39.45	43.94	40.89	24	19.11	24.44	17.78	25.8	
unknown302	42.24	60	36.8	18.56	48.48	39.04	35.36	56.8	51.84	52.64	23.52	11.68	23.68	14.08	29.6	
unknown303	29.44	43.2	28.32	6.24	31.84	47.52	43.36	48.16	51.36	48.64	15.04	15.68	15.2	18.08	13.3	
unknown304	34.92	36.73	43.54	24.26	57.14	61	36.28	42.18	57.6	41.72	31.97	18.59	28.12	21.54	33.3	
unknown305	36.83	38.61	43.93	32.1	42.6	38.61	30.47	47.63	46.89	55.18	25.89	15.09	22.78	17.6	27.7	
unknown306	35.15	45.8	28.34	14.29	32.2	46.94	41.95	58.05	62.59	57.82	26.76	13.83	23.13	21.32	28.6	
unknown307	27.15	53.74	41.83	7.479	45.98	60.11	44.6	61.77	71.75	67.87	19.39	15.24	19.67	29.36	16.3	
unknown308	15.81	45.9	25.68	18.67	39	24.73	24.85	42.69	35.55	25.33	12.96	13.56	13.08	15.93	21.8	
unknown309	35.37	46.03	53.97	29.25	57.14	46.49	31.75	48.3	67.35	57.82	22.22	13.83	13.38	16.33	33.8	
unknown310	44.22	55.1	38.78	35.37	48.53	55.56	41.72	57.14	75.96	63.04	32.88	13.83	22.9	16.33	24.5	
unknown311	73.55	25.31	33.73	65.29	36.89	25.31	39.1	28.13	26.64	44	65.63	46.88	79.69	45.31	42.4	
unknown312	68.6	50.31	35.5	28.1	25.33	45.06	34.95	43.36	48.1	38.67	50.41	27.27	61.16	24.79	61.1	
unknown313	75.15	50	33.73	21.3	23.56	43.83	33.91	42.58	40.14	37.33	43.2	23.08	43.79	29.59	50.9	
unknown314	28.89	27.35	25.21	11.89	21.52	38.05	24.02	35.08	45.18	42.09	20.1	13.56	20.21	16.29	29.1	
unknown315	36.84	49.58	52.91	27.42	47.37	71.75	50.14	50.69	61.77	50.97	24.38	20.5	24.65	24.1	58.7	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	52.44	34.67	56.44	29.33	42.67	43.75	53.7	53.7	43.75	43.75	20	19.11	20	17.78	45.3	
unknown2	18.53	12.16	23.67	16.41	17.88	37.39	25.8	25.88	28.57	37.39	5.714	5.714	8.571	11.1	18.5	
unknown3	30.08	14.84	46.88	21.09	27.34	64	64.81	58.95	79.5	64	18.75	17.97	23.83	20.31	35.9	
unknown4	18.8	17.56	50.21	11.36	31.61	56.82	52.69	52.89	57.02	56.82	18.18	17.77	17.56	17.15	32.4	
unknown5	31.2	15.29	31.4	19.42	36.57	61.16	25	61.98	52.69	61.16	27.27	17.77	26.65	25.21	36.4	
unknown6	20.41	27.22	31.21	9.911	35.06	52.66	49.7	45.71	49.11	52.66	15.38	15.09	22.78	21.89	35.8	
unknown7	43.36	21.09	40.23	20.7	59.77	59	52.78	64.81	74.5	59	12.5	12.5	23.44	26.95	50.8	
unknown8	39.2	19.75	36.73	18.83	42.28	47	33.95	39.81	41.75	47	11.11	11.11	20.99	24.38	45.7	
unknown9	31.58	24.65	29.92	7.479	51.52	67.25	71.75	60.39	88.75	67.25	15.79	15.24	25.48	28.81	36.6	
unknown10	25.5	28.5	34	12.25	44.25	46	62.5	57.5	51	46	20	19.5	29.5	28	40.5	
unknown11	19.39	41.78	27.55	30.58	27.55	36.5	28.09	34.57	41.75	36.5	20	28	37	28	26	
unknown12	19.39	26.67	27.55	21.49	42.86	36.25	22.53	34.26	41.75	36.25	20	20	20	25	18.9	
unknown13	62.24	31.11	63.27	44.44	47.45	67	33.02	38.27	40.25	67	25	31.94	29.86	29.86	53.6	
unknown14	45.33	20.76	45.67	28.37	33.91	48.5	47.22	53.4	43.25	48.5	23.53	22.84	28.03	31.49	56.1	
unknown15	49.22	21.48	48.83	36.72	42.58	44.25	37.04	25.62	28.75	44.25	25	24.22	23.83	33.59	53.1	
unknown16	21.05	19.39	62.88	12.74	30.19	83	49.58	71.47	68	83	15.79	15.24	15.79	14.4	36.8	
unknown17	19.62	11.25	26.34	17.28	26.06	47.19	55.28	28.67	43.48	47.19	11.11	14.54	18.52	13.44	27	
unknown18	29.28	24.32	36.64	6.24	28.16	58.88	43.04	51.52	83.36	58.88	4	4	4	4	21.4	
unknown19	48.2	13.85	46.26	29.36	63.16	83.25	81.72	70.64	67.5	83.25	26.32	20.5	25.48	23.55	42.7	
unknown20	23.46	15.09	34.02	9.602	26.34	58.57	28.81	51.99	62.96	58.57	22.22	14.54	25.65	20.71	34.7	
unknown21	28.31	17.15	36.36	11.36	35.95	75.62	39.05	38.84	57.23	75.62	18.18	17.77	26.65	29.75	41.5	
unknown22	28.72	44.98	51.56	7.958	38.41	63.75	58.02	52.16	74	63.75	11.76	11.76	16.61	14.88	28.4	
unknown23	30.47	21.09	67.19	20.7	53.52	73.75	64.2	52.47	85.75	73.75	25	24.22	36.33	39.84	64.1	
unknown24	31.86	46.54	51.8	7.479	40.44	62.5	54.57	81.99	78	62.5	10.53	10.53	14.96	13.57	31.9	
unknown25	29.48	17.69	32.65	11.79	42.4	64.4	59.86	55.1	59.64	64.4	14.29	13.83	23.13	26.3	38.5	
unknown26	16.33	23.56	24.49	18.34	39.29	34.5	26.23	44.14	40	34.5	15.38	21.89	20.12	20.12	15.8	
unknown27	18.37	25.33	26.53	19.83	41.84	35.75	27.47	45.68	41.25	35.75	18.18	25.62	23.14	23.14	17.9	
unknown28	16.33	23.56	24.49	26.04	39.8	34.75	26.23	32.41	40	34.75	15.38	21.89	20.12	28.4	15.8	
unknown29	36.44	36.44	36.89	37.78	51.11	44.25	48.77	31.48	28.75	44.25	13.33	19.11	18.22	28.44	50.2	
unknown30	49.75	18.75	60.5	30	40.25	56.75	52.5	44	52.25	56.75	30	19.5	29.25	27.25	53.8	
unknown31	52.44	34.67	56.44	29.33	42.67	43.75	53.7	53.7	43.75	43.75	20	19.11	20	17.78	45.3	
unknown32	20.96	20	40.64	10.24	32.32	50.56	34.72	34.88	63.2	50.56	12	11.68	12	15.68	33	
unknown33	40.83	20.76	38.41	7.958	38.75	53.25	46.91	52.78	73.75	53.25	5.882	5.882	5.882	5.882	29.8	
unknown34	41.18	13.84	44.64	32.53	38.41	79	58.02	52.16	48.25	79	29.41	22.84	28.37	31.83	47.1	
unknown35	19.62	11.25	49.25	13.44	37.86	51.03	43.9	67.08	59.26	51.03	22.22	14.54	25.65	20.71	23.2	
unknown36	42.77	40.5	31.2	25.41	35.95	37.81	38.84	62.4	38.43	37.81	13.64	13.22	22.11	20.66	37.2	
unknown37	37.67	46.26	51.8	12.74	40.72	31	65.93	54.57	36.25	31	15.79	15.24	25.21	28.53	37.4	
unknown38	25.68	17.72	42.45	9.037	31.75	41.02	34.36	34.36	48.16	41.02	17.24	13.56	16.65	15.93	32.5	
unknown39	29.02	22.9	27.66	7.029	47.17	59.86	65.53	55.33	64.63	59.86	14.29	13.83	23.13	26.3	33.6	
unknown40	24.49	17.91	47.85	16.55	42.4	55.1	60.54	50.57	59.86	55.1	14.29	13.83	23.13	26.3	44.9	
unknown41	60.2	16.44	24.49	52.07	24.49	28.5	25.62	19.75	18	28.5	37.5	46.88	42.19	42.19	43.9	
unknown42	18.37	25.33	26.53	19.83	41.84	35.75	27.47	45.68	41.25	35.75	18.18	25.62	23.14	23.14	17.9	
unknown43	16.33	23.56	25	26.04	39.8	35.25	26.54	32.72	40.25	35.25	15.38	21.89	20.12	28.4	15.8	
unknown44	28.3	17.95	32.1	14.74	18.19	44.71	44.95	38.88	52.44	44.71	10.34	13.56	13.32	19.38	31.6	
unknown45	46.81	19.39	52.63	31.3	42.11	62.25	54.85	45.98	67.75	62.25	26.32	20.5	25.48	28.53	56.8	
unknown46	63.27	21.33	42.35	89.26	42.35	36	39.81	40.43	31	36	36.36	34.71	43.8	45.45	55.1	
unknown47	47.45	85.33	41.84	18.75	48.98	31	33.95	33.64	37	31	41.67	31.94	38.89	33.33	62.2	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีทิศทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown48	21.91	20.06	60.19	13.27	72.53	72.75	74.69	40.74	84	72.75	27.78	21.6	32.72	29.94	50.9	
unknown49	63.27	33.78	62.76	92.36	63.27	51.25	56.17	50	40.75	51.25	58.33	31.94	47.92	43.06	53.1	
unknown50	48.47	62.22	62.76	36.11	56.12	46	50.62	56.17	35.25	46	33.33	31.94	40.28	34.03	54.6	
unknown51	21.91	20.06	42.59	13.27	66.36	78.5	68.83	45.99	63	78.5	33.33	21.6	38.27	29.94	50.6	
unknown52	35.29	20.42	70.24	25.95	57.09	69	81.48	40.43	79	69	29.41	22.84	34.6	31.49	40.1	
unknown53	38.75	33.56	45.67	16.26	21.8	68.5	58.33	82.1	84.75	68.5	23.53	22.84	28.72	25.61	50.9	
unknown54	38.89	31.48	42.9	7.716	66.05	68.25	63.58	81.79	89.5	68.25	16.67	16.05	21.3	18.52	38.6	
unknown55	33.33	25.62	77.47	13.27	60.19	84.25	51.54	70.68	68.75	84.25	33.33	21.6	32.41	24.07	44.8	
unknown56	21.94	23.11	16.84	33.88	24.49	12.75	13.89	19.75	18	12.75	25	34.38	45.31	45.31	20.9	
unknown57	25	17.78	18.37	29.75	26.53	13.5	14.81	20.99	19	13.5	40	52	52	51.02	24	
unknown58	47.45	38.67	39.8	49.59	39.8	28.5	37.35	38.27	18.25	28.5	60	72	100	55.1	32.1	
unknown59	14.8	15.56	58.16	52.66	20.92	16.25	17.59	17.59	16.25	16.25	38.46	29.59	52.66	57.4	45.9	
unknown60	54.59	59.11	61.73	41.67	46.94	39.75	43.52	43.83	29.75	39.75	50	40.28	47.22	34.72	64.8	
unknown61	53.57	40.44	43.37	59.17	20.41	26.25	34.88	29.32	21.25	26.25	38.46	29.59	36.69	48.52	52.6	
unknown62	47.45	85.33	41.84	18.75	48.98	31	33.95	33.64	37	31	41.67	31.94	38.89	33.33	62.2	
unknown63	63.27	55.56	60.2	63.89	52.04	37.25	46.6	47.22	32	37.25	41.67	31.94	39.58	34.72	55.1	
unknown64	60.2	52	61.73	59.17	61.22	34.5	61.11	50	34.25	34.5	38.46	29.59	36.69	32.54	52	
unknown65	65.82	56	84.18	68.6	81.12	52.25	52.16	39.81	37.25	52.25	60	38	68	49	73.5	
unknown66	32.85	17.36	78.93	20.66	54.75	97.73	72.11	62.6	66.74	97.73	27.27	17.77	31.4	25	41.7	
unknown67	37.11	21.09	80.47	27.34	60.16	75	86.11	46.91	69.25	75	37.5	24.22	42.97	33.2	42.2	
unknown68	41.52	26.64	50.87	13.84	63.67	63.5	58.64	96.91	64.5	63.5	35.29	22.84	46.37	38.41	47.1	
unknown69	27.47	25.93	48.77	7.716	36.73	68	83.95	87.35	78.25	68	22.22	21.6	27.16	24.38	38.3	
unknown70	39.2	19.75	89.51	24.69	65.74	94.75	69.14	45.68	63	94.75	33.33	21.6	38.27	29.94	50	
unknown71	26.53	24.89	26.53	33.06	26.53	19	27.16	20.99	14.5	19	75	100	72	57.14	26.5	
unknown72	25	17.78	18.37	29.75	26.53	13.5	14.81	20.99	19	13.5	40	52	52	51.02	24	
unknown73	47.45	38.67	39.8	49.59	39.8	28.5	37.35	38.27	18.25	28.5	60	72	100	55.1	32.1	
unknown74	57.14	60.44	60.2	66.94	42.35	30.75	22.22	40.43	25.75	30.75	40	38	58	63	50	
unknown75	15.31	31.56	40.31	45.14	17.35	14.5	20.99	15.43	14.5	14.5	33.33	40.28	38.19	34.72	50.5	
unknown76	52.55	51.56	39.8	55.1	46.94	24.5	32.72	32.72	24.5	24.5	35.71	27.55	33.67	29.59	51.5	
unknown77	75	81.33	76.53	17.86	31.63	34.75	50	32.41	24.5	34.75	35.71	27.55	33.67	29.59	74	
unknown78	32.65	23.58	58.28	14.29	23.81	64.63	41.04	47.17	66.21	64.63	23.81	18.59	23.13	26.53	47.2	
unknown79	63.27	33.78	62.76	92.36	63.27	51.25	56.17	50	40.75	51.25	58.33	31.94	47.92	43.06	53.1	
unknown80	65.82	56	84.18	68.6	81.12	52.25	52.16	39.81	37.25	52.25	60	38	68	49	73.5	
unknown81	35.75	18.5	81	22.5	59.75	93.75	73.25	68.25	67.25	93.75	30	19.5	34.5	27.25	45.5	
unknown82	43.21	19.11	63.43	23.55	46.26	78.25	93.91	54.85	36.5	78.25	26.32	20.5	24.93	22.99	48.2	
unknown83	41.27	30.75	41.55	15.24	20.22	67.5	39.06	85.6	83.75	67.5	26.32	20.5	25.21	34.63	46.3	
unknown84	35.5	29	49.75	7.25	39.5	67.75	42	73.25	77.5	67.75	15	14.5	19.25	17	35.3	
unknown85	21.91	20.06	83.95	13.27	72.53	94.5	63.58	46.6	73.5	94.5	33.33	21.6	38.27	29.94	50.9	
unknown86	25	17.78	18.37	29.75	26.53	13.5	14.81	20.99	19	13.5	40	52	52	51.02	24	
unknown87	26.53	24.89	26.53	33.06	26.53	19	27.16	20.99	14.5	19	75	100	72	57.14	26.5	
unknown88	47.45	38.67	39.8	49.59	39.8	28.5	37.35	38.27	18.25	28.5	60	72	100	55.1	32.1	
unknown89	62.76	59.56	47.96	50.41	40.31	35.25	38.27	38.58	30.25	35.25	27.27	36.36	42.98	37.19	49	
unknown90	46.22	41.78	42.22	21.78	50.22	53.5	47.22	65.12	38.5	53.5	40	32.44	31.11	28.89	66.2	
unknown91	42.67	43.56	57.78	40.89	36.44	60	59.88	60.49	75.5	60	20	19.11	20	17.78	52	
unknown92	26.69	13.14	32.73	13.06	24	46.2	23.18	37.8	60.9	46.2	5.714	5.714	8.571	11.1	26.9	
unknown93	50.52	12.46	45.33	30.45	32.87	38.25	30.25	35.8	43.5	38.25	17.65	16.96	17.65	15.92	39.8	
unknown94	40.08	10.54	36.36	15.08	26.86	66.12	34.09	34.3	61.98	66.12	18.18	17.77	17.56	17.15	36.8	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีที่สีทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown95	38.89	19.44	50	34.26	33.64	68.5	76.23	70.99	74.25	68.5	27.78	21.6	32.41	30.56	48.8	
unknown96	32.4	23.08	35.95	16.86	32.4	58.28	46.89	42.6	50.59	58.28	15.38	15.09	22.49	17.6	35.4	
unknown97	44.14	33.59	56.25	31.25	37.11	34	19.44	42.9	39.25	34	12.5	12.5	23.44	26.95	47.7	
unknown98	50.93	31.17	50	11.11	27.78	36.75	33.95	39.81	52.5	36.75	11.11	11.11	20.99	24.38	43.8	
unknown99	43.21	34.9	47.92	21.88	43.21	37	62.6	56.51	42	37	15.79	15.24	25.21	28.53	46.8	
unknown100	36.25	29	40.25	10.5	30.75	46	54.25	48.75	67.25	46	20	19.5	29	22.25	45	
unknown101	43.88	54.22	41.84	47.11	50	46.5	45.37	51.85	57.25	46.5	20	30	38	33	44.4	
unknown102	50	54.22	50.51	47.11	51.53	52	46.3	58.02	63	52	20	20	20	20	44.9	
unknown103	62.24	46.67	41.84	30.56	57.65	46.25	51.23	51.54	57.75	46.25	25	23.61	33.33	27.78	32.1	
unknown104	44.64	29.76	32.87	49.13	45.33	42.75	23.77	29.32	32.75	42.75	23.53	22.84	28.37	32.53	52.6	
unknown105	40.23	21.48	47.27	55.47	41.8	31.5	33.95	23.15	21.25	31.5	25	31.25	36.72	41.8	46.9	
unknown106	40.72	17.17	58.17	33.24	30.47	63.75	43.77	38.23	78.75	63.75	15.79	15.24	15.79	14.4	48.2	
unknown107	33.88	12.89	41.84	16.46	30.45	62.96	29.08	48.15	63.1	62.96	11.11	14.54	18.52	13.44	34.2	
unknown108	28.72	17.15	37.4	28.72	28.31	54.34	40.91	40.5	68.39	54.34	4.545	4.545	9.091	8.264	27.7	
unknown109	51.25	11.63	35.73	16.9	41.27	78	49.03	43.77	68.5	78	26.32	20.5	25.48	23.55	36	
unknown110	56.75	12.46	32.53	36.33	32.53	44	36.73	42.59	49.5	44	29.41	22.84	28.37	25.95	39.1	
unknown111	28.1	30.99	41.94	19.42	37.81	77.89	59.3	35.33	58.88	77.89	18.18	17.77	26.65	29.75	41.1	
unknown112	41.87	32.87	46.37	11.42	35.29	37.75	23.77	41.05	42.5	37.75	11.76	11.76	17.65	16.26	39.4	
unknown113	43.36	33.59	55.47	37.89	36.72	44	66.05	54.01	49	44	25	24.22	36.33	39.84	61.3	
unknown114	37.95	30.19	42.11	10.8	32.13	36.75	56.79	50.97	53	36.75	10.53	10.53	15.79	14.68	36	
unknown115	34.69	32.65	38.55	10.2	29.48	56.46	51.93	46.71	61.45	56.46	14.29	13.83	22.9	26.08	43.1	
unknown116	39.8	36.89	39.29	24.85	62.24	44.75	43.83	61.73	55.75	44.75	15.38	23.08	21.89	17.75	36.2	
unknown117	41.33	39.11	41.84	46.28	65.31	46.25	45.37	51.54	57.25	46.25	18.18	27.27	25.62	19.83	37.2	
unknown118	39.29	37.78	39.8	37.87	47.45	45.25	44.14	50	56	45.25	15.38	23.08	21.89	27.81	36.2	
unknown119	25.33	27.56	54.22	46.67	45.78	39.5	25.62	31.17	34.25	39.5	13.33	20	25.33	29.33	51.1	
unknown120	54.75	34.75	65.5	40.75	40	62.25	53	48.75	42	62.25	30	19.5	29.25	28.5	60	
unknown121	42.67	43.56	57.78	40.89	36.44	60	59.88	60.49	75.5	60	20	19.11	20	17.78	52	
unknown122	32	17.76	40.64	17.6	28.48	54.72	31.04	47.52	76.32	54.72	12	11.68	12	15.68	36.6	
unknown123	32.43	15.87	48.07	20.41	38.1	69.39	35.83	55.56	90.02	69.39	4.762	4.762	4.762	4.762	33.8	
unknown124	44.64	24.57	57.79	36.68	33.22	58.25	64.51	52.47	48	58.25	29.41	22.84	28.37	31.49	57.8	
unknown125	37.59	12.89	38	24.14	22.77	55.14	40.6	44.17	66.53	55.14	22.22	14.54	21.81	20.85	34.3	
unknown126	39.46	27.44	43.76	20.18	39.46	66.21	57.14	51.7	61.68	66.21	14.29	13.83	22.9	21.32	42.9	
unknown127	37.4	34.9	47.92	21.88	43.21	36.75	62.88	56.51	42.5	36.75	15.79	15.24	25.48	28.81	47.4	
unknown128	25.68	21.17	25.21	8.205	22.12	56.12	42.09	20.69	41.85	56.12	17.24	13.56	20.21	19.38	28.4	
unknown129	39.46	32.2	43.76	20.18	39.46	76.42	57.37	51.7	66.67	76.42	14.29	13.83	22.9	26.08	42.9	
unknown130	39.46	32.2	43.76	20.18	39.46	76.42	57.37	51.7	66.67	76.42	14.29	13.83	22.9	26.08	42.9	
unknown131	67.35	23.11	31.63	65.29	31.63	33.5	25	25.31	23	33.5	37.5	34.38	50	37.5	37.2	
unknown132	41.33	39.11	41.84	46.28	65.31	46.25	45.37	51.54	57.25	46.25	18.18	27.27	25.62	19.83	37.2	
unknown133	46.43	39.56	41.84	29.59	51.02	31	21.6	56.79	46.75	31	15.38	23.08	21.89	27.81	50.5	
unknown134	21.17	15.58	35.67	11.89	24.97	51.61	38.17	48.63	55.53	51.61	10.34	10.11	16.77	15.93	39	
unknown135	52.08	47.09	63.16	31.3	30.75	78.25	60.94	45.71	47.5	78.25	26.32	20.5	30.75	29.92	57.6	
unknown136	62.24	39.11	56.12	70.25	47.96	40.75	38.89	38.89	35.75	40.75	36.36	34.71	42.98	46.28	34.7	
unknown137	19.9	81.78	14.29	54.17	21.43	11.5	12.35	24.07	22	11.5	41.67	31.94	38.89	42.36	54.6	
unknown138	48.15	26.23	60.49	38.89	38.27	43.5	78.4	53.4	96.25	43.5	27.78	21.6	26.54	30.56	53.7	
unknown139	58.16	47.11	66.84	91.67	66.33	61.75	52.78	45.68	47.25	61.75	58.33	31.94	38.89	52.08	61.7	
unknown140	30.1	59.56	70.41	9.028	32.14	25	27.16	32.72	24.75	25	33.33	31.94	47.22	34.03	33.7	
unknown141	33.95	30.56	79.94	16.98	51.23	94.5	69.14	70.06	47.75	94.5	33.33	21.6	32.1	24.38	42.6	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown142	41.18	32.18	58.48	23.88	41.52	48	76.23	58.33	47.75	48	29.41	22.84	33.91	25.61	45.3	
unknown143	41.18	26.3	52.6	35.99	34.95	90	76.85	53.4	97.5	90	23.53	22.84	28.37	26.3	51.6	
unknown144	39.2	25.31	56.17	34.26	33.33	38	24.07	47.22	98.25	38	16.67	16.05	22.22	20.99	43.5	
unknown145	28.09	36.42	50.31	16.98	39.2	90	70.37	81.48	80.5	90	33.33	21.6	32.1	24.38	48.5	
unknown146	29.08	29.78	23.98	30.58	31.63	17.75	18.83	25.31	23	17.75	25	37.5	46.88	35.94	32.1	
unknown147	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown148	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown149	42.35	29.78	64.8	45.56	48.47	30.25	21.3	45.37	30.25	30.25	38.46	29.59	52.07	40.83	39.3	
unknown150	70.92	53.33	55.61	66.67	62.76	46	56.17	56.48	30.75	46	50	41.67	56.25	52.08	63.8	
unknown151	27.04	51.56	69.39	18.34	31.63	29.75	26.54	32.41	29.75	29.75	38.46	29.59	36.09	31.95	30.6	
unknown152	19.9	81.78	14.29	54.17	21.43	11.5	12.35	24.07	22	11.5	41.67	31.94	38.89	42.36	54.6	
unknown153	77.55	53.33	57.65	36.81	50	46.75	39.81	45.99	47	46.75	41.67	31.94	47.92	33.33	77	
unknown154	76.53	59.56	69.39	26.63	46.94	50.25	67.59	38.27	45.5	50.25	38.46	29.59	36.69	32.54	60.2	
unknown155	31.12	25.78	84.18	59.5	38.27	27.75	30.56	30.56	27.75	27.75	60	38	46	49	64.8	
unknown156	31.61	46.07	55.58	18.6	32.23	76.24	53.51	45.04	40.08	76.24	27.27	17.77	21.9	25	44.8	
unknown157	43.75	40.23	49.22	31.25	30.47	59.25	83.33	59.26	48.5	59.25	37.5	24.22	35.94	26.95	53.5	
unknown158	35.29	50.52	40.83	41.87	41.18	43.5	41.98	95.37	48.75	43.5	35.29	22.84	33.91	25.61	69.9	
unknown159	45.37	42.28	50.31	28.4	27.78	43	82.41	46.91	48	43	22.22	21.6	32.1	24.38	48.8	
unknown160	33.95	30.56	67.9	16.98	51.23	89.5	69.75	75.93	47.5	89.5	33.33	21.6	32.1	24.38	42.6	
unknown161	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown162	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown163	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown164	43.88	53.33	60.2	61.98	36.73	26.5	17.28	35.8	21.5	26.5	40	38	56	39	41.8	
unknown165	40.31	37.78	34.18	48.61	41.33	25.75	28.09	39.51	25.75	25.75	33.33	31.25	47.22	43.75	52	
unknown166	26.02	64.89	61.22	17.86	30.61	29	25.93	43.21	29	29	35.71	27.55	33.67	30.1	29.6	
unknown167	61.22	79.11	75.51	47.96	53.06	34.25	60.8	31.79	29.5	34.25	35.71	27.55	33.67	37.24	65.8	
unknown168	32.88	42.86	67.8	19.27	33.56	79.59	60.77	77.1	36.73	79.59	23.81	18.59	22.9	26.08	37	
unknown169	58.16	47.11	66.84	91.67	66.33	61.75	52.78	45.68	47.25	61.75	58.33	31.94	38.89	52.08	61.7	
unknown170	31.12	25.78	84.18	59.5	38.27	27.75	30.56	30.56	27.75	27.75	60	38	46	49	64.8	
unknown171	31	33.25	51	15.75	41.25	88.5	44	43.25	46.5	88.5	30	19.5	29	22.25	39.2	
unknown172	38.23	40.17	53.46	16.34	32.13	47	51.8	45.43	47.5	47	26.32	20.5	30.47	23.27	46.5	
unknown173	37.4	24.38	47.65	32.69	31.86	63.5	40.72	40.17	96.5	63.5	26.32	20.5	36.01	28.81	52.6	
unknown174	36.5	43.5	51	15.75	30.75	36.75	49.25	43.5	42	36.75	15	14.5	24	22.25	39.5	
unknown175	33.95	42.28	56.48	16.98	33.64	53.5	75.93	59.26	48.5	53.5	33.33	21.6	32.1	24.38	48.5	
unknown176	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown177	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown178	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown179	49.49	52.44	42.35	50.41	34.69	31	33.64	33.95	26	31	27.27	25.62	42.15	36.36	40.8	
unknown180	60.44	55.56	58.67	45.78	24.89	49.75	43.21	55.25	39.75	49.75	40	33.33	45.33	42.67	86.2	
unknown181	28.72	26.99	70.59	7.958	44.64	58.25	57.72	64.2	63.5	58.25	17.65	16.96	17.65	15.92	40.1	
unknown182	26.86	15.27	27.1	15.51	15.35	46.45	26.2	29.55	52.82	46.45	5.714	5.714	8.245	11.1	26.6	
unknown183	28.12	38.32	48.3	19.27	38.55	70.07	45.8	46.94	41.72	70.07	14.29	13.83	18.14	21.32	42.6	
unknown184	54.75	13.22	36.36	18.6	18.18	71.07	53.51	31.2	53.51	71.07	18.18	17.77	17.56	17.15	35.7	
unknown185	43.86	17.39	35.35	31.38	31	69	51.61	43.29	47.45	69	13.04	12.67	13.04	12.1	35.2	
unknown186	35.21	27.51	39.35	20.27	35.8	61.09	49.85	46.75	54.14	61.09	15.38	15.09	18.64	21.45	38.9	
unknown187	41.41	41.41	55.08	36.33	42.19	49.75	42.9	66.36	60.25	49.75	12.5	12.5	17.19	27.73	46.9	
unknown188	48.77	31.48	49.07	15.74	32.41	52.5	51.85	63.27	68.5	52.5	11.11	11.11	15.43	25	43.2	

อนุผนวก ๓ ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีทิศทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown189	41.27	41.27	47.09	26.32	47.65	32	66.2	62.33	37	32	15.79	15.24	19.94	28.53	46.3	
unknown190	39.5	29	44.5	14.75	35	41	57.75	54	67.25	41	20	19.5	24	27.25	49.5	
unknown191	43.88	54.22	41.84	47.11	50	46.5	45.37	51.85	57.25	46.5	20	30	38	33	44.4	
unknown192	50	54.22	50.51	47.11	51.53	52	46.3	58.02	63	52	20	20	20	20	44.9	
unknown193	62.24	46.67	41.84	30.56	57.65	46.25	51.23	51.54	57.75	46.25	25	23.61	33.33	27.78	32.1	
unknown194	44.64	29.76	32.87	49.13	45.33	42.75	23.77	29.32	32.75	42.75	23.53	22.84	28.37	32.53	52.6	
unknown195	40.23	21.48	47.27	55.47	41.8	31.5	33.95	23.15	21.25	31.5	25	31.25	36.72	41.8	46.9	
unknown196	31.56	56.89	71.56	8.444	49.33	59	53.09	59.57	64.5	59	20	19.11	20	17.78	44.4	
unknown197	37.86	15.36	38.27	19.48	19.2	67.08	33.06	37.59	64.06	67.08	11.11	14.54	18.11	16.87	37.4	
unknown198	43.52	14.81	38.27	33.02	26.54	44	54.32	48.15	54	44	11.11	11.11	11.11	9.568	32.1	
unknown199	57.34	14.4	41.27	20.78	20.22	57.25	55.12	35.18	68	57.25	26.32	20.5	25.48	23.55	40.4	
unknown200	49.5	19.25	45	35.5	35	82.75	53	43.5	89	82.75	30	19.5	29.25	27.5	49.3	
unknown201	31.2	36.36	45.87	23.35	41.74	76.45	62.6	40.29	63.02	76.45	18.18	17.77	21.9	29.75	40.7	
unknown202	39.45	32.87	45.33	16.26	40.14	32.75	18.21	35.49	37.5	32.75	11.76	11.76	16.26	16.26	39.4	
unknown203	46.88	41.41	60.55	42.97	41.8	39	66.05	48.46	44	39	25	24.22	29.69	39.84	60.5	
unknown204	36.01	30.19	41.27	15.24	36.57	31.75	60.39	56.51	53	31.75	10.53	10.53	14.68	14.68	36	
unknown205	37.87	32.65	42.63	14.29	33.56	59.64	55.33	51.7	65.76	59.64	14.29	13.83	18.14	26.08	42.6	
unknown206	39.8	36.89	39.29	24.85	62.24	44.75	43.83	61.73	55.75	44.75	15.38	23.08	21.89	17.75	36.2	
unknown207	41.33	39.11	41.84	46.28	65.31	46.25	45.37	51.54	57.25	46.25	18.18	27.27	25.62	19.83	37.2	
unknown208	39.29	37.78	39.8	37.87	47.45	45.25	44.14	50	56	45.25	15.38	23.08	21.89	27.81	36.2	
unknown209	25.33	27.56	54.22	46.67	45.78	39.5	25.62	31.17	34.25	39.5	13.33	20	25.33	29.33	51.1	
unknown210	54.75	34.75	65.5	40.75	40	62.25	53	48.75	42	62.25	30	19.5	29.25	28.5	60	
unknown211	31.56	56.89	71.56	8.444	49.33	59	53.09	59.57	64.5	59	20	19.11	20	17.78	44.4	
unknown212	36.32	20.32	41.12	20.8	20.48	59.2	35.36	40.32	60.64	59.2	12	11.68	12	15.2	36.2	
unknown213	33.85	12.15	33.68	34.2	29.69	35.94	40.8	41.49	45.31	35.94	12.5	12.15	16.15	18.75	34	
unknown214	52.38	13.61	37.87	19.27	18.82	79.59	50.57	32.43	70.98	79.59	23.81	18.59	23.13	21.54	37.2	
unknown215	43.05	19.67	35.5	28.11	27.81	61.39	46.15	38.76	42.46	61.39	15.38	15.09	14.94	17.46	35.1	
unknown216	42.56	40.7	41.12	6.818	45.45	75.41	38.84	61.98	38.22	75.41	13.64	13.22	21.9	20.45	41.7	
unknown217	35.46	41.27	47.09	26.32	47.65	47.25	66.48	62.33	53	47.25	15.79	15.24	19.94	29.36	46.8	
unknown218	28.3	21.28	28.3	11.3	25.21	58.74	44.83	24.26	45.07	58.74	17.24	13.56	16.77	22.83	31.6	
unknown219	37.87	37.87	43.08	24.26	43.54	74.83	60.77	56.92	70.98	74.83	14.29	13.83	18.14	26.08	42.4	
unknown220	37.87	37.87	43.08	24.26	43.54	74.83	60.77	56.92	70.98	74.83	14.29	13.83	18.14	26.08	42.4	
unknown221	67.35	23.11	31.63	65.29	31.63	33.5	25	25.31	23	33.5	37.5	34.38	50	37.5	37.2	
unknown222	41.33	39.11	41.84	46.28	65.31	46.25	45.37	51.54	57.25	46.25	18.18	27.27	25.62	19.83	37.2	
unknown223	46.43	39.56	41.84	29.59	51.02	31	21.6	56.79	46.75	31	15.38	23.08	21.89	27.81	50.5	
unknown224	21.17	15.58	35.67	11.89	24.97	51.61	38.17	48.63	55.53	51.61	10.34	10.11	16.77	15.93	39	
unknown225	52.08	47.09	63.16	31.3	30.75	78.25	60.94	45.71	47.5	78.25	26.32	20.5	30.75	29.92	57.6	
unknown226	47.96	32.89	41.84	57.85	48.98	30.75	39.51	27.78	25.75	30.75	36.36	34.71	42.98	35.54	62.2	
unknown227	28.06	81.78	30.1	63.19	22.45	17	24.38	18.52	17	17	41.67	31.94	47.92	33.33	47.4	
unknown228	53.7	32.41	66.36	44.75	44.14	38.5	78.4	47.84	96.25	38.5	27.78	21.6	32.41	24.07	54.3	
unknown229	58.16	47.11	66.84	91.67	66.33	61.75	52.78	45.68	47.25	61.75	58.33	31.94	38.89	52.08	61.7	
unknown230	22.96	59.56	63.27	10.42	25	20	21.6	27.16	19.75	20	33.33	31.94	38.89	42.36	62.2	
unknown231	37.35	37.65	84.57	21.6	55.86	89.5	69.14	70.06	42.75	89.5	33.33	21.6	26.54	29.94	47.5	
unknown232	44.64	39.45	63.32	28.72	46.37	43	76.23	52.78	47.75	43	29.41	22.84	28.03	31.49	50.5	
unknown233	44.64	33.56	57.44	40.83	39.79	85	76.85	47.84	97.5	85	23.53	22.84	28.03	28.03	50.9	
unknown234	37.65	38.27	55.56	44.75	43.83	54.5	48.15	62.04	98.25	54.5	16.67	16.05	21.3	18.52	44.1	
unknown235	31.48	43.52	54.94	21.6	43.83	85	70.37	81.48	80.5	85	33.33	21.6	26.54	29.94	53.4	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown236	29.08	29.78	23.98	30.58	31.63	17.75	18.83	25.31	23	17.75	25	37.5	46.88	35.94	32.1	
unknown237	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown238	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown239	42.35	29.78	64.8	45.56	48.47	30.25	33.02	45.37	30.25	30.25	38.46	37.28	59.76	24.85	39.3	
unknown240	70.92	53.33	55.61	66.67	62.76	46	56.17	56.48	30.75	46	50	41.67	56.25	52.08	63.8	
unknown241	19.9	51.56	62.24	26.63	24.49	24.75	20.99	26.85	24.75	24.75	38.46	29.59	44.38	31.36	60.2	
unknown242	28.06	81.78	30.1	63.19	22.45	17	24.38	18.52	17	17	41.67	31.94	47.92	33.33	47.4	
unknown243	77.55	46.67	50.51	45.83	42.86	41.75	34.26	40.43	42	41.75	41.67	31.94	48.61	42.36	69.4	
unknown244	69.39	59.56	62.24	34.91	39.8	45.25	67.59	32.72	40.5	45.25	38.46	29.59	36.69	32.54	67.9	
unknown245	23.98	19.11	77.04	60.33	31.12	22.75	25	25	22.75	22.75	60	38	57	38	57.7	
unknown246	36.16	51.03	60.33	23.35	36.98	76.24	58.06	49.79	45.04	76.24	27.27	17.77	26.65	20.25	49.8	
unknown247	47.27	48.05	54.3	36.33	35.55	54.25	83.33	53.7	43.5	54.25	37.5	24.22	29.69	33.2	59	
unknown248	38.75	57.79	45.67	46.71	46.02	38.5	41.98	95.37	43.75	38.5	35.29	22.84	28.03	31.49	75.1	
unknown249	48.77	55.25	55.25	38.89	38.27	38.25	76.85	47.84	48.75	38.25	22.22	21.6	26.85	24.07	49.4	
unknown250	37.35	37.65	72.53	21.6	55.86	84.5	69.75	75.93	42.5	84.5	33.33	21.6	26.54	29.94	47.5	
unknown251	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown252	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown253	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown254	43.88	53.33	60.2	61.98	36.73	26.5	29.01	35.8	21.5	26.5	40	48	66	30	41.8	
unknown255	39.8	29.78	33.67	45.56	40.82	25.5	27.78	39.2	25	25.5	23.08	28.99	51.48	33.14	42.9	
unknown256	18.88	64.89	54.08	25.51	23.47	24	20.37	37.65	24	24	35.71	27.55	41.33	29.59	66.3	
unknown257	54.08	79.11	69.39	55.61	54.59	34.75	55.25	32.41	24.5	34.75	35.71	27.55	41.33	29.59	59.7	
unknown258	37.64	48.07	68.03	24.26	38.55	79.59	65.53	82.09	41.95	79.59	23.81	18.59	27.89	21.09	37.4	
unknown259	58.16	47.11	66.84	92.36	66.33	61.75	52.78	45.68	47.25	61.75	58.33	31.94	47.92	33.33	69.9	
unknown260	23.98	19.11	77.04	60.33	31.12	22.75	25	25	22.75	22.75	60	38	57	38	57.7	
unknown261	34.25	39.5	55.25	20	45.5	83.5	47.5	49	41.5	83.5	30	19.5	24	27.25	43.8	
unknown262	41.55	46.81	57.89	20.78	36.57	42	55.4	51.52	47.5	42	26.32	20.5	25.21	28.53	51.2	
unknown263	40.72	30.75	52.08	37.12	36.29	63.5	44.32	45.98	96.5	63.5	26.32	20.5	25.21	34.07	57.3	
unknown264	34.75	55.25	50.5	25.25	40.25	32	52.75	49.5	53	32	15	14.5	19.25	17	40	
unknown265	37.35	49.38	61.11	21.6	38.27	48.5	75.93	59.26	48.5	48.5	33.33	21.6	26.54	29.94	53.4	
unknown266	32.14	24.44	25.51	33.06	33.67	18.5	19.75	26.54	24	18.5	40	60	48	46.94	33.7	
unknown267	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown268	41.33	45.33	48.98	61.98	48.98	34.5	26.23	38.27	19.25	34.5	60	52	100	26.53	41.3	
unknown269	49.49	52.44	42.35	50.41	34.69	31	33.64	33.95	26	31	27.27	34.71	51.24	28.1	40.8	
unknown270	60.44	55.56	58.67	45.78	24.89	49.75	43.21	55.25	39.75	49.75	40	33.33	45.33	42.67	86.2	
unknown271	34.95	26.64	50.87	7.958	45.33	47.75	45.99	52.47	53	47.75	17.65	16.96	17.65	15.92	34.6	
unknown272	27.35	17.96	23.76	4.816	15.02	49.06	25.96	37.63	60.73	49.06	5.714	5.714	8.245	11.1	15.7	
unknown273	24.26	47.85	48.07	7.029	47.17	79.14	45.8	54.88	49.43	79.14	14.29	13.83	18.14	21.32	44.7	
unknown274	36.98	22.31	36.16	6.818	26.45	42.36	33.88	38.84	60.95	42.36	18.18	17.77	17.56	17.15	37.4	
unknown275	26.84	26.09	34.59	6.616	38.94	77.32	23.82	50.66	54.63	77.32	13.04	12.67	13.04	12.1	31.2	
unknown276	39.05	13.17	31.07	16.86	19.38	57.4	61.83	53.7	57.1	57.4	15.38	15.09	18.79	17.46	35.7	
unknown277	23.83	53.91	41.41	8.203	53.13	38	29.63	52.78	58.75	38	12.5	12.5	17.19	27.73	56.6	
unknown278	42.9	45.99	48.46	11.73	31.48	37	28.7	40.12	47.75	37	11.11	11.11	15.43	25	32.4	
unknown279	41.27	47.09	47.37	31.86	53.19	37.25	66.2	62.6	47.5	37.25	15.79	15.24	20.22	17.73	46.8	
unknown280	36	39	54.25	22.75	44.25	35.5	67.25	62.5	62	35.5	20	19.5	24.25	22	40.7	
unknown281	26.53	48.44	34.69	28.93	34.69	41.5	33.64	40.12	46.75	41.5	20	30	40	30	38.3	
unknown282	26.53	33.33	34.69	28.93	50	41.25	28.09	39.81	46.75	41.25	20	20	20	28	31.6	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีทิศทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown283	69.39	37.78	70.41	39.58	54.59	72	38.58	43.83	45.25	72	25	31.94	31.94	31.25	33.7	
unknown284	38.75	17.99	39.1	24.22	45.67	53	52.16	52.78	42.75	53	23.53	28.72	33.91	26.64	51.2	
unknown285	46.88	18.75	47.66	32.42	60.94	43.5	30.25	24.69	23	43.5	25	24.22	37.5	46.88	54.3	
unknown286	45.78	50.22	56.89	8.444	35.56	43.25	47.53	41.98	48.75	43.25	20	19.11	20	17.78	38.2	
unknown287	31.41	22.63	41.84	17.28	26.2	58.85	40.19	44.17	70.51	58.85	11.11	14.81	18.24	13.17	30.9	
unknown288	51.23	25.93	25.31	7.716	36.42	57	57.41	59.26	52	57	11.11	11.11	11.11	9.568	28.1	
unknown289	42.11	24.93	41	7.479	29.64	46	37.95	43.77	56.25	46	26.32	20.5	25.48	23.55	42.7	
unknown290	54.5	24.5	50.25	40.75	40.25	77.75	58	48.75	89	77.75	30	19.5	29.25	27.5	54.5	
unknown291	23.55	26.65	45.87	15.91	35.95	85.54	48.55	43.39	52.48	85.54	18.18	17.77	22.11	20.25	32.6	
unknown292	30.45	44.64	50.87	26.3	50.87	21.75	34.88	53.4	37	21.75	11.76	11.76	16.61	14.88	29.4	
unknown293	33.98	51.95	54.69	45.31	60.16	38.25	53.7	47.53	91.5	38.25	25	24.22	30.08	26.56	55.1	
unknown294	40.25	39.5	45.25	25.5	45.75	42.25	63.25	59.75	52.5	42.25	15	14.5	19.5	18.25	29.5	
unknown295	33.06	45.45	36.16	6.818	45.25	66.32	38.64	61.98	70.87	66.32	13.64	13.22	17.56	15.7	37.6	
unknown296	23.47	30.22	31.63	13.61	46.43	39.5	31.79	49.69	45	39.5	15.38	23.08	21.89	21.3	30.1	
unknown297	25.51	32	33.67	28.1	48.98	40.75	33.02	51.23	46.25	40.75	18.18	27.27	25.62	24.79	31.1	
unknown298	23.47	30.22	31.63	21.3	46.94	39.75	31.79	37.96	45	39.75	15.38	23.08	21.89	29.59	30.1	
unknown299	35.56	22.22	36	33.33	60.89	38.75	36.42	30.86	33.25	38.75	13.33	20	31.56	29.78	51.6	
unknown300	44.25	16	54.75	26.25	60.5	61.25	47	68	51.5	61.25	30	19.5	34.5	23	54.5	
unknown301	45.78	50.22	56.89	8.444	35.56	43.25	47.53	41.98	48.75	43.25	20	19.11	20	17.78	38.2	
unknown302	29.44	28.16	44.96	18.56	28	63.04	43.04	47.36	63.52	63.04	12	11.68	12	14.08	29.4	
unknown303	28.96	20.16	28	6.24	36	50.88	22.4	46.88	59.04	50.88	16	15.68	19.52	18.08	33.3	
unknown304	32.43	18.59	42.86	24.26	23.81	39.68	55.1	37.41	75.96	39.68	23.81	18.59	23.13	21.54	42.2	
unknown305	43.05	23.67	35.65	32.1	31.8	61.39	50	42.75	46.45	61.39	15.38	15.09	14.94	17.6	35.5	
unknown306	37.87	33.33	32.88	14.29	23.81	60.32	65.99	56.92	61.68	60.32	14.29	13.83	18.14	21.32	37.2	
unknown307	26.32	51.8	41.27	7.479	57.06	36.25	55.4	70.91	41.5	36.25	15.79	15.24	19.94	29.36	48.8	
unknown308	22.24	38.64	25.33	18.67	28.89	24.38	21.05	20.81	35.08	24.38	17.24	13.56	20.21	15.93	42.8	
unknown309	37.87	43.08	43.31	29.25	48.53	75.28	60.77	57.14	76.19	75.28	14.29	13.83	18.37	16.33	42.9	
unknown310	22.9	40.36	38.32	35.37	57.6	80.27	51.02	65.53	84.35	80.27	14.29	13.83	18.37	16.33	38.1	
unknown311	67.35	23.11	31.63	65.29	31.63	33.5	31.17	25.31	23	33.5	37.5	46.88	46.88	45.31	37.2	
unknown312	25.51	32	33.67	28.1	48.98	40.75	33.02	51.23	46.25	40.75	18.18	27.27	25.62	24.79	31.1	
unknown313	23.47	30.22	32.14	21.3	46.94	40.25	32.1	38.27	45.25	40.25	15.38	23.08	21.89	29.59	30.1	
unknown314	24.61	15.58	31.99	11.89	31.99	40.9	41.26	37.69	48.39	40.9	10.34	13.56	20.21	16.29	28.5	
unknown315	46.26	16.62	51.8	27.42	52.35	66.75	49.03	65.93	67.75	66.75	26.32	20.5	31.02	24.1	57.6	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	47.11	29.33	39.11	48	35.56	40.29	52.73	53.7	45.71	78.52	23.56	19.11	20	16.89	24.7	
unknown2	21.8	6.939	18.53	27.18	13.39	39.92	26.2	25.88	31.59	26.37	10.86	5.714	8.571	10.94	20.6	
unknown3	31.64	37.11	23.44	47.27	39.06	63.22	65.63	58.95	72.3	58.98	29.3	17.97	23.83	19.92	46.3	
unknown4	19.42	28.72	37.6	42.56	34.09	64.46	30.17	52.89	57.64	58.88	21.69	17.77	17.56	16.74	58.3	
unknown5	31.61	14.46	28.31	47.52	38.22	84.71	25.83	61.98	53.1	44.63	21.28	17.77	26.65	25	29.5	
unknown6	20.86	36.54	24.11	24.56	24.56	52.07	50.59	45.71	65.38	53.85	18.49	15.09	22.78	21.45	30.5	
unknown7	44.53	10.94	30.08	39.06	32.03	58.68	51.95	64.81	61.22	45.31	29.3	12.5	23.44	26.56	52.4	
unknown8	40.12	10.49	27.47	39.2	29.01	43.39	58.64	39.81	49.03	35.19	26.23	11.11	20.99	24.07	23.8	
unknown9	38.5	15.51	20.5	48.2	26.87	66.32	23.27	60.39	75.9	50.42	19.39	15.24	25.48	28.53	50.7	
unknown10	26.25	30.75	30.25	31.25	31	42.56	58.5	57.5	67.25	64.25	23.75	19.5	29.5	27.25	33	
unknown11	20.12	20.89	32.23	29.17	34	33.47	30.86	34.57	38.23	31.25	42	28	37	38	21.1	
unknown12	28.4	18.67	32.23	20.83	34	33.26	24.61	34.26	37.95	31.25	42	20	20	23	15.8	
unknown13	57.4	30.22	20.14	52.78	27.08	61.16	36.33	38.27	59.28	62.11	43.75	31.94	29.86	28.47	52.9	
unknown14	28.72	19.72	23.53	46.02	30.1	44.63	43.94	53.4	45.98	38.06	38.75	22.84	28.03	42.56	33.2	
unknown15	23.44	20.31	17.58	56.25	33.98	40.7	40.63	25.62	41	46.48	33.98	24.22	23.83	52.73	39.6	
unknown16	21.88	26.87	37.4	44.04	34.35	85.74	44.88	71.47	78.12	72.85	24.93	15.24	15.79	13.85	23	
unknown17	20.16	23.73	23.32	31.55	23.73	50.48	33.06	28.67	43.76	41.02	13.85	14.54	18.52	18.11	25.5	
unknown18	17.76	17.12	25.12	29.28	14.4	62.24	27.36	51.52	47.04	48.16	11.04	4	4	4	47.5	
unknown19	38.23	26.87	32.13	54.29	38.23	85.33	44.6	70.64	77.29	44.6	19.11	20.5	25.48	24.38	70.9	
unknown20	20.16	16.05	23.46	50.62	39.23	58.02	21.81	51.99	59.4	48.56	17.83	14.54	25.65	23.73	33.5	
unknown21	24.17	18.8	23.14	33.47	28.51	60.33	25.83	38.84	57.23	63.43	21.69	17.77	26.65	28.93	30.6	
unknown22	30.1	16.96	22.15	36.33	31.14	63.02	18.69	52.16	77.84	55.71	21.45	11.76	16.61	14.19	51.5	
unknown23	37.89	10.94	23.05	57.03	44.14	67.56	71.09	52.47	66.48	63.67	29.3	24.22	36.33	38.28	52.1	
unknown24	27.7	21.33	26.04	37.67	28.25	61.98	22.99	81.99	76.45	55.96	19.39	10.53	14.96	13.02	56.2	
unknown25	25.17	19.5	24.04	29.71	29.71	42.15	26.76	55.1	64.63	61	22.68	13.83	23.13	26.08	31.7	
unknown26	33.14	16	28.4	43.2	17.75	31.82	28.52	44.14	36.01	28.91	33.73	21.89	20.12	20.71	14.1	
unknown27	34.91	17.78	30.58	19.44	19.83	32.85	30.08	45.68	37.4	30.47	48.76	25.62	23.14	23.97	15.2	
unknown28	40.83	16	28.4	52.07	17.75	32.02	28.52	32.41	36.29	28.91	42.01	21.89	20.12	26.63	14.1	
unknown29	24.89	36.44	18.22	40.44	26.67	40.7	48.83	31.48	41.83	47.27	29.33	19.11	18.22	48.89	29.4	
unknown30	20	18	15.25	61	37.25	52.27	48.75	44	69	59.25	27.75	19.5	29.25	26.25	61.5	
unknown31	47.11	29.33	39.11	48	35.56	40.29	52.73	53.7	45.71	78.52	23.56	19.11	20	16.89	24.7	
unknown32	21.6	21.12	20.8	33.76	26.56	71.04	19.2	34.88	55.2	39.84	19.2	11.68	12	15.68	40	
unknown33	36.68	23.18	28.72	31.83	20.07	53.51	37.02	52.78	55.4	43.25	15.57	5.882	5.882	5.882	36.8	
unknown34	35.99	35.29	28.72	53.98	42.21	72.31	42.56	52.16	56.23	74.05	21.11	22.84	28.37	31.49	67.6	
unknown35	20.16	38.96	15.78	43.07	35.39	50.48	40.74	67.08	66.8	52.4	17.83	14.54	25.65	23.73	52.1	
unknown36	38.84	23.76	32.64	38.02	33.47	55.99	35.12	62.4	57.85	35.12	26.65	13.22	22.11	20.25	44.4	
unknown37	32.69	10.25	48.2	37.67	32.13	28.93	55.96	54.57	32.13	45.43	19.39	15.24	25.21	27.42	17.5	
unknown38	22.59	18.55	22	29.25	25.8	40.55	24.26	34.36	48.28	41.62	16.65	13.56	16.65	18.91	38.5	
unknown39	35.15	14.51	19.05	43.99	24.72	65.5	21.77	55.33	64.63	46.26	17.69	13.83	23.13	26.08	26.8	
unknown40	29.93	9.751	19.05	43.99	30.39	65.7	51.47	50.57	59.86	41.5	22.68	13.83	23.13	26.08	27	
unknown41	55.62	33.78	29.75	48.61	32	26.03	28.52	19.75	29.92	35.16	62.5	46.88	42.19	48.15	33.5	
unknown42	34.91	17.78	30.58	19.44	19.83	32.85	30.08	45.68	37.4	30.47	48.76	25.62	23.14	23.97	15.2	
unknown43	40.83	16	28.4	52.07	17.75	32.44	28.91	32.72	36.84	29.3	42.01	21.89	20.12	26.63	14.1	
unknown44	22.12	17.48	15.22	35.55	18.91	44.23	24.49	38.88	52.2	31.63	23.31	13.56	13.32	26.16	37.5	
unknown45	20.78	18.56	15.79	52.35	39.61	57.23	50.97	45.98	59.83	50.97	29.09	20.5	25.48	27.42	64.5	
unknown46	59.76	36	51.24	80.56	45.45	33.06	44.14	40.43	37.67	50.78	47.93	34.71	43.8	44.63	42.4	
unknown47	50.89	54.67	38.19	63.19	39.58	28.51	37.5	33.64	32.41	37.5	44.44	31.94	38.89	38.89	41.8	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown48	22.84	34.26	62.65	57.41	52.16	71.69	70.99	40.74	70.91	58.95	26.23	21.6	32.72	28.4	61.8	
unknown49	57.4	40.89	56.25	95.14	67.36	46.9	57.81	50	37.95	62.89	43.06	31.94	47.92	57.64	47.1	
unknown50	52.07	55.11	56.25	63.89	59.72	42.15	56.25	56.17	48.2	49.61	34.72	31.94	40.28	32.64	47.4	
unknown51	22.84	28.09	33.02	64.51	63.89	71.9	35.8	45.99	67.04	94.14	26.23	21.6	38.27	33.95	56	
unknown52	29.76	23.18	28.72	55.71	55.02	63.22	74.39	40.43	67.04	74.74	21.11	22.84	34.6	29.76	65.9	
unknown53	34.6	32.53	29.41	53.63	37.72	62.81	31.83	82.1	66.2	37.37	32.53	22.84	28.72	24.91	44	
unknown54	34.57	16.36	27.47	46.91	35.19	67.15	29.94	81.79	71.19	35.19	20.37	16.05	21.3	18.21	51.8	
unknown55	28.7	28.09	33.02	51.54	57.72	77.07	29.63	70.68	62.6	75.31	26.23	21.6	32.41	28.4	62	
unknown56	31.95	22.67	19.83	31.94	21	11.78	15.23	19.75	13.3	15.23	50	34.38	45.31	37.04	16.9	
unknown57	18.93	23.11	22.31	27.78	24	12.4	16.41	20.99	14.13	16.41	63.89	52	52	46.91	18.6	
unknown58	42.6	45.78	49.59	45.83	54	26.03	41.8	38.27	24.65	35.16	58.33	72	100	59.26	24.4	
unknown59	7.692	64.89	44.97	52.66	55.62	15.08	19.14	17.59	16.9	19.14	42.6	29.59	52.66	62.72	36	
unknown60	57.4	59.11	72.22	64.58	74.31	36.57	48.05	43.83	36.29	61.72	63.89	40.28	47.22	77.08	49	
unknown61	100	32.89	61.54	62.13	55.03	24.17	38.67	29.32	27.42	25	32.54	29.59	36.69	56.21	41	
unknown62	50.89	54.67	38.19	63.19	39.58	28.51	37.5	33.64	32.41	37.5	44.44	31.94	38.89	38.89	41.8	
unknown63	60.95	48.89	65.28	63.19	51.39	34.09	51.95	47.22	39.06	38.67	44.44	31.94	39.58	45.14	47.6	
unknown64	56.8	58.22	19.53	66.27	39.64	31.82	61.33	50	36.01	75.39	66.86	29.59	36.69	34.32	51.8	
unknown65	62.13	56.44	86.78	71.53	100	47.73	58.2	39.81	44.32	64.45	33	38	68	54	49.3	
unknown66	28.72	19.01	28.31	51.86	47.73	100	30.58	62.6	73.35	72.93	16.74	17.77	31.4	28.51	34.9	
unknown67	31.25	24.22	30.08	65.23	64.45	68.6	84.38	46.91	62.88	95.7	22.27	24.22	42.97	37.5	61.8	
unknown68	36.68	29.41	34.6	42.21	41.87	58.26	37.02	96.91	55.96	49.13	27.68	22.84	46.37	42.21	63.2	
unknown69	28.7	16.36	21.3	47.84	46.91	62.4	18.21	87.35	71.19	66.05	20.37	21.6	27.16	23.77	50.7	
unknown70	34.26	22.22	33.64	64.2	57.72	91.32	35.8	45.68	84.76	94.14	20.06	21.6	38.27	33.95	55.4	
unknown71	28.4	24.89	33.06	30.56	36	17.36	30.47	20.99	19.94	23.44	55.56	100	72	53.09	19.9	
unknown72	18.93	23.11	22.31	27.78	24	12.4	16.41	20.99	14.13	16.41	63.89	52	52	46.91	18.6	
unknown73	42.6	45.78	49.59	45.83	54	26.03	41.8	38.27	24.65	35.16	58.33	72	100	59.26	24.4	
unknown74	11.83	61.33	66.12	70.14	82	28.31	24.22	40.43	32.13	37.11	48	38	58	82	38	
unknown75	8.284	45.33	36.11	39.58	46.53	13.64	22.66	15.43	14.96	16.41	50	40.28	38.19	49.31	38.5	
unknown76	48.47	67.56	18.88	47.45	35.2	22.73	35.94	32.72	25.48	22.27	38.78	27.55	33.67	34.69	40.4	
unknown77	47.96	66.22	34.18	39.8	35.2	32.02	55.47	32.41	36.29	61.72	38.78	27.55	33.67	34.69	51	
unknown78	29.02	22.68	24.72	43.54	41.04	57.23	27.21	47.17	56.24	41.95	26.76	18.59	23.13	25.85	64.6	
unknown79	57.4	40.89	56.25	95.14	67.36	46.9	57.81	50	37.95	62.89	43.06	31.94	47.92	57.64	47.1	
unknown80	62.13	56.44	86.78	71.53	100	47.73	58.2	39.81	44.32	64.45	33	38	68	54	49.3	
unknown81	31.25	20.5	30.75	57.25	52.25	95.25	33	68.25	96.75	85.25	18.25	19.5	34.5	31	37.8	
unknown82	38.5	21.33	59.83	44.32	49.58	71.69	89.75	54.85	87.81	73.13	19.11	20.5	24.93	27.15	54.3	
unknown83	37.4	29.92	26.87	42.11	32.96	61.98	29.36	85.6	65.1	34.35	29.36	20.5	25.21	33.8	42.9	
unknown84	31.5	15.25	25.25	33	37	66.74	27.75	73.25	94.75	38	18.5	14.5	19.25	16.75	48.3	
unknown85	22.84	22.22	68.83	58.02	63.89	86.36	65.12	46.6	72.3	76.23	26.23	21.6	38.27	33.95	67	
unknown86	18.93	23.11	22.31	27.78	24	12.4	16.41	20.99	14.13	16.41	63.89	52	52	46.91	18.6	
unknown87	28.4	24.89	33.06	30.56	36	17.36	30.47	20.99	19.94	23.44	55.56	100	72	53.09	19.9	
unknown88	42.6	45.78	49.59	45.83	54	26.03	41.8	38.27	24.65	35.16	58.33	72	100	59.26	24.4	
unknown89	43.2	52.89	57.85	47.22	60.33	32.44	42.19	38.58	36.84	35.94	39.67	36.36	42.98	33.06	37.4	
unknown90	40	56.44	24	45.78	39.11	49.17	51.95	65.12	50.69	51.95	31.11	32.44	31.11	40.89	65.1	
unknown91	43.56	45.33	38.67	48.89	36	59.5	60.16	60.49	73.41	54.3	30.22	19.11	20	16.89	47.4	
unknown92	24.08	15.76	15.67	21.55	15.92	48.82	20.57	37.8	34.78	29.39	16.73	5.714	8.571	10.94	52.4	
unknown93	45.67	29.76	29.41	49.48	25.95	35.33	43.25	35.8	39.89	68.17	20.76	16.96	17.65	15.22	34.3	
unknown94	41.32	28.72	19.01	42.77	24.79	56.2	34.71	34.3	57.64	58.68	21.49	17.77	17.56	16.74	39	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีที่สีทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown95	39.81	30.86	29.32	63.89	36.73	67.77	32.41	70.99	66.48	49.38	30.86	21.6	32.41	30.25	60.9	
unknown96	28.7	31.21	21.15	40.09	25.3	57.4	43.64	42.6	38.91	31.66	21.89	15.09	22.49	20.86	57.1	
unknown97	38.28	33.2	32.42	38.67	27.73	31.4	20.7	42.9	35.46	27.34	34.77	12.5	23.44	25.39	18.3	
unknown98	45.99	30.56	34.88	40.12	30.86	34.09	43.52	39.81	38.23	55.25	20.37	11.11	20.99	23.15	24.7	
unknown99	38.23	46.26	27.98	49.03	28.53	34.3	58.45	56.51	38.5	41.83	29.36	15.24	25.21	27.42	21.9	
unknown100	31.5	34	37	46	37.5	42.56	50.25	48.75	59.5	45.25	18.5	19.5	29	26.25	57	
unknown101	37.87	33.33	50.41	35.42	46	42.56	50.39	51.85	48.75	43.75	34	30	38	30	33.8	
unknown102	52.66	41.78	61.98	35.42	49	47.52	51.56	58.02	54.57	51.17	55	20	20	26	39.3	
unknown103	67.46	38.22	38.19	64.58	35.42	42.36	57.03	51.54	48.48	50.39	45.83	23.61	33.33	25.69	25.8	
unknown104	51.9	35.29	22.84	48.79	29.76	39.46	43.25	29.32	44.6	62.98	33.22	22.84	28.37	30.8	34.1	
unknown105	42.97	40.23	37.11	54.3	32.03	28.93	37.5	23.15	32.96	31.25	34.38	31.25	36.72	47.27	39.9	
unknown106	41.55	21.61	37.67	49.03	29.09	63.02	39.34	38.23	76.73	57.06	24.38	15.24	15.79	13.85	56.8	
unknown107	30.59	16.19	19.75	27.43	23.87	70.1	25.79	48.15	44.17	37.31	21.54	14.54	18.52	18.11	63.2	
unknown108	24.59	26.45	20.04	34.09	12.6	48.97	27.89	40.5	54.96	46.69	16.53	4.545	9.091	8.471	48.6	
unknown109	52.35	32.69	21.33	54.29	32.96	71.49	44.6	43.77	65.65	78.39	24.65	20.5	25.48	24.38	66.5	
unknown110	51.56	29.76	35.64	54.67	36.33	40.5	49.48	42.59	45.98	67.82	20.76	22.84	28.37	26.99	56.2	
unknown111	28.51	40.7	24.59	47.31	29.75	65.7	36.78	35.33	50	36.78	25.62	17.77	26.65	28.72	71.5	
unknown112	36.33	38.75	42.91	38.75	27.68	34.92	58.13	41.05	39.34	52.25	21.45	11.76	17.65	15.57	27.4	
unknown113	37.5	39.84	32.42	57.81	39.84	40.5	73.44	54.01	45.98	73.44	41.02	24.22	36.33	37.89	56	
unknown114	32.96	35.46	38.78	37.95	24.93	34.09	52.63	50.97	38.23	47.37	19.39	10.53	15.79	14.13	26.9	
unknown115	30.16	37.41	35.37	44.9	31.07	61.36	48.07	46.71	56.92	43.31	17.69	13.83	22.9	25.17	54.6	
unknown116	41.42	27.11	35.5	48.52	32.54	41.12	48.44	61.73	46.81	41.8	35.5	23.08	21.89	16.57	28	
unknown117	42.6	28	50.41	34.72	38.02	42.36	50.39	51.54	48.48	43.75	50.41	27.27	25.62	18.18	28.5	
unknown118	48.52	27.11	26.63	53.85	33.14	41.53	48.83	50	47.37	42.19	43.2	23.08	21.89	27.81	28	
unknown119	25.78	21.33	26.67	49.78	29.78	36.36	27.73	31.17	41.27	41.02	29.33	20	25.33	34.22	29.4	
unknown120	56.25	54.5	41	60.5	47.25	57.23	54.25	48.75	47.5	64.25	27.75	19.5	29.25	33	57	
unknown121	43.56	45.33	38.67	48.89	36	59.5	60.16	60.49	73.41	54.3	30.22	19.11	20	16.89	47.4	
unknown122	28.48	21.28	21.12	29.44	22.56	58.24	27.52	47.52	47.36	48.32	23.2	11.68	12	15.68	51.2	
unknown123	28.34	19.95	24.49	34.92	17.01	28.93	31.75	55.56	55.33	41.95	22.68	4.762	4.762	4.762	59.9	
unknown124	45.33	29.41	34.95	53.98	42.56	53.51	37.02	52.47	50.42	74.74	26.99	22.84	28.37	29.76	56.5	
unknown125	30.32	20.16	23.59	31.41	31.55	54.46	33.33	44.17	48.01	41.15	17.56	14.54	21.81	24.55	51.7	
unknown126	34.92	37.64	25.62	44.44	26.08	52.48	53.29	51.7	47.17	38.32	26.76	13.83	22.9	20.41	64.4	
unknown127	32.41	46.26	27.98	43.77	29.36	34.09	58.45	56.51	38.23	41.83	29.36	15.24	25.48	27.42	21.6	
unknown128	40.19	24.61	26.16	32.58	26.4	58.98	21.4	20.69	42.09	50.18	13.08	13.56	20.21	18.91	51.5	
unknown129	34.92	42.4	25.62	45.12	26.08	33.47	53.29	51.7	47.17	38.32	26.76	13.83	22.9	25.17	69.4	
unknown130	34.92	42.4	25.62	45.12	26.08	33.47	53.29	51.7	47.17	38.32	26.76	13.83	22.9	25.17	69.4	
unknown131	63.31	35.11	38.84	60.42	42	30.58	27.73	25.31	35.18	41.41	65.63	34.38	50	40.74	28.5	
unknown132	42.6	28	50.41	34.72	38.02	42.36	50.39	51.54	48.48	43.75	50.41	27.27	25.62	18.18	28.5	
unknown133	57.4	40.44	18.93	56.21	24.85	28.51	23.44	56.79	32.41	30.47	34.91	23.08	21.89	27.81	38.5	
unknown134	21.4	15.1	14.86	25.92	26.04	51.01	17.24	48.63	51.84	31.39	20.1	10.11	16.77	19.02	41.5	
unknown135	47.92	45.98	43.21	52.35	44.04	71.69	51.8	45.71	66.48	55.96	29.09	20.5	30.75	40.17	75.9	
unknown136	50.3	47.11	59.5	65.28	41.32	37.4	42.97	38.89	42.66	49.61	70.25	34.71	42.98	42.15	27.1	
unknown137	21.3	65.78	72.92	42.36	68.75	10.74	13.28	24.07	11.91	13.28	54.17	31.94	38.89	47.92	42.1	
unknown138	44.44	36.73	33.95	62.65	36.42	40.08	42.28	53.4	45.43	53.4	37.04	21.6	26.54	31.48	27.4	
unknown139	63.31	60	64.58	90.97	66.67	60.95	51.95	45.68	39.89	65.23	44.44	31.94	38.89	57.64	47.4	
unknown140	23.67	52.44	55.56	54.86	47.92	23.14	29.69	32.72	26.04	29.69	29.17	31.94	47.22	39.58	26.6	
unknown141	34.26	36.42	58.64	45.37	53.4	81.82	60.8	70.06	83.66	79.32	25	21.6	32.1	28.7	60.9	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีที่สีทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown142	42.21	32.18	30.8	54.33	37.37	44.21	51.9	58.33	44.88	39.45	32.53	22.84	33.91	30.1	39.1	
unknown143	35.64	32.18	30.8	55.02	33.56	86.98	46.02	53.4	84.76	51.9	38.75	22.84	28.37	27.34	28.3	
unknown144	33.95	30.86	29.32	45.99	26.23	35.12	50	47.22	39.61	67.28	36.73	16.05	22.22	20.37	22.4	
unknown145	28.4	42.28	58.64	33.02	53.4	87.19	44.14	81.48	84.21	78.09	24.69	21.6	32.1	28.7	60.7	
unknown146	39.64	29.33	28.93	28.47	31	16.32	20.7	25.31	18.56	21.48	53.13	37.5	46.88	20.99	24.4	
unknown147	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown148	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown149	37.28	52	54.44	53.25	63.31	27.89	23.05	45.37	31.58	36.33	40.83	29.59	52.07	37.87	31	
unknown150	51.48	51.56	48.61	63.19	59.72	42.15	62.5	56.48	37.67	55.86	45.14	41.67	56.25	66.67	48.8	
unknown151	100	44	43.79	40.83	44.97	27.48	28.91	32.41	31.02	28.91	33.14	29.59	36.09	53.25	24.9	
unknown152	21.3	65.78	72.92	42.36	68.75	10.74	13.28	24.07	11.91	13.28	54.17	31.94	38.89	47.92	42.1	
unknown153	75.15	46.67	47.22	43.75	48.61	42.77	44.14	45.99	49.03	44.14	34.72	31.94	47.92	38.89	59	
unknown154	67.46	65.33	28.4	67.46	39.64	46.07	68.75	38.27	47.37	83.98	41.42	29.59	36.69	34.32	46.5	
unknown155	24.85	69.78	86.78	55.56	100	25.41	33.98	30.56	29.09	33.98	63	38	46	55	49	
unknown156	32.64	35.95	38.02	32.02	43.8	97.31	40.29	45.04	48.76	54.34	30.37	17.77	21.9	28.72	56.6	
unknown157	37.5	39.84	32.42	57.03	39.45	54.34	80.86	59.26	51.52	92.19	34.38	24.22	35.94	31.64	51	
unknown158	35.64	50.52	24.22	41.18	37.37	40.08	58.82	95.37	45.43	39.79	44.98	22.84	33.91	30.1	45.2	
unknown159	33.95	30.56	29.32	45.68	35.49	39.67	62.04	46.91	44.88	55.56	30.86	21.6	32.1	28.7	27.7	
unknown160	34.26	36.42	52.47	51.54	53.4	81.82	55.25	75.93	83.66	91.36	25	21.6	32.1	28.7	60.9	
unknown161	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown162	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown163	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown164	39.05	54.67	66.12	65.97	82	24.38	18.75	35.8	27.7	32.03	46	38	56	56	32.4	
unknown165	34.91	45.33	22.22	59.72	41.67	23.76	30.86	39.51	26.87	30.86	50	31.25	47.22	68.06	39.3	
unknown166	94.39	49.78	41.33	38.78	42.35	26.86	28.13	43.21	30.19	34.38	31.12	27.55	33.67	50	24.4	
unknown167	47.45	63.11	48.47	54.08	57.65	31.61	67.58	31.79	35.73	74.22	30.61	27.55	33.67	42.35	56.8	
unknown168	34.01	42.18	54.88	38.55	36.28	34.09	57.14	77.1	61	61.9	26.76	18.59	22.9	29.93	73.9	
unknown169	63.31	60	64.58	90.97	66.67	60.95	51.95	45.68	39.89	65.23	44.44	31.94	38.89	57.64	47.4	
unknown170	24.85	69.78	86.78	55.56	100	25.41	33.98	30.56	29.09	33.98	63	38	46	55	49	
unknown171	31.25	44.25	52.75	36	48.25	80.99	45.25	43.25	65.25	50.5	22.75	19.5	29	26.25	46.5	
unknown172	38.5	40.17	44.6	37.4	39.34	43.39	47.65	45.43	43.77	47.37	23.82	20.5	30.47	32.96	38	
unknown173	32.41	29.64	27.98	54.29	39.34	58.26	41.83	40.17	55.96	47.09	34.9	20.5	36.01	32.69	32.7	
unknown174	36.75	33.25	42.5	31	32.5	34.09	45.5	43.5	77.25	56.25	22.75	14.5	24	26.5	56.5	
unknown175	34.26	48.15	41.05	39.51	53.4	49.17	37.96	59.26	45.43	55.56	30.86	21.6	32.1	28.7	56	
unknown176	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown177	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown178	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown179	44.97	67.56	51.24	47.22	45.45	28.51	37.11	33.95	32.41	30.86	39.67	25.62	42.15	42.98	31.9	
unknown180	46.67	48.89	41.33	52.44	48.89	45.66	47.66	55.25	46.81	47.66	37.33	33.33	45.33	47.11	63.7	
unknown181	30.1	16.96	22.15	48.44	31.83	53.51	18.69	64.2	60.94	61.59	21.45	16.96	17.65	15.22	52.1	
unknown182	15.76	17.88	12.9	24	10.37	49.06	23.59	29.55	37.88	29.63	16.57	5.714	8.245	10.94	52.2	
unknown183	29.25	37.41	39.68	38.32	31.97	67.36	41.95	46.94	65.53	46.94	26.98	13.83	18.14	21.09	45.1	
unknown184	28.1	31.4	19.21	46.28	20.87	51.65	49.38	31.2	57.64	35.74	25.62	17.77	17.56	16.74	66.1	
unknown185	17.96	25.9	13.8	39.89	15.69	77.32	43.1	43.29	60.49	48.2	24.39	12.67	13.04	11.72	54.6	
unknown186	32.1	35.21	24.56	43.49	24.85	60.21	46.6	46.75	41.72	34.76	26.04	15.09	18.64	20.86	60.7	
unknown187	37.11	39.84	31.25	38.28	26.56	45.66	47.27	66.36	52.08	41.02	35.55	12.5	17.19	26.17	55.4	
unknown188	45.06	36.42	39.51	39.81	29.94	48.35	47.22	63.27	54.85	53.7	19.44	11.11	15.43	23.77	54.8	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีทิศทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown189	37.4	51.8	32.41	48.2	28.25	29.75	62.05	62.33	33.24	40.44	29.92	15.24	19.94	27.42	48.5	
unknown190	35.75	39.25	41.25	45.75	36.75	38.02	53.75	54	62.75	49	22.75	19.5	24	26.25	61.5	
unknown191	37.87	33.33	50.41	35.42	46	42.56	50.39	51.85	48.75	43.75	34	30	38	30	33.8	
unknown192	52.66	41.78	61.98	35.42	49	47.52	51.56	58.02	54.57	51.17	55	20	20	26	39.3	
unknown193	67.46	38.22	38.19	64.58	35.42	42.36	57.03	51.54	48.48	50.39	45.83	23.61	33.33	25.69	25.8	
unknown194	51.9	35.29	22.84	48.79	29.76	39.46	43.25	29.32	44.6	62.98	33.22	22.84	28.37	30.8	34.1	
unknown195	42.97	40.23	37.11	54.3	32.03	28.93	37.5	23.15	32.96	31.25	34.38	31.25	36.72	47.27	39.9	
unknown196	33.33	45.33	24	48.89	35.56	54.13	58.59	59.57	61.77	52.73	24	19.11	20	16.89	47.4	
unknown197	23.59	18.66	16.19	30.45	16.46	74.21	29.77	37.59	48.29	41.43	24.97	14.54	18.11	17.83	66.5	
unknown198	28.4	31.17	22.84	39.81	13.89	45.04	41.98	48.15	51.25	54.32	19.14	11.11	11.11	9.877	44.3	
unknown199	31.86	35.46	21.61	58.17	28.53	52.69	50.69	35.18	59.83	40.44	29.36	20.5	25.48	24.38	54	
unknown200	20	29	15.25	50.75	31.75	80.58	43.25	43.5	53.75	59.75	27.75	19.5	29.25	27.25	62	
unknown201	32.44	45.45	28.51	51.24	29.55	61.16	40.08	40.29	53.1	40.29	30.58	17.77	21.9	28.72	71.1	
unknown202	35.29	44.98	47.75	37.72	26.64	30.37	61.94	35.49	34.07	50.52	20.42	11.76	16.26	16.61	17.2	
unknown203	42.58	46.48	37.5	56.64	39.45	35.95	73.44	48.46	40.72	67.19	48.05	24.22	29.69	37.89	50.1	
unknown204	32.13	41	43.21	37.12	24.1	29.55	56.23	56.51	32.96	45.98	18.56	10.53	14.68	14.96	16.1	
unknown205	34.24	42.4	39.46	44.22	30.84	56.82	51.47	51.7	60.09	46.94	21.77	13.83	18.14	25.17	59	
unknown206	41.42	27.11	35.5	48.52	32.54	41.12	48.44	61.73	46.81	41.8	35.5	23.08	21.89	16.57	28	
unknown207	42.6	28	50.41	34.72	38.02	42.36	50.39	51.54	48.48	43.75	50.41	27.27	25.62	18.18	28.5	
unknown208	48.52	27.11	26.63	53.85	33.14	41.53	48.83	50	47.37	42.19	43.2	23.08	21.89	27.81	28	
unknown209	25.78	21.33	26.67	49.78	29.78	36.36	27.73	31.17	41.27	41.02	29.33	20	25.33	34.22	29.4	
unknown210	56.25	54.5	41	60.5	47.25	57.23	54.25	48.75	47.5	64.25	27.75	19.5	29.25	33	57	
unknown211	33.33	45.33	24	48.89	35.56	54.13	58.59	59.57	61.77	52.73	24	19.11	20	16.89	47.4	
unknown212	20.96	23.84	17.28	32.64	14.56	62.72	31.84	40.32	51.84	52.8	26.88	11.68	12	14.88	54.7	
unknown213	34.72	24.65	26.39	38.19	18.75	39.58	41.67	41.49	44.97	33.51	19.1	12.15	16.15	18.06	31.4	
unknown214	29.25	32.65	19.95	53.06	26.08	70.66	46.49	32.43	60.32	37.19	26.76	18.59	23.13	22.22	59.2	
unknown215	16.27	27.22	12.57	35.65	17.9	64.79	38.61	38.76	53.99	46.89	21.75	15.09	14.94	18.34	57	
unknown216	43.6	28.1	33.06	33.06	28.72	41.74	35.12	61.98	76.03	53.93	16.94	13.22	21.9	24.38	53.7	
unknown217	31.58	51.8	32.41	42.94	28.53	43.6	62.05	62.33	49.31	40.44	29.92	15.24	19.94	27.98	38	
unknown218	43.28	28.18	29.25	35.67	29.49	61.59	24.14	24.26	44.71	53.03	16.17	13.56	16.77	22.35	54.7	
unknown219	34.24	47.39	29.71	44.44	25.85	28.93	56.69	56.92	50.34	37.19	27.21	13.83	18.14	25.17	68.9	
unknown220	34.24	47.39	29.71	44.44	25.85	28.93	56.69	56.92	50.34	37.19	27.21	13.83	18.14	25.17	68.9	
unknown221	63.31	35.11	38.84	60.42	42	30.58	27.73	25.31	35.18	41.41	65.63	34.38	50	40.74	28.5	
unknown222	42.6	28	50.41	34.72	38.02	42.36	50.39	51.54	48.48	43.75	50.41	27.27	25.62	18.18	28.5	
unknown223	57.4	40.44	18.93	56.21	24.85	28.51	23.44	56.79	32.41	30.47	34.91	23.08	21.89	27.81	38.5	
unknown224	21.4	15.1	14.86	25.92	26.04	51.01	17.24	48.63	51.84	31.39	20.1	10.11	16.77	19.02	41.5	
unknown225	47.92	45.98	43.21	52.35	44.04	71.69	51.8	45.71	66.48	55.96	29.09	20.5	30.75	40.17	75.9	
unknown226	43.2	47.56	50.41	47.22	42.98	28.31	43.75	27.78	32.13	43.75	70.25	34.71	42.98	32.23	47.6	
unknown227	39.05	65.78	73.61	47.22	69.44	15.7	26.95	18.52	17.73	20.31	54.86	31.94	47.92	38.89	36.8	
unknown228	50.31	42.59	39.81	62.96	36.73	35.54	47.84	47.84	40.17	58.95	36.73	21.6	32.41	28.4	71.7	
unknown229	63.31	60	64.58	90.97	66.67	60.95	51.95	45.68	39.89	65.23	44.44	31.94	38.89	57.64	47.4	
unknown230	15.98	52.44	65.97	43.75	49.31	18.6	23.44	27.16	20.78	23.44	35.42	31.94	38.89	39.58	47.6	
unknown231	38.89	42.59	63.27	50	53.09	77.27	64.51	70.06	83.66	83.33	30.86	21.6	26.54	34.26	71.2	
unknown232	47.06	38.41	35.64	59.17	42.21	39.67	55.71	52.78	44.88	43.6	39.1	22.84	28.03	35.99	49.3	
unknown233	40.48	38.41	35.64	53.98	32.53	82.44	49.83	47.84	84.76	56.06	45.33	22.84	28.03	27.34	22.4	
unknown234	33.95	42.59	34.26	45.99	25.62	49.59	53.7	62.04	62.88	65.74	25.62	16.05	21.3	18.21	60.4	
unknown235	33.02	48.46	63.27	37.65	53.09	82.64	47.84	81.48	84.21	76.54	30.56	21.6	26.54	34.26	70.9	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีที่สีทางภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown236	39.64	29.33	28.93	28.47	31	16.32	20.7	25.31	18.56	21.48	53.13	37.5	46.88	20.99	24.4	
unknown237	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown238	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown239	37.28	52	54.44	53.25	63.31	27.89	36.33	45.37	31.58	36.33	40.83	37.28	59.76	47.34	31	
unknown240	51.48	51.56	48.61	63.19	59.72	42.15	62.5	56.48	37.67	55.86	45.14	41.67	56.25	66.67	48.8	
unknown241	100	44	52.07	49.11	53.25	22.93	22.66	26.85	25.76	22.66	41.42	29.59	44.38	44.97	57.6	
unknown242	39.05	65.78	73.61	47.22	69.44	15.7	26.95	18.52	17.73	20.31	54.86	31.94	47.92	38.89	36.8	
unknown243	75.15	40	56.25	70.83	49.31	38.22	37.89	40.43	43.77	37.89	44.44	31.94	48.61	38.89	58.7	
unknown244	67.46	64.89	36.69	68.05	41.42	41.53	68.75	32.72	47.37	83.98	50.3	29.59	36.69	34.32	52.1	
unknown245	17.16	69.78	86.78	56.25	100	20.87	27.73	25	23.82	27.73	64	38	57	44	43.8	
unknown246	37.4	40.7	42.77	36.78	44.42	97.31	44.83	49.79	53.31	58.88	25.62	17.77	26.65	23.97	61.6	
unknown247	42.58	46.48	37.5	62.11	44.53	49.79	80.86	53.7	51.52	85.94	41.41	24.22	29.69	37.89	72	
unknown248	40.48	56.75	29.07	46.02	42.21	35.54	62.63	95.37	40.17	43.94	51.56	22.84	28.03	35.99	71.7	
unknown249	38.89	42.28	39.81	50.62	35.49	35.33	71.3	47.84	39.89	59.57	31.17	21.6	26.85	22.84	54.8	
unknown250	38.89	42.59	57.1	56.17	53.09	77.27	58.95	75.93	83.66	89.81	30.86	21.6	26.54	34.26	71.2	
unknown251	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown252	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown253	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown254	39.05	54.67	66.12	65.97	82	24.38	32.03	35.8	27.7	32.03	46	48	66	69	32.4	
unknown255	34.32	37.33	21.3	37.28	39.05	23.55	30.47	39.2	26.59	30.47	38.46	28.99	51.48	47.34	33	
unknown256	94.9	43.11	48.98	46.43	50	22.31	21.88	37.65	24.93	28.13	38.78	27.55	41.33	42.35	57.1	
unknown257	55.1	63.11	56.12	54.59	58.16	32.02	61.33	32.41	36.29	67.97	38.27	27.55	41.33	34.69	51.5	
unknown258	39	47.17	59.86	43.54	36.51	29.55	61.9	82.09	65.76	61.9	26.76	18.59	27.89	24.94	74.4	
unknown259	63.31	60	68.06	90.97	68.75	56.4	51.95	45.68	39.89	65.23	43.75	31.94	47.92	38.89	58.2	
unknown260	17.16	69.78	86.78	56.25	100	20.87	27.73	25	23.82	27.73	64	38	57	44	43.8	
unknown261	35.5	49.75	57	40.25	48	76.45	48.75	49	68.5	54.25	28	19.5	24	31.25	51	
unknown262	42.94	45.98	49.03	41.83	43.77	38.84	51.25	51.52	43.77	51.25	29.36	20.5	25.21	38.23	58.7	
unknown263	36.84	35.18	32.41	54.02	38.5	58.26	45.43	45.98	55.96	50.97	40.72	20.5	25.21	32.69	26.9	
unknown264	36.25	44	47	35.5	32.5	29.75	49	49.5	85.5	55	18	14.5	19.25	16.75	57	
unknown265	38.89	54.32	45.68	44.14	53.09	44.63	41.67	59.26	45.43	59.57	36.73	21.6	26.54	34.26	82.3	
unknown266	26.63	24.89	31.4	30.56	34	16.94	21.88	26.54	19.39	22.66	94.44	60	48	38.27	25.2	
unknown267	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown268	44.97	52.44	52.89	56.94	68	31.4	29.3	38.27	25.76	42.97	58.33	52	100	23.46	30.7	
unknown269	44.97	67.56	51.24	47.22	45.45	28.51	37.11	33.95	32.41	30.86	39.67	34.71	51.24	54.55	31.9	
unknown270	46.67	48.89	41.33	52.44	48.89	45.66	47.66	55.25	46.81	47.66	37.33	33.33	45.33	47.11	63.7	
unknown271	30.45	16.96	34.6	48.44	31.83	44.01	30.8	52.47	49.86	74.05	21.45	16.96	17.65	15.22	46.8	
unknown272	13.06	15.67	21.47	24	13.06	51.67	23.35	37.63	37.55	23.43	10.94	5.714	8.245	10.94	38	
unknown273	25.17	39.23	39.23	38.32	29.93	65.91	36.73	54.88	74.6	56.24	17.69	13.83	18.14	21.09	51.2	
unknown274	38.22	23.55	27.89	46.28	24.38	41.53	29.96	38.84	52.69	44.63	16.94	17.77	17.56	16.74	44.2	
unknown275	27.6	18.15	22.12	39.89	19.47	85.44	20.23	50.66	50.47	42.91	16.26	12.67	13.04	11.72	33.5	
unknown276	27.51	16.72	20.56	40.24	28.99	60.65	54.73	53.7	57.54	30.62	22.19	15.09	18.79	16.86	30	
unknown277	25.39	42.97	36.72	38.28	31.64	35.12	32.03	52.78	39.61	32.03	22.66	12.5	17.19	26.17	44.9	
unknown278	26.23	22.22	44.75	34.26	29.01	34.3	47.53	40.12	38.5	53.7	25.93	11.11	15.43	23.77	39.6	
unknown279	37.67	57.34	32.69	49.03	28.53	34.5	62.05	62.6	38.78	40.44	24.38	15.24	20.22	22.71	43.5	
unknown280	36.75	25.5	51	46	42	33.06	63.25	62.5	67.25	58.5	29	19.5	24.25	21	48	
unknown281	27.81	27.56	41.32	27.08	44	38.02	37.11	40.12	43.49	37.5	44	30	40	37	29.1	
unknown282	36.09	22.67	41.32	27.08	44	37.81	30.86	39.81	43.21	37.5	44	20	20	28	24.1	

อนุผนวก ง ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีศึกษาภาพแตกต่างกัน (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown283	65.09	32.44	46.53	56.25	43.75	65.7	42.58	43.83	59.28	68.36	36.81	31.94	31.94	29.86	26.6	
unknown284	45.33	16.96	28.37	41.87	35.99	48.76	37.37	52.78	45.98	31.14	33.56	28.72	33.91	38.41	41.3	
unknown285	41.8	17.58	45.7	58.2	46.48	40.08	32.81	24.69	45.43	45.31	28.52	24.22	37.5	51.56	46	
unknown286	33.78	32	38.67	48.89	35.56	39.88	45.31	41.98	45.15	39.06	24	19.11	20	16.89	42.9	
unknown287	28.12	16.05	23.46	34.29	20.3	62.14	36.9	44.17	43.9	37.17	21.81	14.81	18.24	17.01	44.9	
unknown288	41.05	33.95	33.33	39.81	18.52	57.02	46.91	59.26	71.19	65.43	20.37	11.11	11.11	9.877	44.3	
unknown289	43.77	26.59	31.58	58.17	32.41	42.56	33.52	43.77	47.92	50.69	19.39	20.5	25.48	24.38	54	
unknown290	25.25	34.25	20.5	56	32.5	76.03	48.25	48.75	42.5	48.75	33.25	19.5	29.25	27.25	67.3	
unknown291	23.97	28.31	42.15	38.02	33.26	51.24	44.63	43.39	62.19	54.13	16.74	17.77	22.11	19.42	21.1	
unknown292	31.49	29.07	53.29	38.06	32.18	20.45	67.13	53.4	22.44	55.71	22.15	11.76	16.61	14.19	44.6	
unknown293	34.77	50	49.61	51.56	37.89	35.33	59.38	47.53	39.89	53.13	49.22	24.22	30.08	25	40.2	
unknown294	37	50	47	46.75	28.75	39.05	59.25	59.75	78.25	49.5	18	14.5	19.5	17.5	67.5	
unknown295	33.88	32.64	32.44	38.02	28.93	36.78	34.92	61.98	66.74	54.34	16.94	13.22	17.56	20.04	44.2	
unknown296	40.83	21.33	43.79	46.15	33.14	36.36	34.77	49.69	41.27	35.16	34.91	23.08	21.89	20.12	23.3	
unknown297	42.6	22.22	39.67	26.39	38.02	37.4	36.33	51.23	42.66	36.72	50.41	27.27	25.62	23.14	23.8	
unknown298	48.52	21.33	35.5	55.03	33.14	36.57	34.77	37.96	41.55	35.16	43.2	23.08	21.89	27.81	23.3	
unknown299	43.11	22.22	31.11	42.67	40	35.74	39.84	30.86	40.44	40.23	30.22	20	31.56	51.11	20.2	
unknown300	50	15.25	41	57.25	47.25	56.4	43.25	68	63.25	53.5	23.25	19.5	34.5	22.5	57.3	
unknown301	33.78	32	38.67	48.89	35.56	39.88	45.31	41.98	45.15	39.06	24	19.11	20	16.89	42.9	
unknown302	25.92	21.12	25.12	36.8	18.4	66.4	39.52	47.36	47.04	39.84	23.52	11.68	12	15.04	43.8	
unknown303	37.92	25.44	37.28	41.12	25.44	54.24	23.04	46.88	54.88	48.16	15.04	15.68	19.52	17.44	27.2	
unknown304	34.24	37.64	24.94	58.05	26.76	66.53	26.76	37.41	55.56	41.95	31.97	18.59	23.13	22.22	59.4	
unknown305	20.27	31.21	16.57	39.64	18.05	64.64	42.46	42.75	41.72	34.76	25.89	15.09	14.94	16.86	57.1	
unknown306	29.48	17.69	19.95	33.56	25.62	28.72	56.92	56.92	70.52	47.39	26.76	13.83	18.14	21.09	68.9	
unknown307	27.42	37.12	37.12	42.94	26.87	33.68	45.43	70.91	37.67	50.69	19.39	15.24	19.94	27.98	33.2	
unknown308	22.24	35.08	22.47	29.01	26.4	23.9	21.64	20.81	42.45	24.97	12.96	13.56	20.21	18.91	27.1	
unknown309	34.47	52.38	29.93	44.67	26.08	33.68	56.69	57.14	55.1	37.19	22.22	13.83	18.37	20.86	69.4	
unknown310	23.36	39.23	34.24	39.68	30.39	28.51	41.95	65.53	64.85	47.17	32.88	13.83	18.37	20.86	50.8	
unknown311	63.31	35.11	38.84	60.42	42	30.58	34.77	25.31	35.18	41.41	65.63	46.88	46.88	40.74	28.5	
unknown312	42.6	22.22	39.67	26.39	38.02	37.4	36.33	51.23	42.66	36.72	50.41	27.27	25.62	23.14	23.8	
unknown313	48.52	21.33	35.5	55.03	33.14	36.98	35.16	38.27	42.11	35.55	43.2	23.08	21.89	27.81	23.3	
unknown314	25.09	15.1	18.55	32.7	22.35	40.43	20.81	37.69	48.39	27.82	20.1	13.56	20.21	26.75	34.4	
unknown315	52.35	15.79	42.94	48.48	50.14	61.36	45.15	65.93	59.83	50.14	24.38	20.5	31.02	23.55	71.2	

ภาคผนวก จ
ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพแบบกัลป์ทิศทาง

ผนวก จ ตารางที่ 1 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 128x128)

ลำดับภาพของอาวรูปิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาวรูปิน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref3	ref4	ref15	ref14	ref1	ref5	ref8	ref11	ref9	ref12	ref13	ref10	ref7	ref2	ref6	73.33
unknown2	ref2	ref10	ref7	ref5	ref8	ref2	ref9	ref14	ref6	ref1	ref15	ref3	ref12	ref13	ref11	ref4	73.33
unknown3	ref3	ref8	ref15	ref3	ref2	ref9	ref5	ref10	ref6	ref14	ref7	ref1	ref12	ref13	ref11	ref4	86.67
unknown4	ref4	ref3	ref1	ref4	ref5	ref10	ref11	ref14	ref9	ref7	ref15	ref8	ref2	ref6	ref12	ref13	86.67
unknown5	ref5	ref4	ref14	ref1	ref11	ref5	ref15	ref3	ref8	ref12	ref13	ref6	ref10	ref9	ref7	ref2	73.33
unknown6	ref6	ref10	ref6	ref7	ref9	ref2	ref3	ref8	ref5	ref14	ref1	ref15	ref11	ref12	ref13	ref4	93.33
unknown7	ref7	ref10	ref7	ref6	ref3	ref2	ref8	ref5	ref9	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	93.33
unknown8	ref8	ref3	ref1	ref10	ref5	ref7	ref11	ref14	ref8	ref13	ref9	ref4	ref15	ref6	ref2	ref12	53.33
unknown9	ref9	ref10	ref7	ref8	ref2	ref6	ref9	ref5	ref3	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	66.67
unknown10	ref10	ref6	ref7	ref10	ref8	ref2	ref3	ref1	ref9	ref5	ref14	ref15	ref12	ref13	ref11	ref4	86.67
unknown11	ref11	ref11	ref13	ref3	ref12	ref4	ref15	ref5	ref10	ref14	ref7	ref9	ref6	ref1	ref8	ref2	100
unknown12	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	100
unknown13	ref13	ref14	ref4	ref13	ref11	ref3	ref12	ref5	ref10	ref1	ref15	ref7	ref6	ref8	ref9	ref2	86.67
unknown14	ref14	ref14	ref4	ref3	ref11	ref15	ref12	ref5	ref13	ref10	ref8	ref9	ref7	ref2	ref6	ref1	100
unknown15	ref15	ref3	ref5	ref4	ref11	ref14	ref6	ref1	ref9	ref15	ref10	ref8	ref12	ref7	ref13	ref2	46.67
unknown16	ref1	ref10	ref6	ref9	ref3	ref2	ref5	ref7	ref1	ref15	ref14	ref8	ref13	ref11	ref12	ref4	53.33
unknown17	ref2	ref10	ref7	ref8	ref5	ref14	ref2	ref6	ref1	ref9	ref15	ref3	ref12	ref13	ref11	ref4	66.67
unknown18	ref3	ref8	ref15	ref4	ref3	ref2	ref9	ref10	ref5	ref6	ref7	ref1	ref11	ref14	ref12	ref13	80
unknown19	ref4	ref3	ref4	ref10	ref5	ref1	ref7	ref2	ref6	ref15	ref8	ref11	ref14	ref9	ref12	ref13	93.33
unknown20	ref5	ref4	ref11	ref14	ref15	ref3	ref10	ref7	ref1	ref5	ref9	ref12	ref6	ref13	ref8	ref2	46.67
unknown21	ref6	ref9	ref6	ref2	ref8	ref10	ref3	ref7	ref1	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	93.33
unknown22	ref7	ref7	ref6	ref10	ref8	ref9	ref2	ref1	ref5	ref3	ref15	ref13	ref14	ref11	ref4	ref12	100
unknown23	ref8	ref7	ref8	ref10	ref6	ref2	ref9	ref3	ref15	ref14	ref5	ref4	ref1	ref11	ref12	ref13	93.33
unknown24	ref9	ref7	ref10	ref2	ref8	ref5	ref6	ref9	ref3	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	60
unknown25	ref10	ref10	ref7	ref1	ref6	ref3	ref8	ref5	ref9	ref2	ref15	ref14	ref4	ref12	ref13	ref11	100
unknown26	ref11	ref3	ref8	ref9	ref1	ref11	ref15	ref5	ref2	ref6	ref13	ref10	ref7	ref12	ref14	ref4	73.33
unknown27	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	100
unknown28	ref13	ref14	ref4	ref13	ref11	ref3	ref12	ref5	ref10	ref1	ref15	ref7	ref6	ref8	ref9	ref2	86.67
unknown29	ref14	ref4	ref14	ref15	ref3	ref8	ref5	ref10	ref12	ref11	ref13	ref7	ref6	ref1	ref9	ref2	93.33
unknown30	ref15	ref8	ref3	ref10	ref2	ref5	ref6	ref9	ref7	ref4	ref11	ref14	ref1	ref15	ref12	ref13	30
unknown31	ref1	ref10	ref8	ref5	ref9	ref2	ref7	ref1	ref6	ref3	ref15	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	60
unknown32	ref2	ref10	ref8	ref9	ref6	ref1	ref3	ref5	ref2	ref14	ref7	ref15	ref12	ref13	ref11	ref4	53.33
unknown33	ref3	ref8	ref15	ref4	ref3	ref2	ref9	ref10	ref5	ref6	ref7	ref1	ref11	ref14	ref12	ref13	80
unknown34	ref4	ref3	ref1	ref4	ref5	ref10	ref11	ref14	ref9	ref7	ref15	ref8	ref2	ref6	ref12	ref13	86.67
unknown35	ref5	ref11	ref4	ref15	ref1	ref5	ref3	ref2	ref14	ref10	ref13	ref6	ref9	ref7	ref8	ref12	73.33
unknown36	ref6	ref6	ref10	ref8	ref9	ref2	ref7	ref1	ref3	ref5	ref14	ref15	ref13	ref11	ref12	ref4	100
unknown37	ref7	ref7	ref6	ref10	ref8	ref1	ref3	ref9	ref2	ref5	ref13	ref14	ref15	ref11	ref4	ref12	100
unknown38	ref8	ref6	ref7	ref9	ref5	ref11	ref14	ref4	ref15	ref1	ref3	ref8	ref10	ref12	ref13	ref2	33.33
unknown39	ref9	ref7	ref10	ref2	ref8	ref5	ref6	ref9	ref3	ref1	ref15	ref4	ref14	ref12	ref13	ref11	60
unknown40	ref10	ref1	ref8	ref10	ref7	ref11	ref15	ref3	ref9	ref5	ref2	ref6	ref4	ref14	ref13	ref12	86.67
unknown41	ref11	ref11	ref13	ref3	ref12	ref4	ref15	ref5	ref10	ref14	ref7	ref9	ref6	ref1	ref8	ref2	100
unknown42	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref15	ref1	ref4	ref3	ref5	ref10	ref8	ref7	ref2	ref6	ref9	100
unknown43	ref13	ref14	ref4	ref13	ref11	ref3	ref12	ref5	ref10	ref1	ref15	ref7	ref6	ref8	ref9	ref2	86.67
unknown44	ref14	ref4	ref14	ref15	ref3	ref8	ref5	ref10	ref12	ref11	ref13	ref7	ref6	ref1	ref9	ref2	93.33
unknown45	ref15	ref8	ref3	ref2	ref10	ref6	ref1	ref9	ref15	ref5	ref7	ref11	ref14	ref4	ref12	ref13	53.33

ผนวก ฉ ตารางที่ 2 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 256x256)

ลำดับภาพของอาร์บิ้น ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์บิ้น (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref15	ref4	ref2	ref14	ref13	ref9	ref1	ref11	ref8	ref12	ref6	ref10	ref3	ref7	ref5	60
unknown2	ref2	ref15	ref6	ref10	ref1	ref7	ref5	ref8	ref14	ref2	ref3	ref13	ref11	ref9	ref12	ref4	46.67
unknown3	ref3	ref15	ref8	ref2	ref5	ref7	ref3	ref14	ref1	ref6	ref10	ref9	ref13	ref11	ref12	ref4	66.67
unknown4	ref4	ref1	ref7	ref15	ref4	ref2	ref11	ref13	ref3	ref14	ref6	ref10	ref8	ref5	ref9	ref12	80
unknown5	ref5	ref4	ref11	ref14	ref13	ref5	ref8	ref15	ref12	ref2	ref1	ref3	ref6	ref10	ref7	ref9	73.33
unknown6	ref6	ref6	ref10	ref9	ref15	ref3	ref8	ref7	ref5	ref14	ref11	ref13	ref2	ref1	ref12	ref4	100
unknown7	ref7	ref6	ref10	ref7	ref15	ref3	ref9	ref8	ref5	ref1	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	ref2	86.67
unknown8	ref8	ref15	ref2	ref7	ref14	ref11	ref6	ref10	ref4	ref8	ref5	ref3	ref1	ref13	ref9	ref12	46.67
unknown9	ref9	ref7	ref6	ref10	ref3	ref2	ref15	ref5	ref1	ref8	ref9	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	40
unknown10	ref10	ref3	ref6	ref10	ref7	ref9	ref8	ref13	ref2	ref5	ref11	ref15	ref14	ref1	ref12	ref4	86.67
unknown11	ref11	ref11	ref15	ref12	ref13	ref4	ref5	ref3	ref14	ref1	ref7	ref8	ref6	ref9	ref10	ref2	100
unknown12	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	100
unknown13	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref5	ref15	ref1	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref13	ref9	13.33
unknown14	ref14	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref7	ref5	ref3	ref15	ref2	ref8	ref9	ref6	ref10	ref1	93.33
unknown15	ref15	ref5	ref15	ref4	ref2	ref13	ref14	ref8	ref3	ref11	ref9	ref6	ref10	ref12	ref7	ref1	93.33
unknown16	ref1	ref3	ref9	ref6	ref10	ref15	ref5	ref8	ref7	ref1	ref14	ref2	ref13	ref11	ref12	ref4	46.67
unknown17	ref2	ref15	ref7	ref1	ref14	ref13	ref2	ref5	ref8	ref6	ref10	ref3	ref11	ref9	ref12	ref4	66.67
unknown18	ref3	ref4	ref15	ref13	ref8	ref5	ref7	ref11	ref3	ref1	ref6	ref10	ref9	ref14	ref12	ref2	53.33
unknown19	ref4	ref4	ref3	ref1	ref5	ref11	ref15	ref7	ref13	ref8	ref14	ref6	ref10	ref2	ref12	ref9	100
unknown20	ref5	ref4	ref14	ref11	ref13	ref3	ref5	ref6	ref10	ref15	ref9	ref8	ref12	ref7	ref1	ref2	66.67
unknown21	ref6	ref9	ref3	ref8	ref6	ref10	ref5	ref15	ref7	ref13	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	80
unknown22	ref7	ref8	ref15	ref3	ref9	ref6	ref10	ref1	ref5	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref2	ref7	6.67
unknown23	ref8	ref7	ref6	ref10	ref15	ref3	ref1	ref8	ref14	ref11	ref9	ref4	ref5	ref2	ref13	ref12	60
unknown24	ref9	ref7	ref3	ref15	ref6	ref10	ref5	ref1	ref9	ref8	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	ref2	53.33
unknown25	ref10	ref3	ref6	ref10	ref7	ref9	ref5	ref8	ref13	ref15	ref11	ref1	ref14	ref4	ref12	ref2	86.67
unknown26	ref11	ref3	ref8	ref5	ref15	ref9	ref6	ref10	ref2	ref11	ref12	ref13	ref14	ref4	ref7	ref1	46.67
unknown27	ref12	ref12	ref13	ref14	ref11	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref8	ref7	ref6	ref10	ref9	100
unknown28	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref5	ref15	ref1	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref13	ref9	13.33
unknown29	ref14	ref4	ref14	ref1	ref13	ref11	ref3	ref12	ref5	ref15	ref8	ref2	ref7	ref6	ref10	ref9	93.33
unknown30	ref15	ref7	ref3	ref5	ref15	ref9	ref2	ref1	ref6	ref10	ref8	ref11	ref4	ref13	ref14	ref12	80
unknown31	ref1	ref5	ref3	ref9	ref8	ref1	ref7	ref15	ref6	ref10	ref2	ref14	ref13	ref11	ref12	ref4	73.33
unknown32	ref2	ref3	ref6	ref9	ref10	ref7	ref8	ref1	ref15	ref14	ref13	ref5	ref11	ref12	ref2	ref4	13.33
unknown33	ref3	ref4	ref15	ref13	ref8	ref5	ref7	ref11	ref3	ref1	ref6	ref10	ref9	ref14	ref12	ref2	53.33
unknown34	ref4	ref1	ref7	ref15	ref4	ref2	ref11	ref13	ref3	ref14	ref6	ref10	ref8	ref5	ref9	ref12	80
unknown35	ref5	ref15	ref13	ref4	ref11	ref5	ref1	ref2	ref14	ref3	ref7	ref12	ref6	ref10	ref8	ref9	73.33
unknown36	ref6	ref6	ref10	ref9	ref3	ref8	ref5	ref15	ref13	ref7	ref11	ref14	ref1	ref12	ref2	ref4	100
unknown37	ref7	ref8	ref1	ref9	ref15	ref6	ref10	ref3	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref5	ref2	ref7	6.67
unknown38	ref8	ref6	ref10	ref15	ref1	ref8	ref11	ref9	ref14	ref4	ref5	ref13	ref7	ref3	ref12	ref2	73.33
unknown39	ref9	ref7	ref3	ref15	ref6	ref10	ref5	ref1	ref9	ref8	ref13	ref11	ref4	ref14	ref12	ref2	53.33
unknown40	ref10	ref1	ref15	ref5	ref3	ref7	ref8	ref13	ref4	ref9	ref6	ref10	ref11	ref14	ref2	ref12	33.33
unknown41	ref11	ref11	ref15	ref12	ref13	ref4	ref5	ref3	ref14	ref1	ref7	ref8	ref6	ref9	ref10	ref2	100
unknown42	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref4	ref1	ref5	ref15	ref2	ref3	ref7	ref8	ref6	ref10	ref9	100
unknown43	ref13	ref14	ref4	ref11	ref12	ref5	ref15	ref1	ref3	ref6	ref10	ref8	ref7	ref2	ref13	ref9	13.33
unknown44	ref14	ref4	ref14	ref1	ref13	ref11	ref3	ref12	ref5	ref15	ref8	ref2	ref7	ref6	ref10	ref9	93.33
unknown45	ref15	ref15	ref3	ref9	ref1	ref6	ref10	ref5	ref8	ref2	ref13	ref7	ref11	ref14	ref4	ref12	100

ผนวก จ ตารางที่ 3 ผลการดำเนินการวิจัย กรณีภาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 512x512)

ลำดับภาพของอาร์วบิน ที่เป็นชนิดเดียวกัน		การเปรียบเทียบของความถูกต้องของภาพอาร์วบิน (ระหว่าง Unknown# กับ Ref#) โดยเรียงตามลำดับของภาพ Reference ที่มีผลการเปรียบเทียบถูกต้องมากที่สุด															% ความถูกต้อง
Unknown#	ref#	100.00	93.33	86.67	80.00	73.33	66.67	60.00	53.33	46.67	40.00	33.33	26.67	20.00	13.33	6.67	
unknown1	ref1	ref1	ref15	ref4	ref3	ref14	ref5	ref13	ref2	ref11	ref8	ref12	ref9	ref7	ref10	ref6	100
unknown2	ref2	ref4	ref10	ref1	ref15	ref2	ref6	ref7	ref8	ref14	ref9	ref13	ref5	ref12	ref3	ref11	73.33
unknown3	ref3	ref5	ref2	ref3	ref8	ref7	ref4	ref15	ref9	ref10	ref14	ref13	ref6	ref1	ref12	ref11	86.67
unknown4	ref4	ref7	ref4	ref15	ref1	ref2	ref3	ref5	ref13	ref11	ref14	ref9	ref10	ref8	ref6	ref12	93.33
unknown5	ref5	ref4	ref13	ref5	ref11	ref3	ref8	ref2	ref12	ref1	ref14	ref9	ref15	ref7	ref10	ref6	86.67
unknown6	ref6	ref10	ref9	ref6	ref4	ref5	ref15	ref8	ref14	ref2	ref13	ref11	ref1	ref3	ref12	ref7	86.67
unknown7	ref7	ref10	ref6	ref9	ref15	ref5	ref4	ref8	ref7	ref1	ref3	ref13	ref14	ref2	ref12	ref11	53.33
unknown8	ref8	ref2	ref5	ref4	ref15	ref10	ref11	ref7	ref14	ref9	ref1	ref8	ref6	ref3	ref13	ref12	33.33
unknown9	ref9	ref10	ref7	ref5	ref6	ref9	ref15	ref4	ref2	ref8	ref1	ref3	ref13	ref14	ref12	ref11	73.33
unknown10	ref10	ref7	ref5	ref10	ref6	ref9	ref15	ref4	ref8	ref13	ref14	ref1	ref12	ref3	ref11	ref2	86.67
unknown11	ref11	ref5	ref11	ref3	ref12	ref13	ref4	ref2	ref15	ref14	ref7	ref10	ref8	ref9	ref1	ref6	93.33
unknown12	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	100
unknown13	ref13	ref11	ref4	ref5	ref12	ref3	ref14	ref10	ref1	ref2	ref9	ref15	ref7	ref8	ref6	ref13	6.67
unknown14	ref14	ref2	ref13	ref3	ref5	ref4	ref11	ref12	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	ref14	ref1	13.33
unknown15	ref15	ref5	ref3	ref4	ref15	ref13	ref2	ref11	ref8	ref14	ref9	ref7	ref10	ref12	ref6	ref1	80
unknown16	ref1	ref15	ref4	ref9	ref10	ref6	ref5	ref7	ref8	ref1	ref14	ref2	ref13	ref3	ref11	ref12	46.67
unknown17	ref2	ref1	ref7	ref10	ref4	ref2	ref14	ref15	ref13	ref8	ref9	ref6	ref5	ref12	ref3	ref11	73.33
unknown18	ref3	ref5	ref3	ref4	ref2	ref13	ref7	ref8	ref10	ref9	ref15	ref14	ref6	ref11	ref1	ref12	93.33
unknown19	ref4	ref4	ref5	ref1	ref14	ref7	ref10	ref3	ref13	ref8	ref11	ref2	ref15	ref6	ref9	ref12	100
unknown20	ref5	ref4	ref5	ref3	ref1	ref11	ref13	ref14	ref10	ref9	ref2	ref6	ref7	ref8	ref12	ref15	93.33
unknown21	ref6	ref6	ref8	ref9	ref5	ref4	ref15	ref10	ref7	ref3	ref13	ref14	ref2	ref11	ref1	ref12	100
unknown22	ref7	ref10	ref15	ref9	ref8	ref6	ref5	ref14	ref4	ref13	ref1	ref11	ref3	ref12	ref2	ref7	6.67
unknown23	ref8	ref10	ref7	ref5	ref4	ref6	ref9	ref15	ref14	ref8	ref1	ref3	ref2	ref13	ref11	ref12	46.67
unknown24	ref9	ref7	ref10	ref9	ref15	ref5	ref6	ref8	ref4	ref1	ref14	ref3	ref13	ref2	ref12	ref11	86.67
unknown25	ref10	ref10	ref7	ref5	ref6	ref4	ref9	ref15	ref8	ref13	ref14	ref1	ref3	ref2	ref12	ref11	100
unknown26	ref11	ref8	ref15	ref2	ref1	ref11	ref4	ref3	ref5	ref9	ref6	ref10	ref12	ref13	ref7	ref14	73.33
unknown27	ref12	ref12	ref13	ref11	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref10	ref7	ref8	ref9	ref15	ref6	100
unknown28	ref13	ref11	ref4	ref5	ref12	ref3	ref14	ref10	ref1	ref2	ref9	ref15	ref7	ref8	ref6	ref13	6.67
unknown29	ref14	ref14	ref4	ref13	ref5	ref3	ref12	ref2	ref11	ref8	ref1	ref10	ref7	ref9	ref15	ref6	100
unknown30	ref15	ref7	ref4	ref5	ref3	ref1	ref2	ref9	ref15	ref8	ref10	ref6	ref13	ref11	ref14	ref12	53.33
unknown31	ref1	ref1	ref10	ref15	ref3	ref4	ref5	ref8	ref9	ref14	ref6	ref7	ref13	ref11	ref12	ref2	100
unknown32	ref2	ref10	ref4	ref9	ref6	ref15	ref5	ref1	ref8	ref14	ref13	ref7	ref2	ref12	ref3	ref11	26.67
unknown33	ref3	ref5	ref3	ref4	ref2	ref13	ref7	ref8	ref10	ref9	ref15	ref14	ref6	ref11	ref1	ref12	93.33
unknown34	ref4	ref7	ref4	ref15	ref1	ref2	ref3	ref5	ref13	ref11	ref14	ref9	ref10	ref8	ref6	ref12	93.33
unknown35	ref5	ref11	ref13	ref5	ref4	ref3	ref2	ref14	ref1	ref15	ref7	ref10	ref12	ref8	ref6	ref9	86.67
unknown36	ref6	ref8	ref6	ref10	ref9	ref5	ref4	ref15	ref13	ref7	ref14	ref3	ref2	ref11	ref1	ref12	93.33
unknown37	ref7	ref10	ref15	ref8	ref4	ref9	ref14	ref6	ref5	ref13	ref11	ref12	ref1	ref3	ref2	ref7	6.67
unknown38	ref8	ref9	ref6	ref5	ref10	ref8	ref3	ref11	ref14	ref4	ref15	ref1	ref13	ref7	ref12	ref2	73.33
unknown39	ref9	ref7	ref10	ref9	ref15	ref5	ref6	ref8	ref4	ref1	ref14	ref3	ref13	ref2	ref12	ref11	86.67
unknown40	ref10	ref10	ref4	ref11	ref5	ref7	ref2	ref15	ref8	ref13	ref9	ref14	ref6	ref12	ref1	ref3	100
unknown41	ref11	ref5	ref11	ref3	ref12	ref13	ref4	ref2	ref15	ref14	ref7	ref10	ref8	ref9	ref1	ref6	93.33
unknown42	ref12	ref12	ref11	ref13	ref14	ref5	ref3	ref4	ref1	ref2	ref7	ref10	ref8	ref9	ref15	ref6	100
unknown43	ref13	ref11	ref4	ref5	ref12	ref3	ref14	ref10	ref1	ref2	ref9	ref15	ref7	ref8	ref6	ref13	6.67
unknown44	ref14	ref14	ref4	ref13	ref5	ref3	ref12	ref2	ref11	ref8	ref1	ref10	ref7	ref9	ref15	ref6	100
unknown45	ref15	ref1	ref4	ref5	ref9	ref15	ref8	ref2	ref7	ref10	ref6	ref3	ref13	ref11	ref14	ref12	73.33

อนุผนวก ฉ

อนุผนวก จ ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีภาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 128x128)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	34.69	22.22	54.59	47.45	32	16.36	22.84	30.86	29.07	24.89	30.61	27.55	26.02	37.24	38.8	
unknown2	41.84	48.46	30.61	8.673	56.44	42.28	56.75	53.52	46.02	70.67	25.51	27.55	26.02	45.41	34.7	
unknown3	38.19	55.56	57.4	9.028	44	43.83	39.79	68.36	45.67	44	29.17	31.94	29.86	42.36	63.9	
unknown4	64.8	28.09	77.55	54.59	53.33	27.78	34.95	30.86	35.64	38.67	37.76	27.55	26.02	37.76	31.6	
unknown5	64.46	29.63	47.34	72.73	55.11	35.49	30.8	46.48	31.83	34.22	55.56	41.98	39.51	66.67	48.6	
unknown6	28.51	44.42	41.53	13.84	40.08	58.88	54.34	40.91	50	64.05	25.62	17.77	17.36	29.96	27.3	
unknown7	47.4	63.89	64.01	25.95	56.4	69.14	74.05	61.59	54.67	80.62	21.11	22.84	21.45	25.26	41.2	
unknown8	61.33	31.48	65.33	38.67	57.78	31.79	52.25	40.63	39.1	58.22	51.11	25.78	39.11	42.22	36.9	
unknown9	45.78	65.12	50.22	28.89	56	59.26	75.43	65.23	56.75	84	23.56	25.78	24	28	39.1	
unknown10	57.42	64.2	60.94	8.203	53.91	70.68	67.47	64.84	56.75	65.23	22.66	24.22	23.05	33.2	24.6	
unknown11	31.4	25.62	68.05	57.85	51.56	31.79	33.56	28.52	33.56	37.78	75	61.11	75	36.73	53.5	
unknown12	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown13	42.15	25.62	52.66	61.98	45.78	31.79	33.56	30.47	26.99	45.78	58.33	52	60	65.31	37.5	
unknown14	10.74	19.75	42.01	44.63	29.78	19.75	20.42	21.88	20.76	22.67	34.57	30.86	28.4	45.68	31.9	
unknown15	37.87	21.91	67.46	51.48	52.44	38.58	28.72	30.08	34.95	31.56	42.01	29.59	28.4	39.64	33.7	
unknown16	37.11	46.91	48.05	8.203	46.09	52.47	42.56	25.78	49.13	72.27	22.66	17.97	23.05	28.13	31.3	
unknown17	39.56	41.98	29.33	8.444	55.11	41.67	61.94	58.59	37.37	75.11	24	25.78	24.44	49.78	32.9	
unknown18	39.67	56.79	59.76	60.33	45.33	45.06	41.18	69.92	47.06	45.78	37.19	34.71	33.06	35.54	61.8	
unknown19	65.28	44.44	73.96	72.92	67.11	44.14	53.63	43.36	41.18	72.89	43.06	31.94	29.86	43.06	43.8	
unknown20	40.5	28.7	53.85	67.77	40.44	34.57	42.21	32.03	36.33	47.11	57.85	34.71	33.06	56.2	54.9	
unknown21	37.81	62.4	41.53	11.36	35.12	62.81	39.46	44.63	63.22	44.63	21.69	17.77	21.9	25	23.8	
unknown22	45.5	52.25	45	26.25	45.25	68.25	74.75	59	53.75	64.75	28.5	24.5	33.75	33	35.5	
unknown23	31.25	64.81	48.44	35.94	46.48	71.3	94.12	85.94	56.4	79.3	27.34	24.22	23.44	46.88	47.7	
unknown24	43.36	64.51	47.66	27.34	59.77	59.26	81.31	64.45	49.83	65.63	22.27	24.22	22.66	26.56	37.1	
unknown25	70.7	53.09	66.8	27.34	59.77	70.37	80.97	64.84	56.4	85.55	22.27	24.22	22.66	33.2	37.1	
unknown26	65.28	50.62	84.02	27.78	52.44	45.06	34.95	82.42	72.66	38.67	53.47	31.94	39.58	29.86	53.5	
unknown27	33.06	20.99	28.4	33.06	24.89	20.99	22.15	23.44	16.26	24.89	55.56	68	52	46.94	39.6	
unknown28	42.15	25.62	52.66	61.98	45.78	31.79	33.56	30.47	26.99	45.78	58.33	52	60	65.31	37.5	
unknown29	28.1	23.46	49.7	57.85	43.56	29.32	30.8	47.27	24.57	43.56	40.74	41.98	39.51	56.79	50	
unknown30	32.03	60.49	75	43.36	59.77	54.63	44.98	86.72	51.21	73.05	41.02	24.22	23.44	33.2	29.3	
unknown31	35.29	45.99	33.22	7.958	50.52	34.26	41.87	55.71	48.1	56.4	21.45	16.96	21.8	26.64	29.8	
unknown32	45.68	40.12	43.52	7.716	41.98	57.41	34.88	63.89	59.26	64.51	20.37	21.6	20.68	37.04	28.4	
unknown33	39.67	56.79	59.76	60.33	45.33	45.06	41.18	69.92	47.06	45.78	37.19	34.71	33.06	35.54	61.8	
unknown34	64.8	28.09	77.55	54.59	53.33	27.78	34.95	30.86	35.64	38.67	37.76	27.55	26.02	37.76	31.6	
unknown35	62.81	52.78	53.85	64.46	56.89	46.6	42.56	38.28	43.94	47.56	75	38	47	49	63.9	
unknown36	37.81	52.89	36.57	11.36	35.12	76.86	48.97	58.68	58.47	58.88	21.69	17.77	21.9	25	23.8	
unknown37	47.92	38.23	47.09	27.7	36.84	66.2	72.3	50.42	44.88	62.33	29.92	25.76	35.46	34.63	31.9	
unknown38	25.17	17.01	23.58	28.8	36.96	70.52	41.27	22.9	37.64	22.68	31.52	18.59	17.91	31.07	28.8	
unknown39	43.36	64.51	47.66	27.34	59.77	59.26	81.31	64.45	49.83	65.63	22.27	24.22	22.66	26.56	37.1	
unknown40	80.61	54.94	60.71	47.96	57.78	48.15	64.36	67.58	58.82	64.44	61.73	27.55	34.18	37.24	61.2	
unknown41	31.4	25.62	68.05	57.85	51.56	31.79	33.56	28.52	33.56	37.78	75	61.11	75	36.73	53.5	
unknown42	34.71	21.6	29.59	34.71	25.78	21.6	22.84	24.22	16.96	25.78	61.11	100	60	53.06	41.7	
unknown43	42.15	25.62	52.66	61.98	45.78	31.79	33.56	30.47	26.99	45.78	58.33	52	60	65.31	37.5	
unknown44	28.1	23.46	49.7	57.85	43.56	29.32	30.8	47.27	24.57	43.56	40.74	41.98	39.51	56.79	50	
unknown45	51.56	59.88	61.72	30.08	46.48	54.01	44.64	66.02	50.52	59.77	34.38	24.22	23.44	33.59	49.2	

อนุผนวก จ ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีภาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 256x256)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	30.1	39.11	26.53	47.45	18.88	25.5	22.22	27.78	31	25.5	28.57	27.55	34.69	37.24	58.7	
unknown2	58.16	43.56	67.35	8.673	52.04	60	54.94	48.46	33.5	60	35.71	27.55	41.33	45.41	62.8	
unknown3	41.33	48	62.24	9.028	46.43	40	44.44	49.38	39.75	40	33.33	31.94	38.89	42.36	57.1	
unknown4	68.37	54.22	71.43	54.59	33.67	35.5	62.65	33.95	31	35.5	42.86	27.55	41.33	37.76	59.7	
unknown5	36.22	36.89	44.39	72.73	52.55	32.25	29.32	47.53	27	32.25	66.67	41.98	62.96	66.67	42.3	
unknown6	22.11	22.73	41.32	13.84	32.44	61.78	34.71	35.54	58.88	61.78	27.27	17.77	26.65	29.96	45.5	
unknown7	41.18	20.42	69.55	25.95	44.64	75	70.99	45.99	53.25	75	29.41	22.84	34.26	25.26	59.2	
unknown8	35.56	55.11	71.11	38.67	37.33	39.75	43.52	37.35	29.25	39.75	40	25.78	31.56	42.22	63.1	
unknown9	52.89	59.56	49.78	28.89	56	64.75	72.22	47.53	43.5	64.75	33.33	25.78	38.67	28	59.1	
unknown10	30.08	41.02	60.16	8.203	40.63	64	59.26	47.22	54.25	64	37.5	24.22	42.97	33.2	35.9	
unknown11	33.16	23.11	71.43	57.85	40.31	28.75	31.79	31.79	28.75	28.75	66.67	61.11	58.33	36.73	61.7	
unknown12	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown13	32.65	24.89	40.31	61.98	40.31	28.75	25.93	27.16	19	28.75	60	52	24	65.31	39.8	
unknown14	16.84	20	46.94	44.63	24.49	17.75	25	19.75	18	17.75	33.33	30.86	55.56	45.68	21.4	
unknown15	18.88	51.11	70.92	51.48	70.41	30.25	27.47	39.2	35.25	30.25	38.46	29.59	44.97	39.64	59.7	
unknown16	30.08	27.34	47.27	8.203	40.23	48.25	34.88	35.8	53.5	48.25	18.75	17.97	23.83	28.13	42.2	
unknown17	52	42.67	28.44	8.444	42.22	38.25	58.95	41.98	28	38.25	33.33	25.78	45.78	49.78	66.2	
unknown18	41.84	33.78	64.29	60.33	48.47	41	45.68	50.62	40.75	41	45.45	34.71	52.07	35.54	55.6	
unknown19	63.27	35.56	55.61	72.92	63.27	40.5	50.93	44.75	30	40.5	58.33	31.94	47.92	43.06	54.1	
unknown20	34.18	28	50.51	67.77	42.86	41.75	34.26	34.88	37	41.75	54.55	34.71	52.07	56.2	40.3	
unknown21	18.8	17.56	45.45	11.36	55.17	65.91	38.64	67.15	71.49	65.91	27.27	17.77	31.4	25	42.1	
unknown22	39	16.25	44.75	26.25	34.25	53	12.5	57.75	53.25	53	25	24.5	33.75	33	55.7	
unknown23	47.66	34.77	47.27	35.94	35.16	64.5	72.22	47.53	43.5	64.5	43.75	24.22	29.69	46.88	52.3	
unknown24	50	21.09	47.27	27.34	53.13	54	71.3	46.91	49	54	31.25	24.22	36.33	26.56	55.9	
unknown25	37.11	21.09	66.8	27.34	47.27	64.25	59.88	46.91	54.25	64.25	37.5	24.22	42.97	33.2	42.2	
unknown26	26.02	39.11	79.59	27.78	64.29	41	27.47	79.63	46.25	41	33.33	31.94	31.25	29.86	62.2	
unknown27	26.53	24.89	26.53	33.06	26.53	19	20.68	20.99	14	19	40	68	56	46.94	26.5	
unknown28	32.65	24.89	40.31	61.98	40.31	28.75	25.93	27.16	19	28.75	60	52	24	65.31	39.8	
unknown29	54.59	33.78	36.22	57.85	36.22	26.75	29.01	34.88	18	26.75	44.44	41.98	51.85	56.79	36.2	
unknown30	53.52	55.08	74.61	43.36	62.11	49.75	71.3	48.46	55.25	49.75	43.75	24.22	42.97	33.2	59.8	
unknown31	34.6	26.64	63.32	7.958	44.29	32	34.26	34.88	37.25	32	17.65	16.96	22.49	26.64	34.3	
unknown32	38.89	19.44	42.59	7.716	30.86	52.25	39.81	39.81	52.25	52.25	27.78	21.6	32.72	37.04	38.9	
unknown33	41.84	33.78	64.29	60.33	48.47	41	45.68	50.62	40.75	41	45.45	34.71	52.07	35.54	55.6	
unknown34	68.37	54.22	71.43	54.59	33.67	35.5	62.65	33.95	31	35.5	42.86	27.55	41.33	37.76	59.7	
unknown35	57.14	56.89	50.51	64.46	58.67	36.75	40.43	34.57	32.75	36.75	60	38	68	49	71.9	
unknown36	18.8	17.56	35.95	11.36	45.87	75	29.34	57.64	66.74	75	27.27	17.77	31.4	25	42.1	
unknown37	52.08	16.9	52.08	27.7	24.65	42.5	12.74	60.11	47.75	42.5	26.32	25.76	35.46	34.63	47.4	
unknown38	42.4	13.15	47.39	28.8	28.34	69.39	21.09	36.73	31.75	69.39	33.33	18.59	22.9	31.07	51.9	
unknown39	50	21.09	47.27	27.34	53.13	54	71.3	46.91	49	54	31.25	24.22	36.33	26.56	55.9	
unknown40	74.49	32.44	61.22	47.96	60.71	44.25	49.38	49.07	44.5	44.25	42.86	27.55	48.98	37.24	74.5	
unknown41	33.16	23.11	71.43	57.85	40.31	28.75	31.79	31.79	28.75	28.75	66.67	61.11	58.33	36.73	61.7	
unknown42	27.55	25.78	27.55	34.71	27.55	19.5	21.6	21.6	14.5	19.5	87.5	100	60	53.06	27.6	
unknown43	32.65	24.89	40.31	61.98	40.31	28.75	25.93	27.16	19	28.75	60	52	24	65.31	39.8	
unknown44	54.59	33.78	36.22	57.85	36.22	26.75	29.01	34.88	18	26.75	44.44	41.98	51.85	56.79	36.2	
unknown45	53.91	47.66	61.33	30.08	48.83	49.25	42.59	47.84	54.5	49.25	37.5	24.22	42.97	33.59	66	

อนุผนวก ฉ ผลการเปรียบเทียบความเหมือนของรหัสภาพ กรณีกาพกลับทิศทาง (Mirror) (Reference ขนาด 512x512)

Unknown #	Reference #															หมายเหตุ
	ref1	ref2	ref3	ref4	ref5	ref6	ref7	ref8	ref9	ref10	ref11	ref12	ref13	ref14	ref15	
unknown1	71.94	31.56	49.49	50.51	43.37	23.55	24.22	27.78	26.59	23.83	30.61	27.55	34.69	44.39	51.5	
unknown2	66.33	58.22	25.51	72.96	34.18	54.96	53.91	48.46	41.83	66.8	25.51	27.55	41.33	43.37	59.3	
unknown3	35.5	55.56	54.86	46.53	65.97	36.78	49.22	49.38	41.83	41.8	29.17	31.94	38.89	39.58	43.5	
unknown4	55.61	50.22	50	60.71	43.37	32.64	63.28	33.95	37.12	36.72	37.76	27.55	41.33	37.24	57.3	
unknown5	39.05	44	54.55	75.69	59	29.55	32.42	47.53	33.8	32.42	55.56	41.98	62.96	37.04	32.7	
unknown6	23.14	26.65	18.8	46.07	43.8	51.65	16.74	35.54	58.47	59.5	25.62	17.77	26.65	28.72	38.4	
unknown7	35.99	23.18	35.29	53.63	54.67	68.6	37.37	45.99	67.87	74.05	21.11	22.84	34.26	29.76	55.4	
unknown8	37.78	64.89	32	58.22	61.78	36.57	48.05	37.35	41.55	55.08	51.11	25.78	31.56	46.67	56	
unknown9	40	52.44	39.11	53.33	61.33	59.3	73.44	47.53	57.34	80.08	23.56	25.78	38.67	32.89	56.8	
unknown10	31.64	17.58	23.05	50.78	64.84	58.68	65.63	47.22	56.51	64.84	22.66	24.22	42.97	37.5	51.5	
unknown11	27.22	52	71.07	53.47	77	26.24	35.55	31.79	30.19	35.55	75	61.11	58.33	40.74	46	
unknown12	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown13	35.5	32.44	50.41	56.94	55	26.24	28.91	27.16	30.19	35.55	58.33	52	24	35.8	29.9	
unknown14	10.06	62.67	49.59	41.67	47	16.32	27.73	19.75	18.56	21.48	34.57	30.86	55.56	13.58	17.2	
unknown15	19.53	44.89	68.05	60.95	71.01	27.89	30.08	39.2	31.58	30.08	42.01	29.59	44.97	36.69	52.1	
unknown16	31.64	23.83	23.05	51.95	39.06	44.42	37.89	35.8	50.42	44.53	22.66	17.97	23.83	28.52	53.2	
unknown17	76	57.33	24.44	60.89	32.44	35.33	65.23	41.98	39.89	65.23	24	25.78	45.78	48	47.6	
unknown18	36.09	56	70.25	63.19	72.73	37.6	50.78	50.62	42.94	43.36	37.19	34.71	52.07	41.32	42.7	
unknown19	57.99	42.67	56.25	80.56	67.36	37.19	56.64	44.75	37.12	56.64	43.06	31.94	47.92	57.64	41.8	
unknown20	61.54	43.11	61.98	71.53	62.81	38.22	37.89	34.88	43.77	44.53	57.85	34.71	52.07	51.24	31.6	
unknown21	19.42	23.76	32.85	47.73	52.69	94.01	35.12	67.15	58.06	39.46	21.69	17.77	31.4	28.51	44.4	
unknown22	29.25	15.5	25.75	36	42	48.76	13.5	57.75	58.75	64.5	28.5	24.5	33.75	37	63.5	
unknown23	42.58	33.59	36.72	67.19	71.88	59.09	73.44	47.53	57.06	86.33	27.34	24.22	29.69	50.78	55.4	
unknown24	37.89	24.22	37.11	45.31	50.78	49.59	79.3	46.91	51.25	78.91	22.27	24.22	36.33	37.89	51	
unknown25	31.25	24.22	30.08	57.42	64.45	58.88	66.41	46.91	56.79	91.8	22.27	24.22	42.97	37.5	50.7	
unknown26	66.86	67.56	47.22	52.78	45.14	37.6	30.08	79.63	42.94	36.72	53.47	31.94	31.25	28.47	75.6	
unknown27	28.4	24.89	33.06	30.56	36	17.36	23.05	20.99	19.94	23.44	55.56	68	56	38.27	19.9	
unknown28	35.5	32.44	50.41	56.94	55	26.24	28.91	27.16	30.19	35.55	58.33	52	24	35.8	29.9	
unknown29	33.14	40.89	43.8	59.72	47	24.59	32.03	34.88	27.98	32.42	40.74	41.98	51.85	65.43	28	
unknown30	57.03	53.91	57.42	69.53	64.84	45.66	75	48.46	52.08	47.27	41.02	24.22	42.97	37.5	50.4	
unknown31	67.82	16.61	47.06	42.91	42.21	29.75	24.57	34.88	33.24	61.59	21.45	16.96	22.49	33.22	57.1	
unknown32	46.3	21.91	21.3	57.72	46.3	48.14	29.63	39.81	49.31	64.81	20.37	21.6	32.72	36.42	46.5	
unknown33	36.09	56	70.25	63.19	72.73	37.6	50.78	50.62	42.94	43.36	37.19	34.71	52.07	41.32	42.7	
unknown34	55.61	50.22	50	60.71	43.37	32.64	63.28	33.95	37.12	36.72	37.76	27.55	41.33	37.24	57.3	
unknown35	53.25	56.44	61.98	66.67	67	33.68	44.92	34.57	33.24	44.92	75	38	68	54	48.5	
unknown36	19.42	23.76	27.89	42.56	52.69	56.2	30.58	57.64	52.89	53.93	21.69	17.77	31.4	28.51	35.1	
unknown37	24.93	16.07	21.05	44.32	38.23	39.26	13.85	60.11	44.32	67.59	29.92	25.76	35.46	44.32	60.9	
unknown38	24.04	12.7	34.47	28.12	55.1	58.88	22	36.73	61.45	41.27	31.52	18.59	22.9	30.16	25.4	
unknown39	37.89	24.22	37.11	45.31	50.78	49.59	79.3	46.91	51.25	78.91	22.27	24.22	36.33	37.89	51	
unknown40	25.51	54.67	18.88	63.27	58.67	40.7	54.69	49.07	46.26	67.97	61.73	27.55	48.98	41.84	51.2	
unknown41	27.22	52	71.07	53.47	77	26.24	35.55	31.79	30.19	35.55	75	61.11	58.33	40.74	46	
unknown42	29.59	25.78	34.71	31.94	38	17.77	24.22	21.6	20.5	24.22	61.11	100	60	41.98	20.5	
unknown43	35.5	32.44	50.41	56.94	55	26.24	28.91	27.16	30.19	35.55	58.33	52	24	35.8	29.9	
unknown44	33.14	40.89	43.8	59.72	47	24.59	32.03	34.88	27.98	32.42	40.74	41.98	51.85	65.43	28	
unknown45	55.86	47.27	44.14	55.86	51.56	45.25	46.88	47.84	51.52	46.88	34.38	24.22	42.97	31.64	50.4	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล

ร้อยโท อัครเดช ศศิสุทธินานนท์

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2541 สำเร็จการศึกษา สาขาวิชาคอมพิวเตอร์
ธุรกิจ (ปวส.) โรงเรียนเทคนิควิมลบริหารธุรกิจ
ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา สาขาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ (วท.บ.) สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชาการระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
(วท.ม.) จากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยนายทหารพัฒนาระบบสารสนเทศ
และโปรแกรม แผนกพัฒนาระบบสารสนเทศ
กองกรรมวิธีข้อมูล สำนักงานปลัดบัญชาทหาร
กองบัญชาการกองทัพไทย